

**Office de la Recherche Scientifique
et Technique Outre-Mer**

▼
Section Hydrologique

RÉPUBLIQUE de HAUTE-VOLTA

▼
Ministère de l'ECONOMIE NATIONALE

▼
Direction du GÉNIE RURAL

DÉTERMINATION DES CARACTÉRISTIQUES HYDROLOGIQUES POUR 28 BARRAGES DE HAUTE-VOLTA

Financés par le Fonds Européen de Développement

**par
Marcel ROCHE**

Mai 1965

OFFICE de la RECHERCHE
SCIENTIFIQUE et TECHNIQUE
OUTRE-MER

Service Hydrologique

REPUBLIQUE de HAUTE-VOLTA

MINISTERE de l'ECONOMIE NATIONALE

DIRECTION du GENIE RURAL

DETERMINATION des CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES
pour 28 BARRAGES de HAUTE-VOLTA
FINANCES par le FONDS EUROPEEN de DEVELOPPEMENT

par

Marcel ROCHE

Mai 1965

- SOMMAIRE -

	Page
- <u>CHAPITRE I</u> : ESTIMATION des CRUES - EXPOSE METHODOLOGIQUE -	1
- <u>CHAPITRE II</u> : EVALUATION des CRUES DECENNALES et EXCEPTIONNELLES -	7
- <u>CHAPITRE III</u> : EVALUATION des APPORTS -	29
- <u>CONCLUSION</u> -	54
- <u>TABLEAU RECAPITULATIF</u> -	55

- CHAPITRE I -

ESTIMATION des CRUES - EXPOSE METHODOLOGIQUE

Une première estimation des débits de crue à prendre en compte pour le calcul des évacuateurs des barrages du FED figure dans les rapports de l'ASEER (une plaquette par aménagement). Cette estimation dérive des premières études de synthèse effectuées par C. AUVRAY, à partir des résultats des bassins expérimentaux exploités systématiquement par l'ORSTOM, depuis 1954. Dans l'esprit même de l'auteur, le seul but de ces études était de montrer comment il était possible de généraliser les résultats obtenus sur ces bassins expérimentaux par la prise en compte de facteurs géomorphologiques.

La synthèse définitive est en cours mais elle exigera plusieurs années de travail d'hydrologues expérimentés, ainsi que, sur le terrain, des observations complémentaires à caractère géomorphologique. C'est que le problème n'est pas simple ; outre une imbrication des différents facteurs, tels que pente, perméabilité, état d'humectation du sol, il se pose des problèmes d'ordre théorique pour l'interprétation probabiliste des résultats, la seule finalement intéressante. Les lois à envisager sont, en effet, des lois à plusieurs variables dont certaines ne peuvent guère être considérées comme normales. (1)

Mais le temps presse et, dans beaucoup d'Etats Africains, il n'est pas question d'attendre les développements harmonieux d'une synthèse définitive pour passer aux applications. C'est pourquoi une méthodologie simplifiée a été dégagée récemment par J. RODIER, à la suite des travaux de P. DUBREUIL sur la classification géomorphologique des facteurs conditionnels des crues. Cette méthodologie s'appuie sur les résultats complets obtenus sur une soixantaine de bassins expérimentaux exploités pour la plupart par l'ORSTOM (90 bassins ont été étudiés ou sont en cours d'étude mais tous les résultats ne sont pas actuellement disponibles).

L'étude de J. RODIER, non encore publiée, est essentiellement basée sur la prise en compte de quatre facteurs conditionnels :

-
- (1) - On notera que l'interprétation de l'influence des conditions d'humectation pour un bassin donné est très avancée grâce aux travaux remarquables d'Y. BRUNET-MORET actuellement en cours. Mais il manque encore le chaînon géomorphologique pour la généralisation des résultats.

- la couverture végétale.
- la perméabilité du sol.
- un facteur caractérisant la pente générale du bassin.
- la pluie (à l'échelle de l'averse).

Pour la couverture végétale, J. RODIER divise les bassins en zones climatiques qui, en Afrique Tropicale de l'Ouest et du centre, correspondent assez bien à la nature et à la densité du couvert végétal :

- Sahélien et subdésertique.
- Tropical et Tropical de Transition.
- Equatorial.

Cette classification est évidemment un peu sommaire et son interprétation demande à être adaptée par un hydrologue averti qui, au cours de reconnaissances sur le terrain, décidera des nuances à adopter dans chaque cas particulier. C'est ainsi qu'en HAUTE-VOLTA, on peut grossièrement classer en sahélien les bassins situés au Nord de l'axe KANTCHARI-KAYA-OUAHIGOUYA et en tropical les bassins situés au Sud de cet axe. Mais une végétation particulièrement dégradée au Sud pourra fort bien conduire à admettre une classification dans le sahélien. D'autre part, du point de vue végétation, le bassin peut évoluer considérablement entre le début et la fin de la saison des pluies, engendrant, pour le ruissellement, des caractéristiques désignées par J. RODIER par les sigles DSP et FSP.

La perméabilité du sol a fait l'objet de la classification suivante :

- P₁.- Bassins rigoureusement imperméables, entièrement rocheux ou argileux. Cette notion d'"argileux" demanderait encore à être précisée, un terrain contenant un pourcentage élevé en argile pouvant ne pas être tellement imperméable.
- P₂.- Bassins imperméables avec quelques zones perméables de faible étendue ou bassins homogènes "presque" imperméables.
- P₃.- Bassins assez imperméables comportant des zones perméables d'étendue notable ou bassins homogènes assez peu perméables.
- P₄.- Bassins assez perméables tels qu'on en rencontre en zone de décomposition granitique avec abondance d'arènes.
- P₅.- Bassins perméables : sables ou carapace latéritique très fissurée.

Une telle classification est en bon accord avec les résultats pour les bassins relativement homogènes ; pour les bassins très hétérogènes, il est évident qu'il faut s'attendre à quelque dispersion et on devra adopter des évaluations prudentes. Actuellement, il n'est pas possible de faire mieux.

Pour le facteur pente, donnant la "susceptibilité topographique" au ruissellement, un indice, basé sur la courbe hypsométrique et la notion de rectangle équivalent, proposé par M. ROCHE, devrait rendre de grands services. Mais on dispose assez rarement des éléments permettant de le calculer, surtout pour les bassins à faible pente. P. DUBREUIL a remarqué qu'il existait une bonne corrélation entre l'indice de pente de ROCHE et la pente calculée en prenant comme dénivelée la différence entre l'altitude correspondant aux 10 % supérieurs de la courbe hypsométrique et l'altitude correspondant au 10 % inférieurs, et comme distance la longueur du cours principal. Mais ce calcul suppose que l'on dispose des mêmes éléments topographiques que pour l'indice de ROCHE. Pour une application plus générale, il a fallu simplifier encore et, en s'appuyant sur la remarque de P. DUBREUIL, considérer les pentes moyennes longitudinales et transversales, estimées par des mesures sommaires. L'écart n'est pas très grand lorsque ces pentes sont assez régulières, ce qui est le cas pour la plupart des bassins envisagés dans le programme FED de la HAUTE-VOLTA. La classification adoptée par J. RODIER est la suivante :

- R₁.- Pentas extrêmement faibles, inférieures à 0,1 et 0,2 %.
- R₂.- Pentas très faibles, inférieures à 0,5 %. Ce sont les bassins de plaine.
- R₃.- Pentas modérées comprises entre 0,5 et 1 % : ce sont des terrains intermédiaires entre la plaine et les zones à ondulations de terrain.
- R₄.- Pentas assez fortes : pentas longitudinales comprises entre 1 et 2 %, pentas transversales supérieures à 2 %. Zones des ondulations de terrain.
- R₅.- Pentas fortes : pentas longitudinales comprises entre 2 et 5 %, pentas transversales entre 8 et 20 %. Région de collines.
- R₆.- Pentas très fortes : pentas longitudinales supérieures à 5 %, pentas transversales supérieures à 20 %. Région de montagnes.

Il faut également, avec cette classification, tenir compte de la forme plus ou moins ramassée du bassin versant : cette opération se fait à l'estime et elle n'affecte qu'un nombre restreint des bassins étudiés dans le présent rapport.

La répartition statistique des averses, enfin, a été étudiée pour la HAUTE-VOLTA par Y. BRUNET-MORET, dans le cadre plus général d'une étude effectuée pour le Comité Inter-Etats d'Etudes Hydrauliques. Cette étude, conduite en admettant une répartition gaussio-logarithmique tronquée, a permis d'obtenir des cartes de précipitations journalières pour différentes fréquences.

Les paramètres essentiels d'un hydrogramme de crue, en vue de l'étude des maximums, sont :

- le volume ruisselé ;
- le temps de base (durée du ruissellement) ;
- le rapport $\frac{Q}{M}$ du débit de pointe au débit moyen réparti sur le temps de base, utilisé pour la première fois par C. AUVRAY.

Le volume ruisselé est donné par la précipitation moyenne sur le bassin multiplié par la superficie et par le coefficient de ruissellement. La précipitation moyenne de fréquence donnée est obtenue en multipliant l'averse ponctuelle correspondante (cartes de BRUNET-MORET) par un certain coefficient de réduction (abattement). Le problème de l'abattement a fait l'objet de nombreuses controverses, mais il semble qu'actuellement on soit en passe de le résoudre définitivement. Les derniers travaux théoriques sur le coefficient de réduction, dit aussi d'abattement, montrent que les valeurs admises précédemment étaient probablement trop faibles : on en tiendra compte dans le présent rapport.

Le coefficient de ruissellement dépend essentiellement :

- des conditions d'humectation au début de l'averse ;
- de la hauteur de l'averse ;
- de la surface du bassin ;
- de la perméabilité propre du sol ;
- de la pente.

Pour un bassin donné, son étude se fait par la considération de la variable aléatoire complexe $K_r(H, I)$, H désignant la hauteur de l'averse et I un indice d'humectation calculé à partir des pluies antérieures. M. ROCHE a introduit, pour cette étude, la méthode graphique des résidus pour régressions multiples à deux paramètres ; les travaux récents de BRUNET-MORET, basés sur

des considérations plus complexes, ont conduit à des résultats d'une précision étonnante pour un tel phénomène.

La composition de K_r et de H pour donner le volume ruisselé pose également des problèmes difficiles d'ordre statistique, d'autant plus que K_r et H sont généralement liés. Il semble que l'on puisse admettre, en première approximation, qu'un volume de crue ruisselé d'ordre décennal puisse être obtenu à partir d'une valeur décennale de H et d'une valeur médiane de K_r . Cette hypothèse a été admise par J. RODIER qui a calculé les K_r médians correspondant aux averses décennales pour tous les bassins étudiés par l'ORSTOM.

Ces valeurs des K_r médians dépendent, du point de vue géomorphologique, surtout de la perméabilité propre du bassin et de la pente, c'est-à-dire des facteurs P et R, ainsi que de la superficie du bassin. Les résultats dérivés des bassins expérimentaux de l'ORSTOM ont permis de tracer une série de courbes sur des diagrammes où K_r est porté en ordonnée et S (superficie) en abscisses. Chaque courbe correspond à un couple R P. Il n'a pas été possible de tracer ces courbes pour toutes les combinaisons possibles car il aurait fallu un nombre bien plus important de résultats et une variété plus grande de bassins, mais pour les groupements R P les plus usuels. Chaque série de courbes correspond à un groupe de végétation donné (sahélien et subdésertique, tropical et tropical de transition, équatorial).

Le temps de base, ou durée du ruissellement, ne dépend pas de la perméabilité à partir du moment où le ruissellement est généralisé, c'est-à-dire pour les fortes averses (par exemple décennales). A l'intérieur d'une même zone de végétation, pour une même forme et une même densité de drainage, il ne dépend que du facteur pente (R). Si l'on note que R, classé d'après la pente longitudinale, intègre au moins partiellement la forme du bassin, des corrections ne seront apportées que dans les cas extrêmes (bassin particulièrement ramassé et bien drainé ou, au contraire, bassin très allongé).

Le rapport $\frac{Q}{M}$ a été également étudié. Pour un pays tel que la HAUTE-VOLTA, on peut prendre uniformément une valeur de 2,5 dans la grande majorité des cas.

L'étude de J. RODIER comporte bien d'autres commentaires et considérations, entre autres des abaques concernant le temps de montée, peu utiles pour la présente étude. Nous nous sommes contenté, ci-dessus, de rappeler brièvement les grandes lignes de la méthodologie employée.

D'autres données ont été prises en compte pour la détermination des crues, en particulier celles qui sont fournies, pour certains bassins, par la campagne extensive menée en 1963 ; il y a là un précieux moyen de contrôle. On mentionnera également l'étude conduite sur les petits bassins de la région de TIKARE-KONGOSSI. On sait que ces petits bassins, situés pour beaucoup dans la zone des roches vertes, posent des problèmes hydrologiques assez particuliers. Malheureusement, durant les deux campagnes effectuées en 1963 et 1964, il n'a pas été observé de grosses averses. Par suite de la grande perméabilité des terrains, il n'est guère possible d'extrapoler directement à la crue décennale. Par contre, ces campagnes ont été extrêmement utiles pour l'étude du remplissage des futurs réservoirs.

