

Etude Hydrologique des Bassins  
de la LIEPVRETTE et du GIESSEN

Service Géologique de l'Alsace et de la Lorraine (SGAL)  
B.R.G.M.  
Parc Claude-Bernard  
15 rue de la République  
BP 177 - 67034 STRASBOURG CEDEX  
Tél. (33) 03 88 77 48 90 - Fax (33) 03 88 76 12 26

SERVICE DE LA CARTE GEOLOGIQUE  
D'ALSACE ET DE LORRAINE  
1 Rue Blessig STRASBOURG

3

Etude Hydrologique des Bassins  
de la LIEPVRETTE et du GIESSEN

---

**B.R.G.M.**  
Service Géologique Régional Alsace (SGAL)  
Parc Club des Tanneries  
15 rue du Parc - L'Arboisheim  
BP 177 - 67854 TANNERIES CEDEX  
Tel. (33) 03 88 77 48 90 - Fax (33) 03 88 76 12 26

## S O M M A I R E

Introduction et but de l'étude -

### Chapitre I - Les facteurs conditionnels du régime

A. Cadre géographique . Limites de l'étude

B. Aperçu géologique

1. Structure et extension des terrains

- a) Le socle hercynien
- b) Les terrains sédimentaires post-hercyniens
- c) Les terrains récents

2. Les formations et leurs caractéristiques hydro-géologiques

- a) Les gneiss et les granites
- b) Les schistes sériciteux et les micaschistes
- c) Le Permo Houiller
- d) Le Trias
- e) Les alluvions - les vallées  
- la plaine

C. Morphologie. Relief et réseau hydrographique

1. La Liepvette et le Giessen

2. Analyse morphométrique du réseau hydrographique

3. Les courbes caractéristiques du bassin

D. Climatologie générale

1. Les vents

2. Les températures

3. Les précipitations

- a) L'origine des précipitations
- b) la nature des précipitations
- c) la répartition des précipitations

Chapitre II - La pluviométrie

## A. Mesure des précipitations

1. Technique des mesures
2. Les stations pluviométriques

## B. Etude des données

1. Station de Petit-Haut
2. " " Petite-Liepvre
3. " " St Martin de Villé
4. " " Rothau
5. " " La Métairie
6. " " Ebersheim

## C. Interprétation des résultats

1. Répartition de la pluviométrie. Carte isohyétale
2. Régime interannuel
3. Précipitations moyennes sur le bassin versant

Chapitre III - Hydrologie

## A. Mesure des débits. Stations de jaugeage

1. Echelle de La Vancelle-Hurst
2. " " Sélestat
3. " " Villé
4. " " Triembach-au-Val

## B. Régime interannuel

## C. Variations saisonnières

## D. Etude des crues

1. Localisation des crues. Types de crues.
2. Etude statistique

Chapitre IV - Le bilan hydrologique

## A. L'évapotranspiration

1. L'évapotranspiration, moyenne annuelle
2. Déficit d'écoulement saisonnier

## B. Les infiltrations et la nappe

## C. Le bilan interannuel

Conclusion - Programme d'équipement.

## Introduction et but de l'étude

L'étude des vallées de la Liepvrette et du Giessen rentre dans le cadre plus général de l'analyse du système de l'Ill et de ses affluents vosgiens. Elle fait suite à celles déjà effectuées dans le Haut-Rhin, bassins de la Lauch et de la Fecht, et dans le Bas-Rhin, bassins de la Bruche.

Ces travaux se révèlent de première nécessité avant d'entreprendre tout aménagement. L'urgence de ces problèmes a poussé les pouvoirs publics à intensifier les études de base. Un programme de travail concernant les vallées de la Liepvrette et du Giessen a été défini dans la Convention du 27 septembre 1962 passée entre le Génie Rural du Haut-Rhin et le Service de la Carte Géologique d'Alsace et de Lorraine.

Il comprend :

- le rassemblement de toute la documentation existante,
- l'étude des facteurs caractéristiques des vallées et de l'hydrologie à partir de ces documents,
- la synthèse des résultats et la présentation d'un programme d'équipement.

Cette étude se définit donc comme la mise au point de toutes les connaissances ayant trait aux problèmes de l'eau dans ces vallées.

### Les documents rassemblés. Méthode employée.

Dans une première phase, tous les documents relatifs à l'hydrologie de ces vallées ont été rassemblés. Cette documentation comprend en particulier :

- des mesures de base concernant la pluviométrie et les débits,
- des études de détail sur des problèmes très divers : géologie, géophysique, étude de crues.

Une telle étude conduit en général à l'établissement d'un bilan. Le bilan est représentatif du cycle de l'eau au cours d'une période donnée, généralement annuelle. Il s'écrit :

$$P + I = Q + D + (I + \Delta I) + V_i \quad (1)$$

- P : Apport fourni par l'ensemble des précipitations
- Q : Ecoulement à l'exutoire du bassin
- D : Perte par évapotranspiration
- I : Réserve en début de période
- $\Delta I$  : Variation de réserve pendant la période considérée
- $V_i$  : Perte par infiltration profonde

Un certain nombre de considérations, permettent de simplifier l'équation (1).  $\Delta I$  représente une partie de l'eau qui s'est infiltrée pour aller alimenter les nappes. Elle sera restituée à l'exutoire du bassin. On définit une période telle que les réserves n'aient pas varié pendant toute sa durée, c'est-à-dire telle que les réserves soient, ou bien minimum (étiage), ou bien maximum (hautes-eaux) : c'est l'année hydrologique. Elle permet d'éliminer le terme  $\Delta I$ .

-  $V_i$  : les pertes par infiltrations profondes sont rares et certainement très faibles par rapport aux autres termes. Elles seront négligées.

- Q représente l'écoulement à l'exutoire du bassin. Cet écoulement peut être superficiel ou souterrain. Les conditions locales permettent de ne pas tenir compte des pertes dues à la circulation de la nappe du droit de l'exutoire ni de l'inféoflux dans le lit même de la rivière. Ces pertes représentent un très faible pourcentage difficile à évaluer. Il serait délicat de les faire intervenir dans le bilan.

Dans ces conditions, l'équation du bilan peut s'écrire :

$$P = Q + D \quad (2)$$

Après avoir analysé les "facteurs conditionnels du Régime", et notamment les facteurs caractéristiques des vallées, nous aborderons l'étude des trois termes pluviométrie, débit, évapotranspiration en fonction des documents que nous possédons.

Dans de nombreux cas, ces documents se sont révélés insuffisants pour que l'on puisse donner des conclusions définitives ; les observations sont parfois douteuses, elles présentent des lacunes et des imprécisions. Nous avons tenté d'y remédier par l'emploi de formules théoriques. Cette façon d'opérer est très critiquée ; quelques méthodes ont pourtant l'avantage de ne pas être complètement fausses et de donner des résultats parfois acceptables quand elles sont appliquées avec prudence. De toutes façons, ces résultats doivent être critiqués et comparés avec toutes les observations directes.

Dans la dernière partie, une synthèse des résultats sera présentée. Ils serviront à définir un plan d'équipement destiné à préciser les différents phénomènes mis en évidence.

## Chapitre I

### Les facteurs conditionnels du régime

Les caractéristiques hydrogéologiques d'un bassin dépendent de l'ensemble des conditions physiques et climatologiques qui y sont rassemblées. Ceci conduit en premier lieu à préciser le cadre géographique de la région étudiée. La géologie, le relief, le réseau hydrographique, la végétation méritent d'être examinés séparément en tant que base d'analyse des phénomènes hydrologiques. Les caractères généraux de la climatologie régionale seront ensuite définis et les éléments météorologiques secondaires analysés.

#### A. Le cadre géographique

Le Giessen et la Liepvrette sont deux rivières du versant alsacien des Vosges Moyennes. Leur bassin se développe à la limite des départements du Bas-Rhin et du Haut-Rhin. Après un parcours vosgien d'une vingtaine de kilomètres, le Giessen grossi de la Liepvrette pénètre dans la plaine du Rhin à la hauteur de Sélestat. Il se jette dans l'Ill à Ebersheim. Un secteur de montagne et un secteur de plaine s'individualisent donc dès l'abord.

Le domaine vosgien occupe la plus grande partie du bassin du Giessen. Son importance se manifeste aussitôt : c'est lui qui confère à la rivière ses caractéristiques hydrauliques.

Le domaine de plaine est caractérisé par une topographie très douce ; les limites du bassin sont mal définies. Cette zone est le siège d'une nappe phréatique complexe soumise aux actions du Giessen, de l'Ill et des multiples canaux qui la traversent. Ce problème ne rentre pas dans le cadre de cette étude. Ces considérations nous ont conduit à limiter l'étude à la zone située en amont de Sélestat.

## B. APERCU GEOLOGIQUE

=====

Les bassins de la Liepvrette et du Giessen appartiennent au domaine des Vosges Moyennes. Parmi les auteurs ayant contribué à la connaissance géologique de cette région, se distinguent plus particulièrement par l'importance de leurs travaux J. JUNQ (1927) et J.P. Von ELLER (1961). Récemment, sur des problèmes plus restreints de cartographie, on trouve les noms d'HILDWEIN (1961), LAUBACHER et BRONNER (1963). Deux schémas (figure 1 et 2) et une carte géologique au 1/50.000 (Pl.I) présentent les résultats.

1. Structure et extension des terrains - Figure 1 -

On peut classer les terrains rencontrés dans les bassins de la Liepvrette et du Giessen en trois groupes :

a) Le socle hercynien

Il est composé de roches cristallines et cristallophylliennes représentées ici par des gneiss et des micaschistes sériciteux.

Les gneiss forment des massifs allongés dans le sens du plissement. Ces lignes forment un arc où l'orientation moyenne passe d'une direction sensiblement NS pour les Vosges Centrales et Occidentales à une direction EW pour les Vosges Septentrionales et Orientales.

Les gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines occupent la Haute-Vallée de la Liepvrette, faisant apparaître clairement le changement de direction qui se réalise au niveau des Vosges Moyennes. Ce massif forme un coin s'élargissant à partir du col du Bonhomme en direction de Sainte-Marie-aux-Mines. Vers l'Est, il atteint la plaine rhénane à Orchwiller, tandis que la partie septentrionale disparaît sous les formations posthercyniennes ou par contact avec le granit de Chatenois.

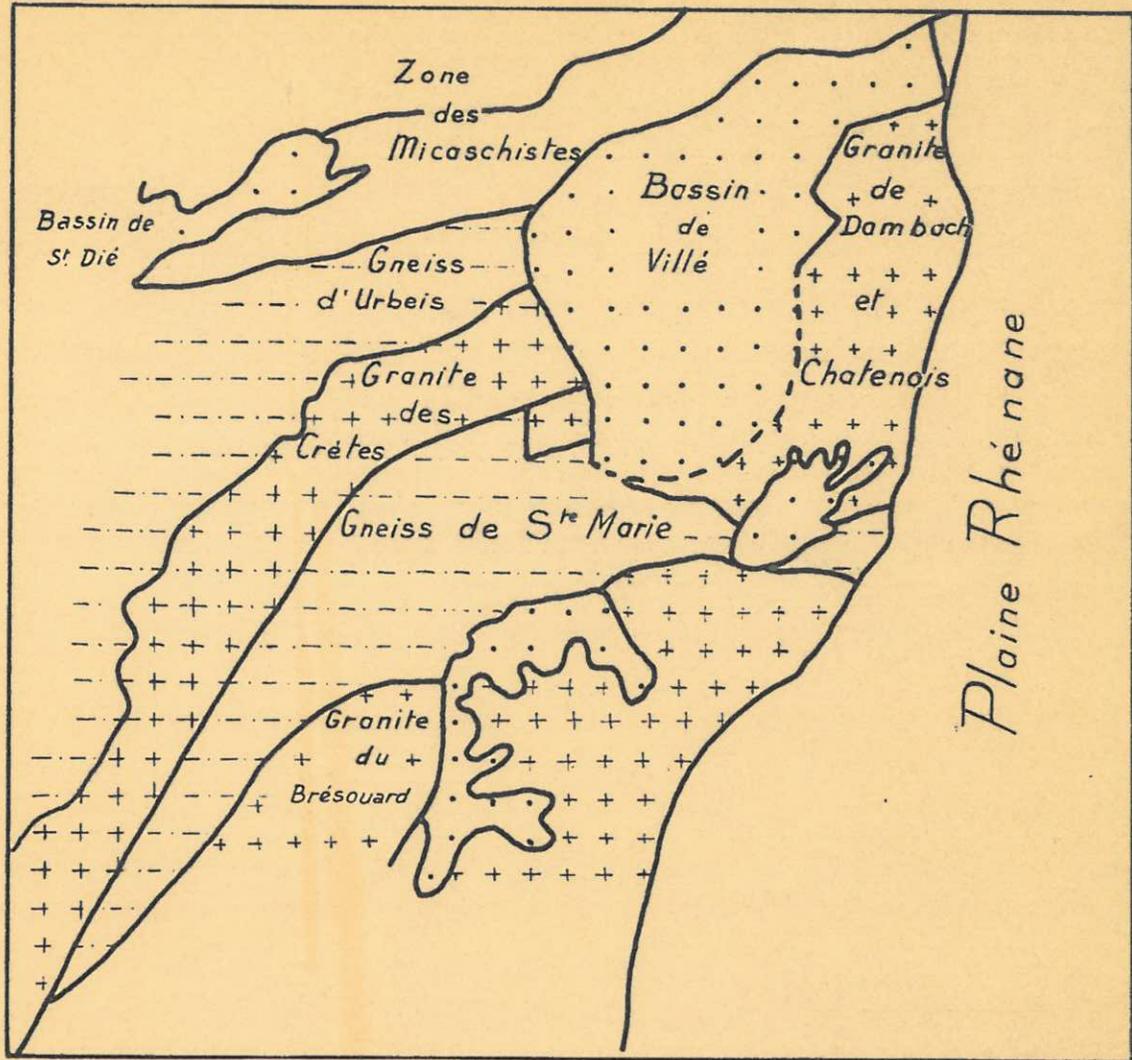


Fig.1 SCHEMA GEOLOGIQUE STRUCTURAL DES VOSGES MOYENNES

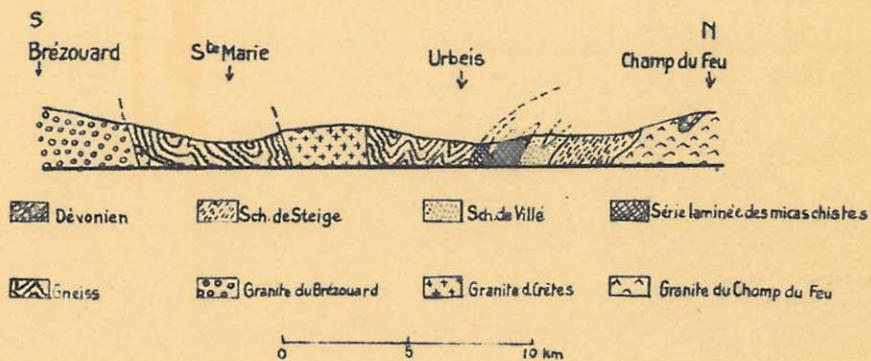


Fig.2 TECTONIQUE DES VOSGES MOYENNES

Cette zone gneissique est bordée par deux ensembles granitiques :

- Au SE, elle passe à des granites porphyroïdes (type Brezouard ou Tannenkirch),
- Au NW, elle est séparée d'un vaste massif, le granite des Crêtes, par un accident majeur, la faille de Sainte-Marie-aux-Mines.

Au N du granite des Crêtes apparaît un nouvel ensemble gneissique : les gneiss de Fraize et d'Urbeiss. Celui-ci chevauche vers le N une masse de micaschistes sériciteux débutant par une série laminée : les micaschistes de Lubine et se poursuivant par les schistes de Villé et de Steige, métamorphisés et très déformés.

Tout à fait à l'E du bassin, en bordure de la plaine, existe un important massif granitique : le granite de Dambach.

La structure du socle est en fait très complexe ; les roches présentent des changements de faciès et des plissements multiples et intenses. Ce métamorphisme et ces déformations résultent d'une série de mouvements qui n'ont pu être encore tous datés avec précision :

- les plissements des gneiss sont considérés comme très anciens et sans doute contemporains du métamorphisme régional précambrien.

- les grandes dislocations et la mise en place des granites sont rapportées à l'orogénèse hercynienne qui s'étend du début du Dinantien (phase bretonne) jusqu'au Permien.

Les accidents hercyniens sont souvent caractérisés par la présence de mylonites. Les terrains sédimentaires antérieurs à la fin de l'orogénèse hercynienne (dévonien-dinantien), bien développés dans certaines régions des Vosges, sont ici inconnus.

Les mouvements hercyniens ont été suivis d'une intense pénéplanation.

La figure 2 présente une coupe du socle entre le Brezouard et le Champ du Feu, figurant les grands traits tectoniques des Vosges Moyennes.

### b) Les terrains sédimentaires post-hercyniens

Ils comprennent du Houiller, du Permien et du Trias en discordance sur les terrains affectés par les plissements hercyniens. Les dépôts du Houiller et du Permien Inférieur se distinguent cependant par le fait qu'ils ont été plus ou moins affectés par des phases posthumes du plissement hercynien.

L'ensemble de ces terrains est bien représenté dans le bassin de Villé. Le Houiller se trouve en petits lambeaux isolés dont les plus importants sont dans la Vallée du Giessen (Villé, Lalaye, Lubine). Ils sont souvent très fracturés et pincés dans le substratum.

Le Permien Supérieur et le Trias sont au contraire largement développés. Ils occupent l'ensemble du bassin de Villé et de Saint-Dié, représenté à l'W par le Climont. Au S du bassin, des lambeaux de plateau triasique coiffent encore quelques sommets (Ramelstein, Haut-Koenigsbourg). La figure 3 présente deux coupes du Bassin de Villé d'après G. HILDWEIN.

L'ensemble des terrains sédimentaires et antéhercyniens a subi une fracturation souvent intense au moment de l'orogénie alpine et de la formation du Fossé Rhéan.

### c) Les formations récentes

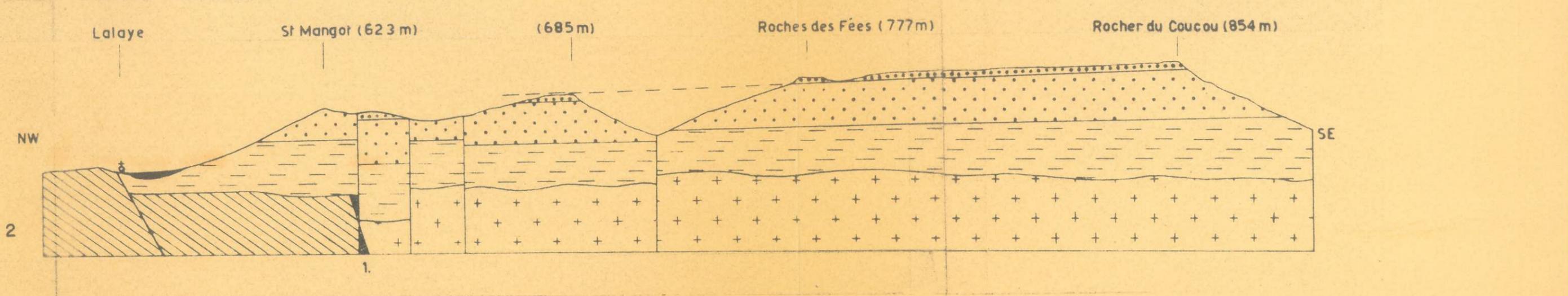
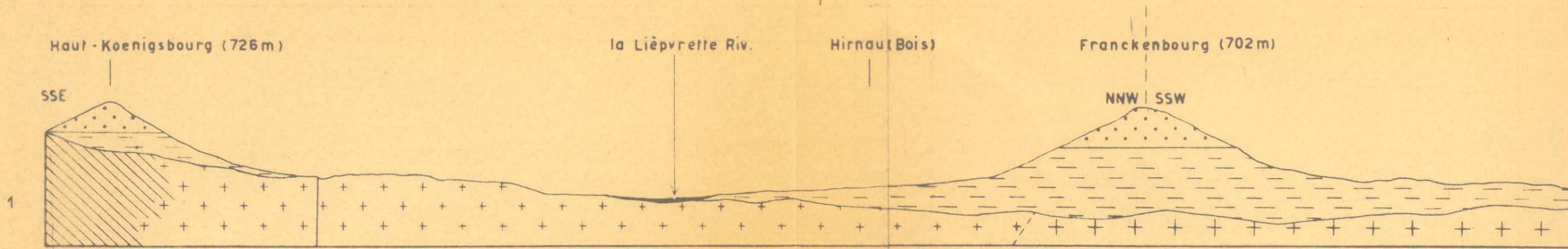
Les éboulis de pente forment des placages d'extension limitée.

Les alluvions développées dans les Hautes Vallées, prennent une assez large extension dès que la pente diminue. Elles ont une grande importance dans la plaine où elles se présentent en terrasses s'étageant vers le Rhin.

## 2. Les formations et leurs qualités hydrogéologiques -

L'étude des roches intéresse l'hydrogéologue par deux aspects : en tant que réservoir souterrain et en tant que facteur d'écoulement. Une roche peut se révéler un réservoir appréciable et pourtant le terrain

# COUPES SCHEMATIQUES DU BASSIN DE VILLE



## LEGENDE DES COUPES

	TRIAS	Conglomérat principal		Houiller
		Grès vosgien		Schistes de Villé
	PERMIEN	Couches de Kohlbächel		Gneiss à sillimanite et cordiérite
		Couches de Mæusebuckel		Granite grossier à 2 micas
		Couches de Triembach		Granite à biotite avec ou sans amphibole

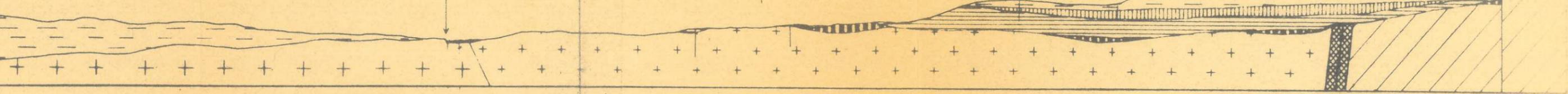
ECHELLES 1/20 000

d'après G. Hildwein

le Giessen Riv.

Ungersberg (900 m)

NNE



SE

posséder un coefficient de ruissellement élevé. En réalité, ce ne sont pas les mêmes éléments qui interviennent.

Dans le cas le plus général, on peut distinguer trois horizons à partir de la surface : un sol, un horizon d'altération, et la roche saine.

Le ruissellement est plus particulièrement influencé par les conditions qui règnent en surface, c'est-à-dire la nature du sol, la végétation et les pentes. Par contre, ce sont les caractéristiques intrinsèques de la roche qui favorisent la création d'un réservoir, et les qualités relatives des trois horizons qui interviennent pour son alimentation.

Les différentes formations affleurant dans le bassin seront examinées, les faciès et altérations seront décrits et les possibilités aquifères étudiées.

#### a) Les gneiss et les granites -

Les gneiss résultent d'un métamorphisme intense. L'origine du matériau y produit de nombreuses différenciations pétrographiques. Deux ensembles sont distingués :

- Les gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines comprennent une continuité stratigraphique du Sud Est vers le Nord Ouest, des gneiss à sillimanite, des gneiss à amphibole, des gneiss à grenat, qui passent vers le Sud à des granulites (leptynites à grenat). Ce sont ces dernières formations qui renferment la presque totalité des filons métalliques autrefois exploités dans la région de Sainte-Marie. On trouve intercalés dans l'ensemble des bancs boudinés d'amphibolites, de pyroxénites et de calcaires cristallins.

- Les gneiss d'Urbeiss sont formés de gneiss rubannés et granitiques à sillimanite et grenat, de gneiss à sillimanite et cordierite, de gneiss à sillimanite fibreuse et de leptynites sombres.

Ces roches généralement finement grenues présentent souvent un litage franc. Elles s'altèrent en arènes qui, en raison de la nature pétrographique variable, sont très irrégulières dans leur épaisseur comme

dans leur qualité. Celle-ci est souvent argileuse. Le grain fin des gneiss n'aboutit souvent qu'à une légère arénisation.

Les granites sont de plusieurs types :

- granites des crêtes à biotite et amphiboles. C'est un granite porphyroïde, passant parfois à des syénites quartzifères microgrenues.
- granites porphyroïdes à un mica (de Tannenkirch et Chatenois) ou à deux micas (type Brezouard).

Le faciès de tous ces granites est grossier. Ils se reconnaissent facilement sur le terrain à leurs produits de décomposition : arène de quartz blanc et de feldspath pouvant atteindre plusieurs mètres d'épaisseur .

Ces roches permettent deux types de circulation aquifère :

- un écoulement superficiel dans la zone d'altération. Etant donné la faible épaisseur de cette couche, les eaux sont sous la dépendance directe des variations climatiques. Les sources qu'elle alimente tarissent souvent en étiage. La rétention superficielle de ces terrains reste faible. Malgré tout, elle doit intervenir pour les pluies d'intensité faible ou moyenne et permettre une alimentation plus soutenue au toit de la roche saine.

- un écoulement profond par les plans de faille et les diaclases de la roche. Ces roches ne contiennent pas d'horizon préférentiel pour l'accumulation de l'eau, et la cote d'émergence des sources est très variable. Il est possible cependant de séparer une zone supérieure où les cassures sont plus nombreuses, peut-être en raison d'un effet de décompression. Sa position est intermédiaire entre l'écoulement profond et superficiel. Les sources qu'elle alimente subissent des fluctuations mais ont toujours un débit minimum. La zone inférieure est caractérisée par un réseau de cassures moins dense. Elle donne naissance à des sources pérennes.

On remarque que les sources sont en général plus nombreuses en pays granitique. Quelques explications peuvent être avancées : les gneiss sont moins diaclasés en raison d'une plasticité plus grande que celle des granites, roche typiquement grenue. Les produits d'altération des gneiss

sont en général plus argileux ; ils provoquent le colmatage des diaclases et diminuent l'alimentation en surface.

Quelques travaux ont permis de faire des observations directes intéressantes :

- L'exploitation des gites métallifères de Sainte-Marie-aux-Mines.

Un certain nombre de galeries d'épuisement sont connues. Bien qu'actuellement le débit en semble faible, des venues d'eau importantes ont dû les justifier. Il est possible qu'une partie de l'eau se réinfiltré à partir de la galerie. Elle alimenterait quelques sources situées en contre-bas.

- Le percement du tunnel de Sainte-Marie-aux-Mines. Ce tunnel traverse d'E en W les gneiss de Sainte-Marie, le granite des crêtes, les gneiss d'Urbeiss. Au cours des travaux des venues d'eau importantes se sont manifestées ; la plupart étaient localisées dans le granite, alors que les passages de gneiss ont été trouvés secs. Le tarissement de nombreuses sources a pu être imputé à ce drain artificiel. La rapidité des réactions confirme le mode de circulation. La localisation des sources dans une zone étroite au-dessus du tunnel indique une circulation par joints verticaux. Les débits recueillis évalués à 56 l/s, à la fin des travaux en 1937, semblent stabilisés actuellement à une trentaine de litres par seconde. Dans une première phase on a eu un vidage des réserves puis un nouvel équilibre a été trouvé. Si l'on répartit le volume annuel écoulé, sur une surface limitée par les sources tariées à l'occasion du percement, on s'aperçoit que plus de 250 mm par an s'infiltrent et sont ainsi restitués.

b) Les schistes sériciteux et micaschistes -

Cet ensemble groupe trois termes d'une série désormais classique :

- les schistes de Steige : schistes ardcisiens fins, violets ou rougeâtres ;

- les phyllades de Villé, plus grossières et plus cristallines, grises verdâtres, lustrées, parcourues de filonnets de quartz blanc (type Houel et type Albé) ;

14.  
- les micaschistes de Lubine, composés de roches cristallo-phylliennes injectées de roches granitoïdes et associées à des quartzites, amphibolites et dolomies chloriteuses.

L'ensemble des terrains de la zone des micaschistes présente les caractéristiques suivantes :

- l'altération forme une couche de débris de schistes dans une matrice argileuse. Les circulations d'eau provoquent fréquemment des glissements qui se remarquent par la présence de loupes sur les pentes. L'épaisseur de la couche altérée peut atteindre plusieurs mètres.

Les deux modes de circulation, mis en évidence pour les gneiss et les granites, se retrouvent ici. Les sources ont un débit plus faible et le coefficient de ruissellement doit être plus élevé.

#### c) Le Permo-Houiller -

Les lambeaux houillers ne présentent pas d'intérêt, sinon historique, en raison de leur faible extension. Ils sont surmontés par le Permien, dans lequel on distingue du bas vers le Haut :

- les couches d'Albé : dolomie charbonneuse à caractères houillers et permien ;

- les couches de Triembach (Autunien), transgressives, comprenant des conglomérats à porphyre rouge, des arkoses et des argiles violettes schisteuses ;

- les couches de Meisenbuckel : niveaux de tufs et cinérites, dont la répartition est encore plus vaste ;

- les couches de Kohlbaechel, représentées par le faciès des "grès rouges" dans lesquels sont intercalées vers le haut des lentilles de dolomie.

Ces dernières couches sont les seules qui affleurent largement dans le bassin. Elles présentent ici une composition souvent très argileuse, parfois conglomératique en bordure. La roche se désagrège facilement en produits assez fins pour pouvoir être rapidement entraînés par les eaux superficielles.

D'une façon générale, on ne trouve pas de niveau de source bien marqué dans le Permien en raison de son hétérogénéité. Ces sources pourtant nombreuses dans les couches du Kohlbaechel donnent une eau de bonne qualité. Les possibilités aquifères des assises inférieures ne sont pas connues. Un forage de reconnaissance permettrait de tester l'ensemble de ces couches. Il est peu probable que des gros débits puissent être trouvés.

#### d) Le Trias -

Les grès triasiques reposent partout sur les couches du Kohlbaechel, formant des sommets vigoureux partiellement couronnés de conglomérats.

Le passage du Permien Supérieur au grès triasique est parfois délicat à saisir. Le grès vosgien est surtout caractérisé par une teneur en argile beaucoup moins forte lui assurant une perméabilité globale nettement plus importante. Il atteint au centre du bassin de Villé une épaisseur de 230 mètres. La stratification est régulière, alternance de grès vosgien typique, de niveaux à galets et de niveaux légèrement argileux. Il est surmonté par le conglomérat principal qui forme une table à rebords ruiniformes, légèrement inclinée vers l'Ouest dans le sens du pendage général.

Les grès vosgiens forment un vaste réservoir dont les multiples sources constituent le trop plein. Les qualités intrinsèques de la roche, les failles et cassures (tectonique alpine) ont un rôle important dans l'hydrologie de cet ensemble. Ces cassures existent également dans les assises du Permien, mais y sont colmatées par la partie argileuse de ces formations. Le contact Permien - grès triasiques est jalonné par une ligne de sources, émergeant souvent en contrebas après une course plus ou moins longue sous les éboulis. La décomposition des grès triasiques donne un mélange de sable et galets s'accumulant au bas des pentes. La rétention de ces ensembles est faible. Ces affleurements triasiques cons-

tituent un élément essentiel pour l'alimentation en eau de toute cette région. Ils fournissent une eau peu minéralisée avec un débit régulier. Le type d'exploitation actuel laisse une partie des ressources inutilisée. Une quantité d'eau se perd sous les éboulis, se réinfiltré ou s'évapore. Une solution avantageuse consisterait à exploiter la nappe des grès directement par puits ou galerie. Par s'assurer un bon débit, il serait nécessaire de trouver une zone assez fracturée, ce qui rend le problème délicat. En tout cas, une telle solution demanderait au départ une étude très sérieuse de l'ensemble de la nappe des grès.

#### e) Les alluvions -

Nous distinguerons les alluvions dans les vallées et dans la plaine.

##### 1) Les vallées

En altitude les alluvions ne sont souvent que des éboulis de pente qui s'accumulent dans les évasements des vallées sur une épaisseur de quelques mètres. Un procédé utilisé dans les Hautes Vallées Vosgiennes pour obtenir de petits débits consiste à y créer un drain axial.

Quand on descend dans les vallées, l'extension des alluvions augmente. On a songé à y recourir pour l'alimentation en eau des localités.

Le Giessen coule pratiquement sur le rocher dans sa haute vallée. Par endroits, et dans quelques vallons secondaires se sont accumulés des dépôts de glissement provenant de pentes micaschisteuses et des dépôts à l'aspect tourbeux d'où sourdent, par temps humide, de nombreuses petites sources. La situation diffère à partir de l'entrée du Bassin de Villé ; le changement de pente produit les conditions d'accumulation différentes. Les premiers puits (Vallée de l'Erlenbach, vallée du Giessen entre Villé et Bassemberg) ont donné des résultats négatifs, livrant un matériau très argileux. Une étude par prospection électrique dans la région de Villé (novembre 1962) était chargée de reconnaître la zone aval. Les résistivités de la tranche alluvionnaire restent assez

faibles, l'ensemble doit être encore nettement argileux sauf pour certaines terrasses perchées qui se trouvent donc nettement au-dessus du niveau statique. Ces alluvions proviennent des schistes de Steige et de Villé, des assises Permienne, ce qui explique leur nature argileuse. Des lentilles d'argile très pure, parfois de grande extension se sont développées dans le fond de la Vallée au pied du Permien dont elles proviennent. Elles ont permis l'installation de briquetteries. Dans le cas le plus favorable, l'épaisseur des alluvions n'excède pas une dizaine de mètres, dont seulement une faible partie est imbibée. La présence de la rivière jalonnée d'usines et de localités constitue de toutes façons un danger permanent pour les eaux que l'on pourrait tirer de la nappe.

Dans la Vallée de Liepvrette, la situation n'est pas plus favorable. Une prospection électrosismique dans la région de Liepvre le confirme. La perméabilité des alluvions semble un peu meilleure que celles du Giessen mais en aucun point, la tranche d'alluvions imbibée ne permet d'escompter de bons débits. Le problème de risques de pollution se pose d'ailleurs de la même façon.

On ne connaît pas la situation dans la région du Val de Villé, en amont du débouché dans la plaine. La confluence des deux rivières et la pente plus faible peuvent avoir provoqué un surcreusement et le dépôt d'éléments plus grossiers.

