

11095  
Fog  
BEL

RCD12

H0000013

BREF APERCU DE LA  
CLIMATOLOGIE DU  
SENÉGAL

par

Guy De Lannoy  
Expert associé en Horticulture

novembre 1975

## AVANT-PROPOS

Il n'est plus nécessaire, à l'heure actuelle, d'insister sur l'importance écologique que présentent en Horticulture les facteurs climatiques.

En effet, vis-&-vis des végétaux et des légumes en particulier, le climat ne leur est pas toujours favorable et constitue souvent un frein à l'obtention de produits de masse et de qualité, devant être présentés sur les marchés à une époque bien déterminée.

Cependant, les contraintes climatiques ainsi imposées aux cultures n'existent pas avec la même intensité dans tout le Sénégal: il en résulte des possibilités variables de production légumière pour chaque région,

Tandis que les facteurs édaphiques les plus limitants sont la salinité et les déficiences minérales, les plus contraignants des facteurs climatiques sont :

- les précipitations (sécheresse mais aussi excès d'eau) ;
- l'humidité (développement de certaines maladies) ;
- la température (chaque plante présente un minimum, un optimum et un maximum thermique) ;
- la lumière (photopériodisme) ;
- les vents (effets mécaniques, évapotranspiration).

Un certain nombre d'artifices cultureux (irrigation, établissement de brise-vent...) permettent de satisfaire en partie les exigences écoclimatologiques de la plupart des légumes, mais cela se traduit en général par une élévation des coûts de production, rendant celle-ci moins compétitive vis-&-vis de concurrents écologiquement mieux placés sur le plan climatique,

Etant donné donc l'importance des paramètres écologiques pour la majorité des cultures légumières, il nous a paru intéressant de dire quelques mots du cadre climatique dans lequel s'inscrit l'Horticulture au Sénégal.

D'autre part, le second objectif de la présente publication est d'essayer d'intégrer les observations météorologiques recueillies au C.D.H. dans le contexte climatique général.

Cet aperçu de la climatologie du Sénégal constitue en quelque sorte une synthèse de données bibliographiques. Nous y aborderons successivement l'étude des grands facteurs du climat en Afrique Occidentale, des climats régionaux au Sénégal et des différentes saisons dans la presqu'île du Cap-Vert.

Enfin, nous présenterons, surtout sous forme de graphiques, quelques éléments du climat, en insistant plus particulièrement sur les stations de Dakar, Saint-Louis et Ziguinchor.

---

---

---

---

## TABLE DES MATIERES

### Pages

AVANT-PROPOS

TABLE DES MATIERES

### CHAPITRE I

#### LES PRINCIPAUX FACTEURS DU CLIMAT

1. Le mouvement apparent du soleil	1
2. Les centres d'action	
2.1. L'anticyclone des Açores	5
2.2. L'anticyclone de Sainte-Hélène	7
2.3. L'anticyclone de Lybie	
2.4. La dépression saharienne	8
3. Les masses d'air	
3.1. L'alizé boréal maritime	9
3.2. L'alizé boréal continental	
3.3. L'harmattan	10
3.4. L'alizé austral	11
4. Les fronts	
4.1. Le front intertropical ou F.I.T.	
4.1.1. Structure	13
4.1.2. Déplacements saisonniers	14
4.1.3. Zones de temps associées au F.I.T.	17
4.2. Le front des alizés maritimes ou F.A.M.	20

### CHAPITRE II

#### LES CLIMATS REGIONAUX

1. Le climat soudanien	21
2. Le climat sahélien	23
3. Le climat subguinéen	
4. Le climat subcanarien	24

	<u>Pages</u>
<u>CHAPITRE III</u> <u>LES SAISONS DANS LA PRESQU'ILE DU CAP-VERT</u>	25
<u>CHAPITRE IV</u> <u>LES ELEMENTS DU CLIMAT</u>	
1. Les précipitations	27
2. Les températures	39
3. La longueur du jour	
4. L'humidité relative	42
5. Les vents	
6. L'insolation	45
7. L'évaporation	
<u>INDEX BIBLIOGRAPHIQUE</u>	48

## CHAPITRE 1

### LES PRINCIPAUX FACTEURS DU CLIMAT

Le territoire sénégalais, situé dans la zone géographique intertropicale entre  $12^{\circ} 18'$  et  $16^{\circ} 36'$  de latitude nord et entre  $11^{\circ} 21'$  et  $17^{\circ} 32'$  de longitude ouest, offre du point de vue climatique une situation assez originale dans l'ensemble de l'Afrique de l'Ouest.

Cependant, bien que le Sénégal possède un climat très particulier par rapport à ses voisins, il n'est guère possible d'entreprendre son étude sans avoir présents à l'esprit les grands facteurs régissant l'évolution des phénomènes climatiques en Afrique Occidentale.

#### 1. LE MOUVEMENT APPARENT DU SOLEIL

Il est admis que la climatologie de l'Afrique Occidentale est sous la dépendance étroite de conditions aérologiques liées à la position du soleil, les différentes phases de son mouvement apparent déterminant une série de complexes climatiques fondamentaux (centres d'action anticycloniques, masses d'air et courants atmosphériques majeurs) qui par leurs déplacements ou modifications engendrent les principales variations climatiques dans le temps et dans l'espace.

Quand le soleil se trouve au-dessus de l'équateur, les rayons traversent l'atmosphère suivant la verticale; l'air surchauffé se dilate et tend à s'élever.

Cette ascension d'air chaud donne lieu à des précipitations abondantes et crée dans la bande équatoriale une zone de basses pressions : à l'équateur astronomique se superposent donc un équateur thermique et un équateur barométrique.

Une fois refroidies et asséchées, ces masses d'air s'écoulent vers les tropiques (contre-alizés) soit elles contribuent à maintenir les hautes pressions.

Cette zone de hautes pressions (anticyclone) est caractérisée par une absence de précipitations au-dessus des continents (où elle engendre une zone aride) et même au-dessus des océans.

C'est l'anticyclone tropical qui est responsable des vents secs (alizés ou "easterlies") qui circulent en permanence en direction de l'équateur.

Entre, d'une part, la zone équatoriale toujours humide et, d'autre part, la zone subtropicale toujours sèche, s'intercale la zone intertropicale qui, suivant les saisons, relève du point de vue climatique, tantôt de la première, tantôt de la seconde,

Le soleil, dans sa marche apparente vers le tropique du Cancer ( $23^{\circ} 27'$ ) qu'il atteint en juin, entraîne avec lui l'équateur thermique et l'équateur barométrique, c'est-à-dire la zone du maximum d'échauffement ainsi que celle du maximum de précipitations (il en est de même quand il reprend sa marche vers le sud en direction du tropique du Capricorne).

Par conséquent, lorsqu'il passe au zénith d'une région donnée, et ce passage est double en chaque point du territoire sénégalais, il est cause de chaleur et de pluies par suite de la verticalité des rayons, des jours plus longs et de la présence d'une masse d'air équatorial humide ("mousson"). Cette région peut alors être assimilée à la zone équatoriale et c'est pour elle la saison des pluies.

Au contraire, quand le soleil la fuit pour passer dans l'autre hémisphère, son éloignement vers le sud est cause de fraîcheur et de sécheresse par suite de l'obliquité des rayons, des jours moins longs et de la présence des alizés. Cette reconquête de la région considérée par les alizés marque alors pour elle le début de la saison sèche.

En ce qui concerne Dakar, il est intéressant de noter que (fig. 1) :

- lors du premier passage au zénith (nuit du 30 avril au 1er mai) s'achève la période la plus sèche de l'année (février à avril);
  
- l'apogée des précipitations qui a lieu en août coïncide avec le second passage au zénith (nuit du 14 au 15 août).

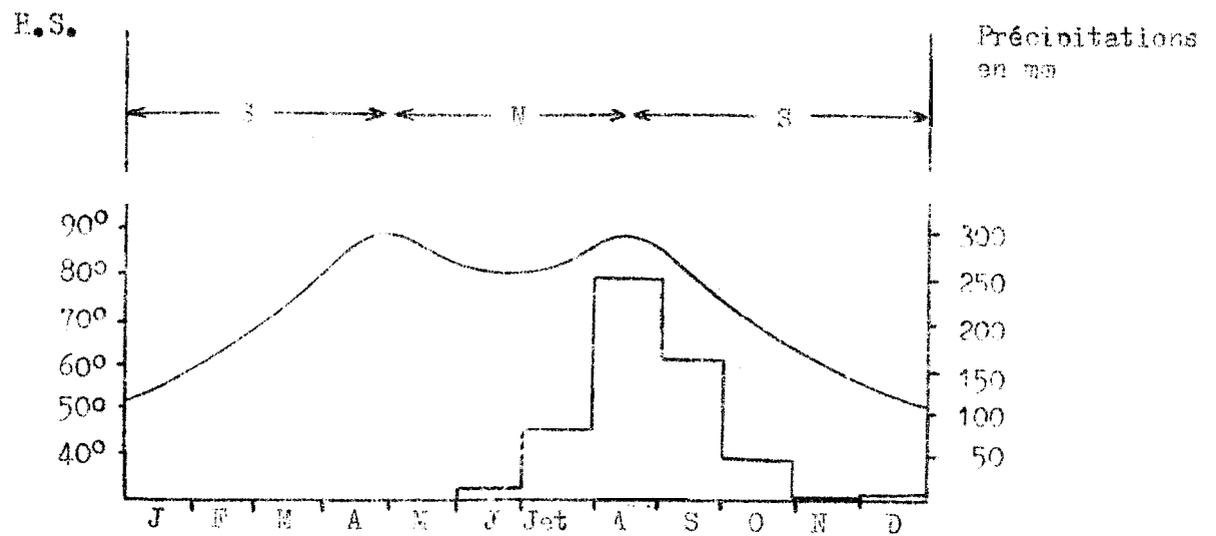


Fig. 1 - Hauteur du soleil (à midi) et régime des pluies (moyennes 1930 - 1960) à Dakar.

## 2. LES CENTRES D'ACTION

En Afrique Occidentale, l'évolution saisonnière se confond avec celle des courants aériens dans les basses couches de l'atmosphère, ceux-ci étant entièrement commandés par quatre centres d'action :

- l'anticyclone des Açores,
- l'anticyclone de Sainte-Hélène,
- l'anticyclone de Lybie,
- la dépression saharienne.

Les trois anticyclones subtropicaux, éléments fondamentaux de la circulation générale, sont à l'origine de l'évolution du temps par suite de leurs variations de cote et changements de position qui ont comme conséquences directes un déplacement et une évolution de la zone intertropicale de convergence (zone de confluence où s'opposent le flux maritime dû à l'anticyclone des Açores et celui dû à l'anticyclone de Sainte-Hélène).

