

RAPPORT
sur les résultats de la campagne hydrologique
dans le BRAKNA et le TAGANT
en 1958

par M^C.Y. BRUNET-MORET
Ingénieur hydrologue

RÉPUBLIQUE ISLAMIQUE MAURITANIE

Service du Génie Rural

AVRIL 1959

D 8
BRU

8171

Nous ne reviendrons pas sur le programme de la campagne ni sur son exécution, points qui ont été suffisamment précisés dans le rapport provisoire de Décembre 1958.

La région étudiée se trouve en MAURITANIE méridionale (voir carte 0-1) au nord du parallèle $16^{\circ} 50' N$, à l'ouest du méridien $11^{\circ} 30' W$, et au sud de la ligne joignant ALEG à TIDJIKJA.

Il a semblé intéressant d'inclure dans les résultats de la campagne menée par l'ORSTOM, ceux obtenus par la Mission d'Aménagement du Sénégal sur les GORGOL blanc et noir, dont les bassins versants sont mitoyens au sud de ceux de la région étudiée.

De plus, nous avons repris complètement l'étude des résultats de la campagne 1957 sur les bassins versants expérimentaux de SELOUMBO et largement utilisé le rapport de M. DEVEAUX, chef du service du Génie Rural de Mauritanie sur la TAMOURT en NAAJE, rédigé d'après les observations des agents du Génie Rural en 1956, 1957 et 1958.

C H A P I T R E I

GEOGRAPHIE

I - MORPHOLOGIE - Croquis 1-1 ; 1-2 et 1-3

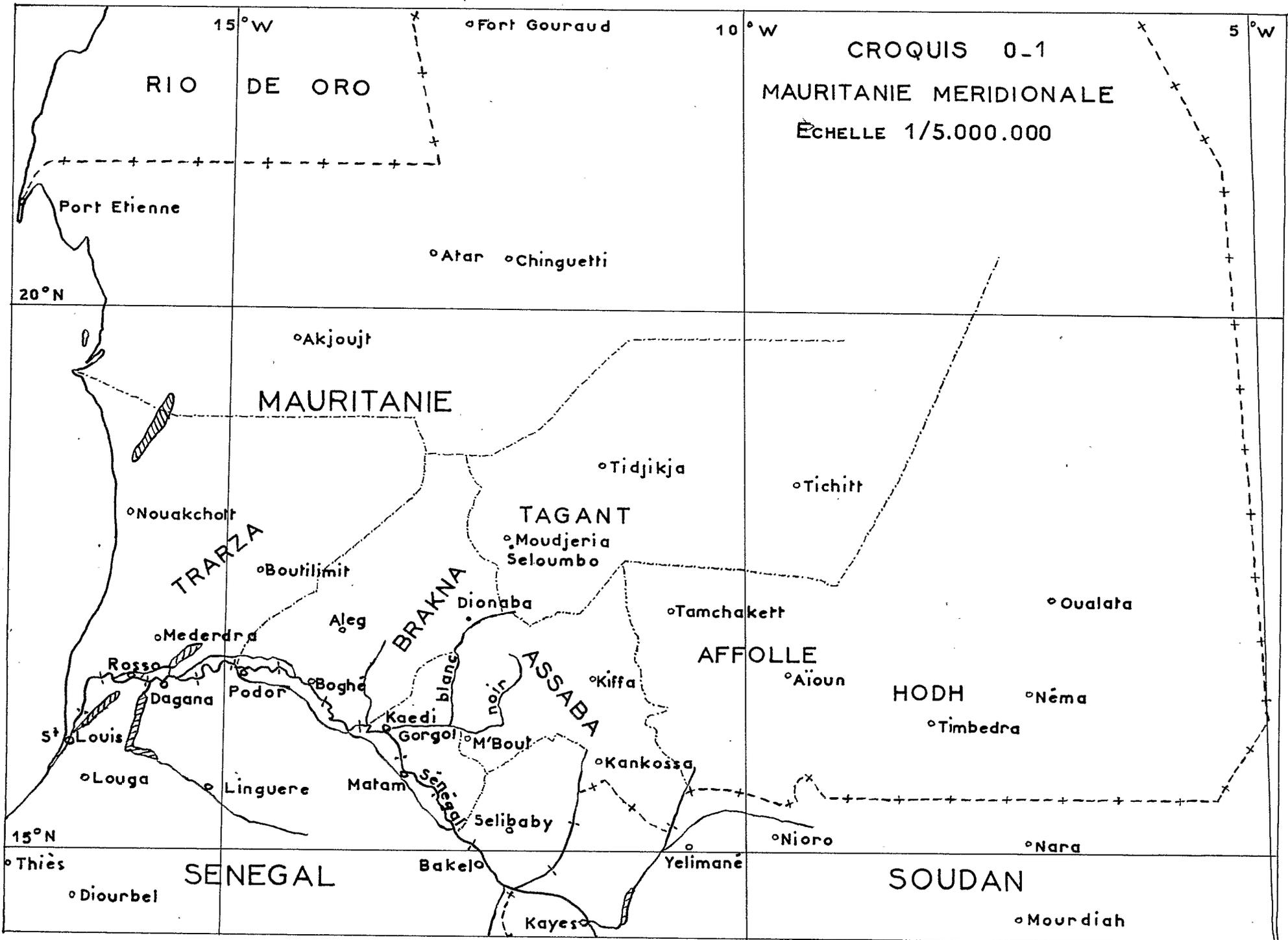
Le TAGANT et le BRAKNA sont morphologiquement très différents. Le premier est constitué d'un massif gréseux dont le relief est encore puissant, le second d'une pénéplaine sur un fond principalement schisteux.

A - Le plateau du TAGANT domine les plaines qui l'entourent à l'est, à l'ouest et au nord. Il est limité par une falaise dont la hauteur de commandement est d'environ 200 m. Sa largeur va s'amincissant vers le sud, où il se prolonge par le plateau de l'ASSABA, dont il est séparé par la passe de DIOUK. Vers le nord-est, il est envahi par les sables de l'ADAPER.

La falaise montre différentes assises de grès de duretés différentes. La plateau a été disloqué par des efforts tectoniques et des portions de couches de grès ont été enlevées par l'érosion. Son aspect est chaotique et l'on voit de nombreuses tables à des altitudes différentes, tables dont les pentes sont formées d'éboulis de blocs. Les nombreux oueds se sont taillés des vallées profondes, en général assez étroites.

La pente très générale du plateau est orientée vers le nord-ouest, cependant les couches de la bordure ouest ont leurs pendages vers l'est, si bien que, dans la partie du plateau qui nous intéresse, l'écoulement est endoréïque et les eaux aboutissent au lac GABOU, dont le bassin versant est mal limité au nord par le relief du plateau, mais bien défini à l'est, au sud et à l'ouest par le haut de la falaise de bordure du plateau.

Ceci n'est que partiellement exact, car quelques oued (comme l'oued SELOUMBO) tombent directement



dans la plaine, soit du fait de l'érosion régressive, soit en profitant de cassures.

Il est probable que dans un passé relativement récent, les eaux de la TAMOURT (partie sud du bassin versant du lac GABOU) allaient rejoindre le GORGOL en quittant le plateau par le FOUM el BATHA, juste au nord de SELOUMBO. La dépression, le climat devenant plus aride, a été barrée par une nappe de sable, argileux à la base.

Les sous-bassins versants sont assez faciles à limiter, sauf lorsque l'on sort du bassin versant du lac GABOU : à l'est de TIDJIKJA le relief est plus plat et envahi par les produits de décomposition des grès.

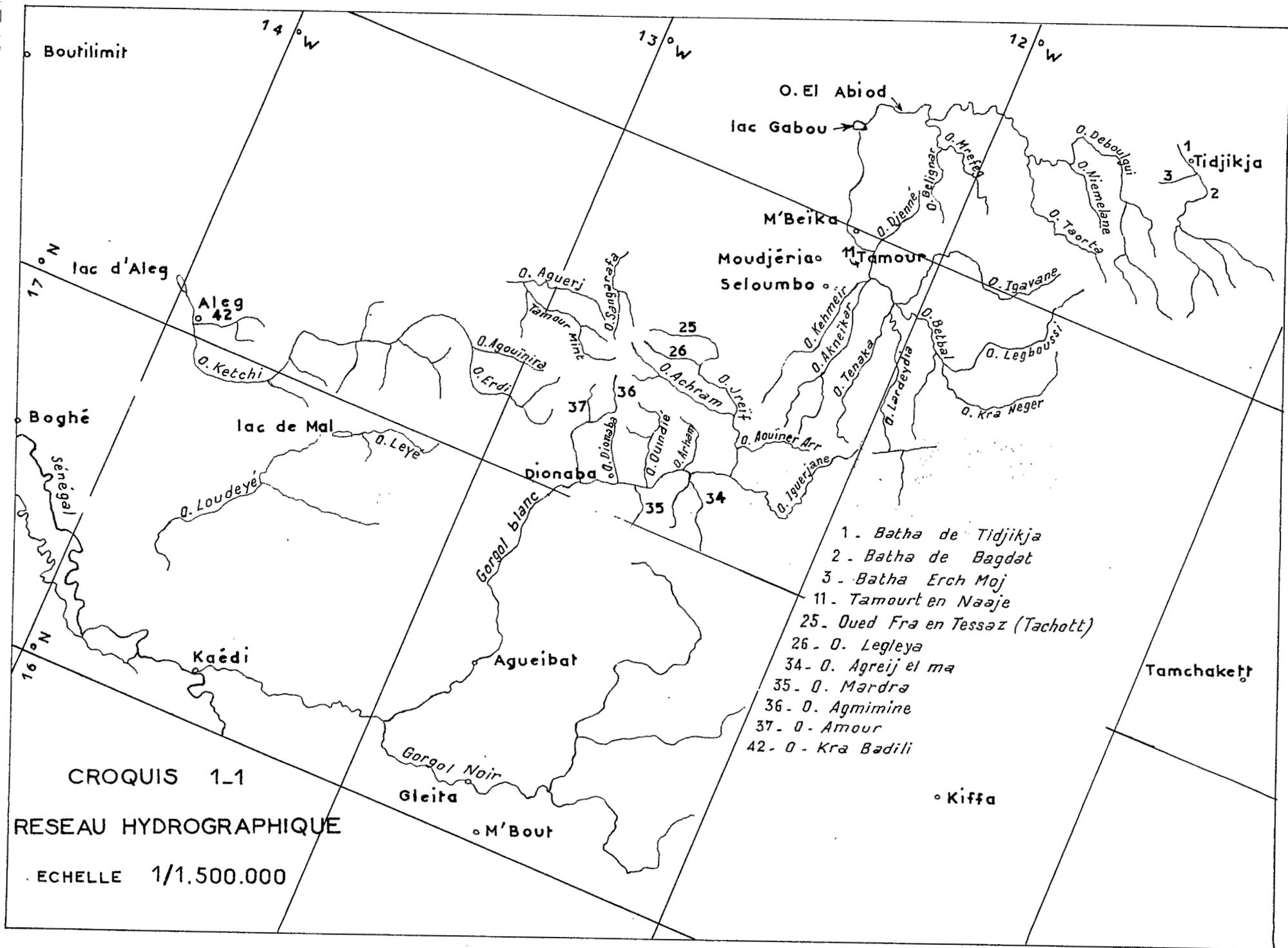
Les grès des différents horizons qui constituent le plateau n'ont pas les mêmes compositions ni les mêmes résistances à l'érosion. Certains bancs montrent un système de diaclases orthogonales à grandes mailles qui provoquent le détachement de gros blocs, lesquels se fragmentent ensuite par cassures conchoïdales.

D'autres bancs se présentent sous la forme de grandes surfaces unies, peu diaclasées, de pente assez faible. Ils sont souvent recouverts d'un vernis noir et l'on n'y voit pas, ou très peu, de débris des couches supérieures.

Quelques bancs sont finement lités et des dalles peuvent s'en détacher, qui se débitent ensuite en cailloutis.

La décomposition de ces grès donne des sables et des argiles, car il existe des lits de grès argileux. L'on trouve dans le TAGANT des rags, grandes étendues plates, sans réseau d'écoulement, plus ou moins recouvertes de pierres, de cailloutis et d'un gravier où l'on rencontre des nodules de latérite. L'on trouve également des zones complètement ensablées, avec dunes sans écoulement apparent, bien entendu.

D'ordinaire, la pente des oueds n'est pas très forte et suit la pente générale du plateau. Ces oueds coulent dans des lits principaux compris entre



Bouilimit

14° W

13° W

12° W

O. El Abiod
lac Gabou

1
2
3
Tidjikja

M'Beika
Moudjéria
Seloumbo
Tamour

17° N
lac d'Aleg

Aleg
42

Boghé

lac de Mal

16° N

Kaédi

Dionaba

Agueibat

Gorgol Noir

Gleita

M'Bout

- 1 - Batha de Tidjikja
- 2 - Batha de Bagdat
- 3 - Batha Erch Moj
- 11 - Tamourt en Naaje
- 25 - Qued Fra en Tessaz (Tachott)
- 26 - O. Legleya
- 34 - O. Agreij el ma
- 35 - O. Mardra
- 36 - O. Agmimine
- 37 - O. Amour
- 42 - O. Kra Badili

Tamchakett

Kiffa

CROQUIS 1-1

RESEAU HYDROGRAPHIQUE

ECHELLE 1/1.500.000

les éboulis des étages supérieurs, remplis d'un sable argileux où le lit mineur est marqué avec des berges basses. Lorsque la pente de l'oued est trop forte, il garde la roche à nu et court sur de gros blocs (les interstices sont probablement depuis longtemps à peu près colmatés avec de l'argile). Ces blocs sont quelquefois recouverts d'un vernis brillant outremer très foncé.

Lorsque l'oued rencontre une cuvette, il s'y étale et la remplit d'argile où son lit devient diffus. Ce sont des zones d'inondation qui forment les seuls endroits cultivables.

B - La région à l'ouest des falaises du TAGANT et de l'ASSABA, plateau qui n'est que la continuation vers le sud du premier, et au nord du fleuve SENEGAL, est une pénéplaine qui, au nord de la ligne ALEG-MOUDJERIA et à l'ouest du méridien d'ALEG, est ennoyée sous les sables et les dunes.

Cette pénéplaine est coupée par une ligne nord-sud de collines, ou plutôt de chaînons parallèles et disjoints (OUA-OUA, DIONABA-GADEL-CHOGGAR, GAOUA-SANGARAFI) entremêlés de dômes allongés, souvent réduits à l'état de rags, ces derniers témoins encore plus érodés que les premiers d'un plissement intense.

Les pieds des chaînons sont des pédiments caractérisés.

En dehors de l'arête principale qui détermine à l'est une pente générale vers le TAGANT et l'est sud-est, et à l'ouest vers l'ouest sud-ouest, l'on ne rencontre que des moutonnements très aplatis, souvent allongés nord-sud et des rags construits sur un affleurement plus résistant du sous-sol.

Ces conditions font que les limites des bassins versants sont souvent mal définies. L'érosion a tellement fait son oeuvre que la plupart du temps les chaînons les plus apparents sur le terrain ne limitent que les bassins versants de quelques hectares des sous-affluents sans importance, comme le montre le croquis ci-contre (schéma de la partie nord du bassin versant de DIONABA).

° Boutilimit

Tidjikja

Moudjeria

Aleg

° Boghé

Dionaba

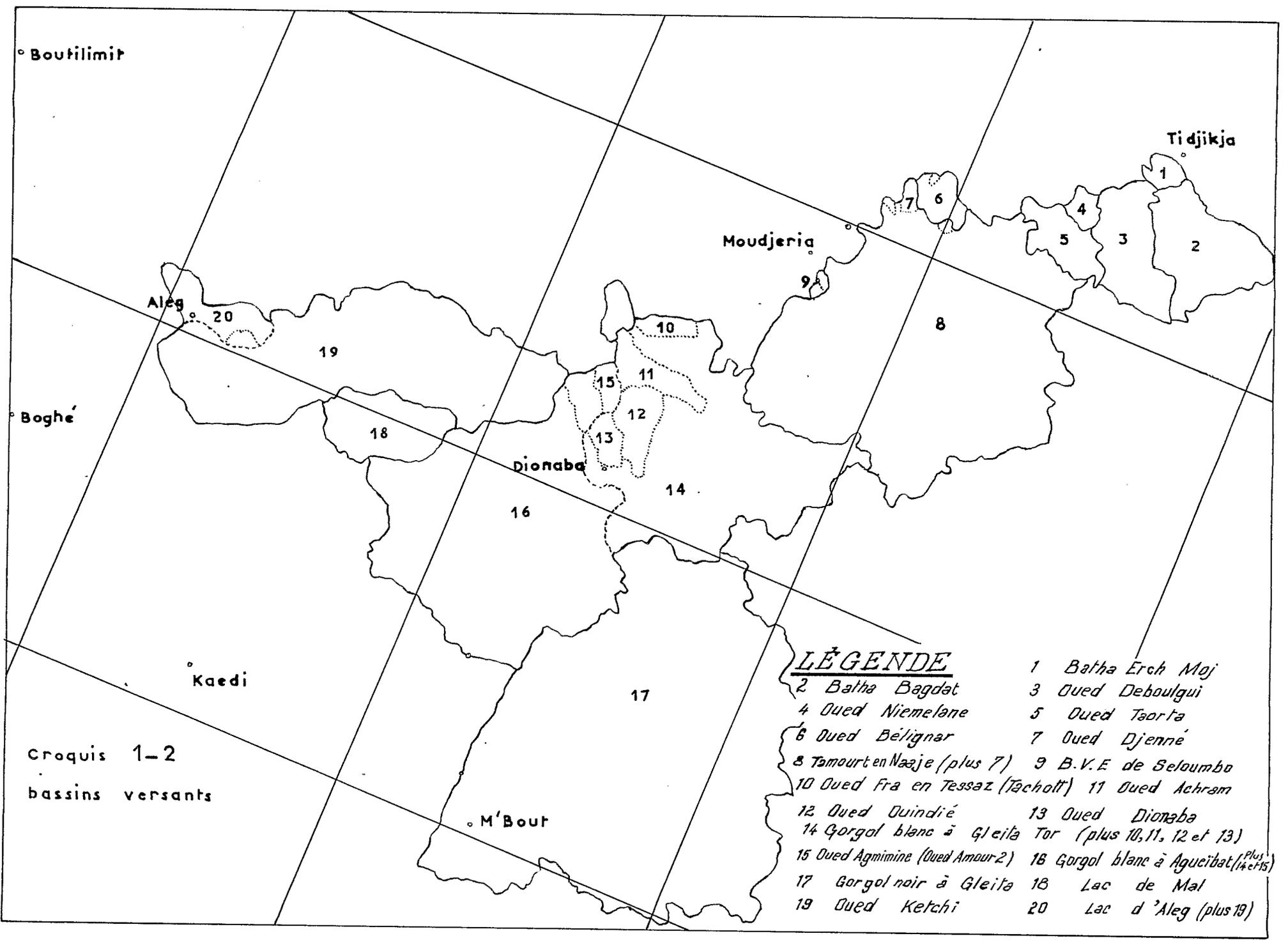
° Kaedi

° M'Bout

croquis 1-2
bassins versants

LÉGENDE

- 1 Batha Erch Moj
- 2 Batha Bagdat
- 3 Oued Deboulgui
- 4 Oued Niemelane
- 5 Oued Taorta
- 6 Oued Bélignar
- 7 Oued Djenné
- 8 Tamourten Naaje (plus 7)
- 9 B.V.E de Seloumbo
- 10 Oued Fra en Tessaz (Tschott)
- 11 Oued Achram
- 12 Oued Ouindié
- 13 Oued Dionaba
- 14 Gorgol blanc à Gleita Tor (plus 10, 11, 12 et 13)
- 15 Oued Agmimine (Oued Amour-2)
- 16 Gorgol blanc à Agueibat (plus 14 et 15)
- 17 Gorgol noir à Gleita
- 18 Lac de Mal
- 19 Oued Ketchi
- 20 Lac d'Aleg (plus 19)



La limite des bassins versants dans les vals ou combes est mal définie car les deux sous-affluents du croquis qui se tournent le dos partent de la même zone d'inondation perchée où n'existe pas de rigoles d'écoulement. La figure ci-dessus s'applique particulièrement aux réseaux hydrographiques se trouvant dans les collines. Les rags des plaines est et ouest s'étendent sur plusieurs kilomètres sans rigoles d'écoulement et les limites des bassins versants sont encore plus imprécises.

Les oueds de la plaine est et de la partie sud des collines sont tributaires du GORGOL blanc, affluent du SENEGAL. Ceux de la plaine ouest et de la partie nord des collines sont endoréïques et parmi ceux-ci le seul bassin versant important est celui de l'oued KETCHI - Lac d'ALEG.

La tendance à l'endoréïsme et à la fragmentation des bassins versants endoréïque est manifeste. Les oueds FRA-en-TESSAZ (TACHOTT) et LEGLEYA n'envoient certainement pas tous les ans leurs eaux jusqu'au GORGOL, de petites tamourts à l'est et à l'ouest de DIONABA sont coupées de la rivière par des dunes. Les tamourts (zones d'épandage) de BOU SONILESS, de DIONABA, de GADEL, de CHOGGAR, de LEMAODOU vont subir le même sort.

L'oued SALAVEL, ancien émissaire du lac de MAL qui ne déborde plus, tend à se fragmenter : une tamourt non nommée, celle de GELOUAR, celle de SALA. Il ne reçoit plus le KRA M'BIDANE.

L'oued KETCHI devait autrefois se jeter dans le SENEGAL et drainer en plus de son bassin versant actuel celui, fermé maintenant, de l'oued AGUERJ (TACHOTT, GUINI).

Il faut signaler que l'on trouve un peu partout dans les plaines, des dépressions de quelques hectares ou de quelques kilomètres carrés, sans aucun écoulement ni réseau de ruissellement. En saison des pluies, l'eau y forme des mares de quelques décimètres de profondeur.

Sauf dans l'extrême ouest du bassin versant de l'oued KETCHI, le substratum est formé de bancs de roches métamorphiques plus ou moins redressés, dont

◦ Boutilimit

◦ Tidjikja

◦ Moudjeria

◦ Aleg

◦ Dionaba

◦ Boghé

◦ Kaedi

◦ Tamchakett

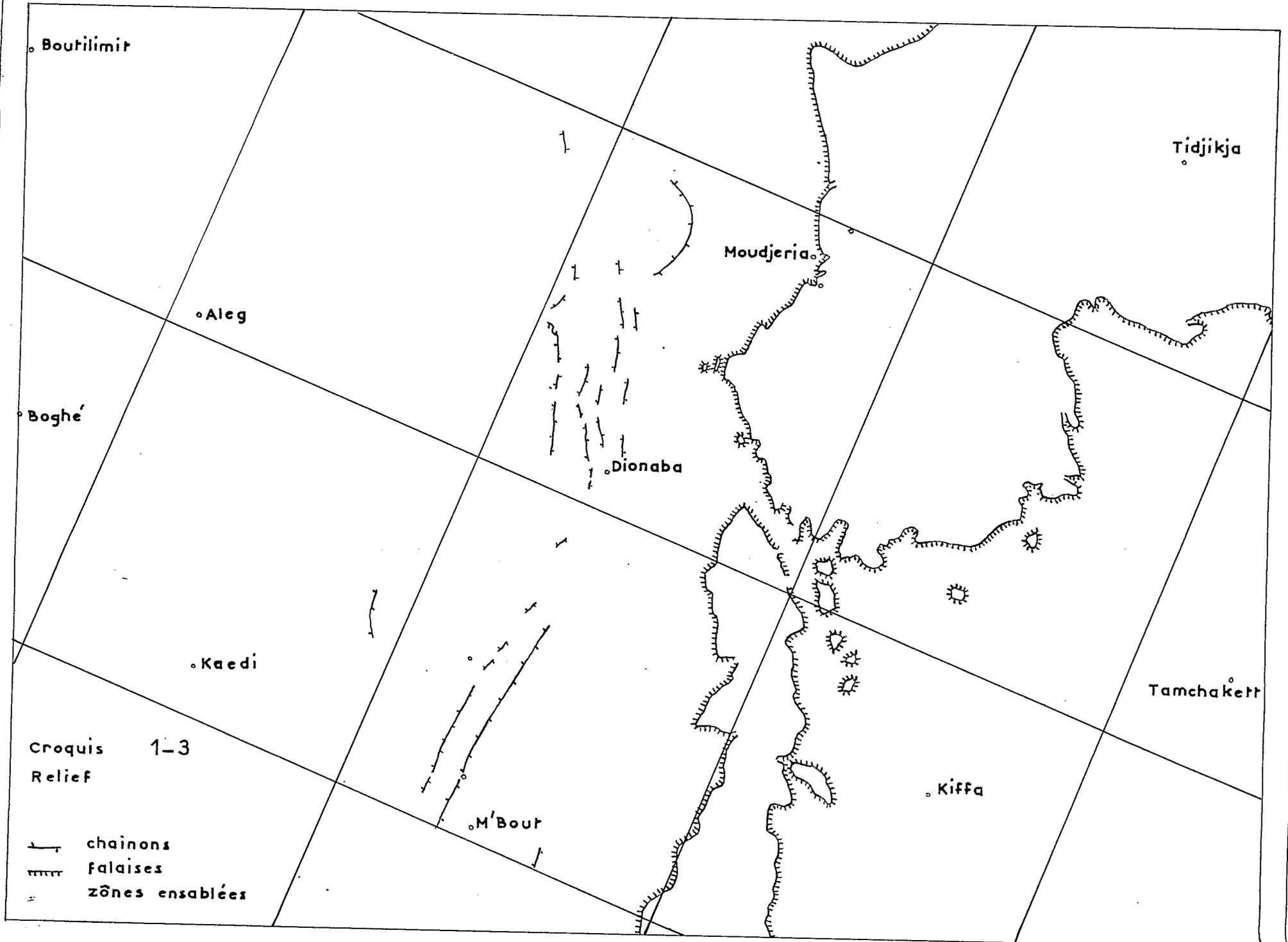
Croquis 1-3

Relief

- chainons
- ||||| falaises
- ≡ zônes ensablées

◦ Kiffa

◦ M'Bout



les couches les plus dures, de quartzites, ont imposé le relief actuel.

Le sable provenant de la décomposition de ces roches n'est pas très abondant et a été vanné par le vent. Par contre, l'argile est emmené par l'eau et se dépose dans les innombrables zones d'épandage où les oueds s'étalent, donnant des sols hydromorphes argileux de propriétés différentes ; après une pluie ils se ramollissent et l'on peut rencontrer tous les degrés entre boue dure et vase molle.

Les rags occupent la plus grande place : les uns sont blancs car le cailloutis est constitué par de la quartzite, d'autres bruns à cailloutis schisteux. Il y en a d'un noir brillant où le gravier est formé de nodules de latérite.

Dans certains endroits (particulièrement bassin versant d'ANEIKAR GAOUA) de grandes étendues d'assez bonne épaisseur d'argiles ont permis un ravinement du type "bad Land".

Le schéma type du cours d'un oued est le suivant : il prend naissance dans une cuvette plus ou moins marquée entre deux chaînons ou deux rags. Il descend avec un lit net où il peut aller jusqu'à mettre à nu des blocs d'éboulis. Lorsqu'il quitte le pédiment, la pente s'atténue, les berges diminuent de hauteur et sont constituées, ainsi que le fond du lit, d'argile sableuse et de cailloutis. La pente diminuant encore, le sable en suspension se dépose, le lit s'élargit et devient une batha coulant sur épaisseur de sable assez mince plaquée sur de l'argile sableuse. Puis la batha voit ses berges diminuer tellement de hauteur que le lit disparaît en même temps que le sable ; l'oued forme un épandage sur un sol argileux où l'on trouve des chapelets de mouilles en lignes parallèles, sans communication entre les mouilles.

L'oued peut ainsi terminer sa carrière sur une petite tamourt, ou confluer avec un autre. Dans ce cas, l'on peut retrouver une nouvelle forme de batha et un épandage dans une tamourt à un étage inférieur, mais si le bassin versant total est suffisamment étendu le lit peut rester marqué sur le sol hydromorphe.

L'on peut dire que les lits majeurs ne sont jamais définis, sauf pour le GORGOL au sud de DIONABA dont le lit majeur est limité soit par de fortes dunes, soit par des bancs de schistes redressés. Il est curieux de constater que les lits mineurs du GORGOL blanc et de l'oued KETCHI aux sections de mesures, pour des bassins versants du même ordre, se présentent de la même façon : ligne droite, sections trapézoïdales de même taille, pour des vitesses moyennes probablement comprises dans le rapport de 1 à 5.

Il est probable que le schéma décrit plus haut puisse s'appliquer aux oueds du TAGANT, car les produits d'érosion : sables, argiles sont les mêmes, avec également l'existence de cuvettes d'épandage.

II - GEOLOGIE (croquis 1-4 et 1-5)

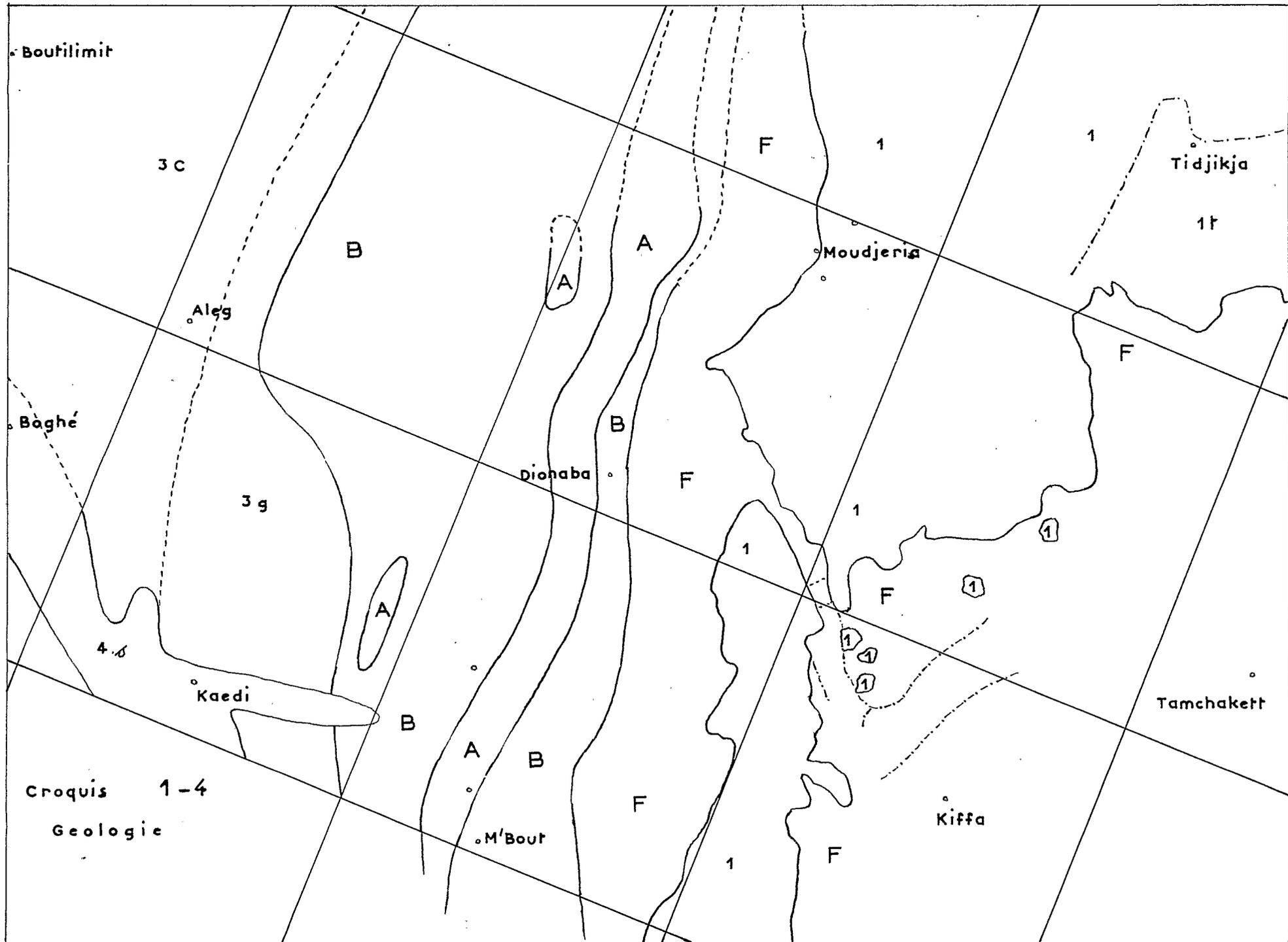
La région qui nous intéresse a été parcourue par de nombreux géologues, mais la géologie n'en est pas bien connue dans le détail et ce sont malheureusement les détails géologiques qui conditionnent souvent la forme d'un oued et l'évolution de son bassin, qui permettraient de comprendre pourquoi telle argile est plus compacte et telle autre forme une vase molle où les cours d'oueds ne s'impriment pas.

Ces régions n'ont fait l'objet que de reconnaissances géologiques. Comme d'autre part nous n'avons comme cartes que des croquis sans cotes, il sera difficile d'étendre à d'autres bassins versants les résultats obtenus sur un premier, ce qui n'est déjà pas si facile lorsqu'on possède tous les éléments géographiques.

Ce qui suit est tiré des rapports des géologues de la France d'Outre-Mer : M.M. BENSE, DARS, DELPY, RENAUD et SOUGY. Un certain nombre de remarques et d'interprétations ont dûes être faites par les hydrologues et elles peuvent susciter certaines réserves.

A - Précambrien ou infracambrien - Atacorion

L'Atacorion forme la chaîne nord-sud de collines qui coupe la plaine en deux parties. La direc-



tion de cette chaîne est pratiquement constante à quelques virgations près. Les collines, allongées nord-sud dominant leur pédiment d'une cinquantaine de mètres.

L'Atacorien comprend des quartzites métamorphiques de la zone des micaschistes supérieurs, à faciès assez variable, depuis le faciès quartziteux compact jusqu'au faciès schisteux. Les bancs sont à pendage ouest, quelquefois subverticaux comme à GLEITA TOR.

Ce sont des roches dures qui nous semblent donner, par décomposition, des argiles assez compactes, grises, plutôt claires, qui deviennent plus molles lorsqu'elles sont mélangées à de l'humus. Elles conduisent également à la formation des rags blancs, bombés, passant quelquefois au brun clair.

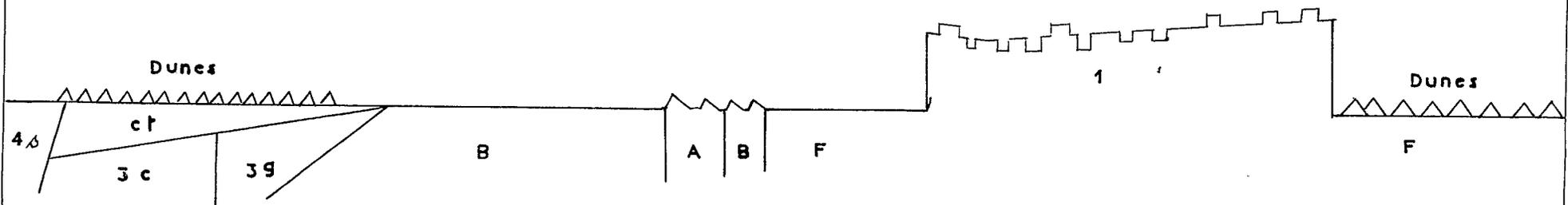
B - Birrimien

Cet étage flanque de part et d'autre l'Atacorien, formant une large bande à l'ouest, et à l'est une bande très réduite.

Il est formé de bancs de schistes, souvent lustrés, donnant des affleurements lorsque l'on se rapproche de l'Atacorien. Ces schistes sont toujours accompagnés de filons de quartz blanc, plus résistant, et qui affleure seul parfois. Les pendages ouest sont moins forts que ceux de l'Atacorien.

Les rags qui recouvrent le Birrimien sont blancs, plus étendus et plus plats que les précédents. Les argiles, plus foncées, sont plus molles après une pluie, peut-être parce que contenant plus d'humus.

Le bassin versant de DIONABA serait compris presque en entier dans cet étage. Nous signalons que l'exutoire de la TAMOURT coupe une sorte de marne grise, très feuilletée, facile à déliter, à pendages forts ouest et nord-ouest, recoupée, en discordance, par des passées de quartz blanc de quelques centimètres d'épaisseur. La même sorte de marne se retrouve, sans quartz, dans le cours supérieur de l'oued DIONABA, dans le cours inférieur de l'oued ACHRAM.



légende des croquis 1-4 et 1-5

- A - Atacorien
- B - Birrimien
- F - Falémien
- 1 - Primaire grès de chinguetti
- 1t - " grès de zli
- 3g - éocène sable-gréseux
- 3c - éocène calcaire-argileux
- ct - continental terminal
- 4δ - quaternaire sédimentaire

Croquis 1-5

Coupe BOGHE - DIONABA

C - Falemien

Cet étage comprend plusieurs faciès = quartzito-gréseux (pitons est du bassin versant de DIONABA) qui ne semble pas occuper une grande superficie : faciès schisteux extrêmement répandu dans la région qui nous intéresse, faciès calcaro-dolomitique qui n'existe plus que comme soubassement du TAGANT.

Le faciès schisteux forme des affleurements en lignes parallèles au ras du sol, direction nord-sud, pendage très fort vers l'ouest. Ces schistes ne sont pas traversés par des filons de quartz blanc, comme le sont les schistes birrimiens.

Les rags correspondants sont bruns et à parpaings. Là où les parpaings disparaissent l'épaisseur d'argile est sûrement assez grande et le rag devient inconsistant après une pluie. Ces rags font place, le long de la piste MOUDJERIA-KIFFA à une couche argileuse, très molle, où le passage peut être difficile même trois ou quatre jours après une pluie.

D - Primaire

Le plateau du TAGANT est entièrement primaire. Il n'a pratiquement pas été étudié dans la région qui nous intéresse.

La stratification de la falaise est assez compliquée et semble varier un peu suivant les endroits. En gros elle serait la suivante, de bas en haut :

Calcaires dolomitiques : faciès supérieur du Falemien

Couches de marnes, grès et schistes (marnes gréseuses, grès marneux, schistes gréseux) et de conglomérats, en nombre mal déterminé

Grès blancs (ou mauves) durs, saccharoïdes, à stratifications entrecroisées "grès de Chinguetti" en bancs de 0,5 à 2 mètres. Il semble que la puissance de cet étage soit en général de plus de 100 mètres et qu'il couronne toute la falaise. Sa description convient aux grès de SELOUMBO (Cambrien)

Grès à colonnettes, en petits bancs "grès de Zli". Il semble que cet étage (représenté à BELINIAR) ne soit pas de grosse épaisseur sur le TAGANT, sinon même absent dans le sud, l'ASSABA (et l'AFFOLLE) - (Cambrien)

Grès ruiniforme, à ciment siliceux (faciès supérieur à BELINIAR) "grès de Tamga", qui peut donner des formes d'érosion en circonvolutions "grès cerveaux" mais qui par la création d'un réseau lâche et ouvert de grandes diaclases, conduit à des formes d'érosion en larges créneaux, dont les éléments se transforment par un réseau serré de diaclases fermées, en collines de gros galets (ordovicien).

Le faciès de grès de Zli, tendre et argileux, n'existe guère qu'au pied des grès de TAMGA qui le protège de l'érosion.

Il nous semble que, sauf dans la partie nord, le plateau du TAGANT ne soit guère composé que de grès de Chinguetti. Il est probable qu'en aucun point la masse de ces grès ne soit percée par l'érosion, mais cette érosion, jouant sur les différents bancs, a laissé des tables à différentes hauteurs avec pentes d'éboulis.

Ces grès donnent des sables et assez peu d'argiles. Les dépressions nous semblent surtout remplies de sable argileux. Ils peuvent former des rags horizontaux très durs, avec concrétions latéritiques.

Les couches supérieures sont suffisamment diaclasées pour permettre la formation de nappes phréatiques, qui comme à SELOUMBO, MOUDJERIA, MATMATA ..., produisent des sources et même des gueltas, au niveau d'une couche inférieure plus compact.

Quelques failles, souvent empruntées par les oueds, sont bien visibles sur photographies aériennes.

E - Le secondaire n'est pas représenté. Les formations birrimiennes (croquis 1-5) s'enfoncent vers l'est et sont surmontées de formations éocènes dont quelques affleurements peuvent paraître dans l'extrême ouest de la zone qui nous intéresse.

L'éocène se présente, en allant vers l'ouest, d'abord sous la forme de sables calcaires avec lentilles ou rognons de grès. Puis l'on passe à des bancs alternés de calcaires et d'argiles.

L'éocène est normalement recouvert de continental terminal plus ou moins érodé et qui comprend de haut en bas : latérite, grès argileux, argile brunâtre. Ce continental terminal forme le sol entre ALEG et CHOOGAR : argile sableuse et non boueuse par disparition de la latérite dont la butte d'ALEG est un témoin. Nous signalons à ce propos l'existence de blocs de latérite à GLEITA TOR (et à DIONABA ?).

F - Le quaternaire est représenté par les dunes et par les sédiments argileux ou argilo-calcaires, renfermant des fossiles actuels. L'importance du quaternaire est presque nulle dans la région étudiée. Le tertiaire est relativement perméable, et l'existence du lac d'ALEG ne s'explique que par colmatage d'argile quaternaire.

III - FLORE, FAUNE

A - La végétation dans la zone BRAKNA-TAGANT est assez peu variée, mais peut servir à distinguer les sols. L'on trouve de gros accacias (*Acacia Nilotica*) le long des rivières importantes et dans des terrains alluvionnaires d'argile sableuse : GORGOL, Oued KETCHI, AGMIMINE, ACHRAM, TAMOURT en NAAJ - des baobabs en témoignés résiduels d'un temps plus humide au TAGANT dans les bathas rocheuses - des baobabs nains (*Adenium Honghel*) uniquement au TAGANT, même dans les éboulis à faible pente - de petits acacias (*A. flava* ou *Seyal*) sur les terrains argileux avec peu de sable : ils préfèrent les zones d'inondation où l'eau ne séjourne pas longtemps - des épineux dans les sables, en dehors des zones d'inondation, à condition que la couche de sable ne soit pas trop épaisse - des combretums, à feuilles persistantes, plutôt rares car ils ne semblent aimer ni les éboulis, ni les rags, ni les sables, ni les sols hydromorphes - des euphorbes (*Euphorbia Balsamifera*) au TAGANT, surtout sur les éboulis même à forte pente - des asclépiadacées aphylls ressemblant à des genêts sans feuilles sur les dunes (sable épais) - des callotropis à larges feuilles, qui indiquent presque toujours les mauvais passages ar-

gileux en saison des pluies - des graminées à barbes en tetrapodes (*Aristida Spipoides* sp.) sur les collines rocheuses et sur quelques rags bruns (les rags blanc et noir restent à nu) en manteau ras et soyeux au vent - des cram-cram (*Cenchrus biflorus*) sur les sables : plus le sable est épais, plus le cram-cram est haut. Cette herbe donne, trois semaines après une pluie de 20 mm, une récolte de graines épineuses et tenaces (trois récoltes à DIONABA pendant l'hivernage 1958) - de grandes herbes de trois mètres de haut (*Andropogou* sp.) le long d'oueds encore profonds dans l'amont des zones d'inondation - des graminées à épi un peu du genre avoine en petit (*Panicum* sp.) sur les sols hydromorphes : plus l'herbe est belle et serrée, moins le terrain est facile après une pluie (pâturages) - pastèques sauvages sur les dunes. Beaucoup de ces plantes sont vénémeuses ou à poison instantané. Aucun arbre à fruit comestible, presque tous à épines.

Les plantes cultivées sont : dattier (pour mémoire : rare) dans le TAGANT - mil et pastèque un peu partout.

B - La faune est également peu variée et rare : gazelles sur les rags, léopards au TAGANT ainsi que des gros rongeurs (damans), lapins et fennec (renard) dans les sables du BRAKNA, phacochères et cynocéphales près du GORGOL, chacals et chauve-souris un peu partout, najas au TAGANT avec des vipères que l'on peut aussi rencontrer plus rarement dans le BRAKNA, lézards et crapauds en quantité, crocodiles nains dans les gueltas perennes (faune résiduelle), oiseaux de toutes sortes pendant l'hivernage : outardes, pintades, tourterelles, canards, échassiers, charognards, vautours, passereaux, rapaces nocturnes - quelques poissons-chats à longue barbe dans le GORGOL, mouches, coléoptères, carabes, scarabés, éphémères, moustiques dont anophèles, libellules, araignées (tarentules) scorpions, sauterelles (qui mangent le cram-cram, en hivernage les jeunes sauterelles qui ne peuvent voler occupent sur les dunes seulement des hectares à des densités de 10 au décimètre carré). Il est curieux de constater le nombre d'insectes ailés

pendant l'hivernage ; il manque heureusement fourmis et termites. Les termitières n'apparaissent guère que sur le tertiaire. Il ne faut pas s'imaginer, malgré cette liste, pouvoir vivre, même en chassant toute la journée, sur le gibier plutôt rare.