## 2) La Plaine

Au sortir du domaine vosgien, la Giessen a étalé un vaste cône d'alluvions, s'étageant jusqu'aux basses terrasses de la vallée rhénane.

Plusieurs forages ont été exécutés dans le cône même du Giessen c'est-à-dire en amont de Sélestat. La figure 4 donne leurs emplacements.

Les archives du Service de la Carte fournissent des renseignements sur chacun d'eux.

- Forage près de la scierie Stadelmann à Chatenois (F1) Antérieur à 1935

0 - 16 m	:	graviers et sables plus ou moins argileux
16 - 18 m	:	argile brune jaunâtre, mêlée de graviers
18 - 20,60 m	:	sables et graviers sableux
20,60 - 25 m	:	gravier argileux

Deux nappes ont été traversées. Les résultats de l'analyse chimique prouvent qu'elles sont bien individualisées. On a constaté des pollutions provenant sans doute de la rivière. Les essais de pompage fournissent un rabattement de 2 mètres pour 7,2 l/s.

Un autre puits est situé près de la gare de Chatenois, de profondeur 16 m. On sait seulement que son rendement est faible (F2).

- Forage au lieu dit Brunnen Kapelle à 1800 m environ de la gare de Scherwiller. Antérieur à 1935 (F3).

0 - 6 m	:	terre végétale et argile
6 - 7 m	:	grès gravier
7 - 21,50 m	:	limons et graviers
21,50 - 22 m	:	argile
22 - 32,20 m	:	sables et graviers
32,20 - 33 m	:	argile
33 - 37,50 m	:	graviers et sables argileux
37,50 - 39 m	:	argile
39 m	:	gravier et sables argileux

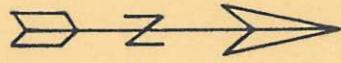
Deux nappes ont été mises en évidence, l'une vers 6 m, la seconde entre 24,50 et 32,20 m

- Forage du Syndicat des eaux de Chatenois Scherwiller

Un forage de reconnaissance a été descendu jusqu'à 23,50 m, suivi d'un forage d'exploitation jusqu'à 31,25 m (F4 et F5).

La coupe du forage est la suivante :

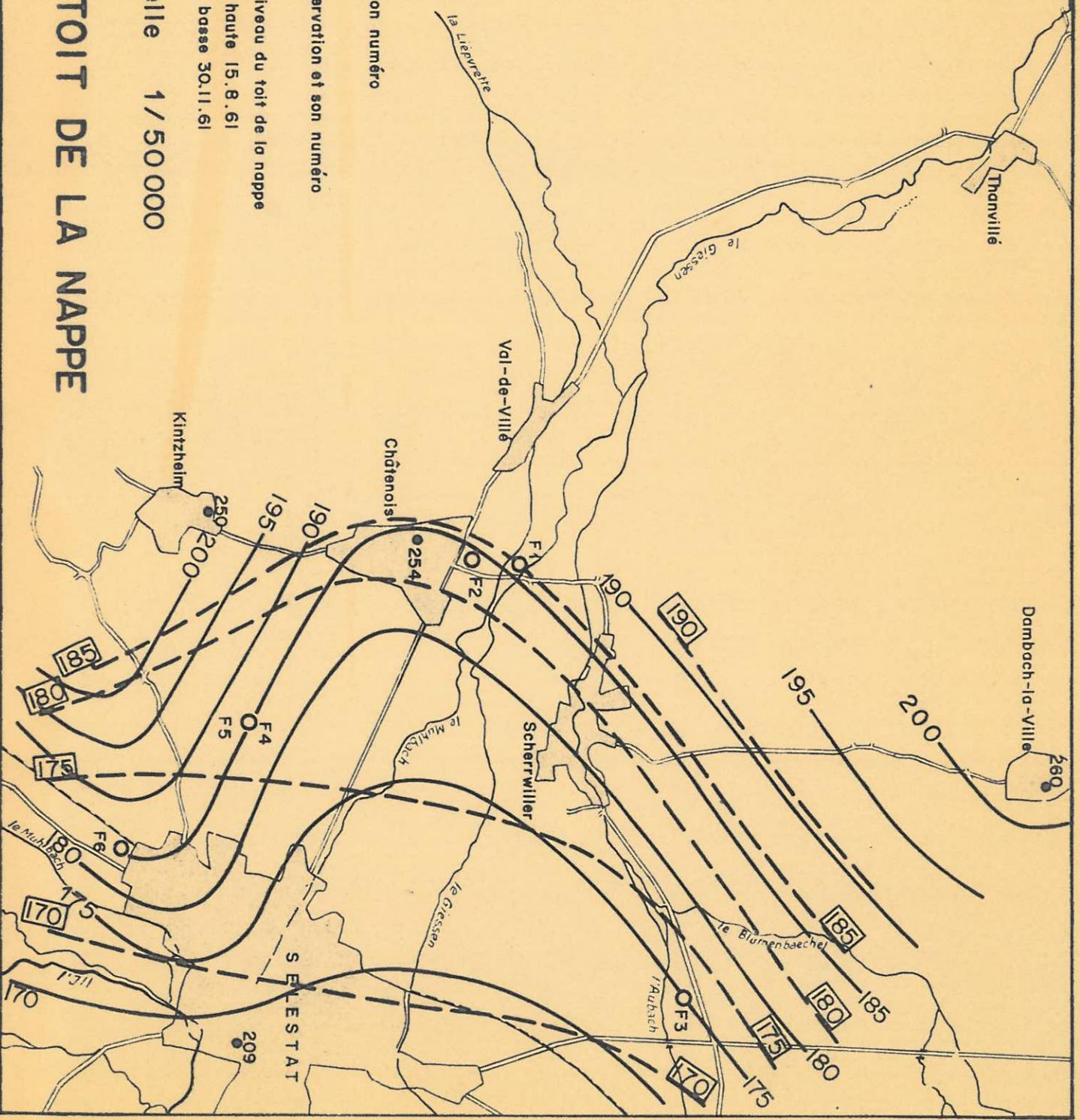
Fig.4



- 250 Puits d'observation et son numéro
- F4 Forage et son numéro
- 175 Courbe de niveau du toit de la nappe position haute 15.8.61
- - - 175 Courbe de niveau du toit de la nappe position basse 30.11.61

Echelle 1/50 000

# CARTE DU TOIT DE LA NAPPE



- 0 - 1 50 m : terre végétale, argiles superficielles
- 1,50 - 21,90 m : sable vosgien à arêtes vives
- 21,90 - 22,05 m : argile jaune sablonneuse
- 22,05 - 22,70 m : gravier fin très sablonneux
- 22,70 - 22,80 m : argile jaune
- 22,80 - 23,10 m : argile gris foncé
- 23,10 - 23,90 m : argile gris blanc
- 23,90 - 24,15 m : argile sablonneuse jaune
- 24,15 - 31,25 m : gravier et sables fins argileux

A partir de 21,90 m on pénètre dans le Pliocène. Deux nappes ont été rencontrées, séparées par les niveaux d'argiles situés entre 21,90 m et 24,15 m. La seconde nappe était en charge. Des essais de pompage ont été faits. Nous n'avons pas pu obtenir leurs données. Le rapport final fournit une perméabilité calculée par la méthode de Porchet. Elle est voisine de  $0,6 \cdot 10^{-4}$  m/s.

#### - Forage de Sélestat (F6)

Le forage se situe nettement dans les alluvions rhénanes. La perméabilité a été évaluée à  $1,85 \cdot 10^{-3}$  m/s.

L'impression dominante qui se dégage de l'examen des résultats des forages est que les alluvions du Giessen sont très riches en argile, en lits compacts ou disséminée dans les sables et graviers. On l'explique par la grande quantité de roches argileuses (micaschistes, Permien, gneiss) que traversent et le Giessen et la Liepvrette. Le forage de Brunnen Kapelle montre que même à 4 km du débouché du Giessen en Plaine, les lits argileux sont très fréquents.

Le forage du Syndicat de Scherwiller Chatenois est déjà nettement éloigné du débouché du Giessen et a fourni des débits appréciables.

Les analyses chimiques sont caractéristiques de l'origine des eaux. Le calcaire passe d'une cinquantaine de milligrammes par litre pour les forages de Chatenois à plus de 200 mmg/l à Sélestat. Par contre, les eaux vosgiennes sont plus riches en chlorures et présentent un PH acide caractéristique.

Les conditions de gisement et les qualités hydrogéologiques des différentes roches viennent d'être examinées.

La plus grande partie du bassin est occupée par des terrains théoriquement imperméables. On peut donc prévoir un coefficient de ruissellement élevé. Malgré tout, certaines de ces zones permettent des accumulations d'eau importantes. Les meilleures zones aquifères sont toujours liées à la présence de diaclases et de cassures.

Deux groupes de roches se distinguent, et par leurs qualités hydrogéologiques et par leurs produits de décomposition.

- Les terrains contenant une forte proportion d'argile. Ce sont les gneiss, la zone des micaschistes, le Permien. Les ressources en eau y sont modestes. L'altération argileuse empêche une bonne alimentation et colmate les fissures. Ils occupent plus des deux tiers du bassin.

- Les terrains donnant des arènes très perméables, les grès du Trias et les granites. Ce sont ces terrains qui présentent les meilleures ressources en eau.

Les analyses chimiques ne permettent pas de déceler facilement l'origine des eaux. L'annexe 1 présente quelques résultats illustrant les caractéristiques de ces eaux.

Le pH est voisin de la neutralité, parfois franchement acide et les eaux sont peu minéralisées.

Les alluvions aussi bien des vallées que du cône contiennent une fraction argileuse importante. Elles ne peuvent fournir d'eau de bonne qualité ni de gros débits.

## C. MORPHOLOGIE - RELIEF ET RESEAU HYDROGRAPHIQUE

=====

Les caractéristiques topographiques du bassin versant vont être analysées. L'étude géologique qui précède nous permettra d'expliquer en partie les particularités orographiques et hydrographiques du bassin. Nous tenterons ensuite une analyse moins subjective en employant la méthode morphométrique. Dans une dernière partie, les principales courbes caractéristiques du bassin seront présentées.

### 1. La Liepvrette et le Giessen - Morphologie et hydrographie -

#### a) Le Giessen jusqu'à sa confluence avec la Liepvrette

Le Giessen prend sa source vers 700 mètres d'altitude, au pied du Climont d'où divergent vers tous les horizons des rivières telles que la Bruche, la Fave et de multiples ruisseaux secondaires. Le Giessen longe d'abord dans un direction sensiblement Sud Nord le pied du Permien qui marque la surface d'érosion posthercynienne. Il oblique alors vers l'Est, la pente s'accroît et il atteint une vallée déjà large pour son faible débit. Il entaille profondément les schistes de Steige puis de Villé. Le profil de la vallée est caractéristique : un versant sud à très forte pente tandis que les pentes schisteuses du versant nord s'élèvent doucement vers la masse granitique du Champ du Feu. Cette dissymétrie est provoquée par le pendage sud que présentent les schistes. Il pénètre dans le bassin de Villé entre St-Martin et Villé où il reçoit l'apport de l'Urbeiss (Giessen d'Urbeiss).

L'Urbeiss, issu de la même région que le Giessen a une pente moins forte. Il se dirige d'abord vers le sud, en passant perpendiculairement les schistes de Villé puis la zone des micaschistes de Lubine qu'elle traverse par une étroite passe. Arrivé dans la zone gneissique d'Urbeiss, il se dirige vers l'E en longeant la petite crête de schistes cristallins de Lubine que soulignent les alignements de rochers saillants (Château de

Billstein, Rocher de la Vierge). Il pénètre dans le bassin de Villé à Lalaye, où il reçoit sur sa gauche l'apport important de la rivière de Charbes descendant des schistes de Villé.

L'ensemble des terrains drainés par la Haute Vallée du Giessen et l'Urbeiss est pratiquement imperméable. Ils possèdent une capacité de rétention faible qui explique les débits d'étiage très bas, parfois nuls par grande sécheresse.

Les relations entre la tectonique et les directions du réseau hydrographique ont été mises en évidence. Une étude très détaillée de la tectonique des schistes de Steige et de Villé, faite par M. G. BRONNER permet ces comparaisons. Les directions des vallées ont été notées de 10 en 10°. Sur un diagramme (fig.3), pour chaque direction, sont reportés des segments, fonction de la longueur totale des vallées possédant cette direction. Seuls les tronçons de vallée rectilignes ont été pris en considération. Le diagramme résume les observations faites sur un centaine de kilomètres de vallée dans la zone des schistes. Trois directions tectoniques principales se retrouvent.

N 0-10°	Direction rhénane
N 20-30°	Direction varisque
N 50-70°	Direction d'ensemble des axes des schistes

C'est également la direction la plus fréquente des rivières.

En aval de Villé, la vallée s'étale largement dans le bassin Permien. Sur le flanc sud, les couches argileuses du Kohlbaechel descendent en pente douce vers la rivière, surmontée par les vigoureux sommets du Trias. Le seul apport de quelque importance sur la rive droite est le ruisseau de Breitenau. Malgré tout, il est facile de discerner sur les pentes permienes un ruissellement diffus important en temps de pluie. La crête nord est formée par les schistes de Villé, vers lesquels s'étagent les dépôts Permo-Houiller formant un relief vallonné qui s'étend par delà le bassin versant jusqu'à la plaine rhénane. L'Ungersberg, butte témoin de grès, domine l'ensemble, alimentant de nombreuses sources et l'Erlenbach, seul apport important reçu sur ce tronçon. A l'Est, le massif de Dambach oblige le Giessen à obliquer vers le Sud Est. De cette masse granitique, culminant au Dachfist (682m), descendent vers le Giessen deux vallons encaissés, les vallées de Brischbach et du Mittelrain. Leur importance ne correspond pas du tout au débit minime qu'elles évacuent. Sans qu'il soit possible de le préciser, leur direction suggère la présence d'accidents.

b) La Liepvrette en amont de sa confluence

La Liepvrette prend sa source au col des Bagenelles, vers 800 mètres d'altitude. Elle a un bassin étroit et encaissé à l'Ouest par la Chaîne des Crêtes (Col du Pré des Raves 1007 m, Tête du Violu 993 m), au Sud Est par la crête issue du Brezouard (1228 m), d'où descendent de multiples ruisseaux de très forte pente. La Haute Vallée de la Liepvrette suit d'abord rigoureusement la faille de Ste-Marie-aux-Mines jusqu'à Echery, où elle reçoit le Rauenthal. Elle présente un profil de vallée glaciaire. Sensiblement parallèle à la Liepvrette, dont il est séparé par la Crête du Rain de l'Horloge, le Rauenthal descend du Brezouard par paliers successifs attribués à des stades de retrait glaciaire. Après cette confluence qui double son importance, la Liepvrette pénètre dans une vallée qui s'ouvre largement vers l'Est. Des petites terrasses s'étagent sur les flancs gneissiques érodés qui s'élèvent au Nord vers le Massif de granite des Crêtes et au Sud jusqu'au pied du Taenchel couronné d'un lambeau de grès. Les gneiss forment des sommets arrondis contrastant

avec les masses granitiques. A Liepvre, la rivière reçoit l'apport du Rombach qui draine une grande partie du granite des crêtes.

La confrontation des résultats de l'analyse tectonique et de ceux de l'étude du relief est ici encore particulièrement instructive. Une étude concernant le massif granitique au Nord de Ste-Marie (J.P. von ELLER, P. JACQUET et EKERN) a permis de la faire, mettant en évidence les directions essentielles de cassures.

N 0-10°    N 40°    N 90°    N 110°    N 150°

L'ensemble de ces directions se retrouve sur le diagramme de fréquence des vallées (figure 6).

A Liepvre, la vallée s'étrangle légèrement puis atteint le bassin de Villé. Au Nord, la rivière entame le Permien. Le flanc Sud gneissique ou granitique s'élève doucement vers les crêtes du Ramelstein et du Haut-Koenigsbourg.

#### c) Le Giessen après son confluent avec la Liepvrette

Giessen et Liepvrette se réunissent au val de Villé où se forme une véritable plaine alluviale. Elle débouche dans la plaine rhénane par un passage rétréci entre les moles granitiques de Scherwiller et Dambach. La pente diminue alors, provoquant un alluvionnement important.

## 2. Analyse morphométrique du réseau hydrographique -

Cette analyse répond au besoin de pouvoir comparer quantitativement les caractéristiques de divers bassins. HORTON en 1945 aux Etats-Unis a défini les principes de la Méthode. Par la suite, on a essayé d'en appliquer les résultats à l'estimation des débits.

# Diagrammes de fréquence des Vallées

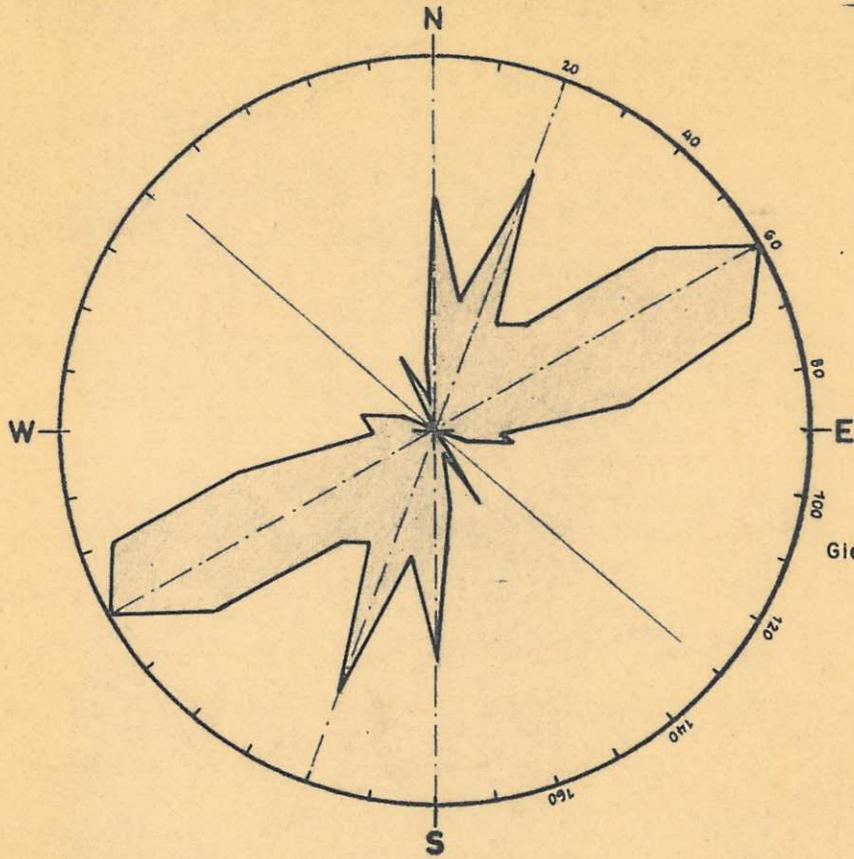


FIG. 5  
Giessen et ses affluents de la  
zone des micaschistes  
(d'après G. Bronner)

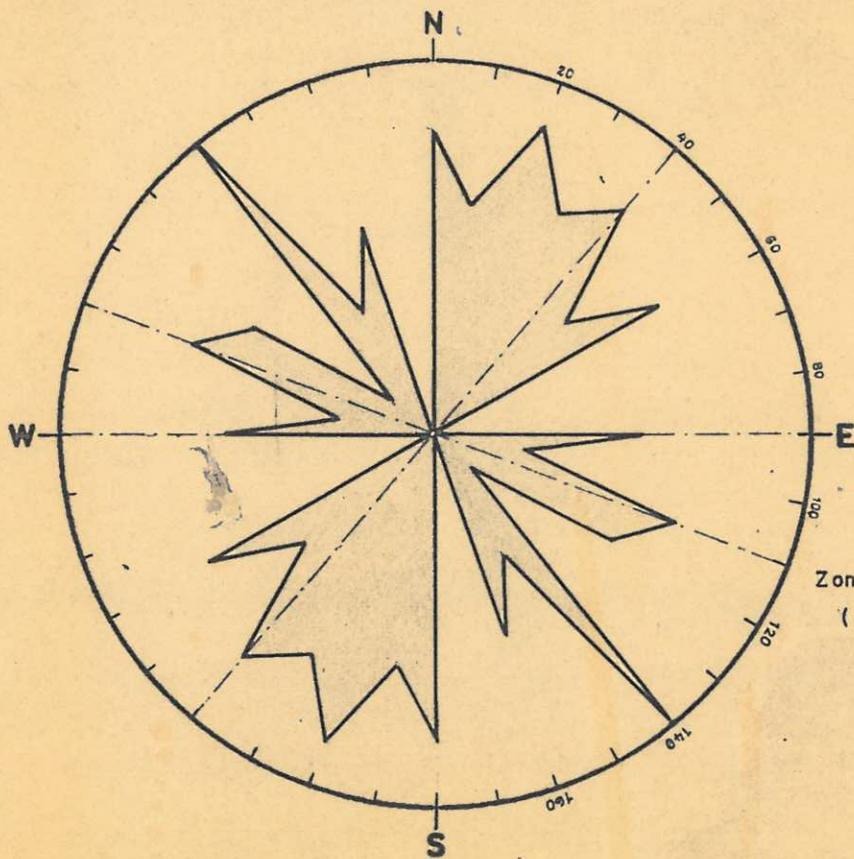


FIG. 6  
Grand Rombach  
Zone du granite des crêtes  
(d'après J.P. Von Eller)

Les facteurs caractéristiques de ces débits ont été définis pour le Giessen et plusieurs vallées vosgiennes. Nous avons tenté de les comparer avec d'autres résultats déjà établis.

a) Les Lois de Horton :

Nous avons employé le système de classification de SCHUMM qui se révèle plus systématique et simple à mettre en oeuvre. La rivière d'ordre 1 est celle sans tributaire. La rivière d'ordre 2 se forme à la jonction de deux rivières d'ordre 1, et ainsi de suite. Ce travail a été fait à partir des cartes au 1/25.000e.

Horton a énoncé deux lois :

- la loi du nombre des rivières : Dans un bassin, le nombre des rivières de chaque ordre forme une série géométrique dont le premier terme est l'unité et la raison, le rapport de confluence  $R_b$ . On traduit cette loi sur papier semi-logarithmique, portant en abscisse l'ordre  $x$  de la rivière et en ordonnée le nombre de rivières  $N_x$ . Ces points doivent s'aligner sur une droite.

- la loi des longueurs des rivières : Dans un bassin, les longueurs moyennes des rivières de chaque ordre forment une série géométrique dont le premier terme est la longueur du Talweg d'ordre 1 et la raison, le rapport de longueur  $R_l$ . La même représentation est adoptée pour cette loi.

Calcul de la densité de drainage : la densité de drainage notée  $D_d$ , est le rapport de la longueur totale des rivières d'un bassin à la surface du bassin versant.

Fréquence des rivières : c'est le nombre des rivières d'un ordre donné par unité de surface. On le note  $F_n$ .

Le calcul de ces facteurs doit être légèrement modifié du fait que la classification employée est celle de SCHUMM et non celle de HORTON.

La valeur de ces coefficients est difficile à préciser. Certains, tels que la densité de drainage, la fréquence des rivières d'ordre 1,

semblent plus caractéristiques. Il est évident que le chevelu hydrographique est conditionné par l'ensemble des caractéristiques physiques et climatiques du bassin. Il est difficile d'aborder l'étude de ces facteurs par voie analytique. Aussi a-t-on été tenté de considérer les caractéristiques de HORTON comme des données synthétiques permettant des comparaisons.

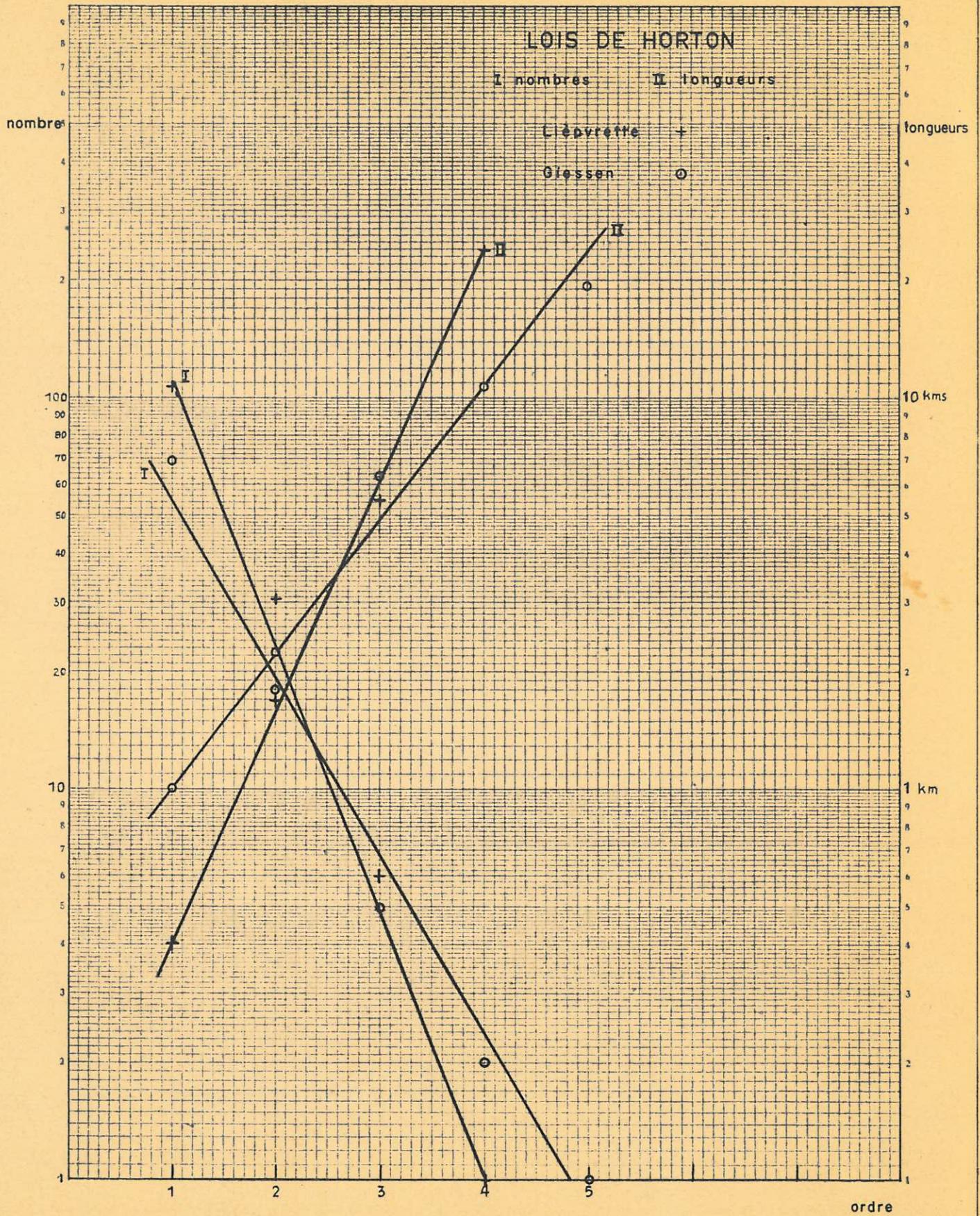
b) Résultats : Une carte Orohydrographique au 1/25.000e a été établie (Planche 2). Elle comporte :

- le réseau hydrographique tracé en fonction de l'ordre des rivières ;
- les limites des bassins versants partiels, figurant en même temps les principales lignes de crête;
- les courbes de niveau de 200 en 200 mètres. Les surfaces d'altitude supérieure à 500 mètres sont mises en grisé.
- Les bassins versants partiels sont numérotés avec un indice 1 pour le Giessen, 2 pour la Liepvrette, et les superficies sont indiquées.

Les éléments caractéristiques du relief -

L'altitude de la chaîne de crêtes, supérieure à 1000 m vers le Sud, s'abaisse régulièrement vers le Nord. Elle est encore de 850 m au Fouillaupré, où s'amorce la grande transversale qui se poursuit jusqu'au Schlossberg (805m), séparant Liepvrette et Giessen. Dans la haute vallée du Giessen, elle voisine entre 600 et 700 m, dominée par le vigoureux sommet du Climont. Elle rejoint le Champ du Feu qui culmine au Nord du bassin. Cette crête nord se maintient longtemps supérieure à 800 m, puis s'abaisse rapidement vers la plaine. Au Sud, la chaîne issue du Brezouard forme une barrière imposante qui se prolonge vers le Haut-Koenigsbourg, où son altitude est encore supérieure à 700 m.

Fig. 7



Les éléments caractéristiques du réseau hydrographique -

On remarque :

- la forte densité de drainage de la haute vallée de la Liepvrette BV 6<sub>2</sub>. Fréquence des rivières d'ordre 1:  $F_1 = 1,73$  ;

- l'homogénéité de l'ensemble du versant sud de la Liepvrette. L'ordre des rivières n'y dépasse pas 2. BV 7<sub>2</sub>, 8<sub>2</sub>, 9<sub>2</sub>, 10<sub>2</sub>; la densité de drainage reste assez forte :  $F_1 = 0,68$  ;

- le versant nord est beaucoup moins ramassé : BV : 2<sub>2</sub>, 3<sub>2</sub>, 4<sub>2</sub>;  $F_1 = 0,81$  ;

- la forme "entonnoir" typique que présente l'ensemble de la Haute Vallée du Giessen. Le point de convergence est à Villé. Ce type est favorable à la genèse des crues, le temps de concentration étant sensiblement le même pour l'ensemble du réseau. BV 3<sub>1</sub>, 4<sub>1</sub>, 5<sub>1</sub>;  $F_1 = 0,74$  ;

- les basses vallées du Giessen et de la Liepvrette caractérisées par une très faible densité de drainage pour les surfaces correspondant à l'unité géologique du Bassin de Villé. BV 1<sub>1</sub>, 2<sub>1</sub> ;  $F_1 = 0,88$   
 $Dd = 0,6$ .

Les caractéristiques de Horton sont les suivantes (fig. 7)

- Liepvrette en amont de la confluence : BV = 129,76 km<sup>2</sup>

	Nx	Lx	
Ordre 1	109	0,40	Rb = 4,7
2	31	1,7	$F_1 = 0,93$
3	6	5,5	Dd = 1 km/km <sup>2</sup>
4	1	24	

- Giessen en amont de sa confluence : BV = 124,71 km<sup>2</sup>

	Nx	Lx	
Ordre 1	69	1	
2	18	2,25	Rb = 2,9
3	5	6,35	$F_1 = 0,55$
4	2	10,8	Dd = 1,13 km/km <sup>2</sup>
5	1	19,5	

Ces deux bassins sont intéressants à comparer. En effet, ils ont sensiblement les mêmes conditions climatiques et la même surface. On aboutit à des densités de drainage presque identiques, mais leur morphologie différente introduit des variations nettes sur certains facteurs.

La Liepvrette est caractérisée par un rapport de confluence fort, 4, 7, des ruisseaux d'ordre 1 courts (0,40 km) et une fréquence de l'ordre 1 nettement plus forte que celle du Giessen. On a un bassin ayant des pentes fortes, à écoulement très rapide, dont il faut craindre des crues assez brusques.

Le Giessen doit être une rivière nettement plus calme. Nous avons déjà indiqué que les pentes y étaient moins fortes et le relief en général moins élevé. Les densités de drainage dans l'un et l'autre cas sont moyennes.

L'étude de quelques autres vallées nous a montré que souvent les variations des facteurs étaient délicates à expliquer et que, d'autre part, pour la région la densité de drainage gardait des valeurs très voisines. Il nous semble hasardeux de tabler des comparaisons sur ces seuls facteurs. D'autre part, nous avons reconnu que le climat jouait un rôle primordial tandis que des caractéristiques telles que la nature des terrains semblaient plus difficiles à mettre en évidence.

### 3. Les courbes caractéristiques du bassin versant -

Afin de pouvoir préciser l'influence des caractéristiques physiques du bassin et utiliser ces résultats dans les calculs hydrologiques, nous avons dressé un certain nombre de courbes caractéristiques de la topographie.