### 2.1. L'anticyclone des Açores

Cet anticyclone est situé au nord de la zone intertropicale de convergence (Z.I.C.).

En janvier-février, il est à sa position la plus méridionale, repoussant la Z.I.C. au sud du  $10^{\circ}$  ET, tandis que sa position la plus septentrionale est atteinte en juillet-août. La Z.I.C. se situe alors au nord de l'Afrique sahélienne (fig. 2).

Il dirige sur l'Afrique de l'Ouest un flux de secteur nord à nord-est : les alizés.

Ce sont des vents : frais, riches en vapeur d'eau (par suite de la position maritime de l'anticyclone) et localisés dans les parties inférieures de l'atmosphère. Leur humidité absolue est de l'ordre de 6 à 10 gr. m<sup>-3</sup>.

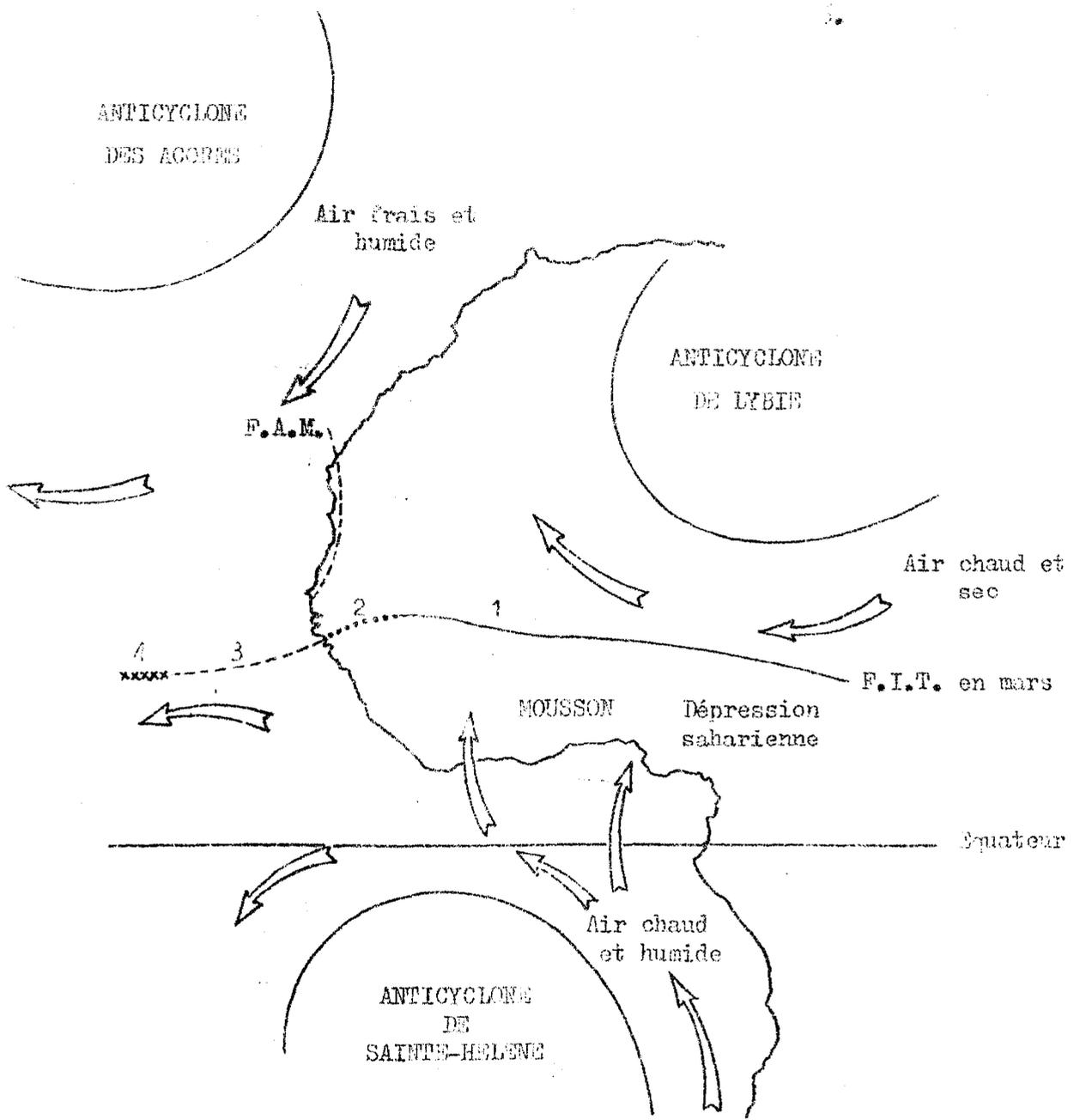


Fig. 2 - Centres d'action (position moyenne), vents et fronts

- 1- F.I.T. continental
- 2- F.I.T. semi-continental
- 3- F.I.T. maritime
- 4- Z.I.C.

Vitesse et extension des alizés dépendent évidemment de la force et de la position de l'anticyclone qui les engendre,

## 2.2. L'anticyclone de Sainte-Hélène

Il est à sa position la plus méridionale en janvier, mais son extension méridienne entre les  $20^{\circ}W$  et  $5^{\circ}E$  est telle qu'il intéresse toujours les régions voisines de l'équateur.

Par contre, lorsque sa position la plus septentrionale est atteinte (en août), ce sont les régions situées au nord de l'équateur et en particulier les côtes du golfe de Guinée qui sont concernées.

Comparativement à l'anticyclone des Açores, il est caractérisé par une faible amplitude des mouvements saisonniers et une faible variation de position moyenne (cette dernière étant plus proche des tropiques que celle de l'anticyclone des Açores).

C'est lui qui est responsable de ce vent chaud, très riche en vapeur d'eau : la "mousson". L'humidité absolue de la masse d'air qui lui est associée est de l'ordre de  $15 \text{ à } 18 \text{ gr. m}^{-3}$ .

## 2.3. L'anticyclone de Lybie

Il s'agit d'un anticyclone continental, non permanent dans les basses couches de l'atmosphère et qui dirige sur l'Afrique sahélienne (plus particulièrement de novembre à mai) un flux de secteur est connu sous le nom d'harmattan. Celui-ci, de par la latitude et la position continentale de l'anticyclone, est un vent chaud et sec (humidité absolue de l'ordre de  $5 \text{ gr. m}^{-3}$ ).

En cas de situation peu perturbée sur le nord de l'Afrique, anticyclones des Açores et de Lybie sont soudés : l'harmattan atteint alors les côtes ouest-africaines (Sénégal).

A 500 et 700 mb, l'anticyclone de Lybie devient permanent, ce qui explique la présence de l'harmattan au-dessus des alizés en saison sèche et au-dessus de la mousson en saison des pluies,

#### 2.4. La dépression saharienne

Entre les trois centres d'action anticycloniques, se tient en permanence une vaste dépression thermique appelée dépression saharienne (bien que sa position pendant l'hiver boréal est beaucoup plus méridionale que le Sahara).

### 3. LES MASSES D'AIR

#### 3.1. L'alizé boréal maritime

Issu de l'anticyclone des Açoras, il progresse vers l'Afrique Occidentale à partir de novembre et passe sur les côtes mauritaniennes et sénégalaises, après avoir été dévié dans sa progression par le voisinage du continent surchauffé.

Dès février, son action est prépondérante jusqu'aux îles du Cap-Vert à l'ouest d'une ligne parallèle à la côte et passant par Dagana et M'Bour.

Ce courant, appelé également alizé atlantique, est la cause directe du climat particulier de la côte sénégalaise, appelé "climat subcanarien".

Il se superpose en effet au courant des Canaries (courant marin) qui longe la côte mauritanienne et une partie de la côte sénégalaise, devenant ainsi plus frais et humide.

Au moment de son minimum d'intensité à Dakar, il cède parfois la place au vent d'est. Son maximum se situe en mars-avril : il atteint alors fréquemment la vitesse de 10 m/sec.

A partir du mois de juin, le front méridional de l'alizé remonte vers le nord, s'effaçant devant la "mousson", tout en retardant son avance.

Dès lors, il ne touche plus les côtes sénégalaises avant le mois d'octobre-novembre.

#### 3.2. L'alizé boréal continental

Cet alizé (appelé aussi "air saharien"), issu de l'anticyclone de Lybie, atteint le Sénégal après avoir traversé le Sahara.

C'est un courant de direction moyenne nord à son origine, qui disparaît ou remonte pendant l'été boréal avec les hautes pressions qui lui ont donné naissance.

Il est caractérisé par son humidité relative très faible et ses grandes variations de température, La moyenne varie entre 16 et 25°C suivant le lieu et la saison, avec des amplitudes diurnes de 15 à 20°C en moyenne, mais pouvant exceptionnellement dépasser 30°C.

Il est l'origine de certains vents de sable,

### 3.3. L'harmattan

Ce vent d'est (appelé aussi "air soudanien") souffle toute l'année au-dessus de l'Afrique Occidentale, du Tchad à Dakar, soit en balayant le sol pendant la saison sbhc soit en se superposant à la mousson pendant la saison des pluies.

C'est un vent extrêmement sec; très chaud au sol, mais assez frais en altitude. Il trouve son origine dans les hautes pressions continentales (anticyclone de Lybie).

En saison sbhc, l'harmattan souffle au sol sur la plus grande partie de l'Afrique Occidentale, mais à une vitesse faible ou modérée.

Son influence se traduit par une élévation notable de la température, celle-ci variant en moyenne entre 28° C (sur la côte) et 38° C (à l'intérieur) avec des amplitudes de 15 à 20°C et un maximum de 40°C.

Lorsqu'il arrive au-voisinage des côtes sénégalaises et mauritaniennes, il se superpose à l'alizé boréal maritime. En saison humide, il est rejeté en altitude par la "mousson" du sud, au fur et à mesure de l'avancement septentrional de celle-ci, mais non sans entrer en conflit avec elle.

Ce conflit se manifeste essentiellement au début et à la fin de la saison des pluies par l'apparition de grains orageux sur le front des deux masses d'air qui se refoulent.

Les lignes de grains se présentent sous forme de "lignes" de cumulonimbus à l'avant desquelles des tranches d'harmattan descendent brutalement au sol. Elles provoquent des rafales ou souffles violents d'air relativement frais et sec de courte durée, appelés "tornades" et qui précèdent habituellement des averses orageuses.