L'élevage concerne les chameaux, assez rares, les bovidés, moutons et surtout les chèvres et les ânes. Les volailles sont rares.

IV - POPULATION

La population est nomade, dans un rayon de nomadisation réduit. En dehors des villages d'ALEG, MOUDJERIA et TIDJIKJA, la seule habitation est la tente, et les tribus, quelques centaines de personnes, se déplacent pour chercher des pâturages et varier les régimes des animaux.

La population, entièrement musulmane, comprend : les Beidanes d'origine arabo-berbère, très métissés, divisés en tribus guerrières et en tribus maraboutiques et leurs serviteurs noirs d'origine soudanaise que l'on peut répartir entre "captifs" et "haratines" c'est-à-dire affranchis conservant une condition de serfs. Ces derniers peuvent être de vrais sédentaires et cultivent le mil.

En fin d'hivernage les peuhls traversent le GORGOL vers le nord avec leurs troupeaux de boeufs et s'installent pour peu de mois dans des cases rudimentaires auprès des Tamourt.

La population totale du secteur ne doit pas excéder 30.000 personnes pour 30.000 km². Et nous ne nous intéressons qu'à une zone relativement très peuplée !

Cette population, il n'y a guère que dix siècles, devait être beaucoup plus nombreuse sur un sol plus boisé et plus arrosé. Les traces d'occupation sédentaire sont assez rares à DIONABA, très nombreuses à SELOUMBO où M. CHEVRIER a découvert un village en pierres sèches - plus important que tous ceux connus déjà dans ce bassin versant - d'une cinquantaine de constructions, dont certaines portes ont gardé leurs

linteaux, dont d'autres étaient en édification. Les débris de poteries sont incroyablement nombreux et prouvent qu'il y avait assez de bois pour les cuire.

C H A P I T R E II

CLIMATOLOGIE

I - GENERALITES

La région qui nous intéresse est située à la limite sud de la zone du régime subdésertique. Sa caractéristique principale est la division de l'année en deux périodes : saison sèche et saison des pluies (dite hivernage). Cette dernière dure approximativement de mi-juin à début octobre.

En hiver un anticyclone couvre le sahara méridional, les masses d'air sec (air tropical continental) qui couvrent le TAGANT et le BRAKNA en proviennent, les vents (harmattan) soufflent en permanence du nord-est ou du nord.

En été, un centre de basses pressions occupe le sahara méridional, l'air équatorial maritime (mousson), poussé par des vents du sud-ouest apporte des masses d'air humide, créant le front intertropical à sa rencontre avec l'air tropical continental, sous lequel l'air équatorial maritime se glisse en coin.

Lorsque le front intertropical se déplace vers le sud, il se comporte en front froid et l'harmattan le déforme en y creusant des dépressions qui se propagent d'est en ouest, formant des lignes de grains appelées "tornades".

II - TEMPERATURES

Les relevés de températures sont assez peu nombreux. Quatre stations météo sont intéressantes : KIFFA (8 ans) TIDJIKJA (11 ans) MOUDJERIA (9 ans) ALEG (4 ans). Les lacunes sont nombreuses et certaines valeurs sont très douteuses. Les observations ne comprennent d'ailleurs que les températures maximales et minimales journalières.

Malgré le faible nombre des relevés, nous avons établi des moyennes mensuelles, des maxima et minima journaliers (voir graphique 2-1).

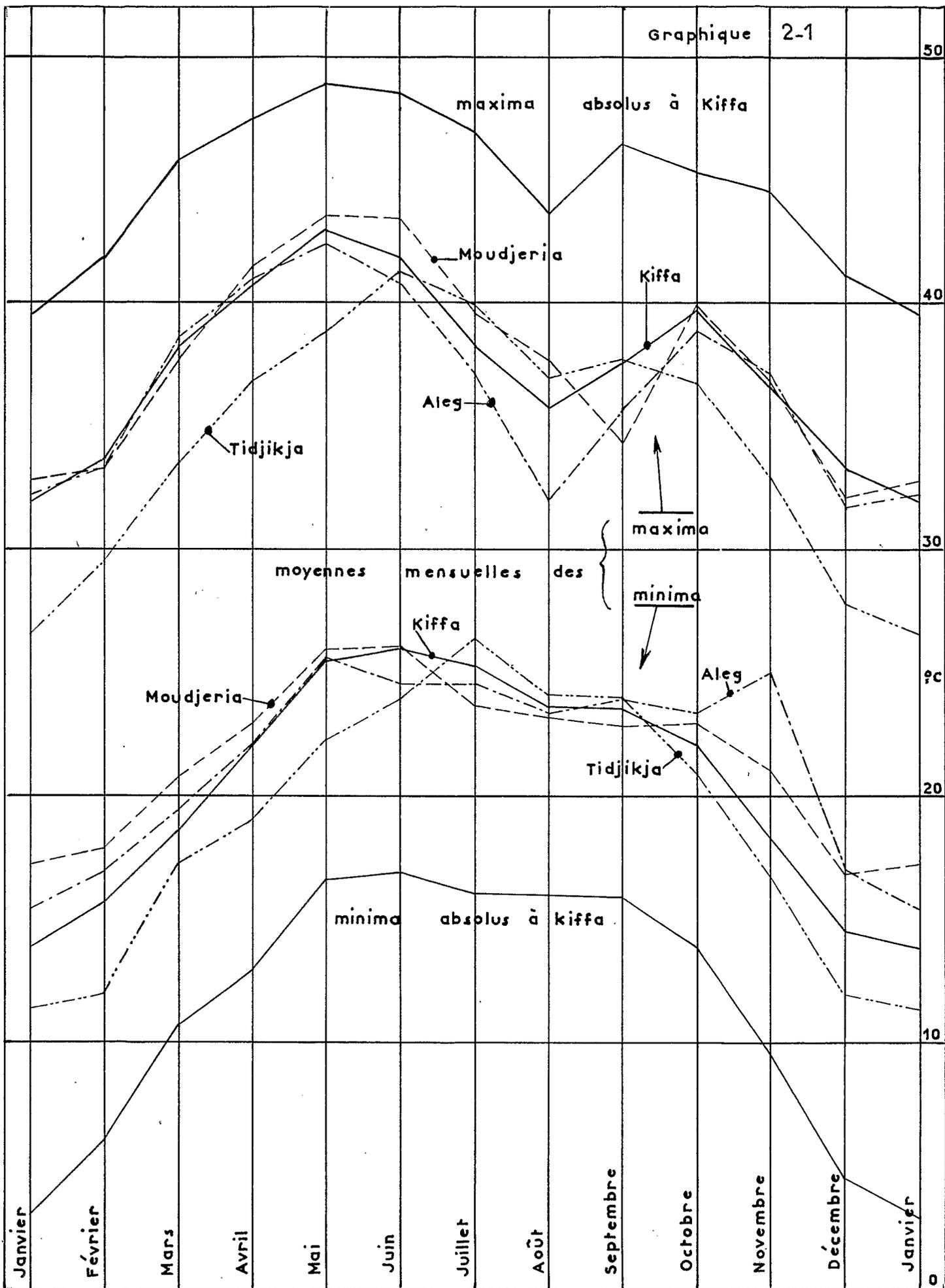
Notons que les moyennes correspondant aux mois de pluie sont probablement sous-estimées, car ces dernières années font partie d'une période plutôt pluvieuse, et que les températures de MOUDJERIA sont sur-estimées pour la latitude correspondante, car ce village est situé dans un four naturel au pied de la falaise du TAGANT.

En première approximation, les variations comportent un minimum hivernal (vers 30° températures maxima ; 15° températures minima) et un maximum en mai, juin (vers 45° températures maxima, vers 25° températures minima). Mais nous constatons sur l'évolution des températures maximales l'influence très nette des pluies qui provoquent un minimum relatif en août, dont la valeur augmente avec la latitude (en corrélation avec la diminution des totaux pluviométriques). Les mois d'hivernage se composent de journées très chaudes alternant avec des journées fraîches à chaque averse. Les jours de longue pluie, la température maximale peut ne pas atteindre 30°. Les diagrammes des minima ne présentent qu'un simple fléchissement.

D'avril à octobre inclus le climat est dur. Entre midi et 16 heures la vie s'arrête. Tout ce qui respire gratte la couche de sable brûlant pour gésir à l'ombre relative de l'épineux le moins maigre.

Les températures maximales absolues peuvent atteindre 49° 50° d'avril à octobre inclus à MOUDJERIA, point particulier. Nous avons reporté sur le graphique 2-1 les températures maximales absolues mensuelles de KIFFA (entre 39,6 et 49,0). Les variations aux autres stations sont voisines, avec aplatissement si l'on va vers l'ouest (ALEG 38,9 à 46,7) et diminution si l'on va vers le nord (TIDJIKJA 35,2 à 46,0).

Les températures minimales absolues mensuelles suivent le même graphique que celles de KIFFA (graphique 2-1), l'influence de la latitude n'est pas sensible, celle de la longitude l'est beaucoup plus : ALEG 9,0 à 19,9 pour KIFFA 3,0 à 17,0.



40

30

20

10

0

L'écart diurne un peu plus faible en hivernage reste toujours considérable (12 à 18°).

III - HUMIDITE RELATIVE - EVAPORATION

A) Humidité relative

Les données sont encore plus réduites que pour les températures ; l'on ne peut que donner quelques indications fragmentaires.

La moyenne mensuelle de l'humidité relative décroît d'Octobre jusqu'à Juin et s'abaisse à 10 - 15%. Le maximum se produit en Août. Le tableau ci-dessous résume les seules observations régulières que nous possédons :

u = humidité relative mensuelle moyenne en %

e = évaporation journalière moyenne en mm sur bac Colorado

	Seloumbo 1957		Seloumbo 1958		Dionaba 1958	
	U	E	U	E	U	E
Août	62 %	10,1mm	65 %	7,5mm	85 %	6,4mm
Septembre	57	9,7	50	9,5	67	7,6
Octobre	47,5	11,1			46	10,0

B) Evaporation

Les résultats des mesures sur bac Colorado ont été portés dans le tableau ci-dessus. Ils ne concernent que la saison des pluies ; il n'a jamais été possible de maintenir en saison sèche un observateur à SELOUMBO. Il est difficile, dans ces conditions, d'estimer l'évaporation annuelle sur bac enterré. Elle est certainement très forte, probablement 3 m,70 à 3 m,90 par an à SELOUMBO (chiffre obtenu par comparaison avec des diagrammes annuels de station de même climat : TIN ADJAR), mais il s'agit d'un site

très venté. Quelle serait l'évaporation sur une surface de grande étendue ?

Les mares dans lesquelles plongent les limnigraphes des oueds du bassin versant de SELOUMBO ne peuvent nous donner d'indications : elles sont en terrain de sable argileux perméable et leur niveau baisse d'environ 5 cm par jour.

La mare dans laquelle plonge le limnigraphe de l'oued DIONABA se trouve sur fond de marne en couches redressées. Il semble imperméable, mais la mare est peu profonde et toute petite, si bien que l'évaporation, après percolation sur les bords, peut jouer de façon sensible (remontées d'eau par capillarité entre les warves recoupées visibles le matin). Cette mare voit son niveau baisser de 1 cm en moyenne par jour en dehors des périodes d'écoulement (Août, Septembre, Octobre 1958).

Le lac d'ALEG a un fond qui semble imperméable et nous ne croyons pas qu'il puisse être nourri, tout au moins dans les mois qui précèdent l'hivernage, par sources ou nappes phréatiques. En juin, avant l'arrivée des eaux de l'oued KETCHI, son niveau baissait de 7 mm par jour (compte tenu des chutes de pluie). Il s'agit d'une grande surface d'eau, de profondeur inférieure à un mètre en général, sans évapotranspiration par végétaux.

Aux limnigraphes des oueds KETCHI et AGMININE, la baisse des niveaux est de 1 cm par jour après fin d'écoulement. Mais les deux mares correspondantes sont très boisées et nous devons y avoir des pertes importantes par évapotranspiration. A la même époque, la mare de l'oued LEYE, non boisée, aurait baissé de 7 mm par jour. Notons que la consommation des animaux est faible par rapport à l'évaporation.

Nous ne sommes donc guère en mesure d'avancer des valeurs précises d'évaporation mensuelle sur grandes surfaces - 20 cm par mois nous semble une valeur moyenne raisonnable pour les mois de Mars à Novembre inclus, car nos bacs d'évaporation Colorado se trouvent enfouis dans le sable et la température de leurs eaux doit être supérieure à celle d'une retenue assez vaste. En Décembre, Janvier, Février, la valeur

de l'évaporation mensuelle pourrait descendre à 15 cm, on arriverait ainsi à un total annuel de l'ordre de 2 m,25 qui cadre bien avec ce qui a été trouvé sur le lac TCHAD : 2 m,26, alors que le bac Colorado voisin, installé dans un site assez comparable à celui de SELOUMBO pour le vent, indiquait une évaporation annuelle de 3 m,46.

C H A P I T R E III

ETUDE DE LA PLUVIOMETRIE

I - GENERALITES

Les pluies ne tombent guère qu'en été, cependant il peut arriver quelques averses - non pas tous les ans - entre Décembre et Mai. Ces averses ne seraient que des pluies fines sans fortes intensités.

Les averses de la saison des pluies sont presque toujours annoncées par un vent de sable violent qui dure une vingtaine de minutes avant l'arrivée brutale de la tornade. Cette dernière débute avec de très fortes intensités de précipitation pendant un quart d'heure ou une demi-heure, puis se prolonge, quelquefois pendant des heures, en traine de pluie fine, avec quelques arrêts. Pendant la durée de cette traine les intensités peuvent monter à 12 mm/h pendant une dizaine de minutes.

Si l'on considère la répartition dans l'espace, le noyau à forte intensité et précipitations abondantes a des bords nets, mais est entouré d'une marge de pluie fine, marge quelquefois absente, ainsi (DIONABA 24-7-58, SELOUMBO 3-8-58) l'on peut avoir une pluviométrie nulle à 3 km d'un relevé de 20 mm avec intensité de 60 mm/h. La transition entre l'isohyète de 10 mm de l'averse, où l'on trouve encore des intensités supérieures à 35 mm/h et l'isohyète de 5 mm où les intensités maximales sont pratiquement inférieures à 12 mm/h, se fait en environ 2 km à DIONABA et 1 km à SELOUMBO.

Le grain habituel se déplace dans une direction comprise entre le nord-ouest et le sud-ouest et ne semble pas avoir un front supérieur à quelques dizaines de kilomètres de largeur. On le voit arriver sous la forme d'un cumulo nimbus bien développé, avec son enclume, et est accompagné d'éclairs.

Il n'est d'ailleurs jamais isolé et une ligne, plutôt une zone de grains séparés en lignes, couvre la région pendant 3 à 4 jours, quelquefois une semaine ; l'on voit défiler un grain au nord et en même temps un autre au sud, le lendemain un troisième grain passera au-dessus de l'observateur.

Pendant ces périodes, les vents sont du secteur est, il fait humide et lourd. Entre ces périodes le vent souffle de l'ouest sud-ouest, poussant de petits cumulus de beau temps, il fait chaud et sec.

Comme la taille des grains habituels est réduite, il peut pleuvoir à deux stations le même jour sans que la pluie intéresse toute la zone comprise entre elles, ainsi le 29 Août 1958 - SELOUMBO 26,5 mm vers 20 H 30, DIONABA 15 mm vers 20 H 00 - distance 86 km à vol d'oiseau, et sur 25 km (à vol d'oiseau), entre les deux, pas de trace de pluie (dessins des empreintes de pneus conservés).

Il convient d'ajouter à ces 25 km une zone de 20 km (à vol d'oiseau) qui n'a reçu qu'une pluie très faible : (trous secs, dessins des empreintes de pneus à peine abimés).

Certains grains, les plus violents en intensités initiales et donnant les averses les plus abondantes, semblent couvrir une superficie beaucoup plus étendue et intéresser toute la zone. Malheureusement, la densité de pluviomètres n'est pas suffisante pour préciser les isohyètes, la marche et les déformations de ces grains.

Il se produit quelquefois qu'un même grain ait plusieurs centres de précipitation et l'on enregistre 2 ou 3 pointes d'intensités à des intervalles d'un quart d'heure à 2 heures (entre la première et la dernière pointe).

Il se peut également que deux grains passent au même point pendant la même période de 24 heures : ceci est assez rare si l'on ne compte pas comme grain une portion de traîne de pluie fine.

II - OBSERVATIONS DISPONIBLES (voir croquis 3-1)

Les relevés des pluviomètres suivants, du service Météo, qui se trouvent dans la région BRAKNA-TAGANT ou qui l'entourent, ont été utilisés pour les études de pluviométrie :

ALEG observé depuis	1921	à 136 km	(vol d'oiseau)	de DIONABA
BOUTILIMIT	"	1921	220 km	"
BOGHE	"	1921	183 km	"
KAEDI	"	1920	142 km	"
KIFFA	"	1923	142 km	"
M'BOUÏ	"	1921	120 km	"
MOUDJERIA	"	1923	93 km	"
TAMCHAKETT	"	1933	203 km	"
TIDJIKJA	"	1922	204 km	"
KANKOSSA	"	1953	174 km	"

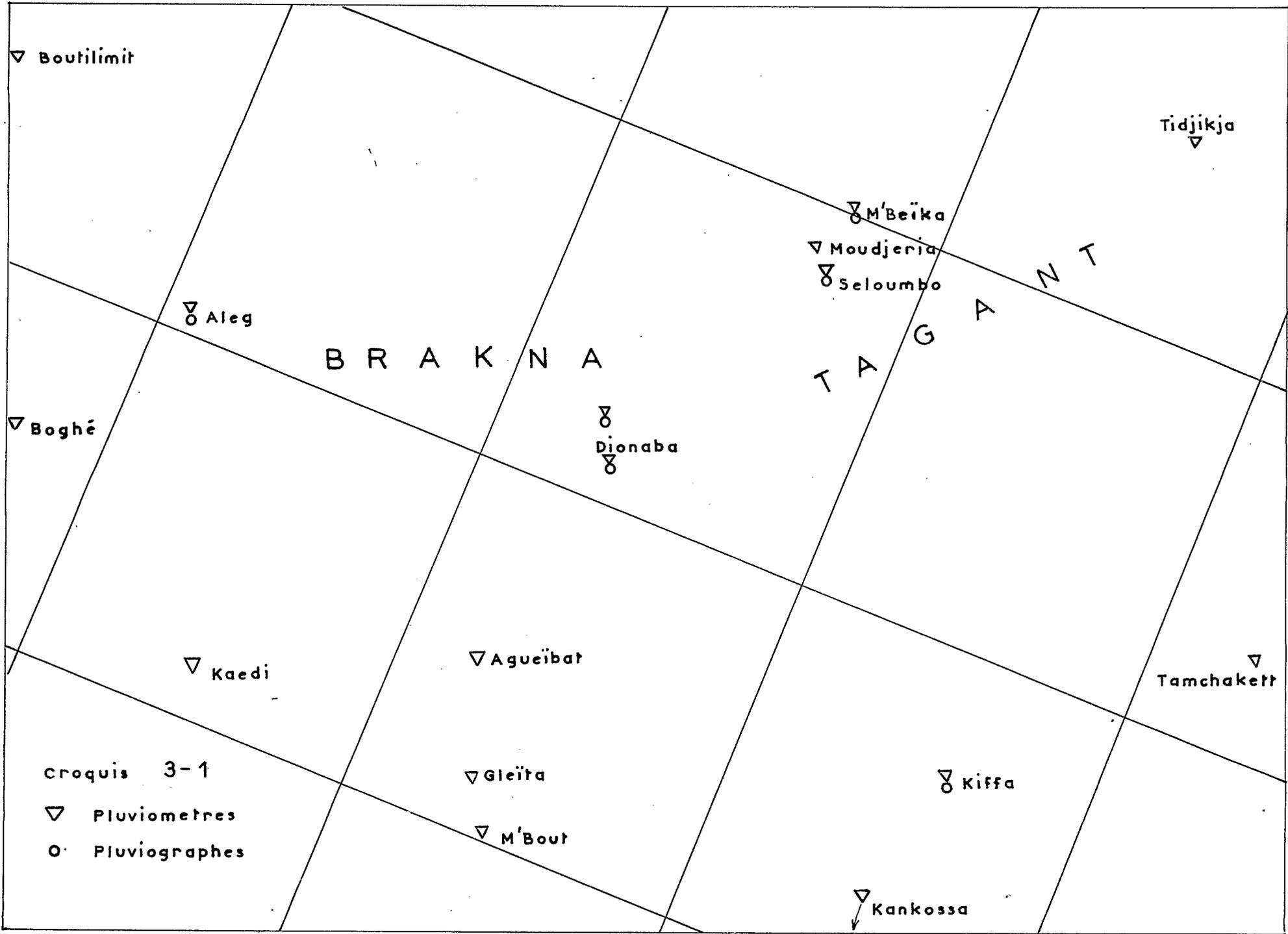
DIONABA (station météo) se trouve à peu près au centre de la zone à étudier.

Par malheur, les observations ne sont pas continues ; il manque des années complètes et souvent un seul mois dans l'année, mais en général le mois d'Août, le plus pluvieux. Les observateurs ne semblent pas avoir apporté beaucoup de soins à leurs relevés : hauteurs trop arrondies, heures fantaisistes, dates approximatives. Il semble que, la plupart du temps, les averses ayant donné des hauteurs inférieures à 5 mm aient été négligées.

Les dix dernières années 1949-1958 sont complètes et semblent mieux relevées dans presque toutes les stations. Les pluviométries, relevées à heures régulières, ne représentent pas très bien les hauteurs vraies des petites averses à cause de l'évaporation dans le seau pluviométrique.

Les relevés de l'ORSTOM pendant les saisons des pluies :

- 1957 à SELOUMBO 1 pluviographe 14 pluviomètres
- 1958 " 3 pluviographes 18 pluviomètres
- et à DIONABA 4 pluviographes 12 pluviomètres



Les relevés ont été correctement faits.

A DIONABA, comme il n'était pas toujours possible de faire la tournée des pluviomètres Association, immédiatement après l'averse, nous avons cherché à mesurer et à tenir compte de l'évaporation dans les seaux de la façon suivante :

Immédiatement après une averse, la quantité d'eau tombée dans le seau de la station météo était mesurée, l'eau reversée dans le seau, et remesurée périodiquement jusqu'au moment du relevé du dernier pluviomètre. La hauteur mesurée dans chaque pluviomètre du bassin versant a été corrigée, suivant l'heure du relevé, de l'évaporation ainsi déterminée au pluviomètre de la station météo.

L'évaporation cumulée, moyenne 1,5 mm en 24 heures (15 mesures comprises entre 1,0 et 2,0 mm) a l'allure indiquée sur le croquis ci-contre.

Les relevés du Génie Rural de MAURITANIE, effectués pendant les saisons des pluies :

- 1956-1957 à M'BEIKA	1 pluviomètre	
- 1958	d°	1 pluviographe -107 km de DIONABA
- 1958	ALEG	d°
- 1958	KIFFA	d°
- 1958	AIOUN (HODH)	d° -330 km de DIONABA
- 1958	NEMA (HODH)	d° -580 km de DIONABA

Les relevés de la Mission d'Aménagement du SENEGAL :

- 1958 à AGUEIBAT	1 pluviomètre	- 72 km de DIONABA
- et à GLEITA	d°	-104 km d°

III - LA SAISON DES PLUIES

Pour déterminer la durée moyenne de la saison des pluies, nous avons compté le nombre de jours entre celui de la première et celui de la dernière pluie (ces jours compris) qui se situent pendant les mois de

Mai, Juin, Juillet, Août, Septembre, Octobre et Novembre.

Cependant, lorsqu'une averse de Mai ou de Novembre se trouve séparée de la suivante (Mai) ou de la précédente (Novembre) par plus d'un mois de sécheresse, nous n'en avons pas tenu compte.

Pour faire l'étude ci-dessous, toutes les années complètes des relevés météo ont été utilisées : les données ne sont donc pas homogènes entre les stations.

Les durées moyennes de la saison des pluies, le nombre de jours de pluie moyen de la saison, ainsi que les dates moyennes de début et de fin, sont reportés sur le croquis 3-2.

La date la plus hâtive du début de la saison est pratiquement le 5 Mai pour toute la région, et la plus tardive varie entre le 1er Juillet et le 1er Août, du sud (isohyète moyenne annuelle 420) au nord (isohyète moyenne annuelle 150).

La date la plus tardive de fin de la saison varie entre le 15 et le 1er Novembre et la plus hâtive entre le 15 et le 1er Septembre (même limite que plus haut).

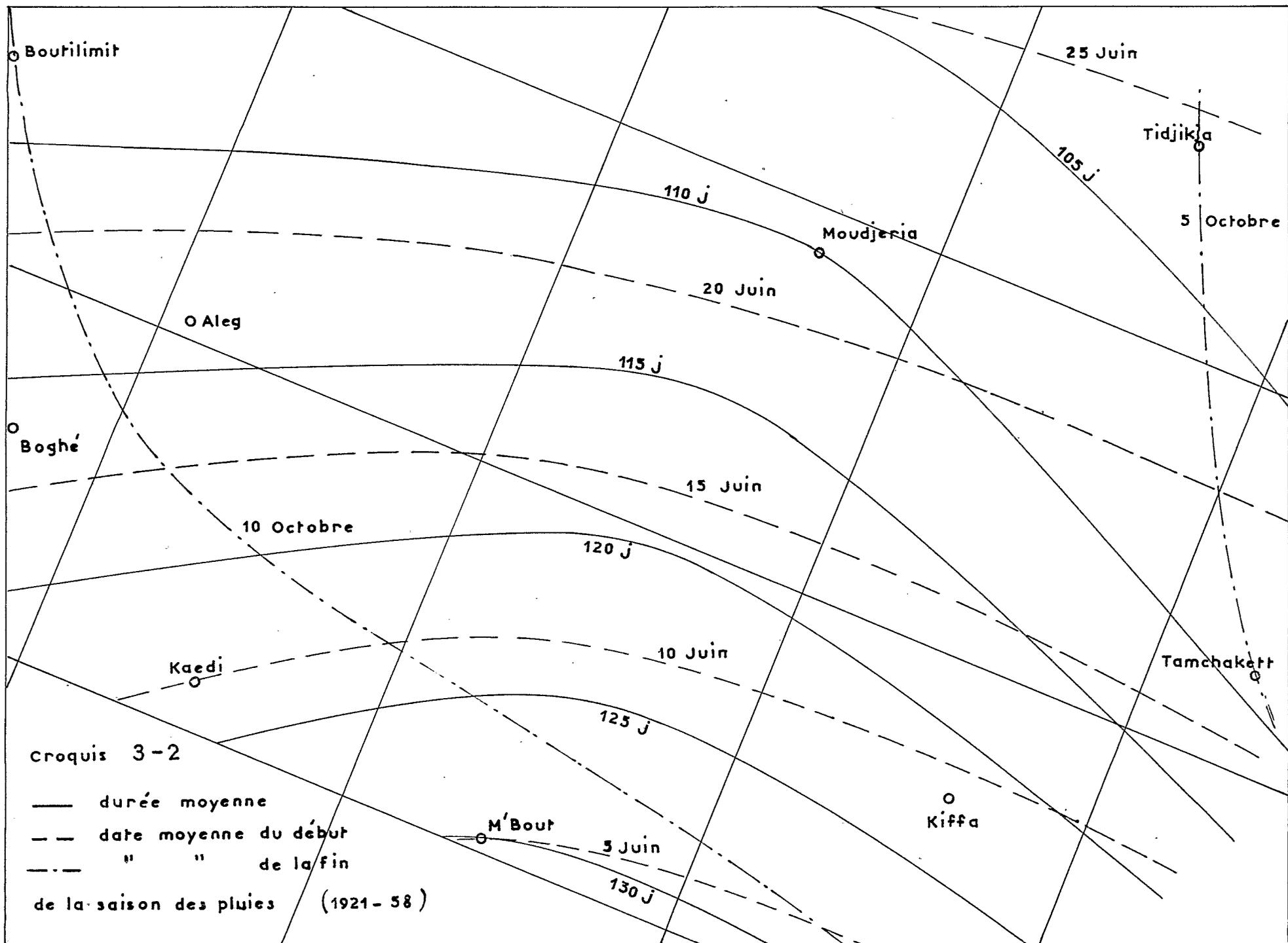
La durée de la plus longue saison observée varie entre 165 et 150 jours, celle de la plus courte entre 85 et 50 jours (mêmes limites que plus haut).

Il ne semble pas qu'il y ait de corrélation entre la durée de la saison des pluies et la quantité d'eau tombée. Cependant, les saisons les plus courtes sont parmi les moins abondantes.

Le nombre moyen mensuel de jours de pluie et la hauteur pluviométrique mensuelle moyenne sont indiqués sur les diagrammes 3-3 et 3-4.

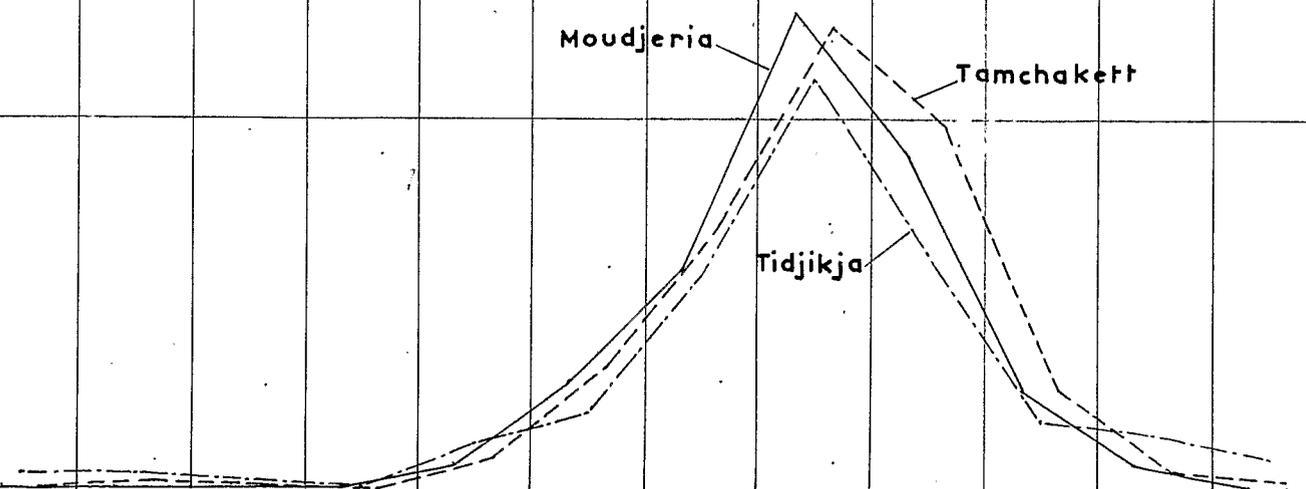
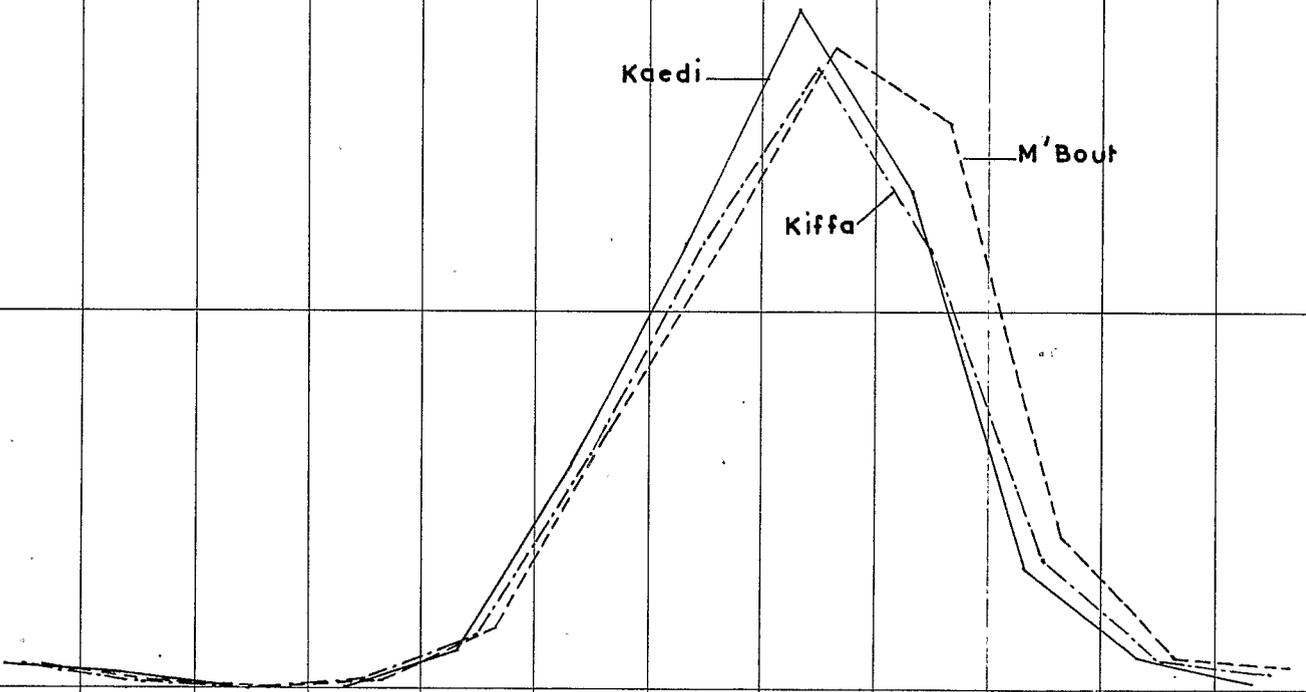
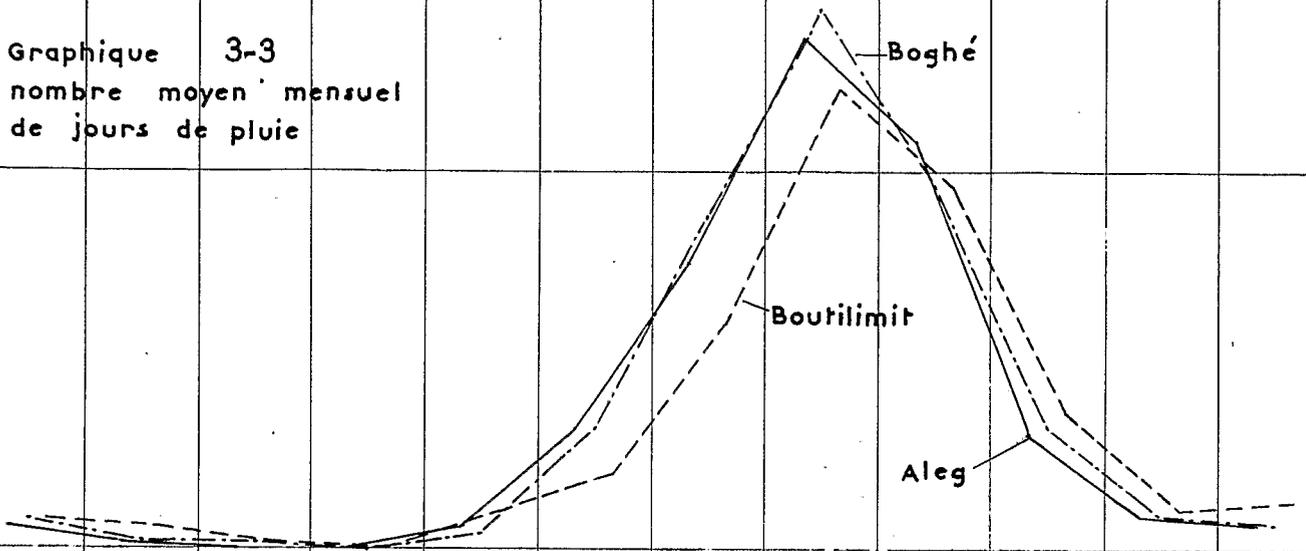
On voit que les stations se répartissent en 3 groupes :

- Stations du sud : KAEDI, KIFFA, M'BOUT



Janv. Fev. Mars Avril Mai Juin Juillet Août Sept. Oct. Nov. Dec.

Graphique 3-3
 nombre moyen mensuel
 de jours de pluie



Graphique 3-4

pluviometries mensuelles moyennes en mm

100

Aleg

Boutilimit

Boghé

0

0

100

Kaedi

M'Bout

Kiffa

0

0

100

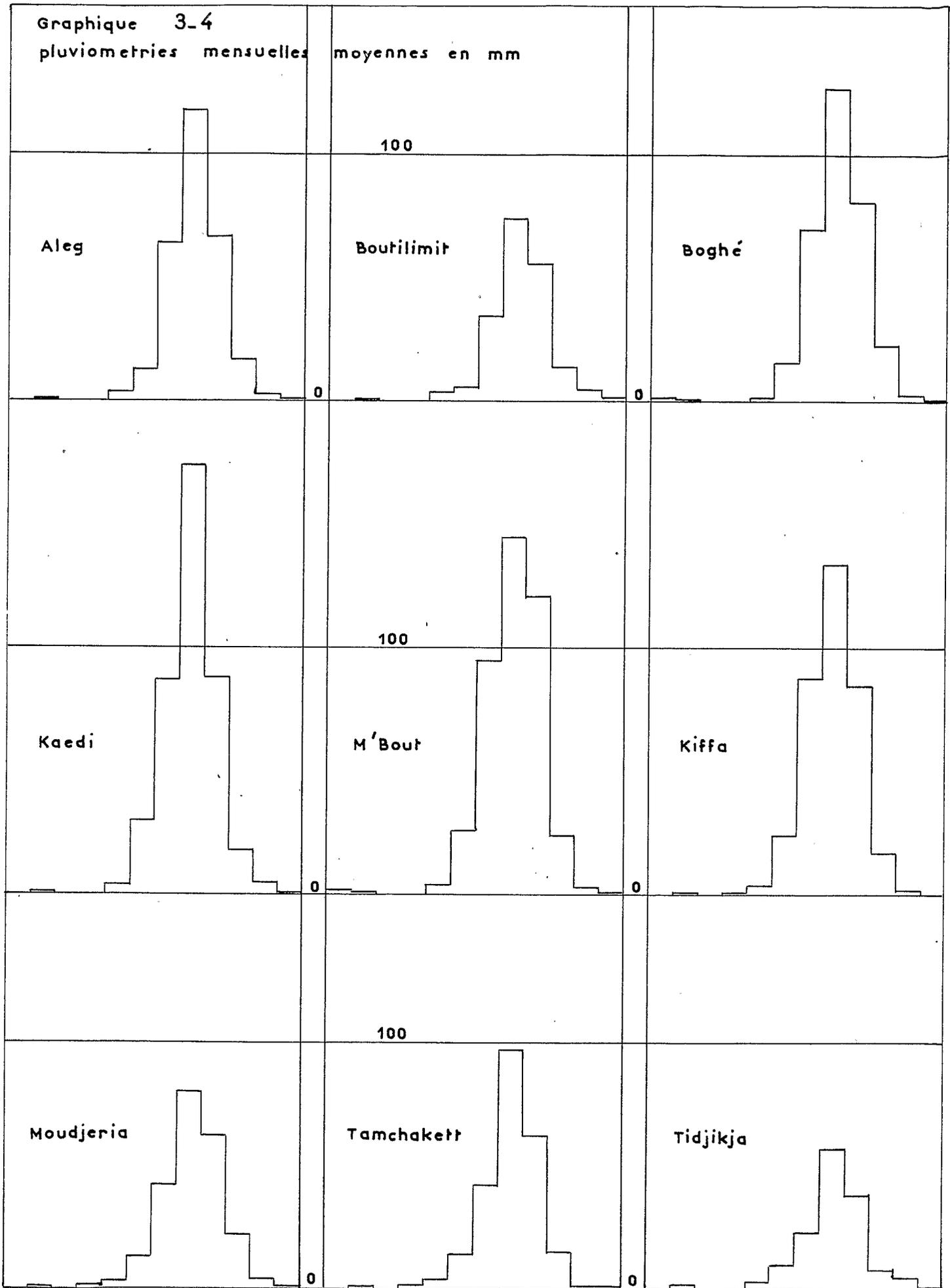
Moudjeria

Tamchakett

Tidjikja

0

0



- Stations de l'ouest : BOGHE, ALEG, BOUTILIMIT
- Stations de l'est : NOUDJERIA, TIDJIKJA, TAMCHAKETI

Les jours de pluie sont plus nombreux pour les stations du sud et moins élevés pour les stations de l'est. Dans l'ensemble, le mois le plus pluvieux est le mois d'Août avec en moyenne 7 jours (4,5 à TIDJIKJA - 9 à KAEDI). Septembre l'est un peu moins (3 à TIDJIKJA - 7,5 à M'BOUT) et Juillet encore moins (3 à TIDJIKJA - 5 à KAEDI). Juin présente 1 à 3 jours, Octobre 1 jour.

Les hauteurs moyennes du mois le plus pluvieux (Août) varient de :

- 130 à 170 mm pour le groupe du sud
- 75 à 125 mm pour le groupe de l'ouest
- 55 à 95 mm pour le groupe de l'est.

Le total pluviométrique moyen de la saison des pluies est, pour toute la région, à 5 mm près, celui de l'année moyenne, et le nombre moyen de jours de pluie de la saison est à un jour près celui de l'année.

Le mois d'Août se trouve toujours dans la saison des pluies, c'est en général le plus arrosé et en moyenne il reçoit, dans toute la région, 38% des quantités d'eau pour 33% du nombre des jours de pluie de la saison. Les averses que ce mois reçoit sont habituellement parmi les plus fortes de l'année, mais la plus forte averse de chaque année peut tomber à n'importe quel moment de la saison.

IV - ETUDE DES PLUVIOMETRIES TOTALES ANNUELLES

Les relevés utilisés pour faire cette étude sont ceux du service Météo. Nous insistons sur le fait que, par suite des manques, seule la période des dix dernières années est complète pour les neuf premières stations de la liste. Cette période est bien courte et nous avons préféré utiliser toutes les observations en sacrifiant l'homogénéité.

Le croquis 3-5 montre les isohyètes moyennes de la région, établies avec les données disponibles de la période 1921-1958 inclus. La constance du gradient pluviométrique, 1 mm au km du nord vers le sud, est remarquable.

La hauteur pluviométrique varie entre 155 et 425 mm (16 et 30 jours de pluie). La hauteur de précipitation moyenne dans le BRAKNA serait de 280 mm et 200-220 mm dans le TAGANT.

Le croquis 3-6 montre les isohyètes moyennes annuelles établies avec les relevés des dix dernières années ; elles sont déformées par rapport aux précédentes et les moyennes par stations de ces dix dernières années sont certainement excédentaires sur les pluviométries réelles.

Irrégularité interannuelle

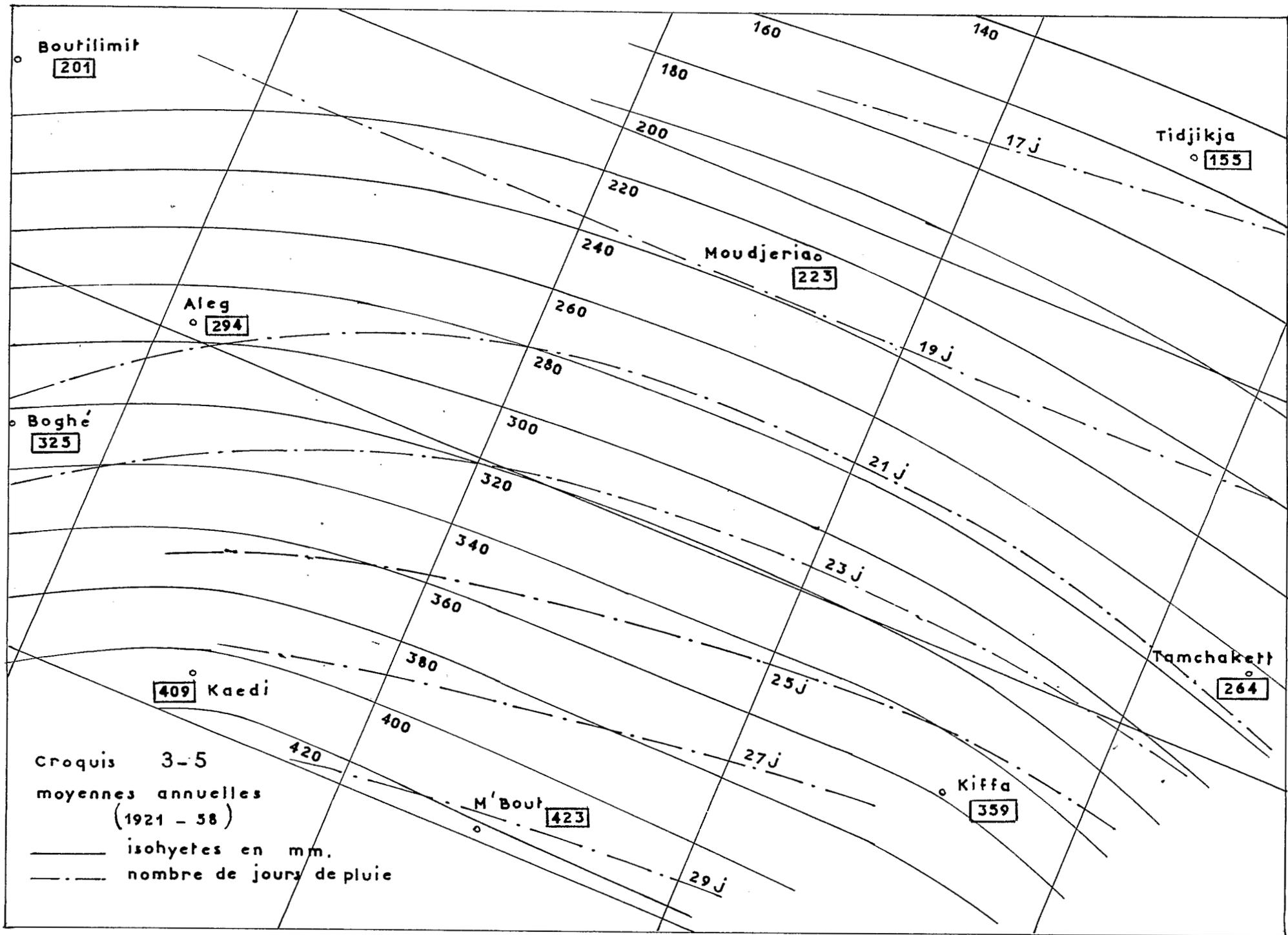
Les diagrammes établis en portant année par année les totaux pluviométriques de chaque station ne font ressortir que l'incohérence des variations de ces totaux. La suite des moyennes établies par 5 ans (pour chaque année et chaque station) n'indique aucune périodicité des années sèches ou humides.