Enfin, chaque fois qu'il a été possible, un contrôle hydraulique a été effectué sur place. Ce contrôle consiste en un lever de profil en long et un lever de profil en travers, assortis d'une enquête auprès des habitants, destinée à se faire une idée des plus hautes eaux atteintes de mémoire d'homme. Les débits correspondants sont évalués au moyen de la formule de MANNING-STRICKLER.

Toute l'étude des crues est menée sur la base relativement solide de la fréquence décennale. Suivant une pratique courante assez bien confirmée par l'expérience, on a admis que la crue exceptionnelle, c'est-à-dire celle qu'en fait on espère bien ne jamais voir arriver à l'exutoire du bassin, est le double de la crue décennale.

Nous allons aborder maintenant l'étude des crues, bassin par bassin, pour tous les aménagements FED dont la construction n'est pas encore entreprise et pour lesquels des modifications peuvent être apportées. Les estimations ainsi faites seront comparées aux évaluations de l'ASEER.

- CHAPITRE II -

EVALUATION des CRUES DECENNALES et EXCEPTIONNELLES

Nous suivrons l'ordre dans lequel les sites ont été visités lors de l'expertise. Les conditions géomorphologiques ont été très correctement décrites dans les rapports ASEER. Nous nous sommes contenté d'un contrôle, les modifiant assez rarement sur des points de détail.

1 - Site de DOUBTIARI (Cercle de DIAPAGA) - 6,4 km² -

Végétation : Savane arborée dense ;
- Classement : tropical.

Sol : Sablo-argileux recouvert de gravillons latéritiques
en quelques endroits ;
- Classement : P₃.

Pente : Pente longitudinale : 0,01 ; forme assez ramassée ;
drainage par deux gouttières confluant au site ;
réseau très lâche.
- Classement : R₃.

K_r : 0,35.

Temps de base : 7 heures.

Averse décennale : 110 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $110 \times 6,4 \times 0,35 \neq 250 \times 10^3 \text{ m}^3$

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{250}{25,2} \neq 25 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : 50 m³/s.

Evaluation de l'ASEER : 50 m³/s.

2 - Site de TEMBAGHA (Cercle de DIAPAGA) - 5 km² -

Végétation : Savane clairsemée ;
- Classement : tropical.

Sol : Grès sur 2 km² ; plutôt imperméable à l'échelle d'une
averse mais avec faible pente facilitant la rétention
de surface. Le reste est sans doute assez perméable ;
- Classement : P₃.

Pente : Il est difficile d'affecter un indice général de pente
par suite de l'hétérogénéité du relief et de la présence
d'une falaise gréseuse surmontée d'un relief tabulaire.
Nous admettrons avec ASEER une pente générale du
bassin de 2 % avec handicap. Le drainage est assez bon
mais inégal ;
- Classement : R₃.

K_r : 0,35.

Temps de base : 6 heures.

Averse décennale : 110 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $110 \times 5 \times 0,35 = 190 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{190}{21,6} = 22 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : 45 m³/s.

Evaluation ASEER : 86 m³/s.

3 - Site de PAYENGA (Cercle de DIAPAGA) - 18 km².

Végétation : Savane arbustive clairsemée ;
- Classement : tropical.

Sol : Argilo-sableux avec quelques pointements latéritiques
perchés ;
- Classement : P₃.

Pente : Elle décroît de 2 à 3 % dans le haut du bassin à 0,002
dans la cuvette. On adoptera une pente longitudinale
moyenne un peu inférieure à 1 %. Drainage excellent
mais bassin un peu allongé ;
- Classement : R₃.

K_r : 0,33.

Temps de base : 11 heures.

Averse décennale : 110 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $110 \times 18 \times 0,33 = 655 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{655}{39,6} = 41 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $85 \text{ m}^3/\text{s}$.

Evaluation ASEER : $115 \text{ m}^3/\text{s}$.

Contrôle hydraulique : une estimation raisonnable conduit à un débit de $50 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la crue indiquée comme la plus forte par les gens du village.

4 - Site de GUIGALENTI (Cercle de DIAPAGA) - 30 km^2 -

Végétation : Savane arborée dense ;
- Classement : tropical.

Sol : Buttes latéritiques à surface tabulaire, collines de granites et de gneiss assez altérés. Dans la plaine, sol argilo-sableux. Le tout doit être assez perméable ;
- Classement : entre P_3 et P_4 .

Pente : On adoptera avec l'ASEER une pente générale de 1 %.
On tiendra compte de la densité de la végétation ;
- Classement : R_3 .

K_r : 0,25.

Temps de base : 15 heures.

Averse décennale : 110 mm.

Abattement : 0,95.

Volume ruisselé décennal : $0,95 \times 110 \times 0,25 \times 30 = 780 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{780}{54} = 36 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $75 \text{ m}^3/\text{s}$.

Estimation ASEER : $110 \text{ m}^3/\text{s}$.

5 - Site de PIMBOENGA (Cercle de DIAPAGA) - 300 km² -

Un bassin de cette taille sort des limites d'application des abaques de J. RODIER. Passé 50 ou 100 km² au grand maximum, l'hydrogramme unitaire n'a plus guère cours dans les régions essentiellement arrosées par des averses tropicales. En principe, de telles averses balayent des surfaces assez réduites ; mais il convient de se méfier car on a déjà observé des averses généralisées à de très grandes surfaces, plus de 1 000 km² et en HAUTE-VOLTA même (cas de BOULSA). Il faut donc être prudent et ne pas descendre en-dessous de 0,8 pour le coefficient d'abattement. Pour les autres caractéristiques, il convient également d'observer une certaine prudence.

La végétation se présente comme une savane arborée dense ; en Mars 1965 où a eu lieu l'expertise, on rencontrait partout dans le bassin une paille sèche assez abondante. Il semble que le temps de base doive largement excéder deux jours ; cependant, nous adopterons 30 heures par mesure de prudence. Le coefficient de ruissellement, lui, ne varie pas beaucoup avec la surface du bassin et, compte tenu de la pente générale (estimée à 0,01) et de la perméabilité (entre P₃ et P₄), on peut tabler sur une valeur de 0,30. On arrive ainsi à :

- une crue décennale d'environ 200 m³/s ;
- une crue exceptionnelle estimée à 400 m³/s.

6 - Site de ONGAROU (Cercle de FADA N'GOURIA) - 10,4 km² -

Le bassin est très particulier ; très allongé pour le pays, séparé pratiquement en deux parties par un relief tabulaire fortement érodé au Sud, formant une espèce de cirque, et intact au Nord. Du point de vue des crues, ces deux parties du bassin sont dissociées, la crue du plateau, à très faible pente, devant arriver après que la crue de l'hémicycle du Sud soit passée en grande partie à l'exutoire. La géographie de ce bassin est très bien décrite dans le rapport ASEER.

Il convient à notre avis, toujours du point de vue des pointes de crues, de considérer ce bassin comme un bassin tropical d'environ 5 km², de pente globale 1 %, de perméabilité comprise entre P₃ et P₄, dont les crues seraient un peu majorées, mettons de 25 %, par les apports du bassin supérieur. On obtient ainsi :

K_r : 0,30.
Temps de base : 6 heures.

L'averse décennale étant de 110 mm, on obtient un volume écoulé décennal de : $110 \times 0,3 \times 5 = 165. 10^3 \text{m}^3$ et un maximum décennal de : $2,5 \times \frac{165}{21,6} = 19 \text{ m}^3/\text{s}$ qui, majoré conventionnellement de 25 % donne : $24 \text{ m}^3/\text{s}$.

La crue exceptionnelle correspondante serait d'environ $50 \text{ m}^3/\text{s}$. L'ASEER donne $60 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le site d'ONGAROU était compris dans l'étude extensive, mais il n'y a eu en 1963 que des crues très faibles qui ne sont d'aucun secours pour notre propos.

7 - Site de GOUNGUE (Cercle de KOUPELA) - $11,4 \text{ km}^2$ -

Végétation : Savane très dégradée avec quelques zones de cultures. En début de saison des pluies, la résistance au ruissellement due à la végétation herbacée doit être très faible. Il convient de classer ce bassin en zone sahélienne malgré une situation climatique manifestement tropicale.

Sol : Assez perméable avec quelques affleurements cristallins ;
- Classement : P₃.

Pente : De l'ordre de 1 à 2 pour mille, drainage assez satisfaisant ;
- Classement : R₁.

K_r : 0,30.

Temps de base : 20 heures.

Averse décennale : 110 mm.

Abattement : 1.

Volume ruisselé décennal : $110 \times 0,30 \times 11,4 = 380. 10^3 \text{m}^3$.

$\frac{Q}{M} = 3$ (sahélien)

Maximum décennal : $3 \times \frac{380}{72} = 16 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $32 \text{ m}^3/\text{s}$.

CONTROLE HYDRAULIQUE

D'après les indications des gens du village, la plus forte crue connue serait de $37 \text{ m}^3/\text{s}$. Bien que ce genre d'estimation soit sujet à caution, on voit qu'il y a désaccord entre nos premières hypothèses et le résultat de l'enquête. En fait, le bassin ruisselle plus qu'il était escompté. Par contre, le temps de base de 20 heures correspond à peu près aux résultats de l'enquête. Par mesure de sécurité, on adoptera, pour la crue exceptionnelle, la valeur de $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'ASEER donnait $61 \text{ m}^3/\text{s}$.

8 - Site de ITENGUE (Cercle de KOUPELA) - 95 km^2 -

Végétation : Savane très dégradée, importance des cultures (surtout le mil).

Sol : Sablo-argileux assez imperméable dans les bas-fonds.
Quelques mares ;
- Classement : P_3 .

Pente : De 1^{er} ordre de 0,05. Bon drainage ;
- Classement : R_2 à R_3 .

K_r : 0,35.

Temps de base : 25 heures.

Averse décennale : 110 mm.

Abattement : 0,9.

Volume ruisselé décennal : $0,9 \times 110 \times 0,35 \times 95 = 3\,200.10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{3\,200}{90} = 90 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $180 \text{ m}^3/\text{s}$.

Valeur donnée par l'ASEER : $340 \text{ m}^3/\text{s}$.

CONTROLE HYDRAULIQUE

ITENGUE a été étudié par étude extensive lors de la campagne 1963. Une crue importante a été observée : son maximum, $70 \text{ m}^3/\text{s}$, serait d'ordre décennal. Il est à noter que le bassin, au droit de la station, est de

105 km², contre 95 km² au droit du site. L'hydrogramme obtenu lors de la crue du 27/7/63 précitée confirme le choix du temps de base, ainsi que du rapport $\frac{C}{M}$ puisque le volume écoulé lors de cette crue était de 3 000. 10³m³ contre 2 000 pour la crue décennale calculée.

Le débit de 70 m³/s correspond à la cote 2,73 m à l'échelle. L'enquête a établi que, depuis 1949, date de la construction du pont actuel, le niveau maximal atteint, rapporté à l'échelle, serait de 3,10 m, soit 100 à 120 m³/s.

9 - Site de OUARGAYE (Cercle de TENKODOGO) - 21,4 km² -

Végétation : Savane très dégradée. Surfaces cultivées occupant environ le 1/3 du bassin ;
- Classement : tropical mais avec peu de résistance au ruissellement du fait de la végétation.

Sol : Sablo-argileux. Pointements granitiques dans la partie haute du bassin ;
- Classement : P₃.

Pente : Les pentes sont assez régulières sur la plus grande partie du bassin. La pente moyenne est estimée à 0,008 par l'ASEER, mais, compte tenu de la faible résistance au ruissellement, du drainage excellent et de la forme assez ramassée du bassin, nous le classerons entre R₃ et R₄.

K_r : 0,40.

Temps de base : 9 heures.

Averse décennale : 115 mm.

Abattement : 0,95.

Volume ruisselé décennal : 0,95 x 115 x 21,4 x 0,40 = 935.10³m³.

Maximum décennal : 2,5 x $\frac{935}{32,4}$ = 73 m³/s.

Crue exceptionnelle : 150 m³/s.

Estimation ASEER : 93 m³/s.

CONTROLE HYDRAULIQUE

La section située à la route TENKODOGO-BITTOU a été équipée d'une échelle suivie pendant la saison des pluies 1963. Durant cette campagne, il n'a pas été observé de crue importante et on a pu estimer à $15 \text{ m}^3/\text{s}$ le débit maximal atteint 3 fois durant la saison.

L'examen de la zone d'inondation qui s'étend en rive gauche du passage de buses, ainsi que l'enquête sur place, montre qu'un débit dépassant $100 \text{ m}^3/\text{s}$ a certainement été atteint depuis une époque relativement récente.

10 - Site de BITTOU (Cercle de TENKODOGO) - 8 km^2 -

Végétation : Savane arborée en assez bon état. Végétation herbacée dense et continue ;
- Classement : tropical.

Sol : Bien que le sol soit sableux de texture légère, on n'observe pas de phénomènes érosifs importants, ce qui tend à montrer que le ruissellement, sans doute fortement freiné par la végétation, est relativement lent ;
- Classement : P_3 .

Pente : La pente moyenne est de 0,007. Bon drainage, forme assez ramassée ;
- Classement : R_3 .

K_r : 0,32.