### 3.4. L'alizé austral

L'alizé austral trouve son origine dans l'anticyclone de Sainte-Hélène. C'est un vent de direction sud-est à l'origine, qui dans sa progression vers le nord se réchauffe et se gonfle d'humidité au-dessus de l'océan atlantique,

Pendant l'été boréal, la dépression saharienne (due au réchauffement terrestre) fait apparaître un gradient de pression transéquatorial entre l'hémisphère nord et l'hémisphère sud, La force de Coriolis étant faible, ce gradient détourne l'alizé austral engendré par l'anticyclone de Sainte-Hélène en un flux transéquatorial de Sud-Ouest,

C'est à ce flux ainsi dévié que l'on donne le nom de "mousson", bien qu'il s'agisse en fait d'une pseudo-mousson,

En effet, elle diffère de la mousson asiatique sur deux points : d'une part, l'ampleur du balancement planétaire demeure très faible et d'autre part, l'air froid de la zone tempérée ne pénètre pas régulièrement dans la zone intertropicale au cours de l'hiver,

Les caractères généraux de la "mousson" rappellent ceux de l'alizé boréal maritime sur les côtes sénégalaises en fin de saison sèche, à cette seule différence près qu'il est plus chaud (22 à 28°C) et encore plus proche de la saturation (d'où précipitations possibles).

La "mousson" progresse vers le nord jusqu'à 21° de latitude. Sa vitesse demeure toujours faible.

A Dakar, elle se fait sentir de juin à octobre, . puis se retire lentement, continuant toutefois à souffler d'une façon permanente dans les secteurs maritimes du golfe de Guinée.

#### 4. LES FRONTS

La rencontre de deux masses d'air provoque la formation de surfaces de discontinuité inclinées appelées "fronts".

C'est ainsi que le front intertropical ou F.I.T., de direction parallélique et situé, suivant l'époque de l'année, entre  $7^{\circ}$  et  $21^{\circ}$  de latitude nord, sépare les masses d'air chaud et sec de l'anticyclone de Lybie et les masses d'air chaud et humide dues à l'anticyclone de Sainte-Hélène.

Quant au front des alizés maritimes ou F.A.M., de direction méridienne et si-tub sur les côtes sénégalaises et mauritaniennes, il sépare l'alizé boréal maritime de l'air saharien (alizé boréal continental) et soudanien (harmattan).

##### 4.1. Le front intertropical ou F.I.T.

###### 4.1.1. Structure

Suivant les différentes masses d'air en présence, on distingue habituellement trois F.I.T. (fig. 2):

1. Le F.I.T. continental séparant l'air chaud et sec dû à l'anticyclone de Lybie de l'air chaud <sup>et</sup> humide de l'anticyclone de Sainte-Hélène.
2. Le F.I.T. semi-continental séparant l'air frais et humide de l'anticyclone des Açores de l'air chaud et humide dû à l'anticyclone de Sainte-Hélène. Il forme la limite entre les alizés et la mousson.
3. Le F.I.T. maritime fait la liaison entre le F.I.T. semi-continental et la zone intertropicale de convergence (Z.I.C.). Cette dernière correspond à la zone de confluence de deux flux maritimes dus, l'un à l'anticyclone des Açores et l'autre à l'anticyclone de Sainte-Hélène.

En général, le F.I.T. coïncide à peu près avec l'axe de la dépression dite saharienne. De plus, il est souvent considéré comme équateur météorologique du fait qu'il apparaît comme la limite d'action entre les anticyclones Açores-Lybie (hémisphère nord) et l'anticyclone de Sainte-Hélène (hémisphère sud).

Par conséquent son mouvement est lié aux déplacements saisonniers de ces centres d'action.

#### 4.1.2. Déplacements saisonniers

Le temps sur l'Afrique de l'Ouest et plus particulièrement la distribution des précipitations, des températures et de l'humidité au cours de l'année, est fonction de la position du F.I.T., celle-ci étant liée aux variations annuelles de la déclinaison du soleil. Le F.I.T. suit en effet le déplacement apparent du soleil, mais avec un retard de six semaines (fig. 3 et 4). Stationné en janvier au niveau du 8e parallèle (hautes pressions sahariennes et anticyclone des Açores repoussant la "mousson" vers le Sud), le F.I.T. progresse vers le nord jusqu'au mois d'août pour se placer entre le 18e et le 25e parallèle au maximum (hautes pressions relatives du golfe de Guinée et appel de la "mousson" par la dépression saharienne).

Dès le mois de septembre, il amorçe le mouvement inverse et redescend, brusquement d'abord ("éjection de mousson") progressivement ensuite jusqu'à sa position limite du mois de janvier.

Les régions situées au nord du F.I.T. (où souffle l'harmattan ou l'alizé) sont en saison sèche, tandis que celles au sud du F.I.T. qui sont intéressées par la "mousson" se trouvent en saison des pluies,

C'est ainsi que le sud du Sénégal se trouvant plus longtemps balayé par le F.I.T., reçoit une pluviosité moyenne annuelle supérieure (environ 1.500 mm à Ziguinchor) à celle du nord du Sénégal (450 mm vers Podor).

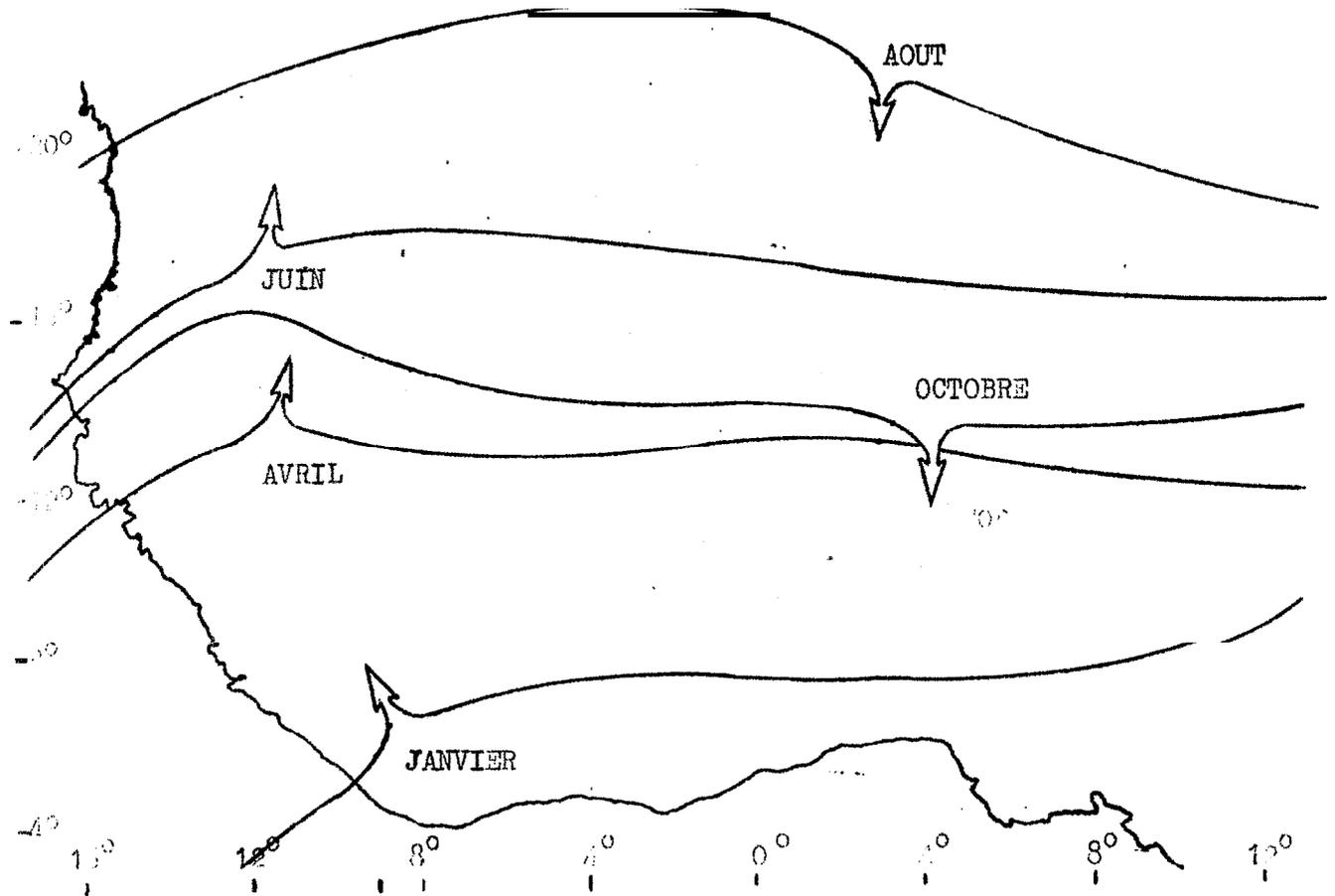


Fig. 3 - Déplacements saisonniers du F.I.T.