Nous avons reporté sur le graphique 3-7, année par année, les moyennes des écarts réduits des précipitations aux stations (1) : il montre bien l'incohérence, avec les années, des variations des pluviométries annuelles sur la région (nous avons choisi les écarts gaussiens comme variable auxiliaire pour établir des moyennes interstations sur des éléments de même ordre).

Nous avons étudié la répartition en probabilité des totaux annuels des neuf stations intéressantes de la météo. L'étude a été faite graphiquement en poin-

(1) l'écart réduit est le rapport entre l'écart à la moyenne d'une précipitation annuelle considérée, et l'écart type : écart réduit = $\frac{x_i - \bar{x}}{\sigma}$

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{m}}$$



Boutilimit
201

Tidjikja
155

Moudjeriao
223

Aleg
294

Boghé
325

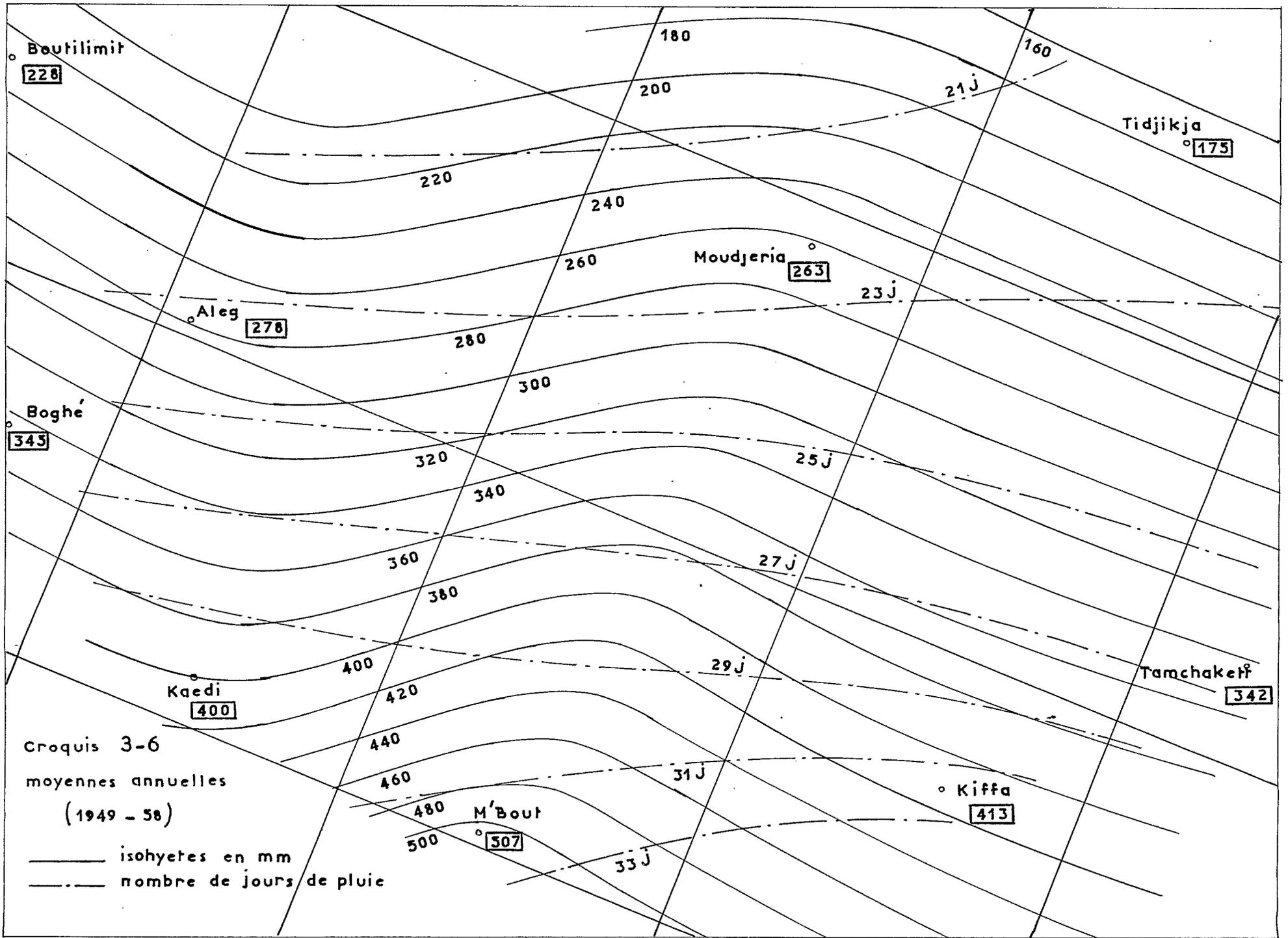
Kaedi
409

Tamchakett
264

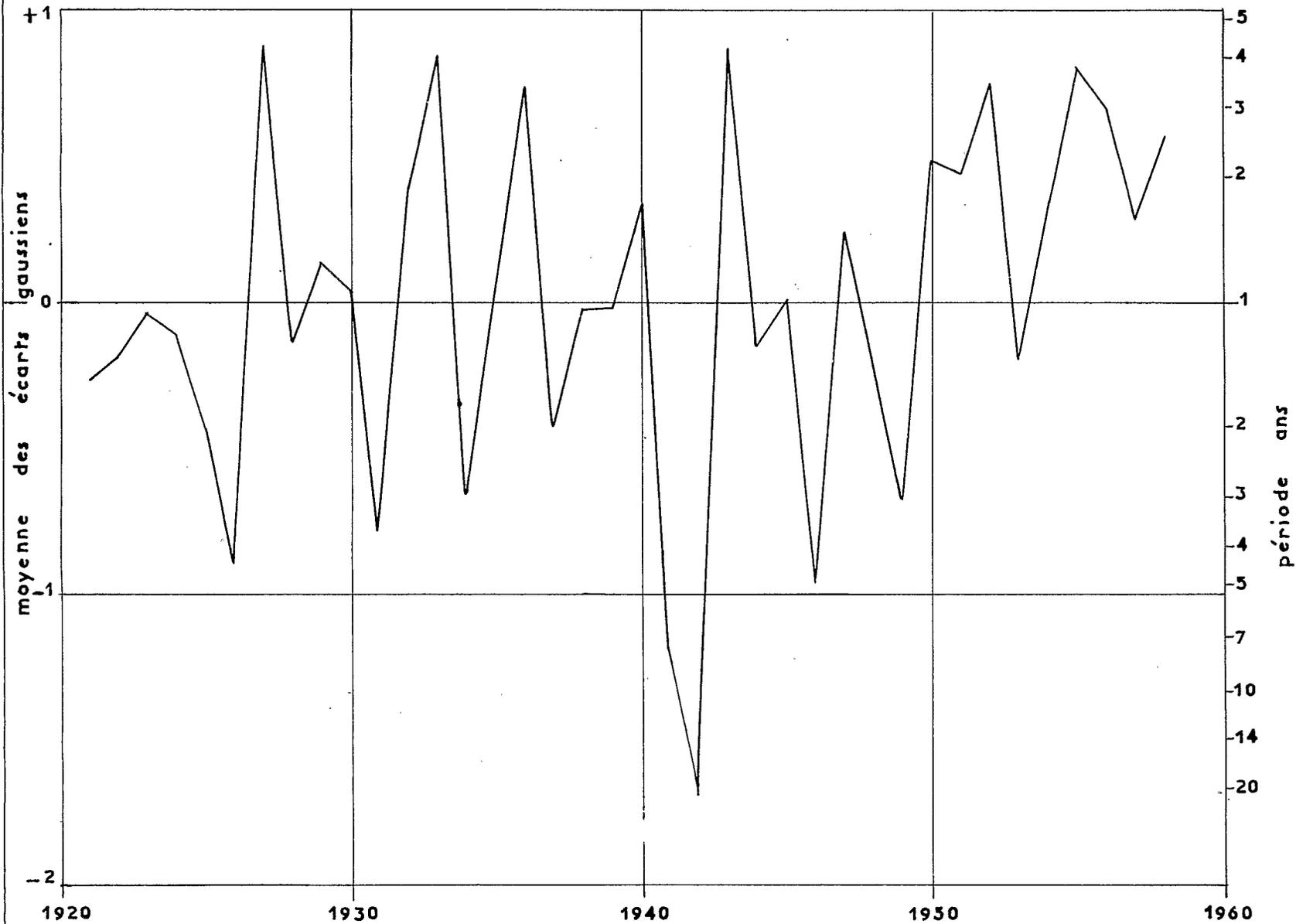
M'Bout
423

Kiffa
359

Croquis 3-5
 moyennes annuelles
 (1921 - 58)
 — isohyetes en mm.
 - - - nombre de jours de pluie



Graphique 3-7



tant sur une feuille les écarts réduits suivant la hauteur pluviométrique, et sur une autre ces écarts, suivant le logarithme de la hauteur. Ces lois de répartition sont nettement du même type pour l'ensemble des stations (sauf BOGHE) et nous en avons tiré les graphiques 3-8 et 3-9 donnant approximativement les pluviométries annuelles ponctuelles probables suivant le temps de récurrence (période) ; (la probabilité réelle correspondant à un temps de n années étant de $\frac{1}{n+1}$).

Nous ne saurions trop insister sur le fait que la durée des observations et leur qualité ne permettent pas, en principe, d'avancer des chiffres de pluviométries probables pour des temps de récurrence supérieures à 5 ans. Cependant, comme il semble que la même loi s'applique sur toute la région, les chiffres avancés pour les temps de récurrence de 10 ans ne sont peut-être pas trop erronés. Au-delà, et surtout pour des temps de récurrence de 50 ans, les courbes des graphiques ne doivent être considérées que comme qualitatives.

On constate que pour l'isohyète 240 mm, par exemple, l'année décennale humide correspond à 385 mm, l'année décennale sèche à 110 mm. L'irrégularité est grande.

Abattement des précipitations ponctuelles excédentaires

Nous avons étudié les corrélations entre les pluies annuelles par couples de 2 stations pour les 36 couples possibles. Le principe de cette étude a été le suivant : un couple de station possède N années communes d'observations. Nous numérotions séparément chacune des deux séries par ordre décroissant des hauteurs pluviométriques. Soit pour une année donnée d_1 et d_2 les numéros respectifs des deux stations ; les probabilités expérimentales correspondantes des totaux pluviométriques sont $d_1/N+1$ et $d_2/N+1$. Portons en abscisse, pour chacune des années communes, la probabilité la plus faible et en ordonnée la probabilité de l'autre point du couple : nous obtenons un nuage de points qui permet de tracer la droite de corrélation qui unit

Graphique

3-8

Pluviométries annuelles
ponctuelles
années fortes

40

30

20

10

0

Temps de récurrence

extrapolation

Pluviométrie moyenne annuelle 200 mm

Pluviométrie moyenne annuelle 300 mm

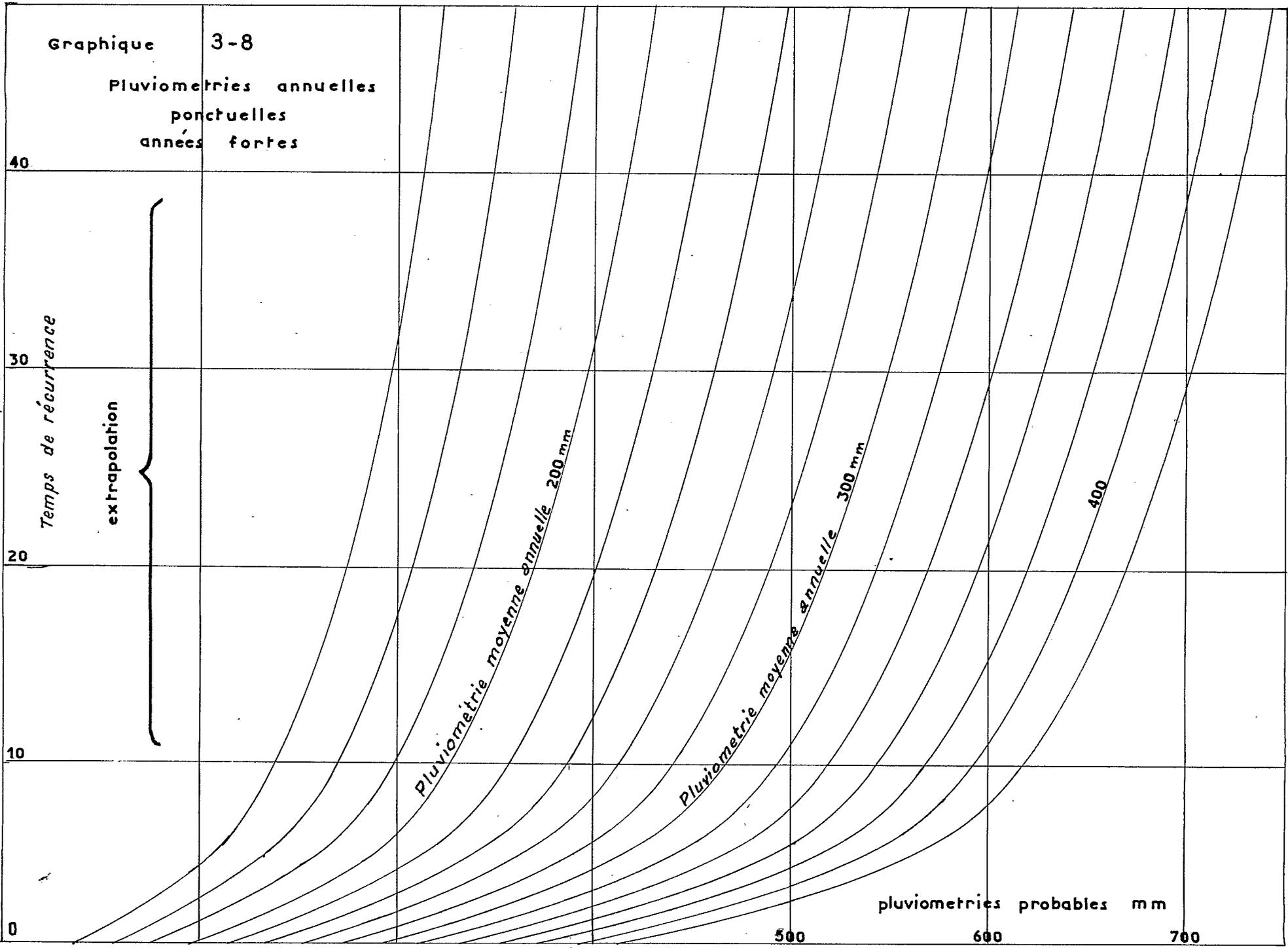
400

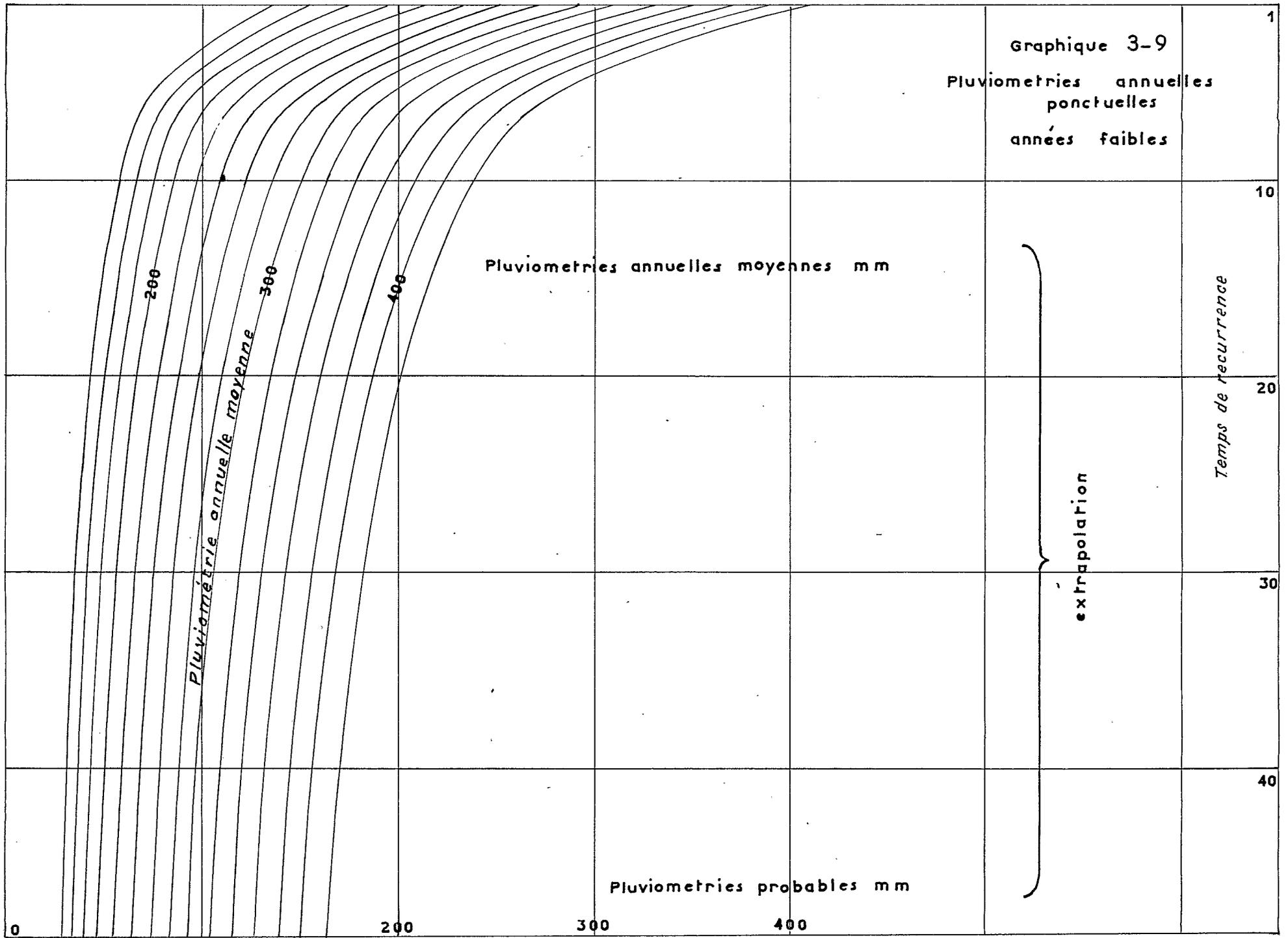
pluviométries probables mm

500

600

700





deux stations "en abattement", c'est-à-dire qui donne la probabilité du total d'une station par rapport à la probabilité du total de l'autre (total excédentaire sur la moyenne), cette dernière probabilité étant de temps de récurrence, supérieure à la première.

De même, l'on peut tracer la droite de corrélation qui unit deux stations "en relèvement" c'est-à-dire qui donne la probabilité du total d'une station par rapport à la probabilité du total de l'autre (total déficitaire sur la moyenne), cette dernière probabilité étant de temps de récurrence, supérieure à la première.

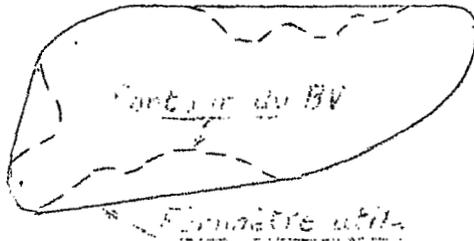
En fait, ces droites de corrélation ont été calculées pour l'ensemble des N années et pour les probabilités inférieures à 0,2 des années excédentaires et déficitaires.

Nous en avons tiré des graphiques d'abattement et des graphiques de relèvement, donnant suivant la distance entre deux stations, la probabilité du total à l'une de ces stations, celle de l'autre (relativement la plus excédentaire ou la plus déficitaire) étant choisie à l'avance (ces graphiques ne sont pas reproduits dans cette étude).

Considérons un réseau d'isohyètes annuelles et un bassin versant de forme et de superficie déterminées. Si nous posons ce bassin versant sur le réseau, le nombre d'isohyètes qu'il recoupera dans une zone déterminée du réseau, sera, en moyenne pour toutes les positions que l'on peut lui donner en changeant son orientation dans la zone, proportionnel à son "encombrement moyen" qui est la distance moyenne entre les deux droites parallèles entre elles et tangentes à son contour extérieur (1). Cet encombrement moyen se calcule facilement : il est égal à $\frac{1}{\pi}$ fois la longueur de la courbe la plus courte, continuellement concave, qui entoure le bassin versant (pour la

(1) Ceci est développé dans une note en fin de chapitre sur l'étude des abattements pluviométriques journaliers.

construction de laquelle on a supprimé tous les rentrants en traçant des bitangentes).



Les courbes d'abattement ou de relèvement ponctuel dont il a été question au dernier alinéa du sous-paragraphe précédent, sont des moyennes qui ne font pas intervenir la forme des réseaux d'isohyètes. Si nous en tirons la valeur moyenne de l'intégrale suivant la distance (après être repassé par les hauteurs pluviométriques),

nous pouvons construire les courbes des graphiques 3-10 et 3-11, dont l'utilisation est expliquée par l'exemple suivant :

Soit un bassin versant d'encombement 90 km, sur lequel la pluviométrie moyenne interannuelle est de 280 mm. La pluviométrie annuelle ponctuelle déficitaire de temps de récurrence 10 ans est (graphique 3-9) de 135 mm. Pour un encombrement moyen de 90 km (graphique 3-11), le temps de récurrence de 10 ans est transformé en temps de récurrence de 4,8 ans auquel correspond (graphique 3-9) un total annuel de 178 mm.

Nous attirons l'attention sur le fait que, sur les graphiques 3-10 et 3-11, les courbes correspondant à des pluviométries ponctuelles (encombement nul) de temps de récurrence 50 ans et 20 ans, ne sont guère que qualitatives.

Il est remarquable dans l'étude des totaux annuels des stations, et ces graphiques le montrent bien, que les années fortement déficitaires à une station, sont des années sèches pour toute la région qui nous intéresse, mais que les années fortement excédentaires à une station sont des années moyennes pour l'ensemble des autres stations.

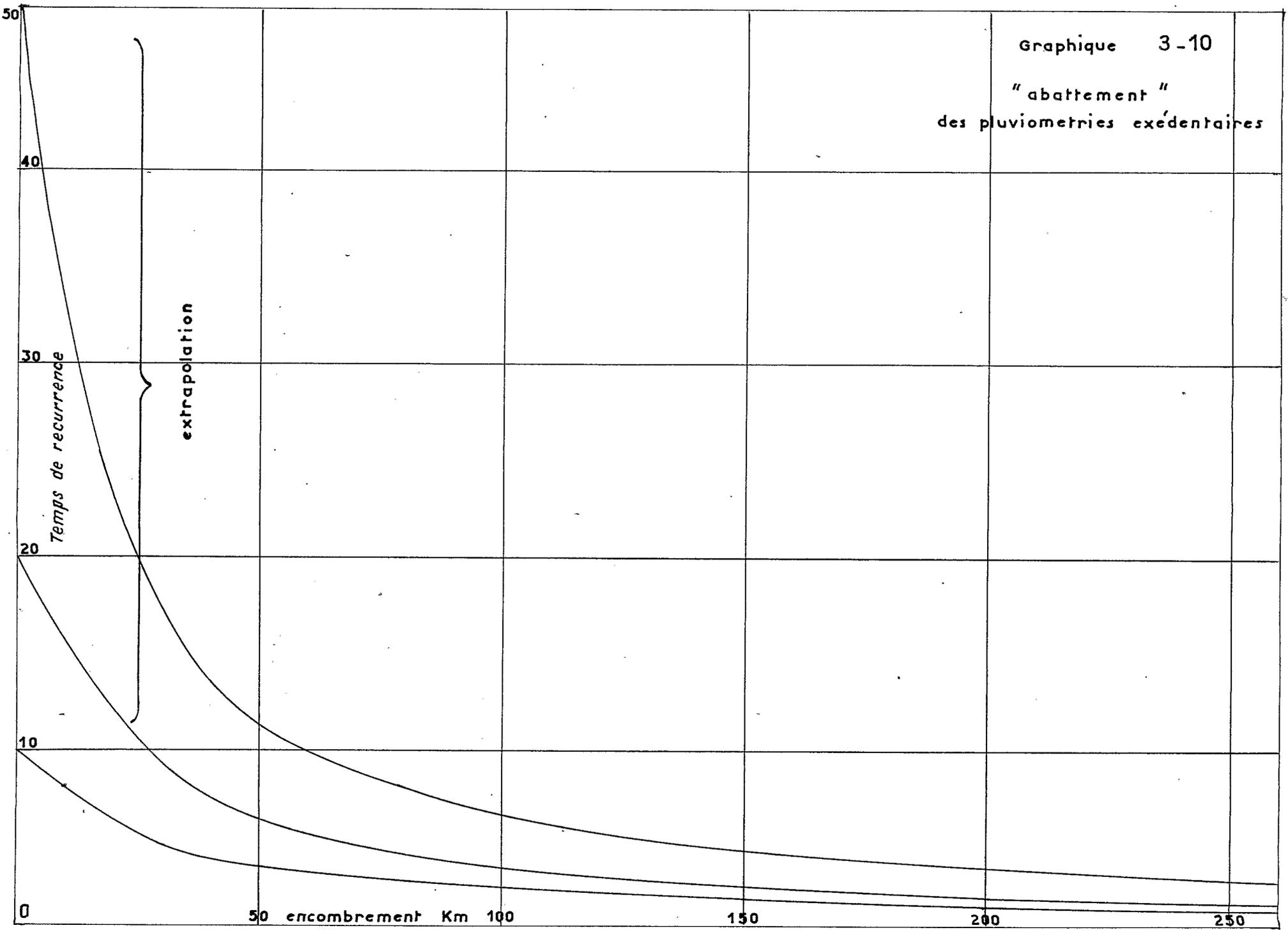
L'ensemble des diagrammes présentés dans ce paragraphe, permet de répondre à toute question concernant les hauteurs de précipitations annuelles.

V - ETUDE des REPARTITIONS des HAUTEURS JOURNALIERES

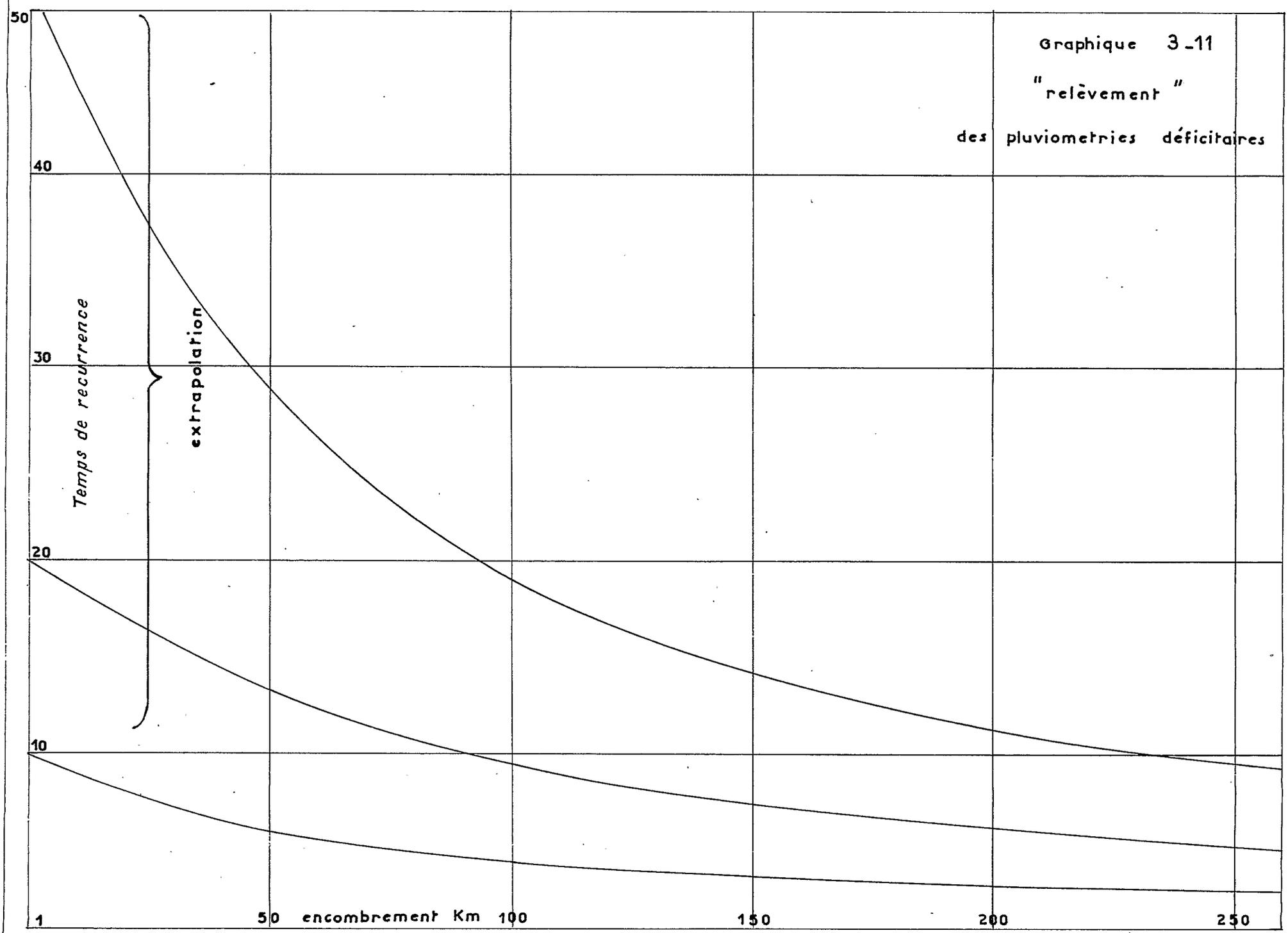
Les relevés utilisés pour l'étude de la probabilité des hauteurs journalières sont ceux du service météorologique ; la remarque faite déjà au début du paragraphe IV est encore valable.

Graphique 3-10

"abattement"
des pluviometries exédentaires



Graphique 3-11
"relèvement"
des pluviometries déficitaires



Pour l'étude des abattements, nous avons utilisé en plus de ces relevés, ceux de l'ORSTOM et de la MAS.

Il eût été peut-être préférable de faire les études par averse ; les observations disponibles ne le permettent pas, et nous verrons plus loin (étude des intensités) que pratiquement la hauteur pluviométrique d'une averse se confond avec la hauteur journalière. Ce point a été évoqué plus haut.

Nous avons étudié graphiquement la répartition en probabilité des hauteurs pour chacune des neuf stations intéressantes de la météo, en pointant les écarts réduits suivant les logarithmes des hauteurs totales d'un jour, de deux jours consécutifs, de cinq jours consécutifs.

Les lois de répartition sont semblables entre les stations et nous avons pu résumer sur les graphiques (1) 3-12, 3-13 et 3-14 les hauteurs pluviométriques probables (1, 2 et 5 jours respectivement) suivant le temps de récurrence (la probabilité réelle correspondant à un temps de récurrence de n années est de $1/n \times 365,25 + 1$). Les remarques faites à la fin du paragraphe, concernant l'irrégularité interannuelle, sont valables ici également.

Sur les croquis 3-15 et 3-16 nous avons tracé, sous forme d'isohyètes, les valeurs probables des hauteurs journalières, ponctuelles : maxima annuels et décennaux.

Nous avons étudié l'abattement ponctuel par couple de stations de la façon suivante : pour un couple donné, nous mettons d'un côté, dans une colonne, la hauteur journalière la plus forte des observations faites un jour donné, aux deux stations, d'un autre côté, la hauteur la plus faible. Cela par tranches de hauteurs maximales de 10 millimètres, comprises entre 20 et 30 mm, 30 et 40, 40 et 50 Nous faisons la

(1) Le mode d'établissement de ces graphiques est développé en note, en fin de chapitre.

Graphique

3 -12

40

30

20

10

1

Temps de récurrence

extrapolation

Hauteur pluviométrique annuelle

200

300

400

Pluviométrie ponctuelle probable
journalière mm

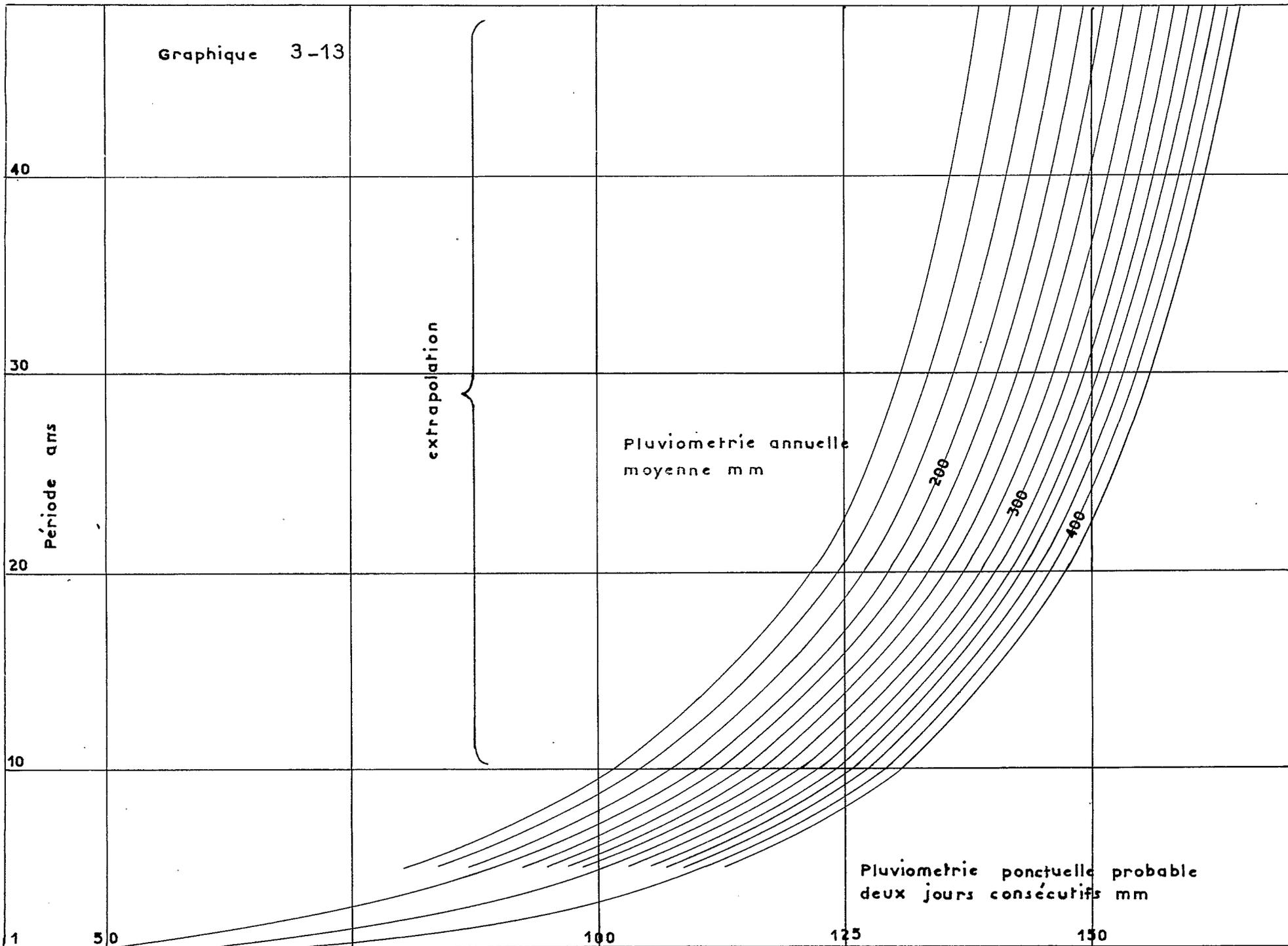
75

100

125

150

Graphique 3-13



40

30

Période ans

20

10

1

50

100

125

150

extrapolation

Pluviometrie annuelle
moyenne mm

Pluviometrie ponctuelle probable
deux jours consécutifs mm

200

300

400

Graphique

3-14

40

30

Période ans

20

10

1

100

125

150

175

200

extrapolation

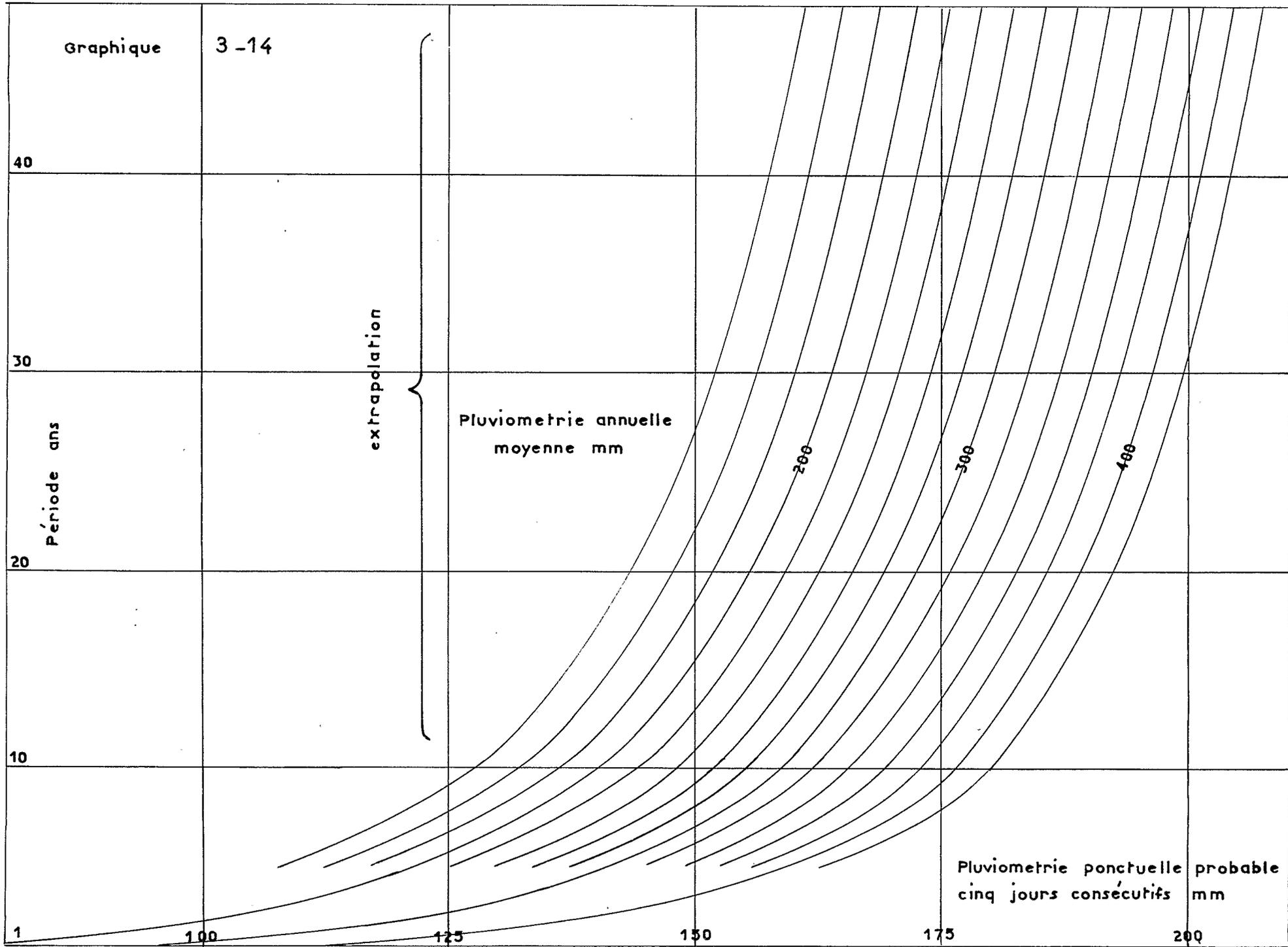
Pluviometrie annuelle
moyenne mm

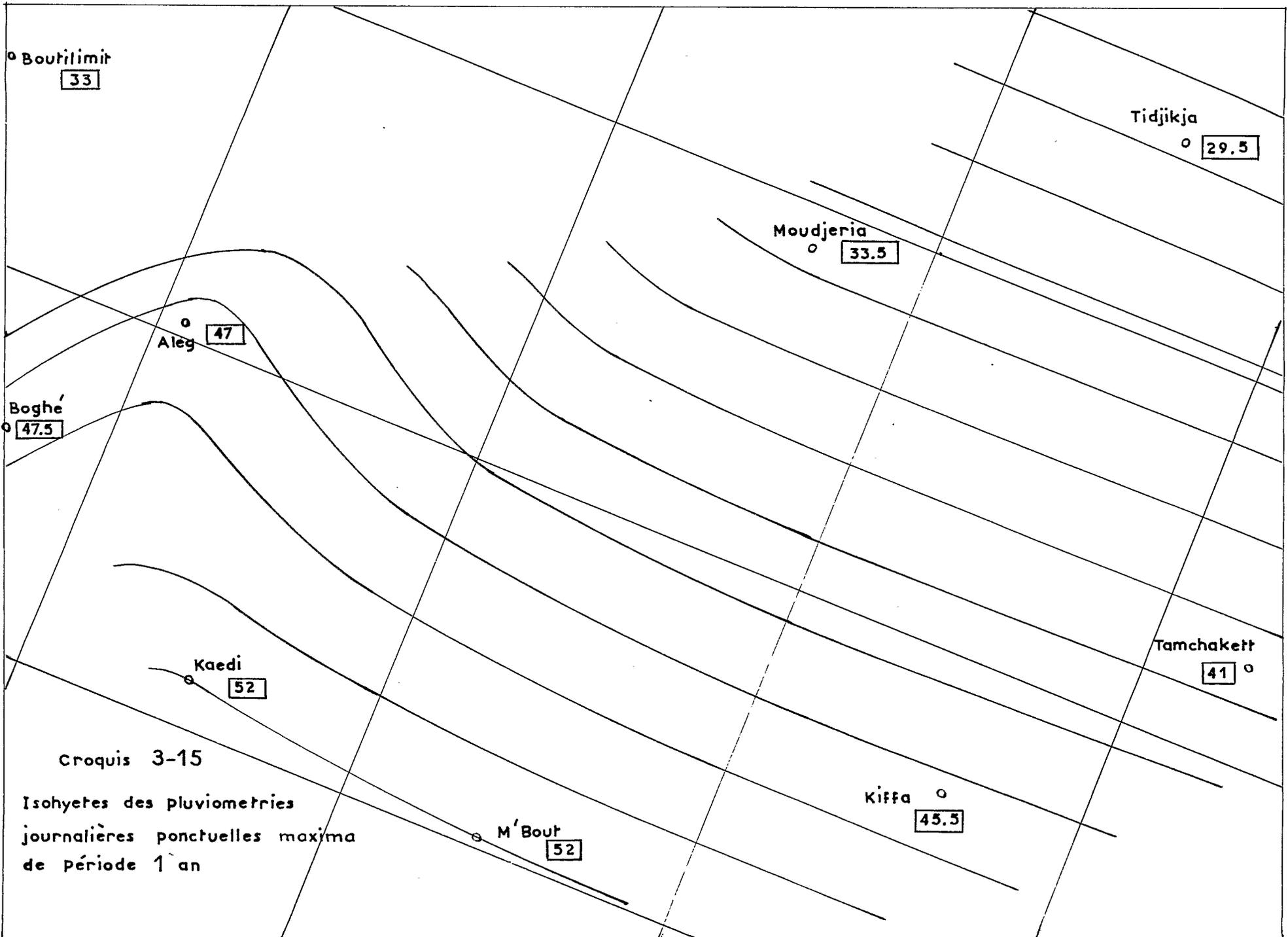
200

300

400

Pluviometrie ponctuelle probable
cinq jours consécutifs mm





croquis 3-15

Isohyetes des pluviometries
journalières ponctuelles maxima
de période 1 an

o Boutilimit
78

Tidjikja
o 78

o Moudjeria
81

o ALEG
93

o Kaedi
102

o Kiffa
89

Croquis 3-16

Isohyetes des pluviometries
journalières ponctuelles maxima
de période 10 ans

moyenne par tranche des hauteurs maximales et des autres, d'où nous tirons l'abattement moyen ponctuel à une station du couple, la hauteur maximale étant choisie pour l'autre station.