Temps de base : 7 heures.

Averse décennale : 115 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $115 \times 8 \times 0,32 = 294. 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{294}{25,2} = 30 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $60 \text{ m}^3/\text{s}$.

CONTROLE HYDRAULIQUE

La station de BITTOU a été contrôlée durant l'étude extensive de

1963 mais, là encore, il n'a pas été enregistré de fortes crues. Le débit maximal estimé est de $5 \text{ m}^3/\text{s}$. Il a été observé deux fois, le 11 Août pour une pluie de 24 mm en 1 h.45 et le 8 Octobre pour une pluie de 22 mm en 1 h 30. L'enquête hydraulique donne, pour cote maximale atteinte de mémoire d'homme : 3,20 m à l'échelle, ce qui correspondrait à un débit compris entre 50 et $60 \text{ m}^3/\text{s}$. Il en résulte que la crue calculée plus haut semble un peu juste. On ferait bien de la porter à $80 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue calculée par ASEER : $53 \text{ m}^3/\text{s}$.

11 - Site de YOUNGOU (Cercle de ZABRE) - $6,9 \text{ km}^2$ -

Végétation : Savane très dégradée : quelques arbres dans la moitié Nord du bassin. Cultures ;
- Classement : tropical.

Sol : Assez imperméable, sauf dans les parties cultivées ;
- Classement : entre P_2 et P_3 .

Pente : Pente longitudinale moyenne de 0,008 avec pentes transversales assez fortes (Réseau en "gouttières"). Les conditions de drainage sont moyennes et le bassin assez allongé ;
- Classement : R_3 fort.

K_r : 0,50.

Temps de base : 6 heures.

Averse décennale : 115 mm.

Abattement : 1.

Volume ruisselé décennal : $115 \times 6,9 \times 0,50 = 397. 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{397}{21,6} = 46 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $95 \text{ m}^3/\text{s}$.

Valeur donnée par l'ASEER : $72 \text{ m}^3/\text{s}$.

12 - Site de ZOURMAKITA (Cercle de ZABRE) - 7,8 km² -

Végétation : Savane arborée clairsemée. Quelques cultures ;
- Classement : tropical.

Sol : Collines de granite assez altéré ceinturant le bassin au Nord et au Sud. Sol assez argileux dans les pentes modérées, mais présence d'arènes ;
- Classement : entre P₂ et P₃.

Pente : La pente générale est donnée égale à 0,01 par l'ASEER en dehors des zones collinaires. Pour tenir compte de la présence des collines, le bassin sera classé en R₄. Conditions de drainage moyennes mais l'ensemble du dispositif est favorable à une concentration rapide du ruissellement.

K_r : 0,50.

Temps de base : 4 h 30.

Averse décennale : 115 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $115 \times 7,8 \times 0,50 = 450.10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{450}{16,2} = 70 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $140 \text{ m}^3/\text{s}$.

Valeur donnée par ASEER : $47 \text{ m}^3/\text{s}$.

Le contrôle hydraulique et l'enquête auprès des anciens du village montrent qu'on a sans doute déjà vu une crue voisine de $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

13 - Site de BOUSSOUGOU (Cercle de ZABRE) - 16,2 km² -

Végétation : Dans le Sud du bassin (collines granitiques), savane arborée. Au Nord de la ligne de piémont, située un peu au Sud de la piste ZABRE-MANGA, savane dégradée et cultures.

Sol et pente : La zone collinaire, d'étendue réduite et loin de l'exutoire (le bassin est assez allongé), ne doit pas jouer un rôle très important dans le comportement des

crues. Le sol doit être assez perméable (ferrugineux, très sableux), surtout dans les zones cultivées. La pente moyenne peut être estimée à moins de 1 % ;
- Classement : R₃ - P₃ à P₄.

K_r : 0,30.

Temps de base : 11 heures.

Averse décennale : 115 mm.

Abattement : 0,95.

Volume ruisselé décennal : $0,95 \times 115 \times 16,2 \times 0,30 = 530.10^3 \text{m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{530}{39,6} = 33,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : 70 m³/s.

Valeur donnée par l'ASEER : 65 m³/s.

La station de BOUSSOUGOU a été suivie en 1963. Le maximum atteint durant cette campagne a dû être de l'ordre de 15 m³/s. L'enquête hydraulique donnerait pour la crue la plus forte connue un débit supérieur à la valeur exceptionnelle calculée ci-dessus. Mais les conditions d'écoulement dans la section sont telles qu'il est pratiquement impossible de faire une évaluation ayant quelque signification. Toutefois, il sera bon de majorer quelque peu le chiffre obtenu en prenant par exemple 80 m³/s.

14 - Site de ZEGUEDEGUEN (Cercle de BOULSA) - 500 km² -

La description du bassin donnée par ASEER correspond bien à ce que nous avons contrôlé. Le bassin est nettement trop grand pour que la méthode utilisée jusqu'ici puisse être appliquée.

Compte tenu de la faible pente et de l'allongement du bassin, de l'état très médiocre du réseau de drainage, de la forte densité de la végétation dans les deux tiers supérieurs du bassin, il semble que le chiffre de 0,9 m³/s.km² annoncé par l'ASEER pour le débit spécifique du maximum exceptionnel soit fort. Etant donné l'incertitude de l'estimation, on aura toutefois intérêt à le conserver : il correspond à un débit à l'exutoire de 450 m³/s. Cependant, en cas de difficultés techniques de génie civil, on n'aura aucun scrupule à descendre à 400 m³/s.

15 - Site de BOGANDE (Cercle de BOGANDE) - 88,5 km² -

Végétation : En dehors des zones de cultures (1/5 du bassin) et de savane pure, on peut observer une savane arbustive dense, clairsemée d'arbres dont quelques-uns à tendance xérophile. Dans toutes les zones non cultivées, le tapis herbacé est très développé, et doit avoir, sur le ruissellement, un effet modérateur important.

Sol : Sauf dans les bas-fonds, généralement très argileux, on a affaire à un sol léger sur granite clair, qui doit être assez perméable ;
- Classement : P₃ à P₄.

Pente : Le bassin affecte une forme compacte bien ramassée mais le drainage est médiocre ; la pente longitudinale est de 0,002 ;
- Classement : R₁ à R₂.

K_r : 0,25.

Temps de base : 30 heures.

Averse décennale : 105 mm.

Abattement : 0,90

Volume ruisselé décennal : $0,90 \times 105 \times 88,5 \times 0,25 = 2\ 090.10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{2\ 090}{108} = 49 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

ASEER donne : $135 \text{ m}^3/\text{s}$.

16 - Site de KOURI (Cercle de BOGANDE) - 5,1 km² -

Végétation : Savane arbustive. Végétation herbacée peu touffue.

Sol : Forte extension de latérite et gravillon latéritique assez perméable ;
- Classement : P₃.

Pente : Excellent drainage. Pente longitudinale : 0,008 ;
- Classement : R₃.

K_r : 0,40.

Temps de base : 6 heures.

Averse décennale : 105 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $105 \times 5,1 \times 0,40 = 214.10^3 \text{m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{214}{21,6} = 25 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

ASEER donne : $38 \text{ m}^3/\text{s}$.

17 - Site de BILANGA (Cercle de FADA N'GOURMA) - 20,5 km² -

Végétation : Savane boisée très clairsemée ; hautes herbes et grands arbres peu denses dans les bas-fonds.

Sol : Sol sableux-argileux. Gravillon latéritique abondant ;
- Classement : P₃ à P₄.

Pente : Drainage assez médiocre de même que les conditions de concentration. Par contre, les pentes sont fortes ;
pente moyenne longitudinale : 0,01 ;
- Classement : R₃.

K_r : 0,30.

Temps de base : 12 heures.

Averse décennale : 105 mm.

Abattement : 0,95.

Volume ruisselé décennal : $0,95 \times 105 \times 20,5 \times 0,30 = 615.10^3 \text{m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{615}{43,2} = 36 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $75 \text{ m}^3/\text{s}$.

Valeur donnée par ASEER : $88 \text{ m}^3/\text{s}$.

18 - Site de BILANGA-YANGA (Cercle de FADA) - 17,4 km² -

Végétation : Les deux tiers environ du bassin sont en terrains de culture ou jachères. Le reste forme une savane assez dégradée, arbustive et broussailleuse.

Sol : Sablo-argileux. Argile dans les bas-fonds ;
- Classement : P₃.

Pente : Drainage très moyen mais bassin très ramassé. La pente longitudinale moyenne est de 0,008 ;
- Classement : R₃ fort.

K_r : 0,40.

Temps de base : 10 heures.

Averse décennale : 105 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $105 \times 17,4 \times 0,40 = 730.10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{730}{36} = 50 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $100 \text{ m}^3/\text{s}$.

Valeur donnée par ASEER : $80 \text{ m}^3/\text{s}$.

CONTROLE HYDRAULIQUE

L'enquête menée auprès des anciens du village, assortie de la connaissance de la pente de la cuvette et d'un profil en travers, permet d'estimer raisonnablement le débit maximal connu à $45 \text{ m}^3/\text{s}$. Il faut toutefois remarquer que le rayon hydraulique de la section considérée est très faible, (43 cm) et qu'on peut s'attendre à une variation relative importante du débit pour des différences de cotes de 10 ou 20 cm seulement, erreurs très possibles dans ce genre d'enquêtes. Pour une cote du plan d'eau de 20 cm supérieure à celle qui a été admise, le même calcul donnerait environ $75 \text{ m}^3/\text{s}$.

19 - Site de KOFUGOU (Cercle de FADA N'GOURMA) - 6,38 km² -

Végétation : Savane boisée ou arbustive plus ou moins dense. Densité importante des grandes herbes dans les bas-fonds et sur certaines pentes.

Sol : L'ensemble du bassin est assez argileux ;
- Classement : P₃ faible.

Pente : Bon drainage. Pente longitudinale : 0,01. Pour tenir compte de l'effet de freinage de la végétation, on classera le bassin en R₃.

K_r : 0,40.

Temps de base : 6 h 30.

Averse décennale : 105 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $105 \times 6,38 \times 0,40 = 268.10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{268}{23,4} = 29 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : 60 m³/s.

Crue fournie par ASEER : 71 m³/s.

CONTROLE HYDRAULIQUE

L'enquête auprès des gens du village, assortie d'un lever de profils, conduirait, pour les plus hautes eaux connues, à un débit de 15 m³/s, ce qui nous semble tout de même un peu faible. Il faut dire qu'ici, également, le rayon hydraulique est très faible : 0,16 cm.

20 - Site de DARGO (Cercle de BOULSA) - 36,3 km² -

Végétation : Savane arbustive souvent clairsemée mais parfois dense. Végétation herbacée très fournie, excepté quelques plages nues.

Sol : Assez fortement argileux (un peu de gravillon latéritique sans importance). Vers le sommet, on trouve quelques plaques de granite. Il s'agit donc d'un terrain assez imperméable ;
- Classement : P₂.

Pente : La pente moyenne longitudinale est de 0,004. Mais la caractéristique de ce bassin est d'avoir des pentes transversales très faibles (du même ordre que la pente longitudinale). Il en résulte des possibilités de stockage en surface (terrain imperméable) très importantes. De plus, le bassin est très mal drainé et assez allongé ;
- Classement : R₂ faible.

K_r : 0,25.

Temps de base : 30 heures.

Averse décennale : 105 mm.

Abattement : 0,95.

Volume ruisselé décennal : $0,95 \times 105 \times 36,3 \times 0,25 = 910.10^3 \text{m}^3$

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{910}{108} = 21, \text{m}^3/\text{s}.$

Crue exceptionnelle : $45 \text{m}^3/\text{s}.$

Crue fournie par ASEER : $127 \text{m}^3/\text{s}.$

CONTROLE HYDRAULIQUE

L'enquête a été menée le plus minutieusement possible et le contrôle rencontre ici des conditions relativement favorables. Il conduit, pour les plus hautes eaux connues, à un débit de l'ordre de $10 \text{m}^3/\text{s}.$ Cependant, là encore, le rayon hydraulique est très petit : $0,28 \text{m} ;$ avec une augmentation de 20 cm du niveau indiqué par l'enquête, on aboutirait à un débit de $20 \text{m}^3/\text{s}.$

21 - Site de TAMBIOUGOU (Cercle de KONGOUSSI) - $5,6 \text{km}^2$ -

Végétation : Savane boisée assez claire ; tapis herbeux uniforme et peu dense. Cultures dans le fond de la vallée.

Sol : Dans la partie montagneuse, c'est-à-dire le tour du bassin et les lignes de séparation des principaux Thalwegs, la roche (schistes métamorphisés assez altérés) est généralement recouverte de latérite (cuirasse démantelée ou gravillons). Dans la plaine alluviale, sol limoneux assez léger. L'ensemble doit être assez perméable. ;
- Classement : P₃ fort.

Pente : La forme générale du bassin, deux parties très ramassées d'importance à peu près égale convergeant vers l'exutoire, est favorable à une concentration rapide du ruissellement. Le drainage est assuré par un réseau hydrographique très dense bien qu'à l'aval le lit mineur soit à peine marqué. Les crêtes et les pentes fortes qui les prolongent en direction de la plaine alluviale sont plus nombreuses dans la partie Nord que dans la partie Sud du bassin ; il en résulte que

c'est également dans la partie Nord que la densité du drainage est la plus forte.