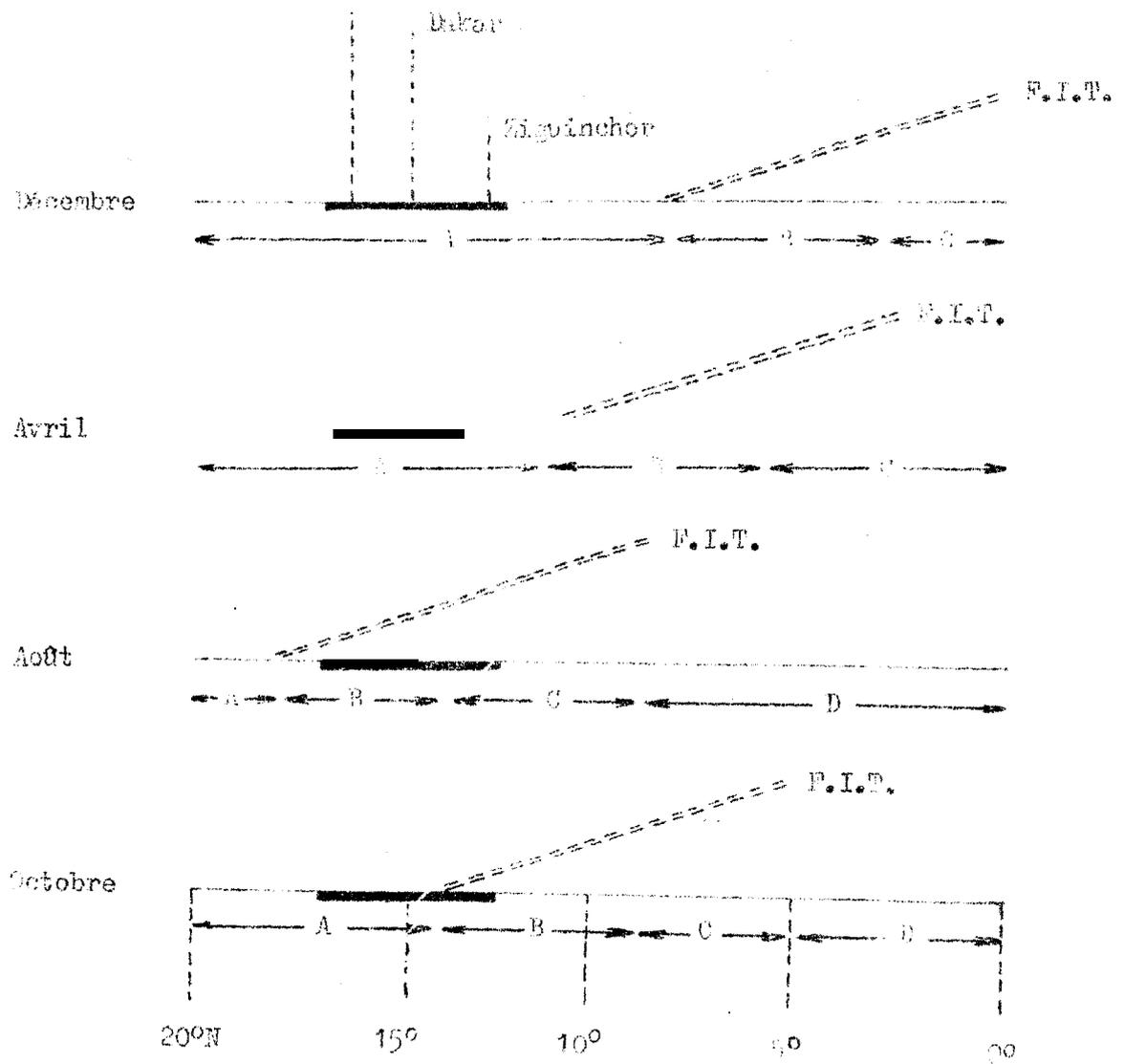


Fig. 4 - Coupes méridiennes schématiques suivant le 16 - 17e méridien W

### 4.1.3. Zones de temps associées au F.I.T.

La connaissance des déplacements du F.I.T. présente un grand intérêt car ils résument en fait la situation générale en Afrique Occidentale.

La trace au sol du F.I.T. et l'épaisseur du flux de mousson permettent de distinguer en surface quatre zones de temps bien définies (fig. 4 et 5) :

1° Zone A : au nord de la trace au sol du F.I.T.

Il y a un affaissement progressif et lent de l'air (subsidence) qui interdit tout développement vertical des nuages : c'est la saison sèche.

Dans cette zone l'air <sup>est</sup> sec (alizé continental harmattan) et marqué par une forte évolution diurne de la température.

Le ciel est généralement clair ou peu nuageux par cirrus et quelques rares altocumulus. La brume sèche est assez fréquente. La turbulence provoque par régime d'harmattan, des tourbillons de poussière et des vents de sable.

De faibles précipitations, liées à des invasions d'air polaire boréal en altitude, peuvent se produire ("heug").

2° Zone B : au sud de la trace au sol du F.I.T.

Son extension méridienne est variable suivant les saisons et les valeurs des critères différenciant les masses d'air en présence mais oscille généralement entre 250 et 400 km,

Elle est caractérisée par une faible épaisseur de "mousson" (ne dépassant pas 1.500 mètres) et, par suite, insuffisante pour alimenter par convection des formations orageuses aussi importantes qu'en zone C.

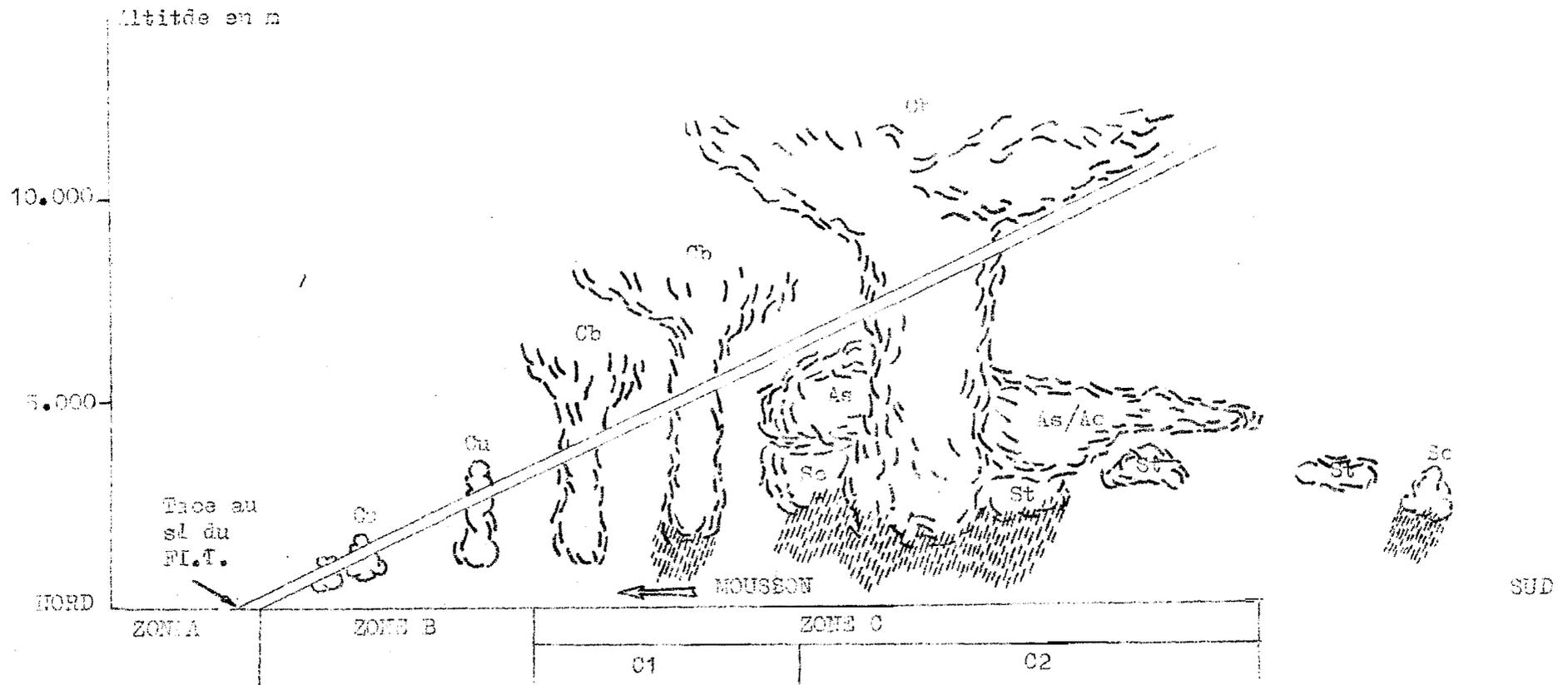


Fig. 5 - Coupe méridienne du F.I.T.

Le ciel est en général peu nuageux (cumulus de beau temps ).  
 La mousson, en se glissant en esquille sous l'harmattan, pénètre finalement dans celui-ci par de brusques mouvements ascendants dus au réchauffement de l'air au contact du sol. Celui-ci plus léger que l'air qui le surmonte, provoque une rupture d'équilibre et cette instabilité est génératrice d'orages isolés (surtout en cours d'après-midi),

La zone B correspond à une période de transition sèche en début de saison des pluies, humide en fin de saison des pluies.

### 3° Zone C : au sud de la zone B.

Elle correspond à la zone où l'importance du flux de "mousson" est maximale : c'est la saison des pluies.

Le, mousson, qui atteint plus de 2000 mètres d'épaisseur; acquiert une humidité voisine de la saturation et une très forte instabilité interne. Elle devient alors le siège d'importants courants convectifs qui donnent naissance à des cumulus bourgeonnant et des cumulonimbus à base horizontale, de faible altitude, mais à grand développement vertical (leur sommet étant entraîné vers l'ouest par l'harmattan).

Pour différencier les régimes perturbés à dominance orageuse de ceux à dominance de pluies abondantes et continues, la zone C (800 à 1,200 km d'extension méridienne) est elle-même divisée en deux zones C1 et C2.

La zone C1 correspond à celle où circulent les perturbations orageuses mobiles (averses; orages, lignes de grains).

Le ciel est nuageux surtout par cumulonimbus à grand développement vertical.

Dans la zone C2 où la "mousson" est à son maximum d'activité, les perturbations sont généralement zonales, à faible évolution diurne et à l'origine d'abondantes chutes de pluies continues ("pluies de mousson").

Les **formations** nuageuses se présentent en couches (**altocumulus**, **altostratus** et **stratocumulus**).

4° **Zone D** : au sud de la zone C2 ,

Elle correspond à une masse d'air austral presque homogène depuis le sol jusqu'aux couches moyennes.

Une inversion de subsidence limite le développement vers le haut de l'**instabilité** et par suite l'extension en altitude des nuages engendrés par celle-ci (**stratus** et **stratocumulus**).

Aussi, les **précipitations** sont-elles rares et faibles (pluies fines ou bruines).

Cette zone est à l'origine d'un type de temps particulier aux régions situées au sud du 5° de latitude nord ("petite saison sèche").

#### 4.2. Le front des alizés maritimes ou F.A.M.

Ce front secondaire est **relativement** instable, avançant ou reculant suivant la force des masses d'air antagonistes.

Pendant l'**été boréal**, il recule devant la mousson, mais ralentit son avance puisqu'il ne lui abandonne Dakar qu'un mois après Kayes, pourtant sur le même parallèle.

Enfin, le **F.A.M.** joue un rôle important dans le développement et l'**extension** de cette petite pluie de saison sèche appelée "heug", en canalisant les dépressions venues du nord et du sud.

## CHAPITRE II

### LES CLIMATS REGIONAUX

On distingue, au niveau du Sénégal, quatre types de climat (fig. 6) :

#### 1. LE CLIMAT SOUDANAIEN

C'est un climat tropical, nettement continental à saison des pluies unique, compris entre le climat sahélien et le climat équatorial. On l'appelle parfois climat sahélo-soudanais.

Il s'étend sur tout le Sénégal à l'exception de sa périphérie (de Ziguinchor à l'aval de Matam en passant par Dakar, Saint-Louis et Podor).

On le divise, de part et d'autre de l'isohyète annuelle 1.000 mm, en climat nord-soudanien (précipitations < 1.000 mm) et sud-soudanien (précipitations > 1.000 mm).

1° Le climat nord-soudanien couvre à la fois :

- une zone subhumide (Kaolack, Diourbel, Bambey) ;
- une zone aride (Matam, Linguère).

La zone subhumide peut être considérée comme zone de transition entre la zone soudanienne et la zone subcanarienne.

Précipitations et températures y sont supérieures à celles de la zone subcanarienne, mais inférieures à celles de la zone sud-soudanienne.