Nous constatons que, pour des hauteurs maximales supérieures à 30 mm, l'abattement reste à peu près constant, pour une distance donnée.

En faisant ces calculs pour les différents couples possibles, l'on peut tracer la courbe d'abattement ponctuel, suivant la distance pour les pluies journalières ayant donné des maxima supérieurs à 30 mm.

Ce faisant, nous ne tenons pas compte des gradients pluviométriques et des différences entre les lois de répartition des hauteurs journalières, suivant les différents points de la zone. Il eût fallu faire l'étude en comparant les probabilités et non les hauteurs. Une étude plus poussée montre que le coefficient d'abattement ponctuel doit d'abord croître, passer par un maximum et décroître pour les grandes hauteurs maximales (cela pour une distance donnée entre points d'un couple). Nous n'avions ni le temps, ni les moyens de pousser très loin une analyse fine de l'abattement (1).

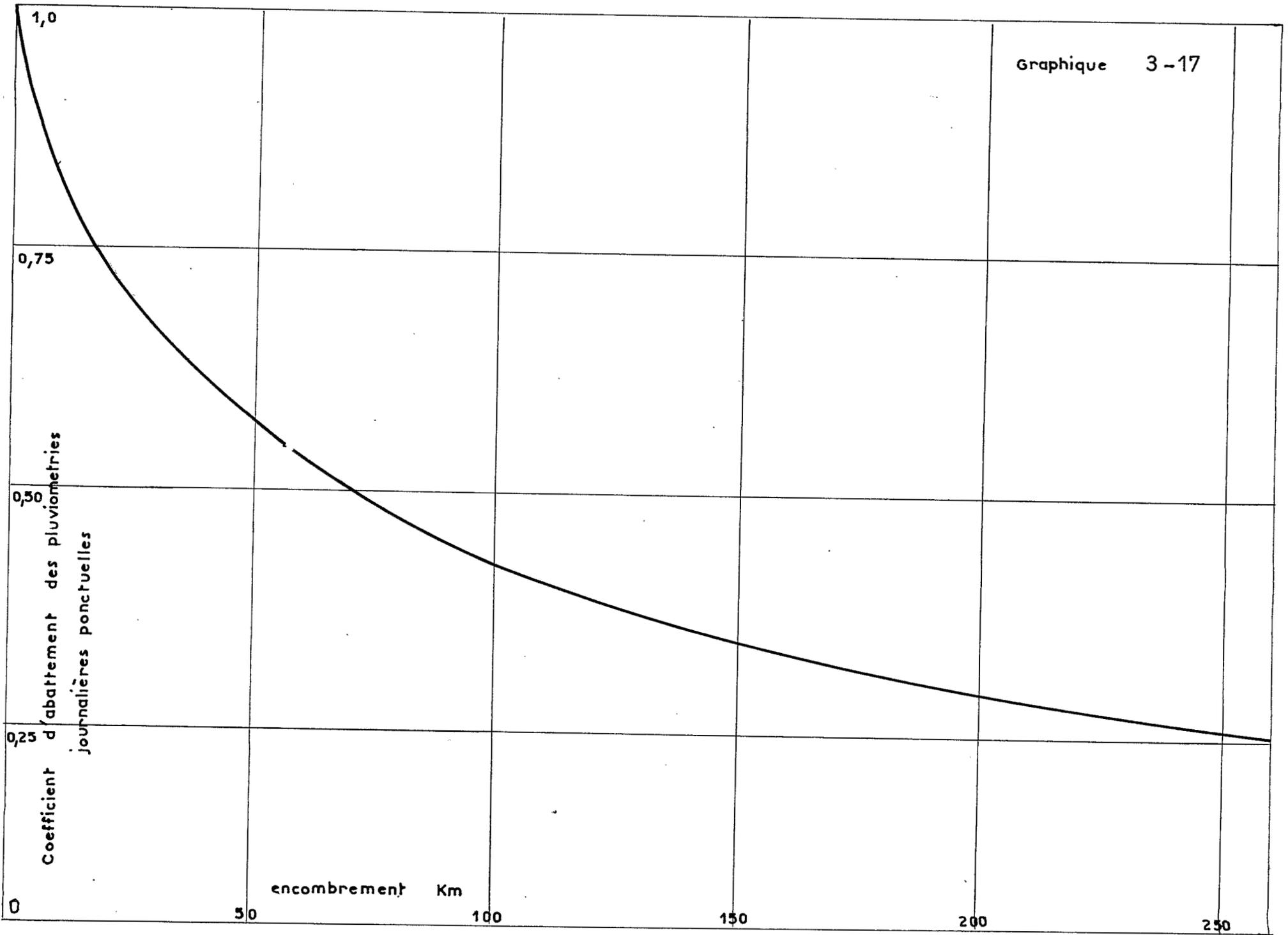
La valeur moyenne, suivant la distance de l'intégrale de la courbe précédente, donne l'abattement linéaire (voir graphique 3-17) à choisir pour un bassin versant d'encombrement donné (voir plus haut). Nous estimons que l'abattement moyen ainsi défini est exact à 10% près. Les éléments nous manquent pour affirmer, et cela est possible, que l'abattement est plus fort en région à relief tourmenté (TAGANT) qu'en région à relief doux (BRAKNA).

Nous n'avons pas fait d'étude d'abattement pour les totaux pluviométriques de deux jours consécutifs.

Nous avons fait cette étude pour les totaux de 5 jours consécutifs, ce qui présente de l'intérêt

(1) ce paragraphe et le suivant sont développés en note, en fin de chapitre.

Graphique 3-17



pour les grands bassins versants (voir graphique 3-18). Cette étude a été conduite d'une manière analogue à celle décrite au paragraphe précédent, bien que, dans ce dernier cas, il eût été beaucoup plus intéressant d'utiliser des probabilités plutôt que des hauteurs brutes, car l'influence du gradient est beaucoup plus sensible (nous nous sommes contentés de passer par le biais des probabilités des hauteurs moyennes de chaque tranche). Nous n'obtenons qu'une approximation que nous estimons cependant suffisante.

VI - ETUDE DES INTENSITES

Pour faire cette étude, nous disposons d'observations dispersées : 13 pluviographes-an (voir paragraphes II B et II C). Le dépouillement nous donne au total 244 journées de pluies enregistrées.

Chaque pluviogramme a été dépouillé par intervalles de 5 minutes, en recherchant tout d'abord l'intervalle qui donnait la plus forte intensité.

Nous avons admis, pour tout utiliser, que les grains se présentaient d'une façon analogue, aussi bien à NEMA qu'à ALEG (700 km à vol d'oiseau), ce qui semble vraisemblable, la latitude étant la même et la répartition des hauteurs journalières à NEMA suivant à peu près la même loi que celle observée aux pluviomètres de notre zone.

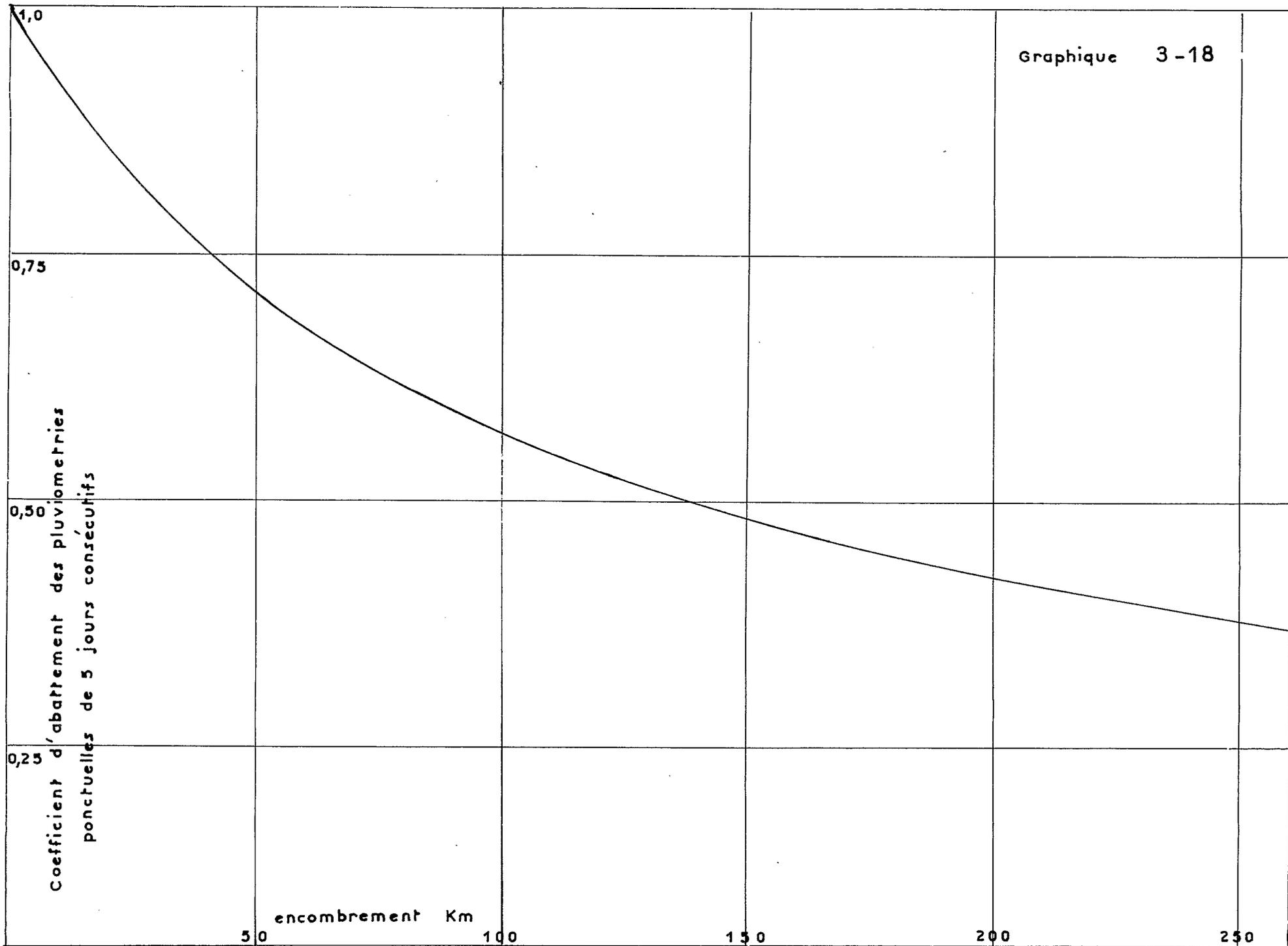
Nous avons fait les remarques suivantes, pleines d'intérêt si l'année 1958 a été normale.

Les différentes pointes d'intensité, dans un intervalle de 24 heures (qui n'est pas forcément délimité comme une journée météorologique entre 8 h et 8 h), peuvent se répartir en deux catégories :

- grains à pointes multiples, intervalles entre pointes extrêmes, un quart d'heure à 2 heures. Si nous ne considérons que les intensités de pointe supérieures à 35 mm/h, nous avons relevé :

2 grains à 3 pointes
17 grains à 2 pointes (dont 2 dans la même période de 24 h)

Graphique 3-18



Coefficient d'abattement des pluviometries ponctuelles de 5 jours consecutifs

encombrement Km

50

100

150

200

250

et si nous considérons toutes les intensités de pointe supérieures à 20 mm/h, nous avons relevé :

1 grain à 4 pointes
4 grains à 3 pointes
31 grains à 2 pointes

Les grains à pointes multiples sont relativement peu fréquents.

- grains multiples : intervalle minimum entre pointes 4 h. Si nous ne considérons que les intensités de pointe supérieures à 35 mm/h, nous ne trouvons que 6 intervalles de 24 heures à avoir reçu 2 grains. Et si nous tenons compte de toutes les intensités de pointe supérieures à 20 mm/h, nous ne trouvons que 9 intervalles de 24 heures à avoir reçu 2 grains. Aucun n'en a reçu plus. Nous constatons que les grains multiples en 24 heures sont rares dans nos observations (pratiquement 8 stations-an).

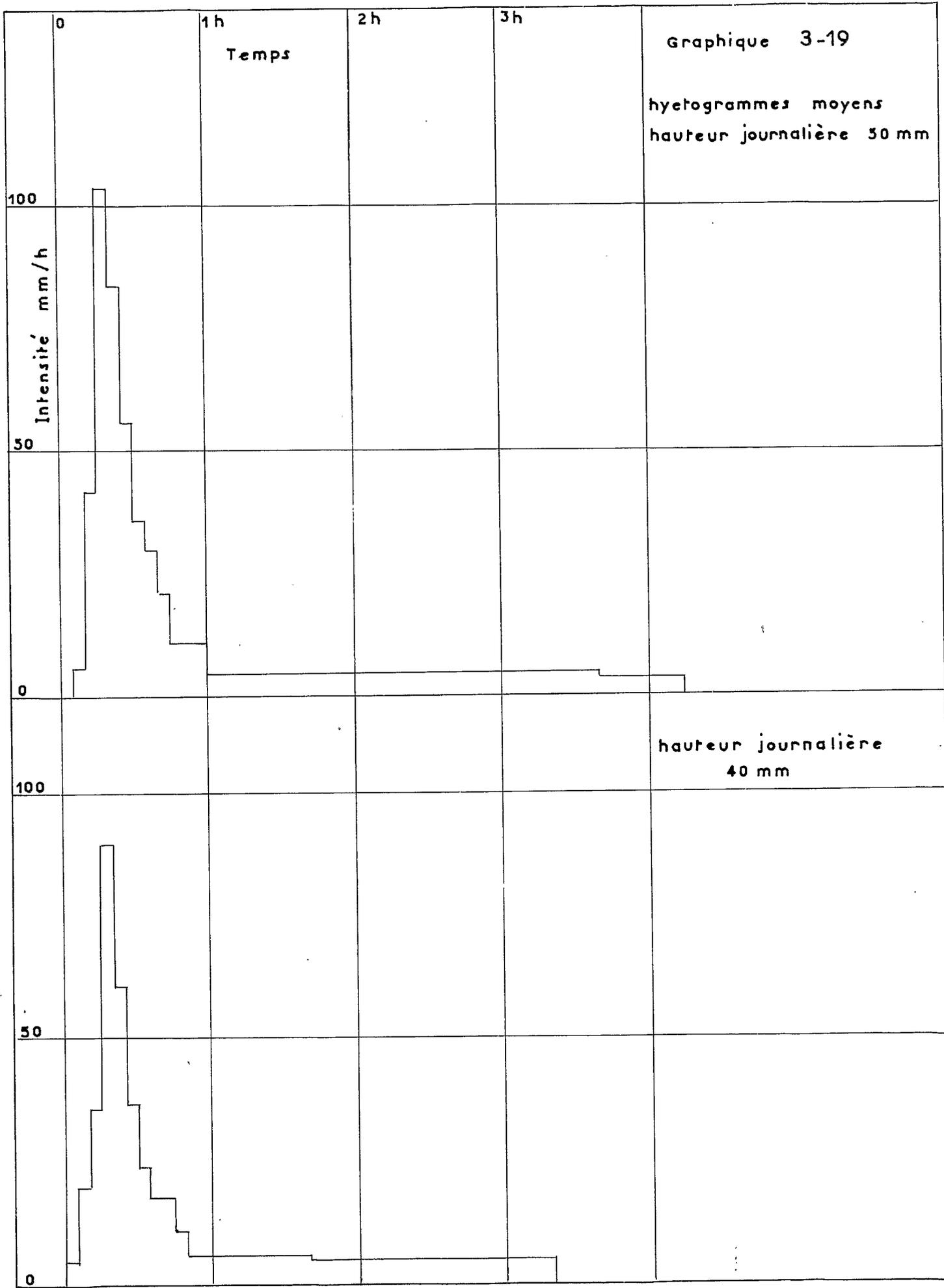
Nous avons fait l'étude des intensités, d'une façon illustrée par l'exemple suivant :

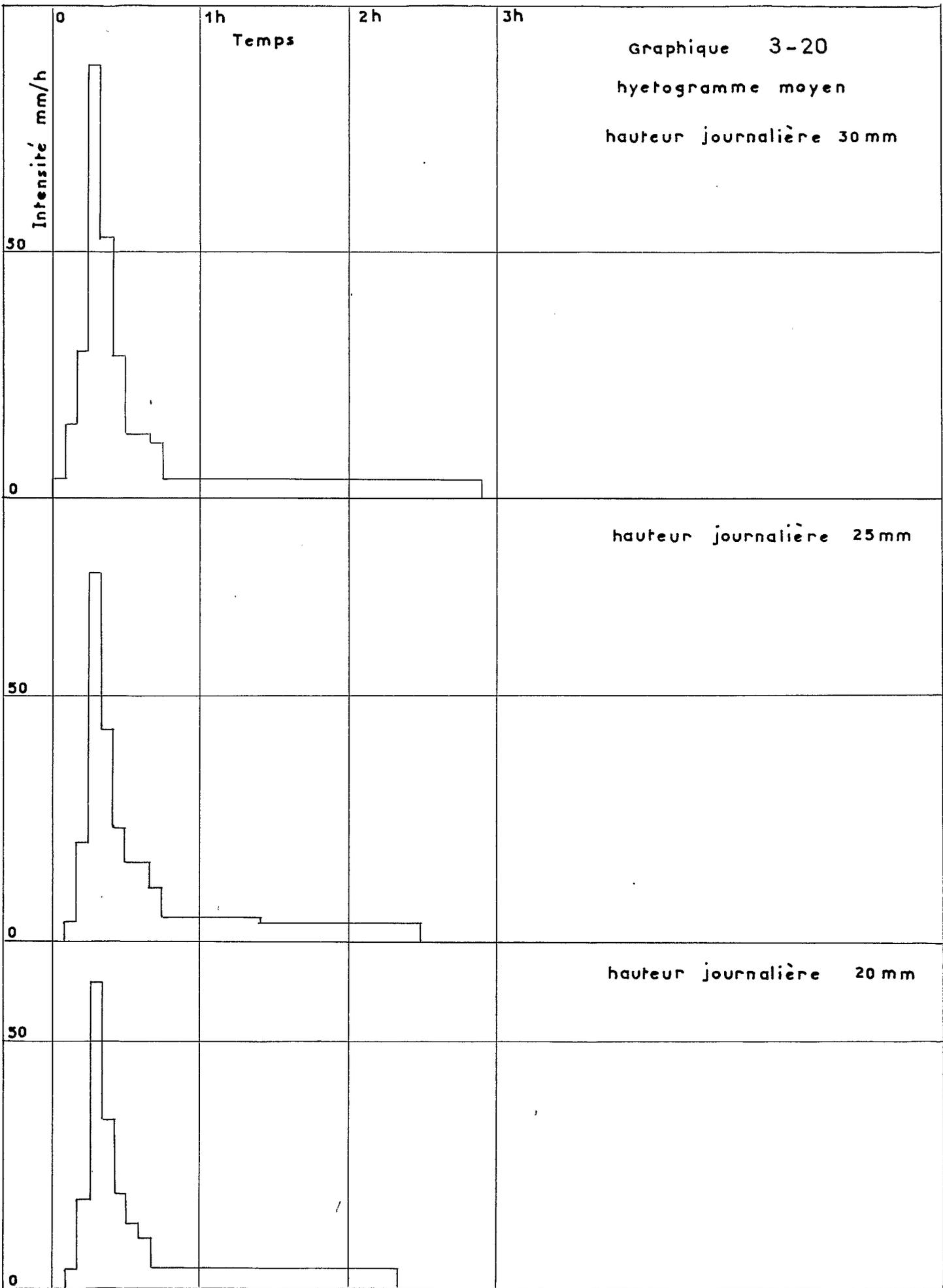
Nous prenons tous les hyétogrammes qui, dans un intervalle de 24 heures, nous ont donné entre 18,5 et 22 mm de pluie (23 observations moyennes 20 mm). Nous faisons coïncider les intervalles de 5 mn nous ayant donné les intensités maximales de chaque hyétogramme et nous faisons, par intervalle de 5 mn correspondant, les moyennes des intensités relevées dans tous les hyétogrammes.

Nous avons pu ainsi tracer les hyétogrammes moyens des graphiques 3-19 et 3-20, où nous remarquons une affinité entre ces hyétogrammes, qui devient beaucoup plus sensible encore si l'on fait abstraction des "trains" d'intensité inférieure à 10 mm/h.

Nous en déduisons le graphique 3-21 où nous avons porté, en fonction de la hauteur pluviométrique journalière :

- l'intensité maximale instantanée du hyétogramme (voir plus bas)
- la durée du "corps" : temps pendant lequel l'intensité est supérieure à 10 mm/h





- la durée totale "corps" et "traîne" du hyéto-gramme
- l'intensité moyenne de la traîne.

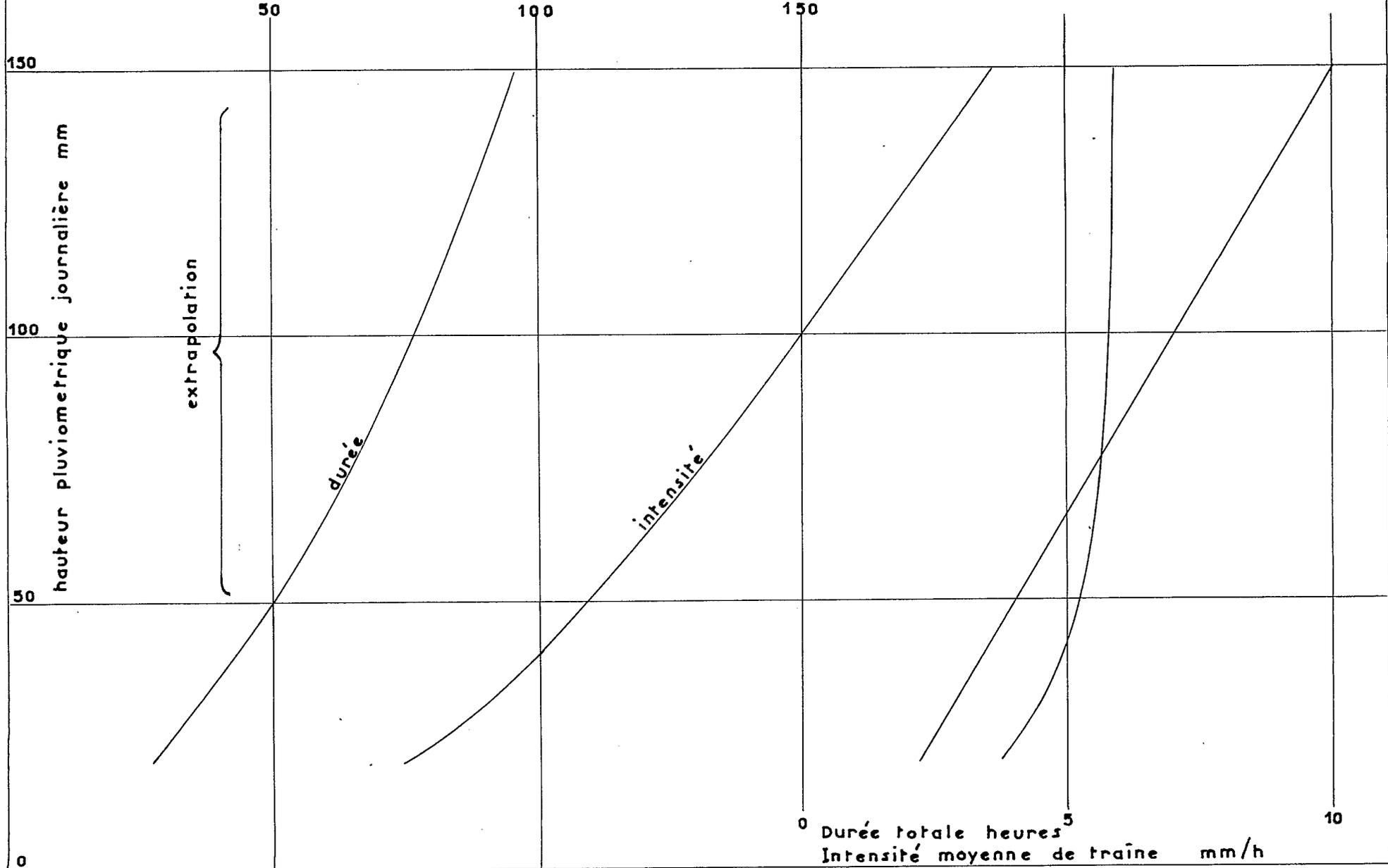
Nous faisons remarquer que, pour les hauteurs pluviométriques journalières supérieures à 50 mm, ces éléments sont audacieusement extrapolés.

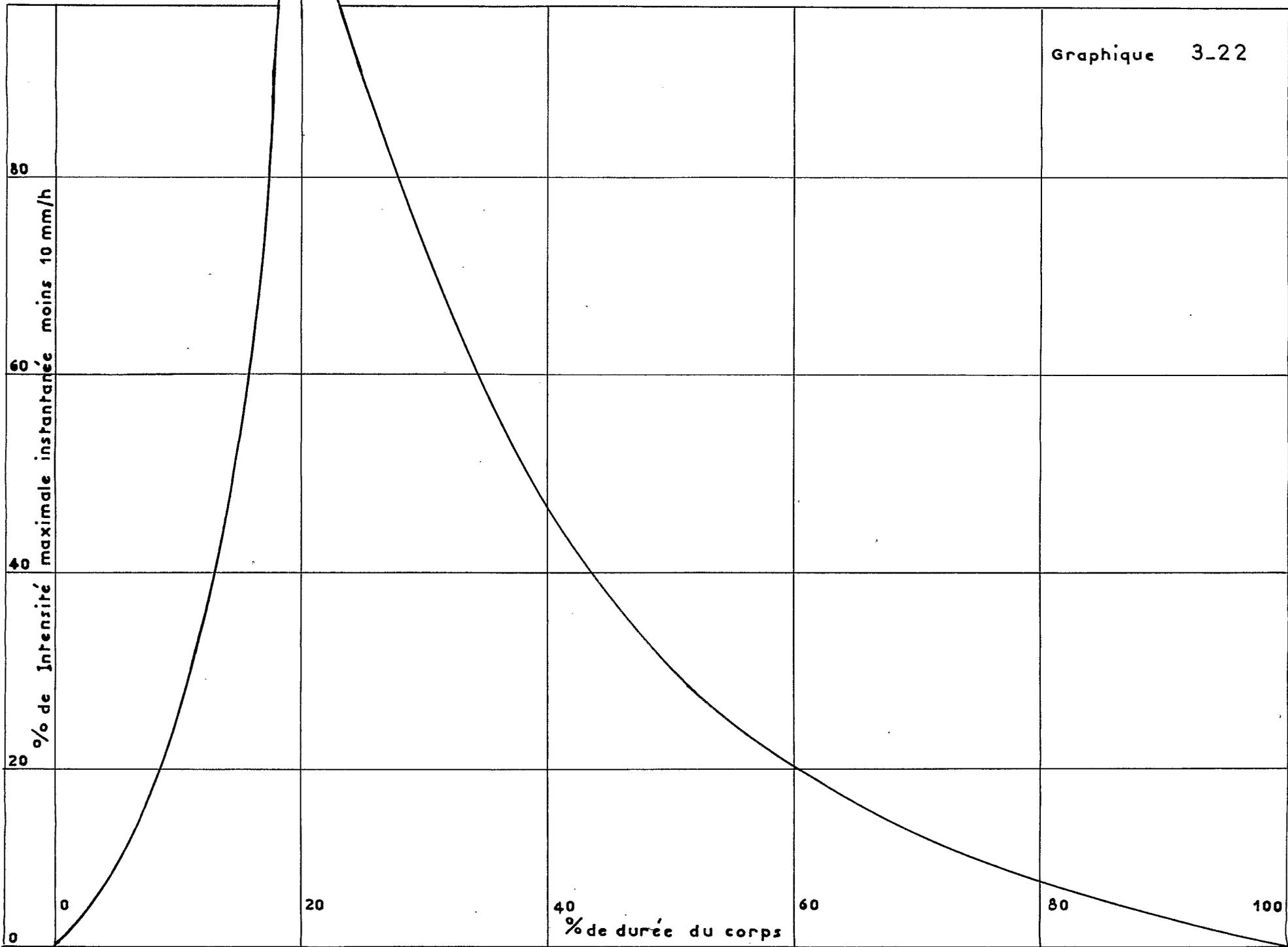
Nous en déduisons également le hyéto-gramme-type du "corps", en intensités instantanées (graphique 3-22), qui peut servir à tracer un hyéto-gramme quelconque, d'après les données du graphique 3-21 et en lui ajoutant pendant le temps voulu, l'intensité moyenne de "traîne" (exemple graphique 3-24, hyéto-gramme d'une averse de 100 mm).

Nous en déduisons enfin (graphique 3-23), les courbes intensité-durée pour des averses de hauteur journalière de 150, 100 et 50 mm.

L'ensemble de nos diagrammes permet donc de déterminer toutes les caractéristiques d'une averse de fréquence donnée.

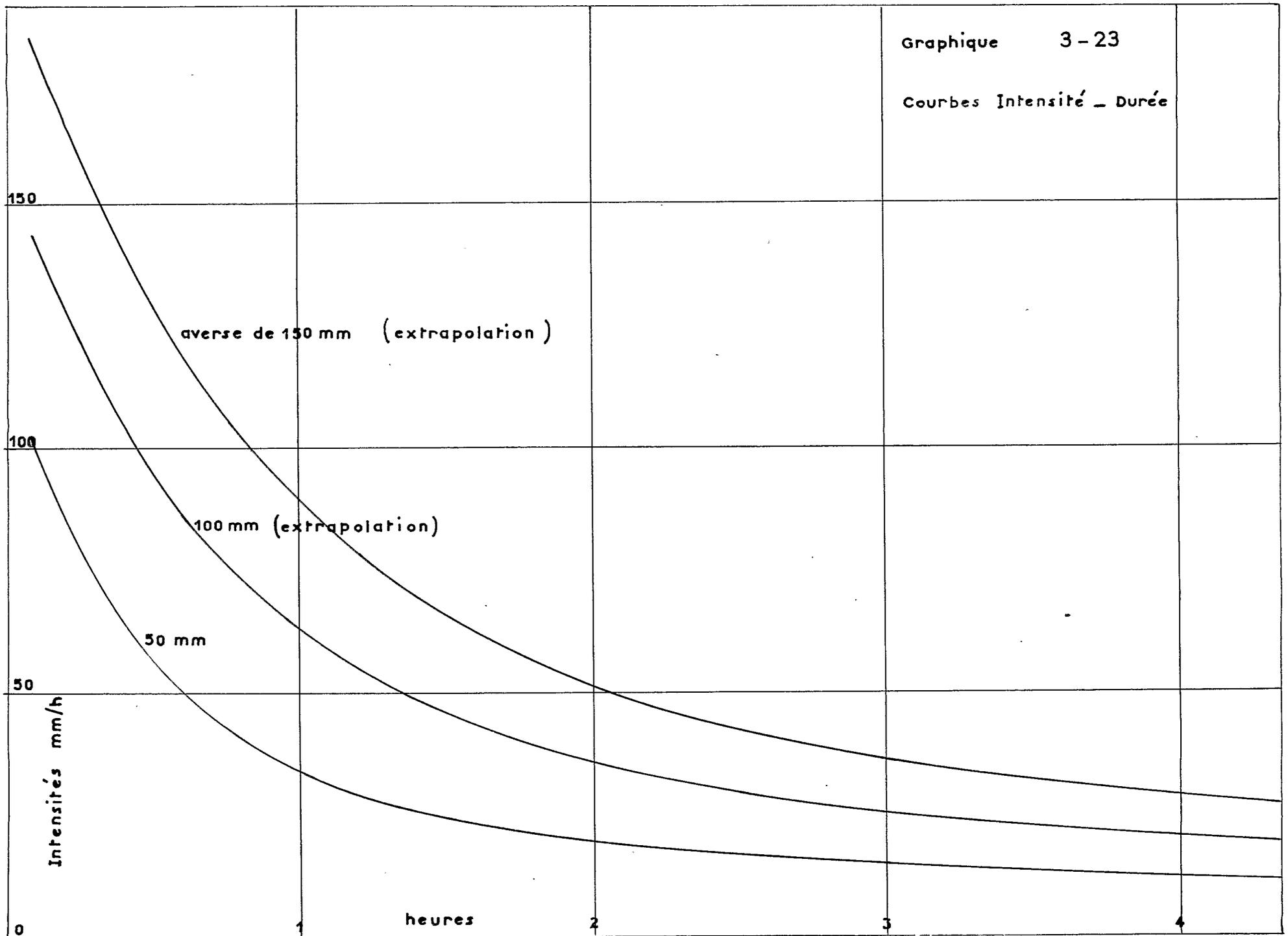
Durée du corps minute
Intensité maximale instantanée mm/h





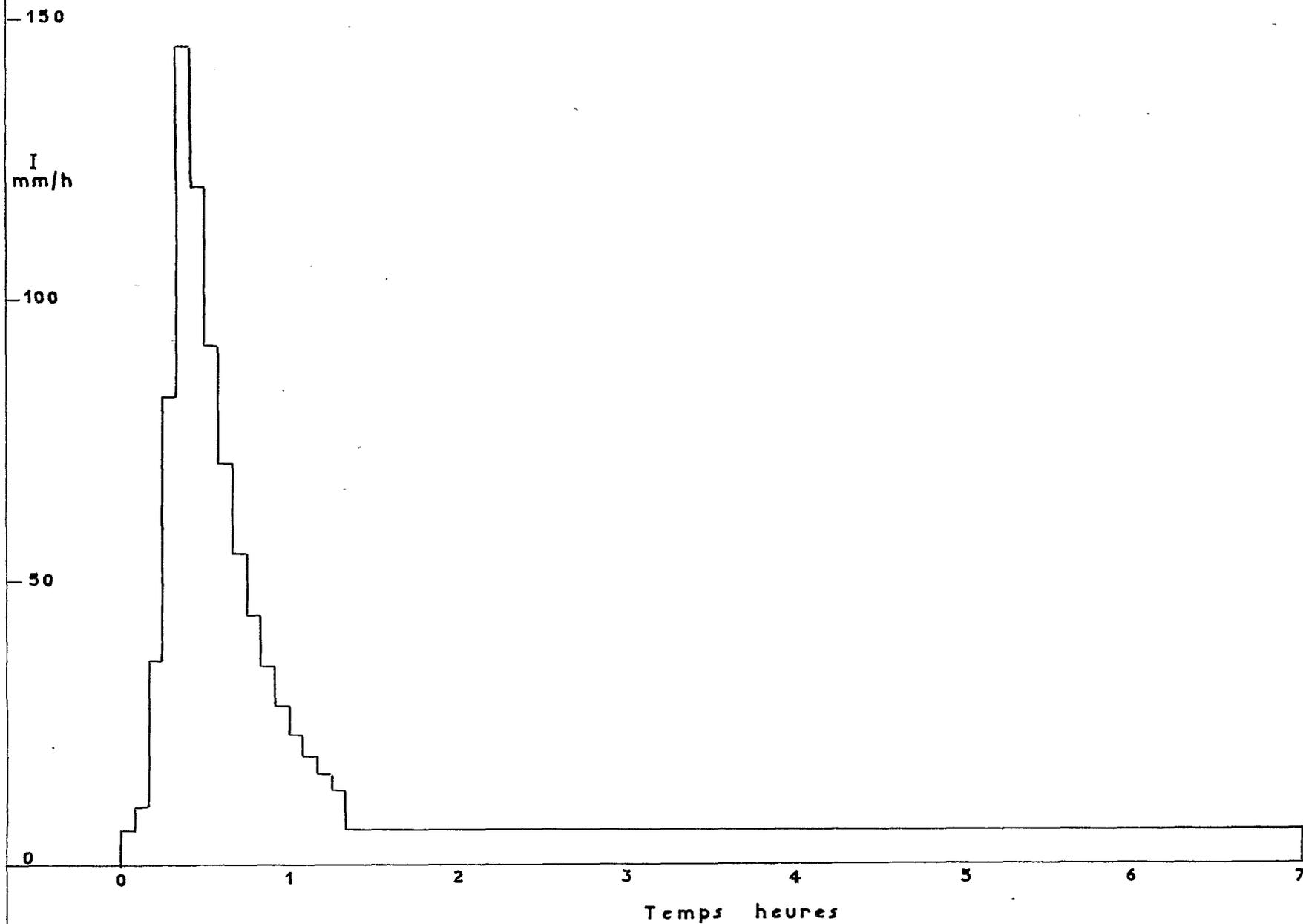
Graphique 3-23

Courbes Intensité - Durée



Hyetogramme type
d'une averse journalière
de 100 mm

Graphique 3-24
(extrapolation)



Graphique 3-25

répartitions pluviométriques de KIFFA

- o journalière
- x 2 jours consécutifs
- 5 " "

-3,5

Ecartés réduits

-3

-2,5

2

1,25

1,50

1,75

$2,00 \log (\text{pluviométrie mm})_{2,25}$

50

20

10

5

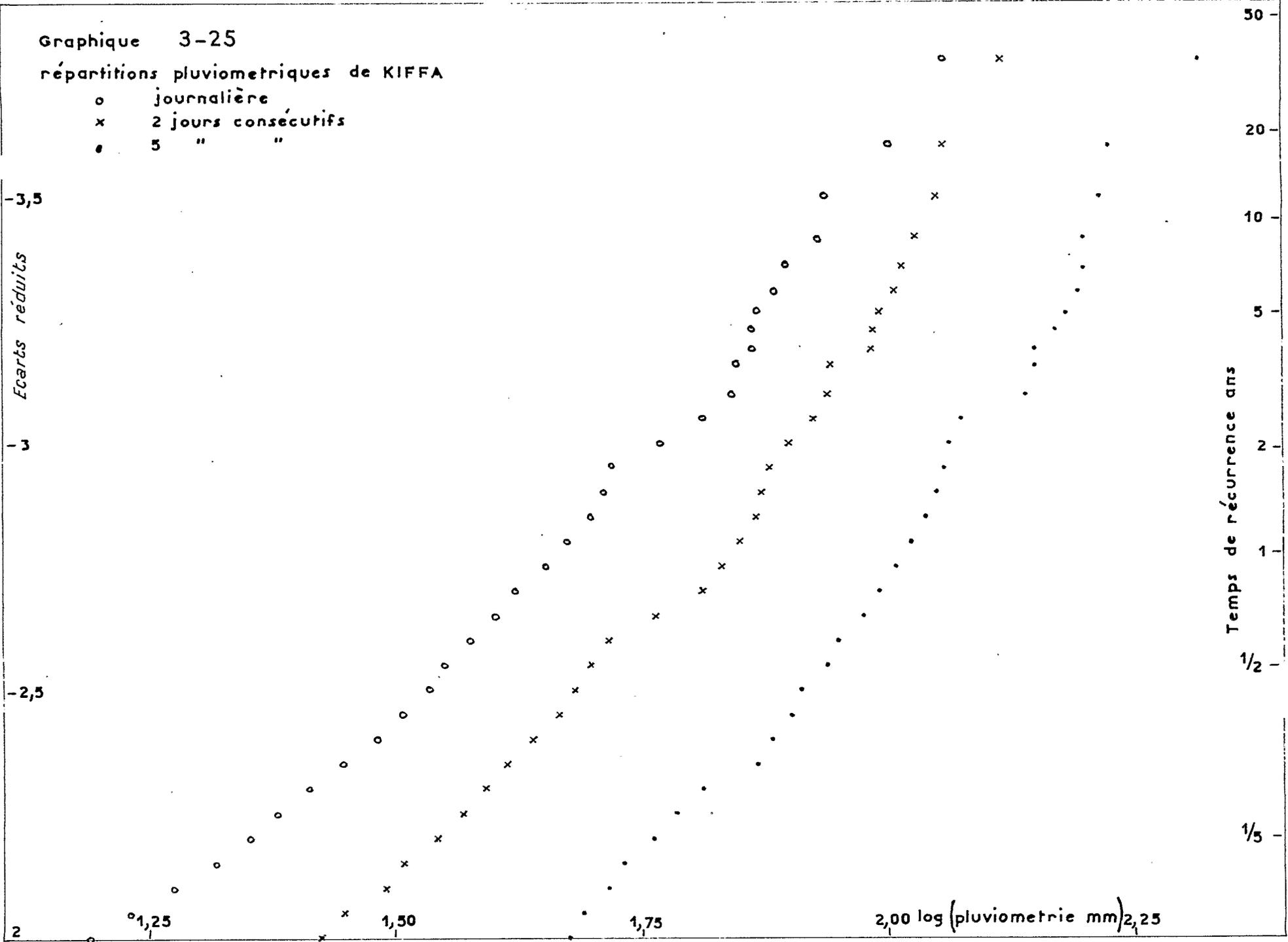
2

1

1/2

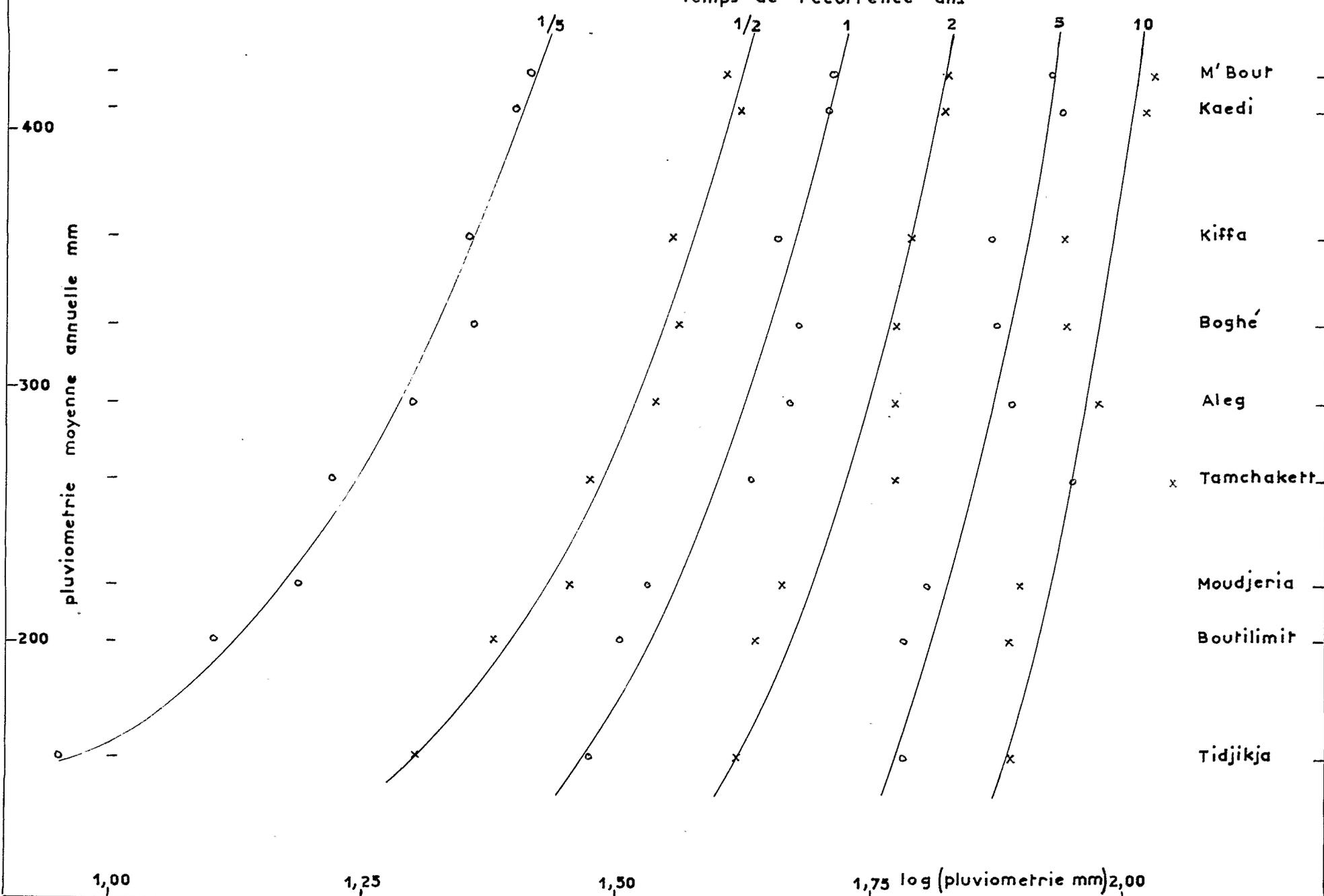
1/5

Temps de récurrence ans



Graphique 3-26

Probabilités des pluviometries journalières



C H A P I T R E IV

BASSIN VERSANT EXPERIMENTAL DE DIONABA

(Superficie 116 km²)

I - DESCRIPTION (voir croquis 4-1)

Il est compris entre les parallèles 17° 06' et 17° 15' Nord et entre les méridiens 12° 36' et 12° 44' Ouest. Son périmètre utile est de 46 km.