Les talus sont très raides avec des pentes variant de 1 à 3. Ils intéressent une partie notable du bassin, environ 2 km². La pente longitudinale de la pénéplaine peut être estimée entre 2 et 3 %.

La physionomie de ce relief, avec piémonts plongeant brutalement sur une partie plate, est caractéristique de la région.

Compte tenu de ces caractéristiques et de la plus-value fournie par la forme particulière du bassin, on adoptera pour la pente le classement : R₅.

K_r : 0,40.

Temps de base : 5 heures (confirmé par enregistrement)

Abattement : 1

Averse décennale : 105 mm.

Volume ruisselé décennal : $105 \times 5,6 \times 0,40 = 235 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{235}{18} = 32,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : 65 m³/s.

22 - Site de la cote 383 (Cercle de KONGOUSSI) - 0,45 km² -

Végétation : Savane très clairsemée. Une partie de la plaine alluviale est cultivée.

Sol : Les collines sont granitiques ; les pentes fortes provoquent un ravinement important laissant parfois la roche à nu. Les piémonts, marqués par une rupture de pente très brutale, sont encombrés d'éboulis ou de gravillons latéritiques dont la perméabilité doit être élevée. La plaine alluviale est constituée d'un sol limoneux également assez perméable ;
- Classement : P₃ fort.

Pente : Le relief rappelle celui de TAMBIOUGOU : collines à pentes élevées, variant de 1 à 3, prolongées par des piémonts à pente également très forte et arrivant sans transition dans la plaine alluviale. La pente longitudinale de cette plaine est de 0,010 à 0,015.

On adoptera le classement R_4 fort.

K_r : 0,35.

Temps de base : 3 heures.

Averse décennale : 105 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $110 \times 0,45 \times 0,35 = 17,3 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{17,3}{10,8} = 4 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $8 \text{ m}^3/\text{s}$.

23 - Site de TIKARE II (Cercle de KONGOUSSI) - 2,68 km² -

Végétation : Savane arbustive clairsemée.

Sol : Bassin sur roches vertes décomposées sur une assez forte épaisseur. Le sol est très caillouteux en surface. Forte perméabilité ;
- Classement : P₅.

Pentes : Très fortes sur le pourtour et même au milieu du bassin pour les pentes transversales ; Thalwegs très encaissés par endroits. La pente longitudinale atteint 0,03 dans la partie aval ;
- Classement : R₅ fort.

K_r : 0,20.

Temps de base : 2 heures d'après les éléments géomorphologiques.
En fait, les études de l'ORSTOM ont montré que la valeur moyenne du temps de base est de 1 h 30.

Averse décennale : 105 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $105 \times 2,68 \times 0,20 = 56 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{56}{5,4} = 26 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $52 \text{ m}^3/\text{s}$.

24 - Site d'ANSOURI (Cercle de KONGOUSSI) - 1,2 km² -

Végétation : Savane très clairsemée. Le tapis herbeux, constitué essentiellement de graminées, est maigre. Quelques cultures sans importance pour le ruissellement.

Sol : A part quelques collines schisteuses situées sur le pourtour du bassin, celui-ci est essentiellement constitué d'un glaucis caillouteux perméable et entaillé de ravines à l'amont de la route de TIKARE. A l'aval de cette route, il comporte, en outre, une cuvette assez argileuse ;
- Classement : P₃ fort.

Pente : Assez homogène jusqu'à la route puis nettement plus faible en aval : on peut estimer la pente longitudinale moyenne à 0,02 ;
- Classement : R₄.

K_r : 0,30.

Temps de base : D'après les données géomorphologiques, le temps de base pourrait être estimé à 3 heures. Les études ORSTOM, pour des raisons d'écoulement, portent sur un bassin limité à la route de TIKARE ; la surface est de 0,76 km² contre 1,2 km² au site. Le temps de base moyen pour ce bassin est de 1 h 30. Entre la route et le site, les crues sont assez sérieusement laminées dans la cuvette à faible pente et il n'est pas impossible que le temps de base atteigne 3 heures au site du barrage. Par mesure de prudence, on adoptera 2 heures.

Averse décennale : 105 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $105 \times 1,2 \times 0,30 = 38 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{38}{7,2} = 13 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $26 \text{ m}^3/\text{s}$.

25 - Site d'HAMDULLAYE (Cercle de KONGOUSSI) - 0,66 km² -

Végétation : Savane à xérophytes très clairsemée.

Sol : Très varié pour la taille du bassin. Roche à nu imperméable sur les pointements birrimiens du pourtour. Dans la partie moyenne, schistes argileux très peu perméables. Vers le site, schistes et granites, dont les produits de décomposition assurent une certaine perméabilité ;
- Classement : P₂ à P₃.

Pente : La pente longitudinale est estimée à 0,05 par l'ASEER, le bassin, bien drainé par de profondes ravines, a une forme allongée ;
- Classement R₅.

K_r : 0,70.

Temps de base : 1 heure.

Averse décennale : 105 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $105 \times 0,66 \times 0,70 = 48,0 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{48}{3,6} = 33 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $66 \text{ m}^3/\text{s}$.

26 - Site de SEGUENEGA (Cercle de SEGUENEGA) - 1,5 km² -

Végétation : Savane arbustive claire comportant quelques épineux. Tapis herbeux peu dense.

Sol : Le sol est formé en majeure partie de cailloutis provenant de quartzites décomposées et de gravillons latéritiques. L'ensemble est nettement perméable ;
- Classement : P₄.

Pente : La pente longitudinale moyenne est estimée par l'ASEER à 0,05.
Le drainage est assuré par un réseau dense de ravines ;
- Classement : R₅.

K_r : 0,35.

Temps de base : 1 h 30.

Averse décennale : 105 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $105 \times 1,5 \times 0,35 = 55 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{55}{5,4} = 25 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

27 - Site de WERE (Cercle de TOUGAN) - 8 km² -

Végétation : Savane arbustive très clairsemée. Tapis herbeux peu dense en général. Quelques cultures sans importance sur le ruissellement.

Sol : Sols limoneux à haute teneur en argile et perméabilité assez faible. Gravillon latéritique rare. Traces d'hydromorphisme dues à la stagnation des eaux dans des zones à contre-pentes ;
- Classement : P₂ fort.

Pente : Très faible et assez régulière. La pente longitudinale est estimée à 0,004 par l'ASEER. Drainage médiocre, Thalwegs à peine marqués. Par contre, la pauvreté de la végétation favorise le ruissellement en nappe, ce qui constitue une plus-value sérieuse dans le cas d'un bassin peu perméable.

On adoptera un classement R₃ malgré la faiblesse de la pente longitudinale.

K_r : 0,40.

Temps de base : 10 heures.

Averse décennale : 110 mm.

Abattement : 1

Volume ruisselé décennal : $110 \times 8 \times 0,40 = 350 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{350}{36} = 25 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $50 \text{ m}^3/\text{s}$.

Estimations ASEER : $65 \text{ m}^3/\text{s}$.

CONTROLE HYDRAULIQUE

L'enquête menée auprès des habitants du village conduit à un débit d'environ $30 \text{ m}^3/\text{s}$ pour la plus haute crue connue.

28 - Site de KOUGNY (Cercle de TOUGAN) - $69,5 \text{ km}^2$ -

Végétation : En dehors des bas-fonds inondés en année moyenne (prairie dense), on trouve un peuplement arbustif assez fourni par endroit mais plutôt clairsemé dans l'ensemble.

Sol : On trouve diverses variantes de sols latéritiques, quelques lambeaux de cuirasse et surtout du sol argilo-sableux avec gravillons ferrugineux. Perméabilité assez bonne ;
- Classement : P_3 .

Pentes : Les pentes sont assez régulières et faibles. On peut estimer la pente longitudinale moyenne à 0,002. Le drainage est sommaire et le Thalweg principal est excentré par rapport à l'axe du bassin ;
- Classement : R_2 faible.

K_r : 0,30.

Temps de base : 40 heures.

Averse décennale : 110 mm.

Abattement : 0,90.

Volume ruisselé décennal : $0,9 \times 110 \times 69,5 \times 0,30 = 2\ 060 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Maximum décennal : $2,5 \times \frac{2\ 060}{144} = 36 \text{ m}^3/\text{s}$.

Crue exceptionnelle : $75 \text{ m}^3/\text{s}$.

Estimation ASEER : $140 \text{ m}^3/\text{s}$.

- CHAPITRE III -

EVALUATION des APPORTS

Le volume d'eau écoulé sur un bassin en une année donnée est égal au produit du volume précipité par un coefficient dit "coefficient d'écoulement". Lorsqu'on possède une série courte d'observations directes à une station hydrométrique contrôlant le bassin, on parfait la connaissance des modules et de leur distribution statistique en utilisant des corrélations hydropluviométriques à l'échelle de l'année ou même du mois.

Dans le cas présent, cette méthodologie n'est pas applicable puisqu'on ne dispose, en général, d'aucune donnée directe sur les débits, sauf quelques observations sporadiques sans grand intérêt pour le présent problème. Il est donc nécessaire de séparer l'estimation de la pluie moyenne sur le bassin de celle du coefficient d'écoulement à lui appliquer.

L'étude de la pluie est relativement aisée et précise. On dispose d'un réseau assez étendu dans lequel on peut trouver un certain nombre de stations de longue durée ; si l'évaluation de la pluviométrie moyenne, pour une année donnée ~~sur un bassin donné serait très imprécise~~, celle d'une pluviométrie correspondant à une fréquence donnée peut être raisonnablement envisagée.

L'estimation des coefficients d'écoulement est beaucoup plus aléatoire. On dispose bien des nombreuses études de bassins expérimentaux effectuées par l'ORSTOM en HAUTE-VOLTA, et ce sera là la poutre maîtresse de notre étude, mais la transposition des résultats par analogie morphologique est délicate. D'autre part, les séries d'années d'observations sur B.V.E. sont courtes, 3 ans en général, ce qui est peu pour l'étude d'une régression qui néglige un certain nombre de paramètres relativement importants tels que la distribution, variable d'une année sur l'autre, de la pluie annuelle à l'intérieur de l'année.

Quoi qu'il en soit, les résultats obtenus constituent un ordre de grandeur tout à fait acceptable pour le but proposé, compte tenu du fait que l'on se montrera suffisamment "conservatif".

On s'est fixé, dans le présent chapitre, l'estimation des paramètres hydrologiques suivants :

- Volume écoulé en année moyenne ;
- Volume écoulé en année décennale sèche ;
- Volume écoulé en année trentenaire sèche.

L'ordre de présentation des sites est différent de celui qui a été adopté au cours du chapitre II, pour des raisons de regroupements climatologique et géographique.

- 1 - ETUDE de la PLUVIOMETRIE ANNUELLE -

La base de cette étude est constituée par les stations du réseau observées depuis une période assez longue. Pour chacune de ces stations, on a calculé, sur la période la plus longue possible, la moyenne, l'écart-type et le coefficient de variation. Pour le but que nous nous proposons, l'homogénéisation des données n'est pas utile ; simplement, les résultats obtenus aux différentes stations n'auront pas la même valeur.

Ces résultats, pour les stations qui nous intéressent, sont groupés dans le tableau I. Leur exploitation, pour déterminer les caractéristiques moyennes de la pluviométrie annuelle sur les bassins correspondant aux différents sites, tient compte du nombre d'années d'observations et de l'éloignement de la station au site ou au groupe de sites.

Les éléments ainsi dégagés figurent sur le tableau II.

- 2 - COEFFICIENTS d'ÉCOULEMENT -

Les renseignements que nous avons sur les coefficients d'écoulement en HAUTE-VOLTA sont tirés des études sur bassins expérimentaux effectués par l'ORSTOM.