#### a) Répartition de la surface du bassin en fonction de l'altitude.

Le calcul de la répartition du bassin versant par tranches d'altitude, par planimétrie, a permis de dresser la courbe hypsométrique et la courbe des fréquences altimétriques pour le bassin de la Liepvrette en

Le GIESSEN en amont de Sélestat

Courbe hypsométrique

et

Courbe des fréquences altimétriques

Altitude de fréquence  $\frac{1}{2}$  ■ 470 m

Altitude moyenne ● 520 m

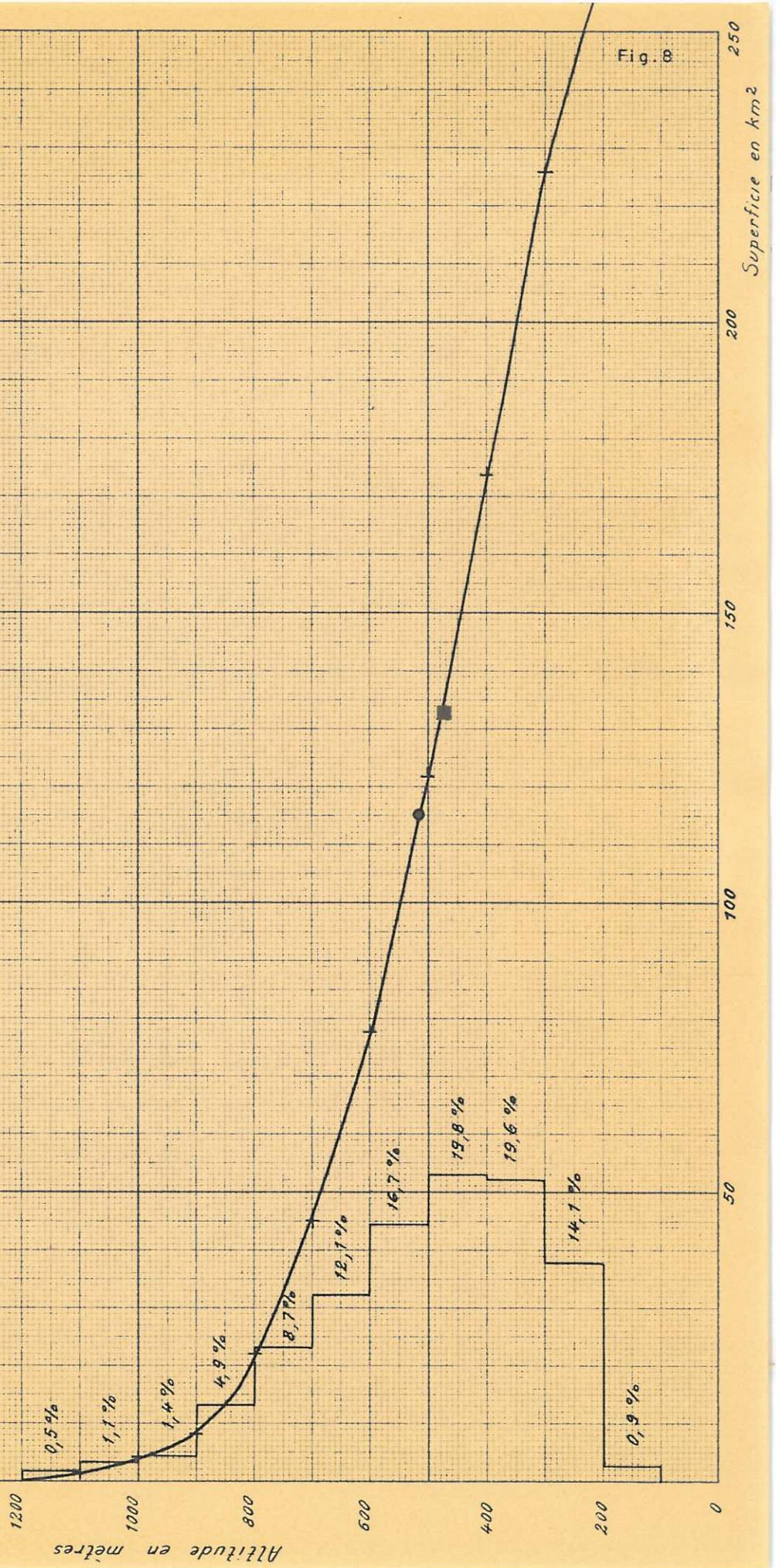


Fig. 8

LA LIEPVRETTE en amont de sa confluence

Courbe hypsométrique

et

Courbe des fréquences altimétriques

B.V. = 136,40

Altitude de fréquence  $\frac{1}{2}$  ■ 520 m

Altitude moyenne ● 555 m

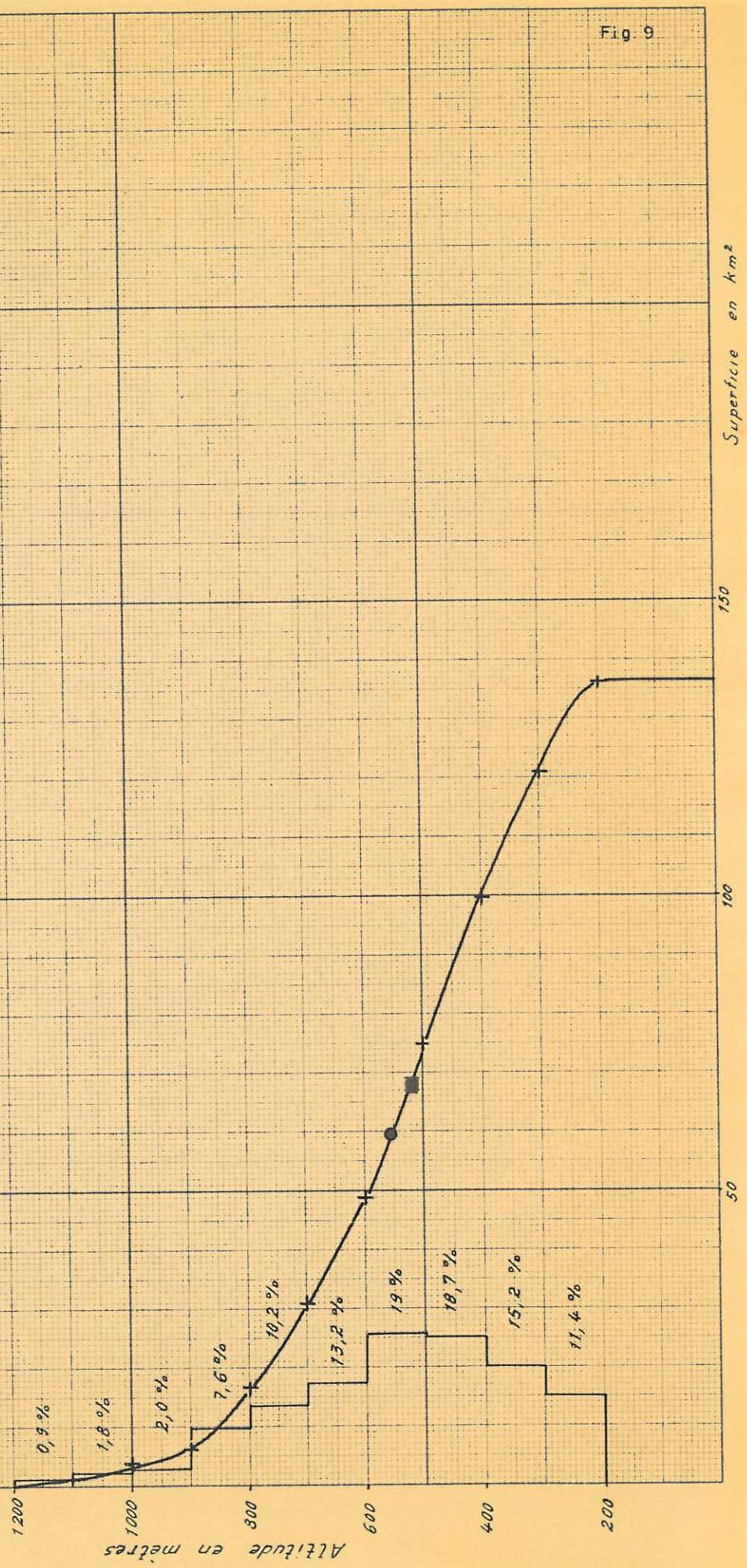


Fig. 9

Superficie en km²

Altitude en mètres

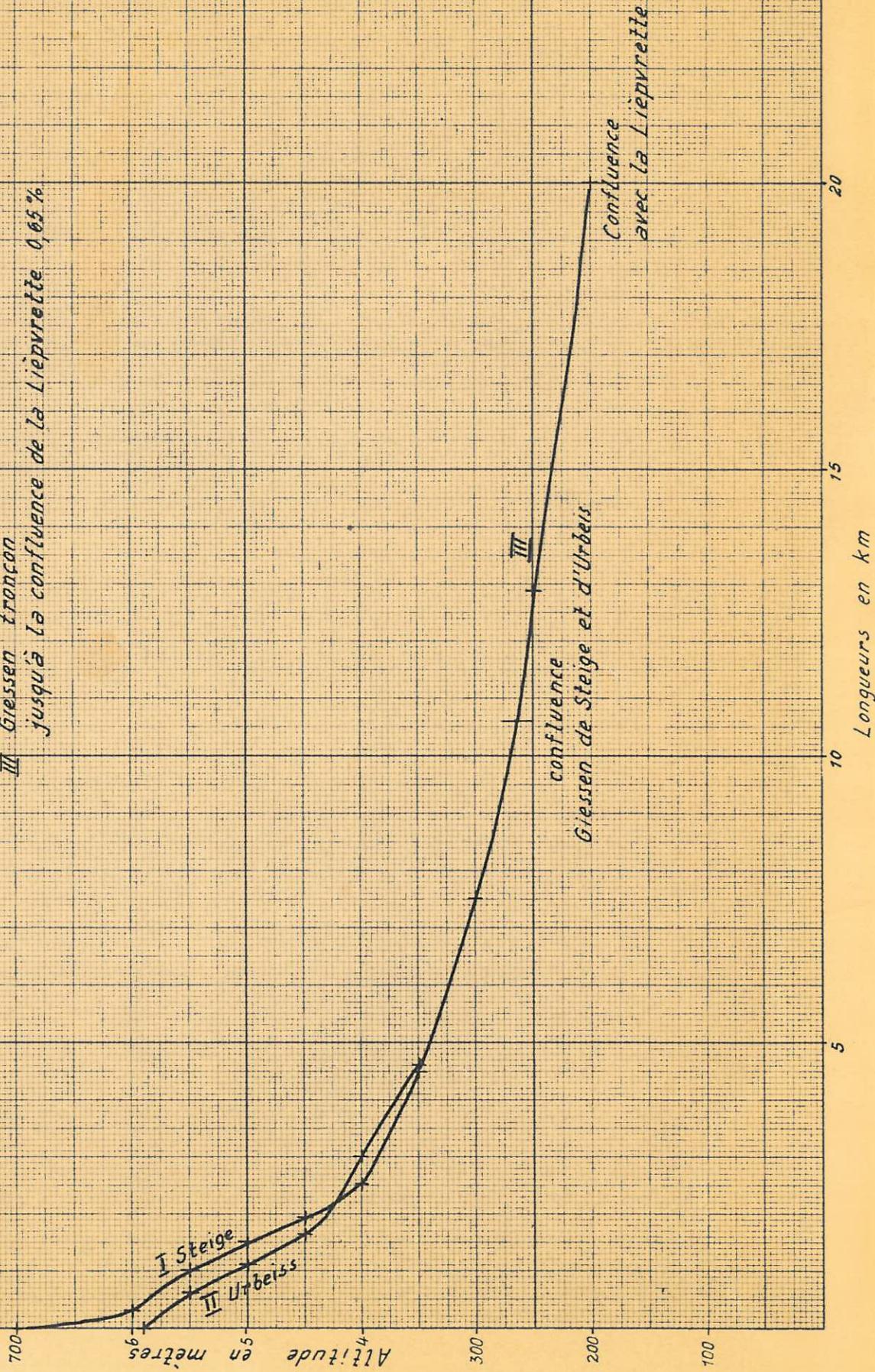
Fig. 10

LE GIESSEN

Profil en long

Pente moyenne

- I Giessen de Steige 4,15 %
  - II Giessen de Steige 3,1 %
  - III Giessen Françon
- jusqu'à la confluence de la Liepvrette 0,65 %



I Steige

II Urbeis

III

confluence  
de Steige et d'Urbeis

Confluence  
avec la Liepvrette

Altitude en mètres

Longueurs en km

# LA LIEPVRETTE

Profil en long

Pente moyenne

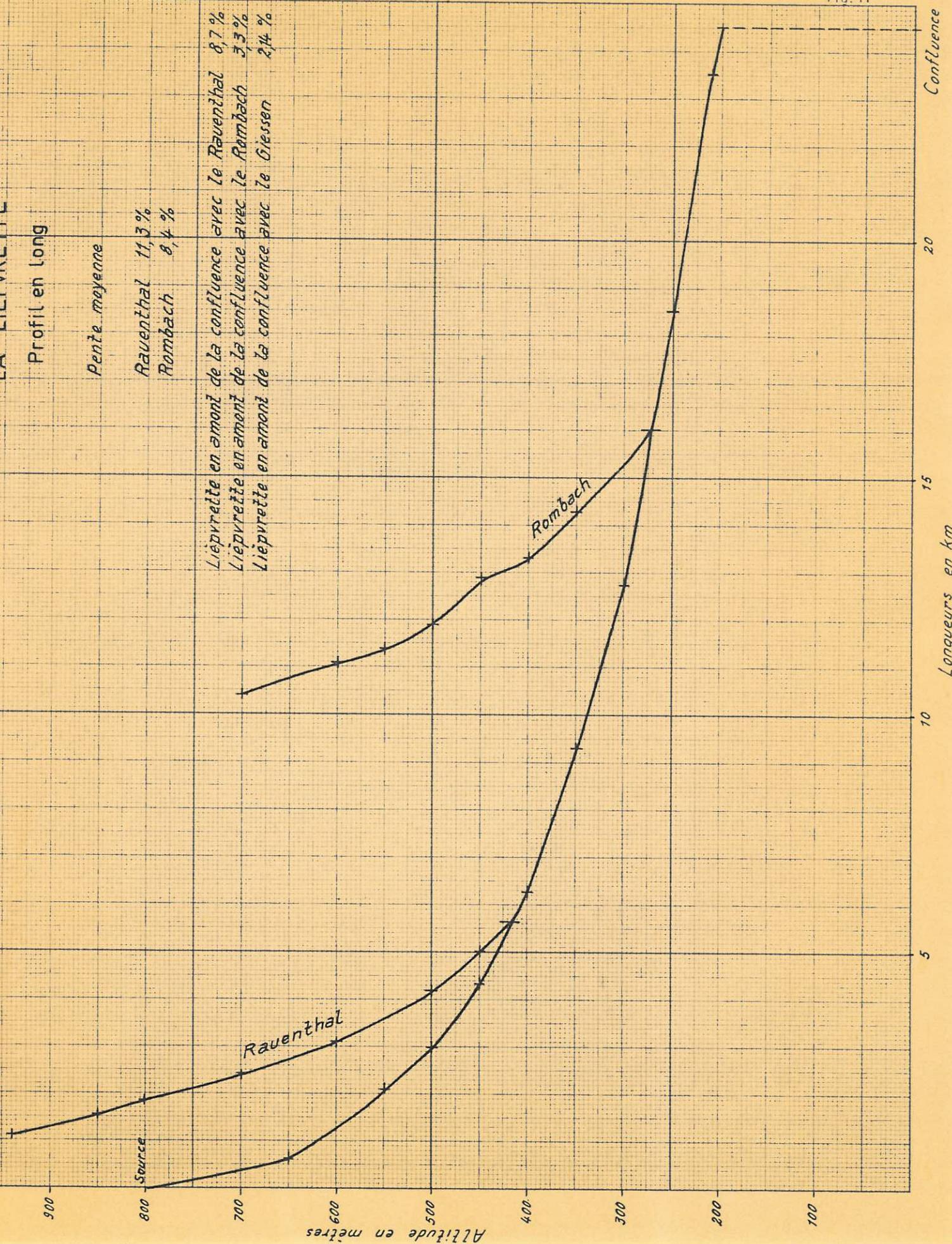
Rauenthal 11,3%

Rombach 8,4%

Liepvrette en amont de la confluence avec le Rauenthal 8,7%

Liepvrette en amont de la confluence avec le Rombach 3,3%

Liepvrette en amont de la confluence avec le Giessen 2,4%



Longueurs en km

Confluence

Altitude en metres

Source

amont de la confluence et l'ensemble du bassin du Giessen en amont de Sélestat (figures 8 et 9).

Elles ont permis de déterminer les altitudes caractéristiques suivantes :

	Liepvrette avant confluence	Giessen en amont de Sélestat
Altitude de fréquence 1/2	520 m	470 m
Altitude moyenne	555 m	520 m

b) Profil en long des rivières.

En portant en abscisse les longueurs développées du lit mesurées au curvimètre et en ordonnée l'altitude du fond (figures 10 et 11), on constate les pentes très fortes de la Liepvrette et de ses affluents.

D. CLIMATOLOGIE GENERALE  
=====

Avant de faire une analyse aussi précise que possible de la pluviométrie en tant que facteur du bilan (Chapitre II), nous nous proposons de présenter un aperçu climatique régional.

1. Les vents -

Il n'existe pas de relevés de vent dans la vallée du Giessen. L'observation de ses effets en particulier sur la pluviométrie et la connaissance de son régime dans des stations proches permet d'y suppléer.

En altitude, c'est-à-dire sur la ligne des crêtes qui borde le bassin à l'Ouest, on constate une prédominance des vents du Sud-Ouest. Ce sont ces vents qui amènent les grandes masses d'air humide atlantique responsables d'une grande partie de la pluviométrie.

L'influence du relief est difficile à préciser. La carte orohydrographique met cependant deux faits importants en évidence :

- l'abaissement de la Chaîne des Crêtes dans la Haute Vallée du Giessen qui l'ouvre directement aux influences océaniques. Il permet aux masses nuageuses d'atteindre le relief important que constitue le Champ du Feu au Nord ;

- l'importance de la Crête Sud (Brezouard) qui joue un rôle de protection pour la Vallée de la Liepvrette.

Dans la Plaine, deux orientations opposées SSW et NNE correspondent à la canalisation des vents par le fossé rhénan. Entre ces deux régimes définissant les conditions extrêmes, le régime des vents peut être très divers. Les vents d'altitude sont en général canalisés vers la plaine par les vallées vosgiennes.

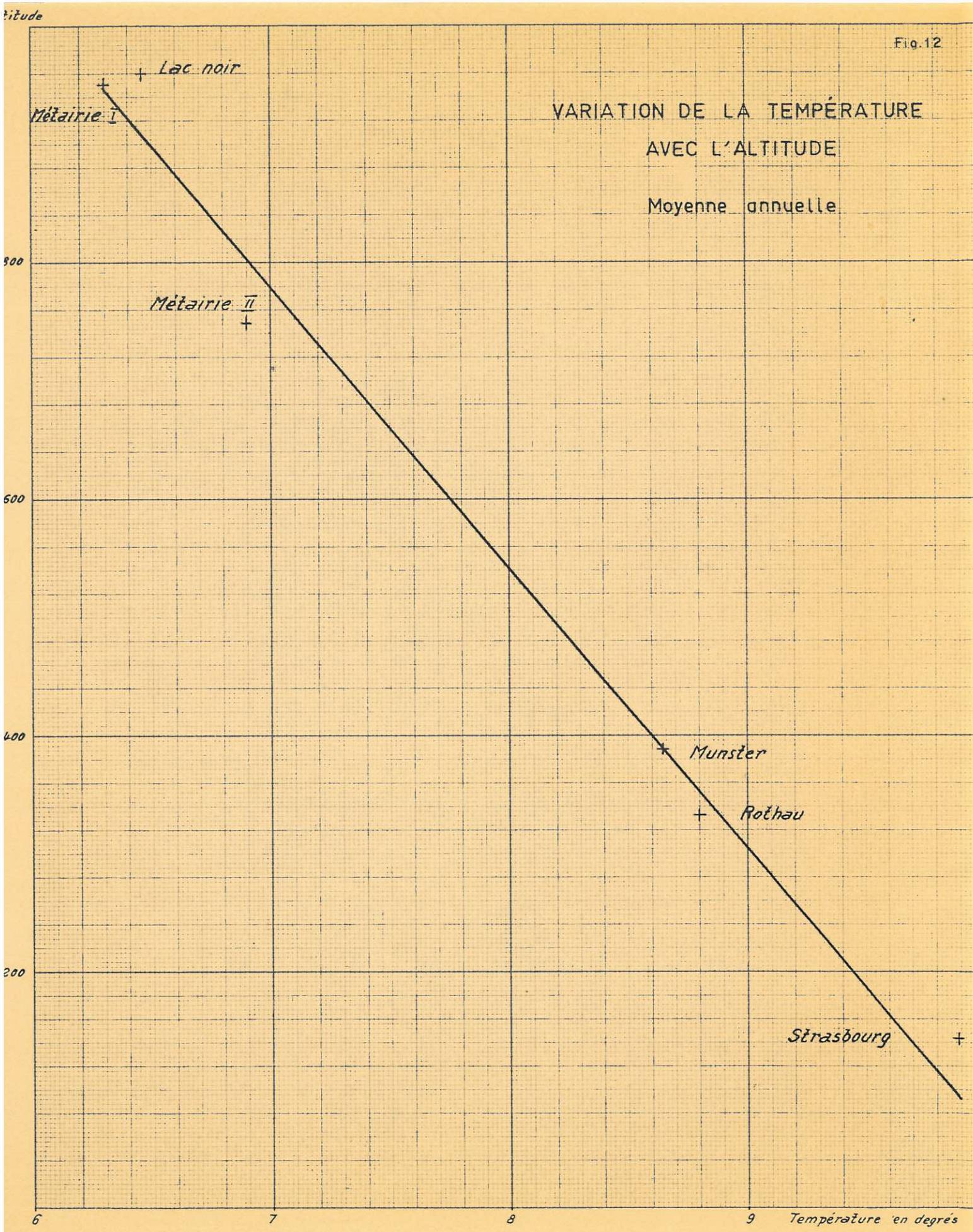
## 2. Les températures -

L'étude des températures présente une grande importance pour les problèmes d'évapotranspiration, de déficit d'écoulement et de rétention nivale. Il n'existe pas de station effectuant des relevés de température dans le bassin du Giessen. Cependant, la comparaison des observations faites dans la vallée de la Bruche au nord et dans la vallée de la Fecht au sud, montre que la température est essentiellement fonction de l'altitude.

L'étude des températures dans ces stations limitrophes permet donc de définir les caractéristiques thermiques du bassin du Giessen.

# VARIATION DE LA TEMPÉRATURE AVEC L'ALTITUDE

Moyenne annuelle



Les observations des stations suivantes ont été utilisées :

Station	Altitude	Période d'observation
STRASBOURG	145 m	1901 - 1950
ROTHAU	334 m	1901 - 1937
MUNSTER	390 m	1896 - 1914 et 1923 - 1930
METAIRIE I	750 m	1901 - 1919
METAIRIE II	950 m	1919 - 1932
LAC NOIR	960 m	1923 - 1937 et 1946 - 1959

#### Gradient thermique -

Un graphique (figure 12), portant les températures moyennes annuelles en fonction de l'altitude des stations, permet de constater que les points s'alignent sensiblement sur une droite. Quelques écarts ne dépassant pas  $0,2^{\circ}$  peuvent s'expliquer par des conditions d'exposition locales. Le gradient thermique annuel est de l'ordre de  $0,5^{\circ}$  pour 100 mètres. Une étude plus précise des températures mensuelles montre que ce gradient varie au cours de l'année, passant de  $0,35^{\circ}$  en hiver à  $0,6^{\circ}$  en été. La relation température mensuelle - altitude est d'ailleurs moins bien vérifiée (figure 13 et 14).

L'étude d'une longue série de mesures pour une station donnée montre par ailleurs que la température est un phénomène beaucoup plus stable que les autres éléments météorologiques.

#### Variations saisonnières (voir annexe 2)

Elles sont identiques pour l'ensemble des stations avec un maximum en juillet et un minimum en janvier-février.

### 3. Les précipitations -

Elles constituent l'élément climatique le plus important. Nous envisagerons ici trois points : leur origine, leur répartition, leur nature.

a) L'origine des précipitations -

Les précipitations dans les Vosges résultent de la combinaison de deux facteurs.

- un facteur purement climatique dû à la position géographique
- un facteur de relief

Deux grands types de précipitations peuvent être définis pour cette région:

- les précipitations frontales ou cycloniques : Elles se forment le long de la limite ou front des masses d'air humide et chaud d'origine atlantique et de la masse d'air froid d'origine polaire. C'est au passage de ce "front polaire" que doivent être attribuées les précipitations hivernales. Suivant le sens du déplacement du front, les caractéristiques du front et les précipitations qui en résultent seront différentes : ce seront soit de longues pluies se produisant sur l'ensemble des Vosges si le mouvement se produit de l'air chaud vers l'air froid, soit des averses plus localisées jalonnant le front d'une incursion d'air polaire sous l'air chaud.

L'altitude a un rôle très important, quant à la quantité des précipitations. Il est pourtant délicat de parler de précipitations orographiques. Ce n'est qu'un facteur supplémentaire qui n'est pas, du moins pour le versant alsacien, le seul à intervenir.

- les précipitations orageuses : C'est le type des précipitations estivales. L'air se réchauffe localement et s'élève ; le refroidissement et la détente provoquent la formation de nuages à l'origine d'orages locaux.

La plupart des systèmes orageux se forment dans la zone montagneuse. Ils se déplacent en général rapidement et n'éclatent qu'à leur arrivée en plaine. Malgré leur fréquence et leur violence, ces orages sont rarement à l'origine de crues importantes. On connaît dans la vallée un seul cas de crue d'été catastrophique, celle juillet 1933. L'importance des précipitations et des dégâts provoqués est justement dû au déplacement très lent de l'orage.

HAUTEUR EN M

VARIATION DES TEMPERATURES  
MOYENNES MENSUELLES  
AVEC L'ALTIITUDE  
SEMESTRE ETE

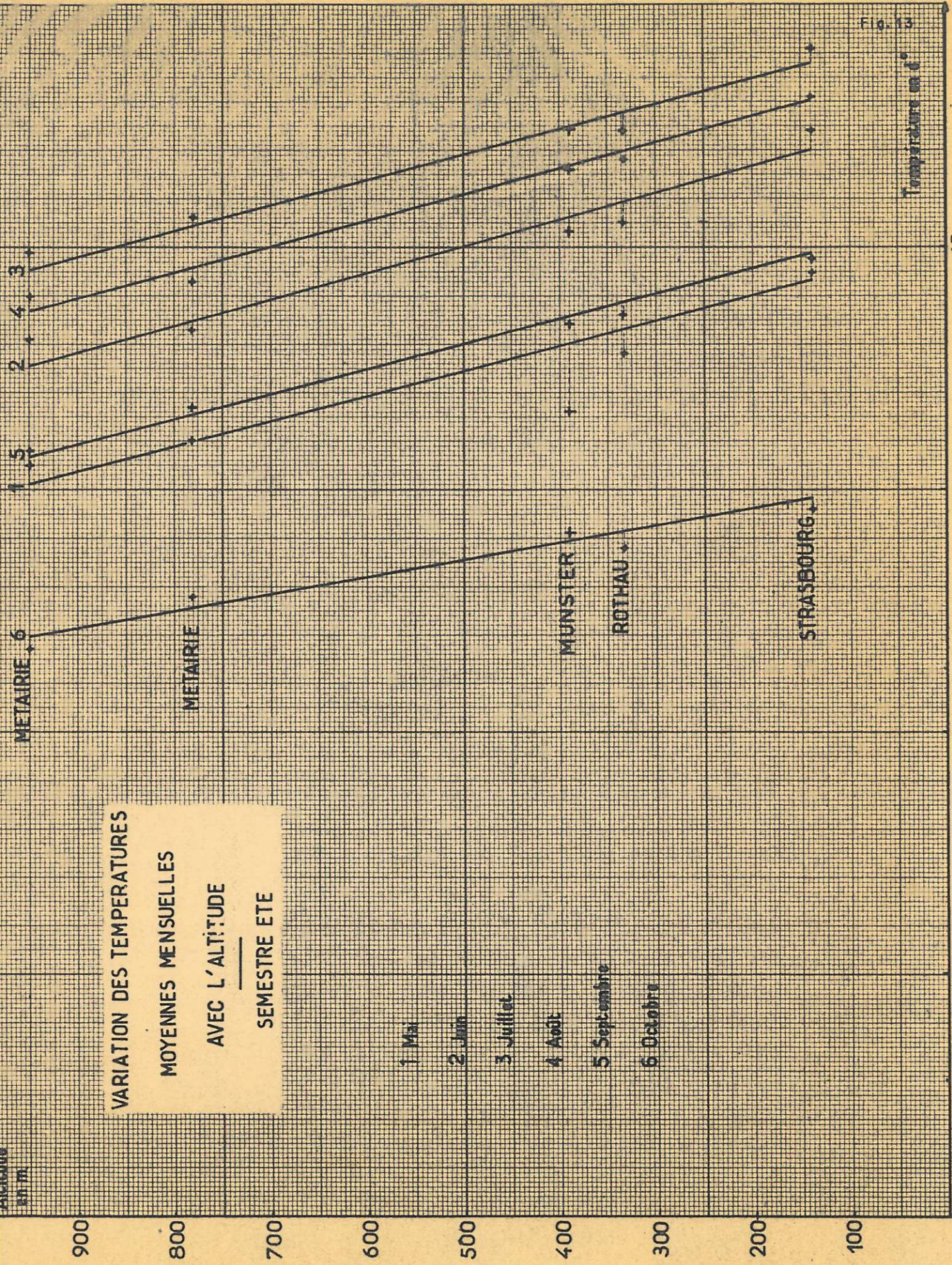


Fig. 13

Temperature en C°

15

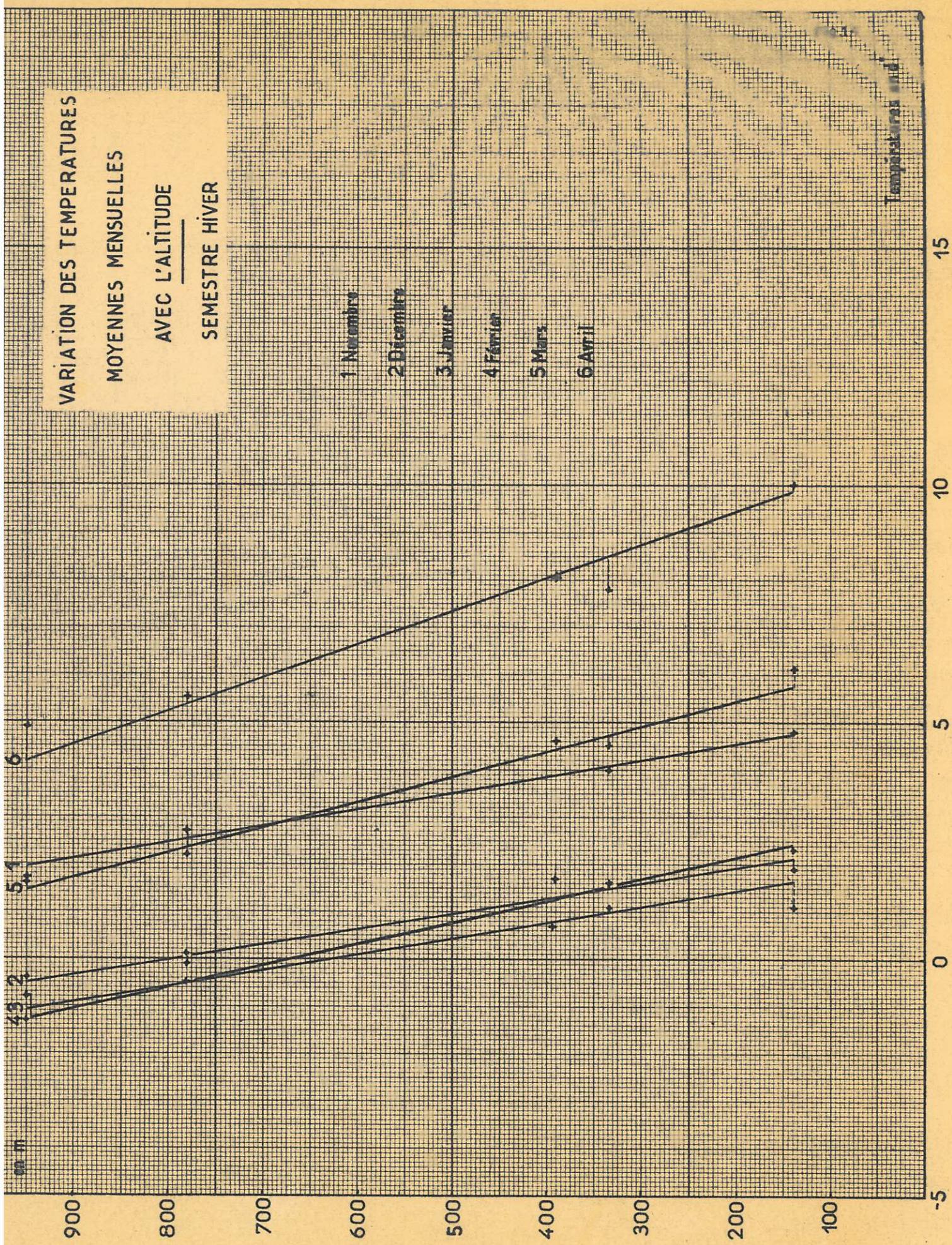
10

5

0

-5

VARIATION DES TEMPERATURES  
 MOYENNES MENSUELLES  
 AVEC L'ALTITUDE  
 SEMESTRE HIVER



Température en °C

15  
10  
5  
0  
-5

b) La nature des précipitations -

Le terme précipitations englobe l'ensemble des pluies, neige et grêle. La grêle a une importance tout à fait minime en raison de sa rareté et de son caractère local. Par contre, les précipitations solides sous forme neigeuse peuvent fortement influencer les caractéristiques de l'écoulement en raison de la rétention qu'elles créent.

L'étude générale de l'enneigement dans les Vosges a été faite par JUILLARD, et nous lui emprunterons ses conclusions:

- Pour la plaine et les basses régions, le maximum d'enneigement se situe en décembre et janvier ;

- Pour les hautes vallées et les crêtes, le maximum est observé en février et mars ;

- La comparaison des régimes thermiques et nivométriques permet de constater leur interaction étroite.

L'auteur a calculé le coefficient nivométrique moyen pour différentes stations des Vosges :

$$Kn = \frac{P_n}{P} \times 100$$

Kn : coefficient nivométrique moyen,

Pn : équivalent en eau des précipitations neigeuses donné par la relation empirique :  $P_n = H \times 0,15$  mm (H étant la hauteur de neige),

P : précipitations totales.

Le coefficient nivométrique moyen varie sensiblement comme le carré de l'altitude aux légères anomalies près explicable par la plus ou moins grande continentalité des climats locaux (figure 15).

En raison de l'altitude moyenne du bassin qui reste faible, les caractéristiques du régime nivométrique seront intermédiaires entre celles de la plaine et des crêtes. Le maximum d'enneigement se situe en

janvier, mais février connaît un excédent sur décembre. En fait, chaque année est un cas d'espèce et l'on ne peut dépasser le stade de la probabilité maximum.

Le climat régional est affecté sous la forme d'un retard apporté au réchauffement printanier qui se fait sentir surtout dans les régions de forte altitude où le maximum d'enneigement se situe à la fin de l'hiver.

La capitalisation d'une partie des précipitations vaut aux cours d'eau un régime nival atténué. La fonte des neiges peut présenter :

- soit un caractère progressif, lié à la variation de la température avec l'altitude. La limite inférieure des neiges suit alors approximativement les courbes de niveau sur un versant de même exposition;

- soit un caractère brutal, provoquant des crues catastrophiques, comme celles de décembre 1919 et décembre 1947, dues à la combinaison de pluies très abondantes et à un réchauffement rapide, provoquant la fusion brutale d'une couche de neige exceptionnellement épaisse. On peut remarquer que de tels accidents ne correspondent pas en général à des hivers très neigeux, mais ayant une couverture de début d'hiver, suivie d'une absence presque totale d'enneigement en février-mars.