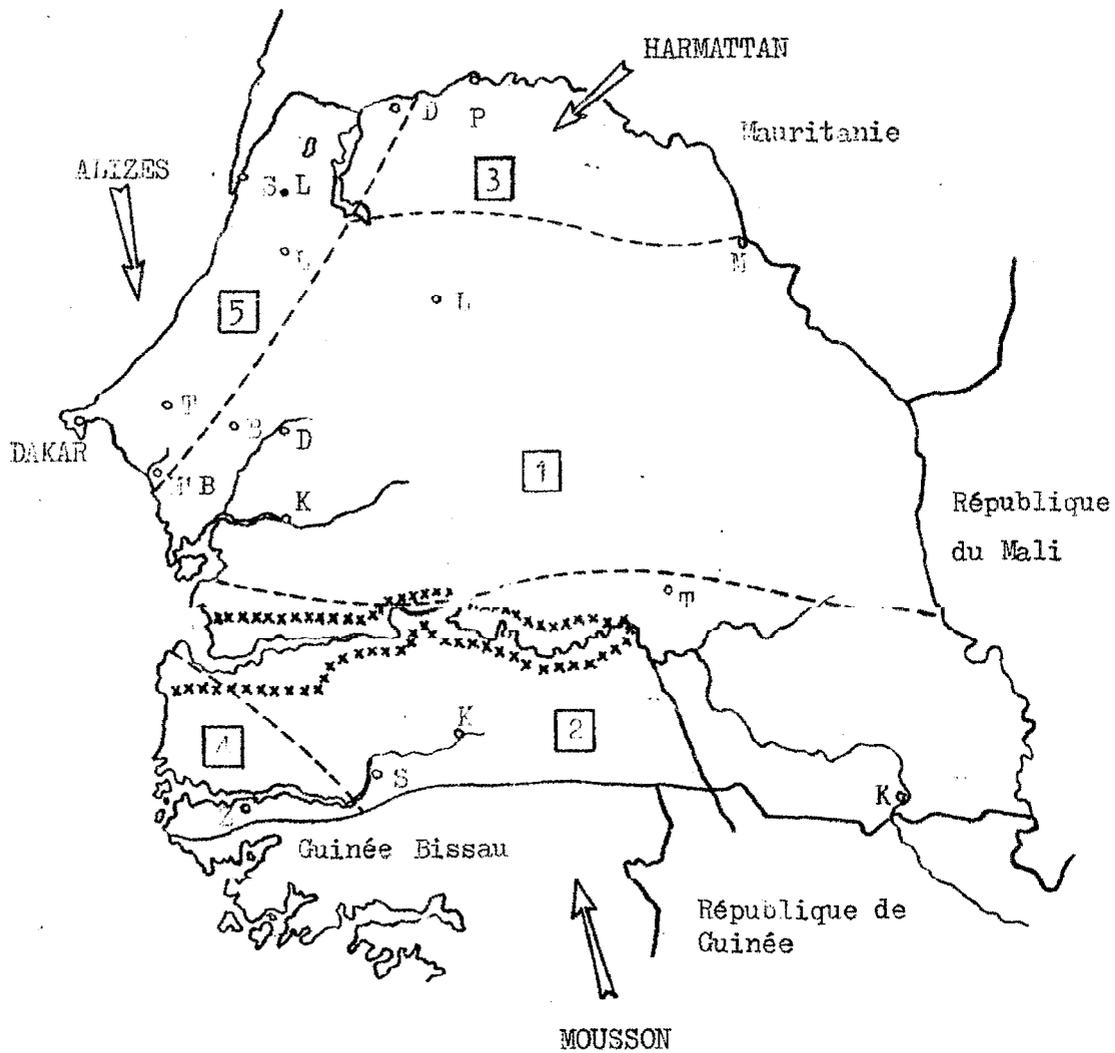


Fig. 6 - Les climats régionaux du Sénégal

- 1 - Nord-soudanien
- 2 - Sud-soudanien
- 3 - Sahélien
- 4 - Subguinéen
- 5 - Subcanarien

L'harmattan souffle durant six mois de l'année et la saison des pluies, caractérisée davantage par des grains orageux que des "pluies de mousson" devient plus courte avec des précipitations irrégulières d'une année à l'autre,

Les températures moyennes annuelles s'inscrivent entre  $27,2^{\circ}\text{C}$  (Diourbel) et  $29,5^{\circ}\text{C}$  (Matam).

2° Le climat sud-soudanien appartient à la fois à une zone subhumide (Tambacounda, Kolda) et une zone humide (Kédougou, Sédhiou).

L'harmattan souffle pendant au moins quatre mois de l'année. C'est ici que le dualisme mousson-harmattan est le plus marqué et les deux saisons principales les mieux contrastées.

Les températures moyennes annuelles varient entre  $27,4^{\circ}\text{C}$  (Sédhiou) et  $28,3^{\circ}\text{C}$  (Kédougou).

## 2. LE CLIMAT SAHELIEN

De caractère sud-saharien, ce climat (appelé aussi sahélo-saharien) est davantage défini par le facteur précipitations que par le facteur température. Il est délimité par les isohyètes annuelles 250 et 500 mm, c'est-à-dire qu'il couvre la région du Fleuve (de Podor à l'aval de Matam) ainsi que le Ferlo septentrional au nord d'une ligne passant par Louga et Matam.

Il s'agit d'un climat de transition entre le "soudanien" et la "saharien" avec une saison des pluies qui dure à peine trois mois et l'harmattan qui y souffle pendant presque toute l'année.

## 3. LE CLIMAT SUBGUINEEN

Ce climat qui intéresse la Basse-Casamance est caractérisé par une pluviométrie importante ( $> 1.500$  mm), une faible amplitude thermique et une humidité abondante due à la présence de plans d'eau et à l'influence marine.

L'hivernage y débute vers le 15 juin et s'achève à la fin octobre.

Grosso modo, il s'agit d'un climat de caractère maritime, humide et chaud,

#### 4. LE CLIMAT SUBCANARIEN

En bordure de l'océan, de la Mauritanie à la presqu'île du Cap-Vert, le climat subcanarien est dominé par l'alizé boréal maritime (issu de l'anticyclone des Açores) dont l'influence se fait sentir jusqu'à 60 km de la côte à l'ouest d'une ligne parallèle à celle-ci et passant par Dagana et M'Bour. Le climat qui en résulte a reçu l'épithète de "subcanarien" eu égard à l'influence septentrionale du courant froid des Canaries.

Cependant, comme il est difficile de comparer sous le rapport des caractères climatiques moyens, deux régions distantes de plus de 1.500 km, deux climats zonalement différents, certains auteurs ont proposé l'appellation de climat "cap-verdien".

L'influence marine du courant froid des Canaries se traduit par un air plus frais et un état hygrométrique plus élevé que dans les régions avoisinantes soumises à l'influence des vents chauds et secs.

Mais outre le fait qu'il modère la température, l'alizé boréal maritime retarde aussi l'établissement de la saison des pluies ("mousson") par rapport aux régions de l'intérieur situées à la même latitude.

La saison des pluies à Dakar est nord-soudanienne avec ses 549,8 mm (moyenne pour la période 1887 - 1972) et ses précipitations les plus fréquentes voisines de 600 mm ou comprises entre 450 et 480 mm,

Par contre, la saison des pluies à Saint-Louis, avec ses 365,5 mm (moyenne pour la période 1901 - 1960) est de type sahélienne. C'est ce qui explique que Saint-Louis appartient plutôt à la zone aride, alors que Thiès, Dakar et M'Bour se trouvent dans la zone subhumide.

### CHAPITRE III

#### LES SAISONS DANS LA PRESQU' ILE DU CAP-VERT

Dire que le Sénégal subit l'effet de deux saisons' l'une sèche (de novembre à mi-juin) et l'autre pluvieuse (de mi-juin à octobre) n'est pas suffisant pour rendre compte de la réalité.

En effet, en établissant une sorte de calendrier climatique populaire, il est possible de distinguer pour la région de Dakar six saisons ou parties de saison :

- 1° La saison ou, plutôt, le temps de "heug" relativement fréquent pendant la saison sèche au sens large.  
Il désigne ces ondées légères, assez inopinées et pouvant se prolonger jusqu'en mars-avril (pluies des mangues) ainsi que ces petites pluies fines du type crachin (le "seumbesouy") en relation avec des incursions profondes d'air polaire.
- 2° La saison sèche et fraîche proprement dite caractérisée par la prédominance de l'alizé (le "nor" ou "dias").  
Le temps y est clair, le ciel typique et inoffensif avec quelques nuages élevés du genre cirrus.
- 3° La saison plus chaude et aride (le "wor") qui s'installe en mars-avril et qui est surtout marquée par le souffle brûlant de l'harmattan (le "m'boyo").
- 4° Une saison de transition en mai-juin correspondant au "printemps sénégalais" (le "tioron").  
Le temps chaud et humide devient souvent étouffant. Le ciel est couvert et la brise marine intervient de façon prépondérante dans l'établissement des conditions climatiques quotidiennes.

5° L'hivernage (le "navèt") qui est In saison des pluies caractérisée par une prédominance des vents de secteur ouest ou sud et un amoncellement fréquent de ces gros nuages annonciateurs de "tornado".

Au milieu de la saison' on distingue le mois d' août, au cours duquel tombent les pluies les plus brutales et les plus copieuses ("ouarsed").

6° La fin de l'hivernage s'étendant jusqu'à la mi-novembre et qui constitue une autre saison de transition, beaucoup moins pluvieuse, mais encore plus humide et étouffante (le "satoumbar,,).

Loin de l' opposition classique saison sèche-hivernage, l' expérience populaire distingue donc en réalité cinq saisons principales et deux inter-saisons (celles du "heug" et du "ouarsed" ).

Si ces nuances saisonnières n'apparaissent pas ou très mal à travers les moyennes mensuelles, elles revêtent néanmoins une importance considérable à divers points de vue :

- elles se manifestent subtilement dans le rythme de la végétation ;
- elles conditionnent dans une large mesure les phases successives du calendrier agricole traditionnel ;
- elles font apparaître, au cours de l' année, des types de "temps" d'une grande variété et qui font du climat de Dakar un climat en réalité très instable, changeant et par suite relativement difficile pendant la plus grande partie de l'année (en dehors de la période dite "touristique" de janvier-février).

CHAPITRE IV

---

LES ELEMENTS DU CLIMAT

Pour permettre de porter un jugement d'ensemble sur certains éléments du climat et avoir une idée de leur variabilité, nous avons présenté quelques données chiffrées, essentiellement sous forme de graphiques, en portant plus particulièrement notre attention sur les stations de Dakar, Saint-Louis et Ziguinchor.