Le bassin est allongé dans le sens Sud, Sud-Est - Nord, Nord-Ouest sur 18 km, dans le sens de l'Oued DIONABA qui le draine, en occupant à peu près l'axe. L'Oued DIONABA se jette dans le GORGOL Blanc et ne reçoit pas d'affluents importants ayant une individualité notoire.

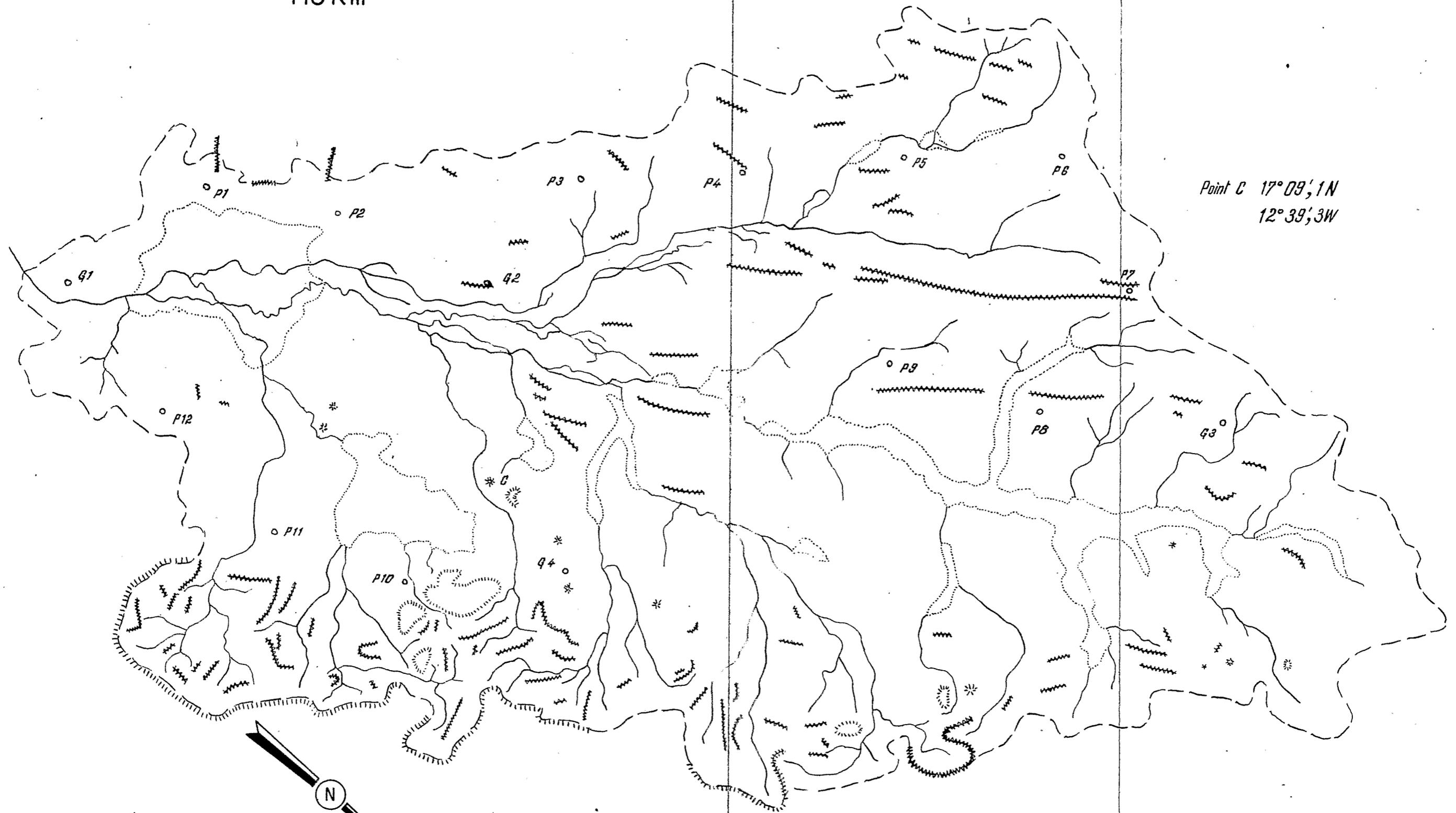
Ce bassin se trouve dans la zone de collines qui coupe le BRAKNA en deux. Ces chaînons sont plus élevés à l'Ouest du bassin versant (schistes atacoriens probablement) et à l'Est (grès schisteux du falémien inférieur) et atteignent une cinquantaine de mètres au-dessus de leurs pédiments. Leurs flancs sont encombrés d'éboulis. Ils ne forment pas, en général, les limites Ouest et Est du bassin versant.

L'intérieur du bassin est surtout occupé par des chaînons de schistes et de quartzites birrimiens, très érodés, réduits le plus souvent à l'état de rags légèrement bouchés.

Les pentes générales sont très faibles. Le cours d'eau principal et ses affluents débordent facilement dans des lits majeurs mal marqués ou remplissent des cuvettes formées derrière chaque petit verrou constitué par la rencontre de deux chaînons ou de deux rags. Ces lits majeurs et ces cuvettes ont un sol de banco argileux plus ou moins hydromorphe et occupent environ 10% de la superficie du bassin versant.

BASSIN VERSANT EXPÉRIMENTAL DE DIONABA

116 Km²



Point C 17° 09', 1N
12° 39', 3W

0 0,5 1 1,5 2 km.
Échelle 1/50.000

La bordure Sud du bassin versant est constituée de dunes dont le substratum semble être argileux et recouvert d'un placage sablonneux. L'on retrouve un tel placage sur une faible partie du Sud du bassin versant (environ 5% de la superficie totale).

Le réseau hydrographique suit la loi de dégradation précisée au Chapitre I, mais le lit mineur du cours d'eau principal reste toujours marqué, souvent avec plusieurs bras.

Le terrain est nu à la fin de la saison sèche, sauf quelques épineux. Il se couvre rapidement, pendant la saison des pluies, d'herbes de toutes tailles. Cette végétation est particulièrement dense sur les rags les moins caillouteux et dans les zones d'inondation.

D'une façon générale, le sol du bassin est plutôt imperméable, mais la pente étant très faible, une grande partie des eaux ruisselées lors d'une averse, est livrée à l'évapotranspiration avant d'atteindre l'exutoire. Le coefficient de ruissellement doit être plus fort au début de la saison des pluies, car la végétation herbacée a un rôle important de freinage et de rétention, surtout dans les zones d'hydrographie dégradée des affluents.

II - CARACTERISTIQUES CLIMATOLOGIQUES

Ce point a été traité dans les chapitres II et III. Nous allons extraire de ce dernier les valeurs intéressantes au point de vue pluviométrique. Signalons au passage que les observations météorologiques habituelles ont été effectuées régulièrement en Août - Septembre et Octobre 1958 (thermométrie, psychrométrie, Piche, bac Colorado).

La pluviométrie moyenne interannuelle peut être prise égale à 300 mm.

pluviométries annuelles	ponctuelles	moyennes sur le B.V.
d'une année humide de probabilité 1/10	465	445
d'une année humide de probabilité 1/20	515	490

pluviométries annuelles	ponctuelles	moyennes sur le B.V.	
d'une année sèche de probabilité 1/10	150	155	
d'une année sèche de probabilité 1/20	120	125	
pluviométries journalières	ponctuelles	moyennes sur le B.V.	ponctuelles 2 jours consécutifs
de probabilité annuelle	43	35	61
de probabilité décennale	92	74	121
de probabilité 1/20 ans	109	88	138

Le graphique 4-2 donne le hyétogramme probable d'une averse de 88 mm.

Les restrictions sur les valeurs de ces différentes hauteurs pluviométriques sont précisées dans le chapitre III.

III - EQUIPEMENT

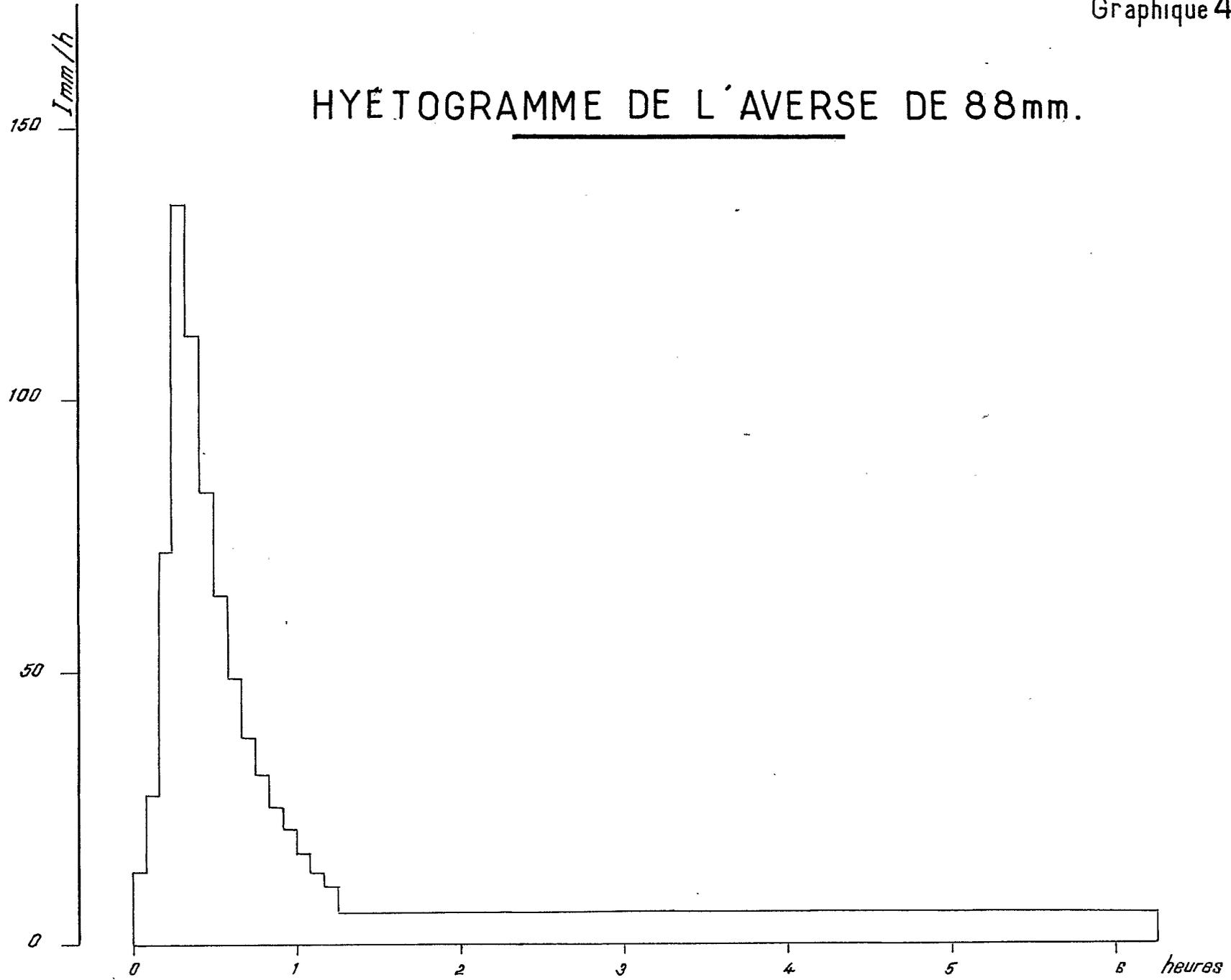
Les positions des appareils sont reportées sur le croquis 4-1.

- 12 pluviomètres Association : il n'a pas été possible de les répartir d'une façon très satisfaisante, le secteur Nord-Est en était dépourvu.

- 4 pluviographes à augets : un à la station météo, au Sud du bassin versant, deux au tiers Sud à l'Est et à l'Ouest, un dans le Nord, tous à mouvement journalier.

- Une station météo, située au Sud du bassin versant près du campement et de la station principale, comprenant : thermomètres à maxima et minima, psychromètre à hélice, évaporomètre Piche, bac Colorado métrique, anémomètre compte tours, pluviomètre Association et pluviomètre au sol.

HYÉTOGRAMME DE L' AVERSE DE 88mm.



La station principale sur l'Oued DIONABA comportait :

- un limnigraphe Ott, type X, échelle 1/10, révolution 32 h, un câble permettant l'utilisation d'un radeau pour les jaugeages.

IV - AVERSES OBSERVEES (fiches d'averses et de crues en annexe).

Le bassin a été équipé trop tard pour permettre l'observation régulière des averses précédant celle du 31 Juillet. Toutes les observations pluviométriques sont résumées dans un tableau joint (hautours corrigées d'évaporation dans les pluviomètres).

Les pluviogrammes ont été dépouillés par intervalles de 5 minutes, en recherchant tout d'abord l'intervalle donnant la plus forte intensité. Le hyétogramme moyen a été calculé par la méthode des temps pondérés. Comme les différences d'heures entre les maxima des intensités observées à chacun des 4 pluviographes sont assez faibles, et toujours très inférieures au temps de réponse du bassin versant, nous avons construit le hyétogramme moyen en faisant coïncider les intervalles d'intensité maximale des hyétogrammes élémentaires.

Le nombre total d'averses a été de 25 pendant l'hivernage 1958, soit nettement plus que la moyenne qui est de 22.

Le total annuel a du être de l'ordre de 350-375 mm, au lieu de 300. Une des averses, malheureusement mal connue (celle du 17 Juin), devrait être voisine de l'averse décennale.

12 averses n'ont pas donné d'écoulement à la station :

- averse du 1er Juin : répartition, hauteur, intensité inconnues
- averse du 15 Juin : - idem -

HAUTEURS PNEUMOMÉTRIQUES en mm

N°	Date	G1	P1	P2	G2	P3	P4	P5	P6	P7	G3	P8	P9	G4	P10	P11	P12	Moy BV
A	1-6																	((15))
B	15-6																	((15))
C	17-6																	((70))
D	2-7																	((35))
E	15-7	10,0																
F	16-7	11,5																
G	22-7	8,5																
H	24-7	20,0																
1	31-7	53,5			54,0			59,8	67,0		40,0	57,3	66,0	44,0	58,6	60,2	60,4	53,5
2	2-8	21,0			18,5			22,0	25,6	37,0		28,1	23,6	20,5	22,8	24,5		24,2
3	4-8	8,5	8,2	7,8	5,0	4,1	4,1	6,9	13,5		10,5	12,5	8,7	3,0	5,9	6,3	5,8	7,4
4	5-8	30,0	29,4	28,3	17,5	16,3	14,7	15,6	14,8		23,5	18,1	16,5	20,0	18,2	22,8	16,6	19,9
5	7-8	16,5	15,3	13,4	7,0	5,2	5,6	6,1	6,1		17,5	11,1	9,0	13,5	11,7	14,0	14,6	12,4
J	14-8	10,5	10,4	7,2	8,5	7,2	5,8	3,3	8,1	5,7	4,0	2,1	5,2	9,0	10,1	9,4	9,9	6,3
K	18-8	12,5	12,9	7,1	7,5	8,0	12,7	7,1	8,1	7,7	13,0	8,1	9,0	11,5	8,8	9,5	13,5	10,4
L	19-8	1,0	1,0	1,7	1,5	3,8	3,0	2,0	1,0	0	0	0,2	0,3	0,5	0,5	0,6	0,8	1,1
6	20-8	17,5	18,9	18,0	7,0	7,6	13,6	10,1	8,0	9,7	11,0	10,8	8,5	7,0	8,4	8,9	15,3	10,1
7	27-8	21,0	24,8	26,4	20,5	19,5	26,6	25,6	19,5		25,0	26,9	21,9	30,5	34,6	32,6	23,7	26,3
8	29-8	14,0	12,5	12,1	10,0	12,9	15,0	13,6	7,8	3,8	5,0	5,8	7,2	8,5	11,5	12,4	11,7	9,2
M	3-9	4,0	3,3	5,2	2,5	2,1	1,3	1,4	0,3	1,0	0,5	1,3	0,6	1,0	1,3	3,5	6,6	2,3
N	9-9	24,0		22,6	11,5	5,0	3,0	3,5	4,2	4,3	7,0	4,5	3,6	14,0	25,4	25,7	19,4	11,5
P	13-9	0,5	1,6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0,9	1,4	0,3
Q	17-9	1,5	2,0	2,0	2,0	3,4	0	0	0	0	0	0	0	2,0	2,0		2,0	1,2
9	25-9	2,5	4,6	8,2	12,5	11,9	24,1	15,0			10,0	14,8	18,4		15,4	12,5	8,8	13,4
10	1-10	21,0	18,6	20,0	18,5	21,5	18,4	21,8	20,0		18,5	19,3	19,8	19,5	16,9	17,4	18,4	19,1

- averse du 15 Juillet : répartition inconnue, 10 mm à la station (au Sud du bassin versant) avec une intensité maximale inconnue.
 - averse du 16 Juillet : répartition inconnue, 11,5 mm à la station, intensité maximale 36 mm/h.
 - averse du 22 Juillet : répartition inconnue, 8,5 mm à la station, intensité maximale 15 mm/h.
 - averse du 14 Août : hauteur moyenne sur le bassin versant : 6,3 mm, dispersion $\frac{P \text{ max} - P \text{ min}}{P \text{ moy}} = 133 \%$.
Secteur Nord moins arrosé que le reste. Intensité maximale enregistrée : 18 mm/h.
 - averse du 18 Août : hauteur moyenne sur le bassin versant : 10,4 mm, dispersion 62%. Bien répartie. Intensité maximale enregistrée 54 mm/h. La partie "utile" de l'averse a duré 20 minutes pour 9,5 mm avec une intensité maximale (5 minutes) de 45 mm/h.
 - averse du 19 Août : hauteur moyenne sur le bassin versant : 1,1 mm, hauteur maximale : 3,8 mm, intensités très faibles.
 - averse du 3 Septembre : hauteur moyenne sur le bassin versant : 2,3 mm, hauteur maximale : 6,6 mm, intensités très faibles.
 - averse du 9 Septembre : hauteur moyenne sur le bassin versant : 11,5 mm, dispersion 200%. Seul le Sud du bassin versant a été bien arrosé avec une intensité maximale enregistrée de 90 mm/h, sur la dune.
 - averse du 13 Septembre : hauteur moyenne sur le bassin versant : 0,3 mm.
 - averse du 17 Septembre : hauteur moyenne sur le bassin versant : 1,2 mm.
- 6 averses ont donné un très faible écoulement :
- averse du 2 Juillet : répartition, hauteur, intensité inconnues.

- averse du 24 Juillet : n'a intéressé que l'extrême sud du bassin versant. 20 mm à la station avec intensité maximale de 60 mm/h et une durée totale de 35 minutes.
- (n° 6) averse du 20 Août : hauteur moyenne sur le bassin versant : 10,1 mm, dispersion 118%, l'extrême sud a été privilégié. Intensité maximale enregistrée : 90 mm/h (à la station).
- (n° 8) averse du 29 Août : hauteur moyenne sur le bassin versant : 9,2 mm, dispersion 111%. La partie nord-est du bassin versant a été nettement désavantagée. Intensité maximale enregistrée (à la station) 60 mm/h. Trainee longue : durée totale 3 h.15.
- (n° 9) averse du 25 Septembre : hauteur moyenne sur le bassin versant : 13,4 mm, dispersion 161%. Maximum sur le centre du bassin versant, minimum au sud. Intensité maximale enregistrée 60 mm/h. Durée utile 20 minutes, plus trainee de 1 h.15.
- (n° 10) averse du 1er Octobre : hauteur moyenne sur le bassin versant : 19,1 mm, dispersion 26%, bien répartie en surface, irrégulièrement. Durée très longue : 9 heures (avec interruption). Intensité maximale enregistrée 60 mm/h (nord du bassin versant).

7 averses ont donné des écoulements notables :

- averse du 17 Juin : répartition, hauteur, intensité inconnues. Elle se serait composée d'une forte pluie suivie d'une très longue trainee.
- averse n° 1 du 31 Juillet : hauteur moyenne sur le bassin versant : 53,5 mm, dispersion : 51%. Assez bien répartie, minimum sur la bordure Nord-Est, maximum sur l'ouest du bassin versant. Cette averse est une tornade typique : les quatre pluviographes ont enregistré un corps à forte intensité maximale (102, 96, 36, 78 mm/h à la même heure aux quatre appareils) d'une durée de 30 minutes suivi d'une trainee de 5 h.15, pendant laquelle les intensités n'ont pas dépassé 10 mm/h et les quantités recueillies aux appareils pendant cette trainee ont été les mêmes (29,5 - 28,0 - 30,5 et 27,0 mm) bien que

les quantités totales recueillies aient été très différentes : 53,5 - 54,0 - 40,0 et 44,0 mm.

- averse n°2 du 2 Août : hauteur moyenne sur le bassin versant : 24,2 mm, dispersion 77 %, maximum sur le Nord du bassin versant. Averse de 3 heures à plusieurs pointes. Intensité maximale enregistrée 42 mm/h.
- averse n° 3 du 4 Août : hauteur moyenne sur le bassin versant : 7,4 mm, dispersion 142 %, minimum sur le centre du bassin versant. Averse de 30 minutes avec intensité maximale enregistrée de 54 mm/h.
- averse n° 4 du 5 Août : hauteur moyenne sur le bassin versant : 19,9 mm, dispersion 77 %. Bien répartie, maximum sur l'extrême Sud du bassin versant. Durée utile 25 minutes avec 77 % des précipitations. Maximum enregistré aux 4 appareils : 108, 72, 90 et 84 mm/h.
- averse n° 5 du 7 Août : hauteur moyenne sur le bassin versant : 12,4 mm, dispersion 100 %. Minimum sur l'Ouest du bassin versant, maximum sur le Nord. Durée utile 15 minutes avec 86 % des précipitations. Intensités maximales enregistrées aux 4 appareils : 72, 30, 84 et 72 mm/h.
- averse n° 7 du 27 Août : hauteur moyenne sur le bassin versant : 26,3 mm, dispersion 58 %, bien répartie. Durée 50 minutes, intensités maximales enregistrées (10 minutes) aux 4 appareils : 60, 66, 63 et 90 mm/h.

V - CRUES OBSERVEES (fiches d'averses et de crues en annexe)

Le limnigraphe et la station de jaugeage se trouvent dans une petite mouille à fond de galets, fermée du côté aval par un lit de marne qui forme section de contrôle. Le débit apparent se trouve être nul pour une hauteur de 50 cm à l'échelle. Il ne doit pas se produire d'inféoflux, car entre les crues, la baisse du niveau de l'eau dans la mouille (aux côtés inférieurs à 50 cm) est constante et de 1 cm par jour. La section de jaugeage est stable : le graphique 4-3 en donne les principales caractéristiques suivant la hauteur à l'échelle.

Cote échelle cm.

CARACTÉRISTIQUES DE LA SECTION
DE JAUGEAGE DE DIONABA

100 Surface m²
2 Profondeur m

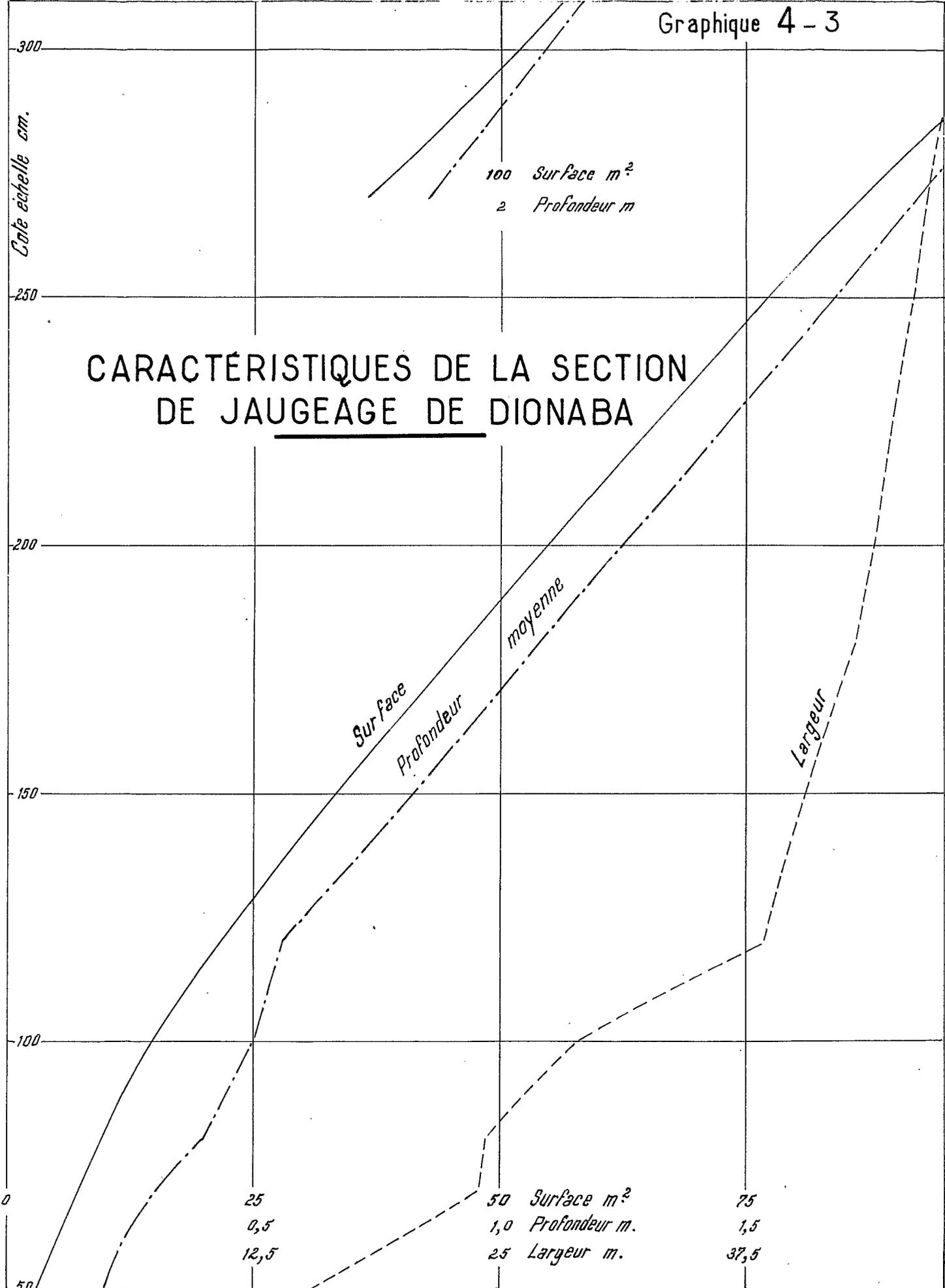
Sur face

Profondeur

moyenne

Largeur

25	50	75
0,5	1,0	1,5
12,5	25	37,5



Le radeau de jaugeage n'était pas terminé pour la crue du 31 Juillet et il n'a pu être fait que 5 jaugeages entre 0,2 et 4,5 m³/s. La courbe de tarage qui en résulte (graphique 4-4) peut être extrapolée sans trop de difficultés jusqu'à 15 m³/s, débit maximum de la crue du 31 Juillet. Mais pour la crue du 17 Juin dont le maximum était de l'ordre de 50 m³/s, l'extrapolation est assez risquée.

6 crues correspondent à un très faible écoulement :

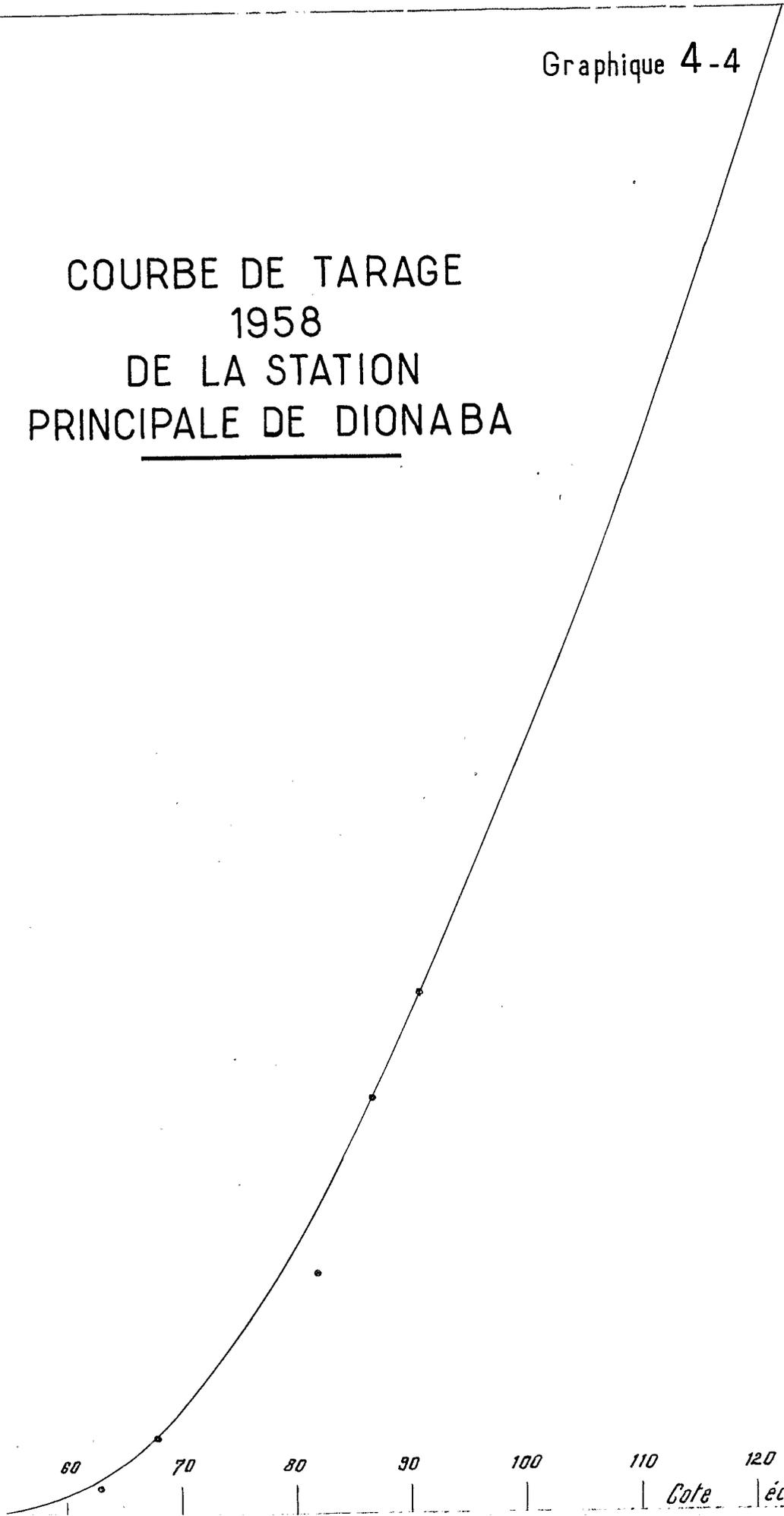
- crue du 2 Juillet : aucun renseignement
- crue du 24 Juillet : débit maximum 0,10 m³/s, trois heures après l'averse. 5 heures après le maximum le débit est réduit à moins de 10 l/s. Crue hypodermique réduite probablement à l'extrême sud-est du bassin versant, drainé par un oued qui ne passe pas par la grande cuvette d'épandage. Ecoulement complètement terminé 36 h après l'averse.
- crue n° 6 du 20 Août : débit maximum 0,06 m³/s, six heures après l'averse, même crue que la précédente - 50 heures après l'averse, léger relèvement du plan d'eau (cote 52 cm), dû à l'arrivée très retardée des eaux du centre ou du Nord du bassin versant. Ecoulement complètement terminé 68 heures après la pluie.
- crue n° 9 du 25 Septembre : léger relèvement du plan d'eau (cote 54 cm) 35 heures après l'averse : même crue que la deuxième phase de la crue n° 6. Ecoulement complètement terminé 60 heures après l'averse.
- crue n° 8 du 29 Août : débit de 80 l/s dès le début de l'averse dû au ruissellement sur les berges atteignant les mouilles encore pleines de la crue du 27 Août (n° 7). Ce débit tombe très vite à 20 l/s. Maximum de 0,11 m³/s atteint 26 heures après l'averse (ruissellement hypodermique du centre du bassin versant). Ecoulement complètement arrêté 60 heures après l'averse.
- crue n° 10 du 1er Octobre : même crue que la crue n° 9, due à l'écoulement hypodermique du Nord du bassin versant. Débit maximum de 0,07 m³/s atteint

COURBE DE TARAGE
1958
DE LA STATION
PRINCIPALE DE DIONABA

Débit m^3/s

12
11
10
9
8
7
6
5
4
3
2
1

50 60 70 80 90 100 110 120 130
Cote échelle cm.



28 heures après la principale averse. Ecoulement terminé 60 heures après cette averse.

7 crues correspondent à des écoulements notables :

- crue du 17 Juin - La plus belle de l'hivernage. Malheureusement non observée. M. STENOUE a pu noter le lendemain les délaissés de cette crue, qui correspondent à la cote 2 m,15 de l'échelle. Section mouillée maximum 60 m², profondeur moyenne 1 m,35, débit maximum estimé 50 m³/s, volume écoulé estimé 3.10⁶ m³.
- crue n° 1 du 31 Juillet. Le niveau de l'eau monte dès le début de la pluie, mais il faut attendre 2 h.30 pour que la rivière commence à débiter. Le maximum est atteint 15 h après la pluie utile (14,7 m³/s), la décrue est très régulière. Volume écoulé 1,10 10⁶ m³ c a m, 36 mm/h pour 15 mn. Cette crue peut être considérée comme unitaire.
- crue n° 2 du 2 Août. Une première montée rapide due à l'arrivée des eaux de l'affluent le plus Sud-Est. La montée se poursuit plus lentement et le maximum est atteint 24 heures après l'averse (5,3 m³/s). Volume écoulé 470.10³ m³ c a m 20 mm/h pour 25 mn (averse à nombreuses pointes).
- crue n° 3 du 4 Août. Due à une faible précipitation, maximum de 1 m³/s, 28 heures après l'averse. Volume écoulé 72.10³ m³, c a m 41 mm/h pour 5 mn.
- crue n° 4 du 5 Août. Maximum atteint (3,75 m³/s) 15 h.30 après l'averse, mais le débit reste très voisin de ce maximum de 9 h avant jusqu'à 15 h après. L'hydrogramme paraît complexe, alors que l'averse est une des plus homogènes sur toute la surface, en hauteur, durée, intensité. Volume écoulé 450 10³ m³ c a m 40 mm/h pour 10 mn.
- crue n° 5 du 7 Août. Première pointe immédiate due au ruissellement sur les berges, deuxième pointe 4 h après la pluie due à l'affluent Sud-Est, troisième pointe (de 1,7 m³/s) 30 heures après la pluie due au Nord du bassin versant. Volume écoulé 165.10³ m³ c a m 47 mm/h pour 5 mn. Ecoulement terminé 59 h après la pluie.

- averse n° 7 du 27 Août, montée lente, maximum 29 heures après l'averse ($2,6 \text{ m}^3/\text{s}$) étalé sur 10 heures. Ecoulement terminé 63 heures après l'averse c a m 62 mm/h pour dix minutes.

VI - ESSAIS d'INTERPRETATION

Le nombre de crues utilisables est très réduit. Nous avons cependant réuni toutes les données dans un tableau sur lequel : P_u , T_u , I_u correspondent à la pluie utile, c'est-à-dire à la portion de l'averse tombée à des intensités supérieures à 10 mm/h , I_u étant l'intensité moyenne pendant le temps T_u , P_e , T_e , I_e correspondent à la pluie efficace ayant donné l'écoulement total (il ne s'agit pas du ruissellement que nous ne pouvons séparer du reste) I_e étant l'intensité moyenne pendant le temps T_e .

Le lag correspond au nombre d'heures entre le centre de gravité de la pluie et le maximum du débit.

Le volume écoulé est le total de l'écoulement, et le débit maximum est observé.

K , K_u , K_e sont des coefficients d'écoulement total rapporté à la pluie totale, à la pluie utile, à la pluie efficace.

I est l'intensité moyenne de la hauteur de pluie correspondant à l'écoulement total et au temps efficace.

L'influence du développement de la végétation herbeuse sur les coefficients d'écoulement est très nette : les herbes n'ont poussé et très rapidement qu'après la pluie du 31 Juillet. Celle-ci, tombée 170 heures après la précédente, a donné pour $T_e = 13,5 \text{ mn}$, $I_e = 79 \text{ mm/h}$ un c a m = 36 mm/h . La pluie du 27 août (averse n° 7), tombée 163 heures après l'averse n° 6, a donné un c a m de 62 mm/h . Or, le hyétogramme de cette seconde pluie a une partie utile ressemblant

O. DIONABA

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	
N°	Date	temps depuis dernière pluie	P _{min.}	P _{max}	P _{moy.}	Durée	P _u	T _u	I _u	P _e	T _e	I _e	lag	V _{ec.}	P _{ec.}	Q _{max}	Q _{max}	K	K _u	K _e	Cam	I	
		h	mm	mm	mm	mn	mm	mn	mm/h	mm	mn	mm/h	h	10 ³ m ³	mm	m ³ /s	l/s/km ²	%	%	%	mm/h	mm/h	
	17-6	48												(3000)	(26)	(50)	(430)						
	24-7	48												# 0									
1	31-7	170	40	67	53,5	350'	23,6	30'	46	17,5	13',5	79	15	1100	9,6	14,7	128	18	41	55	36	43	
2	2-8	58	18,5	37	24,2	220'	16,6	42'	24	12,4	25'	30	24	470	4,1	5,3	46	17	25	33	20	10	
3	4-8	30	3	13,5	7,4	30'	5,8	10'	34	3,9	5'	49	28	72	0,6	1	9	8,5	11	16	41	8	
4	5-8	47	14,7	30	19,9	120'	15,5	25'	37	10,2	9',5	66	15,5	450	3,9	3,75	32,5	19,5	25	38	40	26	
5	7-8	32	5,2	17,5	12,4	100'	10	14',5	42	7,3	7',5	58,5	30	164	1,4	1,7	15	11,5	14	19,5	47	11,5	
	18-8	88	7,1	13,5	10,4	90'	9	16',5	33														
6	20-8	55	7	18,9	10,1	110'	6,4	12',5	30	(2,2)	(2)'	(66)		# 0									
7	27-8	163	19,5	34,6	26,3	50'	26	44'	35,5	10,8	8',5	79	29	265	2,3	2,6	21	9	9	21	62	17	
8	29-8	58	3,8	15	9,2	190'	2,5	5',5	26	(1,2)	(1',5)	(48)		# 0									
	9-9	250	3	25,7	11,5	50'	9,9	18',5	32														
9	25-9	397	2,5	24,1	13,4	95'	11,4	15'	45	(2,6)	(2)'	(78)		# 0									
10	1-10	129	16,9	21,8	19,1	540'	8,8	24'	22	(1,6)	(1',5)	(63)		# 0									

Tableau général d'interprétation

à celle du 31 Juillet et nous y trouvons pour une durée de 13,5 mn une intensité moyenne de 70 mm/h. Avec un c a m de 36 mm/h le volume écoulé aurait été de 610.10^3 m^3 au lieu de 265.10^3 observé.

L'influence de la durée de l'intervalle qui sépare l'averse de la pluie antérieure est non moins nette, il suffit de comparer les pluies du 7-8 et du 25-9, ou du 4-8 et des 18-8 ou 9-9.

Il n'est pas possible de construire l'hydrogramme unitaire avec les données que nous possédons. Il est d'ailleurs probable que la forme de cet hydrogramme se modifie avec le degré de croissance des herbes, et soit plus étalé en fin d'hivernage. Le lag n'est déterminé que par la crue du 31 Juillet : 15 heures. Avec des crues plus fortes, nous obtiendrions certainement des lags inférieurs.

Nous ne pouvons également préciser les variations de c a m, ni au cours de l'hivernage, ni au cours d'une averse.

Nous ne pouvons tabler que sur un écoulement global d'une durée de 60 heures, le débit 48 heures après l'averse étant inférieur à $0,5 \text{ m}^3/\text{s}$.

- Valeurs annuelles

Le débit maximum de probabilité 1/1 an est difficile à chiffrer, car il peut beaucoup varier suivant la période de végétation pendant laquelle la pluie tombe. L'averse de probabilité 1/1 an est, en moyenne sur le bassin versant, de 35 mm, dont 24 mm en pluie "utile" (d'après le hyétogramme moyen défini au chapitre III, paragraphe 6 - Etude des Intensités). Or, l'averse du 31 Juillet pour 23,6 mm de pluie utile en 30 mn, a engendré un débit maximum de $14,7 \text{ m}^3/\text{s}$, et celle du 27 Août un débit maximum de $2,3 \text{ m}^3/\text{s}$, pour une pluie utile de 26,0 mm (23,0 mm en 30 mn).

Il faut aussi tenir compte du fait que l'averse de probabilité 1/1 an peut tomber le lendemain d'une averse de 15 mm, ce qui réduit beaucoup la capacité d'absorption. En fin de compte la crue "annuelle" doit être à peu près représentée par celle du 31 Juillet.

Le volume écoulé annuellement ne peut être précisé que par extrapolation des résultats de 1958 : pour une lame observée (total des pluviométries moyennes sur le bassin versant) de 229 mm, nous avons eu un coefficient d'écoulement global de 9,6%, d'où une pluviométrie moyenne annuelle de 300 mm, donnerait un écoulement total de l'ordre de $3,3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

- valeurs décennales

L'averse de probabilité 1/10 ans est de 74 mm, moyenne sur le bassin versant, dont 49 mm de pluie utile. Compte tenu de la pluie possible de la veille, nous pouvons adopter un coefficient d'écoulement assez fort : 60% de la pluie utile, soit $3,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$: le triple de l'écoulement du 31 Juillet. Mais le débit de pointe serait supérieur au triple de celui de cette crue, car il faut compter sur la déformation de l'hydrogramme. Il pourrait atteindre peut-être $60 \text{ m}^3/\text{s}$.

La pluviométrie moyenne d'une année de probabilité 1/10 ans est, pour ce bassin versant, de 445 mm. Le coefficient d'écoulement global serait nettement supérieur à 9,6%, mettons 12%, ce qui donnerait $6,2 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

Nous n'avons pas trouvé des délaissés de crues anciennes qui soient bien nets. D'après les renseignements obtenus, le niveau de l'oued n'aurait jamais dépassé la cote 3 mètres à l'échelle, atteinte "l'année où le barrage beidane a cédé". Ce n'est donc pas une cote de crue. De plus, le GORGOL peut parfaitement, lors de ses crues, remonter dans son affluent : la pente est très faible entre la section de jaugeage et le confluent. La section mouillée à la cote de 3 mètres est de 100 m^2 , le débit correspondant ne peut être chiffré, mais ne doit guère dépasser 100 à $120 \text{ m}^3/\text{s}$.

C H A P I T R E V

BASSINS VERSANTS EXPERIMENTAUX de SELOUMBO

I - DESCRIPTION (voir croquis 5-1)

Deux bassins versants contigus ont été exploités en 1957 et 1958 : au Nord, celui de l'oued MOKTAR, 12,57 km², et au Sud, celui de l'oued ALI, 11,27 km², ayant une frontière commune de 3 km orientée NW-SE.

Ils sont situés à la bordure Ouest du TAGANT, entre les parallèles 17°47'0 et 17°51'5 N et les méridiens 12°14'5 et 12°17'5 W.