#### c) Répartition des précipitations -

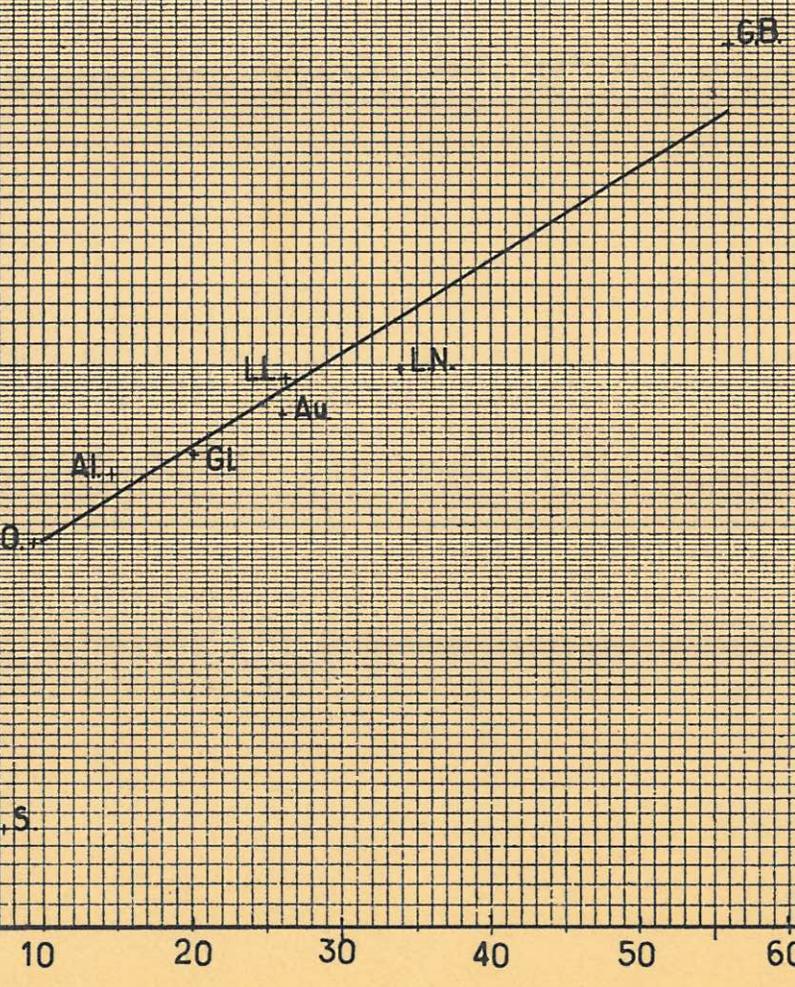
Elle s'explique par l'origine des précipitations et l'influence du relief. Sur le versant terrain, les précipitations augmentent régulièrement avec l'altitude. Le maximum de précipitations se place le long de la ligne de crêtes ou sur son rebord oriental. Dans les Vosges, on peut distinguer, d'après les hauteurs et variations saisonnières des précipitations, deux types de climat :

Altitude  
mètres

Fig. 15

VARIATION DU COEFFICIENT  
NIVOMETRIQUE  
AVEC L'ALTITUDE  
d'après E. Juillard

2000  
1500  
1000  
800  
600  
400  
200  
100



- GB: Grand Ballon
- LN: Lac Noir
- LL: Lac de la Lauth
- Au: Aubure
- Gl: Glaciment
- Al: Alfeld
- O: Oderen
- S: Strasbourg

Coefficientis  
nivométriques en %

- une zone de climat océanique, caractérisée par l'abondance des précipitations, la nette prédominance des précipitations hivernales, de type frontal. Cette zone comprend la région des crêtes et des hautes vallées ;

- une zone de climat continental à faibles précipitations et maximum estival de type orageux.

Les bassins du Giessen et le Liepvrette présentent un régime moins marqué comme nous le verrons dans l'étude des précipitations. Ils se situent dans la zone transitoire définie par D. FERNANDOPULLE, présentant des caractères mixtes entre les deux types précédemment définis.

#### EN RESUME,

- Les variations climatiques sont essentiellement fonction des conditions orographiques ;
- Une relation linéaire entre la température et l'altitude a pu être constatée : elle permet de suppléer de façon satisfaisante au manque d'observations dans les bassins du Giessen et de la Liepvrette ;
- Les bassins étudiés, en raison de leur situation et de leur relief, présentent des caractéristiques climatiques mixtes entre le régime océanique défini plus au sud dans les Hautes Vosges et le régime continental de la plaine.

-----

## Chapitre II

### La pluviométrie

L'analyse des précipitations a été conduite à partir des relevés fournis par l'Institut de Physique du Globe. Pour chaque station, le régime interannuel et les variations saisonnières seront étudiés. Ceci nous permettra de dégager la répartition de la pluviométrie dans l'espace et dans le temps pour le bassin étudié.

#### A. LA MESURE DES PRECIPITATIONS

=====

##### 1. Technique des mesures -

Les précipitations sont mesurées au moyen de pluviomètres du type association, relevés journallement. De nombreuses critiques ont été faites au sujet de ces mesures. La conclusion la plus importante de ces remarques est que la quantité d'eau est toujours mesurée par défaut, surtout quand il s'agit de précipitations fines et en particulier de neige.

La valeur de ce déficit est difficile à déterminer. Certains auteurs ont proposé un réajustement des mesures en considérant ce déficit comme dû à la neige. Ils déterminent la marge d'erreur par la relation

$$P < P_t < P + P_n$$

P = précipitations mesurées au pluviomètre,

P<sub>t</sub> = précipitations totales

P<sub>n</sub> = équivalent en eau des précipitations neigeuses (qui est égal à  $\frac{PK_n}{100}$  )

On corrige finalement P en lui ajoutant la moitié des précipitations neigeuses :

$$P_t = \left( P + \frac{P_n}{2} \right)$$

Nous n'avons pas employé cette méthode de correction qui est en réalité très arbitraire. D'autre part, la proportion des précipitations neigeuses pour l'ensemble du bassin du Giessen est faible, la correction en résultant serait donc faible.

On est amené à négliger des facteurs dont l'importance est au moins égale, sinon supérieure, à celles dues à la mesure elle-même comme la végétation, l'emplacement du pluviomètre.

## 2. Les stations pluviométriques -

La densité de pluviomètres (4 pour 250 km<sup>2</sup>) est faible. D'autre part, leur répartition est très inégale. Les observations sont souvent courtes et présentent des lacunes ne permettant pas toujours une étude statistique.

La comparaison de la moyenne faite sur une longue période (supérieure à 30 ans) montre que l'on fait une erreur inférieure à 5% en considérant la moyenne d'une période de 10 ans et inférieure à 1,5 % pour deux périodes de 10 ans non consécutives.

Pour pallier au manque de données, certaines stations périphériques ont été utilisées, notamment pour l'étude de la répartition des précipitations. La liste des stations situées dans le bassin étudié ou à proximité s'établit comme suit :

STATION du PETIT-HAUT

Bassin de la Liepvrrette

Altitude 620 m

Période d'observation : 45 ans (1897 à 1902, 1904 à 1914, 1920 à 1944,  
1947 à 1962)

STATION DE LA PETITE LIEPVRE

Bassin de la Liepvrette

Altitude 480 m

Période d'observation : 1948-1962

STATION DE SAINT-MARTIN-DE-VILLE

Bassin du Giessen

Altitude 280 m

Période d'observation : 1948-1962

STATION DE ROTHAU

Altitude 330 m

Bassin de la Bruche

Période d'observation : 1901-1960

STATION DE LA METAIRIE

Bassin de l'Andlau

Altitude 850 m

Période d'observation : 1901-1932

STATION D'EBERSHEIM

Bassin Ill - Giessen

Altitude 165 m

Période d'observation : 1935 - 1963

## B. ETUDE DES DONNEES

=====

Régime interannuel et régime annuel

On constate que les hauteurs de pluies annuelles, mesurées à une station, se distribuent en général suivant une loi de Laplace Gauss. Cette caractéristique permet de fixer la probabilité afférente à une pluviométrie donnée. Une telle étude n'est valable que si l'on possède au minimum 30 années d'observation.

On définit les paramètres de la loi ainsi :

$$\text{moyenne } \bar{x} = \frac{\sum x_i}{n}$$

$$\text{Ecart moyen arithmétique : } e_a = \frac{\sum (x_i - \bar{x})}{n}$$

$$\text{Ecart type : } \sigma = \sqrt{\frac{\sum (x_i - \bar{x})^2}{n - 1}}$$

La comparaison des valeurs caractéristiques, de la série expérimentale, et données par la loi théorique permet de juger de l'adaptation de la loi : moyenne et médiane doivent être confondues et 50 % des observations doivent être comprises entre  $\bar{x} + \frac{2}{3}\sigma$  et  $\bar{x} - \frac{2}{3}\sigma$ . Les valeurs de probabilité 0,5 doivent donc correspondre au 1er et 3ème quartile.

On peut ainsi déterminer les valeurs remarquables de la pluviométrie, décennales, cinquantenaires et centenaires.

L'étude statistique a été basée sur l'année hydrologique. Les raisons de ce choix ont déjà été expliquées. L'origine de l'année hydrologique correspond dans les climats tempérés à la fin de l'hiver. Nous avons choisi le 1er mai. On peut ainsi séparer l'année en deux périodes :

- un semestre chaud de mai à octobre,
- un semestre froid de novembre à avril.

## 1. Station de PETIT-HAUT -

### a) Régime interannuel :

Les 43 ans d'observation permettent une étude statistique. Les précipitations estivales et hivernales se distinguent nettement par leur origine. On peut donc penser obtenir une répartition statistique nettement différente pour ces deux périodes. Leur analyse a été faite séparément.

- Période chaude

- Les paramètres de la courbe théorique sont les suivants :

$$\bar{x} = 588,6 \text{ mm} \quad e_a = 100,4 \text{ mm ou } 17,4 \% \quad \sigma = 127,5 \text{ mm ou } 22,1\%$$

- Valeurs caractéristiques :

	Expérimentales	Théoriques
- médiane	596,5 mm	moyenne 588,6 mm
- 1er quartile	471,0 mm	$\bar{x} - \frac{2}{3}\sigma$ 503,6 mm
- 2ème quartile	669 mm	$\bar{x} + \frac{2}{3}\sigma$ 673,6 mm

L'ajustement est correct pour les valeurs supérieures à la moyenne.

- Valeurs remarquables :

- décennale	sèche 461,1 mm	humide 716 mm
- cinquantenaire	sèche 326,7 mm	humide 850,5 mm
- centenaire	sèche 292 mm	humide 885,2 mm

10 observations sont inférieures à la valeur de la période décennale sèche. Cet écart correspond à celui constaté entre le 1er quartile et  $\bar{x} - \frac{2}{3}\sigma$ .

La forte dispersion des valeurs et le nombre d'observations assez restreint rendent difficile la construction d'une courbe de fréquence expérimentale exacte ; l'intervalle de classe choisi peut changer totalement l'allure de la courbe. Il semble que l'on soit en présence d'une distribution bimodale caractérisant peut-être deux types de précipitations. Elle permettrait d'expliquer les différences entre la courbe théorique et expérimentale. Ce résultat<sup>ne</sup> pourrait être vérifié que grâce à une série d'observations plus longue et ne présentant pas de lacunes.

- Période froide -- Paramètres de la courbe théorique :

$$\bar{x} = 517,9 \text{ mm} \quad e_a = 95,6 \text{ mm ou } 18,6\% \quad \sigma = 117,3 \text{ ou } 22,6\%$$

- Valeurs caractéristiques :

	Expérimentales	Théoriques	
- médiane	516,1 mm	moyenne	517,9 mm
- 1er quartile	434,3 mm	$\bar{x} - 2/3 \sigma$	439,7 mm
- 3ème quartile	613,0 mm	$\bar{x} + 2/3 \sigma$	596,1 mm

La loi théorique s'applique correctement à la série de valeurs expérimentales.

- Valeurs remarquables :

Période	Sèche	Humide
- décennale	367,5 mm	668,3 mm
- cinquantenaire	277,0 mm	758,8 mm
- centenaire	245 mm	790,7 mm

La répartition des données est bonne. Remarquons que l'hiver 1920-1921 a une probabilité inférieure à la période centenaire sèche.

- Année hydrologique -- Paramètre de la courbe théorique :

$$\bar{x} = 1106 \text{ mm} \quad e_a = 122,7 \text{ mm ou } 11,3\% \quad \sigma = 163,5 \text{ mm ou } 15,1\%$$

- Valeurs caractéristiques :

	Expérimentales	Théoriques	
- médiane	1088,4 mm	moyenne	1106 mm
- 1er quartile	1030,8 mm	$\bar{x} - 2/3 \sigma$	997,5 mm
- 2ème quartile	1207,2 mm	$\bar{x} + 2/3 \sigma$	1215 mm



Les données expérimentales et la loi théorique sont représentées sur un graphique gaussien-normal (figure 16) portant en abscisse les hauteurs de pluie et en ordonnée les probabilités. Les probabilités expérimentales sont calculées ainsi :

$$P_i = \frac{i}{n+1}$$

$i$  : rang de l'observation

$n$  : nombre d'observations

Ce graphique nous permet de constater que, si l'adaptation de la loi est correcte pour les valeurs moyennes, pour les extrêmes, les valeurs théoriques sont trop fortes. Ceci s'explique peut-être par le manque d'homogénéité de la série expérimentale.

- Les valeurs remarquables sont les suivantes :

Année	Sèche	Humide
Décennale	878,8 mm	1298,0 mm
Cinquantenaire	752,6 mm	1424,2 mm
Centenaire	708,1 mm	1468,7 mm

Une première étude statistique avait été faite en utilisant l'année civile. Les paramètres obtenus sont identiques. La notion d'année hydrologique ne se justifie donc que pour le calcul du bilan.

Nous constatons que l'étude séparée des périodes sèches et humides donne des paramètres très semblables et que le type de précipitation n'apporte pas de différence de dispersion importante. Le paramètre de dispersion pour l'année hydrologique est nettement plus faible. L'adaptation d'une loi de Gauss n'est pas parfaitement rigoureuse. Elle permet quand même de définir les valeurs des années remarquables de façon acceptable.

b) Variations saisonnières -

La précédente étude statistique a montré que l'on ne pouvait caractériser les périodes d'été et d'hiver par leurs paramètres de dispersion.

La pluviométrie est légèrement plus importante en été (52%) qu'en hiver (48%).

Les variations saisonnières de la pluviométrie à PETIT-HAUT sont données dans le tableau suivant (annexe 3), sur lequel ont été notées :

- les moyennes mensuelles,
- les médianes,
- les valeurs correspondant à 10 %, 25 %, 75 % et 90 % de la courbe expérimentale.

On constate des différences très importantes entre médiane et moyenne. Les distributions ne suivent pas la loi de Gauss. L'étude des fréquences expérimentales suggère une distribution bimodale pour certains mois d'été. Cette étude est trop imprécise pour que l'on puisse retenir ce caractère. Les dispersions sont très fortes et du même ordre pour tous les mois de l'année.

Nous avons également porté sur le tableau les coefficients relatifs mensuels définissant les valeurs respectives de la pluviométrie de chaque mois pour une hauteur annuelle de 1200 mm.

Le diagramme de variation saisonnière présente :

- un maximum principal en juillet ( 109,5 mm ) ;
- un maximum secondaire en janvier ( 98,5 mm ) ;
- un minimum principal en mars ( 74,6 mm ) ;
- un minimum secondaire en octobre ( 81,7 mm ) .

On constate cependant une bonne répartition des précipitations sur l'ensemble de l'année.

Cette courbe correspond au type de la zone de transition avec une tendance continentale.

2. Station de PETITE - LIEPVRE - Altitude 480 mètres -

La période d'observation (13 ans) est trop courte pour permettre une étude statistique. Un essai de corrélation rigoureuse par la méthode des moindres carrés avec les données de PETIT-HAUT a donné des résultats <sup>peu</sup>/satisfaisants, malgré la proximité de ces deux stations.

Les moyennes et coefficients relatifs mensuels ont été comparés (tableau annexe 4) :

- à PETIT-HAUT pour la période 1948-1963
- à PETITE-LIEPVRE pour la période 1948-1963
- à PETIT-HAUT pour l'ensemble des observations

On constate qu'il existe moins de 2 % d'écart entre les valeurs annuelles ou semestrielles (période et froide et chaude), correspondant à l'ensemble des observations, et celles correspondant à la période 1948-1963.

La moyenne annuelle à PETITE-LIEPVRE est 1254,3 mm

Pour la période 1948-1963, à PETIT-HAUT, la courbe de variations saisonnières est plus marquée ; le maximum principal se situe en juin.

La courbe de variations saisonnières de PETITE-LIEPVRE présente les mêmes caractéristiques mais le maximum de janvier est presque égal à celui de juin.

Malgré une altitude nettement plus basse, la pluviométrie à PETITE-LIEPVRE est pour tous les mois supérieure à celle de PETIT-HAUT et la tendance un peu plus océanique. Ceci s'explique par la position abritée de PETIT-HAUT et son éloignement plus grand de la ligne de crêtes principale.

### 3. Station de SAINT-MARTIN-DE-VILLE - Altitude 280 mètres -

La station présente également une période d'observation trop courte (12 ans).

La moyenne annuelle est de 1007 mm. Le minimum enregistré : 678,7 mm en 1959-1960, le maximum 1179,0 mm en 1954-1955.

La courbe de variations saisonnières présente :

- un maximum très net en janvier : 110,2 mm
- un maximum secondaire pendant la période d'été
- un minimum principal en mars : 51,5 mm
- un minimum secondaire en octobre : 78 mm

Les précipitations d'hiver représentent 52 % et celles d'été 48 %. Cette distribution saisonnière présente des caractères nettement océaniques et diffère par là de celle trouvée à PETIT-HAUT et PETITE-LIEPVRE.

Afin de pallier à la trop courte série d'observations et au fait que la station de SAINT-MARTIN est la seule du bassin, nous avons recherché d'autres stations présentant les mêmes caractéristiques.

Le tableau annexe 5 donne les valeurs mesurées aux stations de ROTHAU dans le Bassin de la Bruche et à la METAIRIE dans le Bassin de l'Andlau. Cette dernière station, très proche du Bassin du Giessen doit donner des résultats représentatifs de ceux qui seraient enregistrés sur la crête nord-ouest du Bassin au pied du Champ du Feu.

La longue série d'observations que l'on possède dans ces deux stations permet une étude statistique.

4. Station de ROTHAU - Altitude 334 m -

Nous possédons 40 ans de données pour l'étude statistique.

- Paramètres de la courbe théorique :

$$\bar{x} = 1286 \text{ mm} \quad e_a = 181 \text{ mm ou } 14\% \quad \sigma = 215,3 \text{ mm ou } 16,7\%$$

- Valeurs caractéristiques :

	Expérimentales		Théoriques
- médiane	1314,6 mm	moyenne	1286 mm
- 1er quartile	1117 mm	$\bar{x} - 2/3 \sigma$	1136 mm
- 2ème quartile	1432 mm	$x + 2/3 \sigma$	1436 mm

L'écart entre les valeurs théoriques et expérimentales est faible, et l'adaptation de la loi peut être considérée comme bonne.

- Valeurs remarquables :

Année	Sèche	Humide
- décennale	1010 mm	1562 mm
- cinquantaire	843 mm	1728 mm
- centenaire	785 mm	1786 mm

Il semble que les valeurs théoriques extrêmes soient un peu faible. En effet, entre 1901 et 1960, on aurait déjà enregistré deux fois des valeurs correspondant à des années centenaires sèches et une fois à une année centenaire humide.

La courbe de variations saisonnières montre un régime nettement océanique.

- maximum	janvier	135 mm	juillet	109 mm
- minimum	mars	91 mm	Septembre	98 mm

Les précipitations hivernales représentent 53% au total.

5. Station de la METAIRIE - Altitude 850 m -

Nous possédons 31 ans d'observation.

-- Paramètres de la courbe théorique :

$$\bar{x} = 1472,5 \text{ mm} \quad e_a = 168,5 \text{ mm ou } 11,4 \% \quad \sigma = 220 \text{ mm ou } 14\%$$

- Valeurs caractéristiques :

	Expérimentales	Théoriques
- médiane	1509,8 mm	moyenne 1472,5 mm
- 1er quartile	1359,7 mm	$x - 2/3 \sigma$ 1326 mm
- 2ème quartile	1589,8 mm	$x + 2/3 \sigma$ 1618 mm

La répartition n'est pas parfaitement gaussienne, mais en diffère peu.

- Valeurs remarquables :

Année	Sèche	Humide
- décennale	1190,5 mm	1754,5 mm
- cinquantenaire	1020,7 mm	1924,3 mm
- centenaire	960,8 mm	1984,3 mm

La courbe de variations saisonnières présente les caractéristiques suivantes :

- maximum	janvier	132 mm	Août	118 mm
- minimum	mars	102 mm		

Les précipitations hivernales représentent 53 % du total.

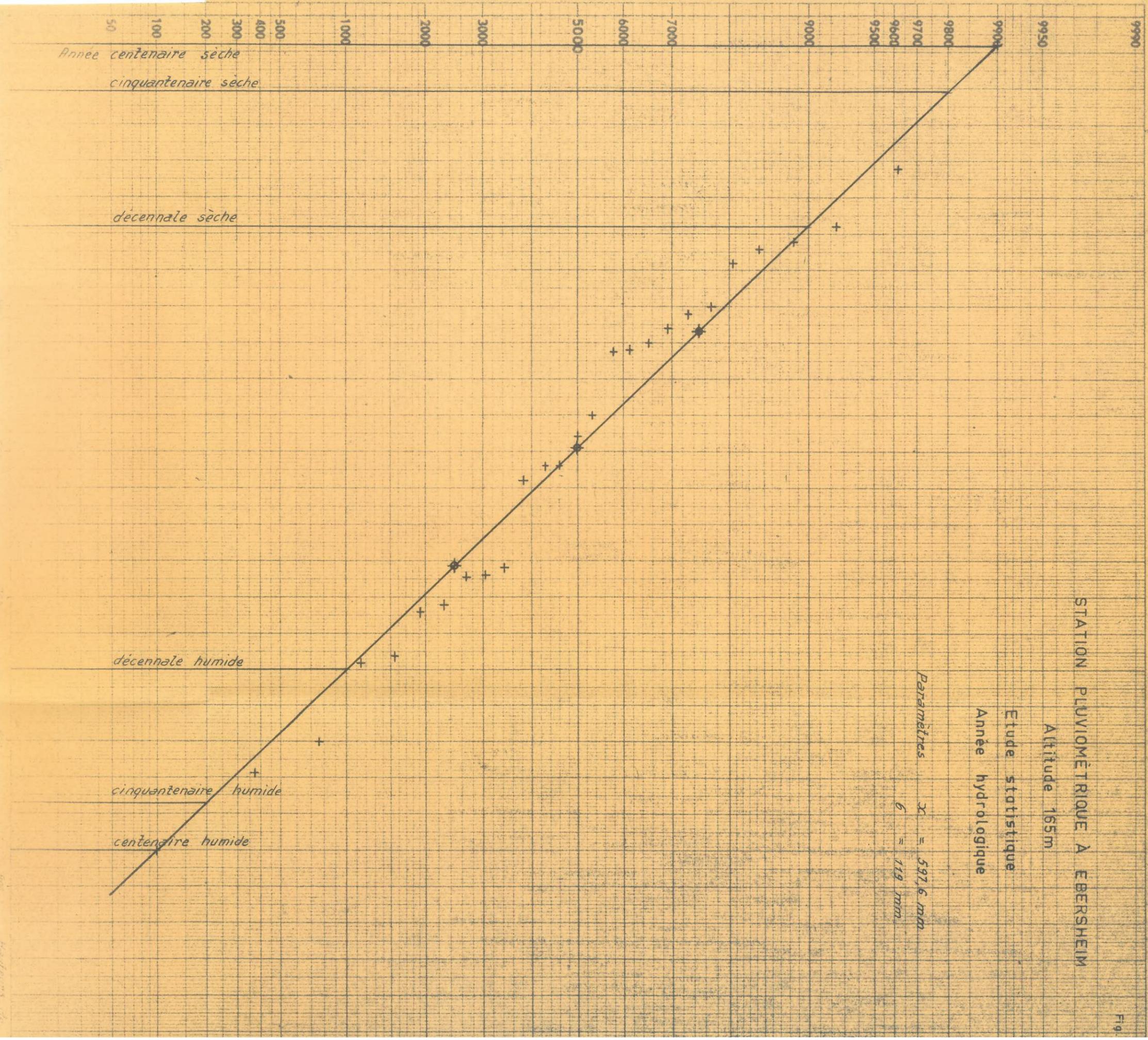
STATION PLYVIOMÉTRIQUE À EBERSHEIM

Altitude 165m

Etude statistique

Année hydrologique

Paramètres  $x = 597,6 \text{ mm}$   
 $\sigma = 119 \text{ mm}$



6. Station d'EBERSHEIM - Altitude 165 m -

Bien que nous ne possédions que 25 années, nous avons essayé d'adapter une loi de Laplace Gauss.

- Paramètres de la loi théorique :

$$\bar{x} = 597,6 \text{ mm} \quad e_p = 100 \text{ ou } 16,7 \% \quad \sigma = 119 \text{ ou } 19,9 \%$$

- Valeurs caractéristiques :

	Expérimentales	Théoriques
- médiane	589,1 mm	moyenne 597,6 mm
- 1er quartile	505 mm	$\bar{x} - 2/3\sigma$ 517,3 mm
- 2ème quartile	695 mm	$\bar{x} + 2/3\sigma$ 676,9 mm

Les écarts sont inférieurs à 5%. La représentation graphique des données expérimentales et de la loi théorique est donnée figure 17.

- Valeurs remarquables :

Année	Sèche	Humide
- Décennale	445,6 mm	749,6 mm
- Cinquantenaire	353,6 mm	841,6 mm
- Centenaire	320,6 mm	874,6 mm

- Variations saisonnières :

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Moyenne	40,4	33,2	27,7	38,5	57,6	77,8	69,4	66,5	61,7	41,9	43,3	34,2	597,6
Coefficient relatif mensuel	82	66	56	78	117	151	142	133	126	86	90	70	1200

Nous constatons - un maximum très marqué en juin : 77,8 mm  
- un minimum au mois de mars.

Les précipitations d'été représentent 63,3% du total. Nous pouvons observer d'autre part un maximum de dispersion pendant les mois d'été.

La station d'EBERSHEIM est typique du climat continental. Elle caractérise la zone de plaine du bassin du Giessen.

## C.- INTERPRETATION DES RESULTATS

=====

1. Répartition de la pluviométrie - Carte Isohyétale -

Aucune loi de variation de la pluviométrie en fonction de facteurs physiques ne peut être dégagée.

L'étude des différentes stations nous a montré que le bassin se situait dans la zone de transition définie par D. FERNANDOPULLE dans son étude sur la Fecht. Elles présentent toutes, à part celle d'Ebersheim typiquement continentale, des caractéristiques mixtes. Il est cependant possible de différencier :

- Le Bassin de la Liepvrette, de tendance plus continentale, avec une légère prédominance des pluies estivales ;

- Le Bassin du Giessen, qui présente des caractéristiques océaniques assez nettes.

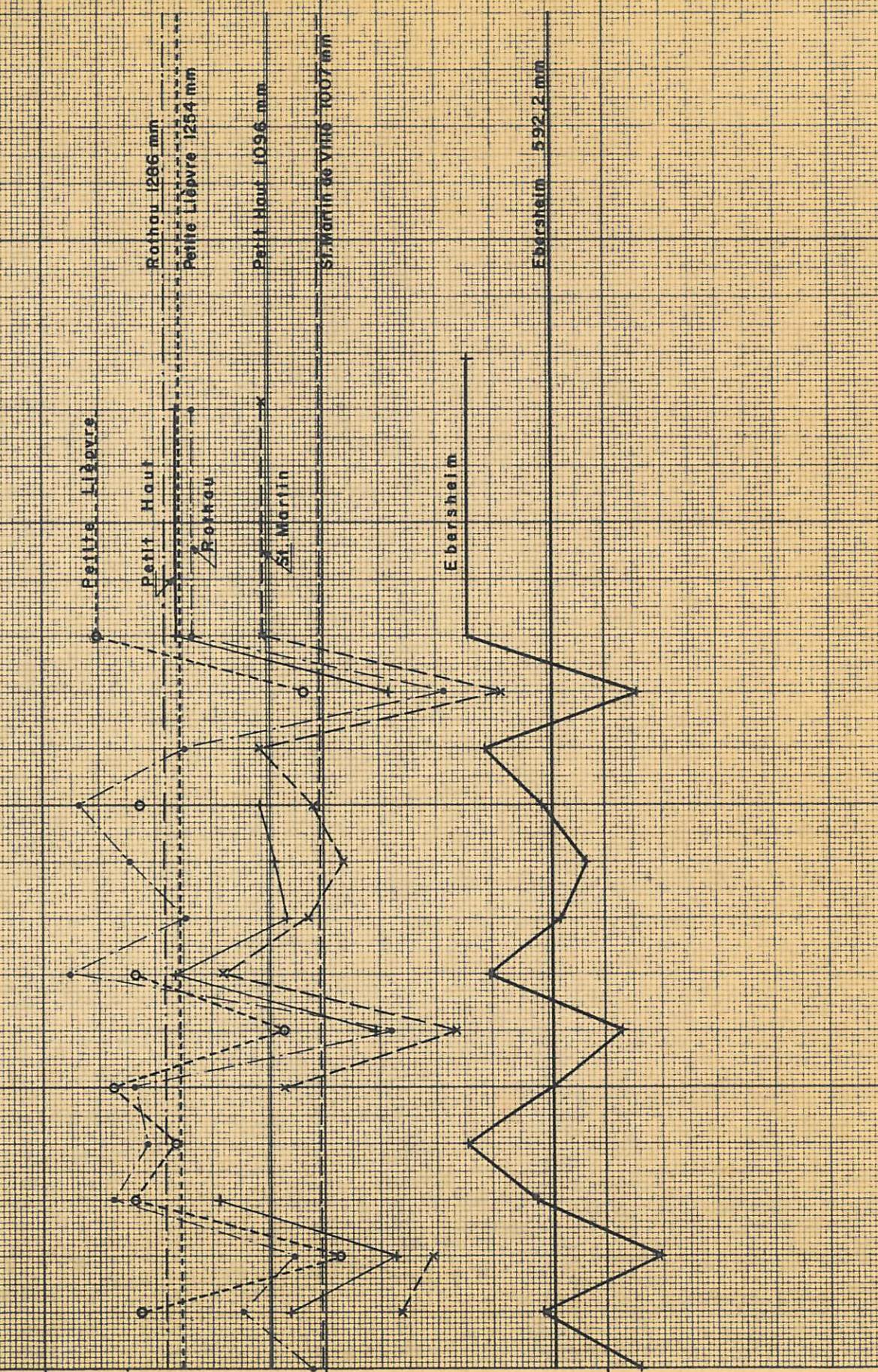
Ces différences peuvent s'expliquer par des considérations sur le relief : la chaîne des crêtes s'abaisse fortement dans la Haute Vallée du Giessen, laissant passer les vents du sud ouest et leur permettant d'atteindre la crête nord, tandis que le Bassin de la Liepvrette est beaucoup plus protégé.

Le tracé des Isohyètes (planche 3) a été fait à partir des hauteurs annuelles moyennes aux stations climatiques du bassin ou limitrophes.

# Etude comparative de la pluviométrie dans le Bassin du Giessen

1947 - 1961

mm  
1500



1947-48

1948

1949

1950

1951

1952-53

1953

1954

1955

1956

1957-58

1958

1959-60

1960-61

Années

Fig. 18

Du Sud au Nord, nous avons :

- Station de KAYSERSBERG	693,0 mm
- Station d'AUBURE	1282 mm
- Station de la PEPINIERE	923 mm
- Station de PETITE-LIEPVRE	1254 mm
- Station de PETIT-HAUT	1096 mm
- Station d'EBERSHEIM	592 mm
- Station de SAINT-MARTIN-DE-VILLE	1007 mm
- Station de la METAIRIE	1472 mm
- Station du WELSCHBRUCH	1192 mm
- Station de BARR	737,2 mm

Pour pallier à la densité trop faible du réseau de stations, nous avons dû tenir compte de l'influence probable de l'orographie:

- diminution de la pluviométrie quand on s'éloigne de la crête nord-sud,

- influence des crêtes transversales, mise en évidence par les stations d'Aubure et de la Métairie. Le rôle de la crête séparant le Liepyrette du Giessen est également marqué par les tendances différentes relevées à PETITE-LIEPVRE et SAINT-MARTIN-DE-VILLE.

## 2. Régime interannuel -

Le régime interannuel de la pluviométrie à une station est caractérisé par les paramètres de dispersion et en particulier l'écart-type. La comparaison des écarts types pour différentes stations des Vosges est instructive. Nous avons utilisé les résultats des études faites dans les différentes vallées. Certaines de ces études ont été faites en prenant pour période unitaire l'année civile, nous avons vu que les résultats en étaient peu changés.

<u>Station</u>	<u>Altitude</u>	<u>Hauteur moyenne</u>	<u>Ecart type</u>	<u>Ecart type en %</u>
EBERSHEIM	165	592	119	20
COLMAR	190	507,6	99,4	19,6
ST GILLES	250	675,6	137,1	20,2
ROTHAU	334	1286	215,3	16,7
MUNSTER	390	910,3	133,3	14,6
MITTLACH	520	1611,4	326	20,4
PETIT HAUT	620	1096	163,5	15,1
LA METAIRIE	850	1472,5	220	15
LAC DE LA LAUCH	925	1986,9	398	20,1
LAC NOIR	960	1531,0	293,8	19,2

Les écarts types varient entre 15 et 20 %. Les valeurs les plus fortes avoisinant 20 % sont données par des stations dans lesquelles les caractéristiques climatiques sont les plus prononcées :

- stations de climat continental : COLMAR, EBERSHEIM, ST GILLES
- stations de climat océanique : LAC DE LA LAUCH, LAC NOIR, MITTLACH.