1. LES PRECIPITATIONS

Suivant leur nature et leur origine, on distingue deux genres de pluies à Dakar : les unes du type "averses" et les autres du type "pluies de mousson".

Les pluies du type "averses" proviennent de nuages cumuliformes orageux d'origine locale ou liés à des lignes de gains. Elles sont caractéristiques de la zone  $C_1$  au sud du F.I.T., où l'épaisseur de mousson est déjà suffisante pour donner naissance à des formations nuageuses par mouvements convectifs, mais encore insuffisante pour que l'instabilité propre à la mousson permette la formation de nuages générateurs de "pluies de mousson".

Quant à ces dernières, elles sont caractéristiques de la zone  $C_2$ , mais ne surviennent pas chaque année à Dakar.

L'épaisseur d'air humide est suffisante pour que l'instabilité due à la "mousson" donne naissance à des nuages de type précipitant (altocumulus et altostratus).

La saison des "pluies de mousson", les années où elle est observée à Dakar, est toujours assez courte, précédée et suivie d'averses typiques de la zone  $C_1$ .

Elle correspond en général à de fortes poussées du F.I.T. vers le nord (au niveau des côtes mauritaniennes).

Les graphiques 1 et 2 représentent les buteurs mensuelles et les nombres mensuels de jours de pluies pour la période climatologique normale 1931-1960. Ils soulignent le contraste brutal entre :

- la vraie saison sèche (le "vor"), qui couvre les mois de mars et avril,
- l'hivernage proprement dit (le "navèt"), qui correspond aux mois de juillet, août et septembre.

La pointe pluviométrique du mois d'août est particulièrement expressive : elle marque le coeur de l'hivernage et coïncide avec le second passage du soleil au zénith,

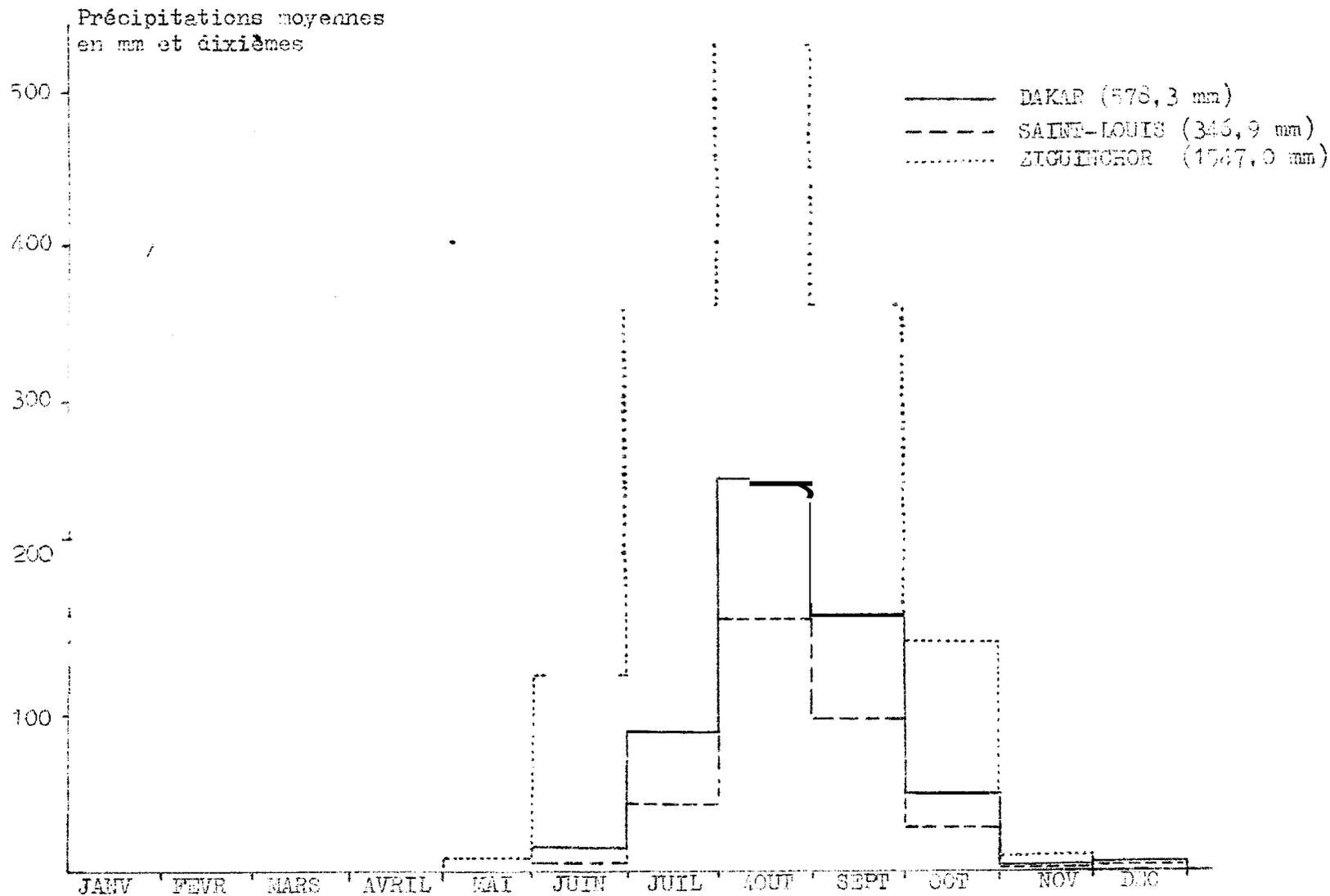
Dans les fig. 7,8 et 9, nous avons indiqué les déplacements des isohyètes au cours des différents mois de l'année et ceci pour la zone côtière comprise entre Port-Etienne et Abidjan.

Enfin, les graphiques 3 & 7 résument, dans sa succession chronologique, la pluviométrie annuelle de Dakar depuis 1887 jusqu'à 1974. Il en ressort que les précipitations sont extrêmement variables suivant les années. En effet, les deux valeurs extrêmes (120 mm en 1972 et 960 mm en 1887) sont dans le rapport de 1 à 8.

Une étude relative à la recherche de cycles dans les précipitations annuelles de Dakar pour la période 1901-1972, a mis en évidence que :

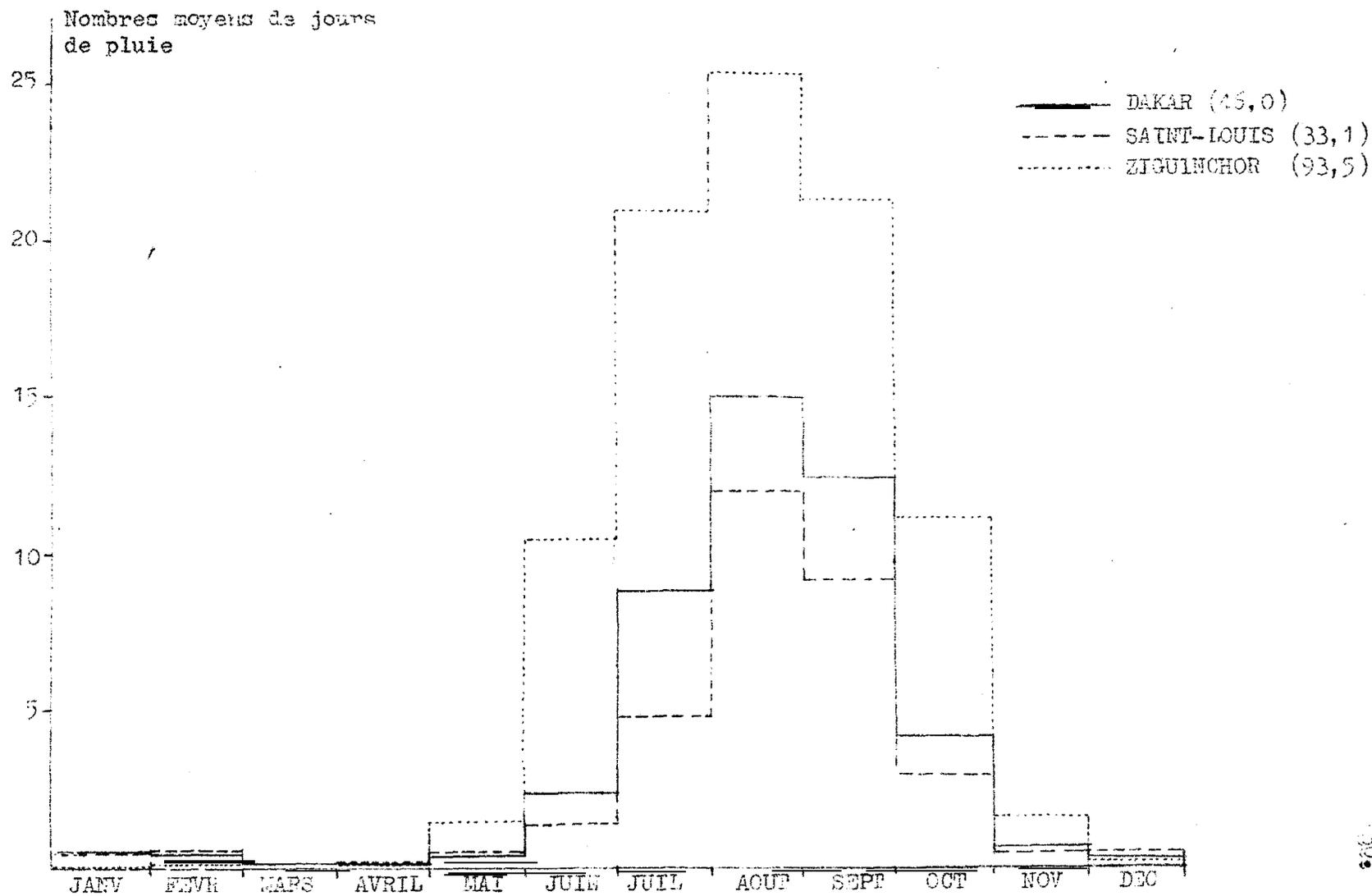
- 1° Les pluies annuelles les plus fréquentes à Dakar sont comprises on 450 et 480 mm ou voisines de 600 mm ;
- 2° Au-delà de 480mm, la pluviométrie annuelle n'est plus essentiellement due aux averses : il s'y ajoute les "pluies de mousson";
- 3° Le seuil permettant de caractériser la zone C<sub>2</sub> est sensiblement inférieur à 700 mm.

Graphique 1 - Précipitations : hauteurs moyennes pour la période climatologique normale 1931-1960.