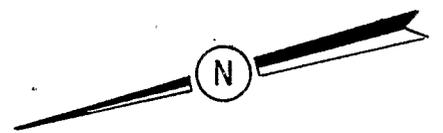
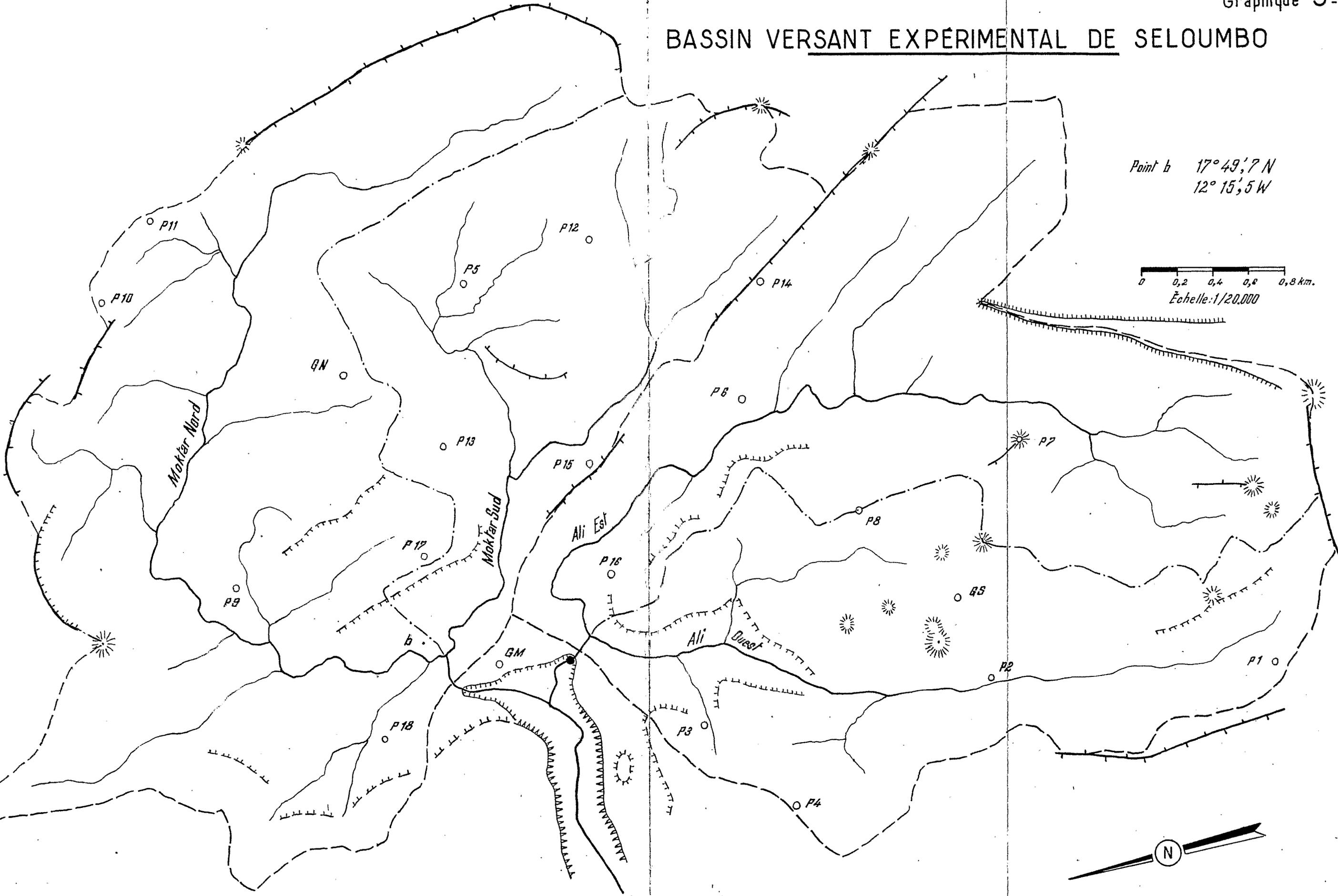
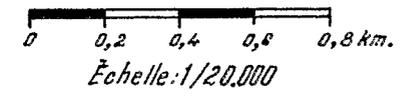
A la sortie de leurs bassins versants, les oueds MOKTAR et ALI se réunissent, après une chute d'une cinquantaine de mètres, pour former l'oued SELOUMBO qui dévale la falaise du TAGANT pour se perdre rapidement dans les sables.

Les bassins versants se trouvent dans un massif gréseux dont les lits, subhorizontaux, sont d'épaisseurs variables, quelquefois séparés par des passes marneuses. L'érosion a dégagé un relief en tables et en gradins dont les pentes sont couvertes d'éboulis de blocs : les lits de grès sont quadrillés de microfailles verticales suivant lesquelles, avec l'action de l'eau, ils se décomposent en blocs de toutes tailles. De plus, l'action superficielle de l'eau, jointe à celle du soleil (évaporation, remontées capillaires), fait se détacher en surface des "carrons" de quelques centimètres d'épaisseur sur quelques dizaines de décimètres carrés, qui se fragmentent en pierraille.

Les crêtes de bordure du bassin versant de l'oued MOKTAR sont ainsi faites d'éboulis, mais l'intérieur se compose de plusieurs plateaux en pente douce séparés par des gradins chaotiques. Le sol de ces plateaux est formé assez rarement de rags gravillonneux, plus souvent d'argile peu sableuse. L'on trouve plus de sables dans les lits majeurs des oueds : l'importance de ces zones ensablées est très réduite, sauf dans le

BASSIN VERSANT EXPERIMENTAL DE SELOUMBO

Point b 17° 49,7' N
12° 15,5' W



cours inférieur où il doit y en avoir près d'un kilomètre carré sur une épaisseur de plusieurs mètres par endroits. Le réseau hydrographique est bien marqué sans zones d'inondation et se compose principalement de deux affluents "MOKTAR Nord" 8,24 km² qui draine les bordures Est, Nord et Ouest, et "MOKTAR Sud" 4,33 km² qui draine surtout la crête molle qui sépare le bassin versant de celui de l'oued ALI.

Celui-ci a un aspect plus rocheux et plus chaotique. Sa bordure comporte des éboulis plus importants. L'intérieur est encombré de petites montagnes de blocs de grès. Il n'y a guère de zones à peu près plates en dehors de grandes dalles de grès à vernis noir. Les zones argileuses sont presque inexistantes et les placages de sable, rares, sauf dans le cours inférieur où la zone ensablée a, à peu près, la même importance que dans le bassin versant de l'oued MOKTAR. Le réseau hydrographique est également bien marqué, sans zones d'inondation, et se compose aussi de deux affluents : "ALI Est" 6,35 km² qui draine l'Est et la frontière commune avec deux bassins versants et "ALI Ouest" 4,92 km² qui draine la partie Ouest, la plus chaotique.

Le terrain reste pratiquement nu toute l'année : la végétation arbustive (enphorbes, épineux) est presque inexistante. Pendant la saison des pluies, quelques graminées poussent sur les plateaux de l'oued MOKTAR. Le cram-cram qui pourrait proliférer sur les sables des cours inférieurs des deux oueds reste clairsemé et de faible hauteur.

D'une façon générale, le sol des deux bassins versants semble plutôt imperméable : c'est évidemment le cas des dalles en grès et des zones argileuses. Mais les interstices entre blocs d'éboulis doivent être bouchés par les argiles de décomposition, mais la perméabilité est grande dans ces zones d'éboulis. Les pentes générales des oueds sont fortes, avec de rares mouilles sans importance. Nous pouvons considérer que le développement de la végétation ne modifie pas les conditions de ruissellement ou d'écoulement.

Au pied de la chute de l'oued ALI, à la sortie de son bassin versant, il existe une guelta permanente alimentée par une source (4 l/s au début d'Avril 1959, le débit semble constant toute l'année) qui maintient constant le niveau de la mare. Celle-ci perd un peu d'eau par évaporation, plus par infero-flux entre les blocs du lit de l'oued. Elle doit être alimentée

par un réseau de failles dans les grès de l'étage supérieur, qui ne sont pas horizontaux mais un peu redressés, failles drainant les sables du cours inférieur de l'oued ALI. Nous supposons que ces derniers sont alimentés par les écoulements de l'oued beaucoup plus que par les pluies.

II - CARACTERISTIQUES CLIMATOLOGIQUES

Ce point a été traité dans les chapitres 2 et 3. Nous allons extraire de ce dernier les valeurs intéressantes au point de vue pluviométrie. Signalons au passage que les observations météorologiques habituelles ont été effectuées régulièrement en Août, Septembre et première moitié d'Octobre 1958, comme en Août, Septembre et Octobre 1957 (thermométrie, psychrométrie, Piche, bac Colorado).

La pluviométrie moyenne interannuelle peut être prise égale à 230 mm.

pluviométries journalières	ponctuelles	moyennes du chaque B.V.	ponctuelles de 2 jours consécutifs
de probabilité annuelle	36	33	64
de probabilité décennale	82	75	113
de probabilité 1/20 ans	103	95	132

Le graphique 5-2 donne le hyétogramme probable d'une averse de 75 mm.

(Voir dans le chapitre 3 les restrictions sur la valeur de ces extrapolations).

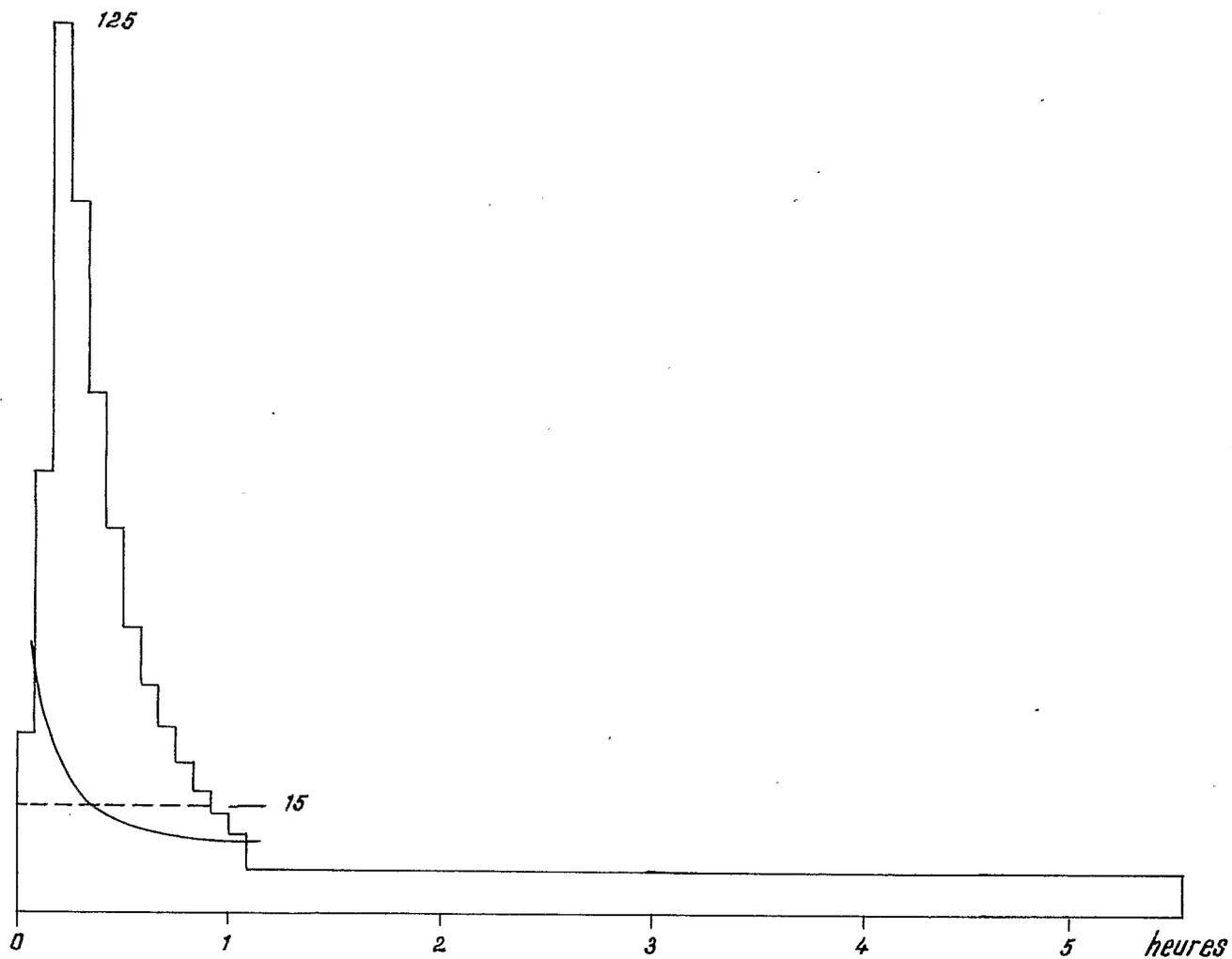
III - EQUIPEMENT (les positions des appareils sont reportées sur le croquis 5-1)

Bassin versant Nord - Oued MOKTAR

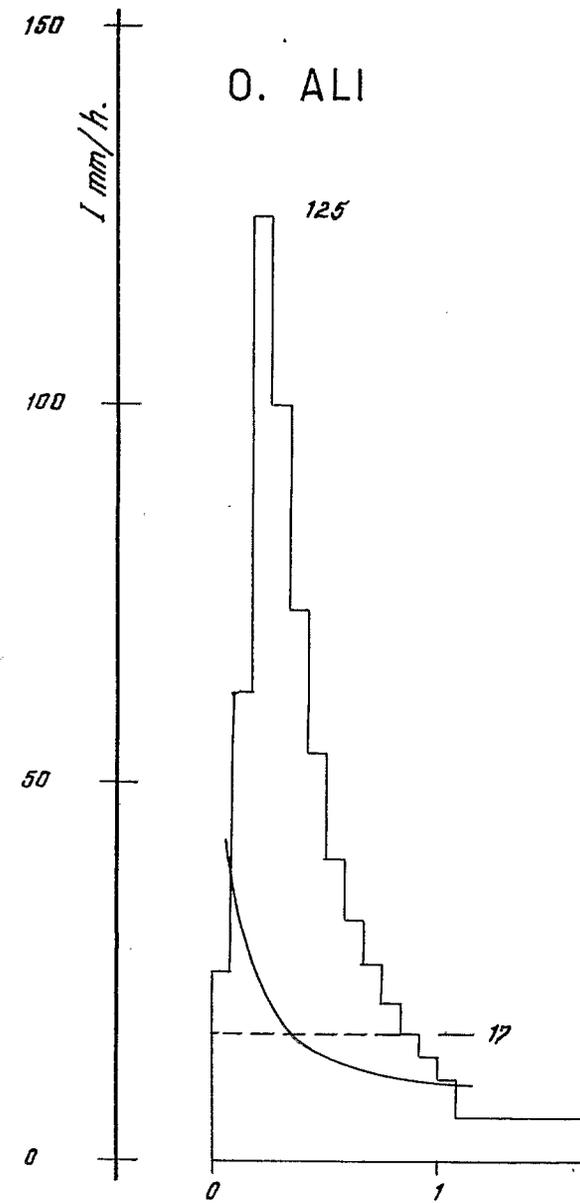
- 8 pluviomètres Association irrégulièrement répartis
- 1 pluviographe à augets à peu près au centre du B.V.

AVERSE DÉCENNALES

O. MOKTAR



O. ALI



- 1 limnigraphe Ott type XV échelle 1/10 révolution 32 heures à quelques mètres en aval de la jonction des deux affluents, accompagné d'une passerelle de jaugeage et d'une échelle limnimétrique.

Bassin versant Sud - Oued ALI

- 8 pluviomètres Association irrégulièrement répartis
- 1 pluviographe à augets à peu près au centre du B.V.
- 1 limnigraphe Ott type XV échelle 1/10 révolution 32 h à quelques mètres en aval de la jonction des deux affluents, accompagné d'une passerelle de jaugeage.

plus commun aux deux bassins versants :

- 2 pluviomètres Association sur la frontière commune et une station météo à l'extrémité Ouest de cette frontière, comprenant : thermomètres à maxima et à minima, psychromètre à hélice, évaporomètre Piche, bac Colorado métrique, anémomètre compte-tours, pluviomètres Association et, au sol, pluviographe à augets.

IV - AVERSES OBSERVEES (fiches d'averses et de crues en annexo)

Les bassins versants n'ont pas été rééquipés assez tôt pour permettre l'observation régulière de toutes les averses de l'hivernage. Il semble qu'une seule pluie intéressante ait été perdue : celle du 17 Juin qui a donné 43 mm à M'BEIKA (18 km à vol d'oiseau au Nord), 42 mm à MOUDJERIA (9 km à vol d'oiseau au Nord-Ouest). Toutes les observations pluviométriques sont résumées dans un tableau joint.

Les pluviogrammes ont été dépouillés par intervalles de 5 minutes, en recherchant tout d'abord l'intervalle donnant la plus forte intensité. Les hyétogrammes moyens ont été calculés en multipliant les intensités des pluviogrammes observés aux pluviographes centraux de chaque bassin versant par le rapport pluviométrie moyenne sur le bassin versant/pluviométrie au pluviographe. La comparaison des hyétogrammes des trois pluviographes montre une déformation à peu près régulière du Nord au Sud, ce qui justifie un procédé aussi simpliste de construction des hyétogrammes moyens.

Le nombre d'averses a été de 20 pendant l'hivernage 1958. Huit n'ont donné aucun écoulement aux stations de jaugeage.

- averse du 19 Juillet : 2 pluies de faible intensité, total 13 mm à la station météo - répartition - hauteurs moyennes inconnues.

- averse du 4 Août :

Oued MOKTAR : hauteur moyenne sur le bassin versant 4,5 mm bien répartie. A l'enregistreur durée 5 mn, intensité 42 mm/h.

Oued ALI : hauteur moyenne sur le bassin versant 3,9 mm bien répartie. A l'enregistreur durée 5 mn, intensité 48 mm/h.

- averse du 19 Août :

Oued MOKTAR : hauteur moyenne sur le bassin versant 6,2 mm, hauteurs croissant du Sud au Nord. Enregistré 60 mm/h pendant 5 mn.

Oued ALI : hauteur moyenne sur le bassin versant 1,8 mm.

- lère averse du 20 Août :

Oued MOKTAR : hauteur moyenne sur le bassin versant 0,9 mm.

Oued ALI : hauteur moyenne sur le bassin versant 1,1 mm.

- averse du 3 Septembre :

Oued MOKTAR : hauteur moyenne sur le bassin versant 4,0 mm bien répartie, averse de longue durée : plus de 2 heures, à faibles intensités.

Oued ALI : hauteur moyenne sur le bassin versant 7,0 mm centre plus arrosé, averse de longue durée : plus de 3 heures, à faibles intensités.

- averse du 16 Septembre :

Oued MOKTAR : hauteur moyenne sur le bassin versant 8,4 mm bien répartie, durée 1 h.10, intensité maximale enregistrée 36 mm/h.

Oued ALI : hauteur moyenne sur le bassin versant 4,6 mm bien répartie, durée 40 mn, intensités faibles.

- averse du 18 Septembre :

Oued MOKTAR : hauteur moyenne sur le bassin versant 1,3 mm

BASSIN VERSANT de l'OUED MOKTAR

Hauteurs pluviométriques en mm

N°	Date	P 5	P 9	P 10	P 11	P 12	P 13	P 14	P 15	P 17	P 18	G M	G N	moy.	disp.
	17/6														
	19/7											13,0			
9	28/7	11,5				10,3	16,4	6,9	9,5	13,3		13,0	16,0	12,5	76
10	31/7	29,5				29,9	29,2	27,2	23,6	25,9		27,0	29,5	28,6	22
11	2/8	12,5	12,4	12,4	8,5	17,0	12,4	18,7	11,4	11,3	11,2	11,0	10,0	12,9	79
	4/8	4,9	4,0	3,7	5,1	5,4	4,7	3,7	4,3	4,4	4,1	4,5	5,0	4,5	31
12	5/8	27,5	31,4	29,8	29,5	26,2	28,0	22,3	22,7	25,8	28,0	26,0	27,5	28,2	32
13	7/8	1,1	2,3	1,2	1,3	6,0	6,4	7,0	3,0	5,7	4,1	4,0	5,0	3,9	151
14	8/8	12,0	18,6	13,3	13,4	10,0	11,3		13,0	16,3	18,1	18,5	10,0	13,4	64
15	14/8	15,0	6,4	5,9	5,2	13,0	4,0	9,0	11,0	4,5	6,7	5,5	6,0	8,3	132
	19/8	5,7	6,8	8,1	10,0	4,6	5,6	2,2	3,5	4,9	6,4	6,5	5,5	6,2	126
	20/8 1°	1,5	0	0	0,6	1,5	1,2	1,2	1,3	1,4	0,4	1,0	1,0	0,9	
16	20/8 2°	28,3	20,7	19,0	20,2	31,7	24,3	27,3	26,6	29,2	29,2	31,0	27,0	25,3	50
17	29/8	11,7	26,2	15,2	16,7	14,2	12,9	12,7	12,0	14,9	13,0	15,5	13,0	16,5	88
	3/9	4,1	3,2	4,2	2,7	3,3	3,0	4,9	1,9	3,8	4,8	7,0	4,5	4,0	128
	16/9	12,3	8,3	8,2	7,5	7,8	9,2	5,5	8,5	6,4	7,4	9,0	7,5	8,4	81
	18/9	2,2	0	0	0	3,3	0	4,1	1,6	0	0	0,5	0	1,3	
	22/9	3,7	4,2	4,6	4,7	4,4	0,6	4,3	1,4	0,7	1,7	1,0	1,0	3,3	
18	25/9	3,7	7,8	3,8	4,2	3,3	4,7	10,6	5,5	5,8	13,7	7,0	4,0	6,5	160
19	1/10	12,7	18,4	11,8	11,4	11,2	15,6	14,5	12,2	15,8	20,0	17,5	13,5	14,9	59

BASSIN VERSANT de l'OUED ALI

Hauteurs pluviométriques en mm

N°	Date	P 1	P 2	P 3	P 4	P 6	P 7	P 8	P 14	P 15	P 16	G S	moy. BV	% disp.
	17/6													
	19/7													
9	28/7	2,6	8,1	9,9	9,1	6,5	4,9	9,4	6,9	9,5	10,0	8,0	6,7	110
10	31/7	24,3	26,5	22,0	19,7	26,0	26,9	26,5	27,2	23,6	21,5	25,0	25,6	29
11	2/8	18,8	12,2	12,1	15,5	15,6	17,8	13,7	18,7	11,4	14,4	15,5	16,8	44
	4/8	3,6	5,4	3,5	2,8	4,2	3,4	3,9	3,7	4,3	4,4	4,0	3,9	67
12	5/8	22,9	22,0	12,4	14,6	19,5	19,1	18,8	22,3	22,7	24,6	18,5	20,3	60
13	7/8	3,6	9,1	1,2	1,8	5,0	2,0	2,6	7,0	3,0	6,0	3,0	3,5	226
14	8/8	2,7	3,5	14,5	15,1	16,0	2,8	7,3		13,0	17,0	3,5	8,5	168
15	14/8	14,2	8,5	9,5	8,7	12,0	15,8	12,0	9,0	11,0	7,0	9,0	11,9	74
	19/8	1,1	1,8	1,0	0,9	1,3	0,9	0,9	2,2	3,5	3,4	0,5	1,8	
	20/8 1°	1,6	0,8	1,2	1,4	1,0	1,1	0,7	1,2	1,3	1,4	0,5	1,1	
16	20/8 2°	20,5	41,2	37,9	23,8	28,0	31,5	37,9	27,3	26,6	29,4	32,5	30,1	69
17	29/8	26,5	23,5	16,4	12,0	12,5	17,4	21,0	12,7	12,4	14,4	18,5	17,6	83
	3/9	6,2	8,0	9,5	6,7	8,1	6,6	11,3	4,9	1,9	5,1	8,5	7,0	134
	16/9	4,2	5,0	2,7	5,5	5,9	3,2	4,5	5,5	8,3	9,2	2,5	4,6	145
	18/9	10,5	9,5	2,1	2,0	5,4	5,6	8,8	4,1	1,6	2,1	9,0	6,0	148
	22/9	5,0	3,1	0,6	1,0	3,4	3,9	2,6	4,3	1,4	2,1	3,0	3,3	
18	25/9	31,4	18,2	8,6	12,8	7,3	19,9	15,1	10,6	5,5	7,2	15,5	16,5	157
19	1/10	43,5	29,6	11,2	15,0	15,3	21,0	20,8	14,5	12,2	14,5	21,0	21,9	148

Oued ALI : hauteur moyenne sur le bassin versant 6,0 mm.

Hauteurs décroissantes du Sud au Nord, intensité maximale enregistrée 36 mm/h.

- averse du 22 Septembre :

Oued MOKTAR : hauteur moyenne sur le bassin versant 3,3 mm

Oued ALI : hauteur moyenne sur le bassin versant 3,3 mm

12 averses ont produit un écoulement à l'une au moins des stations.

Bassin versant de l'oued MOKTAR : 2 averses sans écoulement.

- averse n°15 du 14 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 8,3 mm centrée sur le Sud-Est, où il a pu se produire un petit ruissellement local. I maximum enregistrée 48 mm/h.

- averse n°19 du 1er Octobre, hauteur moyenne sur le bassin versant 14,9 mm, les hauteurs décroissent régulièrement de l'Ouest à l'Est - durée 3 heures - I maximum enregistrée 24 mm/h.

3 averses avec écoulement presque nul.

- averse n°13 du 7 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 3,9 mm, presque nulle sur le Nord - durée 5 mn - I enregistrée 60 mm/h.

- averse n°17 du 29 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 16,5 mm, maximum sur le cours moyen de l'affluent Nord - durée 3 heures - maximum enregistré 66 mm/h.

- averse n°18 du 25 Septembre, hauteur moyenne sur le bassin versant 6,5 mm, hauteur décroissant régulièrement de l'Ouest à l'Est, durée 2 h.15 à faibles intensités.

7 averses ont donné un écoulement notable.

- averse du 17 Juin : répartition, hauteur, intensités inconnues.

- averse n° 9 du 28 Juillet : hauteur moyenne sur le bassin versant 12,5 mm, assez bien répartie, durée 30 mn, I maximale enregistrée 114 mm/h.
- averse n° 10 du 31 Juillet, hauteur moyenne sur le bassin versant 28,6 mm bien répartie, averse longue : 5 h, I maximale enregistrée 66 mm/h.
- averse n° 11 du 2 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 12,9 mm, têtes des deux oueds un peu favorisées, durée 50 mn, I maximale enregistrée 84 mm/h.
- averse n° 12 du 5 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 28,2 mm, bien répartie, durée 35 mn, I maximale enregistrée 126 mm/h.
- averse n° 14 du 8 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 13,4 mm, assez bien répartie, durée 15 mn, plus une traine de 1 h.50 (I \leq 2 mm/h) intensité maximale enregistrée 48 mm/h.
- averse n° 16 du 20 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 25,3 mm, assez bien répartie décroissant du Sud au Nord, 2 ondées de 10 mn séparées par 10 mn à faible intensité. Intensités maxima enregistrées 126 mm/h et 72 mm/h.

Bassin versant de l'oued ALI (2 averses sans écoulement).

- averse n° 9 du 28 Juillet, hauteur moyenne sur le bassin versant 6,7 mm, décroissant du Nord au Sud, durée 30 mn, intensité maximale enregistrée 78 mm/h.
- averse n° 13 du 7 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 3,5 mm, bien répartie, durée 5 mn, intensité maximale enregistrée 36 mm/h.

2 averses avec écoulement presque nul

- averse n° 10 du 31 Juillet, hauteur moyenne sur le bassin versant 25,6 mm, assez bien répartie, durée 5 h.30, débutant par une pointe d'intensité enregistrée de 60 mm/h.
- averse n° 15 du 14 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 11,9 mm, décroissant du Sud au Nord, durée 10 mn, intensité maximale enregistrée 72 mm/h.

8 averses ont donné un écoulement notable

- averse du 14 Juin, répartition, hauteur, intensité inconnues.

- averse n°11 du 2 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 16,8 mm, Nord-Ouest déficitaire, durée 40 mn, intensité maximum enregistrée 72 mm/h.
- averse n°12 du 5 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 20,3 mm, bien répartie, durée 45 mn, intensité maximum enregistrée 72 mm/h.
- averse n°14 du 8 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 8,5 mm, très mal répartie, seuls les cours inférieurs des deux oueds ont reçu une quantité d'eau intéressante. A l'enregistreur durée 5 mn, plus traine de 1 h.45 à intensité \leq 2 mm/h.
- averse n°16 du 20 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 30,1 mm. Minimum au Sud, maximum sur le cours moyen d'ALI Ouest, durée 30 minutes, maximum enregistré 138 mm/h.
- averse n°17 du 29 Août, hauteur moyenne sur le bassin versant 17,6 mm, maximum au Sud, minimum au Nord-Ouest, durée 3 h.30. Intensité maximum enregistrée 114 mm/h.
- averse n°18 du 25 Septembre, hauteur moyenne sur le bassin versant 16,5 mm, décroît régulièrement du Sud au Nord, durée 3 h.30, intensité maximum enregistrée 90 mm/h.
- averse n°19 du 1er Octobre, hauteur moyenne sur le bassin versant 21,9 mm, mal répartie avec maximum important sur le Sud, durée 4 heures. I maximum enregistrée 48 mm/h.

Nous avons donc été, cette année, extrêmement favorisés par la pluviométrie : averses sans pointes multiples, quelquefois prolongées par des traines à faibles intensités, constituées par un corps utile d'une durée d'une vingtaine de minutes tombant avec des intensités très fortes. Les averses intéressantes de 1957 ont présenté soit des pointes multiples, soit des corps plus longs.

La comparaison des hydrogrammes et des hyétogrammes des deux hivernages permet d'affirmer que pour les deux bassins versants les durées des averses unitaires sont de 20 minutes.

V - CRUES OBSERVEES (fiches d'averses et de crues en annexe)

Oued MOKTAR

Le limnigraphe et la station de jaugeage se trouvent dans une mouille petite mais profonde, creusée dans les alluvions sableuses. La barre rocheuse, qui forme la chute à une centaine de mètres à l'aval, est un déversoir naturel et l'étalonnage de la station devrait être définitif. Mais, les mesures de vitesses sont faites en "jaugeage continu" avec des variations rapides de niveau du plan d'eau et des modifications non moins rapides du fond sablonneux. La dispersion des mesures est assez forte à chaque verticale. La cote maximum ayant fait l'objet de mesures est : 1,38 m (1,30 en 1957) et la cote maximum atteinte 1,50 m. La courbe de tarage a été tracée en tenant compte des jaugeages des deux campagnes (graphique 5-3).

3 crues correspondent à un faible écoulement.

- crue n°13 du 7 Août, remontée du plan d'eau 30 mn après la pluie, débit maximum 60 l/s, 3 heures après la pluie, fin de l'écoulement 11 heures après l'averse.
- crue n°17 du 29 Août, l'averse a deux pointes et nous les retrouvons sur l'hydrogramme : première pointe, double, 1 h.30 et 2 h.15 après l'averse, deuxième pointe, simple, 2 h.50 après l'averse. Débit maximum 450 l/s, Ecoulement complètement terminé 15 heures après la deuxième averse.
- crue n°18 du 25 Septembre. Il n'y a pas eu d'écoulement à la station : seulement remontée du plan d'eau une heure après l'averse.

7 crues correspondent à un écoulement notable.

- crue du 17 Juin, non observée, le débit maximum aurait été d'environ 20 m³/s d'après les délaissés pas très nets
- crue n° 9 du 28 Juillet. La crue arrive 30 mn après l'averse. Débit maximum 2,5 m³/s, 1 heure après la pointe. Ecoulement totalement arrêté 12 heures après l'averse. Volume écoulé 8,1.10³ m³ cam 78 pour 5 mm.
- crue n°10 du 31 Juillet. La crue arrive 30 mn après l'averse. Débit maximum 2,8 m³/s 1 heure après le corps de l'averse (peu net). Ecoulement arrêté 13 h après la pointe de l'averse. Volume écoulé 25,6.10³ m³ cam 40 pour 5 minutes. Ecoulement hypodermique abondant à cause de la durée de la traine à faible intensité

O. MOKTAR

COURBE DE TARAGE

Debit m³/sec.

20

15

10

5

0

60

80

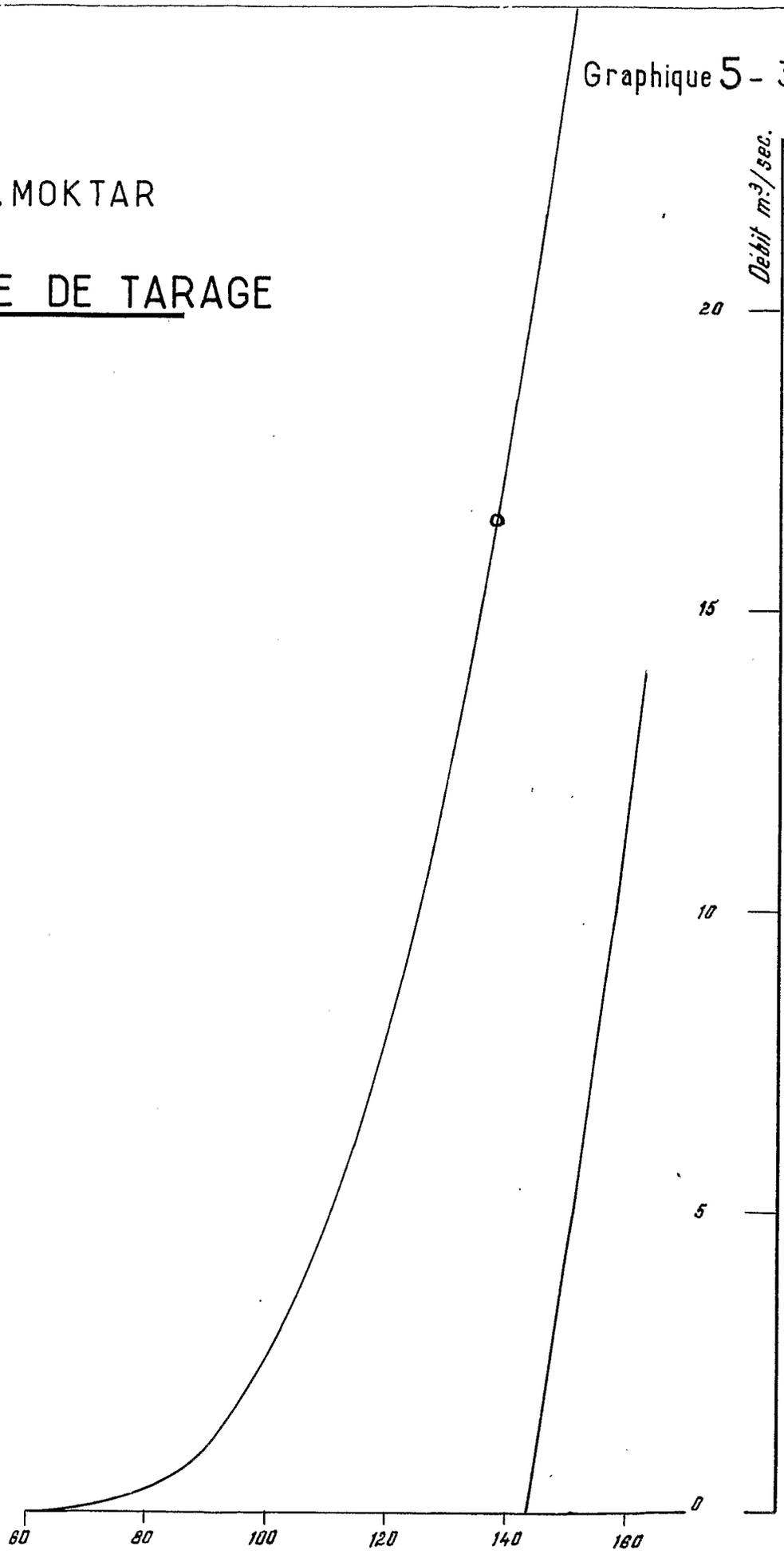
100

120

140

160

Cote échelle en cm.



- crue n°11 du 2 Août. La crue arrive 30 mn après l'averse. Deux pointes de débit à 3,8 et 3,6 m³/s, 50 mn et 1 h.30 après l'averse, correspondant peut-être la première à MOKTAR Sud, la seconde à MOKTAR Nord, dont seules les têtes ont été bien arrosées. Palier 2 h.50 après l'averse correspondant peut-être à l'écoulement hypodermique.
- crue n°12 du 5 Août. Débit maximum 24 m³/s 1 heure après l'averse. Volume écoulé 118.10³ m³, cam pour 10 minutes : 51 mm/h. Ecoulement complètement terminé 16 heures après l'averse.
- crue n°14 du 8 Août. Débit maximum 10,5 m³/s 40 mn après l'averse. Ecoulement complètement terminé 14 h après l'averse. Volume écoulé 44.10³ m³ cam pour 10 mn 39 mm/h.
- crue n°16 du 20 Août. Débit maximum 20,5 m³/s 50 mn après la deuxième pointe de l'averse. L'écoulement dû à la première pointe n'est pas séparable du total. Ecoulement complètement terminé 14 heures après la deuxième pointe.

Oued ALI

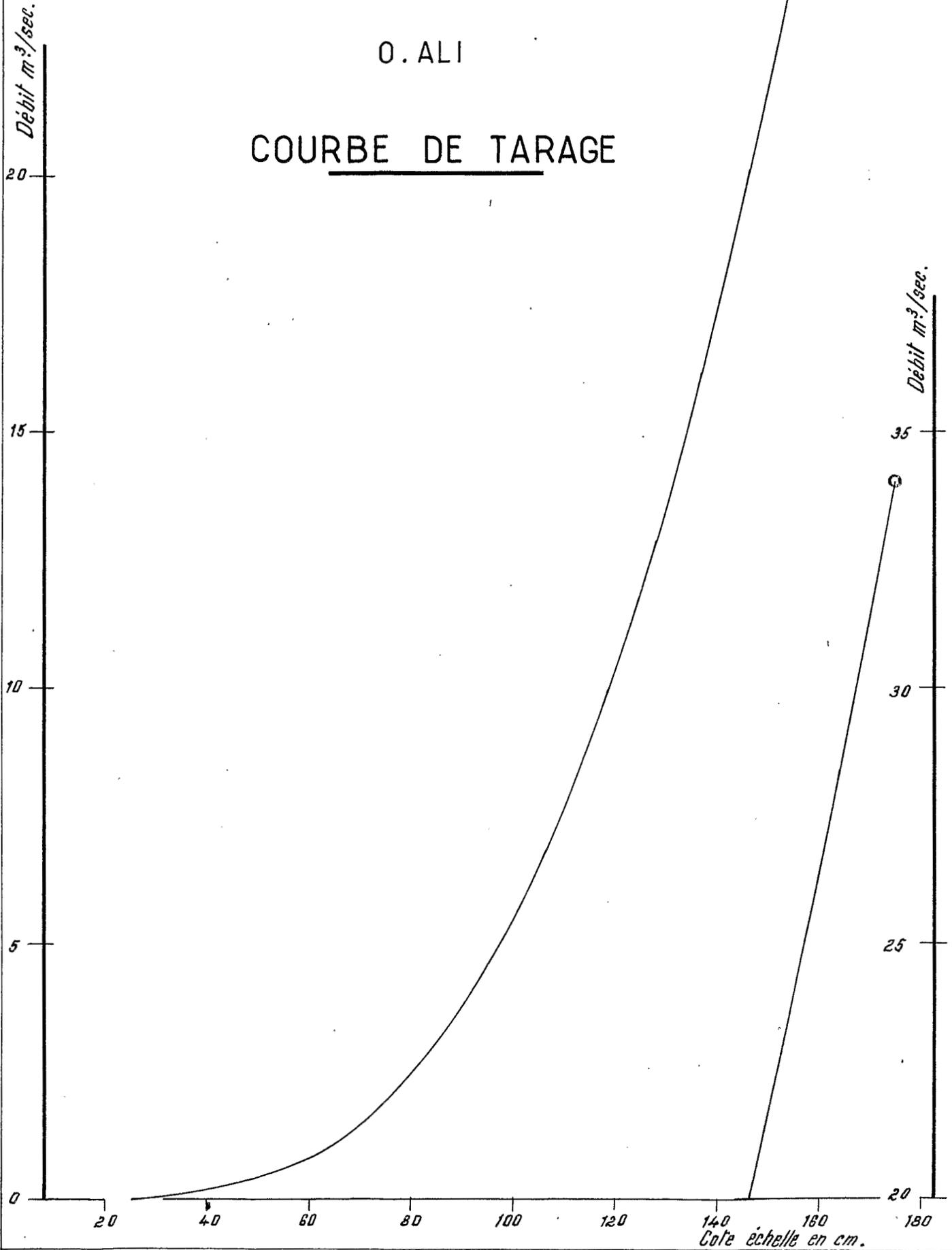
Les dispositions du limnigraphe et de la passerelle de jaugeage sont très semblables à celles de l'oued MOKTAR : la mouille est très réduite, et la barre rocheuse plus proche. Même observation au sujet des jaugeages. La cote maximum ayant fait l'objet de mesures est de 1,75 m : cote maximale atteinte cet hivernage. La courbe de tarage a été tracée en tenant compte des jaugeages des deux campagnes (graphique 5-4). La zone de débordement est réduite et sans importance (à l'oued MOKTAR elle est encore moins importante)

2 crues correspondent à un faible écoulement.

- crue n°10 du 31 Juillet. Début de l'écoulement 2 h.30 après la pointe de l'averse, débit maximum 100 l/s, 6 heures après l'averse, écoulement complètement terminé 11 heures après la pointe de l'averse.
- crue n°15 du 14 Août, début de l'écoulement 2 h.30 après l'averse, débit maximal 350 l/s, 2 h.50 après l'averse. Ecoulement complètement terminé 10 heures après l'averse.

O. ALI

COURBE DE TARAGE



8 averses ont donné un écoulement notable :

- averse du 17 Juin, non observée. Le débit maximal aurait été d'environ $20 \text{ m}^3/\text{s}$, d'après les délaissés très peu nets un mois après.
- averse n°11 du 2 Août. Débit maximal $5 \text{ m}^3/\text{s}$ 1 h.15 après l'averse. Volume écoulé $22,8 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ cam 57 pour 10 minutes. Ecoulement totalement arrêté 13 heures après l'averse.
- crue n°12 du 5 Août. Débit maximal $17 \text{ m}^3/\text{s}$, pointe très courte 55 minutes après la pointe de l'averse. Volume écoulé $60,7 \cdot 10^3 \text{ m}^3$, cam 40 pour 15 minutes. Ecoulement totalement arrêté 11 heures après l'averse.
- crue n°14 du 8 Août. Débit maximal $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ 20 minutes après l'averse qui a intéressé principalement le cours inférieur des oueds. Ecoulement complètement terminé 8 heures après l'averse. Volume écoulé $7,9 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.
- averse n°16 du 20 Août. Débit maximal $34 \text{ m}^3/\text{s}$: deux pointes presque égales 35 et 50 minutes après le centre de gravité du corps de l'averse. Volume écoulé $131 \cdot 10^3 \text{ m}^3$, cam pour 15 minutes : 50 mm/h . Ecoulement complètement arrêté 12 heures après l'averse.
- averse n°17 du 29 Août. Première pointe de débit : $1,5 \text{ m}^3/\text{s}$ 1 h.20 après la première pointe de l'averse, deuxième pointe $1,3 \text{ m}^3/\text{s}$ 25 minutes après la deuxième pointe de l'averse. Volume écoulé $10,9 \cdot 10^3 \text{ m}^3$. Ecoulement totalement arrêté 10 heures après l'averse.
- averse n°18 du 25 Septembre. Débit maximal $1,7 \text{ m}^3/\text{s}$ 2 h.45 après la pointe de l'averse. Volume écoulé $12 \cdot 10^3 \text{ m}^3$.
- averse n°19 du 1er Octobre. Débit maximal $4,0 \text{ m}^3/\text{s}$ 2 heures après la pointe de l'averse (début de l'écoulement 30 minutes avant le maximum). Volume écoulé $17 \cdot 10^3 \text{ m}^3$. Ecoulement arrêté 11 heures après l'averse.

VI - ESSAIS D'INTERPRETATION

Toutes les données relatives aux crues de l'hivernage 1959 sont résumées dans les tableaux joints où :

P_u T_u I_u correspondent à la pluie utile, c'est-à-dire à la portion de l'averse tombée à des intensités supérieures à 10 mm/h , I_u étant l'intensité moyenne pendant le temps T_u .

O. ALI

Tableau général d'interprétation

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	
N°	Date	heures depuis dernière pluie	P _{mini}	P _{maxi}	P _{moy.}	Durée	P _u	T _u	I _u	P _e	T _e	I _e	lag	V _{éc}	V _{éc.}	Q _{max}	Q _{max}	C _{amT}	V _r	P _r	K _r	K _{ru}	K _{re}	I _r	C _{am r}	
		h	mm	mm	mm	mn	mm	mn	mm/h	mm	mn	mm/h	mn	10 ³ m ³	mm	m ³ /s	l/s/km ²	mm/h	10 ³ m ³	mm	%	%	%	mm/h	mm/h	
9	28.7	217	2,6	10	6,7	30'	5,5	5'	65					0												
10	31.7	63	19,7	27,2	25,6	330'	10,8	25'	26	5,1	5'	62		#0				60								
11	2.8	59	11,4	18,8	16,8	40'	15,6	(15)'	62	11,3	10'	69	75'	22,8	2	5	440	57	18,5	1,65	10	10	15	10	59	
12	5.8	44	12,4	24,6	20,3	45'	17,1	20'	51	15,4	15'	62	55'	60,7	5,4	17	1500	40	55	4,9	24	25	32	20	42	
13	7.8	34	1,2	9,1	3,5	5'	3,5	5'	42					0												
14	8.8	22	2,7	17	8,5	110'	5	10'	30	3,7	5'	45	20'	7,9	0,7	1,5	130	36								
15	14-8	160	7	15,8	11,9	10'	11,9	10'	64	7,9	5'	95		#0				92								
16	20-8	(139)	20,5	41,2	30,1	35'	28,8	(25)'	69	24,2	15'	97	45'	131	11,7	34	3000	50	122	10,8	36	37	45	43	54	
17	29-8	223	12	26,5	17,6	210'	14,2	(15)'	57	9	5'	108	80'	10,9	1	1,5	130	96								
18	25-9	75	5,5	31,4	16,5	215'	13,9	(30)'	28	8	5'	96		12	1,1	1,7	150	83								
19	1-10	127	11,2	43,5	21,9	240'	14,2	35'	24	7,3	10'	44	120'	17	1,5	4	350	35	13,5	1,2	5	8	16	7	37	

Oued MOKTAR

DIAGRAMMES de DISTRIBUTION

.)