Pour les zones qui nous intéressent, l'ORSTOM a étudié 4 groupes de bassins expérimentaux :

2.1. - Bassins de BOULSA (de 1960 à 1962)

NIEBSDODE à KOGNERE (21,5 km²)

POGORAYA à KOGHO (82 km²)

KOULOJOKO à NIEGHA (1 010 km²)

- TABLEAU I -

CARACTERISTIQUES des PLUIES ANNUELLES

Station	Période d'observation (années)	Moyenne interannuelle (mm)	Ecart-type (mm)	Coefficient de variation
BOGANDE	16	712	121	0,170
KAYA	43	712	124	0,174
KOUEPELA	39	839	135	0,161
KANTCHARI	19	818	171	0,209
DIAPAGA	34	880	165	0,188
FADA N°GOURMA	41	880	157	0,178
TENKODOGO	42	955	223	0,234
PÔ	21	1 025	175	0,171
TOURCOING BAM	18	663	125	0,189
Ouahigouya	40	724	197	0,272
TOUGAN	39	775	147	0,190
DEDOUGOU	42	985	144	0,146
MANGA	15	930	141	0,151

- TABLEAU II -

CARACTERISTIQUES PLUVIOMETRIQUES se RAPPORTANT
aux BASSINS des DIFFERENTS SITES

Pluviomètres repères	Sites	Pluviométrie moyenne (mm)	Ecart-type (mm)	Année décennale sèche (mm)	Année trentenaire sèche (mm)
BOGANDE-KAYA	ZEGUEDEGUEN BOGANDE DARGO	710	124	550	480
BOGANDE-KOUEPELA	KOURI BILANGA BILANGA-YANGA KODOUGOU	770	128	605	535
DIAPAGA	DOUBTIARI TEMBAGHA PAYENGA GUINGA LENTI PIMBOENGA	880	165	665	575
KANTCHARI-FADA	ONGAROU	860	155	660	575
KOUEPELA	GOUNGUE ITENGUE	840	135	665	590
TENKODOGO	OUARGAYE	970	205	705	590
TENKODOGO-PÔ	BITTOU	1 000	190	755	650
PÔ	YOUNGOU ZOURMAKITA BOUSSOUGOU	1 025	175	800	705

- TABLEAU II - (suite)

Pluviomètres repères	Sites	Pluviométrie moyenne (mm)	Ecart-type (mm)	Année décennale sèche (mm)	Année trentenaire sèche (mm)
KAYA-TOURCOING-BAM	TAMBOUGOU Cote 383	700	125	540	470
TOURCOING-BAM-OUAHIGOUYA	TIKARE II ANSOURI HAMDULLAYE SEGUENEGA	710	140	530	450
TOUGAN-DEDOUGOU	WERE KOUJNY	840	145	655	575

Il s'agit de bassins très plats, assez peu boisés sauf sur les zones cuirassées, d'une perméabilité appréciable, sauf dans les zones hydromorphisées des plaines de débordement. Les coefficients d'écoulement trouvés au cours des 3 années d'études sont les suivants :

Station	Année	Pluviométrie (mm)	K_e
NIEBSDODE	1960	725	4,0 %
	1961	685	2,5 %
	1962	1 140	11,0 %
POGORAYA	1960	775	3,5 %
	1961	675	0,9 %
	1962	1 120	8,7 %
KOULOUOKO	1960	650	2,4 %
	1961	840	3,5 %
	1962	1 150	9,2 %

On observe que la taille du bassin n'a qu'une importance minime sur le coefficient d'écoulement. Cela tient à ce que les débordements se manifestent déjà sur le bassin le plus petit.

La courbe moyenne de variation du coefficient d'écoulement en regard de la pluviométrie annuelle est tracée sur graphique 1. On pourra considérer comme prudent d'appliquer cette courbe aux bassins d'alimentation des sites suivants :

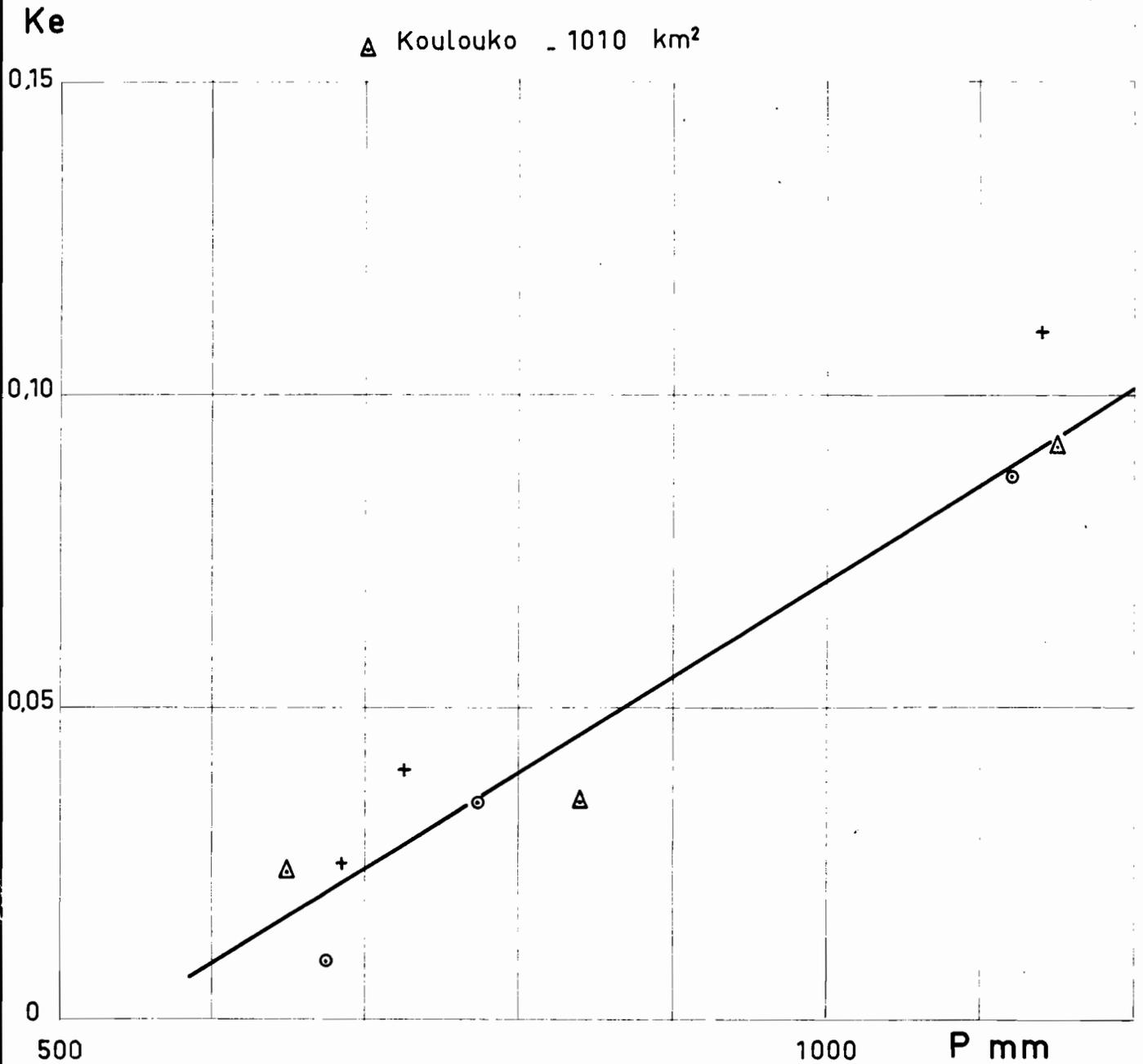
BOGANDE	(88,5 km ²)
ZEGUEDEGUEN	(500 km ²)
BILANGA	(20,5 km ²)
DARGO	(36,3 km ²)

et, en appliquant une majoration de 20 %, aux sites de :

KOURI	(5,1 km ²)
BILANGA-YANGA	(17,4 km ²).

Variation de "Ke" avec la pluviométrie annuelle

- + Niebsdodé - 21,5 km²
- ⊙ Pogoraya - 82 km²
- △ Koulouko - 1010 km²



2.2. - Bassins de OUAGADOUGOU

L'étude de ces bassins a été effectuée de 1961 à 1963. On peut les grouper en trois régions :

1ère Région : NORD OUAGADOUGOU

- DONSE (175 km²)
- PABRE (210 km²)
- KAMBOENSE (125 km²)
- LUMBILA (2 120 km²)

Les observations effectuées ont donné les résultats suivants :

Station	Année	Pluviométrie (mm)	K _e
DONSE	1961:	770	12,0 %
	1962:	790	6,8 %
	1963:	570	1,0 %
PABRE	1962:	750	8,2 %
	1963:	740	1,0 %
KAMBOENSE	1961:	780	5,3 %
	1962:	900	3,5 %
	1963:	750	0,6 %
LUMBILA	1961:	770	6,2 %
	1962:	800	2,8 %
	1963:	700	0,4 %

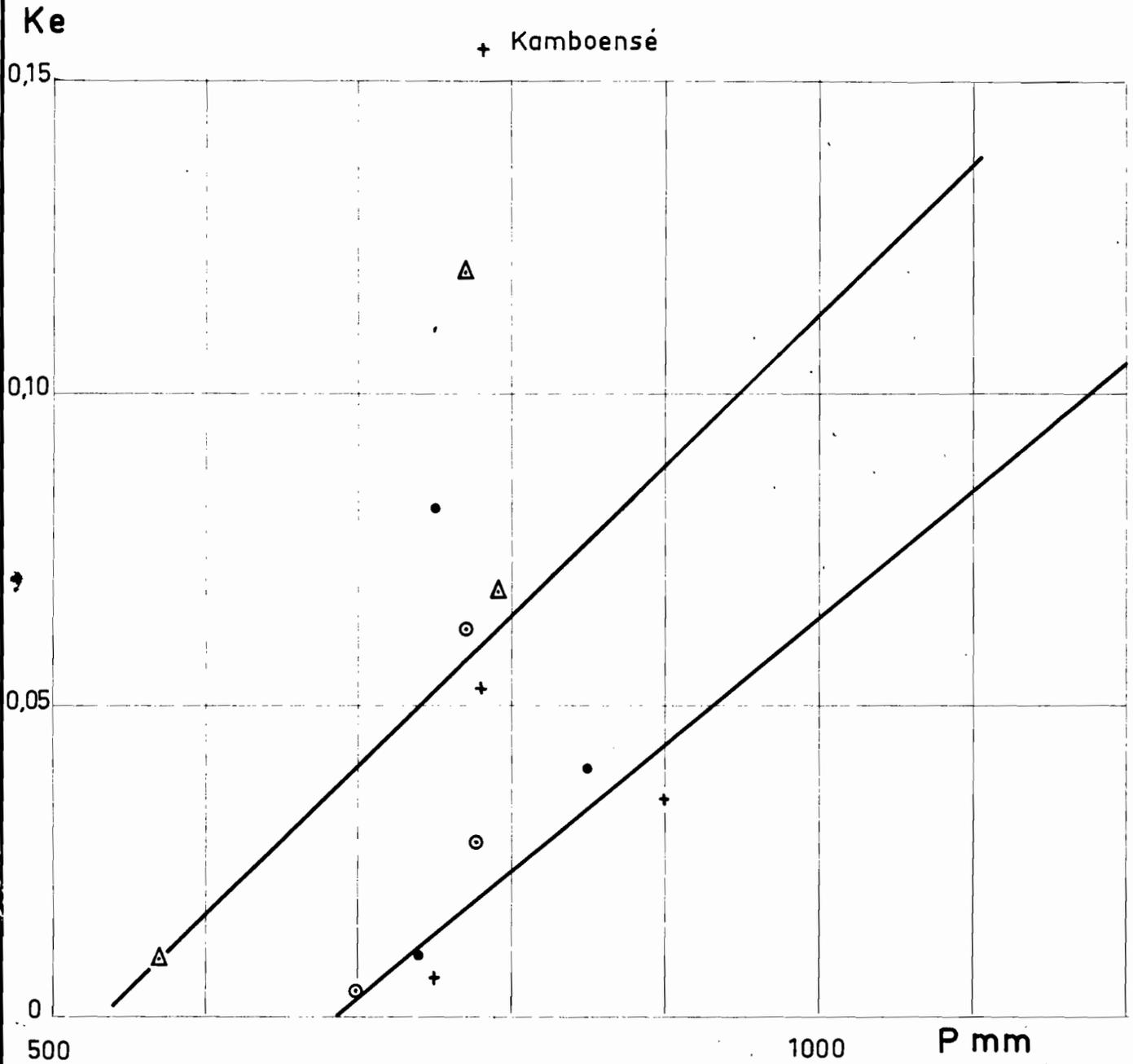
Le report des points correspondants sur le graphique 2 semble montrer qu'il existe au moins deux modes de fonctionnement possibles du bassin suivant les années, sans qu'il soit possible d'en analyser les causes.

2ème Région : Zone partiellement urbanisée

- OUAGADOUGOU III (350 km²)
- OUAGADOUGOU I (285 km²)

Variation de "Ke" avec la pluviométrie annuelle

- Pabré
- Lumbila
- △ Donsé
- + Kamboensé



ZAGTOULI (11 km²)
 BAZOULE (10 km²)

Les observations effectuées ont donné les résultats suivants :

Station	Année	Pluviométrie (mm)	K _e
OUAGA. III	1961	810	6,4 %
	1962	950	10,1 %
	1963	670	3,3 %
OUAGA. I	1961	835	7,4 %
	1962	850	11,9 %
	1963	680	2,0 %
ZAGTOULI	1962	900	14,0 %
	1963	570	1,7 %
BAZOULE	1962	800	4,2 %
	1963	600	0,7 %

Les points correspondants sont portés sur le graphique 3. Malgré la dispersion, on peut admettre une seule loi K_e (P).