Les stations de la zone de transition ont des écarts types de l'ordre de 15 %.

Cette remarque confirme celle que nous avons faite dans l'Etude Statistique des données de la station de PETIT-HAUT. L'étude de la pluviométrie pour la saison froide (tendance océanique) et pour la saison chaude (tendance continentale) avait fourni des paramètres du même ordre et un écart type supérieur à 20 %. L'étude à l'échelle de l'année hydrologique avait donné un écart type de 15 %. Il est évident que l'occurrence pour que deux phénomènes indépendants, du moins théoriquement, combinent leurs effets, est faible.

On peut remarquer d'autre part que l'adaptation de la Loi de Laplace-Gauss est meilleure pour les stations soumises à

influence nettement prépondérante (océanique ou continentale) que pour les stations de la zone de transition à régime complexe.

Le graphique (figure 18) présente les variations de hauteur de pluie tombée aux stations du bassin versant entre 1947 et 1961. L'allure des courbes est identique pour toutes les stations, mais dans le détail, nous voyons qu'elles montrent de nombreuses particularités. C'est pour cette raison d'ailleurs qu'il est impossible de trouver des formules de corrélation satisfaisantes. Les hauteurs d'eau enregistrées dans chaque station ont des probabilités différentes la même année. Il en résulte obligatoirement que l'écart type caractérisant les variations de la pluviométrie pour l'ensemble du bassin versant sera plus faible que celui caractérisant les stations. Pour le calculer avec exactitude, il aurait été nécessaire de dresser une carte isohyète, pour chaque année, ce qui nous était rendu impossible par la faible densité des points de mesure.

Nous pouvons cependant essayer de pressentir sa valeur. Le bassin est caractérisé par un climat de type transition. Les écarts types y sont de l'ordre de 15 %. Le type même de ce climat est complexe : les grandes variations se correspondent, mais avec des probabilités différentes. Nous prendrons comme valeur minimum de l'écart type 10 % et valeur maximum 15 %.

### 3. Précipitations moyennes sur le Bassin Versant -

La carte isohyète au 1/100.000, tracée pour l'année moyenne permet de calculer les hauteurs d'eau annuelles moyennes pour l'ensemble d'un bassin versant.

Ce calcul a été fait :

- pour la Liepvrette, en amont de La VANCELLE HURST, où nous possédons des lectures de débits :  $BV = 129,76 \text{ km}^2$

- pour l'ensemble du bassin versant du Giessen en amont de Sélestat :  
BV = 254,47 km<sup>2</sup>.

Il a été déterminé que l'écart type de la pluviométrie était au maximum de 15 % et au minimum de 10%. La connaissance de la moyenne et de l'écart type permet le calcul de valeurs remarquables correspondant à des probabilités données.

Le tableau suivant présente les résultats pour les deux bassins en mm de pluie. Pour chaque probabilité, deux valeurs sont données, correspondant aux écarts types extrêmes fixés.

- Liepvrette en amont de Hurst

Pluviométrie moyenne : 1090 mm

Ecart type maximum : 15 % soit 164 mm

minimum : 10 % soit 109 mm

- Giessen en amont de Sélestat

Pluviométrie moyenne : 1000 mm

Ecart type maximum 15 %, soit 150 mm

minimum 10 %, soit 100 mm

-----

Période	Bassin de la Liepvrette	Bassin du Giessen
Année moyenne	1090 mm	1000 mm
Année décennale sèche	880 < H < 950	808 < H < 872
Année décennale humide	1230 < H < 1300	1128 < H < 1192
Année cinquantenaire sèche	753 < H < 866	692 < H < 795
Année cinquantenaire humide	1314 < H < 1427	1205 < H < 1308
Année centenaire sèche	709 < H < 837	651 < H < 768
Année centenaire humide	1343 < H < 1471	1232 < H < 1349

### Chapitre III

=====

#### Hydrologie

Nous allons, dans ce chapitre, aborder l'étude des débits et tenter de définir les caractéristiques hydrauliques de la Liep-vrette et du Giessen. Nous envisagerons successivement le régime interannuel, les variations saisonnières et enfin l'étude des crues.

#### A. MESURE DES DEBITS - STATIONS DE JAUGEAGE

=====

Actuellement, cinq stations limnimétriques existent dans le Bassin du Giessen. Elles sont équipées d'échelles lues une ou deux fois par jour. Utilisées pour le service d'annonce de crues, elles n'ont jamais servi à des études de débit. D'ailleurs, aucune de ces échelles ne possède de courbe de tarage, et souvent leur position empêche d'obtenir des résultats valables.

Dans l'arsenal de l'hydrologue, existe un certain nombre de formules dont l'emploi, si critiqué soit-il, devient nécessaire en dernière ressource. Ces formules permettent de construire une courbe de tarage théorique en fonction des caractéristiques géométriques de la section du cours d'eau, et d'un certain coefficient, caractéristique de la rivière, le coefficient de frottement.

Pour évaluer le coefficient de frottement et éviter de faire des erreurs trop grossières, quelques jaugeages ont été faits au cours de l'hiver.

Deux formules théoriques ont été utilisées, donnant des résultats très semblables . Ce sont :

- la formule de Ganguillet et Kutter -

$$V_m = C \sqrt{Ri} \quad C = \frac{23 + \frac{0,00155}{i} + \frac{1}{n}}{1 + \left( \frac{23 + \frac{0,00155}{i}}{i} \right) \frac{n}{\sqrt{R}}}$$

$V_m$  : vitesse moyenne dans la section,

$R$  : rayon hydraulique égal à la section sur le périmètre mouillé

$i$  : pente du cours d'eau

$n$  : coefficient de frottement

- la formule de Bazin -

En prenant les mêmes notations :

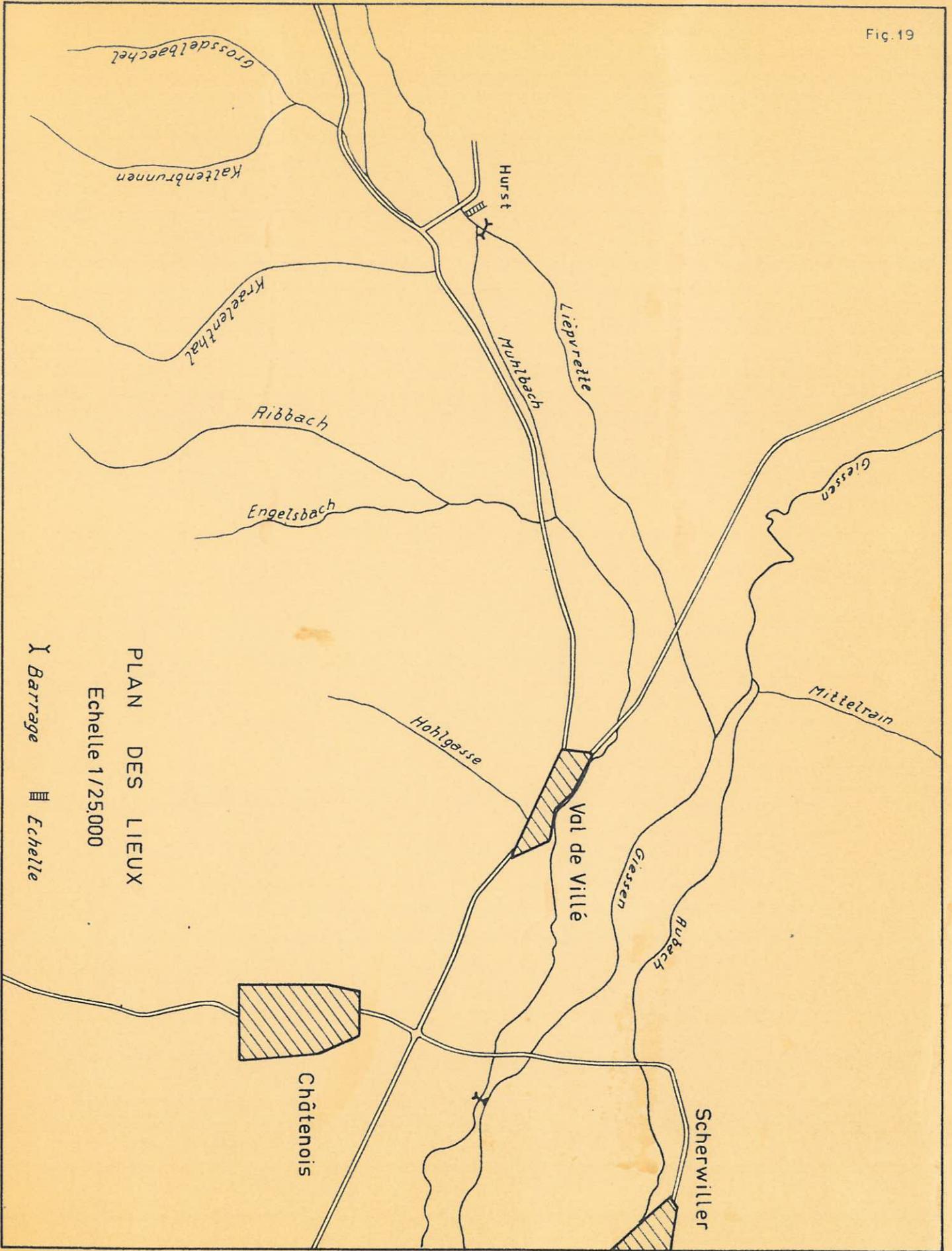
$$V_m = \frac{87 \sqrt{Ri}}{1 + \frac{\chi}{R}}$$

$\chi$  étant le coefficient de frottement.

1. Echelle de LA VANCELLE - HURST sur la Liepvrette -

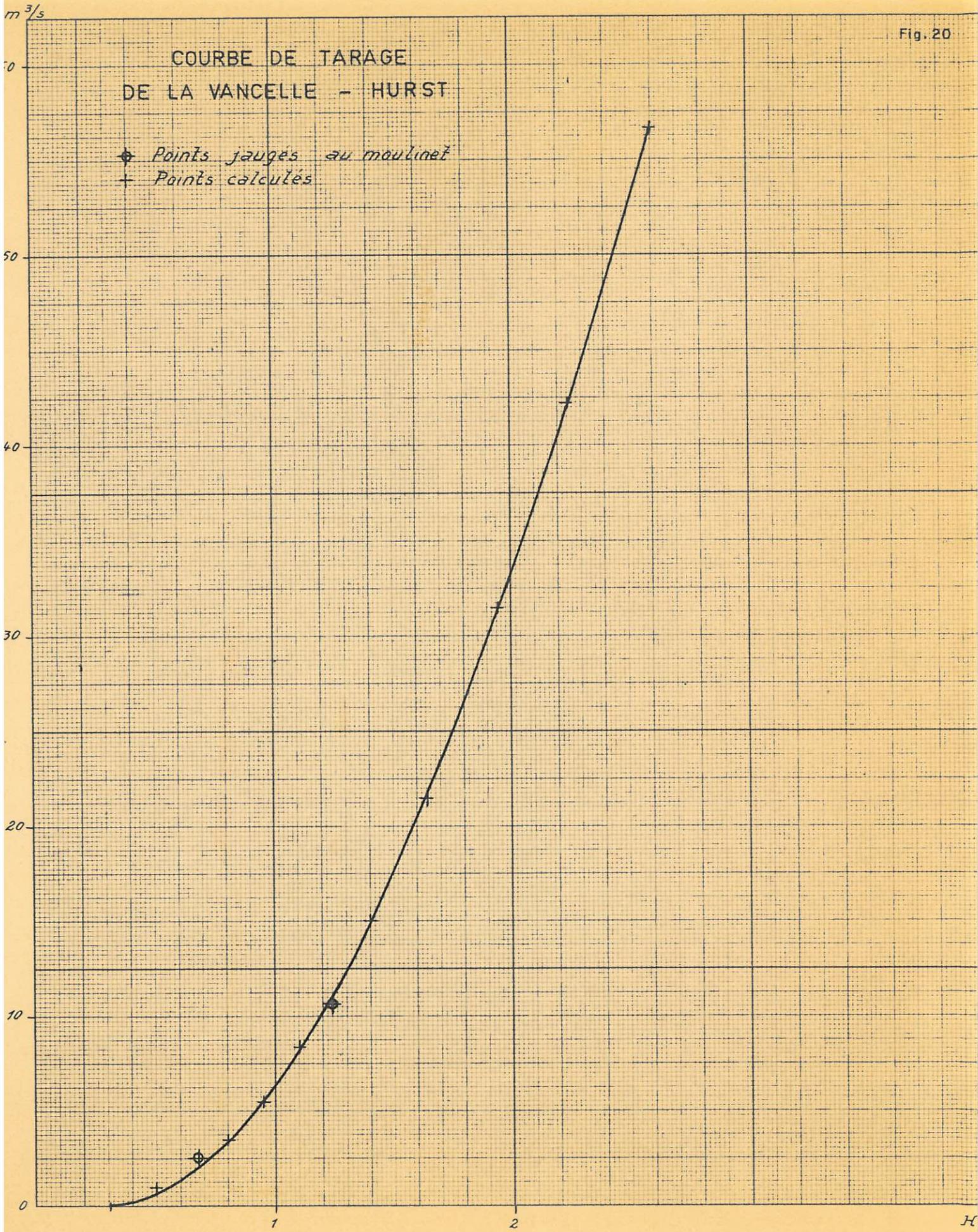
Cette échelle est située à quelques mètres en aval du pont reliant la station de chemin de fer à HURST (figure 19). A une centaine de mètres en aval, un barrage fixe permet l'alimentation d'une prise d'eau, le Mülbach. Le Mülbach draine toute une partie de la rive droite de la Liepvrette depuis la confluence avec le Giessen jusqu'en amont de l'Echelle de HURST.

Il existe des relevés depuis 1901. En 1944, elle fut remplacée par un limnigraphe détruit en 1945. Elle fut remise en service en 1949.



COURBE DE TARAGE  
DE LA VANCELLE - HURST

◆ Points jaugés au moulinet  
+ Points calculés



Il n'existe pas de courbe de tarage. Deux mesures de débit ont été utilisées pour calculer le coefficient de frottement. Il a été très difficile de trouver une section correcte pour faire ces mesures. Le lit est très encombré par la végétation et l'emploi du moulinet intégrateur ne convient pas en temps ordinaire en raison de la faible épaisseur de la tranche d'eau.

Les caractéristiques de la section, ayant servi pour le calcul de cette courbe, ont été prises dans des archives du Génie Rural. En raison de débordement successifs de la rivière, la pente varie suivant la hauteur d'eau de 0,0054 à 0,008.

Les mesures ont donné les résultats suivants :

2,555 m<sup>3</sup>/s pour une cote de 0,68 m

10,762 m<sup>3</sup>/s pour une cote de 1,25 m

Elles ont fourni un coefficient de frottement moyen de 0,03 pour la formule de Ganguillet. Une courbe de tarage a été construite (figure 20). Quelle valeur accorder à cette courbe ? La partie moyenne est vérifiée par les deux jaugeages. Les extrêmes, étiage et crues, sont extrapolés sans qu'il soit possible de chiffrer l'erreur exacte. L'imprécision se fera donc sentir surtout pour l'étude de ces phénomènes accidentels.

## 2. Echelle de SELESTAT -

Elle est située en aval du pont de la route de Strasbourg. Il existe deux prises d'eau en amont (voir figure 19) aux environs de la confluence Lièpvrette-Giessen.

- l'Aubach prélève une partie du débit du Giessen en amont de la confluence et va se jeter directement dans l'Ill. Son débit moyen a été estimé à 1 m<sup>3</sup>/s.

- Le Mülbach, déjà signalé, peut, par le jeu d'un système de vannes, soit retourner au Giessen à la hauteur de Chatenois en amont de l'Echelle, soit se jeter directement dans l'Ill. Les observations et renseignements fournis par les riverains et le Génie Rural conduisent à estimer le débit moyen dirigé vers l'Ill à  $0,25 \text{ m}^3/\text{s}$  ; ce transit n'occupant d'ailleurs que les mois d'été.

On possède des relevés depuis le début du siècle. Ils furent interrompus pendant la guerre et le pont détruit. En 1947, à la reconstruction du Pont, le lit fut régularisé et une nouvelle échelle posée. Malgré tout, on constate qu'il se forme surtout en aval du pont des atterrissements après chaque crue. Ces modifications de la section n'affectent que les faibles débits.

La courbe de tarage a été construite comme la précédente. Deux mesures donnent les résultats suivants :

H = 50 cm	Q = 4,643 $\text{m}^3/\text{s}$
H = 80 cm	Q = 16,523 $\text{m}^3/\text{s}$

$\chi$  coefficient de frottement varie entre les deux mesures de 2,1 à 1,4. On a admis que  $\chi$  décroissait linéairement de 2,80 à 1,40 jusqu'à H = 1m puis croissait jusqu'à 1,60 quand la rivière envahissait le lit majeur.

La pente i est de 0,00236.

Deux mesures de débit avaient été faites en 1935 :

H = 1,20 m	Q = 49 $\text{m}^3/\text{s}$
H = 1,83 m	Q = 89 $\text{m}^3/\text{s}$

Les conditions d'écoulement ont changé. Le point à 1,20 m est nettement décalé montrant d'ailleurs des conditions d'écoulement meilleures. Le point de crue à 1,83 m coïncide avec la courbe théorique.

La courbe de tarage est donnée figures 21 et 22.

# COURBE DE TARAGE DU GIESSEN A SELESTAT ①

⊕ Points jaugeés  
+ Points calculés

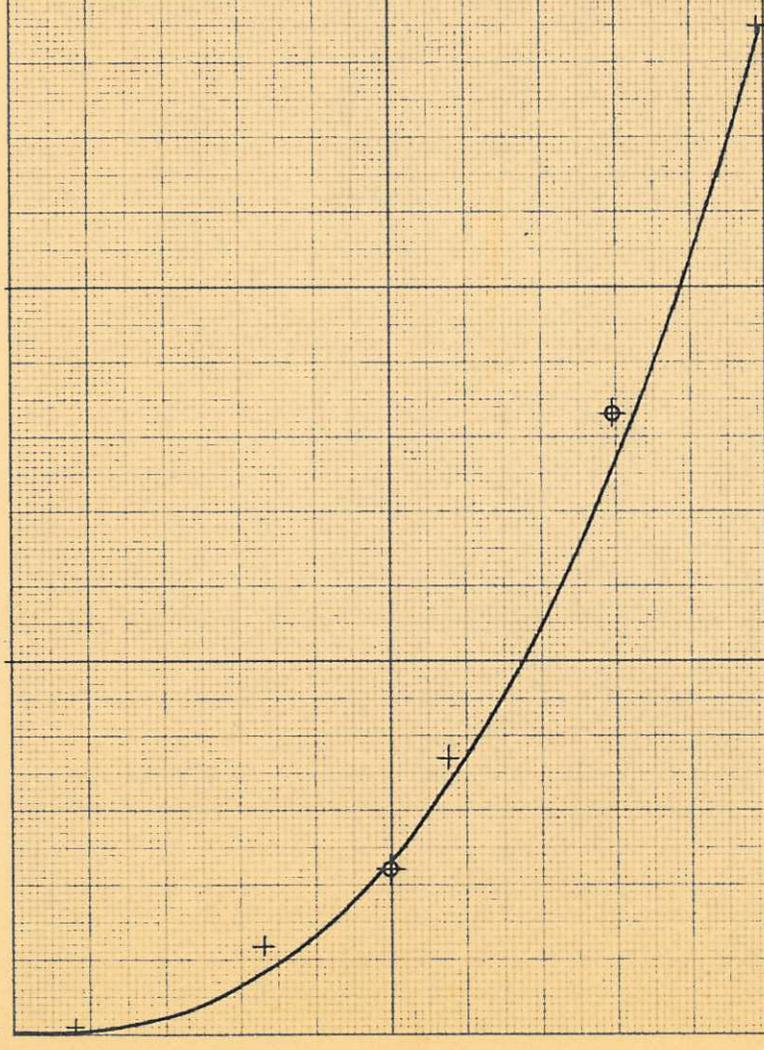
‰

20

10

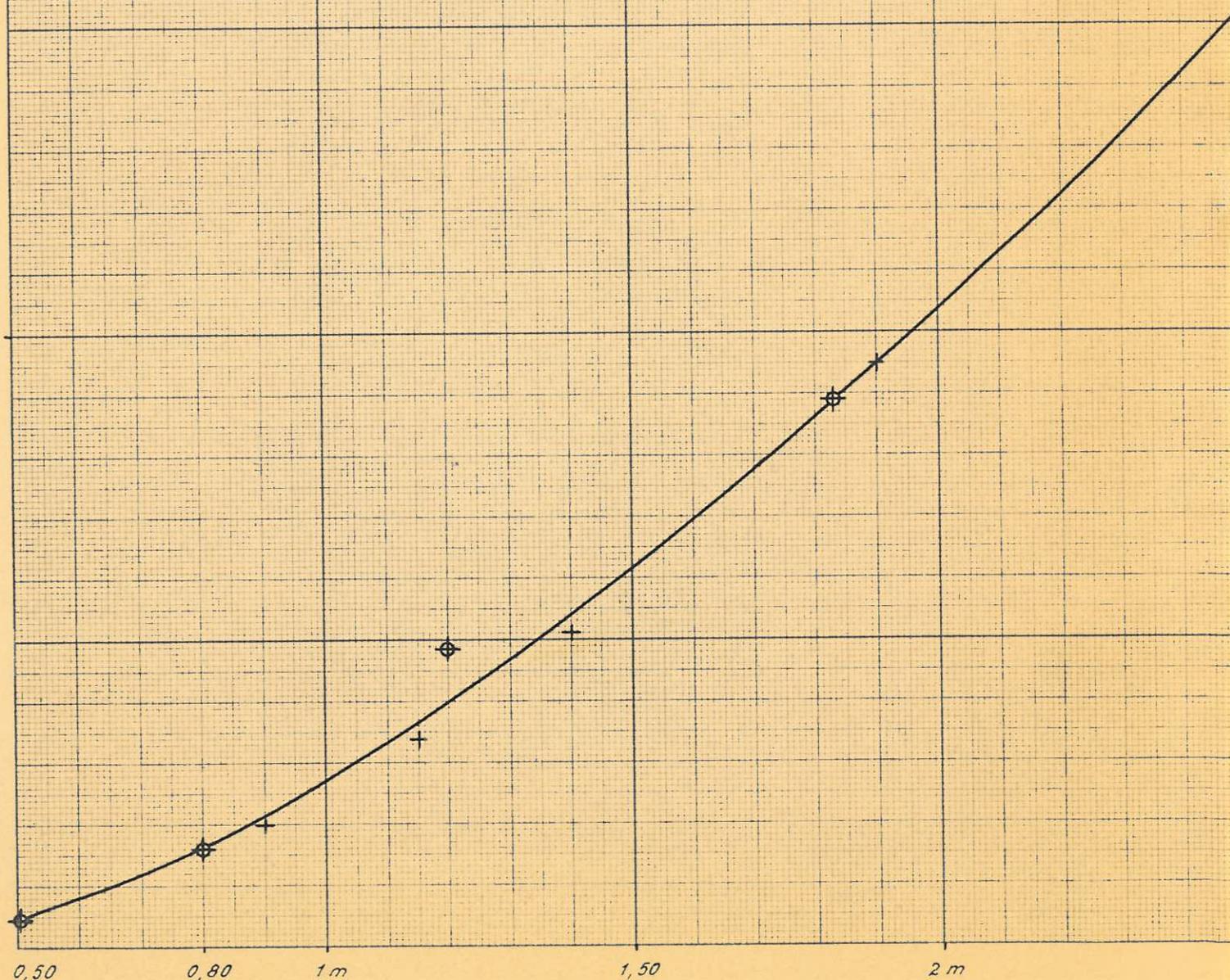
0

1 m



COURBE DE TARAGE  
Giessen à Sélestat ②

⊕ Point jaugé  
+ Point calculé



### 3. Les échelles de VILLE -

A VILLE, deux échelles permettent de lire les hauteurs d'eau sur les Giessen de Steige et d'Urbeiss. Placées dans des situations peu valables, non jaugées, nous n'avons pas utilisé ces relevés.

### 4. L'échelle de TRIEMBACH-AU-VAI -

Située en aval du Pont de la route de Triembach à Neuve-Eglise, le régime y est très turbulent. Le profil ne se prête pas du tout à l'établissement d'une courbe de tarage en raison des débordements successifs que provoque la montée des eaux.

## B. REGIME INTERANNUEL DES DEBITS

=====

Les relevés de hauteurs d'eau effectués à La Vancelle et Sélestat ont pu être exploités grâce aux courbes de tarage. Etant donné les modifications importantes apportées au profil soit par le fait de phénomènes naturels, soit par des travaux, pour l'étude du régime interannuel, nous n'avons utilisé que les mesures de la période postérieure à 1948.

Pour passer des hauteurs aux débits, les observations ont été groupées en classes correspondant à dix centimètres de variation. Divers essais ont confirmé que cette méthode plus rapide donnait de bons résultats.

Nous avons recherché une corrélation pluviométrie-débit à la station de la Vancelle, par la méthode préconisée par COUTAGNE, afin de pouvoir utiliser les conclusions de l'étude pluviométrique. Cette corrélation basée sur la méthode des moindres carrés conduit finalement à établir entre la pluviométrie et le débit une relation linéaire. Elle fournit dans bien des cas de bons résultats.

La pluviométrie pour l'ensemble du bassin de la Liepvrette jusqu'à Hurst est de 1090 mm. L'étude pluviométrique a permis d'individualiser cette vallée et il semble que la station de Petit-Haut (1100 mm) en soit représentative.

Nous avons retenu la période 1949-1961, soit douze années hydrologiques. La pluviométrie présentant des lacunes a été complétée par comparaison avec les observations faites à Petite-Liepvre.

Les calculs sont présentés sur le tableau annexe 6.

La distribution de la pluviométrie fournit les paramètres suivants :

$$\text{- Ecart moyen } \frac{\sum (x)}{n} = 10,5 \%$$

$$\text{- Ecart type } \sqrt{\frac{\sum x^2}{n-1}} = 13,3 \%$$

$$\text{- Ecart probable } 0,6745 \times 13,3 = 8,9 \%$$

$$K = \frac{0,477}{8,9} \times 100 = 5,32$$

$$\text{- Formule de probabilité : } \frac{H}{H_c} = 1 + \frac{Z}{5,32}$$

La distribution statistique des débits est caractérisée par les paramètres suivants :

$$\text{- Ecart moyen } \frac{\sum /y/}{n} = 22,5 \%$$

# LA LIEPVRETTE - STATION DE LA VANCELLE

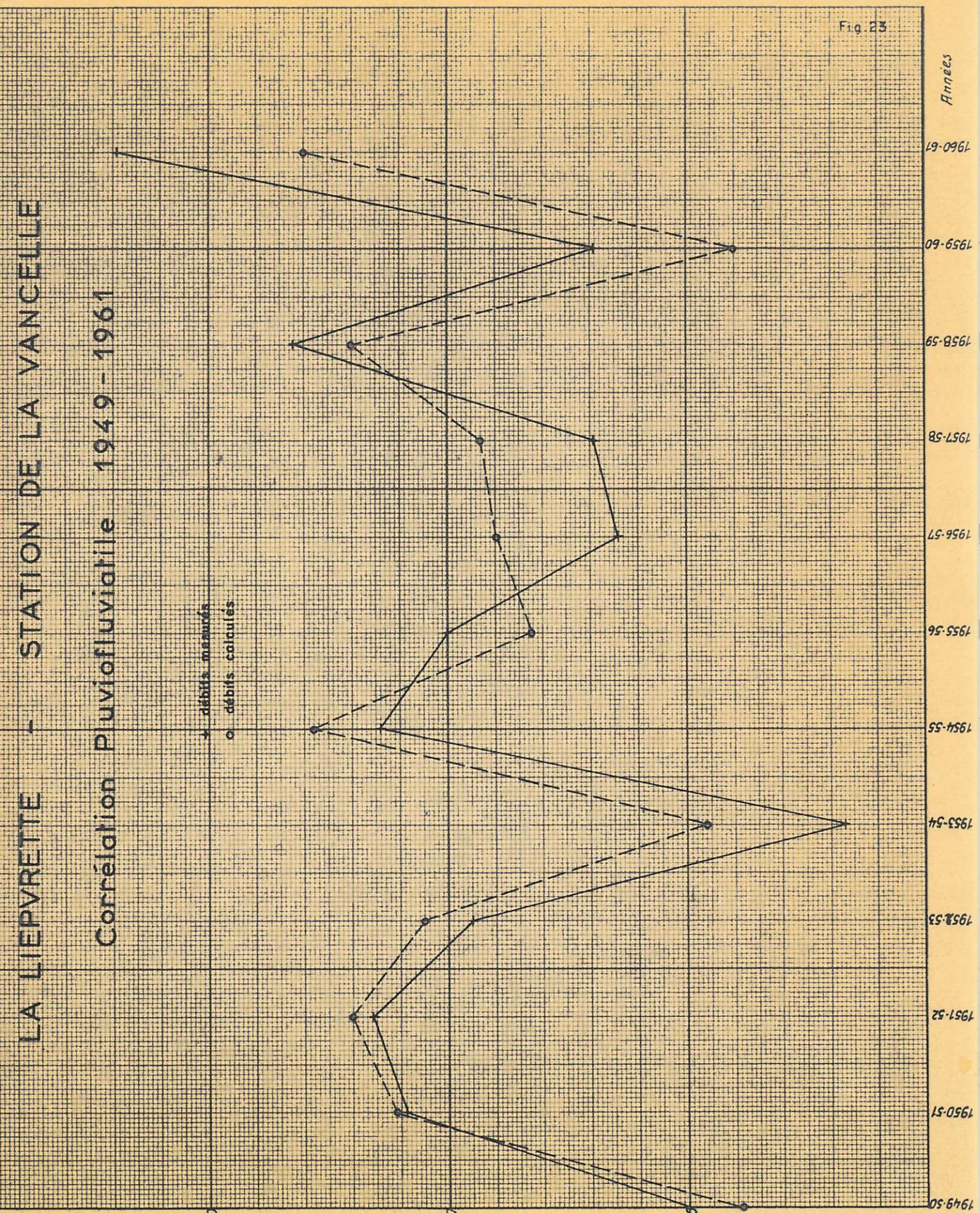
## Corrélation Pluviométrique 1949 - 1961

Q  
mm

→ débits mesurés  
○ débits calculés

Fig. 23

Années



$$- \text{Ecart type } \sqrt{\frac{y^2}{n-1}} = 28,6 \%$$

$$- \text{Ecart probable } 0,6745 \times 28,6 \% = 18,51 \%$$

$$K = \frac{0,477 \times 100}{18,5} = 2,57$$

$$- \text{Formule de probabilité : } \frac{Q}{Q_0} = 1 + \frac{Z}{2,57}$$

- Corrélation entre H/H<sub>0</sub> et Q/Q<sub>0</sub>

$$\text{Coefficient de corrélation : } R = \frac{\sum xy}{\sqrt{x^2 y^2}} = \frac{3489}{\sqrt{173 \ 133 \ 46}} = 83,9 \%$$

Valeur de  $\lambda$ , coefficient de régression .

$$\lambda = \frac{\sum xy}{\sum x^2} = \frac{3489}{1931} = 1,80$$

Formule de corrélation

$$Q/Q_0 - 1 = 1,80 \left( \frac{H}{H_0} - 1 \right)$$

Ecart de corrélation

$$\frac{\sum(\xi)}{n} = \frac{142,2}{12} = 11,8 \%$$

Ecart type :

$$\sqrt{\frac{\sum \xi^2}{n-1}} = \sqrt{\frac{2587}{11}} = 21 \%$$

$$\text{Ecart probable : } 0,6745 \times 21 = 14,16$$

Formule de corrélation, compte tenu de la probabilité totale :

$$Q/Q_0 - 1 = 1,80 \left( \frac{H}{H_0} - 1 \right) + \frac{Z}{14,16}$$

Formule explicitée :  $H_0 = 1104 \text{ mm}$   
 $Q_0 = 568 \text{ mm}$

$$Q_{\text{mm}} = 0,926 H - 4,54$$

La corrélation est bonne :  $R = 83,9 \%$

D'après COUTAGNE, la valeur du coefficient de régression  $\lambda = 1,80$ , caractériserait un bassin de rétention faible ou de précipitations relativement peu abondantes. Ces deux remarques sont valables pour le bassin.

Les résultats de la corrélation sont présentés graphiquement (figure 23). Si les critères de validité de la loi sont prometteurs, on constate cependant sur le graphique des différences importantes. Nous pouvons tout de suite mettre en cause la répartition saisonnière des pluies. Cette question sera étudiée dans le chapitre IV sur le déficit d'écoulement.

Cette relation va nous permettre de définir tout du moins l'ordre de grandeur des débits de la Liepvrette à la Vancelle, pour les années caractéristiques. Ces résultats sont exprimés en mm puis en  $\text{m}^3/\text{s}$ .