(Intervalles de 20 minutes)

en pourcentage du volume total ruisselé

n°	Date	-2	-1	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7	Q max m ³ /s
4	23-8-57	3,3	21,2	28,3	21,5	11,5	6,0	4,0	2,4	1,5	-	9,5
4	23-8-57	6,1	15,5	26,9	20,8	14,4	6,8	4,8	2,0	0,5	-	5,5
12	5-8-58	2,5	16,4	27,0	21,9	14,5	8,3	5,0	3,0	1,1	0,3	24,0
14	8-8-58		8,9	33,1	24,7	15,5	9,6	5,3	2,5	0,4	-	10,5
16	20-8-58	0	14,5	31,0	23,5	14,2	8,0	4,5	2,7	1,3	0,3	20,5
Moyenne		2,4 ⁽¹⁾	15,2	29,2	22,5	14,0	8,3	4,7	2,5	1,0	0,3	

(1) Intervalle de 10 minutes seulement.

DIAGRAMMES de DISTRIBUTION

Oued ALI

(Intervalles de 20 minutes)

en pourcentage du volume total risselé

n°	Date	- 2	- 1	0	+ 1	+ 2	+ 3	+ 4	+ 5	+ 6	+ 7	Q max m ³ /s
5	28-8-57	4,4	14,4	29,4	23,3	14,2	7,3	3,5	2,0	1,0	0,5	9,4
11	2-8-58	3,6	15,9	32,2	24,0	12,7	6,5	3,2	1,3	0,6	-	5,0
12	5-8-58	7,7	17,2	33,8	20,7	10,2	5,2	2,5	1,1	0,4	0,2	17,0
16	20-8-58	1,5	13,7	31,9	25,1	13,6	6,9	3,7	2,0	1,0	0,4	34,0
19	1-10-58	1,8	11,4	35,2	24,7	14,1	7,3	3,6	1,4	0,5	-	4,0
Moyenne		4,0	14,5	32,0	24,0	13,0	6,6	3,3	1,6	0,7	0,3	

P_e T_e I_e correspondent à la pluie efficace ayant donné le ruissellement. I_e étant l'intensité moyenne pendant le temps T_e . Il se trouve que ce temps T_e est également le temps "efficace" pour l'écoulement total, par suite de la faiblesse de l'écoulement hypodermique.

Le lag est le nombre de minutes entre le centre de gravité de l'averse efficace et le maximum du débit.

Le volume écoulé est le total de l'écoulement exprimé en 10^3 m³ et en millimètres par kilomètre carré. Le débit maximum est observé, exprimé en m³/s et en litre par seconde et par kilomètre carré.

Le volume ruisselé est exprimé V_r en 10^3 m³ et P_r en millimètre par kilomètre carré (pluie excédentaire).

K_r K_{ru} K_{re} sont les coefficients de ruissellement rapportés à la pluie totale, à la pluie utile et à la pluie efficace.

I_r est l'intensité moyenne de la hauteur de pluie correspondant au ruissellement et au temps efficace.

Détermination des hydrogrammes unitaires :

Le temps unitaire a été facile à déterminer : en effet, pour les deux bassins, la comparaison des résultats de 1957 et de 1959 montre qu'une averse efficace de plus de 20 minutes donne un hydrogramme nettement déformé par rapport à ceux qui proviennent d'averses efficaces de moins de 20 minutes.

L'écoulement hypodermique semble faible et assez facile à séparer du ruissellement. Nous avons un certain nombre de petits écoulements qui donnent des lags prolongés, des débits faibles, et les écoulements forts présentent une cassure à la décrue. On peut constater qu'à partir de ce point, la décrue est pratiquement indépendante du débit maximum. Le temps d'écoulement total en est vraiment indépendant, par exemple :

O.MOKTAR	crue n°12	:	Q_{max} 24 m ³ /s,	écoulement terminé	16 h.ap.av.	:	
"	"	17	:	" 0,25 "	"	"	15 h. " "
O.ALI	"	16	:	" 34 "	"	"	12 h. " "
"	"	15	:	" 0,35 "	"	"	10 h. " "

Nous avons pu sélectionner parmi les crues des deux hivernages 5 crues pour l'oued MOKTAR et autant pour l'oued ALI, semblant unitaires. Nous les avons décomposées en intervalles de 20 minutes, durée égale au temps unitaire, dont l'un se trouve centré sur le débit maximum. Ces diagrammes de distribution sont reproduits sur le tableau joint.

Les hydrogrammes unitaires correspondants se trouvent sur le graphique 5-5. Ils ont été construits pour une pluie excédentaire de 10 mm sur chaque bassin versant (MOKTAR ruissellement de 126.10^3 m³, ALI de 113.10^3 m³).

Pour l'oued MOKTAR, les valeurs caractéristiques sont les suivantes :

- temps de montée (rise) : 40'
- temps de réponse (lag) : 50'
- durée de ruissellement : 3 heures environ
- débit maximum (pour $V_R = 100.000$ m³) : 25,5 m³

Le temps de montée est nettement différent de celui qui avait été avancé pour la campagne 1957, ceci tient au fait que les averses de cette dernière campagne présentaient des hydrogrammes difficiles à interpréter : ruissellement partiel donnant des temps de montée trop courts ou crues complexes dont on avait dû rectifier les hydrogrammes bruts. Au contraire, la campagne 1958 a présenté des crues plus faciles à étudier, en particulier les crues n°12 et 14. Le temps de réponse et le temps de ruissellement restent inchangés. Le débit maximum est un peu plus faible 25,5 m³/s au lieu de 30 par suite de rectification à la courbe d'étalonnage.

Pour l'oued ALI, on trouve :

- temps de montée (rise) : 50'
- temps de réponse (lag) : (50')
- durée de ruissellement : 3 heures environ
- débit maximum (pour $V_R = 100.000$ m³) : 27,5 m³/s

Valeurs annuelles - Crues

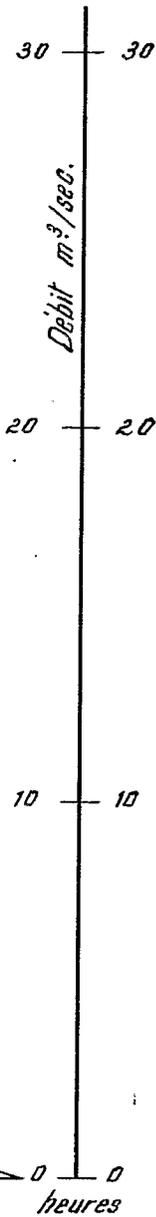
La pluviométrie de probabilité 1/1 an est de 33 mm en valeur moyenne pour chaque bassin (maximum ponctuel 36 mm, abattement 10 %), dont 22 mm de pluie utile d'après le hyétogramme moyen défini au chapitre 3, paragraphe VI, Etude des intensités.

HYDROGRAMMES UNITAIRES POUR PLUIE EXCEDENTAIRE DE 10 mm.

Graphique 5-5

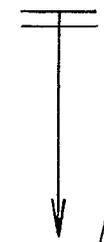
32

O. MOKTAR



31

O. ALI



0 1 2 3 0 1 2 3 heures

Cette hauteur de pluie utile a été pratiquement atteinte deux fois sur le bassin versant de l'Oued MOKTAR, 5 Août 21,0 mm, 20 Août 23,6 mm, mais les temps utiles ne sont guère comparables :

hyétogramme type	averse du 5 Août	averse du 20 Août
T_u 38 mn	15 mn.	20 mn
I_u 35 mm/h	84 mm/h	71 mm/h

Le hyétogramme type donne une pluie efficace de 10 minutes avec une hauteur de 11,5 mm et une intensité efficace de 69 mm/h. Ces chiffres sont à rapprocher de ceux de l'averse n°14 du 8 Août. Mais, la pluie probable de la veille serait supérieure à celle de l'averse n°13 du 7 Août. Nous serions conduits à adopter un Cam un peu inférieur à celui du 8 Août, soit 40 mm/h. Le débit maximum de la crue correspondante serait de 16 m³/s et le volume écoulé de 63.10³ m³.

Nous ne trouvons, ni en 1957, ni en 1958, d'averses utiles de 22 mm sur le bassin versant de l'Oued ALI, ou s'en rapprochant suffisamment. Il y a par contre une averse efficace $T_e = 10$ mn $I_e = 69$ mm/h, mais séparée par un intervalle de 60 heures de la pluie précédente. Nous verrons plus loin que les Cam sont supérieurs sur le bassin versant de l'Oued ALI à ceux du bassin versant de l'Oued MOKTAR. En adoptant un Cam de 45 mm/h pour l'averse de probabilité 1/1 an, nous obtenons un volume écoulé de 45.10³ m³ et un débit maximum de 12,5 m³/s.

Valeurs annuelles - Coefficient d'écoulement :

Les totaux annuels des écoulements et des pluviométries sont mal connus pour 1958 : il manque totalement la pluie du 17 Juin. En la supposant égale à celle de MOUDJERIA, et en supposant des crues de 20 m³/s unitaires sur chaque bassin versant, nous obtenons les chiffres suivants :

Oued MOKTAR 1958 :

Pluviométrie : 255 mm Ecoult^t : 32 mm Coef.d'écoul^t 12,5 %

Oued ALI 1958. :

Pluviométrie : 265 mm Ecoult^t : 30 mm Coef.d'écoul^t 11 %

Pour l'année 1957, les totaux sont mieux connus, bien que la pluviométrie soit incomplète sur les bassins versants mais pour des pluies sans importance n'ayant pas donné d'écoulement.

Oued MOKTAR 1957 :

Pluviométrie : 210 mm Ecoulement : 22 mm Coef. d'écoulement : 10,5 %

Oued ALI 1957 :

Pluviométrie : 190 mm Ecoulement : 17 mm Coef. d'écoulement : 9 %

L'année moyenne correspond à un total de 230 mm à mi-chemin entre les deux années d'observation. Les valeurs possibles des coefficients d'écoulement seraient :

Oued MOKTAR 11,5 % soit $340 \cdot 10^3 \text{ m}^3$

Oued ALI 10 % soit $260 \cdot 10^3 \text{ m}^3$

Crues décennales

Nous nous donnons le hyétogramme type de l'averse de probabilité 1/10 ans (précipitation ponctuelle : 82 mm précipitation moyenne : 75 mm) et les hydrogrammes unitaires des deux oueds. Les valeurs qui nous manquent pour pouvoir tracer des hydrogrammes décennaux, sont celles du Cam. Il nous faudrait d'ailleurs, non seulement le Cam moyen correspondant à l'averse efficace, mais encore les valeurs instantanées du Cam, car la durée de l'averse efficace est supérieure à la durée unitaire.

Etant donné les probabilités de pluie de la veille et des jours précédents, nous pouvons adopter comme Cam initial des valeurs inférieures à celles choisies pour l'averse annuelle, et nous choisissons comme Cam moyen : 15 mm/h pour l'oued MOKTAR, 17 mm/h pour l'oued ALI, sans pouvoir justifier ces valeurs autrement qu'en faisant remarquer la durée de l'averse utile : 1 h. 05 et en extrapolant pour la première période de 20 minutes, les valeurs du Cam trouvées directement (20 mm/h environ).

Nous avons tracé sur les hyétogrammes du graphique 5-2 les Cam choisis. Nous en déduisons le tableau suivant :

Pluie excédentaire totale	1ère période : de 20 mn	2ème période	3ème période
Oued MOKTAR : 34 mm	23,5	8,5	2
Oued ALI : 32 mm	22	8	2

d'après lequel nous avons tracé les hydrogrammes résultant du graphique 5-6.

Oued MOKTAR : débit max. $90 \text{ m}^3/\text{s}$ soit $7,1 \cdot 10^3 \text{ l/s.km}^2$

Oued ALI : " $80 \text{ m}^3/\text{s}$ soit $7,1 \cdot 10^3 \text{ l/s.km}^2$

(ces chiffres seraient plutôt approchés par excès)

Oued MOKTAR Volume ruis. $430 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ K_r 45 % K_{ru} 68 % K_{re} 71 %

Oued ALI " $360 \cdot 10^3 \text{ m}^3$ 43 % 64 % 67 %

L'écoulement hypodermique serait pratiquement négligeable : débit maximum 2 heures après le maximum de la crue, de l'ordre de $2 \text{ m}^3/\text{s}$ pour l'oued MOKTAR et de $1 \text{ m}^3/\text{s}$ pour l'oued ALI.

Etude du Cam et du coefficient de ruissellement

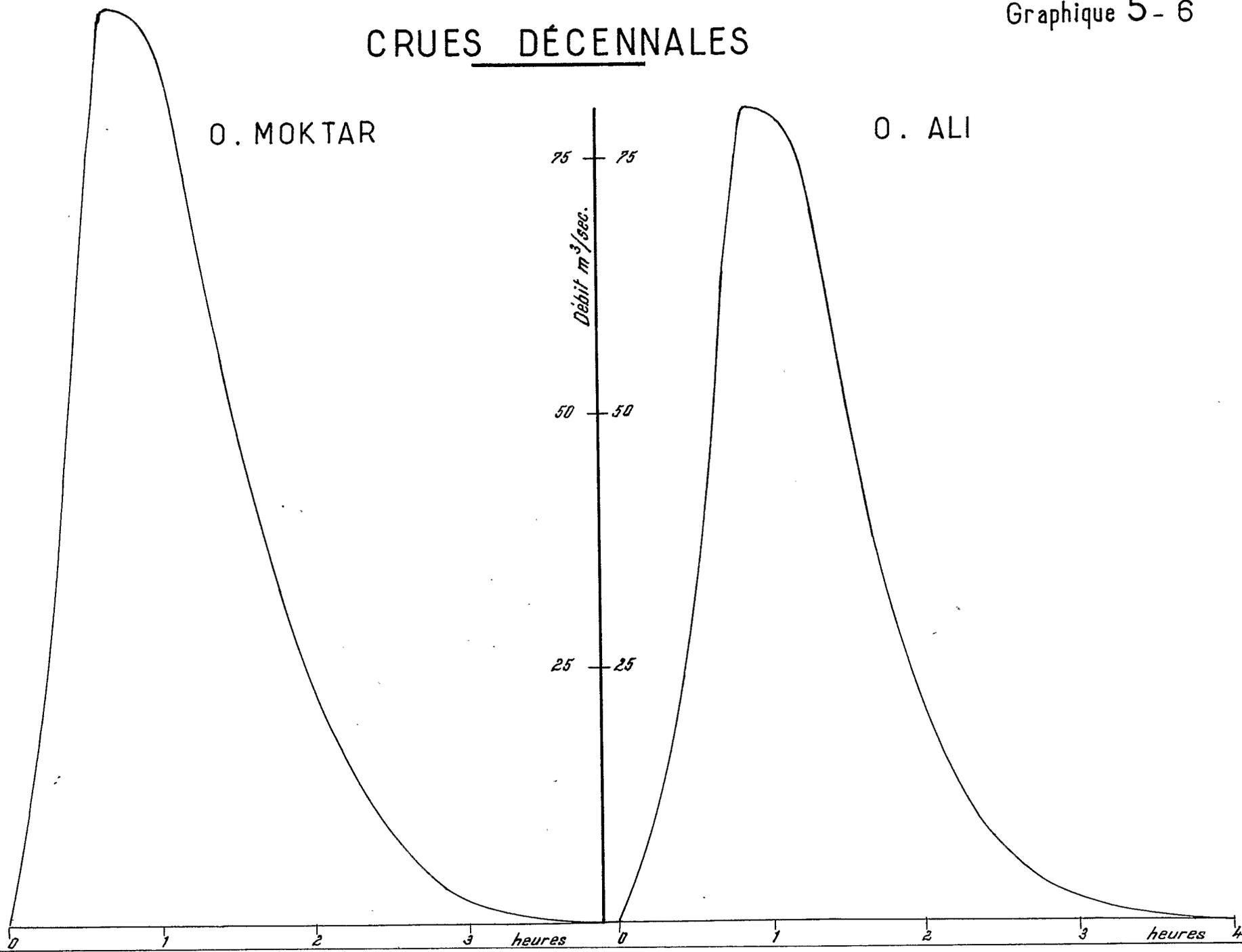
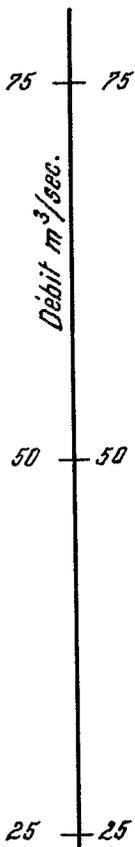
Nous manquons de données pour préciser les variations de la capacité d'absorption au cours d'une averse. Nous avons pu étudier seulement les variations du Cam global (correspondant au ruissellement plus écoulement hypodermique) pour des pluies efficaces de 5 mm en utilisant les averses ayant donné écoulement et les averses n'ayant rien donné.

Le graphique 5-7 résume les observations des deux hivernages, les points accompagnés d'une flèche \uparrow signifiant "valeur trop faible", la pluie n'a pas donné d'écoulement, ou l'averse ayant donné écoulement a été précédée de quelques gouttes; ou d'une flèche \downarrow signifiant "valeur trop forte", la pluie précédente n'a pas donné écoulement, mais ne devait pas en être loin.

CRUES DÉCENNALES

O. MOKTAR

O. ALI



VARIATION DU CAM GLOBAL POUR UNE PLUIE EFFICACE DE 5mm.

CAM mm/h.

100

50

0

○ ————— BV D. Moktar
 × ————— BV D. Ali

50

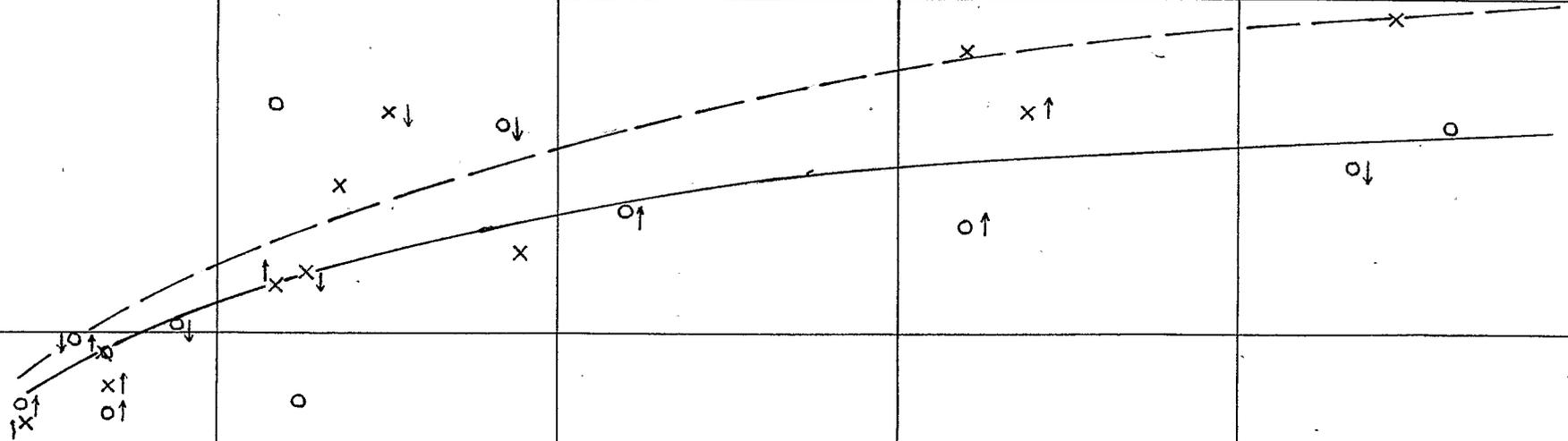
100

150

200

250

Nombre d'heures depuis la dernière pluie



En ce qui concerne le coefficient de ruissellement, l'examen des tableaux d'interprétation conduit pour l'oued MOKTAR, à des valeurs comprises entre 22 et 40 % (K_{ru}), pour les fortes averses intenses correspondant à peu près au maximum annuel (p moyen de 30 à 35 mm). Nous avons vu que pour l'averse décennale (p moyen 75 mm) nous avons adopté une valeur de K_{ru} voisine de 75 %, chiffre que nous avons déjà rencontré dans les bassins de montagne peu perméable.

D'une façon générale, le Cam du bassin versant de l'oued ALI semble supérieur à celui du bassin versant de l'oued MOKTAR. Ce qui peut s'expliquer facilement car le premier est beaucoup plus encombré d'éboulis que le second.

ETUDE EXTENSIVE du REGIME HYDROLOGIQUE
des COURS D'EAU du TAGANT et du BRAKNA

Les notes qui suivent ont un caractère commun : toutes les bases sont imprécises, qu'il s'agisse d'évaluation de crues, de niveau maximum atteint par des mares fermées, de données pluviométriques.

Ce sont ces dernières données qui manquent le plus. Le régime trop local des grains ne permet jamais (1) d'évaluer, sur un bassin versant, la pluviométrie responsable d'une crue dont le niveau maximum a été observé, tout au plus peut-on évaluer, à un pourcentage indéfinissable, la pluviométrie moyenne annuelle sur un bassin versant, s'il n'est pas trop mal situé par rapport aux rares pluviomètres.

Les chiffres qui sembleraient les plus sérieux : coefficients d'écoulement globaux dans le cas de bassins fermés, sont très discutables. Par exemple, une erreur de 20 cm sur la cote atteinte en année moyenne par le lac d'ALEG se traduit par une erreur de 15 % sur le volume apporté au lac !

Nous avons beaucoup utilisé, pour rédiger cette partie, les observations et notes de MM. COURAULT et STEINNOU, du Génie Rural de la MAURITANIE, AUVRAY, de l'O.R.S.T.O.M. et GENET, de la SOGETHA.

(1) Sauf dans le cas des bassins expérimentaux.

C H A P I T R E VI

GRANDS BASSINS VERSANTS

I - OUED KETCHI et LAC D'ALEG

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

L'oued KETCHI draine, dans le BRAKNA, un bassin versant de 3.420 km² (arrêté à la station) compris entre les parallèles 16°45 et 17°22 N et les méridiens 12°50 et 13°59 W. Il s'allonge de l'Est à l'Ouest sur 120 km entre la chaîne de collines atacoriennes et le lac d'ALEG. Les deux tiers supérieurs se trouvent dans les formations birrimiennes à chaînons de quartzites et à rags imperméables, dans lesquelles se voient de petites cuvettes fermées endorciques. Mais, le tiers inférieur se trouve sur les formations du continent terminal qui semblent beaucoup plus perméables, en dehors de certaines cuvettes à fonds argileux. A la fin de son cours, l'oued KETCHI butte sur une dune de sable devant laquelle il crée une large zone d'inondation de plusieurs centaines d'hectares. Il traverse cette dune sur 4 km avant de se jeter dans le lac d'ALEG.

Le bassin versant total du lac d'ALEG est de 3.800 km², donc presque entièrement constitué par celui de l'oued KETCHI. La cuvette du lac est tapissée d'argile pure sur une bonne épaisseur et l'on peut considérer que son fond est pratiquement imperméable.

La pente générale est très faible : celle de l'oued KETCHI est de l'ordre de 0,35‰ sur environ 150 km de son parcours. Le réseau hydrographique est cependant bien marqué. Le lit majeur de l'oued KETCHI est large et ses lits mineurs y serpentent en créant des moulles.

B - EQUIPEMENT

Le lac était équipé d'échelles limnimétriques (Génie Rural). Malheureusement, les lectures de hauteurs ont été faites sur la plus basse qui s'est enfoncée lentement et a disparu dans la vase avant d'être rattachée aux levés topographiques.

Un limnigraphe Ott, type X, échelle 1/20, révolution 8 jours, était sur l'oued KETCHI à sa traversée de la dune, accompagné d'une échelle de crue et d'une seconde échelle, 350 m en amont (G.R.).

A ALEG, extrémité Ouest du bassin versant, un pluviomètre (météo) et un pluviographe à augets (G.R.). A DIONABA, 15 km à l'Est de la frontière Est du bassin versant, pluviomètres et pluviographes (ORSTOM). Un troisième point pluviométrique utilisable se trouve à KAEDI (météo) 100 km au Sud du centre du bassin versant.

C - OBSERVATIONS

Nous manquons de jaugeages sur l'oued KETCHI : le limnigraphe se trouve dans une zone où l'oued est rectiligne et se présente sous la forme d'un canal de section trapézoïdale ; les vitesses y sont très faibles. Bien que la pente du fond soit de 0,65 ‰, la vitesse maximum de surface n'est pas mesurable au flotteur : inférieure à 0,1 m/s pour une cote de 300 à l'échelle (profondeur moyenne 2,3 m, section mouillée 72 m²). Les lectures simultanées des deux échelles sont inutilisables, la pente superficielle du plan d'eau étant inférieure aux erreurs de lecture.

L'oued KETCHI a coulé à la station du 1er Juillet au 6 Septembre, avec une interruption du 19 Juillet au 3 Août. Le décalage entre la pluie et l'arrivée de la crue est énorme : la pluie du 17 Juin, bien générale sur tout le bassin, a donné sa hauteur maximale à la station le 14 Juillet seulement.

Les cotes du lac ont été lues du 11 Juin au 21 Octobre. Si nous tenons compte des hauteurs de pluie tombées sur le lac (en les prenant égales à celles du pluviographe), nous trouvons une évaporation de 6,5 mm/jour pour la période qui précède l'arrivée de la crue, compte non tenu d'un faible ruissellement sur les bords pour la pluie du 17 Juin et une évaporation de 5 mm/jour pour la période qui suit l'arrêt de l'écoulement de l'oued KETCHI, mais le lac était alors encore alimenté par un inféroflux qui devenait un écoulement visible dans sa partie Est, là où l'argile n'est plus recouverte de sable.

Les relevés de niveau du lac entre Décembre 1938 et Mars 1959 donnent une baisse de niveau de 6 mm/jour, qui n'est due qu'à l'évaporation.

La cote du point le plus bas du lac est 27,60. Au début de l'arrivée de la crue, la cote de l'eau était d'environ 28,50 (10-7) et au maximum du niveau de 29,08 (10-9) (échelle non rattachée). Le lac s'est complètement assèché en Mars. Il semble qu'un assèchement complet du lac soit assez fréquent.

D - ESSAIS D'INTERPRETATION

En tenant compte des différences de volumes stockés entre la cote maximale du lac et la cote de départ : 13.10^6 m^3 , d'une évaporation de 7 mm/jour sur la surface d'eau libre : 10.10^6 m^3 pour la période séparant les deux cotes précédentes, de la lame d'eau tombée sur le lac : 5.10^6 m^3 , et des apports par inféroflux, très difficiles à chiffrer, environ 1.10^6 m^3 , l'oued aurait apporté 19.10^6 m^3 au lac pendant l'hivernage 1958.

Pour cette période, la pluviométrie totale moyenne sur le bassin versant a été de l'ordre de 250 mm : chiffre mal défini faute de pluviométrie, estimé par interpolation entre les rares pluviomètres. Le coefficient d'écoulement global, pour les 3.800 km^2 du bassin versant total du lac, serait de 2 %, valeur vraisemblable.

La pluie du 17 Juin, que l'on peut estimer à 30 mm sur la totalité du bassin versant a donné un écoulement total de $4,2.10^6 \text{ m}^3$ à la station de l'oued KETCHI, avec un débit maximum de l'ordre de $10 \text{ m}^3/\text{s}$. Le coefficient d'écoulement de cette averse, qui a certainement intéressé la totalité du bassin versant, ce que l'on peut considérer comme exceptionnel, serait pour les 3.420 km^2 de l'oued KETCHI de 4 %.

La pluviométrie moyenne sur le bassin versant est de 300 mm en année moyenne, d'après les isohyètes.

Nous allons maintenant ébaucher des hypothèses, les moins inconsistantes possibles, pour chercher à déterminer les écoulements en années moyennes et exceptionnelles.

La cote atteinte par le lac en année moyenne semble être d'environ 30. Cela concorde à peu près avec la cote du début de Juillet 1958 à laquelle il faut ajouter l'évaporation pendant la saison sèche et le fait que les années 1957 et 1956 ont été moyennes, ou à peu près, pour ALEG, BOGHE, KAEDI. (Cote Juillet 1958 = 28,50 environ + 1,60 d'évaporation pour 8 mois 1/2). Le bilan s'établirait comme suit :

Volume du lac à la cote maximale	60.10 ⁶ m ³
moins volume y restant avant l'hivernage	6
moins lame d'eau tombée sur le lac (sur 35.10 ⁶ m ²)	10
plus évaporation pendant remplissage (sur 35.10 ⁶ m ² , 70 j. à 6,5 mm)	16

volume apporté au lac 60.10⁶ m³, pour une pluviométrie de 300 mm sur un bassin versant de 3.800 km², soit un coefficient d'écoulement global de 5,2 %, ce qui semble assez plausible car 1958 a été déficitaire principalement dans la partie du bassin versant qui avoisine ALEG, ce qui peut expliquer un coefficient d'écoulement particulièrement bas.

En année très exceptionnelle, le niveau du lac atteindrait la cote 31, d'après des traces anciennes. Nous pouvons écrire le bilan comme suit, et très approximativement, car les données sont encore plus imprécises:

Volume du lac à la cote maximale	130.10 ⁶ m ³
moins volume y restant avant l'hivernage	13
moins lame d'eau tombée sur le lac (sur 60.10 ⁶ m ²)	26
plus évaporation pendant remplissage (sur 60.10 ⁶ m ² , 100 jours à 6,5 mm)	39

Volume écoulé au lac 130.10⁶ m³. En admettant les chiffres et les graphiques donnés en étude de pluviométrie, une année de probabilité 1/30 ans produirait sur le bassin versant une pluviométrie moyenne de 400 mm. Le coefficient d'écoulement global serait de 8,5 %.

Les débits de crue ne sont pas déterminables avec les connaissances actuelles. Ils ne sont certainement jamais bien élevés à cause de l'effet d'amortissement de la cuvette où s'étale l'oued KETCHI, avant de traverser la dune. De plus, si nous supposons que les 130.10⁶ m³ avancés plus haut proviennent tous de l'oued KETCHI, il suffit d'un débit moyen de 30 m³/s pendant 50 jours pour les amener. Comme dans ce cas l'écoulement doit bien durer 100 jours, il semble qu'un débit maximum de 150 m³/s soit plausible.

II - TAMOURT en NAAJE (D'après le Rapport de M. DEVEAUX
Chef du Service du Génie Rural de MAURITANIE)

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

Les oueds qui se réunissent pour former la TAMOURT en NAAJE drainent au total 6.190 km² (bassin versant arrêté à LEGDEM) compris entre les parallèles 17°19' et 18°13' N et les méridiens 11°29' et 12°22' W. Le bassin versant total a une forme mamassée et se trouve entièrement sur le plateau du TAGANT. Une grande partie de ce bassin versant est composée d'affleurements gréseux imperméables, mais coupés de failles et de diaclases. De plus, la superficie des zones d'épandage dans le cours des oueds n'est pas négligeable, et il existe une région fortement ensablée, sans écoulement.

Les oueds suivants, du Nord au Sud par l'Est : DJENNE, bassin versant de 160 km², OUMOUNDIENE, bassin versant de 190 km², BETBAL, bassin versant de 4.210 km² (dont 470 km² derrière un barrage existant), AKNEIKER, 965 km² (dont 335 derrière un barrage existant) et BOURAGA, 530 km² (dont 425 derrière un barrage existant) confluent à LEGDEM dans une vaste dépression d'environ 70 km², zone d'épandage très perméable, où les lits mineurs des oueds deviennent invisibles. De plus, un seuil la sépare en deux parties et les eaux de la moitié Sud (BETBAL, AKNEIKER, BOURAGA) ne peuvent s'écouler facilement vers LEGDEM : une bonne part doit être perdue par infiltration et par évaporation. Les eaux infiltrées doivent, d'ailleurs, suivre le cours de la TAMOURT en écoulement souterrain et se perdre en profondeur.

Les débits et écoulements mesurés à LEGDEM ne représentent donc pas la totalité des apports à la TAMOURT.

B - EQUIPEMENT

Echelles limnimétriques en 1956 et 1957 à LEGDEM, plus un limnigraphe Ott, type X, réduction 1/20 révolution 16 j, en 1958. Des jaugages ont été effectués en 1956 et 1957 à des débits maximaux de 42 m³/s (en 1956) et 69 m³/s (en 1957) mesurés aux cotes maximales atteintes.

Pluviomètres et pluviographes à augets (O.R.S.-T.O.M.) du bassin versant expérimental de SELOUMBO, pluviomètre (météo) de MOUDJERIA, pluviomètre et pluviographe à augets de M'BEIKA (G.R.) en bordure du bassin de la TAMOURT dans le Nord-Ouest. Pluviomètre (météo) de TIDJIKJA à 100 km dans le Nord Nord-Est du centre du bassin versant de TAMCHAKETT à 150 km dans le Sud-Est, de KIFFA (avec en plus un pluviographe à augets) à 150 km dans le Sud Sud-Est. Pluviomètres et pluviographes (O.R.S.T.O.M.) du bassin versant expérimental de DIONABA à 105 km dans le Sud-Ouest du centre du bassin versant.

C - OBSERVATIONS

Écoulement en 1956 :

Deux pointes de crue : 5 Septembre : 44 m³/s et 24 Septembre : 42 m³/s. Le volume total écoulé à LEGDEM a été de 50.10⁶ m³ auxquels il faut ajouter le volume retenu par les barrages : 1,3 10⁶ m³. Écoulement à LEGDEM du 2 Septembre au 6 Octobre.

Écoulement en 1957 :

Une seule pointe de crue, le 24 Août : 69 m³/s, écoulement à LEGDEM du 21 Août au 25 Septembre avec une petite crue préliminaire de quelques m³/s entre le 8 et le 15 Août. Écoulement total à LEGDEM 41.10⁶ m³ auquel il faut ajouter le volume retenu par les barrages 2,8 10⁶ m³

Écoulement en 1958 :

Une seule pointe de crue, le 8 Août, 70 m³/s, écoulement à LEGDEM du 30 Juillet au 30 Septembre de 63.10⁶ m³ auquel il faut ajouter le volume retenu par les barrages : 3,6 10⁶ m³.

Il est intéressant de constater que les pointes de crue suivent les périodes de 5 jours les plus pluvieuses relevées aux pluviomètres :

1956 - 1ère crue (5 Septembre)

Totaux pluviométriques du 29-8 au 3-9

M'BEIKA	48 mm	le plus fort de l'année en 5 j.
MOUDJERIA	40,5	"
TIDJIKJA	128,3	"

1956 - 2ème crue (24 Septembre)

		Pluviométrie	
M'BEIKA	le 23-9	45 mm	plus forte hauteur journalière de l'année
MOUDJERIA	le 17-9	40	"
KIFFA	le 16-9	91,2	"

1957 - Totaux pluviométriques du 20 au 23 Août

M'BEIKA	87,7 mm	le plus fort total de l'année en 4 jours
MOUDJERIA	76,3	"
SELOUMBO	70,5	"
TIDJIKJA	46,7	"
KIFFA	93,0	"

1958 - Totaux pluviométriques du 28-7 au 4-8

M'BEIKA	77 mm	le plus fort total de l'année en 5 jours
SELOUMBO	51,1	"
DIONABA	85,1	"
KIFFA	147,7	"

Ces derniers totaux pluviométriques sont d'ailleurs du même ordre de grandeur que ceux de l'année précédente.

D - ESSAIS D'INTERPRETATION

La pluviométrie moyenne sur le bassin versant serait, en année moyenne, de 230 mm d'après les isohyètes interannuelles.

Nous manquons d'éléments pour déterminer la pluviométrie moyenne sur le bassin versant pour les années 1956, 1957 et 1958. Si l'on trace les isohyètes correspondant aux stations en service, ces pluviométries moyennes seraient de l'ordre de :

	Volume écoulé à LEGDEM
210 mm en 1956	51,3 10^6 m ³
280 mm en 1957	43,8 "
320 mm en 1958	66,6 "

Avec les chiffres avancés, les coefficients d'écoulement globaux seraient, à LEGDEM, de 3,9 % en 1956, 2,5 % en 1957 et 3,4 % en 1958.

Les débits de pointe à LEGDEM ne sont pas importants : le maximum observé correspond à 11 l/s.km² ce qui s'explique par l'amortissement créé par la cuvette de la TAMOURT et le fait que les oueds affluents drainent des régions différentes et n'apportent pas leurs eaux au même moment. Il ne semble pas que le débit maximum de pointe d'une année particulièrement arrosée puisse dépasser 100 m³/s.

La détermination des volumes arrivant à la TAMOURT avant la zone d'épandage, semble impossible dans l'état actuel de nos connaissances, car nous ne connaissons pas les pertes par infiltration et par transpiration végétale. Nous pouvons nous faire une idée assez vague des pertes par évaporation sur surface libre en supposant que la nappe en amont de LEGDEM est au niveau relevé à l'échelle limnimétrique, et que cette évaporation ne joue que sur la surface déterminée par ce niveau. Avec un chiffre de base de 7 mm/jour, nous obtenons ainsi des évaporations de 1.10⁶ m³ en 1956 - 2,5.10⁶ m³ en 1957 et 3.10⁶ m³ en 1958. Ce ne sont que des chiffres maximum qui ne tiennent compte que des dépressions juste en amont du site de LEGDEM et non pas des dépressions dans le Sud de la TAMOURT.

III - LE GORGOL BLANC à GLEITA TOR

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

Le GORGOL BLANC draine un bassin, arrêté à GLEITA TOR, de 3.770 km² compris entre les parallèles 16°54' et 17°37' N et les méridiens 11°55' et 12°44' W. Le quart de son bassin versant se trouve sur le plateau du TAGANT, dans une région de ce plateau où les failles sont relativement rares et les zones ensablées ou d'épandage, pratiquement inexistantes. Les cours d'eau qui y prennent naissance devraient donc apporter de forts débits, mais, à leur sortie du plateau, ces affluents théoriques du GORGOL tombent sur une bande étroite à pente presque nulle, où se créent de grandes mares et où les pertes sont très grandes.

Les trois quarts du bassin versant sont situés dans la plaine en pente douce qui s'étend dans le BRAKNA entre les chaînons de collines du centre et la falaise du TAGANT. La partie Nord dans la plaine, un quart du bassin versant total, est drainée par des affluents qui coulent Ouest-Est et ne rejoignent le GORGOL qu'après être passé dans la bande sablonneuse du pied de la falaise.

Toute cette plaine est parsemée de petites cuvettes fermées, très plates et peu profondes qui ne peuvent se vider que par débordement.

Le GORGOL BLANC ne reçoit son nom qu'en sortant de la bande ensablée, et coule alors Est-Ouest en drainant les deux cinquièmes de son bassin versant : région très plate mais où le système hydrographique est bien marqué. Une quinzaine de kilomètres avant GLEIDA TOR il rentre dans un système de collines recouvertes de dunes de sable.

Nous supposons que les crues qui passent à GLEIDA TOR sont dues aux affluents de cette dernière partie du bassin versant : les affluents des trois autres cinquièmes donnant un écoulement différé par les zones d'épandage. Ceci explique l'allure des limnigrammes : crues fortes et de courte durée posées sur un tarissement très lent.

B - EQUIPEMENT

Sur le GORGOL : échelle et limnigraphe Ott, type X, réduction 1/10, révolution 16 jours, mis en route le 11 Août, accompagné d'un câble et d'un radeau de jaugeages.

Les stations pluviométriques les plus proches sont : DIONABA dans le bassin versant à la limite Ouest (pluviomètres et pluviographes O.R.S.T.O.M.), MOUDJERIA, SELOUMBO, M'BEIKA à 75 km environ au Nord du centre du bassin versant (pluviomètre et pluviographe O.R.S.T.O.M., G.R. et météo), KIFFA à 120 km dans le Sud Est (pluviomètre et pluviographe), M'BOUÏ à 130 km dans le Sud.

C - OBSERVATIONS

Les installations de la station de jaugeages ont été terminées trop tardivement et la courbe de tarage n'est guère qu'esquissée de 0,08 à 18,5 m³/s. La section de jaugeage se trouve dans une zone rectiligne de l'oued où il se présente sous la forme d'un canal de section trapézoïdale largeur 18 m profondeur moyenne 0,4 à la cote 0,70 m, largeur 31,5 m profondeur moyenne 3,3 m à la cote 4,50 m. Au-dessus de cette cote il y a, sur la rive droite, une zone de débordement d'une centaine de mètres de large encombrée d'arbustes et de cram-cram. Des délaissés anciens de crue ont été trouvés à la cote 6,10 m.

Le GORGOL a coulé depuis le 17 Juin; après le 22 Septembre, son débit a été inférieur à $1 \text{ m}^3/\text{s}$, le 20 Octobre il coulait encore à 70 l/s , c'est-à-dire à un débit négligeable. Bien que le limnigraphe n'ait été mis en route que très tardivement, nous pouvons avoir une idée grâce à des observations antérieures du volume écoulé pendant l'hivernage, environ 100.10^6 et du débit maximum atteint : $60 \text{ m}^3/\text{s}$ par extrapolation de la courbe de tarage.

Nous remarquons, sur les limnigrammes, des pointes de crues dont les caractéristiques sont les suivantes, lorsqu'elles correspondent à de fortes averses ayant intéressé le cours inférieur du GORGOL : début de la montée : 10 heures après l'averse, maximum atteint : 30 heures après l'averse, débit de base retrouvé : 70 heures après l'averse. Nous estimons que ces hydrogrammes ne correspondent qu'à $2/5$ de la superficie totale du bassin versant et nous manquons de données pluviométriques pour en tirer un coefficient d'écoulement.

D - ESSAIS d'INTERPRETATION

La pluviométrie moyenne sur le bassin versant serait, en année moyenne, de 290 mm d'après les isohyètes.

Pour l'hivernage 1958, la pluviométrie moyenne sur le bassin versant semble être de 400 mm , chiffre mal défini faute de pluviomètres bien placés. Le coefficient d'écoulement global pour les $3\,770 \text{ km}^2$ du bassin versant serait de l'ordre de $6,5 \%$.

Cet hivernage ayant été relativement pluvieux, il semblerait qu'en année moyenne, avec un coefficient d'écoulement global de 6% , il ne passe que 65.10^6 m^3 à GLEIDA TOR. L'hivernage 1958 aurait été, d'après toutes les hypothèses faites plus haut et les graphiques de réduction de la première partie de ce Rapport, d'une probabilité d'environ $1/20$ ans.

Pour essayer de déterminer une crue exceptionnelle, nous allons faire une hypothèse importante : qui est que la pointe de débit n'est due qu'aux $2/5$ du bassin versant, soit $1\,510 \text{ km}^2$.

L'averse journalière, de probabilité $1/10$ ans, est de 92 mm , ponctuelle (sur le bassin versant de hauteur moyenne annuelle 300 mm) de 53 mm en moyenne sur le bassin versant, dont une pluie utile de 35 mm en 52 minutes. Avec un coefficient de ruissellement K_{ru} de 45% (ou $C A M = 16,5 \text{ mm/h}$), nous obtenons, d'après les hydrogrammes enregistrés, un débit de pointe de $200 \text{ m}^3/\text{s}$ (130 l/s.km^2).

Utilisons hardiment les extrapolations faites au chapitre "Etude de la pluviométrie" : une averse journalière de probabilité 1/50 ans serait de 79 mm en moyenne sur le bassin versant réduit, dont 53 mm en 67 minutes de pluie utile. Avec $K_{ru} = 55 \%$ ou $C \ \Delta \ M = 12 \text{ mm/h}$, le débit de pointe passe à $350 \text{ m}^3/\text{s}$ (230 l/s.km^2 pour le bassin versant réduit, 95 l/s.km^2 pour le bassin versant total). Débit de base négligeable.

Ces chiffres ne sont pas impossibles : les délaissés les plus hauts visibles correspondent à une section mouillée dans le chenal de 150 m^2 et dans le débordement à une section mouillée de 100 m^2 encombrée d'arbustes et de cram cram. La pente étant faible, les vitesses moyennes dans le chenal ne doivent pas être très importantes.

IV - Le GORGOL BLANC à AGUEIBAT (d'après le Rapport de Monsieur KERGOAT, Ingénieur hydrologue de la mission d'aménagement du SENEGAL)

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

Le GORGOL BLANC draine un bassin, arrêté à la station de jaugeages d'AGUEIBAT, de $8\ 370 \text{ km}^2$, compris entre les parallèles $16^{\circ}28'$ et $17^{\circ}37'N$ et les méridiens $11^{\circ}55'$ et $13^{\circ}16'W$. Il comprend le bassin précédent, plus un bassin intermédiaire de $4\ 600 \text{ km}^2$ dont la moitié est ensablée et présente de grandes zones endoréiques à déversements possibles ou correspond à des Tamourts formées par l'homme (GADEL, CHOUGAR, LEMAOUDOU). La moitié Est du bassin intermédiaire semble bien drainée et correspondre aux chaîons birrimiens et atacoriens que l'on trouve plus au Nord.