3ème Région : SUD OUAGADOUGOU

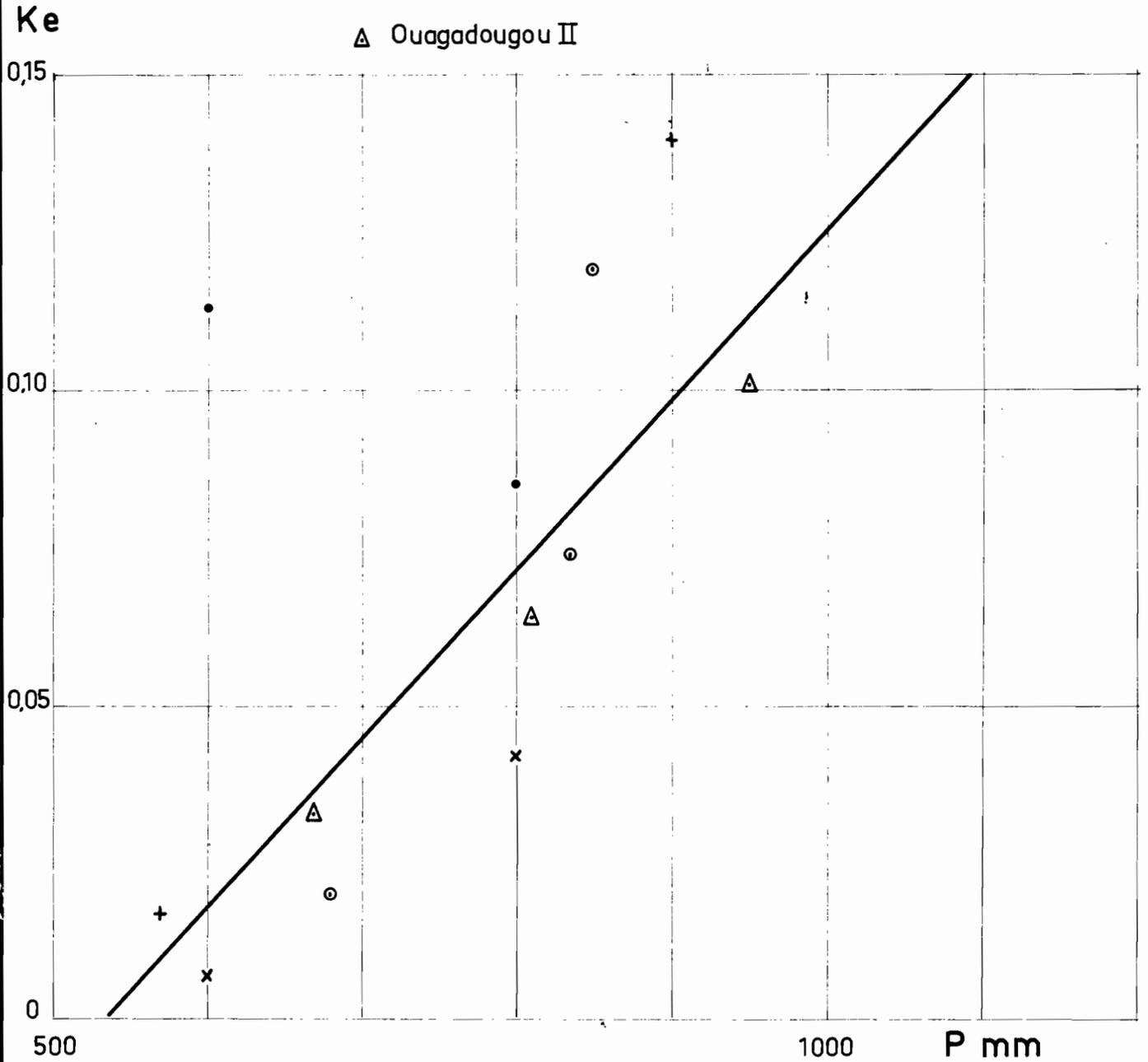
NABAGALE (470 km²)
 BOULBI (125 km²)
 GOGEN (30 km²)
 SELOGEN (75 km²)

Les observations effectuées ont donné les résultats suivants :

_ zone partiellement urbanisée _

Variation de "Ke" avec la pluviométrie annuelle

- Moro Naba
- ⊕ Zagtouli
- ⊙ Ouagadougou I
- ⊗ Bazoulé
- △ Ouagadougou II



Station	Année	Pluviométrie (mm)	K_e
NABAGALE	1961	820	7,4 %
	1962	1 070	10,0 %
	1963	660	3,3 %
BOULBI	1961	830	6,6 %
	1962	1 050	7,7 %
	1963	670	9,7 %
GOKEN	1963	800	15,0 %
SELOGEN	1961	780	5,1 %
	1962	900	10,8 %
	1963	906	20,0 %

Le report des points sur le graphique 4 montre 2 modes de fonctionnement, comme pour les bassins du Nord OUAGADOUGOU.

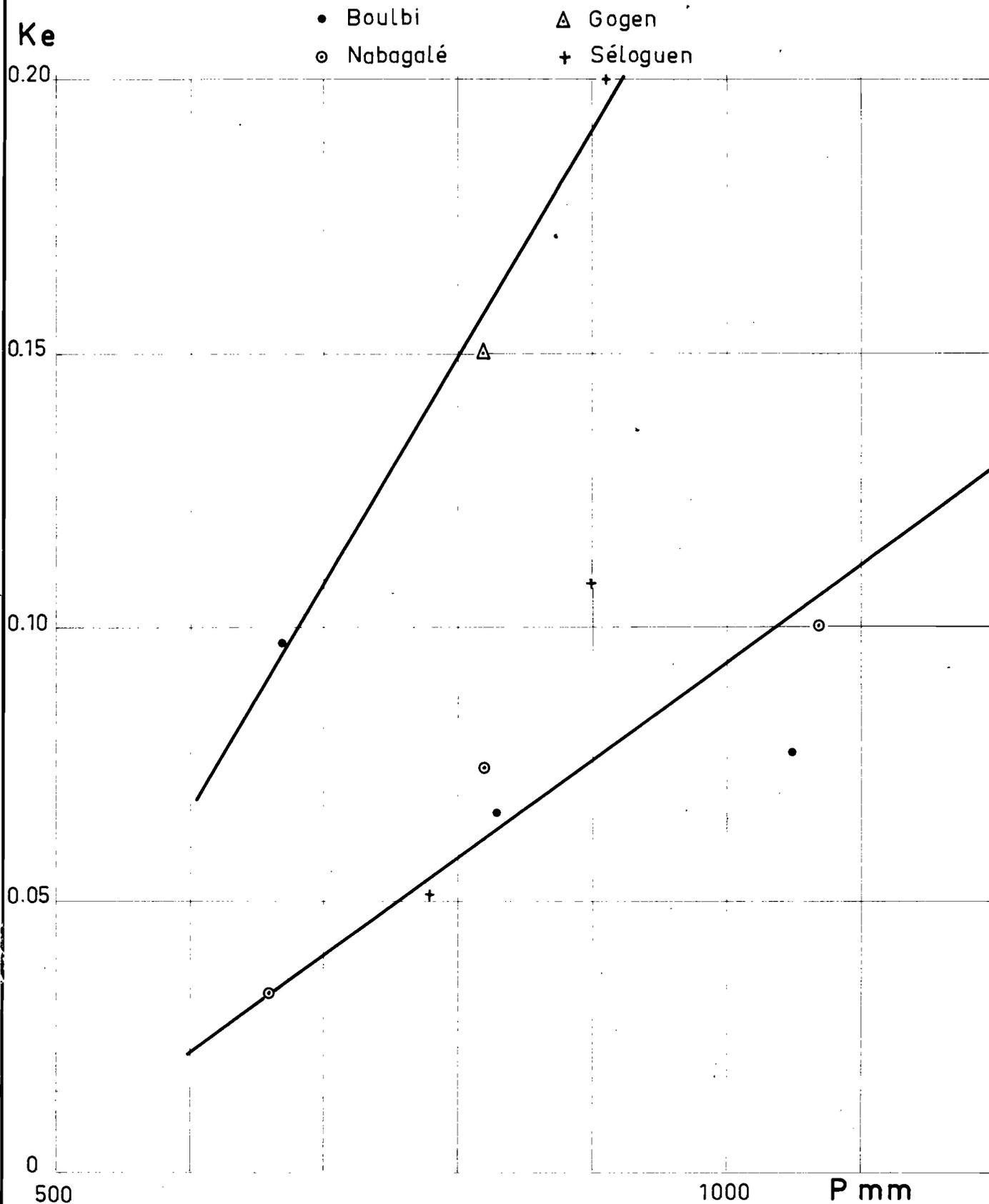
2.3. - Bassins de MANGA

L'étude de ces bassins a été commencée en 1963 et se poursuit encore actuellement. Les pentes, beaucoup plus fortes que celles des bassins de OUAGADOUGOU et de BOULSA, conduisent à des coefficients d'écoulement beaucoup plus élevés :

BINNDE	(10,6 km ²)
KAZANGA	(54,3 km ²)
LOURE	(98 km ²)
NIARBA	(572 km ²)

Les observations effectuées conduisent aux résultats suivants :

Variation de "Ke" avec la pluviométrie annuelle



Station	Année	Pluviométrie (mm)	K_e
BINNDE	1963	740	9,3 %
	1964	924	20 %
KAZANGA	1963	810	19 %
	1964	820	28 %
LOURE	1963	925	20 %
	1964	880	33 %
NIARBA	1963	860	12 %
	1964	849	18,4 %

Les points sont reportés sur le graphique 5.

2.4. - Bassins de la région de TIKARE

Les études ont commencé en 1963 et se poursuivent actuellement.

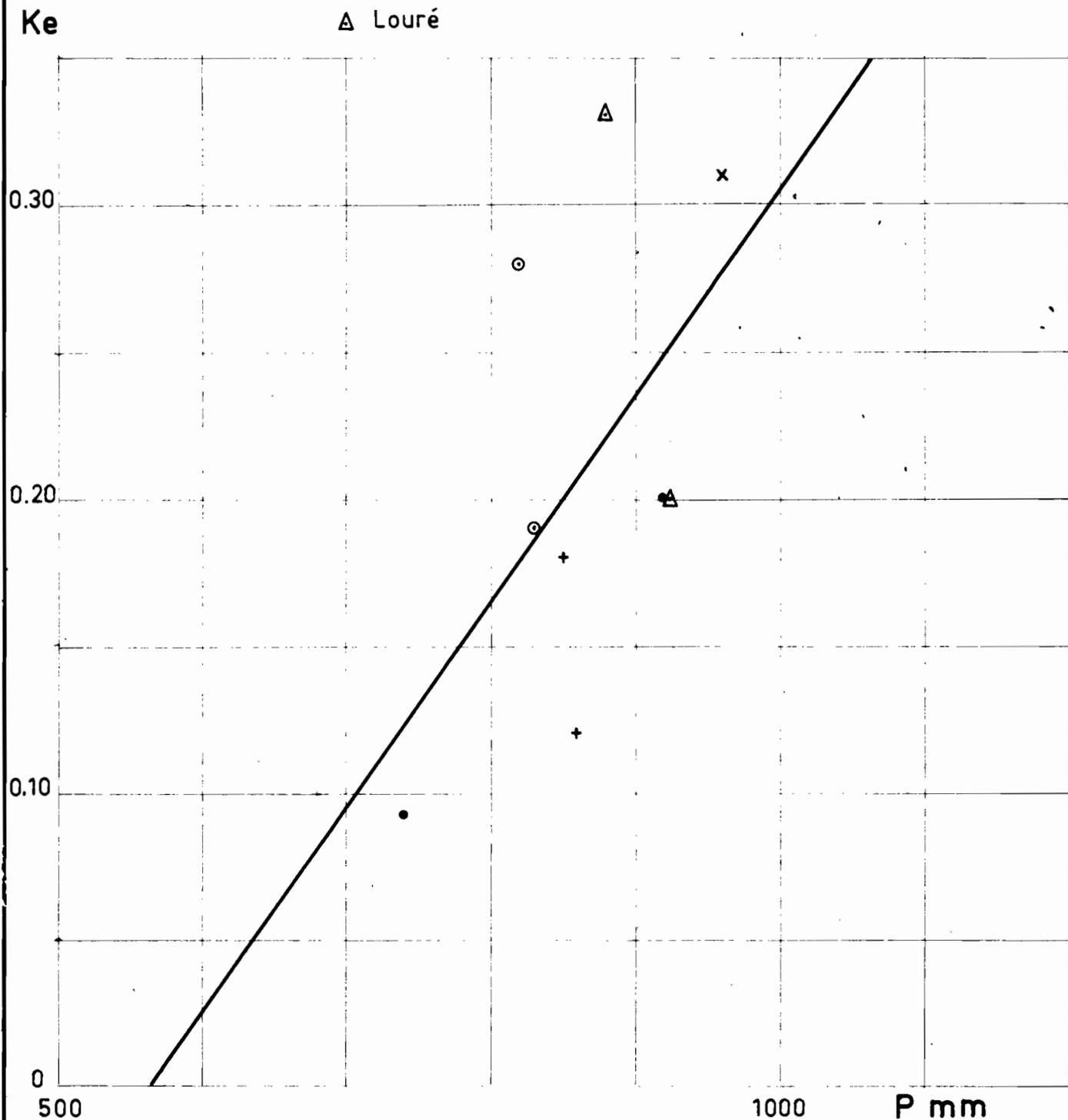
ANSOURI	(0,76 km ²)
TIKARE (Petit bassin)	(0,25 km ²)
TIKARE II	(2,7 km ²)

Les observations sur TIKARE II ont commencé en 1964.