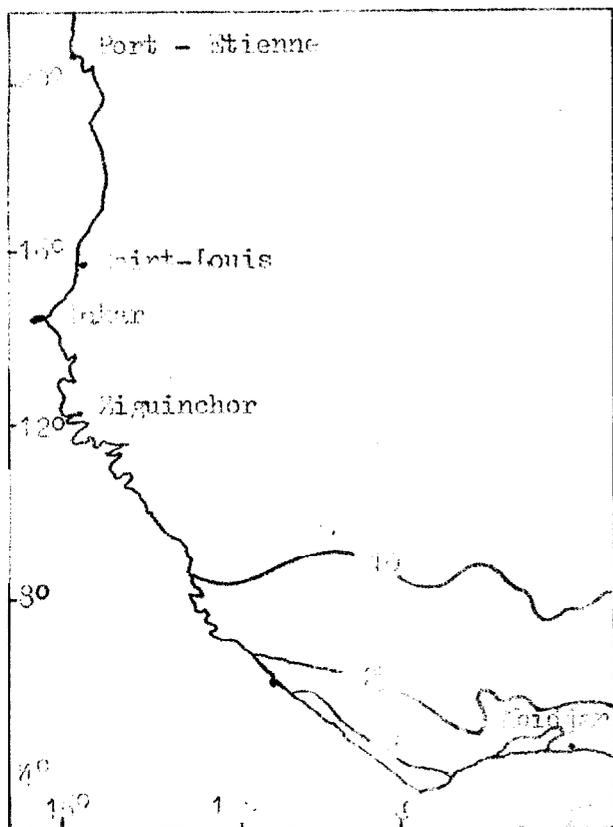


DAKAR	0,4	1,5	0,1	0,3	1,4	14,5	88,1	248,5	163,0	49,3	4,9	5,1
SAINTE-LOUIS	0,5	1,8	0,0	0,2	1,3	7,5	44,2	150,9	96,7	28,5	2,4	3,3
ZIGUINCHOR	0,1	0,9	0,0	0,1	2,7	12,1	362,7	532,4	351,0	146,0	8,1	0,9

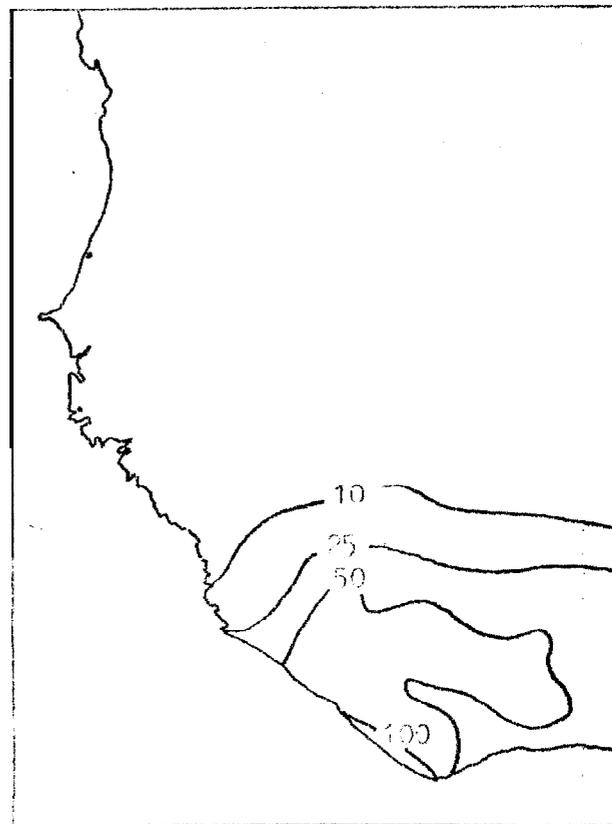
Graphique 2 Précipitations : nombres moyens de jours de pluie ( $\geq 0,1$  mm) pour la période climatologique normale 1931-1960.



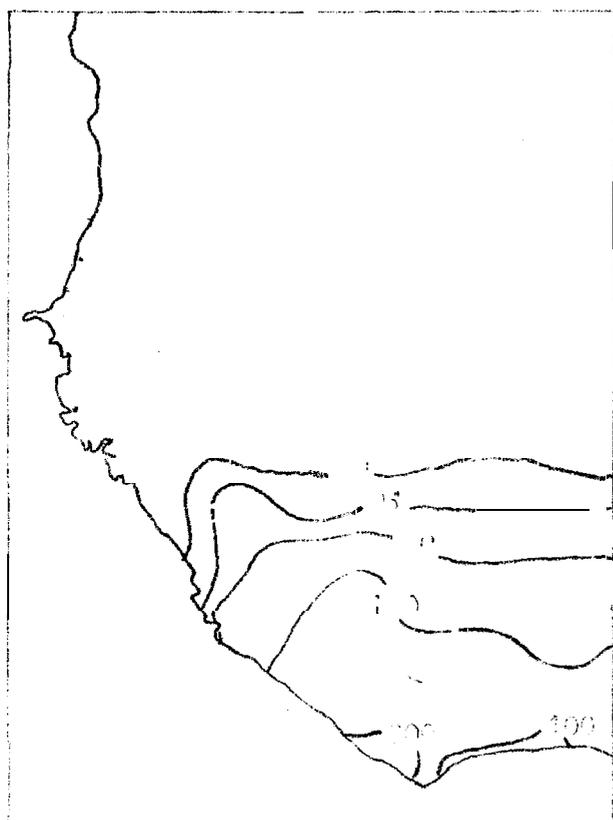
DAKAR	0,4	0,4	0,1	0,1	0,3	2,4	8,9	15,3	12,5	4,3	0,8	0,4
SAINT-LOUIS	0,4	0,5	0,0	0,1	0,4	1,4	4,8	12,0	9,3	3,0	0,6	0,6
ZIGUINCHOR	0,1	0,2	0,0	0,1	1,5	10,5	21,1	25,4	21,4	11,2	1,7	0,3