La superficie utile n'est pas délimitable facilement et doit varier avec les années, suivant la quantité d'eau tombée.

B - EQUIPEMENT

A la station d'AGUEIBAT : deux échelles limnimétriques pour mesurer la pente superficielle, un limnigraphe, un pluviomètre et une station de jaugeages.

Les stations pluviométriques les plus proches sont DIONABA (pluviomètres et pluviographes O.R.S.-T.O.M.) dans la partie Nord du bassin versant, ALEG (pluviomètre et pluviographe) à 140 km à l'Ouest du centre du bassin versant, GLEIDA (pluviomètre) à 95 km au Sud.

C - OBSERVATIONS

Les précipitations à AGUEIBAT ont été particulièrement abondantes. Nous avons les totaux pluviométriques d'Août : 335 mm, de Septembre : 63 mm et d'Octobre : 48 mm. En y ajoutant les averses de Juillet et de Juin, nous devons approcher, sinon dépasser, les 600 mm, alors que le réseau d'isohyètes suppose une année moyenne de 380 mm.

Une centaine de jaugeages ont été effectués qui permettent de définir avec assez de précision le volume écoulé, bien que la station n'ait fonctionné qu'à partir de Juillet : 200.10^6 m³. Le débit maximum jaugé, qui correspond à la cote maximum enregistrée, est de 73 m³/s, soit 9 l/s.km².

Le nombre de pointes de crue est important et les différentes crues sont imbriquées les unes dans les autres, si bien que l'on ne peut les séparer ni identifier les averses qui les ont provoquées. Il y a d'ailleurs trop de différences entre les dates et les hauteurs des averses entre DIONABA et AGUEIBAT (75 km) pour espérer relier crues et averses observées.

Le débit a été nul ou insensible à AGUEIBAT du 24 Septembre au 1er Octobre, alors qu'il passait 0,5 m³/s à GLEITA TOR, ce qui donne une perte de 500 m³ par jour et par kilomètre de lit du GORGOL entre les deux stations par évapotranspiration et peut-être infiltration.

D - ESSAIS D'INTERPRETATION

La pluviométrie moyenne sur le bassin versant serait, en année moyenne, de 320 mm d'après les isohyètes.

Pour l'hivernage 1958, la pluviométrie moyenne sur le bassin versant semble avoir été de 450 mm, peut-être un peu plus. Ce chiffre est très mal défini faute de pluviomètres. Le coefficient d'écoulement global serait de 5,3 % pour la totalité du bassin versant, mais il s'agit d'une année particulièrement pluvieuse, surtout dans le Nord, près de la station de mesures.

De GLEITA TOR à AGUEIBAT, le GORGOL coule pendant 90 km dans un lit majeur large, encombré de marcs et de zones d'épandages, ce qui explique le peu de différence entre les pointes de crue enregistrées aux deux stations, malgré la prépondérance des pluies dans le Sud du bassin versant.

Le débit maximum exceptionnel ne doit donc pas être supérieur à AGUEIBAT à ce qu'il est à GLEITA TOR. Il est même très possible qu'il soit inférieur par effet de laminage, si nous éliminons l'effet local d'une averse supplémentaire dans le Sud.

V - LE GORGOL NOIR à GLEITA (d'après le Rapport de M. KERGOAT)

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

Le GORGOL NOIR draine un bassin, arrêté à la station de GLEITA, de 8 950 km² compris entre les parallèles 15°51' N et 17°01' N et les méridiens 11°44' et 12°41' W, de forme assez ramassée. Ce bassin versant comprend à l'Est la partie Nord du massif de l'ASSABA, qui est un massif gréseux analogue au TAGANT, mais semblant plus fracturé. Il est limité à l'Ouest par la chaîne atacorienne des OUA-OUA. Les 3/4 du bassin versant se trouvent dans les plaines birrimiennes et falémionnes, entre ces deux accidents de terrain, plaines qui peuvent être considérées comme imperméables. Les cuvettes semi-endoréiques et les zones d'épandages sont réduites, presque inexistantes, et les régions ensablées négligeables. Le réseau hydrographique est très développé et bien dessiné partout. LE GORGOL NOIR sort du bassin versant en traversant la chaîne des OUA-OUA par une passe étroite en amont de laquelle s'est créée la seule zone d'épandage vraiment importante du bassin versant.

B - EQUIPEMENT

A la station de GLEITA : deux échelles limnimétriques pour mesurer la pente superficielle, un limnigraphe, un pluviomètre et une station de jaugeages.

Les pluviomètres les plus proches sont M'BOUT (pluviomètre météo) au Sud du bassin versant, AGEIBAT (pluviomètre) à 60 km dans l'Ouest du centre du bassin versant, DIONABA (pluviomètres et pluviographes) à 80 km dans le Nord-Ouest, KIFFA (pluviomètre et pluviographe) à 90 km dans l'Est.

C - OBSERVATIONS

La pluviométrie à GLEITA a été très abondante : 171 mm en Juillet, 304 mm en Août, 37 mm en Septembre.

On peut estimer la hauteur annuelle à 550 mm pour tout l'hivernage, qui est à rapprocher du total de 585 mm obtenu à KIFFA, alors que le réseau d'isohyètes du croquis 3-5 suppose des pluviométries moyennes annuelles respectives de 410 et 360 mm.

Plus de cent jaugeages ont été effectués qui permettent de définir avec précision le volume écoulé à la station : $565 \cdot 10^6 \text{ m}^3$. Le débit maximum jaugé, qui correspond à la cote maximum enregistrée, est de $172 \text{ m}^3/\text{s}$.

Comme à AGUEIBAT, le nombre de pointes de crue est important et les différentes crues sont imbriquées les unes dans les autres (24 jours de pluie en Juillet-Août à GLEITA, 21 jours de pluie en Juillet-Août à KIFFA). Cependant, comme les concordances entre ces deux stations ne semblent pas trop mauvaises, on peut admettre que la pointe de crue passe à GLEITA 3 jours à 3 jours 1/2 après l'averse.

D - ESSAIS D'INTERPRETATION

La pluviométrie moyenne sur le bassin versant serait, en année moyenne, de 390 mm d'après les isohyètes.

Pour 1958, la pluviométrie moyenne sur le bassin versant a été très importante : 550 mm peut-être : chiffre mal défini par suite de données pluviométriques insuffisantes. Avec cette base, le coefficient d'écoulement global serait de 11,5 %, rapport extrêmement fort pour un bassin versant de cette importance, qui s'explique par l'imperméabilité des sols, la vigueur du réseau hydrographique, et l'abondance de l'hivernage.

Les délaissés des plus fortes crues trouvés par M. KERGOAT correspondent, en extrapolant la courbe de tarage, à un débit de $350 \text{ m}^3/\text{s}$, au plus $500 \text{ m}^3/\text{s}$ en forçant l'extrapolation (40 à 55 l/s.km^2) : la zone d'épandage en amont de GLEITA doit produire un amortissement considérable à un tel débit (cote 8 m au-dessus du débit nul).

C H A P I T R E VII

BASSINS VERSANTS du TAGANT

I - OUED DEBOULGUI

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

Situé dans la partie Nord-Est du massif gréseux du TAGANT, le bassin versant (arrêté à l'échelle) de l'oued DEBOULGUI, 710 km² comporte de grandes cuvettes dont l'une est déjà barrée (EDEROUM 485 km²). Le relief n'est pas très accusé.

B - EQUIPEMENT

Une échelle limnimétrique.

Les pluviomètres les plus proches sont ceux de TIDJIKJA, 25 km au Nord, et de MOUDJERIA - SELOUNBO - M'BEIKA à 90 km au Sud-Ouest.

C - OBSERVATIONS

Date	Cote maximum	Débit estimé à vue	Pluie mm	
			TIDJIKJA	M'BEIKA
19-7	45		7,0	20,0
31-7	15		0	24,5
1er-8		Cote 10 : 0,5 m ³ /s		
5-8	10		0,8	41,5
8-8	90		36,5	16,0
30-8	30		3,9	9,0
21-9	80		0	0

D - ECOULEMENT - DEBITS

La pluviométrie totale annuelle moyenne est de l'ordre de 180 mm en année moyenne sur le bassin versant. Elle a peut-être été de l'ordre de 250 mm cet hivernage.

La crue la plus forte, cote 90 cm, section mouillée 14 m² ne correspond qu'à un débit maximum bien faible, au plus 20 m³/s, il est vrai qu'il ne faut prendre en considération que le bassin résiduel de 225 km² (90 l/s.km²).

L'averse ponctuelle de probabilité 1/1 an est de 31 mm. Avec un coefficient d'abattement de 0,75 (pour 225 km²) on trouve une hauteur moyenne de 23 mm sur le bassin versant, peut être inférieure à la hauteur moyenne correspondant à l'averse du 8 Août.

L'averse ponctuelle de probabilité 1/10 ans est de 78 mm qui correspond à une hauteur moyenne de 59 mm sur le bassin versant de 225 km². Avec un coefficient de ruissellement de 40 % de la pluie utile, le volume écoulé serait de 5,3.10⁶ m³ et le débit maximum compris probablement entre 100 et 150 m³/s.

L'écoulement total en année moyenne pourrait être d'environ 3 à 3,5.10⁶ m³.

L'année "humide" de probabilité 1/10 ans doit avoir une pluviométrie moyenne sur le bassin versant de 225 km² de 270 mm qui pourrait donner un écoulement global de 6,5 à 7.10⁶ m³.

L'année "sèche" de probabilité 1/10 ans doit avoir une pluviométrie moyenne sur le bassin versant de l'ordre de 85 mm qui pourrait donner un écoulement global de 0,5 à 1.10⁶ m³.

II - OUED NIEMELANE

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

Contigu au Sud-Ouest du bassin versant précédent, le bassin versant de l'Oued NIEMELANE (arrêté à l'échelle) est de 105 km². Le terrain est semblable à celui de l'Oued DEBOULGUI, avec des zones d'inondation réduites. Peu avant d'arriver à la station, l'oued traverse une zone ensablée.

B - EQUIPEMENT

Une échelle limnimétrique.

Les pluviomètres les plus proches sont ceux de TIDJIKJA à 35 km au Nord-Est, de M'BEIKA - SELOUMBO - MOUDJERIA à environ 80 km au Sud-Ouest.

C - OBSERVATIONS

Date	Cote maximum cm	Pluie mm	
		TIDJIKJA	M'BEIKA
19-7	35	7,0	20,0
31-7	22	0	24,5
2-8	15	0	20,0
5-8	21	0,8	41,5
8-8	70	36,5	16,0
30-8	5	3,9	9,0
21-9	60	0	0

D - ECOULEMENT-DEBITS

La pluviométrie totale annuelle moyenne est de l'ordre de 180 mm, en année moyenne, sur le bassin versant. Elle a peut-être été de l'ordre de 240 mm pour l'hivernage 1958.

La cote maximum observée : 70 cm, correspond à une section mouillée de 47 m², profondeur moyenne 30 cm et maximum 1,20 m, dans une large batha de sable à plusieurs bras. Les vitesses doivent y être réduites. Le débit maximum correspondant n'a pas dû dépasser 15 m³/s.

L'averse ponctuelle de probabilité 1/1 an est de 32 mm qui donne une hauteur moyenne sur le bassin versant de 27 mm, peut-être inférieure à la hauteur moyenne correspondant à l'averse du 8 Août.

La hauteur pluviométrique ponctuelle de l'averse journalière de probabilité 1/10 ans est de 79 mm. La hauteur moyenne de cette averse est de l'ordre de 66 mm sur le bassin versant. Avec un coefficient de ruissellement de 40 % de la pluie utile, le volume écoulé serait de $2,8 \cdot 10^6$ m³ et le débit maximum n'atteindrait pas 100 m³/s.

L'écoulement total, en année moyenne, pourrait être d'environ 1,5 à $2 \cdot 10^6$ m³.

La pluviométrie moyenne sur le bassin versant d'une année "humide" de probabilité 1/10 ans est de 280 mm qui pourrait donner un écoulement global de 3 à $3,5 \cdot 10^6$ m³.

La pluviométrie moyenne sur le bassin versant d'une année "sèche" de probabilité 1/10 ans est de 80 mm qui pourrait donner un écoulement global de 0,3 à $0,5 \cdot 10^6$ m³.

III - OUED TAORTA

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

Le bassin versant de l'Oued TAORTA (345 km² à l'échelle) fait suite au Sud-Ouest à ceux des oueds NIEMELANE et DEBOULGUI. Il comporte beaucoup plus que les précédents des chaos de blocs gréseux. Il semble qu'il y ait quelques zones d'inondation.

B - EQUIPEMENT

Une échelle limnimétrique.

Les pluviomètres les plus proches sont ceux de TIDJIKJA à 45 km au Nord-Est, et de M'BEIKA - MOUDJERIA SELOUTIBO à 70 km à l'Ouest-Sud-Ouest.

C - OBSERVATIONS

Date	Cote maximum cm	Débit estimé à vue	Pluie mm	
			TIDJIKKJA	M'BEIKA
19-7	22		7,0	20,0
31-7	65		0	24,5
1er-8		Cote 21 = 4 m ³ /s		
2-8	10		0	20,0
5-8	70		0,8	41,5
8-8	70		36,5	16,0
29-8	44		0	0
30-8		Cote 20 = 3 m ³ /s à 12 h.		
31-8		à 18 h. coule encore H = 10		
21-9	60		0	0

Il semble que sur l'échelle on lise un maximum de 1,20 m atteint pour l'année, mais il est impossible d'en préciser la date, ni celle de l'averse originelle. Les délaissés les plus hauts se trouvent à la cote 1,97 m sans que l'on sache quel est l'hivernage qui les a amenés.

D - ECOULEMENT-DEBITS

La pente du lit est de 1,63 m pour 939 m : 0,00174 m/m. La plus grande hauteur de cette année, 1,20 m, correspond à une section de 45 m², profondeur moyenne 0,86 m. L'application de la formule $U = K R^{2/3} i^{1/2}$ en prenant comme pente celle du lit et pour K une valeur de 30, pour tenir compte de ce que le lit est encombré de blocs ensablés à leur base, donne un débit de 50 m³/s.

A la cote 1,97 m la section mouillée est de 100 m², l'application de la formule donne $U = 1,50$ m/s et un débit de 150 m³/s, soit 450 l/s.km² pour la crue exceptionnelle.

La pluviométrie totale annuelle moyenne est de l'ordre de 190 mm en année moyenne sur le bassin versant. Elle a peut-être été de l'ordre de 250 mm cet hivernage.

L'averse ponctuelle de probabilité 1/1 an est de 33 mm qui donne une hauteur moyenne de 23 mm sur le bassin versant, peut être de l'ordre de grandeur des averses du 5 et du 8 Août qui ont donné un débit maximum de l'ordre de 15 m³/s.

La hauteur pluviométrique ponctuelle de l'averse journalière de probabilité 1/10 ans est de 80 mm. La hauteur moyenne de cette averse serait de 56 mm sur le bassin versant. Avec un coefficient de ruissellement de 40 % de la pluie utile, le volume écoulé serait de 5.10⁶ m³ et le débit maximum probablement inférieur à 150 m³/s.

IV - BATHA de BAGDAT et BATHA ERCHMOJ

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

Le bassin versant de la Batha de BAGDAT se situe dans l'Est du TAGANT et est compris entre les parallèles 18°06' N et 18°29' N et les méridiens 11°03' et 11°28' W. La superficie du bassin versant est de 950 km² dont la majeure partie est très plate et ensablée. Il semblerait que les seules zones de ruissellement se trouvent dans l'Ouest, du côté de l'exutoire.

B - OBSERVATIONS

M. AUVRAY a pu estimer la valeur du débit maximum de la crue du 29 Août : 5 m³/s. Le seul pluviomètre proche, celui de TIDJIKJA, avait donné une hauteur de 3,9 mm. La Batha roulait encore à quelques litres/seconde le 31 Août.

M. AUVRAY a pu estimer la crue maximum de l'année : 40 m³/s. Cette faible valeur n'est pas pour surprendre car le réseau hydrographique semble assez dégradé.

C - BATHA ERCHMOJ

Cette Batha draine un bassin versant de 97 km² mitoyen au Nord-Ouest du précédent. La crue maximum de l'hivernage 1958 a été estimée à 40 m³/s par M. AUVRAY. Le bassin versant de cette Batha est relativement peu ensablé et bien drainé.

Ces deux exemples montrent bien la difficulté des prévisions des débits de crue, surtout pour les grands bassins versants. L'ensablement joue un rôle primordial et la superficie apparente du bassin versant peut n'être qu'une donnée accessoire : la seule surface intéressante est (cas du GORGOL BLANC également) celle qui ruisselle près de l'exutoire.

V - OUEDS BELIGNAR, DJENNE et ARNEJIR

A - Les bassins versants de ces oueds sont situés entre M'BEIKA et TIDJIKJA, plus près de la première station que de la seconde.

L'oued BELIGNAR draine un bassin versant de 177 km² à fortes pentes mais encombrées de chaos de blocs gréseux. Près de la station limnimétrique, l'oued s'épand dans une zone sableuse. Le débit maximum de l'hivernage 1958 a été estimé à 75 m³/s.

B - L'oued DJENNE draine un bassin versant de 44 km², semblable au précédent et mitoyen. Le débit maximum de l'hivernage 1958 a été évalué à 60 m³/s, et le débit maximum de la crue du 30 Août à 9 m³/s.

C - Un autre oued voisin du précédent, draine un bassin versant de 11 km² construit de la même façon. Le débit maximum de l'hivernage 1958 a été évalué à 45 m³/s, et le débit maximum de la crue du 30 Août à 20 m³/s.

D - L'oued ARNEJIR, toujours dans la même région, draine un bassin versant de 6,6 km² en forte pente. Le débit maximum de l'hivernage 1958 a été évalué à 20 m³/s et le débit maximum de la crue du 30 Août à 2 m³/s.

E - Ces divers bassins versants se trouvent dans un rectangle de 28 km sur 17 km, c'est-à-dire probablement soumis à des pluviométries du même ordre. Les évaluations de débits ont été faites avant que les superficies des bassins versants ne soient connues et montrent seulement la décroissance du débit spécifique de crue avec la superficie du bassin versant.

Superficie du B.V. km ²	Débit spécifique l/s.km ²
6,6	3.000
11	4.000
44	1.400
177	400

C H A P I T R E VIII

BASSINS VERSANTS du BRAKNA

I - OUED SANGARAF A

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

L'oued SANGARAF A draine un bassin versant de 156 km² (arrêté à l'échelle) dont 60 km² correspondent au bassin versant de son plus gros affluent, l'oued SENEGRIFA. Le bassin versant est compris entre les parallèles 17°25' et 17°37' N et les méridiens 12°43' et 12°51' W. L'oued SANGARAF A et l'oued SENEGRIFA coulent tous les deux du Sud au Nord, séparés par une cuesta remarquable. Dans leurs cours inférieurs, ils inondent de grandes cuvettes de banco où les lits mineurs sont mal marqués, mais le réseau hydrographique des cours supérieurs indique une zone de fort ruissellement.

B - EQUIPEMENT

Une échelle limnimétrique.

Les pluviomètres les plus proches sont ceux de DIONABA à 40 km au Sud, d'ALEG à 125 km à l'Ouest-Sud-Ouest et de MOUDJERIA, SELOUMBO, M'BEIKA, à 80 km au Nord-Est.

C - OBSERVATIONS

Date	Cote maximum cm	Pluviométrie mm		
		DIONABA	ALEG	SELOUMBO
17-6	181		25	(43)
31-7	265	53,5	0	27,2
20-8	158	10,1	16,5	28,5
24-9	100	0	0	0
26-9	# 0	2,5	0,3	11,2
1er-10	# 0	21,0	0	18,2

La durée de l'écoulement total est de 48 à 60 heures.

D - ÉCOULEMENT-DEBITS

A la cote 147, section 28 m^2 (profondeur moyenne $0,65 \text{ m}$), la vitesse maximum en surface est de $0,75 \text{ m/s}$: le débit correspondant doit être de l'ordre de $12 \text{ m}^3/\text{s}$.

A la cote 265, la section est de 100 m^2 environ avec une profondeur moyenne de 1 m : débit estimé à $60 \text{ m}^3/\text{s}$.

Les délaissés de crue les plus hauts correspondent à la cote 306 : section mouillée de 175 m^2 , profondeur moyenne de $1,30 \text{ m}$. Le débit correspondant pourrait être voisin de $150 \text{ m}^3/\text{s}$.

La pluviométrie totale annuelle moyenne est de l'ordre de 260 mm en année moyenne sur le bassin versant. Elle a peut-être été de l'ordre de 300 mm cet hivernage.

L'averse ponctuelle de probabilité 1/1 an est de 40 mm , soit 32 mm en moyenne sur le bassin versant, dont une pluie utile de 22 mm . En lui supposant un coefficient d'écoulement global de 40% de la pluie utile, le volume écoulé serait de $1,4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ et le débit maximum de 20 à $25 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'averse ponctuelle de probabilité 1/30 ans est de 118 mm d'après nos extrapolations, soit 92 mm en moyenne sur le bassin versant. En lui supposant un coefficient d'écoulement global de 70% de la pluie utile, le volume écoulé serait de $6,7 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ et le débit maximum de l'ordre de $150 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'écoulement total, en année moyenne, pourrait être d'environ $4 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ avec un coefficient d'écoulement global de 10% .

L'année "humide" de probabilité 1/30 ans doit avoir une pluviométrie moyenne sur le bassin versant de l'ordre de 450 mm ce qui, avec un coefficient d'écoulement global de 14% , donnerait $10 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

L'année "sèche" de probabilité 1/30 ans doit avoir une pluviométrie moyenne sur le bassin versant de l'ordre de 90 mm ce qui, avec un coefficient d'écoulement global de $6,5 \%$ donnerait $0,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$.

II - Oued AMOUR II (Oued AGMIMINE)

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

Le bassin versant correspondant au barrage "Oued AMOUR II", superficie 95 km² est drainé par l'Oued AGMIMINE et se trouve entre le bassin versant de SANGARAFI et celui de DIONABA. Il a la même allure générale que ce dernier avec des pentes plus fortes et beaucoup moins de zones d'inondation.

B - EQUIPEMENT

Un limnigraphe OTT, type X, réduction 1/20 révolution 8 jours et une échelle limnimétrique.

Les pluviomètres les plus proches sont ceux du bassin versant de DIONABA juste au Sud, d'ALEG à 125 km à l'Ouest, de MOUDJERIA - SELOUMBO et M'BEIKA à 90 km au Nord-Ouest.

Par malheur, le limnigraphe a été détérioré et les crues de fin Juillet début Août, les seules de l'hivernage, n'ont pas été enregistrées.

C - OBSERVATIONS

L'unique crue enregistrée, celle du 27 Août, montre une durée d'écoulement de 20 heures pour une cote atteinte de 88 cm (débit d'eau plus 1 m³/s). Début d'écoulement 2 heures, maximum atteint 8 heures après la pluie.

Date	Cote maximum cm	Pluviométrie mm		
		DIONABA	ALEG	M'BEIKA
17-6	258		24,8	43,0
22-7	108	8,5	4,5	11,5
31-7	260	53,5	0	24,5
27-8	88	26,3	0	0

Pour la crue du 17 Juin, l'écoulement était nul 36 heures après le début de la tornade.

A la cote 260, la section mouillée du lit mineur est de 15 m^2 , mais la zone de débordement est étendue, couverte de plus de 1 m d'eau, bien encombrée de végétation et derrière un ancien barrage crevé. Le débit correspondant pourrait être de l'ordre de $30 \text{ m}^3/\text{s}$.

D - ECOULEMENT-DEBITS

Les coefficients d'écoulement sont probablement très voisins de ceux observés sur le bassin versant de DIONABA, mais les débits de pointe plus élevés : la durée de l'écoulement est beaucoup plus courte, la moitié environ.

La pluviométrie totale annuelle est de l'ordre de 290 mm en année moyenne sur le bassin versant.

L'averse ponctuelle de probabilité 1/1 an est de 42 mm, soit de 35 mm en moyenne sur le bassin versant dont 24 mm de pluie utile. Cette averse serait assez bien représentée par celle du 31 Juillet : 24 mm de pluie utile avec un coefficient d'écoulement de 40 % de la pluie utile donneraient un volume écoulé de $0,9 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ et un débit maximum de $30 \text{ m}^3/\text{s}$ environ.

L'averse ponctuelle de probabilité 1/10 ans est de 90 mm, soit 72 mm en moyenne sur le bassin versant, dont 48 mm de pluie utile. Avec un coefficient d'écoulement de 60 % de la pluie utile, nous aurions un volume écoulé de $2,5 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ et un débit maximum de l'ordre de 100 à $120 \text{ m}^3/\text{s}$.

L'écoulement total en année moyenne doit être voisin de $3 \cdot 10^6 \text{ m}^3$ avec un coefficient d'écoulement global de 11 %.

III - OUED FRA en TESSAZ (TACHOTT TAGANT)

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

L'oued FRA en TESSAZ draine un bassin versant de 115 km^2 environ (arrêté à l'échelle) compris entre les parallèles $17^{\circ}30'$ et $17^{\circ}36'$ N et les méridiens $12^{\circ}33'$ et $12^{\circ}44'$ W. Il coule de l'Ouest à l'Est dans la plaine située entre les chaînons de collines atacoriens et la falaise du TAGANT. Il remplit une cuvette, au pied de ces falaises, qui peut se vider dans l'oued JREIF, affluent du GORGOL, lors des années très pluvieuses.

Le bassin versant est extrêmement plat, aux contours mal définis, entièrement situé dans des rags. Les zones onduleuses ont peut-être une certaine importance. Le lit mineur se perd facilement dans des zones d'inondation encombrées d'herbes et d'acacias nains.

B - EQUIPEMENT

Une échelle limnimétrique dans une mouille à la traversée de l'oued par la piste.

Les pluviomètres les plus proches sont ceux du bassin versant de DIONABA (40 km au Sud) et ceux de SELOUMBO, MOUDJERIA, M'BEIKA, 50 à 60 km au Nord-Est.

C - OBSERVATIONS

L'échelle posée en Juin par M. STENOUE a été volée. Une autre échelle n'a pu être remise en place que vers le 14 Août.

Date	Cote maximum cm	Pluviométric mm		
		DIONABA	MOUDJERIA	SELOUMBO
17-6	135		42,0	
20-8	101	10,1		28,5
27-8	0	26,3		0
29-8	21	9,2		17,0
1er-10	28	19,1		18,2

D - ECOULEMENT-DEBITS

La pluviométrie totale annuelle moyenne sur le bassin versant est de l'ordre de 260 mm en année moyenne.

Le bassin versant de l'oued FRA en TESSAZ présente une analogie certaine avec celui de l'oued DIONABA : le coefficient d'écoulement doit diminuer considérablement avec la poussée de la végétation, et l'effet de laminage des pointes de crue doit être considérable dans l'épandage terminal.

La crue du 17 Juin, débit maximum de l'ordre de 30 à 40 m³/s, est certainement supérieure à la crue de probabilité 1/1 an, dont le débit maximum doit être voisin de 15 à 20 m³/s.

L'averse ponctuelle de probabilité 1/10 ans est de 88 mm, soit de 70 mm en moyenne sur le bassin versant dont 46 mm de pluie utile. Avec un coefficient d'écoulement de 60 % de la pluie utile, nous aurions un volume écoulé de 3 10⁶ m³ avec un débit maximum de 60 à 80 m³/s.

L'écoulement total en année moyenne doit être voisin de 2,7 10⁶ m³ avec un coefficient d'écoulement global de 9 %.

IV - OUED ACHRAM

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

L'oued ACHRAM draine un bassin versant (arrêté à l'échelle) de 280 km² compris entre les parallèles 17°20' et 17°29' N et les méridiens 12°26' et 12°45' W. Il coule de l'Ouest à l'Est en prenant naissance dans les chaînons de collines qui forment la bordure Est du bassin versant de l'oued AGMIMINE, puis traverse une zone de rags très plate où le contour du bassin versant est mal défini et dans laquelle il doit exister quelques cuvettes endorciques, et se termine par une zone d'inondation étendue.

B - EQUIPEMENT

Une échelle limnimétrique.

Les pluviomètres les plus proches sont ceux de DIONABA à 40 km au Sud et de MOUDJERIA, M'BEIKA, SELOUMBO à 60 et 70 km au Nord-Nord-Est.

C - OBSERVATIONS

La crue du 17 Juin n'a pu être observée.

Date	Cote maximum	Pluviométrie mm		
		DIONABA	MOUDJERIA	SELOUMBO
2-7	120		0	
22-7	75	8,5	0	0
20-8	170	10,1		28,5
27-8	118	26,3		0

Il n'y a pas eu d'écoulement après le 27 Août.

D - ÉCOULEMENT DÉBITS

Il n'est pas possible de se faire une idée de la valeur du débit maximum atteint cet hivernage à la cote 170, cote pour laquelle la zone de débordement est large de 600 m au droit de l'échelle.

La pluviométrie totale annuelle moyenne est de l'ordre de 280 mm en année moyenne sur le bassin versant.

L'averse ponctuelle de probabilité 1/1 an est de 41 mm, soit 29 mm en moyenne sur le bassin versant, dont une pluie utile de 20 mm. Le débit maximum correspondant doit être assez faible.

L'averse ponctuelle de probabilité 1/10 ans est de 90 mm, soit 63 mm en moyenne sur le bassin versant, dont une pluie utile de 42 mm. Avec un coefficient d'écoulement de 60 % de la pluie utile, nous aurions un volume écoulé de $7 \cdot 10^6$ m³, le débit maximum pourrait être compris entre 100 et 150 m³/s.

L'écoulement global en année moyenne doit être voisin de $7 \cdot 10^6$ m³ avec un coefficient d'écoulement global de 9 %.

V - OUED OUINDIÉ

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

L'oued OUINDIÉ draine un bassin versant de 265 km², allongé sur 28 km du Nord au Sud, compris entre les parallèles 17°07' et 17°21' N et les méridiens 12°32' et 12°41' W. Il draine le versant Est des collines limitant à l'Est le bassin versant de DIONABA et coule dans un terrain plat de rags et de zones d'inondation. Le lit comporte de nombreux bras qui sont formés de chapelets de moulles mal reliées et tortueuses.

B - EQUIPEMENT

Un limnigraphe OTT, type X, échelle 1/20, révolution 16 jours, accompagné d'une échelle limnimétrique.

Les pluviomètres les plus proches sont ceux de DIONABA.

C - OBSERVATIONS

Date	Cote maximum	Pluviométrie à DIONABA
17-6	224 cm à 09 h	2 h.30
23-7	190 cm à 14 h	8,5 mm à 05 h
2-8	102 cm le 3 à 06 h	24,2 mm à 18 h
5-8	98 cm le 6 à 12 h	19,9 mm à 23 h
7-8	92 cm à 12 h	12,4 mm à 08 h
14-8	70 cm à 16 h	6,3 mm à 13 h
18-8	80 cm à 16 h	10,4 mm à 07 h
27-8	173 cm le 28 à 04 h	26,3 mm à 10 h
29-8	187 cm à 08 h	0

L'écoulement total dure environ 60 heures.

D - ECOULEMENT DEBITS

M. STENOU a pu faire des mesures de vitesses superficielles lors de la crue du 17 Juin : le débit maximum aurait été de l'ordre de 80 à 100 m³/s (avec peu de précision, la zone de débordement atteint 550 m à la cote 224). Cette crue a été probablement très supérieure à la crue de probabilité 1/1 an.

La pluviométrie totale annuelle moyenne est de l'ordre de 290 mm en année moyenne sur le bassin versant.

L'averse de probabilité 1/10 ans est de 67 mm en moyenne sur le bassin versant, dont une pluie utile de 44 mm. En prenant un coefficient d'écoulement de 60 % de la pluie utile, nous aurions un volume écoulé de 7.10⁶ m³, le débit maximum pourrait être compris entre 100 et 150 m³/s.

L'écoulement global en année moyenne doit être voisin de 7,5.10⁶ m³ avec un coefficient d'écoulement global de 10 %.

VI - MARE de GADEL

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

Le bassin versant de la mare de GADEL est de 410 km², compris entre les parallèles 17°05' et 17°24' N et les méridiens 12°40' et 12°51' W. Il est mitoyen à l'Ouest de celui de DIONABA. Le bassin versant se trouve presque entièrement compris à l'intérieur des chaînons de collines qui séparent le BRAKNA en deux plaines et comprend le bassin versant de l'oued AGMIMINE. D'une façon générale, les pentes sont relativement fortes sur des sols imperméables, et le réseau hydrographique, bien dessiné, est collecté par l'oued AMOUR dont le principal affluent est l'oued AGMIMINE qui ne présente que peu de zones d'inondation.

L'oued AMOUR se jette dans la mare de GADEL, grande cuvette fermée au Sud par des dunes de sable que l'émissaire traverse avant de se jeter dans le GORGOL BLANC en aval de GLEITA TOR. Cet émissaire est fermé par une digue en terre dans laquelle est pratiquée une brèche en fin d'hivernage pour permettre la culture de décrue, ou même en cours d'hivernage lorsque ce dernier est très pluvieux. Cette brèche est refermée avant l'hivernage suivant.

Une bonne partie de la mare est extrêmement boisée. Elle s'assèche tous les ans.

B - VOLUMES ECOULES

Nous allons essayer d'établir un bilan approximatif des volumes écoulés à la mare.

Le niveau moyen atteint est d'environ 10 m, correspondant à $8 \cdot 10^6$ m³. Pour avoir le volume écoulé, il faut retrancher la tranche de pluie tombée en hivernage moyen sur la mare, soit $2 \cdot 10^6$ m³, ajouter la tranche évaporée pendant l'hivernage : (100 jours à 7 mm par jour), soit $4 \cdot 10^6$ m³ et ajouter les pertes par évapotranspiration et par infiltration. Ces deux sortes de pertes sont importantes par suite de la couverture forestière et de la présence de la dune en bordure Sud de la mare. En les prenant au total de $2 \cdot 10^6$ m³, nous obtenons un écoulement global de $12 \cdot 10^6$ m³ en année moyenne de pluviométrie moyenne sur le bassin versant de 300 mm, c'est-à-dire un coefficient d'écoulement global de 10 %

En 1958, le niveau de la mare est monté à 10,50 mm, soit 13.10^6 m³, la pluviométrie moyenne sur le bassin versant a dû être de l'ordre de 400 mm. Le bilan s'établirait comme suit : pluie tombée sur la mare, à retrancher, $3,5.10^6$ m³, évaporation à ajouter 6.10^6 m³, évapotranspiration végétale et infiltration à ajouter $2,5.10^6$ m³. Ecoulement global à la mare 18.10^6 m³, soit un coefficient d'écoulement global de 11 %.

Le niveau atteint en année exceptionnellement pluvieuse est inconnu, car la brèche est pratiquée dans la digue lorsque le niveau de la mare atteint la cote 10,90 qui correspond à un stockage de 18.10^6 m³.

L'année "humide" de probabilité 1/30 ans correspond à une pluviométrie moyenne sur le bassin versant de 480 mm. En prenant un coefficient d'écoulement global de 14 %, il viendrait à la mare 28.10^6 m³. Si nous ne tenons compte, ni des pluies, ni des évapotranspirations et des infiltrations, le niveau maximum atteint serait de 11,50 correspondant à une superficie inondée de 15.10^6 m², derrière le barrage projeté.

L'année "sèche" de probabilité 1/30 ans correspond à une pluviométrie moyenne sur le bassin versant de 110 mm. Le coefficient d'écoulement global est certainement faible, mettons 6,5 %. Il viendrait à la mare 3.10^6 m³. En ne tenant compte de rien d'autre, le niveau maximum atteint serait de 9,40 correspondant à une superficie inondée de 6.10^6 m², derrière le barrage projeté.

La pluviométrie ponctuelle journalière de probabilité 1/30 ans serait de 121 mm, soit 85 mm en moyenne sur le bassin versant, dont 57 mm de pluie utile. Avec un coefficient d'écoulement de la pluie utile de 65 %, le volume écoulé par l'oued AMOUR, à son entrée dans la mare, serait de 15.10^6 m³, et le débit maximum de l'ordre de 200 à 250 m³/s.

VII - MARE de CHOUGGAR

A - DESCRIPTION SOMMAIRE

Le bassin versant de la mare de CHOUGGAR est de 190 km², compris entre les parallèles 17°02' et 17°10' N et les méridiens 12°49' et 13°01' W, mitoyen au Sud-Ouest de celui de GADEL. La bordure Est du bassin est composée de collines schisteuses, la bordure Sud de dunes. Tout le reste du bassin se trouve dans les rags blancs du birrimien.

La mare de CHOGGAR est alimentée par l'oued OUILI qui draine la bordure Est et qui coule Nord-Sud, et par l'oued BOUDIOUNGAL qui draine presque tout le bassin versant en coulant Ouest-Est le long des dunes de la bordure Sud. Elle forme une cuvette disposée comme celle de DIONABA et de GADEL, limitée au Sud par des dunes que traverse l'émissaire avant de se jeter dans le GORGOL. Cet émissaire est formé par une digue en terre qui n'est pas ouverte à chaque hivernage car l'évaporation et l'infiltration vident suffisamment rapidement la cuvette pour sa mise en culture.

Si cette cuvette n'est pas boisée, comme celle de GADEL, elle est, par contre, dans les dunes. Elle s'assèche tous les ans.

B - VOLUMES EGOULES

Le niveau atteint en 1958 correspond à un volume de $6,5 \cdot 10^6$ m³ d'eau dans la cuvette (cote 10,00 m). La pluviométrie sur le bassin versant a dû être inférieure à celle de DIONABA : environ 380 mm doit 80 mm après le 15 Août, date à laquelle nous supposons atteint le niveau maximum. Comme la cote de l'eau était de 8,12 le 11 Mars 1958, l'évaporation plus l'infiltration auraient été de 8 mm par jour en moyenne.

Le bilan de l'hivernage 1958 serait approximativement le suivant : volume maximum dans la cuvette $6,5 \cdot 10^6$ m³, moins pluie tombée sur la surface d'eau libre : $2 \cdot 10^6$ m³ plus évaporation et infiltration : $4 \cdot 10^6$ m³. Soit apport de $8,5 \cdot 10^6$ m³ par les deux oueds : coefficient d'écoulement global de 11,5 %.

La pluviométrie moyenne sur le bassin versant est de 310 mm en année moyenne. Avec un coefficient d'écoulement global de 10,5 %, le volume apporté à la mare serait de $6 \cdot 10^6$ m³.

L'année "humide" de probabilité 1/30 ans correspond à une pluviométrie moyenne sur le bassin versant de 520 mm. En prenant un coefficient d'écoulement global de 13,5 %, les apports seraient de $13 \cdot 10^6$ m³. En ne tenant compte ni des pluies directes, ni de l'évaporation, ni de l'infiltration, le niveau maximum atteint serait de 10,7 correspondant à une superficie inondée de $11 \cdot 10^6$ m², derrière le barrage projeté.

L'année "sèche" de probabilité 1/30 ans correspond à une pluviométrie moyenne sur le bassin versant de 120 mm. Avec un coefficient d'écoulement global de 7 %, les apports seraient de $1,5 \cdot 10^6$ m³. En ne tenant compte ni de la pluie directe, ni des pertes par évaporation et infiltration, le niveau maximum atteint serait de 9.15 correspondant à une superficie de $3 \cdot 10^6$ m², derrière le barrage projeté.

La pluviométrie ponctuelle journalière de probabilité 1/30 ans est de 122 mm, soit 95 mm en moyenne sur le bassin versant dont 63 mm de pluie utile. Avec un coefficient d'écoulement de 70 % de la pluie utile, le volume écoulé serait de $8,5 \cdot 10^6$ m³, et le débit maximum de l'ensemble des deux oueds de l'ordre de 120 à 150 m³/s.

VIII - LAC de MAL

Le bassin versant du lac de MAL est de 900 km² (non compris 55 km² de zones certainement endoréiques et intérieures au bassin versant), situé entre les parallèles 16°47' et 17°05' N et les méridiens 13°05' et 13°28' W.

La partie Nord du bassin versant est surtout composée de rags avec quelques dunes, la partie Sud est plus ou moins ensablée sur 300 km² et tend, dans l'Est, à se fragmenter en petits bassins formés par ensablement.

L'affluent principal du lac est l'oued LEYE qui draine presque tout le bassin versant : environ 700 km², dont presque toute la partie ensablée.

Le lac se trouve dans l'Ouest du bassin versant et n'est qu'une ancienne partie de la vallée de l'oued GALOUA comprise entre deux cordons dunaires et fermée par un ensellement de sable assez bas. Le creux de cette selle n'est qu'à la cote 69,6, le fond du lac étant à la cote 65,8. La largeur de cette selle est de 350 m à la cote 69, de 1.000 m à la cote 68. Il nous semble probable que les infiltrations à travers cette fermeture sont très importantes et croissent très vite avec la hauteur de l'eau dans le lac.

La cuvette du lac n'est pas du tout boisée. Elle s'assèche pendant certaines saisons sèches si l'hivernage a été trop déficitaire.

B - VOLUMES ECOULES

Des échelles limnimétriques avaient été installées dans le lac, malheureusement, les lectures faites journellement sont inexploitablees en raison de leur fantaisie.

De fin Septembre 1958, au début de Février 1959, la baisse du niveau du lac a été de 10 mm par jour en moyenne, pour une cote moyenne de 67,5. En fin Septembre, début Octobre 1958, la baisse de niveau dans la mouille de l'oued LEYE aurait été de 7 mm par jour en moyenne (pour 26 jours), d'après le lecteur d'échelle : il est très probable d'ailleurs que cette mouille, creusée dans le banco, n'ait pas de pertes par infiltration.

Du 5 Février au 22 Avril 1959 la baisse de niveau du lac a été de 8 mm par jour pour une cote moyenne de 66,7.

Nous pouvons établir un bilan approximatif des apports au lac en 1958 : le 17 Avril 1958, la cote de l'eau était comprise entre 67,6 et 67,7 d'après les photos aériennes : au début de l'hivernage (mi-Juin) elle devait être à 67,1 (d'ailleurs, le 23 Juin, la cote était de 67,25 mais il avait déjà plu). Le niveau maximum atteint a été de 68,6 d'après les délaissés. Les apports au lac ont été de :

- Volume à la cote maximum	15,7	10^6	m^3
- moins volume à la cote de départ	- 2,8	"	"
- plus évaporation, infiltration (100 jours à 10 mm/j sur $8 \cdot 10^6 m^2$)	+ 8	"	"
- moins pluie (sur $8 \cdot 10^6 m^2$) 280 mm	- 2	"	"

soit $19 \cdot 10^6 m^3$. En supposant une pluviométrie moyenne sur le bassin versant de 280 mm, pluviométrie assez difficile à définir faute de données pluviométriques, le coefficient d'écoulement global aurait été de 7,5 %.

Il semble que le niveau atteint par le lac en année moyenne, soit à la cote 69 : le bilan serait alors le suivant :

- volume à la cote maximum	21	10^6	m^3
- moins volume à la cote de départ	- 3	"	"
- plus évaporation, infiltration (100 jours à 10 mm/j sur $9 \cdot 10^6 m^2$)	+ 9	"	"
- moins pluie (320 mm sur $9 \cdot 10^6 m^2$)	- 3	"	"

soit $24 \cdot 10^6 m^3$ pour une pluviométrie moyenne de 320 mm

sur le bassin versant d'où un coefficient d'écoulement global de 8 %.

D'après les dires des indigènes, l'eau atteint en années extrêmement pluvieuses la cote de déversement au-dessus de la fermeture du lac. Nous allons supposer que ces années sont de probabilité 1/30 ans, et le bilan serait alors le suivant :

- volume à la cote maximum	35	10 ⁶	m ³
- moins volume à la cote de départ	- 3	"	"
- plus évaporation, infiltration (120 jours à 12 mm/j sur 12.10 ⁶ m ²)	+ 17	"	"
- moins pluie (500 mm sur 12.10 ⁶ m ²)	- 6	"	"

soit 43.10⁶ m³ pour une pluviométrie moyenne de 500 mm sur le bassin versant d'où un coefficient d'écoulement global de 9,5 %.

L'année "sèche" de probabilité 1/30 ans correspond à une pluviométrie moyenne sur le bassin versant de 130 mm. En admettant un coefficient d'écoulement global de 6 %, le volume apporté au lac serait de 7.10⁶ m³ et le niveau maximum atteint, en tenant compte d'un volume restant de 3.10⁶ m³ en début d'hivernage, de la pluie et de l'évaporation, de 67,8.

REMARQUES TERMINALES :

Les notes qui précèdent ont un caractère commun : toutes les bases sont imprécises, qu'il s'agisse d'évaluation de crues, de niveaux maxima atteints par des mares fermées, de données pluviométriques.

Il n'est pas possible de chercher à en faire une synthèse, et il serait très dangereux de le faire car nous ne pouvons même pas préciser la valeur des erreurs possibles sur les chiffres que nous avançons.