Les résultats obtenus jusqu'à présent sont les suivants :

Variation de "Ke" avec la pluviométrie annuelle

- Binndé
- ⊙ Kazanga
- △ Louré
- + Niarba
- x Zaptinga



Station	Année	Pluviométrie (mm)	K_e
ANSOURI	1963	780	2,8 %
	1964	645	5,1 %
TIKARE (Petit bassin)	1963	800	0,8 %
	1964	815	2 %
TIKARE II	1964	778	1,9 %

Les coefficients d'écoulement sont extrêmement faibles pour les bassins dits de TIKARE. Ils sont plus faibles même que ceux des bassins de BOULSA (Graphique 6).

Les courbes de variation des coefficients d'écoulement sont rassemblées sur le graphique 7. L'éventail des valeurs est très étendu, les extrêmes étant constitués par TIKARE pour les faibles valeurs et MANGA pour les fortes valeurs. Le choix des courbes à adopter pour les bassins des différents sites sera guidé par des considérations géomorphologiques.

- 3 - DETERMINATION des APPORTS aux DIFFERENTS SITES -

Pour les sites de la région BOGANDE-BOULSA, on a déjà fait remarquer que l'assimilation peut être faite avec le bassin de BOULSA, quitte à majorer d'environ 20 % les coefficients d'écoulement pour les sites de KOURI et de BILANGA-YANGA. Les calculs seront effectués à partir des pluies moyennes du tableau II et des courbes du graphique 7.

- Site de ZEGUEDEGUEN - (500 km²)

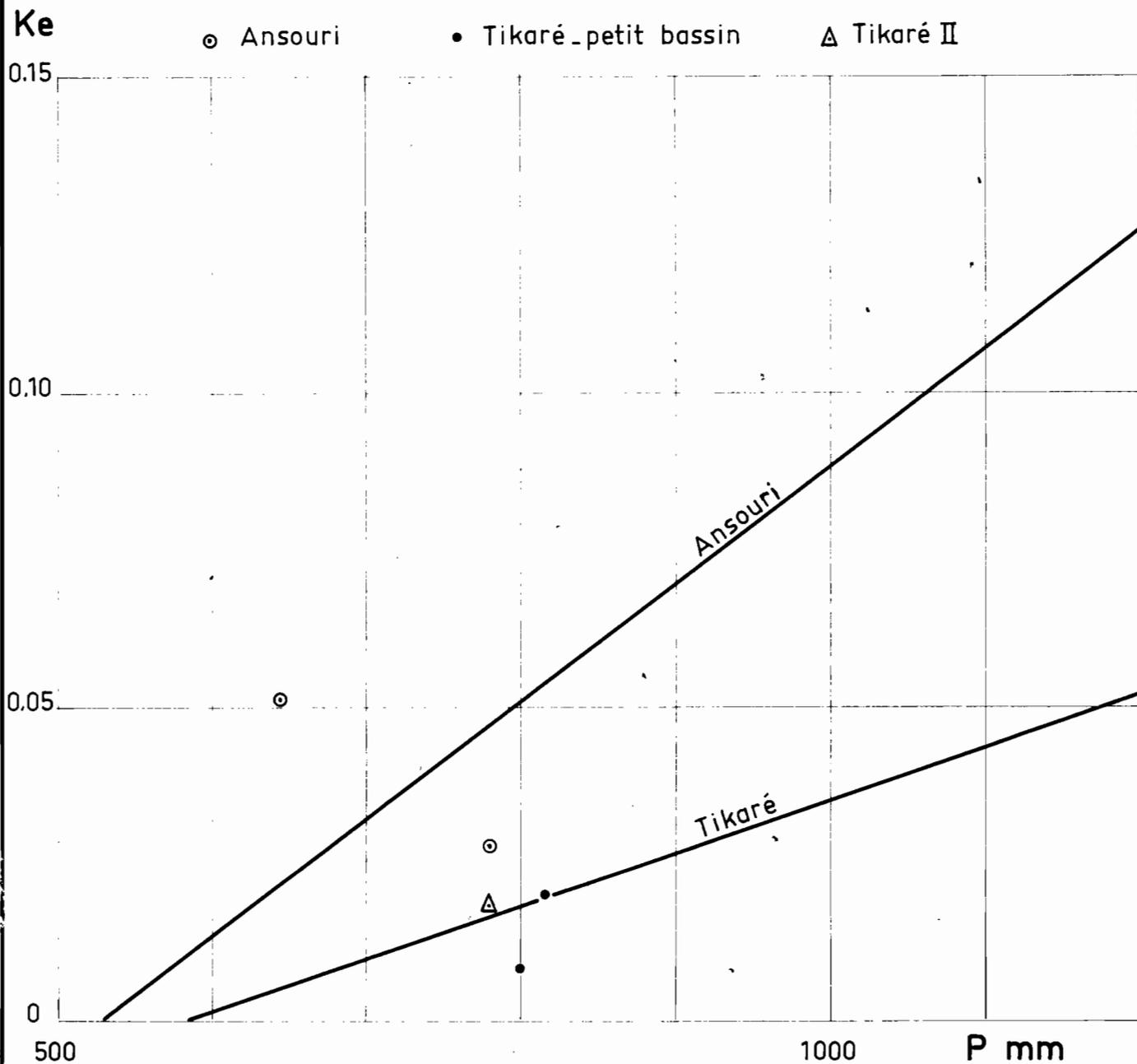
Année moyenne :

- Pluie : 710 mm

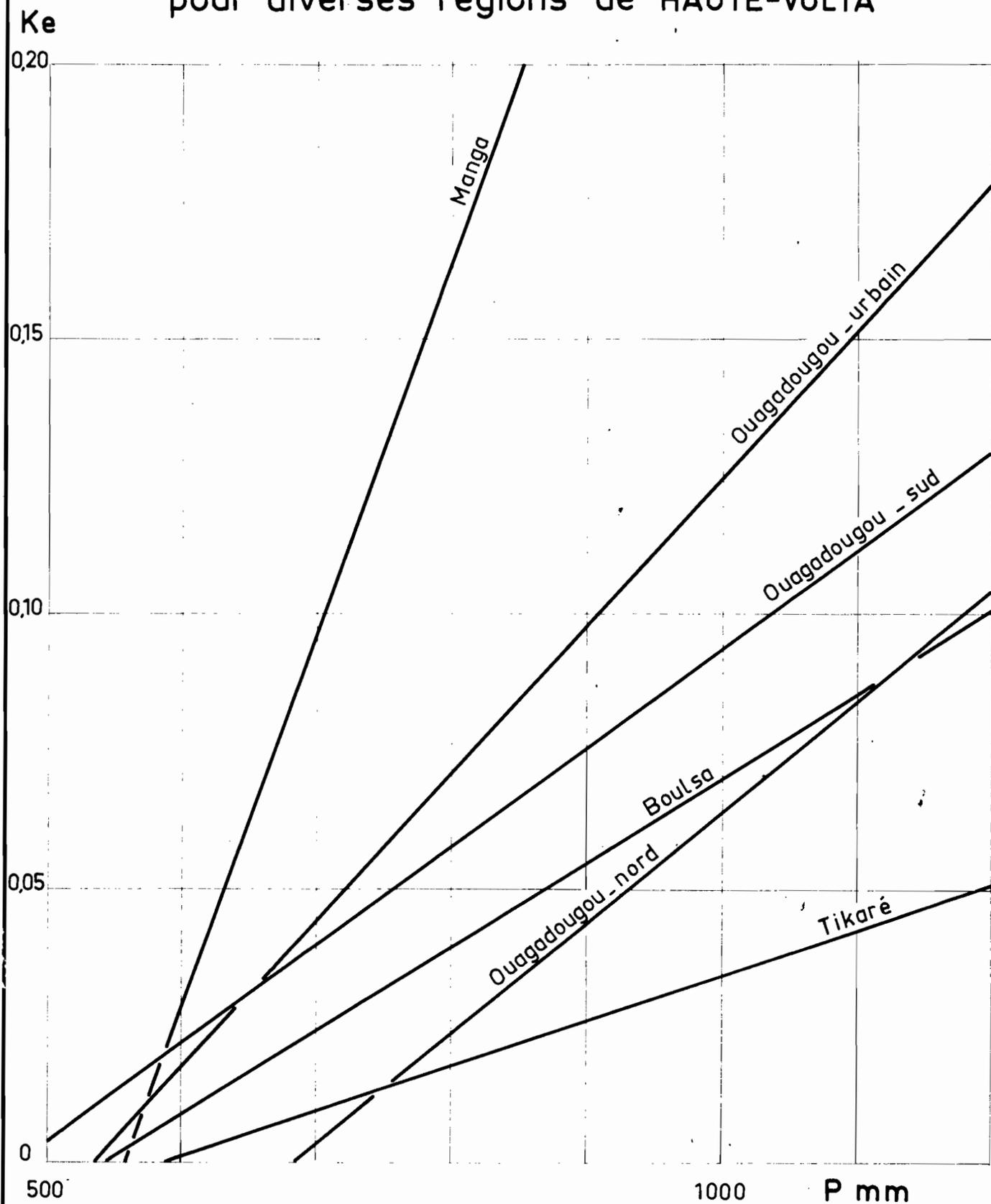
- K_e : 0,025

- Volume : $0,025 \times 710 \times 500 = 8\,900 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Variation de "Ke" avec la pluviométrie annuelle



Variation du coefficient d'écoulement annuel pour diverses régions de HAUTE-VOLTA



Décennale sèche :

- Pluie : 550 mm
- K_e : 0,002
- Volume : $0,002 \times 550 \times 500 = 550 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 480 mm
- K_e : 0
- Volume : 0

- Site de BOGANDE - (88,5 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 710 mm
- K_e : 0,025
- Volume : $0,025 \times 710 \times 88,5 = 1\ 570 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 550 mm
- K_e : 0,002
- Volume : $0,002 \times 550 \times 88,5 = 97 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 480 mm
- K_e : 0
- Volume : 0

- Site de DARGO - (36,3 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 710 mm
- K_e : 0,025
- Volume : $0,025 \times 710 \times 36,3 = 645 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 550 mm
- K_e : 0,002
- Volume : $0,002 \times 550 \times 36,3 = 40 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 480 mm
- K_e : 0
- Volume : 0

- Site de KOURI - (5,1 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 770 mm
- K_e : 0,042
- Volume : $0,042 \times 770 \times 5,1 = 165 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 605 mm
- K_e : 0,012
- Volume : $0,012 \times 605 \times 5,1 = 37 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 535 mm
- K_e : 0,001
- Volume : $0,001 \times 535 \times 5,1 = 2,7 \times 10^3 \text{ m}^3$.

- Site de BILANGA - (20,5 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 770 mm
- K_e : 0,035
- Volume : $0,035 \times 770 \times 20,5 = 555 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 605 mm
- K_e : 0,01
- Volume : $0,01 \times 605 \times 20,5 = 124 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 535 mm
- K_e : 0,001
- Volume : $0,001 \times 535 \times 20,5 = 11 \times 10^3 \text{ m}^3$.

- Site de BILANGA-YANGA - (17,4 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 770 mm
- K_e : 0,042
- Volume : 0,042 x 770 x 17,4 = 560 x 10³m³.

Décennale sèche:

- Pluie : 605 mm
- K_e : 0,012
- Volume : 0,012 x 605 x 17,4 = 126 x 10³m³.

Trentenaire sèche:

- Pluie : 535 mm
- K_e : 0,001
- Volume : 0,001 x 535 x 17,4 = 9,3 x 10³m³.

- Site de KODOUGOU - (6,38 km²)

Année moyenne :

- Pluie : 770 mm
- K_e : 0,035
- Volume : 0,035 x 770 x 6,38 = 170 x 10³m³.

Décennale sèche :

- Pluie : 605 mm
- K_e : 0,01
- Volume : 0,01 x 605 x 6,38 = 39 x 10³m³.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 535 mm
- K_e : 0,001
- Volume : 0,001 x 535 x 6,38 = 3,4 x 10³m³.

Les sites du cercle de DIAPAGA présentent des conditions d'écoulement généralement meilleures que celles des bassins précédents. Il semble qu'on puisse adopter comme courbe de base celle de OUAGADOUGOU Sud, en admettant toutefois :

- un abattement de 10 % pour les sites DOUBTIARI, TEMBAGHA et PAYENGA ;
- un abattement de 15 % pour GUINGALENTI ;
- un abattement de 20 % pour PIIBOENGA.

- Site de DOUBTIARI - (6,4 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 880 mm
- K_e : 0,065
- Volume : $0,065 \times 880 \times 6,4 = 365 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 665 mm
- K_e : 0,030
- Volume : $0,030 \times 665 \times 6,4 = 128 \times 10^6 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 575 mm
- K_e : 0,013
- Volume : $0,013 \times 575 \times 6,4 = 48 \times 10^6 \text{ m}^3$.

- Site de TEMBAGHA - (5 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 880 mm
- K_e : 0,065
- Volume : $0,065 \times 880 \times 5 = 286 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 665 mm
- K_e : 0,030
- Volume : $0,030 \times 665 \times 5 = 100 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 575 mm
- K_e : 0,013
- Volume : $0,013 \times 575 \times 5 = 37 \times 10^3 \text{ m}^3$.