	P	$Q_{\text{mm}}$	$Q_{\text{m}^3/\text{s}}$
Année centenaire sèche	708	201	0,745
Année cinquantenaire sèche	752	242	0,897
Année décennale sèche	879	360	1,335
Année moyenne	1106	570	2,115
Année décennale humide	1298	748	2,775
Année cinquantenaire humide	1424	854	3,168
Année centenaire humide	1469	906	3,361

# DEBIT MOYEN DE LA LIEPVRETTE

Variation saisonnière

Station limnimétrique de la Vancelle - Hurst

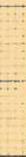
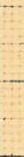
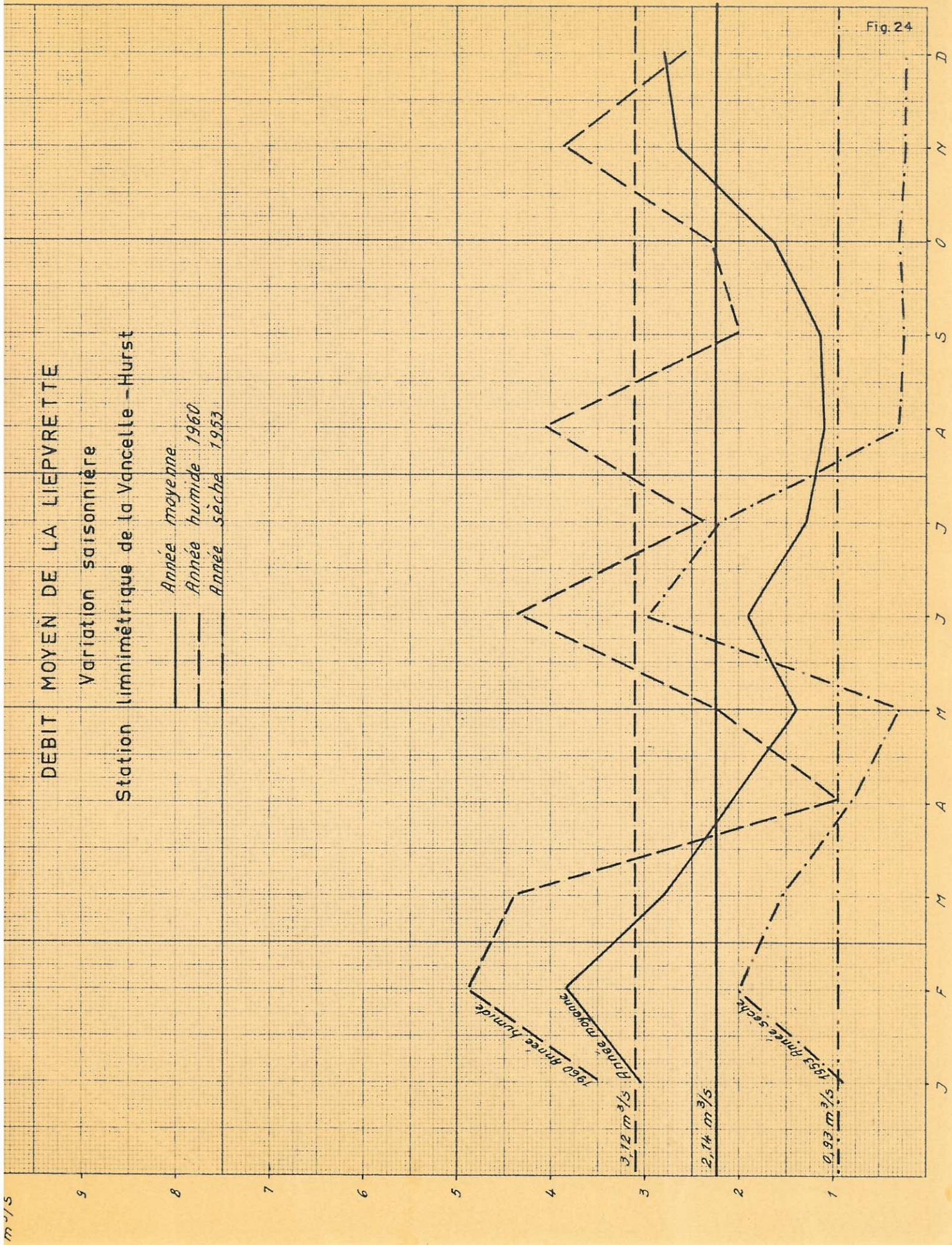
-  Année moyenne
-  Année humide 1960
-  Année sèche 1953

Fig. 24



m<sup>3</sup>/s

9

8

7

6

5

4

3

2

1

J

F

M

A

M

J

J

A

S

O

N

D

3.12 m<sup>3</sup>/s  
1960 Année humide

2.14 m<sup>3</sup>/s

0.93 m<sup>3</sup>/s  
1953 Année sèche

# Variation des coefficients mensuels relatifs de débit à la Vancelle

— de la pluviométrie à Petit-Haut

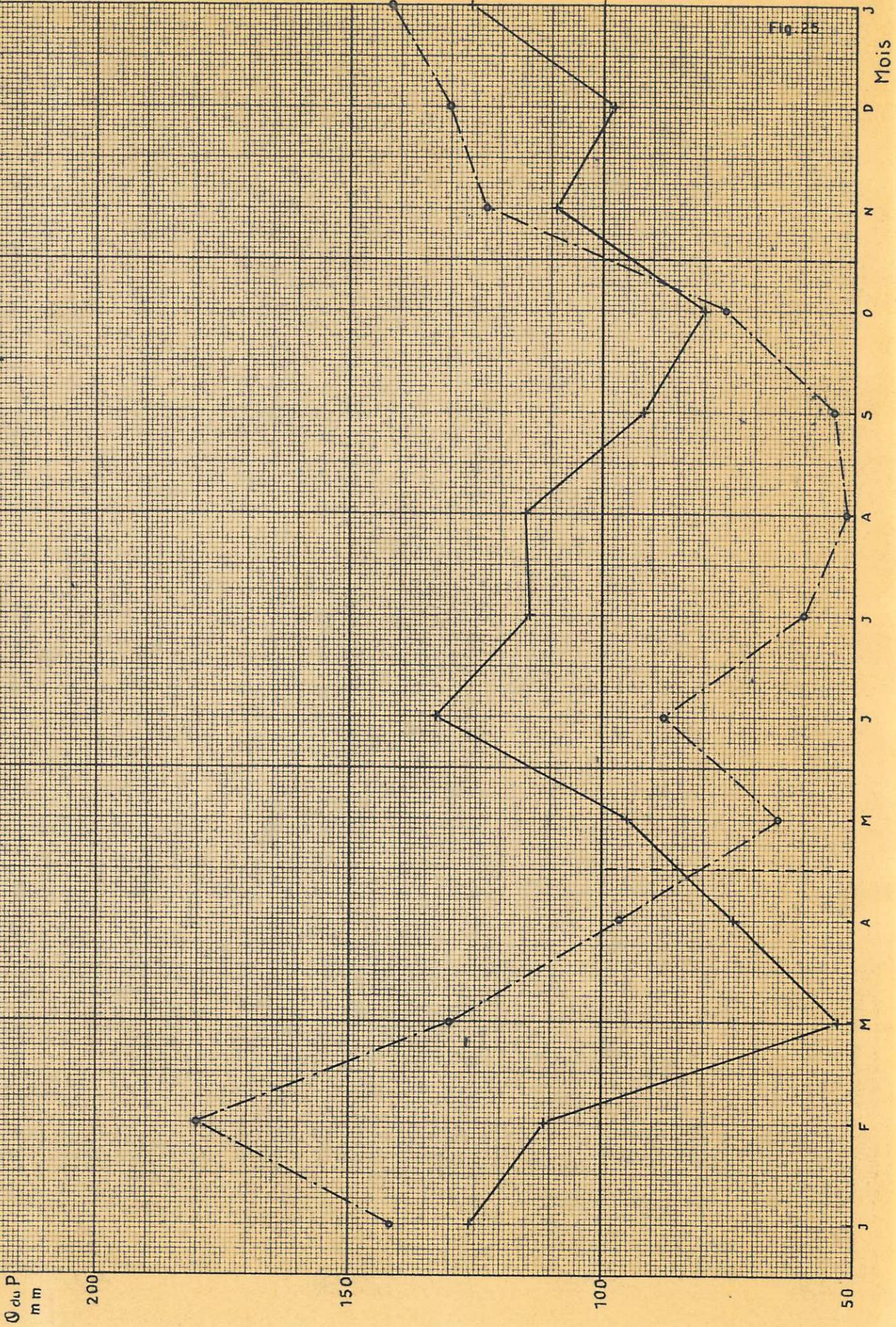


Fig. 25

Il ne nous a pas été possible d'exploiter de la même façon les données de l' Echelle de Sélestat. En effet, les deux prises d'eau situées en amont empêchent toute étude sérieuse des débits.

### C. VARIATIONS SAISONNIERES

=====

Comme pour l'étude des variations interannuelles, les seules mesures utilisables sont celles fournies par la station de La Vancelle. Les données sont reproduites sur le tableau annexe 7.

Dans le tableau suivant, nous présentons les modules mensuels pour une période de 12 ans, en  $m^3/s$ , en  $l/s/km^2$  et mm de lame d'eau équivalente. Les deux dernières colonnes sont réservées au coefficient relatif mensuel du débit et de la pluviométrie à la station de Petit-Haut. Les variations saisonnières de la Liepvrette sont présentées graphiquement figure 24.

Mois	Débit absolu m <sup>3</sup> /s	Débit spécifique l/s/km <sup>2</sup>	Lame d'eau écoulée mm	Coeff. relatif mensuel Débit	Pluviométrie
Janvier	3,06	26,2	76,2	142	126
Février	3,85	32,9	85,4	180	111
Mars	2,79	23,8	63,7	130	53
Avril	2,08	17,8	46,3	97	74
Mai	1,39	11,9	31,8	65	95
Juin	1,87	16	41,5	87	133
Juillet	1,29	11	29,4	60	114
Août	1,11	9,4	25,1	52	115
Septembre	1,16	9,9	25,7	54	92
Octobre	1,64	14	37,5	76	80
Novembre	2,64	22,6	58,5	123	109
Décembre	2,78	23,7	63,5	130	98
Année	2,14	18,3	57,6		

Nous remarquons que les variations saisonnières des débits sont beaucoup plus marquées que celles de la pluviométrie (figure 25).

- tous les mois de la période froide ont un coefficient d'écoulement supérieur à 1. L'écoulement de novembre à avril représentant 66 % du total ;

- le maximum pluviométrique des mois d'été est compensé par un maximum d'évaporation et influence très peu les débits d'étiage.

- les débits présentent un maximum très marqué au mois de février. Ce maximum décalé par rapport à celui de la pluviométrie est dû à la rétention nivale. Son effet est de durée assez courte en raison de la faible altitude moyenne du bassin.

- en dehors de ce cas, on ne note pas de retard important entre l'écoulement et la pluviométrie. Ceci confirme une rétention assez faible pour l'ensemble du bassin.

Le régime des débits présente comme celui de la pluviométrie un caractère mixte. Il peut être apparenté au type pluvio-nival océanique.

La courbe des débits classés à La Vancelle a été établie (figure 26). Elle donne le débit journalier atteint ou dépassé pendant le nombre  $t$  de jours.

On peut en déduire un certain nombre de termes d'emploi généralisé :

- D C M : Débit caractéristique maximum (débit dépassé 10 jours par an : 12,5 m<sup>3</sup>/s
- D C 3 : Débit caractéristique dépassé 3 mois (25%) 2,6 m<sup>3</sup>/s
- D C 6 : " " " 6 mois (50%) 1,5 m<sup>3</sup>/s
- D C 9 : " " " 9 mois (75%) 0,5 m<sup>3</sup>/s
- D C E : " " " d'étiage dépassé 355 jours par an. Il est ici pratiquement nul.

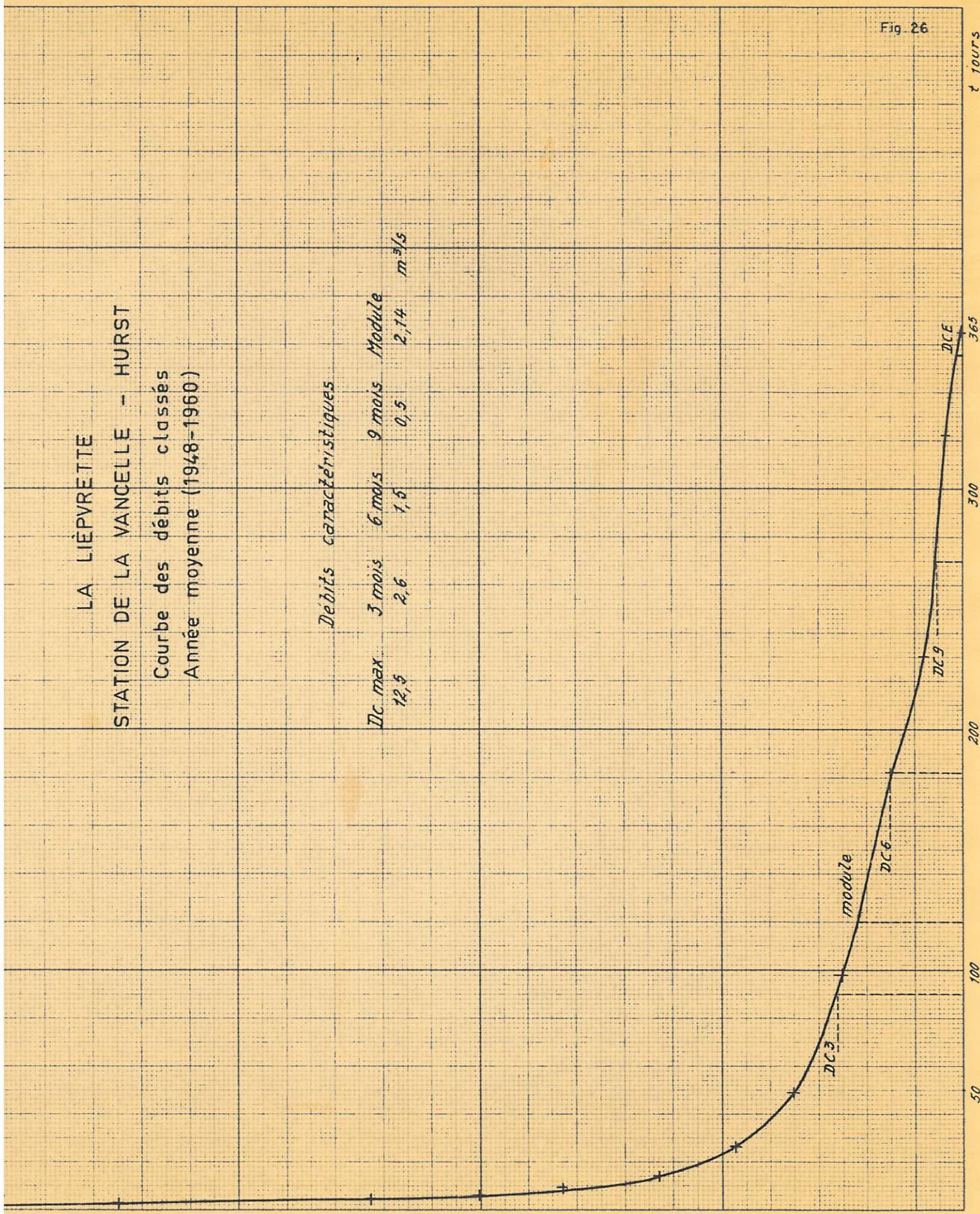
Fig. 26

LA LIÉPVRETTE  
 STATION DE LA VANCELLE - HURST  
 Courbe des débits classés  
 Année moyenne (1948-1960)

*Débits caractéristiques*

Dc max	3 mois	6 mois	9 mois	Module
12,5	2,6	1,5	0,5	2,14

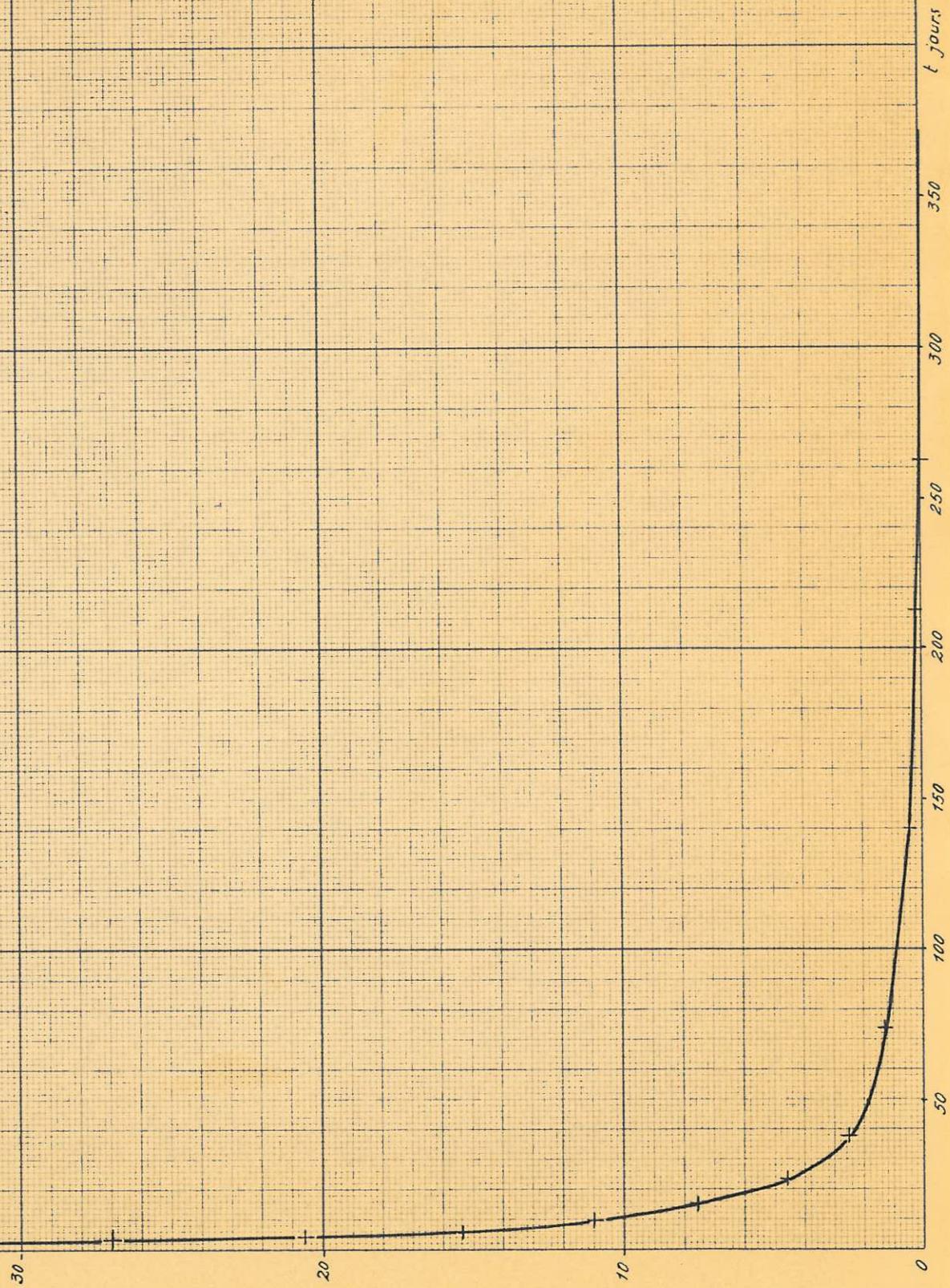
*m<sup>3</sup>/s*



*m<sup>3</sup>/s*

*t jours*

GIESSEN A SELESTAT  
Courbe des débits classés  
Moyenne 1948 - 1961



La courbe des débits classés à Sélestat a été également tracée (figure 27). Au point de vue hydrologique, cette courbe est sans signification. Elle permet simplement de se rendre compte des débits transités et utilisables à Sélestat. On s'aperçoit que le Giessen est à sec pendant plus de trois mois par an en moyenne.

#### D. ETUDE DES CRUES

=====

Depuis le début du siècle, le bassin du Giessen a été affecté plusieurs fois par des crues ayant présenté un caractère sinon catastrophique, tout au moins très destructif.

L'étude des crues revêt un caractère analytique et un aspect statistique visant à déterminer la fréquence du phénomène.

Nous possédons plus de 50 ans de relevés à La Vancelle et Sélestat. Les modifications, qui depuis le début du siècle ont pu être apportées à la rivière, concernent surtout les moyens et faibles débits. Ceci semble d'ailleurs confirmé par le point de jaugeage fait en 1935 à Sélestat, dont la valeur concorde avec la courbe actuelle. Les prises d'eau effectuées en amont de Sélestat sont sans influence sur les mesures en temps de crue. Ces relevés sont faits deux fois par jour en temps ordinaire et trois fois en temps de crue. Ils ne permettent donc pas de connaître les débits instantanés maximum, mais simplement de déterminer le débit d'une période de six heures ou de douze heures encadrant le maximum.

1. Localisation des crues dans l'année -Types de crues -

Les 58 crues, relevées à Sélestat, se répartissent ainsi :

J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
21	13	3	0	2	3	2	0	2	2	2	8

A La Vancelle, 51 crues ont été observées. Le tableau ci-après en donne la répartition, le pourcentage, à La Vancelle et à Sélestat pour la même période d'observation.

<u>Sélestat</u>	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Nombre	19	11	3	0	2	2	2	0	2	1	2	8
Pourcentage	37	22	6	0	4	4	4	0	4	2	4	16

LaVancelle

Nombre	14	8	5	1	1	1	3	1	3	1	4	9
Pourcentage	27	16	10	2	2	2	6	2	6	2	8	18

Les pourcentages sont nettement différents. Nous voyons apparaître dans les deux cas la prédominance des crues d'hiver principalement en décembre, janvier, février.

Ces crues d'hiver résultent de la fonte du manteau neigeux. Cette fonte peut être brusquement accélérée par un réchauffement et des chutes de pluie importantes. Ces conditions se réalisent principalement aux mois de décembre et janvier. Les crues de février n'ont jamais présenté un caractère catastrophique, mais correspondent simplement au débit moyen mensuel maximum.

Ne possédant pas de relevés limnimétriques continus, il était très délicat de faire une étude analytique des crues. Cependant des relevés de hauteurs d'eau, nous avons pu déduire deux caractéristiques :

- la montée des crues se montre toujours très brutale ;
- la propagation de l'onde de crue est très rapide.

On peut en trouver facilement les raisons dans les faits que l'ensemble du bassin versant possède un pouvoir de rétention faible et que la pente des cours d'eau est forte, surtout pour la Liepvrette.

## 2. Etude statistique -

Le problème de la prédétermination des débits maximum à prévoir a fait l'objet de nombreuses études. Essayer de rattacher les crues aux phénomènes qui les provoquent ne fait que déplacer le problème. La méthode consistant à analyser ces facteurs et à en déduire le débit maximum à atteindre demande des renseignements assez précis si on ne veut pas tomber dans des erreurs trop importantes. Encore une telle détermination néglige-t-elle le facteur le plus intéressant, la fréquence.

L'adaptation d'un certain nombre de lois statistiques aux séries d'observation de crue est la méthode la plus employée pour ces estimations. Malgré les imprécisions résultant des lectures d'échelle et des transformations hauteur-débit, cette méthode nous a fourni l'ordre de grandeur des débits à escompter et leur fréquence.

### a) Les lois de probabilité -

Le débit  $Q$  est une variable aléatoire. On définit la probabilité pour que  $Q$  soit inférieur ou égal à  $q$ .

$$F(q) = \text{Prob}(Q \leq q)$$

$F(q)$  est une fonction positive, monotone, non décroissante, variant de 0 à 1. Sa dérivée  $f(q)$  ou densité de probabilité est telle que

$$\text{Prob}(Q \leq q) = F(q) = \int_0^q f(q) dq$$

Les paramètres utilisés sont définis à partir des valeurs d'observations :

$$- \bar{q} \text{ moment du 1er ordre ou moyenne arithmétique} = \frac{1}{N} \sum Q_i$$

$$- \mu^2 \text{ moment du second ordre ou variance} = \sigma^2 = \frac{1}{(N-1)} \sum (q_i - \bar{q})^2$$

$$- \mu^3 \text{ moment du troisième ordre} = \frac{N}{(N-1)(N-2)} \sum (q_i - \bar{q})^3$$

On essaye plusieurs lois de probabilités et détermine les coefficients, soit par le calcul, soit par adaptation graphique.

- Loi de GIBBRAT GAUSS :

La loi correspond à une distribution gaussienne de  $\log q$ .

$$P(q) = \frac{1}{\sqrt{\frac{\sigma^2}{\pi}}} \int_{-\infty}^z e^{-z^2} dz$$

$$z = a \log (q - q_0) + b$$

Les trois constantes  $a, b$ , et  $q_0$  caractérisent la loi et peuvent être déterminées à l'aide des relations définies par GIBBRAT :

$$a = \frac{1,073}{\sqrt{\log \left[ 1 + \frac{\sigma^2}{(q - q_0)^2} \right]}}$$

$$b = \frac{2,3026}{4a} - a \log (q - q_0)$$

$$\frac{\mu^4}{\mu^3} = \frac{(\bar{q} - q_0)^3}{2 + 3(q - q_0)^2}$$

On opère en général pour avoir  $q_0$  par approximations successives.

Les tables de Gauss permettent alors, pour une probabilité donnée, d'obtenir la valeur de  $z$  : on en déduit la valeur de  $q$  correspondante.

- Loi de GUMBEL ou loi des valeurs extrêmes :

La loi est définie par :

$$F(q) = e^{-e^{-\alpha(q-q_0)}}$$

$\alpha$  et  $q_0$  sont estimés d'après les relations les liant à  $\sigma$  et  $\bar{q}$ .

$$\begin{aligned} 1/\alpha &= 0,780 \cdot \sigma \\ q_0 = \bar{q} &= \frac{0,577}{\alpha} \end{aligned}$$

Les tables de GUMBEL donnent les variations de la fonction  $F(q) = e^{-e^{-y}}$ .

$y$  est dite variable réduite, et  $q = q_0 + \frac{1}{\alpha} y$  peut être représenté par une droite.

b) La Liepvrette à La Vancelle -

La série des observations classées est donnée annexe 8.

- Ajustement de la loi de Gauss-Gibbrat :

La série d'observations fournit les paramètres de dispersion suivants :

$$q = 22,2 \quad \mu_2 = 166,5 \quad \mu_3 = 3097$$

On détermine alors les coefficients :

$$q_0 = -6,3 \quad a = 3,7452 \quad b = -5,295$$

d'où :

$$z = 3,7452 \log (q-6,3) - 5,295$$

Les valeurs de débits caractéristiques sont alors déterminées à l'aide d'une table de Gauss.

- décennale	Probabilité 0,90	$z = 0,9066$	$q = 39,1 \text{ m}^3/\text{s}$
- cinquantenaire	$F = 0,98$	$z = 1,4526$	$q = 57 \text{ m}^3/\text{s}$
- centenaire	$F = 0,99$	$z = 1,6450$	$q = 65 \text{ m}^3/\text{s}$
- millénaire	$F = 0,999$	$z = 2,122$	$q = 89,3 \text{ m}^3/\text{s}$

- Loi de Gumbel :

Paramètres de dispersion

$$\text{Moyenne arithmétique } \bar{q} = 22,2$$

$$\text{Ecart type } \sigma = 12,9$$

On en déduit les coefficients :

$$\frac{1}{\alpha} = 10,062 \quad q_0 = 16,4$$

D'où la loi de probabilité :

$$F_q = e^{-e^{-\frac{1}{10,062}(q-16,4)}}$$

Les débits caractéristiques sont alors déterminés :

- décennal :	$Q_{10} = 39,3 \text{ m}^3/\text{s}$
- cinquantenaire	$Q_{50} = 55,6 \text{ m}^3/\text{s}$
- centenaire	$Q_{100} = 63,7 \text{ m}^3/\text{s}$
- millénaire	$Q_{1000} = 86,8 \text{ m}^3/\text{s}$

La représentation graphique se fait sur papier spécial portant en abscisse y la variable réduite et  $F(q)$ , et en ordonnée les débits (figure 28). La loi est représentée par une droite. Les points expérimentaux sont affectés d'une probabilité expérimentale  $p_i$ .

$$p_i = \frac{i}{N+1}$$

Intervalles de confiance -

Il est évident que la précision avec laquelle la loi est obtenue est fonction de l'échantillonnage. La notion d'intervalle de confiance est destinée à tenir compte de ce fait. Elle permet de définir une fourchette dans laquelle on a tant pour cent de chances de se trouver. L'intervalle de confiance généralement considéré est celui à 70 %. Il est déterminé par abaques en fonction du nombre d'échantillons et de la fréquence d'une crue donnée.

# A LIEPVRETTE A LA VANGELLE

## Etude statistique des crues

Loi de Gumbel

$$\bar{q} = 22,2 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$G_1 = 12,9$$

Intervalle de confiance à 70%

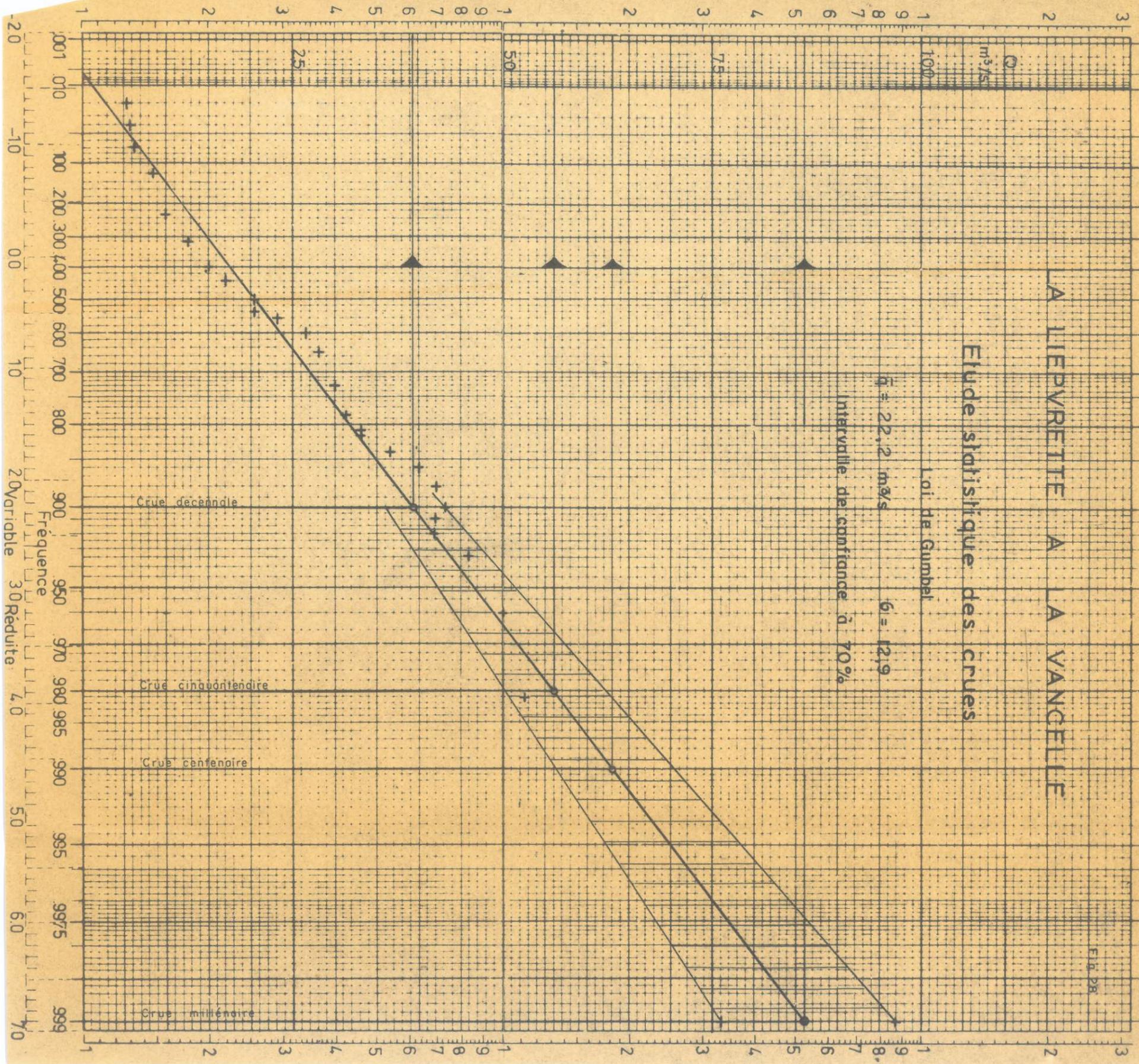


FIG. 28

On obtient les valeurs suivantes :

$$\text{Crue décennale} \quad P = 0,9 \quad q = 39,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{limite supérieure} \quad 39,3 + 0,31 \times 12,9 = 43,02 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{limite inférieure} \quad 39,03 - 0,27 \times 12,9 = 36,55 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{Crue millénaire} \quad P = 0,999 \quad q = 85,87 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{limite supérieure} \quad 85,87 + 0,87 \times 12,9 = 97,1 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\text{limite inférieure} \quad 85,87 - 0,75 \times 12,9 = 76,20 \text{ m}^3/\text{s}$$

- Test de PEARSON :

Les deux méthodes donnent sensiblement les mêmes résultats.

On a appliqué le test de Pearson à la loi de Gumbel.

$$\chi^2 = \sum \frac{(O_i - t_i)^2}{t_i}$$

L'échantillonnage est divisé en 5 classes.

$O_i$  est le nombre d'échantillons expérimentaux par classe

$t_i$  est le nombre d'échantillons théoriques par classe.

Classe	Borne	$O_i$	$t_i$	$(O_i - t_i)^2$	$\frac{(O_i - t_i)^2}{t_i}$
1		7	5,1	4,4	0,86
2	40	9	7,2	4,6	0,64
3	30	11	14,3	10,8	0,75
4	20	13	17,2	17,6	1,01
5	10	11	7,2	15,6	2,10
		51	51,0		5,36

$$\chi^2 = 5,36$$

Le nombre de degrés de liberté est égal au nombre de classes moins un, diminué du nombre de paramètres définissant la loi d'ajustement.

La loi de Gumbel est définie par deux paramètres  $q_0$  et  $a$ .  
Donc le nombre de degrés de liberté est égal à 2.

On trouve une probabilité comprise entre 5 et 10 %, qui peut être jugée satisfaisante.

c) Les crues à Sélestat :

La série des observations est donnée annexe 9. Les mêmes méthodes d'étude ont été employées pour étudier les crues de l'ensemble du Giessen.