- Site de PAYENGA - (18 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 880 mm
- K_e : 0,065
- Volume : $0,065 \times 880 \times 18 = 1\ 030 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 665 mm
- K_e : 0,030
- Volume : $0,030 \times 665 \times 18 = 360 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 575 mm
- K_e : 0,013
- Volume : $0,013 \times 575 \times 18 = 135 \times 10^3 \text{ m}^3$.

- Site de GUINGALENTI - (30 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 880 mm
- K_e : 0,061
- Volume : $0,061 \times 880 \times 30 = 1\ 600 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 665 mm
- K_e : 0,028
- Volume : $0,028 \times 665 \times 30 = 560 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 575 mm
- K_e : 0,013
- Volume : $0,013 \times 575 \times 30 = 220 \times 10^3 \text{ m}^3$.

- Site de PIMBOENGA - (300 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 880 mm
- K_e : 0,058
- Volume : $0,058 \times 880 \times 300 = 15\ 300 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 665 mm
- K_e : 0,026
- Volume : $0,026 \times 665 \times 300 = 5\ 200 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 575 mm
- K_e : 0,012
- Volume : $0,012 \times 575 \times 300 = 2\ 070 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Pour ONGAROU, bassin complexe et sans doute assez perméable, il conviendra d'être particulièrement prudent. On adoptera la courbe de BOULSA, tout en sachant qu'elle est sans doute pessimiste.

- Site de ONGAROU - (10,4 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 860 mm
- K_e : 0,049
- Volume : $0,049 \times 860 \times 10,4 = 440 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 660 mm
- K_e : 0,018
- Volume : $0,018 \times 660 \times 10,4 = 124 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 575 mm
- K_e : 0,005
- Volume : $0,005 \times 575 \times 10,4 = 30 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Le bassin de GOUNGUE présente une pente faible, peut-être un peu plus forte que BOULSA. La perméabilité est assez grande. L'utilisation de la courbe de BOULSA est probablement pessimiste ; nous l'adopterons néanmoins par mesure de sécurité.

- Site de GOUNGUE - (11,4 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 840 mm
- K_e : 0,045
- Volume : $0,045 \times 840 \times 11,4 = 430 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 665 mm
- K_e : 0,019
- Volume : $0,019 \times 665 \times 11,4 = 144 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 590 mm
- K_e : 0,006
- Volume : $0,006 \times 590 \times 11,4 = 40 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Le sol du bassin d'ITENGUE est assez comparable à celui de GOUNGUE ; l'imperméabilité des bas-fonds est compensée par une extension plus grande des zones de cultures. Par contre, la pente est nettement plus forte. On admettra la courbe de BOULSA majorée de 20 %.

- Site d'ITENGUE - (95 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 840 mm
- K_e : 0,054
- Volume : $0,054 \times 840 \times 95 = 4\,300 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 665 mm
- K_e : 0,023
- Volume : $0,023 \times 665 \times 95 = 1\,450 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 590 mm
- K_e : 0,007
- Volume : $0,007 \times 590 \times 95 = 390 \times 10^3 \text{m}^3$.

Le bassin de OUARGAYE a une pente nettement plus forte que les précédents, avec une perméabilité analogue. Sa courbe K_e (P) doit être voisine de celle de OUAGADOUGOU Sud avec, cependant, une décroissance plus rapide de K_e dans la partie basse. La même courbe sera utilisée pour BITTOU.

- Site de OUARGAYE - (21,4 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 970 mm
- K_e : 0,085
- Volume : $0,085 \times 970 \times 21,4 = 1\ 770 \times 10^3 \text{m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 705 mm
- K_e : 0,033
- Volume : $0,033 \times 705 \times 21,4 = 500 \times 10^3 \text{m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 590 mm
- K_e : 0,011
- Volume : $0,011 \times 590 \times 21,4 = 140 \times 10^3 \text{m}^3$.

- Site de BITTOU - (8 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 1 000 mm
- K_e : 0,092
- Volume : $0,092 \times 1\ 000 \times 8 = 735 \times 10^3 \text{m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 755 mm
- K_e : 0,044
- Volume : $0,044 \times 755 \times 8 = 265 \times 10^3 \text{m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 650 mm
- K_e : 0,023
- Volume : $0,023 \times 650 \times 8 = 120 \times 10^3 \text{m}^3$.

Le bassin de YOUNGOU présente des caractéristiques voisines de celles de BITTOU, en plus imperméable. On lui attribuera une courbe analogue majorée de 10 %.

- Site YOUNGOU - (6,9 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 1 025 mm
- K_e : 0,11
- Volume : $0,11 \times 1 025 \times 6,9 = 780 \times 10^3 \text{m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 800 mm
- K_e : 0,059
- Volume : $0,059 \times 800 \times 6,9 = 325 \times 10^3 \text{m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 705 mm
- K_e : 0,038
- Volume : $0,038 \times 705 \times 6,9 = 185 \times 10^3 \text{m}^3$.

Pour ZOURMAKITA, la pente du bassin est plus forte que celle des bassins précédents et la perméabilité est du même ordre que pour YOUNGOU. On devrait commencer à se rapprocher des conditions d'écoulement de MANGA. Cependant, pour être prudent, on se contentera de majorer de 10 % la courbe utilisée pour YOUNGOU.

- Site de ZOURMAKITA - (7,8 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 1 025 mm
- K_e : 0,12
- Volume : $0,12 \times 1 025 \times 7,8 = 960 \times 10^3 \text{m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 800 mm
- K_e : 0,065
- Volume : $0,065 \times 800 \times 7,8 = 405 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 705 mm
- K_e : 0,042
- Volume : $0,042 \times 705 \times 7,8 = 230 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Le bassin de BOUSSOUGOU présente des pentes analogues à celles de ZOURMAKITA mais la perméabilité est nettement plus élevée. On utilisera une courbe voisine de celle de BITTOU.

- Site de BOUSSOUGOU - (16,2 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 1 025 mm
- K_e : 0,095
- Volume : $0,095 \times 1 025 \times 16,2 = 1 570 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 800 mm
- K_e : 0,050
- Volume : $0,050 \times 800 \times 16,2 = 650 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 705 mm
- K_e : 0,030
- Volume : $0,030 \times 705 \times 16,2 = 340 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Les bassins d'alimentation des sites de TAIBIOUGOU et de la cote 383 présentent de très fortes pentes et, malgré une perméabilité assez forte, doivent conserver des coefficients d'écoulement bien supérieurs à ceux de TIKARE proprement dits : on adoptera une courbe K_e (P) intermédiaire entre celle de BOULSA et celle de OUAGADOUGOU Sud.

- Site de TAMBIOUGOU - (5,6 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 700 mm
- K_e : 0,031
- Volume : 0,031 x 700 x 5,6 = 121 x 10³m³.

Décennale sèche :

- Pluie : 540 mm
- K_e : 0,003
- Volume : 0,003 x 540 x 5,6 = 9 x 10³m³.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 470 mm
- K_e : 0
- Volume : 0

Pour TIKARE II et ANSOURI, on se basera sur le résultat des campagnes 1963 et 1964.

- Site de TIKARE II - (2,68 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 710 mm
- K_e : 0,01
- Volume : 0,01 x 710 x 2,68 = 19 x 10³m³

Décennale sèche :

- Pluie : 530 mm
- K_e : 0
- Volume : 0

Trentenaire sèche :

- Pluie : 450 mm
- K_e : 0
- Volume : 0

- Site d'ANSOURI - (1,2 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 710 mm
- K_e : 0,03
- Volume: $0,03 \times 710 \times 1,2 = 26 \times 10^3 \text{ m}^3$

Décennale sèche :

- Pluie : 530 mm
- K_e : 0,01
- Volume : $0,01 \times 530 \times 1,2 = 6,4 \times 10^3 \text{ m}^3$

Trentenaire sèche :

- Pluie : 450 mm
- K_e : 0
- Volume : 0

Le bassin d'HAMDULLAYE est assez imperméable et à fortes pentes. On adoptera une courbe supérieure à celle de OUAGADOUGOU Sud.

- Site d'HAMDULLAYE - (0,66 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 710 mm
- K_e : 0,05
- Volume : $0,05 \times 710 \times 0,66 = 23 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 530 mm
- K_e : 0,015
- Volume : $0,015 \times 530 \times 0,66 = 5,2 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 450 mm
- K_e : 0,002
- Volume : $0,002 \times 450 \times 0,66 = 0,6 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Le bassin de SEGUENEGA a également de fortes pentes, mais sa perméabilité est forte également. La courbe K_e (P) devrait être voisine de la courbe OUAGADOUGOU Sud, mais plus inclinée.

- Site de SEGUENEGA - (1,5 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 710 mm
- K_e : 0,038
- Volume : $0,038 \times 710 \times 1,5 = 40 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 530 mm
- K_e : 0,005
- Volume : $0,005 \times 530 \times 1,5 = 4 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 450 mm
- K_e : 0
- Volume : 0

Les bassins de WERE et de KOUGNY doivent présenter des courbes assez voisines, celle de WERE, qui est moins plat et moins perméable, étant calée un peu au-dessus de celle de KOUGNY. Les conditions d'écoulement dans le bassin de KOUGNY ne doivent pas être beaucoup plus favorables que celles des bassins de BOULSA ; on adoptera la même courbe. Pour WERE, on prendra les coefficients de BOULSA majorés de 10 %.

- Site de WERE - (8 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 840 mm
- K_e : 0,050
- Volume : $0,050 \times 840 \times 8 = 336 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 655 mm
- K_e : 0,019
- Volume : $0,019 \times 655 \times 8 = 100 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 575 mm
- K_e : 0,006
- Volume : $0,006 \times 575 \times 8 = 27 \times 10^3 \text{ m}^3$.

- Site de KOUGNY - (69,5 km²) -

Année moyenne :

- Pluie : 840 mm
- K_e : 0,045
- Volume : $0,045 \times 840 \times 69,5 = 2\,920 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Décennale sèche :

- Pluie : 655 mm
- K_e : 0,017
- Volume : $0,017 \times 655 \times 69,5 = 770 \times 10^3 \text{ m}^3$.

Trentenaire sèche :

- Pluie : 575 mm
- K_e : 0,005
- Volume : $0,005 \times 575 \times 69,5 = 200 \times 10^3 \text{ m}^3$.

- CONCLUSION -

Les différentes valeurs concernant les crues et les apports, estimées au cours de la présente note, sont rassemblées dans le tableau III.

Nous rappelons que ces valeurs ne sont et ne peuvent être que des ordres de grandeur ; elles sont d'autant plus sujettes à caution que les fréquences pour lesquelles elles sont calculées sont plus faibles. C'est ainsi que, si les valeurs données pour les volumes moyens d'apports constituent des ordres de grandeur à peu près acceptables, les valeurs trentenaires sont de simples indications. Ceci tient, d'une part, au fait que la dispersion de la répartition statistique croît lorsque la fréquence diminue, d'autre part et surtout, à la faiblesse des coefficients d'écoulement pour de telles fréquences ; un écart d'estimation de ces coefficients, modéré en valeur absolue, prend une très grande importance en valeur relative.

°
° °

- TABLEAU III -

CARACTERISTIQUES HYDROLOGIQUES aux DIFFERENTS SITES

(Récapitulation)

Site	Surface du bassin Km ²	Crues m ³ /s		Volumes écoulés annuels 10 ³ m ³		
		Décennale	Exceptionnelle	Moyenne	Décennale sèche	Trentenaire sèche
ZEGUEDEGUEN	500		400 - 450	8 900	550	0
BOGANDE	88,5	49	100	1 570	97	0
DARGO	36,3	21	45	645	40	0
KOURI	5,1	25	50	165	37	2,7
BILANGA	20,5	36	75	555	124	11
BILANGA-YANGA	17,4	50	100	560	126	9,3
KODOUGOU	6,38	29	60	170	39	3,4
DOUBTLARI ✕	6,4	25	50	365	128	48
TEMBAGHA ✕	5	22	45	286	100	37
PAYENGA ✕	18	41	85	1 030	360	135
GUINGALENTI ✕	30	36	75	1 600	560	220
PIBOENGA ✕	300	200	400	15 300	5 200	2 070
ONGAROU ✕	10,4	24	50	440	124	30
GOUNGUE ✕	11,4	16	50	430	144	40
ITENGUE ✕	95	90	180	4 300	1 450	390
OUARGAYE	21,4	73	150	1 770	500	140
BITTOU	8	30	80	735	265	120
YOUNGOU	6,9	46	95	780	325	185

- TABLEAU III -- (suite)

Site	Surface du bassin	Crues m ³ /s			Volumes écoulés annuels 10 ³ m ³	
	km ²	Décennale	Exceptionnelle	Moyenne	Décennale sèche	Trentenaire sèche
ZOURMAKITA	7,8	70	140	960	405	230
BOUSSOUGOU	16,2	33,5	70	1 570	650	340
TAMBIOUGOU	5,6	32,5	65	121	12	0
Cote 383	0,45	4	8	9,7	0,7	0
TIKARE II	2,68	26	52	19	0	0
ANSOURI	1,2	13	26	26	0	0
HAMDULLAYE	0,66	33	66	23	5,2	0,7
SEGUENEGA	1,5	25	50	40	4	0
WERE	8	25	50	336	100	27
KOUGNY	69,5	36	75	2 920	770	200