- Ajustement de la loi de Gauss-Gibrat :

Les paramètres déterminés à partir de la série d'observation sont les suivants :

$$\bar{q} = 47,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$N_2 = 1028$$

$$V_3 = 54872$$

Les coefficients estimés à partir des paramètres sont :

$$q_0 = -16,7 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$a = 3,439$$

$$b = -6,044$$

La variable  $z$  est définie par :

$$z = 3,439 \log (q + 16,7) - 6,044$$

Les débits caractéristiques sont les suivants :

- Crue décennale	$Q_{10} = 88,3 \text{ m}^3/\text{s}$
- Crue cinquantenaire	$Q_{50} = 134,6 \text{ m}^3/\text{s}$
- Crue centenaire	$Q_{100} = 155,4 \text{ m}^3/\text{s}$
- Crue millénaire	$Q_{1000} = 219,2 \text{ m}^3/\text{s}$

# LE GIESSEN A SELESTAT

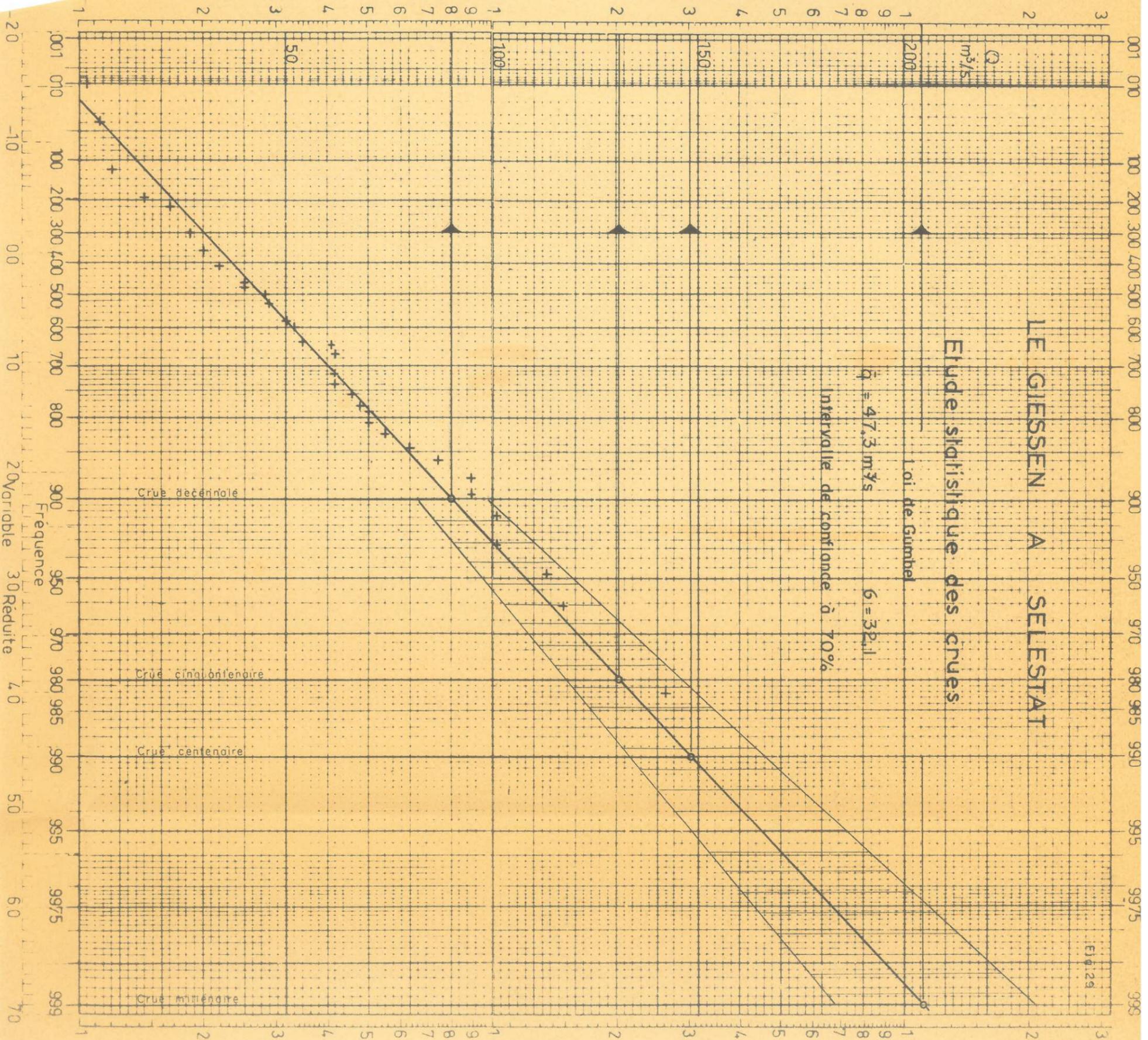
## Etude statistique des crues

Loi de Gumbel

$$\bar{q} = 47.3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$G = 32.11$$

Intervalle de confiance à 70%



- Ajustement de la loi de Gumbel :

Les paramètres sont les suivants :

$$q = 47,3 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$\sigma = 32,1$$

Les estimations fournissent la valeur des coefficients :

$$\frac{1}{\alpha} = 0,780 \quad \sigma = 25,038$$

$$q_0 = \bar{q} - \frac{0,577}{\alpha} \quad q_0 = 32,9 \text{ m}^3/\text{s}$$

La loi de probabilité est ainsi définie :

$$F(p) = e^{-e^{-\frac{1}{25,038}(q-32,9)}}$$

Les tables des valeurs de la fonction de Gumbels permettent de déterminer la valeur des débits caractéristiques :

- Crue décennale	$Q_{10} = 90 \text{ m}^3/\text{s}$
- Crue cinquantaire	$Q_{50} = 130,5 \text{ m}^3/\text{s}$
- Crue centenaire	$Q_{100} = 150,6 \text{ m}^3/\text{s}$
- Crue millénaire	$Q_{1000} = 208,2 \text{ m}^3/\text{s}$

Intervalles de confiance :

Crue décennale	$P = 0,9$	$q = 89 \text{ m}^3/\text{s}$
limite supérieure	$T_1 = 0,29$	$Q = 90 + 9,3 = 99,3 \text{ m}^3/\text{s}$
limite inférieure	$T_2 = 0,25$	$Q = 90 - 8,0 = 82,0 \text{ m}^3/\text{s}$
Crue millénaire	$P = 0,999$	$q = 205,7 \text{ m}^3/\text{s}$
limite supérieure	$T_1 = 0,83$	$Q = 205,7 + 26,6 = 232,3 \text{ m}^3/\text{s}$
limite inférieure	$T_2 = 0,71$	$Q = 205,7 - 22,7 = 183,0 \text{ m}^3/\text{s}$

La représentation graphique est présentée figure 29.

Tests de Pearson :

L'intervalle de variation a été divisé en 8 classes .

Classe	Bornes	O <sub>i</sub>	t <sub>i</sub>	(O <sub>i</sub> -t <sub>i</sub> ) <sup>2</sup>	(O <sub>i</sub> -t <sub>i</sub> ) <sup>2</sup> /t <sub>i</sub>
1	100	5	4	1	0,250
2	70	7	8	1	0,125
3	50	12	11,4	0,36	0,032
4	40	7	7,4	0,16	0,022
5	30	6	8	4,00	0,500
6	20	8	8	0,00	0,000
7	10	6	5,7	0,09	0,015
8		6	4,6	1,96	0,425

$\chi^2$  est égal à 1,369

Le nombre de degrés de liberté est ici égal à 5. La table de distribution du  $\chi^2$  fournit une probabilité nettement supérieure à 50 %. Le résultat est donc particulièrement satisfaisant.

d) Conclusions sur l'étude statistique des crues -

Malgré l'imprécision qui caractérise l'observation des crues, nous avons pu adapter un certain nombre de lois statistiques de façon acceptable et définir l'ordre de grandeur des crues d'une fréquence donnée.

Nous constatons que les crues décennales présentent aussi bien pour la Liepvrette que pour le Giessen un caractère très distinctif. Les débits calculés ne correspondent pas au débit de pointe. Il est difficile de préjuger de sa valeur mais en raison de la rapidité des réactions de ces rivières, il doit atteindre des valeurs importantes.

Les résultats de cette étude peuvent être résumés et comparés à ceux fournis pour l'Ill par D. Fernandopulle ; en exprimant les débits remarquables en fonction du débit moyen  $\bar{q}$ .

	! Ill à Gerstheim		! Giessen à Sélestat		! Liepvrette à La Vancelle	
	! I	! II	! I	! II	! I	! II
Débit moyen $\bar{q}$	! 214 m <sup>3</sup> /s		! 47,3 m <sup>3</sup> /s		! 22,2 m <sup>3</sup> /s	
Crue décennale	! 1,85	! 1,89	! 1,86	! 1,90	! 1,76	! 1,76
Crue cinquantenaire	! 2,83	! 2,73	! 2,84	! 2,75	! 2,57	! 2,50
Crue centenaire	! 3,27	! 3,15	! 3,29	! 3,18	! 2,93	! 2,88
Crue millénaire	! 4,66	! 4,35	! 4,65	! 4,39	! 4,02	! 3,91

I Résultats donnés par la loi de Gauss Gibbrat

II Résultats donnés par la loi de Gumbel

Les deux lois donnent des résultats très semblables dans les trois cas.

Les coefficients exprimant les débits de crue en fonction de  $\bar{q}$  sont sensiblement les mêmes pour l'Ill et le Giessen.

## Chapitre IV

### Le bilan hydrogéologique

Nous avons établi que, dans certaines conditions, notamment en prenant pour période de référence l'année hydrologique, le bilan se réduisait à :

$$D = P - Q$$

D, le déficit d'écoulement intègre pour le bassin l'ensemble des phénomènes d'évaporation.

Nous étudierons donc ce terme, d'abord en tant qu'évapotranspiration, phénomène physique, puis en tant que déficit d'écoulement terme du bilan. La comparaison des résultats sera un indice précieux pour juger de la valeur des renseignements apportés par l'étude.

#### A. L'EVAPOTRANSPIRATION

=====

Les études générales montrent que l'évapotranspiration est relativement constante d'une année sur l'autre. Cette constante résulte du fait que ce phénomène est conditionné et limité d'une part par le pouvoir évaporant de l'atmosphère, d'autre part par la hauteur des précipitations. Cette constance n'est acceptable généralement qu'en première approximation. On a donc cherché à établir des formules donnant D à partir des éléments météorologiques les plus courants déterminant le taux d'évaporation.

- T, la température est censé représenter le pouvoir évaporant de l'air,
- P, la pluviométrie, les quantités d'eau disponibles.

Ces formules permettent le calcul de l'évapotranspiration moyenne annuelle. Elles négligent pourtant un élément très important : la variation saisonnière des phénomènes qui régissent l'évapotranspiration ; des formules d'un autre type sont employées pour évaluer l'évapotranspiration mensuelle. La méthode de Thornwaite est la plus généralement employée pour les calculs.

#### 1. L'évapotranspiration moyenne annuelle -

Deux formules donnant l'évapotranspiration annuelle en fonction de la température et des précipitations ont été employées :

- Formule de Cautagne -

$$D = P - \lambda P^2 \quad (1) \quad \lambda = \frac{1}{0,8 + 0,14 T}$$

P et D sont exprimés en mètres,

$$\text{si } P < \frac{2}{\lambda} \quad D = 0,20 + 0,035 T \quad (2)$$

- Formule de Turc -

$$D = \frac{P}{\sqrt{0,9 + \frac{P^2}{L^2}}} \quad L = 300 + 25 T + 0,05 T^3$$

D et P sont exprimés en mm.

Ces deux formules ont été employées pour le bassin de la Liepwrette et pour l'ensemble du bassin du Giessen. La température moyenne annuelle a été calculée, connaissant l'altitude moyenne du bassin et la variation de T avec l'altitude.

a) Bassin de la Liepvrette -

$$P = 1090 \text{ m}$$

$$T = 7^{\circ}9$$

- Formule de Coutagne :

$$\lambda = 0,525 \quad 1/2\lambda = 0,950 < P$$

On emploie donc la formule(2)

$$D = 470 \text{ mm}$$

- Formule de Turc :

$$L = 521$$

$$D = 475 \text{ mm}$$

b) Bassin du Giessen -

$$P = 1000$$

$$T = 8^{\circ}1$$

- Formule de Coutagne :

$$\lambda = 0,528 \quad 1/2\lambda = 0,947 < P$$

$$D = 484 \text{ mm}$$

- Formule de Turc :

$$L = 528$$

$$D = 472 \text{ mm}$$

L'évapotranspiration correspondant aux années exceptionnelles de la pluviométrie a été calculée. Les deux formules traduisent une stabilisation de l'évapotranspiration quand la pluviométrie augmente. On n'a pas pu tenir compte des variations de la température. L'interaction entre P et T est pourtant certaine à l'échelle annuelle ; finalement une forte augmentation de la pluviométrie doit provoquer une baisse de l'évapotranspiration pour l'ensemble du bassin.

Même pour les années sèches, les variations sont très faibles. Pour le bassin de la Liepvrette, l'évapotranspiration passe de 470 à 459 mm pour l'année centenaire sèche par la méthode de Coutagne et de 488 mm à 439 mm par la méthode de Turc.

Dans le bassin du Giessen, les variations sont légèrement plus importantes, passant de 475 à 444 mm pour l'année centenaire sèche (méthode de Coutagne).

## 2. Le déficit d'écoulement saisonnier -

La méthode de Thornthwaite est la plus couramment employée. Elle consiste à évaluer pour chaque mois une "évapotranspiration potentielle" en fonction de la température mensuelle et de la durée d'insolation.

Les généralités sur la méthode ne sont pas exposées, étant donné son emploi courant.

Les calculs comportent :

- le calcul des indices thermiques mensuels

$$i = \left( \frac{t}{5} \right) 1,514$$

- le calcul de l'évapotranspiration potentielle non corrigée

$$e = 1,6 \left( 10^{t/I} \right)^a$$

$$a = 0,49239 + 1792 \cdot 10^{-5} I - 771 \cdot 10^{-7} I^2 + 675 \cdot 10^{-9} I^3$$

L'évapotranspiration potentielle  $e$  est en fait déterminée grâce à un abaque (figure 30).

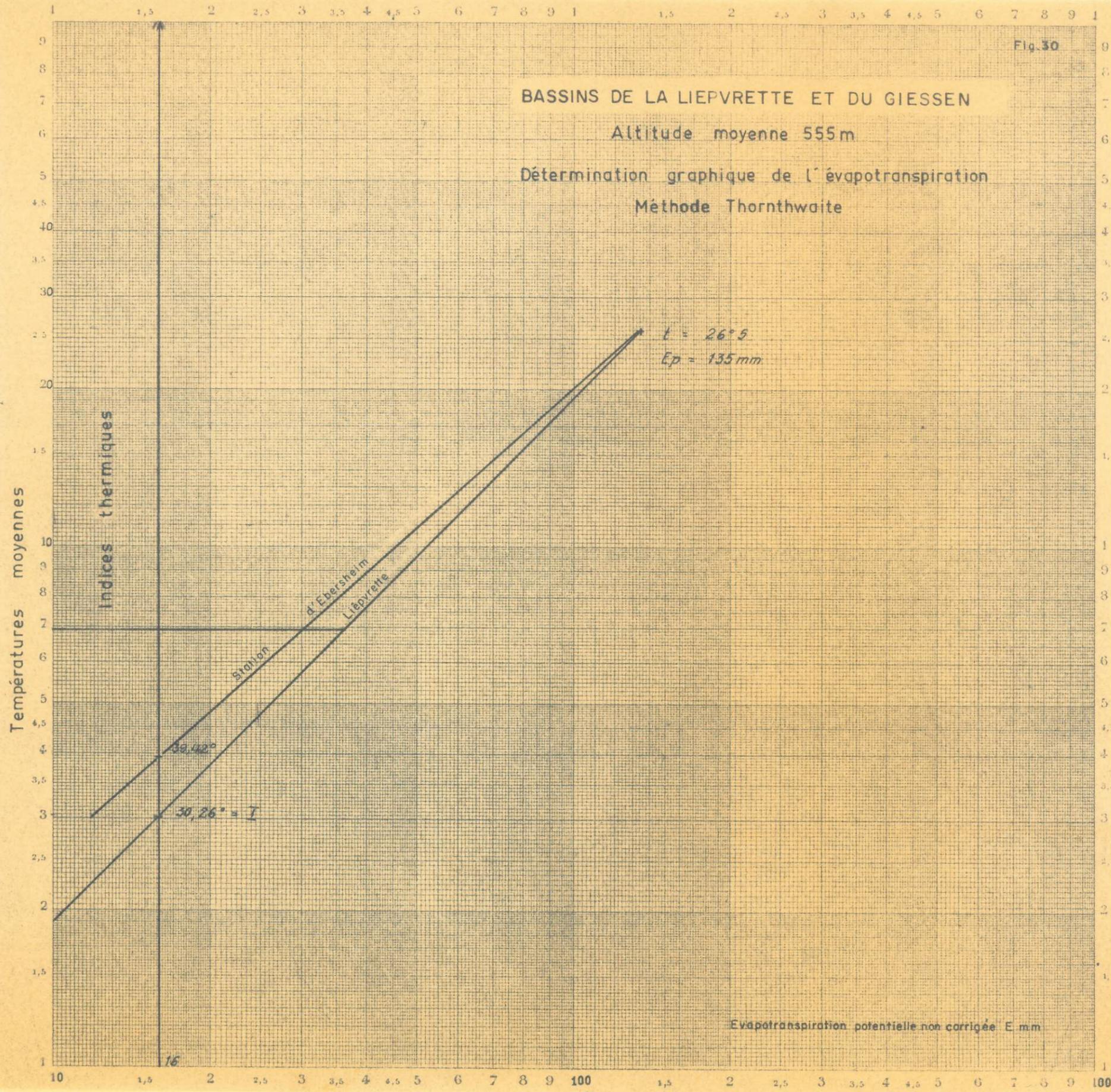
- $K$  coefficient de correction tenant compte de la latitude,
- évapotranspiration potentielle corrigée.

### BASSINS DE LA LIEPVRETTE ET DU GIESSEN

Altitude moyenne 555m

Détermination graphique de l'évapotranspiration

Méthode Thornthwaite



Il faut tenir compte de la variation des réserves A R d'un mois sur l'autre. THORNTHWAITE admet que la saturation du sol est atteinte lorsque les réserves superficielles cumulées atteignent 100 mm. Ce chiffre n'est qu'un ordre de grandeur, qui demanderait à être adapté à chaque cas particulier. Aucun élément ne nous permet de le faire, et nous verrons que, dans le cas étudié, cette valeur de saturation peut varier dans de larges limites sans changer le bilan.

On rédige de cette façon un tableau constituant un bilan mensuel pour le bassin pour arriver finalement à la détermination de l'évapotranspiration réelle et de l'excédent d'alimentation. Il est délicat de rapprocher cet excédent d'alimentation de l'écoulement que théoriquement il devrait engendrer. En effet, interviennent des phénomènes de rétention (nivale en hiver, rétention du bassin) qu'il est difficile d'apprécier.

#### Résultats -

##### a) Le bassin de la Liepvrette en amont de La Vancelle :

Les précipitations mensuelles ont été calculées à l'aide des coefficients relatifs mensuels caractérisant la station de Petit-Haut.

Nous pouvons remarquer que les précipitations sont supérieures à l'évapotranspiration potentielle, sauf aux mois de juillet et août où celle-ci est très légèrement excédentaire. De toutes façons, il n'y a jamais de "déficit agricole", c'est-à-dire que l'évapotranspiration réelle est tout le temps égale à l'évapotranspiration potentielle. Les réserves du sol ne sont que très légèrement entraînées pendant les mois de juillet - août, mais sont rétablies dès le mois de septembre.

L'excédent d'alimentation présente une variation saisonnière très nette. Plus de 80 % se situent pendant la période hivernale et le maximum est au mois de janvier. Nous avons vu les raisons pour

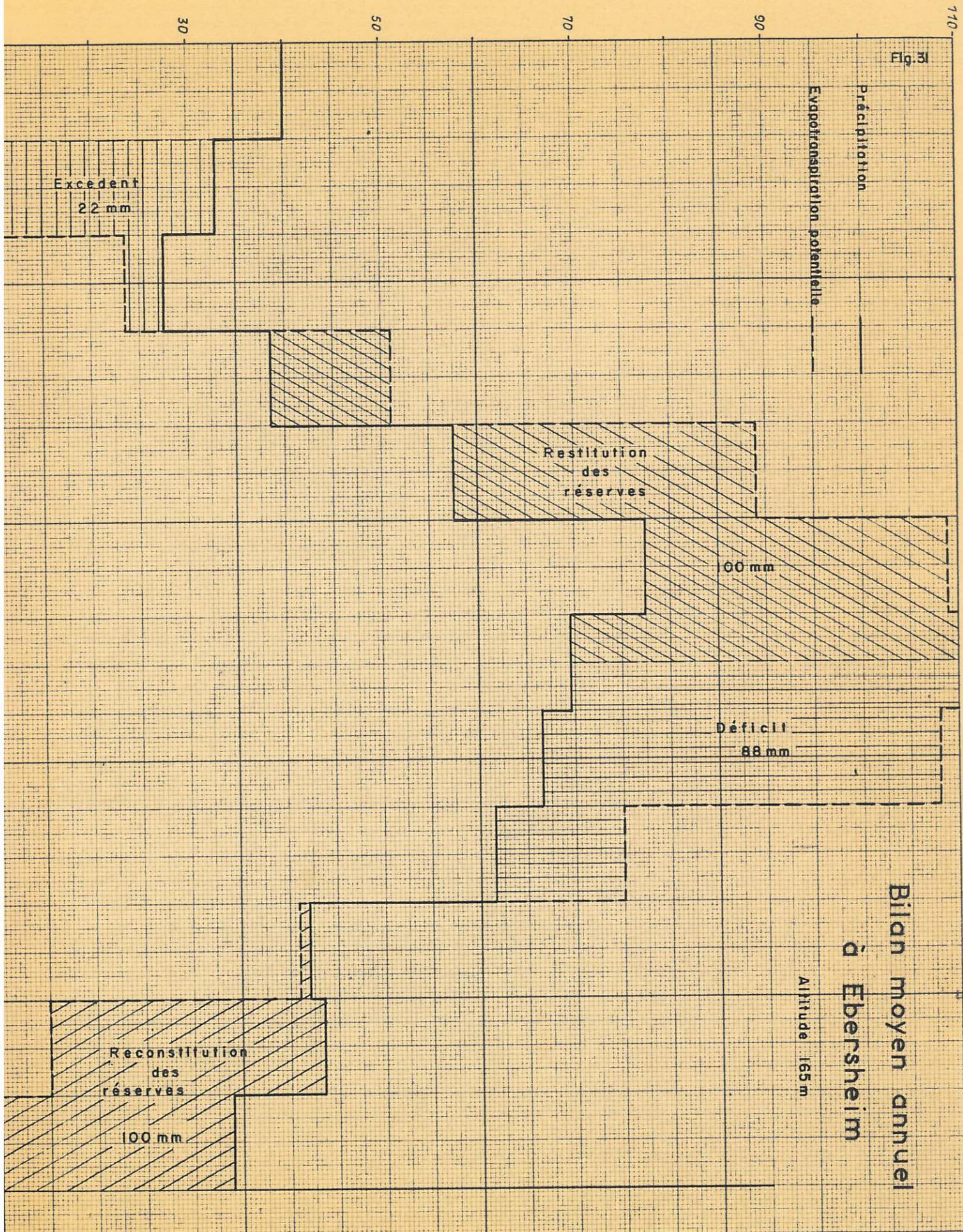
lesquelles le maximum de débit était retardé au mois de février. Pendant l'été, les débits restent beaucoup plus forts que l'excédent d'alimentation ne le laisse prévoir. A cela, deux raisons peuvent être données :

- le bassin présente une capacité de rétention propre. Une méthode employée couramment pour évaluer ce facteur est l'étude du tarissement du bassin en période de non influence. Les données de débit et la courbe de tarage sont trop approximatives pour permettre ce calcul.

- les résultats donnés par la méthode de Thornthwaite sont supérieurs de 50 à 100 mm à ceux déduits de la comparaison des précipitations et des débits. Cette remarque, très générale est vérifiée dans ce cas. On peut attribuer cette différence au fait que ces phénomènes n'ont pas la continuité et la régularité que leur attribue la méthode. Les précipitations d'été sont en général de type orageux et donc, violentes et de courte durée. Une saturation rapide de la zone de surface est atteinte, le surplus profitant directement à l'écoulement. Quelques jours de grande chaleur suffiront peut-être alors à épuiser les réserves du sol et limiteront l'évapotranspiration. Ces réserves seront reconstituées à la pluie suivante. C'est pour ce problème que la notion de saturation du sol devient importante. En définitive, même le bilan mensuel cache ce jeu complexe de la pluviométrie et de l'évaporation. Ce bilan éliminera le déficit agricole qui s'est peut-être manifesté pendant quelques jours, et fournira finalement une évapotranspiration trop forte.

Ces calculs ont été établis à partir de moyennes dans le temps et dans l'espace. Ils restent théoriques et ne donnent pas idée des diversités de situation qui peuvent se présenter. L'étude de la pluviométrie nous a cependant permis de constater une homogénéité assez nette pour l'ensemble du bassin de la Liepvrette - et le bilan doit présenter les mêmes caractéristiques excédentaire ou déficitaire en tout point du bassin. Le bilan indique pour l'année moyenne une situation nettement excédentaire, tout du moins globalement. Quelques mesures directes seraient nécessaires pour le vérifier.

Fig. 31



Bilan moyen annuel  
à Ebersheim

b) Bilan saisonnier à Ebersheim :

L'ensemble du bassin du Giessen n'a pas été étudié de la même façon. En effet, nous y possédons moins de données et il est beaucoup plus hétérogène. Cependant, les caractéristiques physiques et climatologiques montrent que pour l'ensemble du bassin il ne doit pas exister plus de "déficit" et que le bilan doit s'apparenter beaucoup à celui trouvé pour la Liepvetzte. Il nous a semblé plus intéressant de faire un bilan à Ebersheim et de caractériser ainsi les conditions climatologiques de la vaste zone agricole qui s'étend au débouché du Giessen dans la plaine du Rhin.

Les calculs sont présentés dans l'annexe 11 et les résultats reproduits graphiquement figure 31.

- L'évapotranspiration potentielle est supérieure à la pluviométrie pendant 6 mois, d'avril à septembre. Les réserves ici encore fixées à 100 mm comblent la différence en avril, mai, juin et une partie de juillet. Les mois de juillet, août, septembre présentent un déficit de 88 mm de pluie. Il est probable que ce déficit est moins important ; les réserves sont en effet vraisemblablement supérieures à 100 mm pour ces sols limoneux de plaine ; d'autre part, il y a sans doute un approvisionnement par la nappe phréatique.

La période où il existe des possibilités d'écoulement se réduit à quelques dizaines de mm aux mois de février et mars.

Bien que ces résultats soient schématiques, ils indiquent clairement la caractéristique déficitaire du bilan hydrologique dans cette zone de plaine.

## B. LES INFILTRATIONS ET LA NAPPE

=====

Les données relatives à l'infiltration dans le bassin du Giessen sont inexistantes.

Nous ne pouvons pas attribuer à l'infiltration les différences constatées entre le déficit d'écoulement et l'évapotranspiration. Elles sont liées à la précision des mesures.

Dans le chapitre 1, nous avons rapidement évalué les infiltrations dans la zone granitique de Sainte-Marie-aux-Mines, à  $250 \text{ mm/km}^2$ , infiltrations intégralement restituées à l'écoulement ou à l'évaporation pendant l'année hydrologique.

Les circulations dans les alluvions du Giessen et de la Liep-vrette doivent être faibles en raison de leur importante teneur en argile. On peut considérer que les infiltrations ne se font qu'à partir du débouché dans la plaine. Il nous est impossible de les évaluer. Cependant, la nature du cône alluvionnaire du Giessen fait penser qu'elles doivent rester faibles entre Val de Villé et Sélestat.

La figure 4 sur laquelle sont reportés les forages et les puits d'observation de la Commission Interministérielle de la nappe et les courbes de niveau du toit de la nappe en positions haute et basse, est difficile à expliquer. La forme de la nappe qui suggère un drainage par le Giessen correspondrait plutôt à la zone de faible perméabilité que forme le cône.

### C. LE BILAN INTERANNUUEL

=====

Nous avons étudié séparément tous les termes du bilan précipitations, écoulement et évapotranspiration. Le manque de données ne nous a pas permis de les calculer pour l'ensemble du bassin du Giessen, mais simplement pour le bassin de la Liepvrette en amont de la Vancelle. Examinons ces résultats :

Précipitations : La pluviométrie moyenne a été trouvée égale à 1090 mm. Les limites extrêmes de l'écart type ont pu être fixées entre 10 et 15 % et la pluviométrie des années exceptionnelles calculée.

Écoulement : Une loi de corrélation entre les débits et les précipitations a été trouvée :

$$Q = 0,926 H - 454$$

Elle permet donc l'utilisation de la série d'observations des précipitations.

Le déficit d'écoulement :

C'est théoriquement l'équivalent de l'évapotranspiration. Le calcul de celle-ci par plusieurs méthodes a donné les résultats suivants :

Formule de Coutagne	470 mm
Formule de Turc	475 mm
Formule de Thornthwaite	590 mm

On sait que cette dernière formule donne en général des résultats trop importants de 50 à 100 mm.

L'évapotranspiration varie peu. Avec la formule de Coutagne, on trouve une variation inférieure à 20 mm entre l'année moyenne et l'année centenaire sèche.

On peut envisager aussi le déficit d'écoulement comme la différence entre les précipitations et l'écoulement.

La corrélation précipitation - débit, nous donne alors la relation suivante :

$$D + H - Q = H (1 - 0,926) + 454$$

$$D = 0,074 H + 454$$

H étant la pluviométrie annuelle à la station de Petit-Haut.

Ces deux méthodes pour calculer le déficit d'écoulement vont nous permettre de juger de la valeur de l'ensemble des résultats.

Le tableau suivant réunit pour les années caractéristiques :

- la pluviométrie ; écart type pris égal à 12,5 %
- les débits ;
- l'évapotranspiration calculée par la méthode de Coutagne ;
- le déficit d'écoulement  $D = P - Q$
- r le coefficient de ruissellement  $Q/P$ , qui est en fait l'expression de Q en pourcentage.

Ces résultats seront exprimés en mm et en % par rapport à la pluviométrie.

Dans la dernière colonne, nous avons porté la différence entre l'évapotranspiration et l'écoulement qui figure en quelque sorte la précision du bilan.

On constate une anomalie. Le déficit d'écoulement  $D = H - Q$  augmente en valeur absolue quand la pluviosité diminue. Ceci résulte de la méthode de calcul. La pluviosité a été calculée à partir de sa moyenne et son écart type pris égal à 12,5 %. Les débits ont été calculés à partir d'une relation tenant compte des probabilités à Petit-Haut, où l'écart type est supérieur à 15 %.

Année	Précipitations	Débit	Evapotranspiration Contagne	Déficit d'écoulement	$\Delta e = D - E$
centenaire humide	1407	906	470	501	30
	100	64	33	36	3
cinquantenaire humide	1370	854	470	516	46
	100	62	34	38	4
décennale humide	1265	748	470	517	47
	100	59	37	41	4
moyenne	1090	570	470	520	
	100	52	43	48	5
décennale sèche	915	360	470	555	
	100	39	51	61	10
cinquantenaire sèche	809	242	465	567	
	100	30	57	70	13
centenaire sèche	773	201	459	572	
	100	26	59	74	15

Le graphique 32 présente l'évolution de l'écoulement et de l'évapotranspiration en pourcentage en fonction de la pluviométrie.

On voit que les meilleurs résultats sont fournis par les années humides et que pour l'année moyenne la différence est de 5%.

Nous constatons que, si le déficit d'écoulement n'est pas aussi constant que l'évapotranspiration calculée, ses variations sont réduites par rapport aux autres facteurs. Entre les années centenaires sèches et humides, la pluviométrie varie de 634 mm, l'écoulement de 705 mm et le déficit d'écoulement seulement de 70 mm. On peut donc penser qu'effectivement il correspond, pour la plus grande partie, à l'évapotranspiration.

Le déficit d'écoulement donne des valeurs situées entre celles fournies par les méthodes de Coutagne & Turc (environ 470 mm) et la méthode de Thornthwaite (590 mm). La valeur trouvée est tout à fait en concordance avec l'ensemble des données.

Le coefficient de ruissellement  $Q/P \times 100$  présente, quant à lui des variations très importantes, passant de 26 pour l'année centenaire sèche à 64 pour l'année centenaire humide. Sa valeur moyenne est de 52.

Pour l'ensemble du bassin du Giessen, nous ne possédons pas les valeurs de l'écoulement. Si nous le calculons à partir de la pluviométrie et de l'évapotranspiration, nous obtenons pour l'année moyenne :

$$Q = P - E$$

$$Q = 1000 - 484 = 516 \text{ mm}$$

Le bilan s'écrirait donc pour le bassin du Giessen :

$$P = Q + E$$

$$1000 = 516 + 484$$

En pourcentage - l'écoulement représente 51,6 %

- l'évapotranspiration 48,4 %

Variation du bilan de la LIEPVRETTE  
(en pourcentage)  
en fonction de la pluviométrie

D - Evapotranspiration

Q - Ecoulement

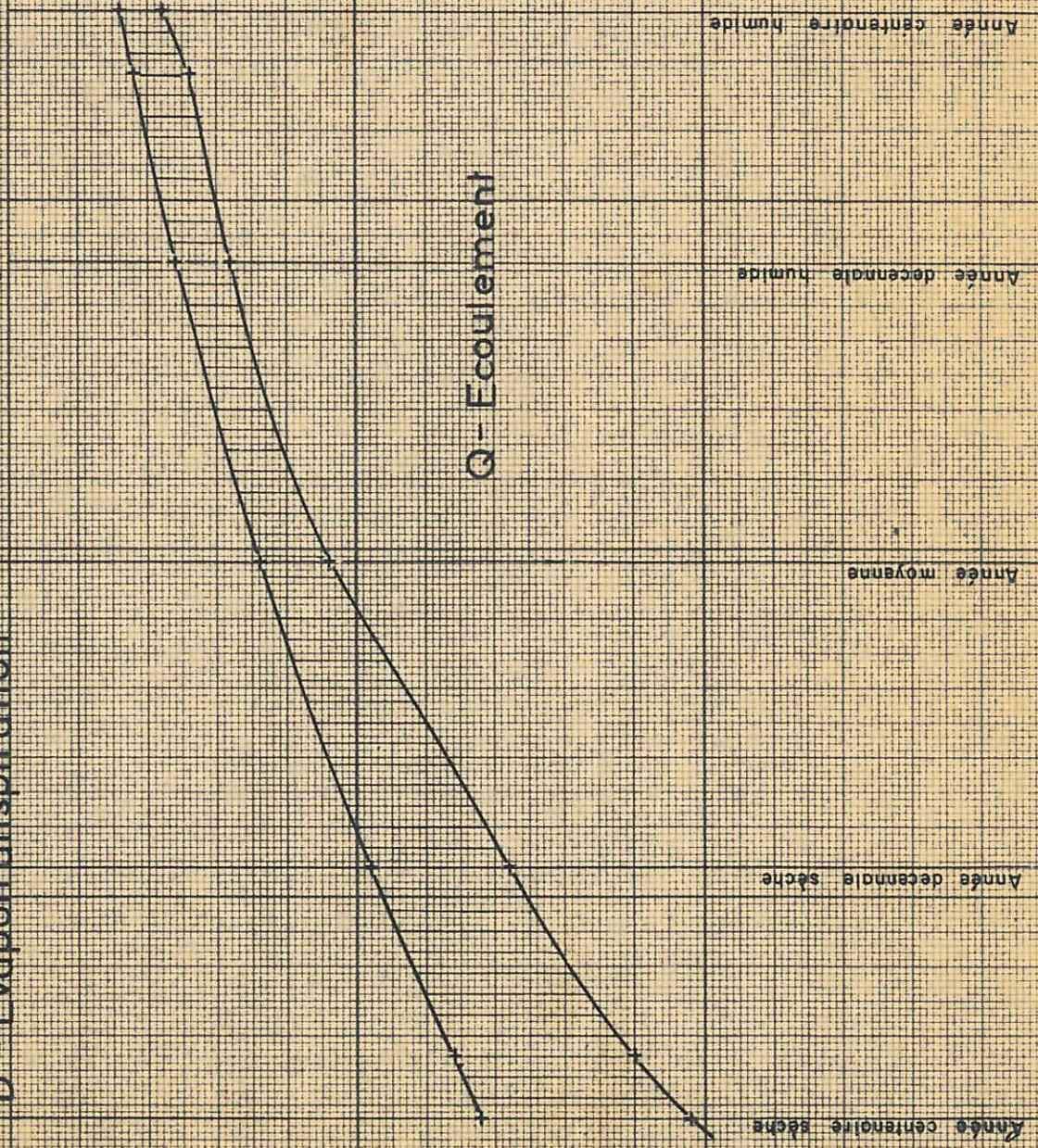


Fig. 32

100% 50% 0%  
Pluviométrie en mm

## C o n c l u s i o n s

Dans cette étude, nous avons exploité l'ensemble des données relatives à l'hydrologie des bassins de la Liepvrette et du Giessen.

Malgré la fragmentation et le manque de certaines données, un certain nombre de résultats ont été acquis :

- 1) Les caractéristiques physiques du bassin ont pu être définies.
- 2) Les qualités hydrologiques des différents terrains ont été étudiées. Ce sont les granites, et tout particulièrement les grès, qui forment les réservoirs les plus intéressants. Les alluvions se sont révélées argileuses et ne peuvent fournir de gros débits, aussi bien dans les vallées que dans le cône alluvionnaire de la plaine.
- 3) L'étude de la pluviométrie a permis d'individualiser les deux bassins de la Liepvrette (transition à tendance continentale) et du Giessen (transition à tendance océanique).

L'étude statistique a fourni les pluviométries des années remarquables :

		<u>Bassin de la Liepvrette</u>	<u>Bassin du Giessen</u>
Année moyenne		1090 mm	1000
Année décennale	sèche	915	840
	humide	1265	1160
Année cinquantenaire	sèche	809	743
	humide	1370	1256
Année centenaire	sèche	773	709
	humide	1407	1290

4) L'étude des débits nous a conduit à rechercher une corrélation pluviométrique entre la pluviométrie à Petit-Haut et les débits de la Liepvrette à La Vancelle.

$$Q_{\text{mm}} = 0,926 H - 454$$

Les variations saisonnières de l'écoulement ont été définies.

5) L'étude des crues a permis de donner l'ordre de grandeur des crues remarquables :

	<u>Liepvrette</u>	<u>Giessen</u>
Crue moyenne	22,2 m <sup>3</sup> /s	47,3 m <sup>3</sup> /s
décennale	39,1	90
cinquantenaire	57	130,5
centenaire	65	150,6
millénaire	89,3	208,2

6) On a constaté que l'évapotranspiration et le déficit d'écoulement étaient des termes relativement constants.

Les variations en pourcentage, par rapport à l'année normale sont de :

- Evapotranspiration 1 %
- Déficit d'écoulement 4,5%

7) Nous avons pu faire un bilan hydrologique pour l'année moyenne et les années caractéristiques.

Les résultats pour l'année moyenne sont les suivants pour la Vallée de la Liepvrette en amont de La Vancelle :

Précipitations	=	Débits	+	Evapotranspiration	
1090 mm	=	570	+	470	
100%	=	52%	+	43%	+(5%)

Les données et résultats ont été critiqués tout au long de l'étude. Les résultats comportent une marge d'erreur parfois importante, surtout quand ils ont été déduits d'une étude statistique. Ils sont cohérents, mais le bilan final, atteint à moins de 5 %, ne doit pas faire illusion ; les erreurs sur les différents facteurs peuvent se compenser. Valables dans les grandes lignes, ces résultats nous ont donné dès maintenant un certain nombre de valeurs indispensables.

Ils demandent cependant à être confirmés et précisés le plus rapidement possible. Nous avons donc défini un programme d'équipement, en vue de l'obtention rapide (quelques années) de nouveaux résultats.

-----

P l a n   d' E q u i p e m e n t

Stations météorologiques -

L'équipement météorologique comprendra un certain nombre de pluviomètres et de pluviographes. Dans la plupart des cas, il serait possible d'y adjoindre un thermomètre et un hygromètre, sans augmenter beaucoup le coût de l'opération.

- Pluviomètres destinés à l'étude de la répartition des précipitations :

- un pluviomètre pour la vallée moyenne de la Liepvrette à La Vancelle,
- un pluviomètre pour la basse vallée du Giessen, à la maison forestière de l'Ungersberg,
- un pluviomètre pour le bassin de l'Urbeiss à Charbes.

- Pluviographes : Ils permettent une analyse beaucoup plus fine de la pluviométrie, et notamment l'emploi de techniques classiques comme celle de l'hydrogramme unitaire. Ces pluviographes seront placés dans des zones importantes pour la genèse des crues.

- un pluviographe entre Sainte-Marie et le Col de Sainte-Marie,
- un pluviographe pour le bassin du Rombach au lieu-dit sur le chemin de la Hingrie,
- un pluviographe pour la haute vallée du Giessen sur les pentes du Champ du Feu dans la région de Steige.

Les mesures de nivométrie apporteraient des précisions dans la genèse des crues et leur prévision. Des tables de neige seront installées près du pluviomètre de Petit Haut et du Pluviographe de la Vallée de Rombach.

#### L'Equipement hydraulique -

L'étude du régime des débits est la plus importante sur le plan pratique. C'est également le terme du bilan qui peut être évalué avec le plus de précision. L'étude des autres termes résulte d'un échantillonnage alors que la mesure des débits est ponctuelle.

Nous proposons l'installation d'un certain nombre de limnigraphes, aux sites suivants :

- Sainte-Marie-aux-Mines : Ce limnigraphe pourrait être placé juste après le confluent du ruisseau arrivant de Briffosse. Il pourrait être pris en charge par le Syndicat des Usiniers de la Liepvrette. Cet appareil est particulièrement important pour l'étude de la Haute-Vallée.
- à Liepvre , à l'exutoire du bassin du Rombach.
- à La Vancelle, en remplacement de l'échelle limnimétrique.
- à Villé , deux appareils sur les Giessen de Steige et d'Urbeiss.
- en amont de la prise de l'Aubach, près du Val-de-Villé

Actuellement, il est prévu de remplacer l'échelle de Sélestat par un limnigraphe. Celui-ci n'aurait d'intérêt que pour l'étude des crues, étant donné les dérivations. Il ne semble pas possible de connaître avec précision les débits de ces prises d'eau. Ce serait pourtant le seul moyen d'évaluer les infiltrations.

D'autre part, des études de détail pourraient être entreprises, par exemple celle de la nappe des grès. Actuellement, elle alimente par des sources une grande partie de la vallée. Cette exploitation pourrait être améliorée par une étude générale des ressources, de l'alimentation et du mode de captage.

Une connaissance exacte des demandes en eau permettrait dès maintenant d'orienter les recherches et les aménagements en fonction des premiers résultats qui viennent d'être obtenus.

-----

BIBLIOGRAPHIE

Annales de l'I.P.G.S. (1890-1955) : Section météorologie

- ARLERY, GARNIER, LANGLOIS (1954) : Application des méthodes de Thornthwaite à l'esquisse d'une description agronomique du climat de la France - Revue de la météorologie - Octobre/Décembre p. 345.
- BASSAC C. (1958) : Barrage de Kruth/Wildenstein . Etudes climatologique et hydrologique - Service Génie Rural Mulhouse.
- BRIQUET A. (1924) : Les alluvions quaternaires de la plaine d'Alsace entre la Fecht et la Bruche - B.S.C.G.F. T.I.2, p. 65-76.
- CAUVIN E. (1958) : Notions d'hydraulique - Eyrolles.
- CONTAGNE A. (1942) : L'évaporation du sol et le déficit d'écoulement considérés du point de vue hydrographique, agronomique et climatique - La Météo, juillet.
- CONTAGNE A. (1958) : Etude générale des débits et des facteurs qui les conditionnent - La Houille Blanche 3, p. 228-245
- DAUBREE A. (1852) : Description géologique et minéralogique du département du Bas-Rhin.
- DUBOIS (1955) : La géologie de l'Alsace - H.S.C.G.A.L. n°13.
- DUBUS J. (1960) : La Lauch en amont de Guebwiller - Thèse de 3ème cycle Paris.
- ELLER (VON) J.P. (1959) : Analyse structurale du massif granitique situé au nord du pays gneissique de Sainte-Marie-aux-Mines - B.S.C.G.A.L. Tome 12.
- ELLER (VON) J.P. (1961) : Les gneiss de Sainte-Marie-aux-Mines et les séries voisines des Vosges Moyennes - H.S.C.G.A.L. n°19.
- FERMANDOPULLE D. (1961) : La Fecht, étude hydrologique - Thèse 3ème cycle, Paris.
- FERMANDOPULLE D. (1962) : Etude des drues de l'Ill en amont de Strasbourg. Génie Rural Haut-Rhin, Colmar.

- HENIN et TURC (1945) : Comparaison entre diverses formules reliant l'écoulement et les précipitations - C.R. Acad. Sci. T. 221 , p. 760.
- HILDWEIN G. (1961) : Contribution à l'étude géologique des dépôts triasiques du bassin Permien de Villé - D.E.S. Strasbourg.
- JULLIARD D.E. (1954) : L'enneigement dans les Vosges et la Plaine d'Alsace-Annales I P G S Géophysique 7 , Strasbourg.
- JUNG J. (1928) : Contribution à la Géologie des Vosges hercyniennes en Alsace. H.S.C.G.A.L. n°2.
- LECOLAZET R. (1950) : Les précipitations atmosphériques en Alsace et Lorraine - Annales I.P.G.S. Strasbourg.
- REMINERAS G., BOYER J. (1950) : Monographie hydrologique du bassin de la Maronne - La Houille Blanche 2 p. 102-124  
4 p. 441-465  
6 p. 788-807
- REMINERAS G. (1960) : L'hydrologie de l'Ingénieur - Eyrolles.
- REMP G. (1937) : Le climat d'Alsace.
- RIT A. (1962) : Etude hydrologique du bassin de la Bruche - Thèse 3ème cycle Strasbourg.
- ROCHE A. (1963) : Hydrologie de surface - Gauthier-Villars, Paris.
- SCHNABBLE E. (1923) : Sur l'origine tectonique des vallées du versant est des Vosges - C.R.Acad.Sci. T. CLXXVI p.693.
- SERRA H. (1953) : La mesure correcte des précipitations - La Houille Blanche n° 13, p. 152-158.

ANNEXE I : QUALITE CHIMIQUE DES EAUX

Lieu	Date	pH	Résidu sec	Dureté totale	T	Roche
Sources de la Chapelle Sud de Breitenau	13.3.47 13.3.47	5,9	34,0 mg/l	0,70	7°7	Grès vosgien
Source du Hüny St-Pierre aux Bois	27.9.51	6,9	136,0		10°4	Kohlbaechel
Source Hainfer Ste-Marie-aux-Mines	24.4.44	6,85	287,0	25,0	10°3	Gneiss
Rombach Aval de la Hugel	19.10.51	7,45	70	4,2	8°8	Granite
Tunnel Ste-Marie-aux- Mines	23.2.49	7,5	94	6,3	12°7	Granite
Petit Rombach riv. Vallon Bougival	14.2.49	7,35	51	2,8	5°5	Granite
Kientzville forage	28.6.50	6,3	142	6,8	11°2	Alluvions

ANNEXE II : VARIATIONS SAISONNIERES DE LA TEMPERATURE

Station	Altitude	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
STRASBOURG	145 m	1,1	2,3	6,1	10,0	14,5	17,4	19,1	18,1	14,8	9,6	4,8	1,9	9,9
ROTHLU	534 m	1,1	1,6	4,5	7,8	12,8	15,5	17,4	16,8	13,6	8,8	4,0	1,6	8,8
MUNSTER	390 m	0,80	1,69	4,72	8,05	11,66	15,32	17,50	16,60	13,40	9,05	3,92	1,37	8,65
METTAIRIE I	950 m	-1,3	-0,8	1,6	4,9	10,5	13,1	14,9	14,0	10,8	6,7	1,7	-0,4	6,3
METTAIRIE II	750 m	0,1	-0,5	2,2	5,5	11,0	13,3	15,6	14,3	11,7	7,8	2,7	-0,1	6,9
LAC NOIR	960 m	-1,10	-1,58	1,75	5,05	9,34	12,25	14,62	14,21	11,71	7,12	2,55	-0,52	6,47

ANNEXE 3 - VARIATIONS SAISONNIERES DE LA PLUVIOMETRIE

Station de Petit-Haut (alt. 620m)

	J	F	M	A	M	J	J	J	A	S	O	N	D	Année
MOYENNES	98,9	80,2	74,6	80,8	93,4	108,5	109,5	95,7	99,8	81,7	95,9	87,5	1106 mm	
Coefficient relatif mensuel	107	87	81	88	101	118	119	104	108	89	104	95	1200	
Médiane	98,3	70,4	73,4	73,9	90,9	101,5	108,4	89,9	93,8	69,6	84,3	77,2		
75 %	118,5	115,8	92,0	107,2	114,9	139,9	157,8	120,9	139	121,3	118,9	129,6		
25 %	62,8	39,2	57,0	53,5	65,0	80,7	66,2	64,7	52,5	32,8	52,6	48,7		
Maximum	205,2	266,8	231,8	225,8	180,3	218,2	220,2	193,3	215,5	253,7	258,3	188,4		
Minimum	14,6	11,6	8,7	18,1	13,1	19,6	18,7	31,6	25,4	10,6	9,6	22,6		
10 %	38,9	17,8	21,4	28,3	47,0	47,4	40,7	46,1	34,4	21,0	32,8	30,3		
90 %	168,0	165,7	117,3	131,4	149,3	171,1	86,2	166,7	182,9	189,4	227,6	158,4		

ANNEXE 4 - COMPARAISON DES PRECIPITATIONS MENSUELLES MOYENNES

aux stations de PETIT-HAUT et de PETITE LIEPVRE

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Total Annuel
PETIT-HAUT	98,9	80,2	74,6	80,8	93,2	108,5	109,5	95,7	99,8	81,7	95,9	87,5	1106
Période 40 ans													
Coefficients relatifs mensuels	107	87	81	88	101	118	119	104	108	89	104	95	1200
1948 - 1965	115,2	101,2	48,8	67,9	86,3	121,5	103,7	105,4	84,0	72,8	99,9	89,3	P.froide 562 P.chaude 638 1096,0
Coefficients relatifs mensuels	126	111	55	74	95	133	114	115	92	80	109	98	1200
													P.froide 571 P.chaude 629
PETITE-LIEPVRE	128,6	121,6	54,6	84,4	97,6	134,5	125,2	112,2	93,2	84,9	110,3	107,2	1254,3
Coefficients relatifs mensuels	125	116	52	81	93	128	120	107	89	81	105	103	1200
													P.froide 580 P.chaude 518

ANNEXE 5 - COMPARAISON DES PRECIPITATIONS AUX STATIONS DE

SAINT-MARTIN-DE-VILLE, ROTHAU et LA METAIRIE

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
<b>SAINT-MARTIN-DE-VILLE</b>												
1948-1961	110,2	105,9	51,5	83	74,5	89,6	84,9	93,4	73,7	65,1	84,3	1007,1
Coef. relatif mensuel	131	126	61	99	89	107	101	111	88	78	100	1200
<b>ROTHAU</b>												
1948-1961	138	132	58	82	78	120	117	119	98	95	115	1278
Coef. relatif mensuel	130	124	55	79	75	112	109	111	92	89	107	1200
<b>ROTHAU</b>												
1901-1960	135	114	91	99	90	103	109	104	98	101	116	1286
Coef. relatif mensuel	127	106	85	92	84	96	102	97	92	94	108	1200
<b>METAIRIE</b>												
1901-1932	139	127	102	139	110	105	116	118	118	118	132	1472
Coef. relatif mensuel	112	104	83	110	50	89	94	96	96	96	108	1200

ANNEXE 6 - CALCUL DE LA CORRELATION PLUVIOFLUVIATILE A LA VANCELLE

	$H_{mm}$	$H/H_0 \times 100$	$Q_{mm}$	$Q/Q_0 \times 100$	$H/H_0 - 100$	$Q/Q_0 - 100$	$X^2$	$Y^2$	XY	$Y - 1,80X =$	$\Sigma^2$	$Q$ calculé
1949/1950	876	79	401	70	-21	-30	441	900	630	+7,8	60,84	357
1950/1951	1186	107	636	112	+7	+12	49	144	84	-0,6	0,36	644
1951/1952	1224	111	665	117	+11	+17	121	289	187	-2,8	7,84	679
1952/1953	1161	105	579	102	+5	+2	25	4	10	-7	49,00	621
1953/1954	905	82	268	47	-18	-53	324	2809	954	-20	424,36	384
1954/1955	1262	114	657	116	+14	+16	196	256	224	-9,2	84,64	714
1955/1956	1067	96	601	106	-4	+6	16	36	-24	1,2	1,44	534
1956/1957	1094	99	455	80	-1	-20	1	400	20	18,2	331,24	559
1957/1958	1111	100	477	84	0	-16	0	256	0	-16	256,00	574
1958/1959	1224	111	727	128	+11	+28	121	184	308	8,2	67,24	679
1959/1960	880	79	477	84	-21	-16	441	256	336	21,8	475,24	361
1960/1961	1268	114	876	154	+14	+54	196	2862	756	28,8	829,44	720
Noyennes	1104		568		127	270	1931	8966	3489	142,2	2587	
	$H_0$		$Q_0$		105							

ANNEXE 7 - ETUDE DES DEBITS A LA VANCELLE

Année	H	J	J	A	S	O	N	D	J	F	M	A	$\Sigma$	Débit moyen
1949/1950	1,52	1,17	0,29	0,52	0,3	0,35	0,66	2,16	1,71	5,14	1,84	2,5	17,96	1,49
1950/1951	1,90	1,07	0,90	0,74	1,57	1,26	4,20	5,78	5,48	2,25	2,94	2,30	28,39	2,36
1951/1952	1,22	2,60	1,61	0,71	0,65	0,50	3,77	2,29	3,68	5,29	5,55	3,84	29,69	2,47
1952/1953	0,90	0,47	0,59	0,48	1,25	4,15	8,25	4,75	0,90	2,00	1,55	0,80	25,85	2,15
1953/1954	0,32	2,95	2,19	0,56	0,25	0,30	0,25	0,25	1,42	0,61	1,29	1,85	11,96	0,996
1954/1955	0,56	0,30	0,26	0,65	1,27	8,33	1,55	5,94	6,25	4,7	3,1	2,56	29,25	2,44
1955/1956	1,87	3,16	2,54	1,42	1,73	1,71	1,50	3,05	3,71	1,68	2,81	1,67	26,83	2,23
1956/1957	1,1	1,0	1,65	0,81	1,1	1,71	1,64	1,74	2,16	5,21	1,42	0,73	20,27	1,69
1957/1958	0,26	0,80	0,61	0,52	0,50	0,32	0,37	0,87	2,42	9,20	3,29	2,10	21,26	1,77
1958/1959	2,54	2,03	1,10	1,97	2,07	3,14	3,24	3,52	7,79	1,82	0,77	2,37	32,36	2,70
1959/1960	2,77	1,30	1,1	0,90	0,25	0,26	0,50	0,50	3,52	4,9	4,39	0,93	21,32	1,77
1960/1961	2,27	4,35	2,42	4,05	2	2,32	3,9	2,58	3,26	5,95	2,35	5,6	39,05	3,25

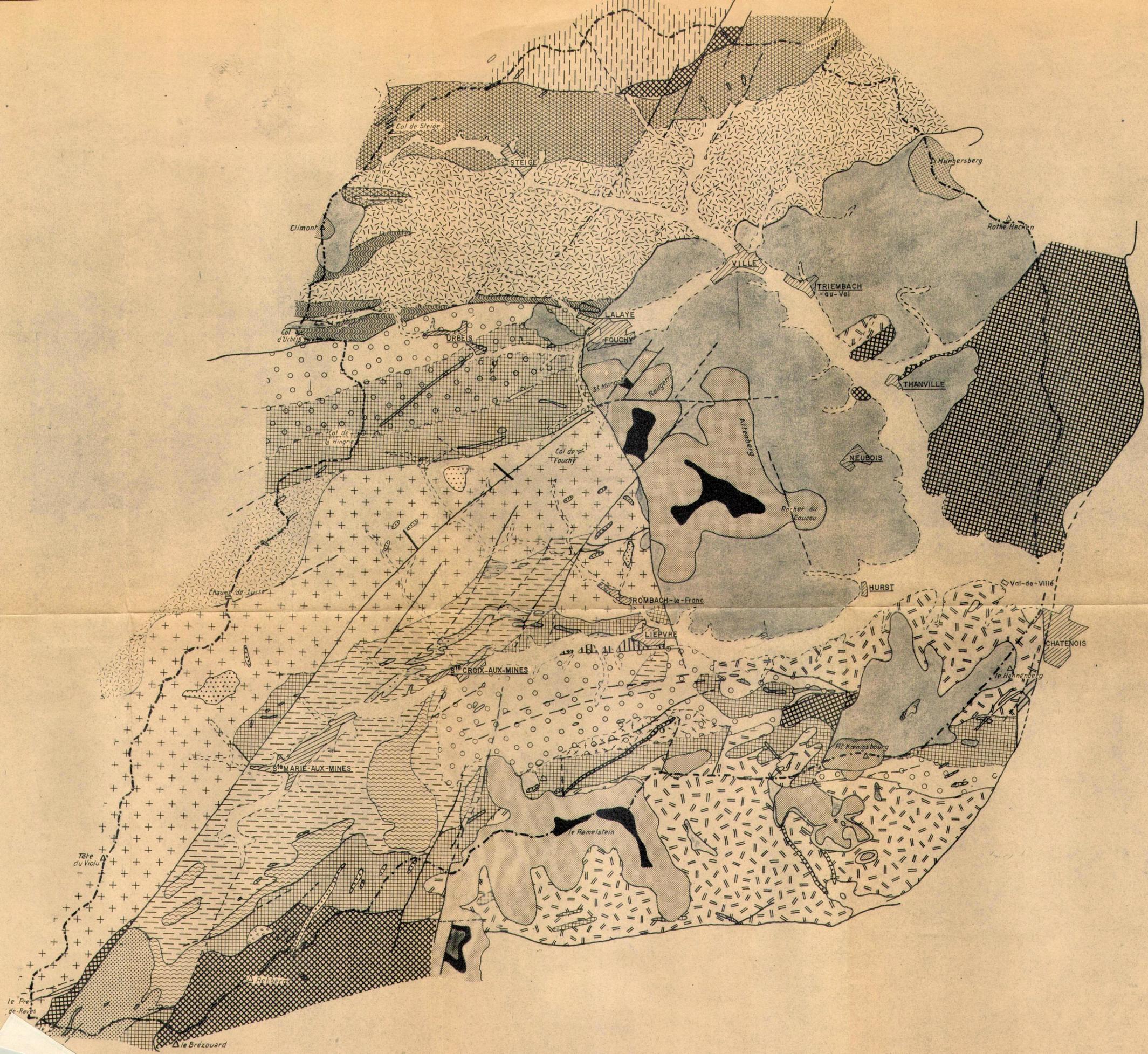




# ETUDE HYDROLOGIQUE DE LA LIEPVRETTE ET DU GIESSEN

## CARTE GEOLOGIQUE

ECHELLE 1/50000



### LEGENDE

	Granite porphyroïde à biotite et actinote (granite des crêtes)		Calcaires cristallins
	Granite porphyroïde à biotite		Granulites
	Granite porphyroïde à deux micas et quartz automorphe		Péridotites et serpentines
	Microgranites, granophyres et rhyolite en filons		Gneiss ocellés syénitiques
	Gneiss à sillimanite fibreuse et leptynites sombres		Micaschistes (Lalaye-Lubine)
	Leptynites claires		Schistes de Villé
	Gneiss à sillimanite et cordiérite		Schistes de Steige
	Gneiss rubanés et gneiss granitiques à sillimanite, cordiérite ou grenat		Grès à Voltzia TRIAS } Conglomérat principal Grès vosgien
	Complexe de granites clairs et gneiss granitiques		
	Gneiss à grenat et sillimanite		PERMO-CARBONIFERE
	Gneiss à amphibole et amphibolites		

# ETUDE HYDROLOGIQUE DES VALLEES DE LA LIEPVRETTE ET DU GIESSEN

## CARTE ORO-HYDROGRAPHIQUE

Echelle 1:50000



### LEGENDE

- Limite de bassin versant
- Bassin versant partiel et sa surface
- Courbe de niveau et sa cote
- Zone d'altitude supérieure à 900m
- Équipement hydrométéorologique - Pluviomètre
- Echelle
- Rivière d'ordre N° 1
- " " 2
- " " 3
- " " 4
- " " 5

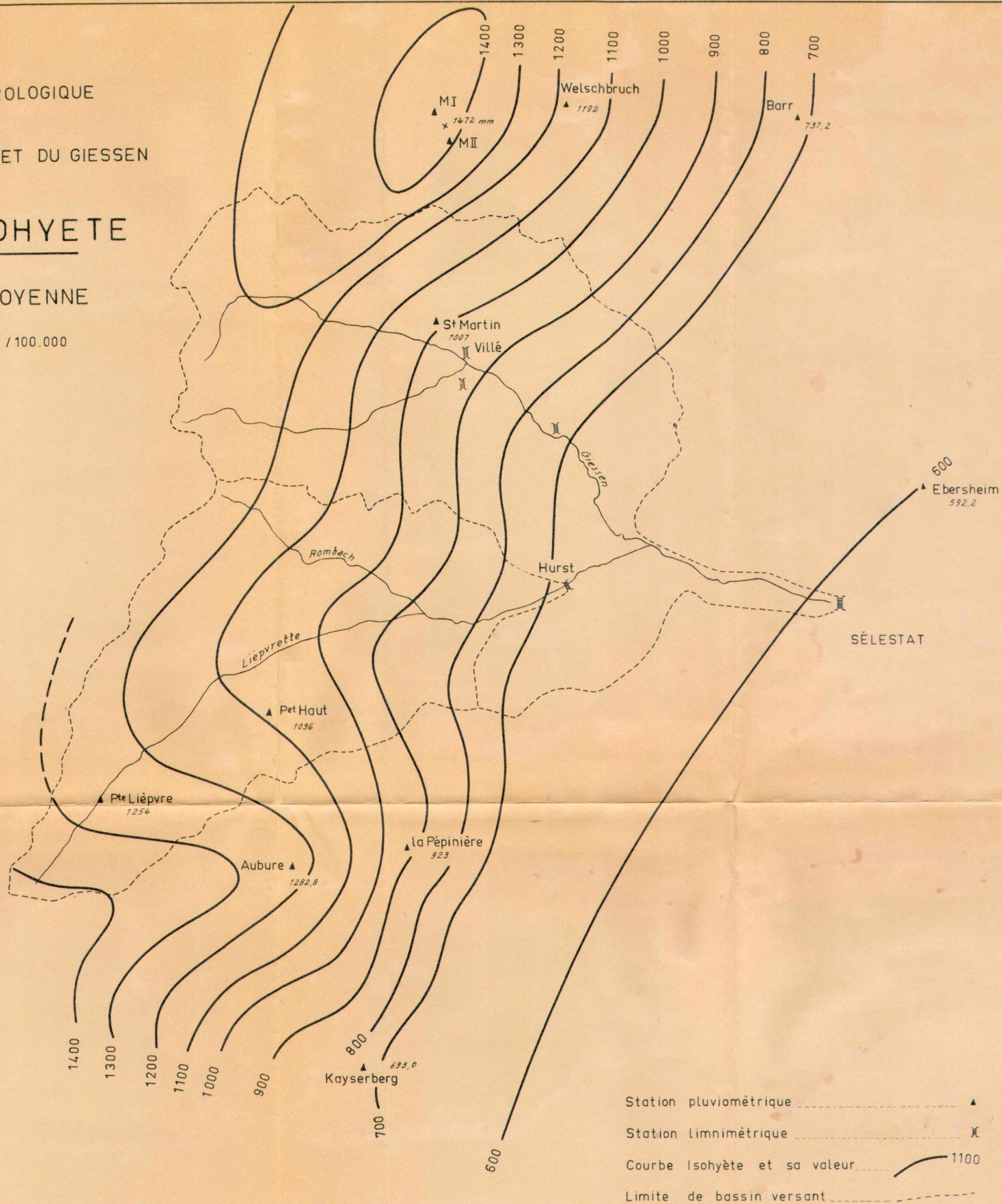


ETUDE HYDROLOGIQUE  
DE  
LA LIEPVRETTE ET DU GIESSEN

CARTE ISOHYETE

ANNEE MOYENNE

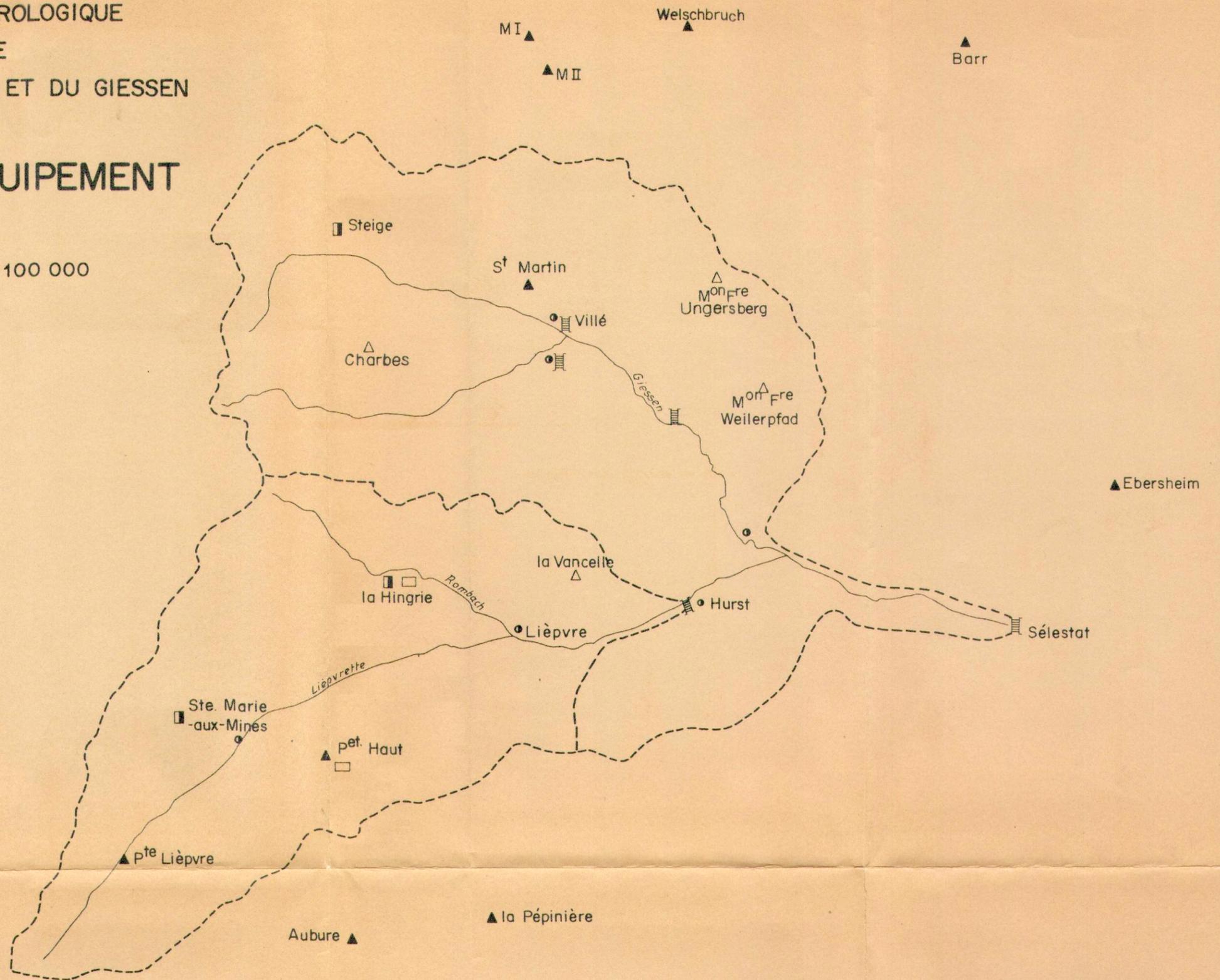
ECHELLE : 1 / 100.000



ETUDE HYDROLOGIQUE  
DE  
LA LIEPVRETTE ET DU GIESSEN

PLAN D'EQUIPEMENT

ECHELLE 1/100 000



Equipement  
actuel      à prévoir

Pluviomètre	▲	△
Pluviographe		▣
Echelle	⌈	
Limnigraphe		●
Table de neige		□