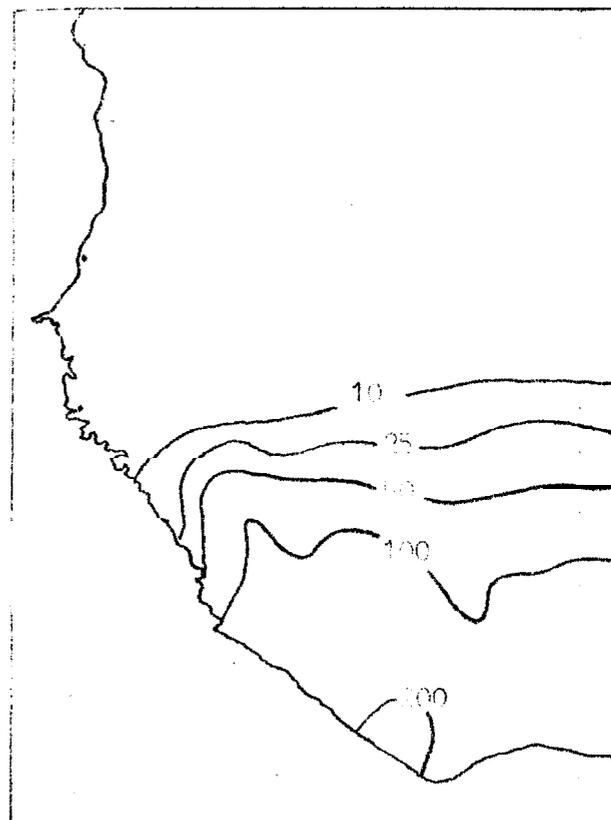
J A N V I E R



F E V R I E R

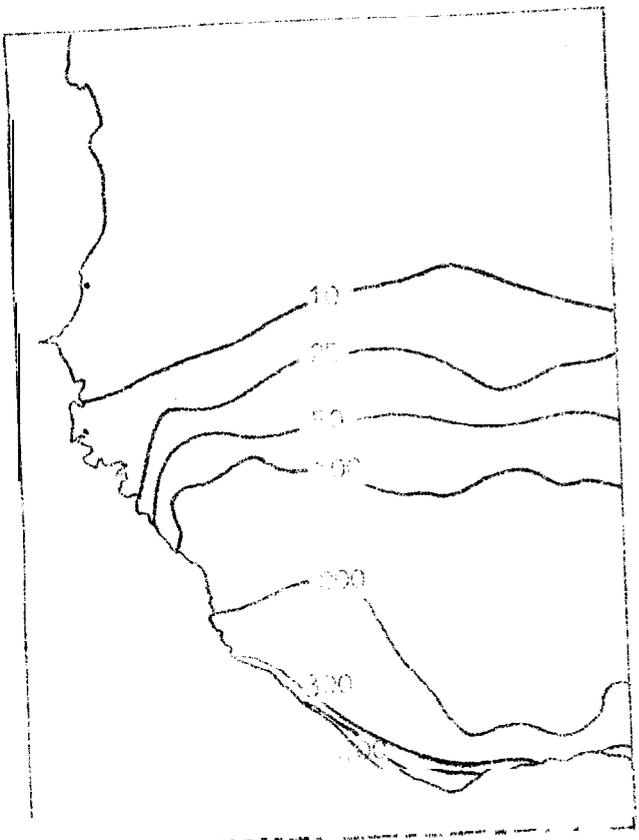


M A R S

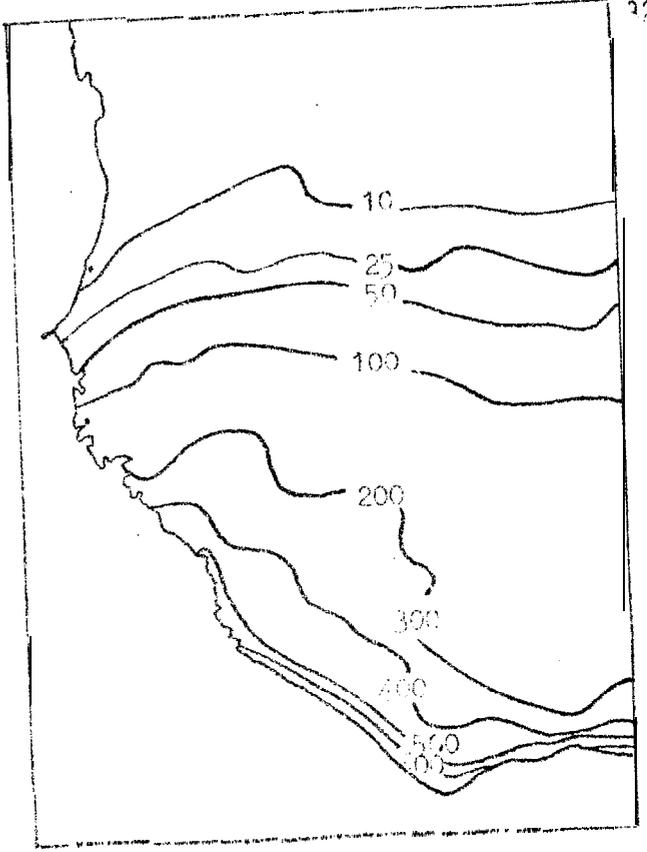


A V R I L

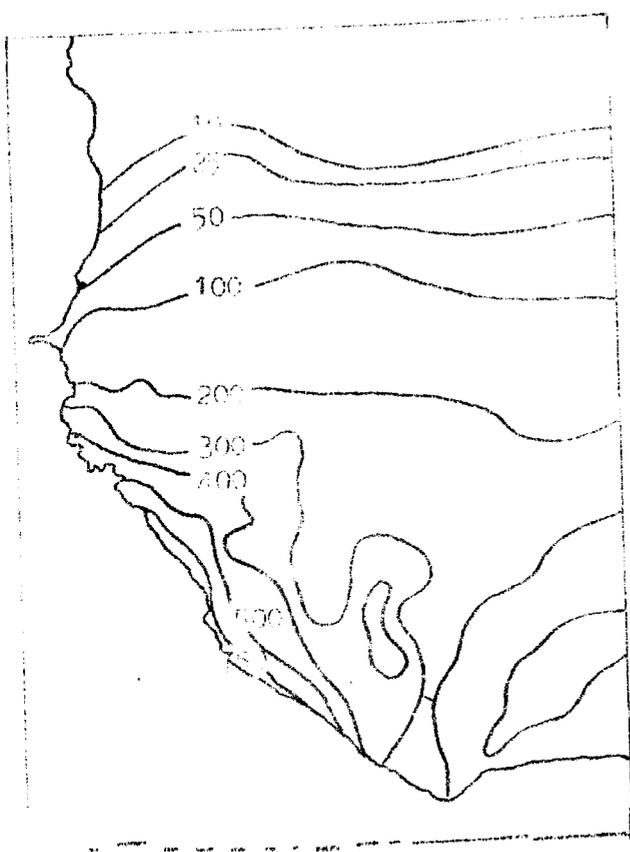
Fig. 7 - Déplacements des isohyètes mensuelles de janvier à avril (moyennes mensuelles des précipitations en mm pour la période 1931-1960).



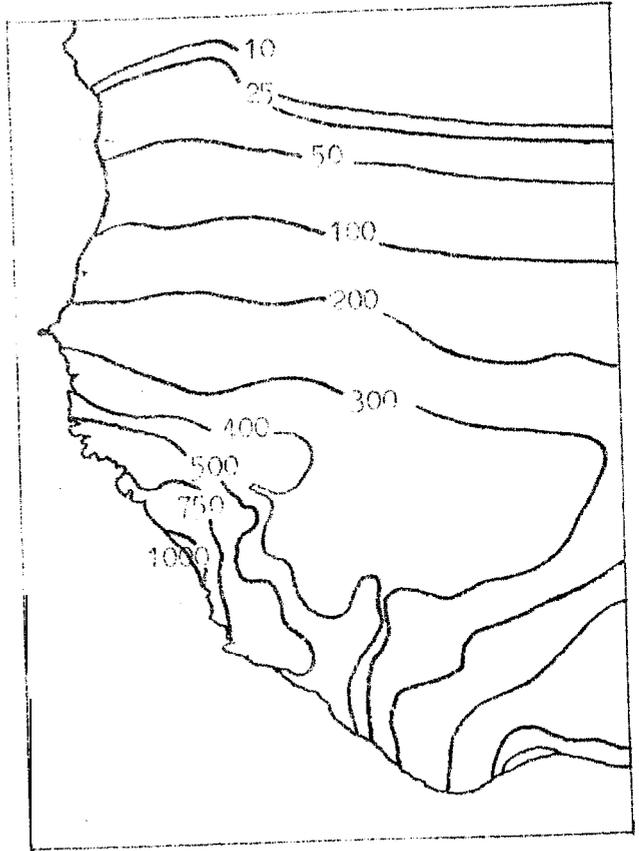
M A I



J U I N

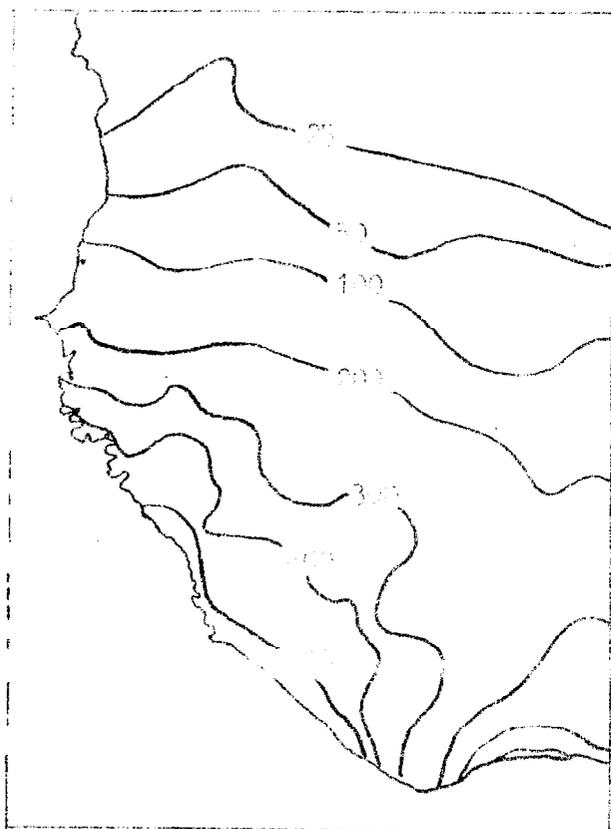


J U I L E T

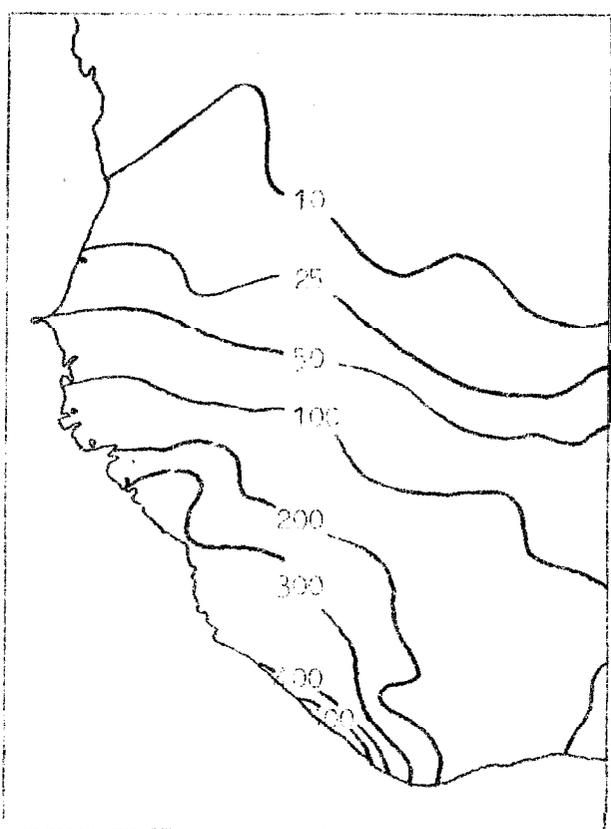


A O U T

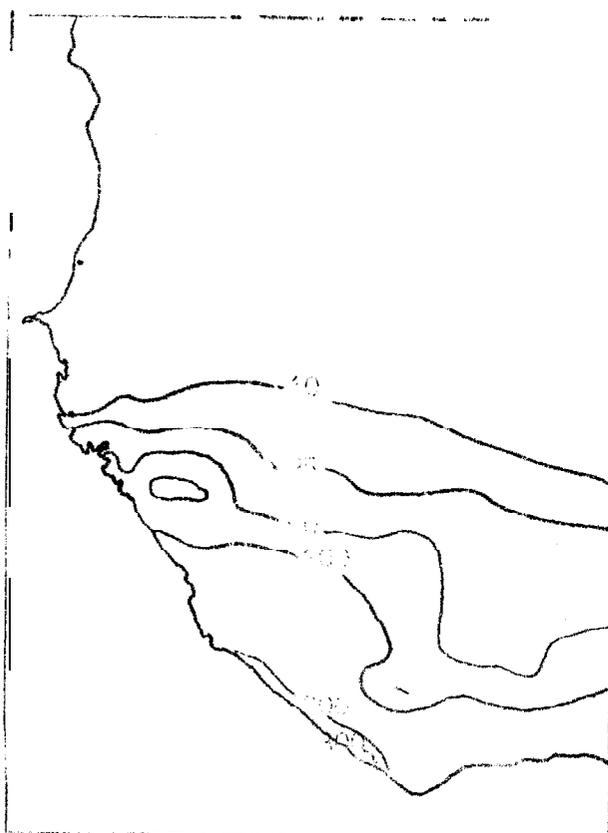
Fig. 3 - Déplacements des isohyètes mensuelles de mai à août (moyennes mensuelles des précipitations en mm pour la période 1931-1960).



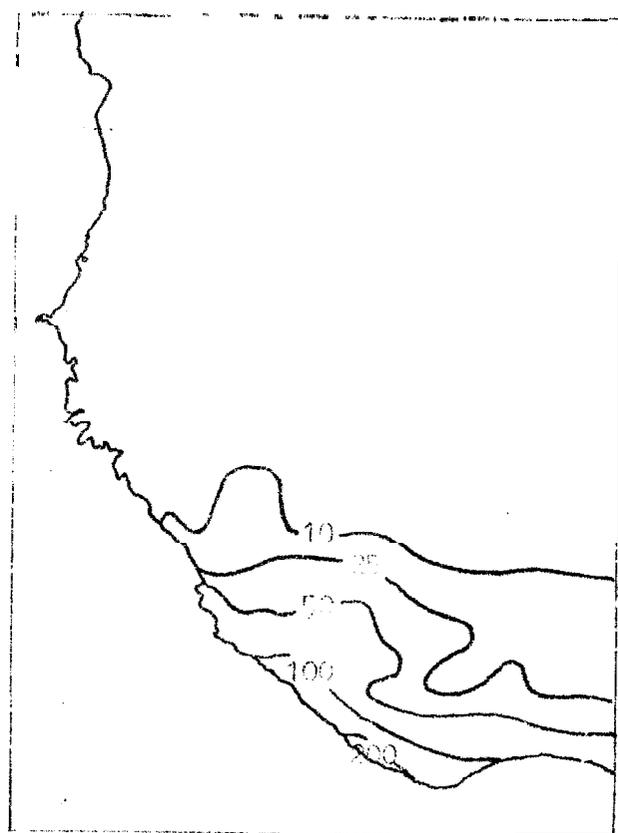
SEPTEMBRE



OCTOBRE



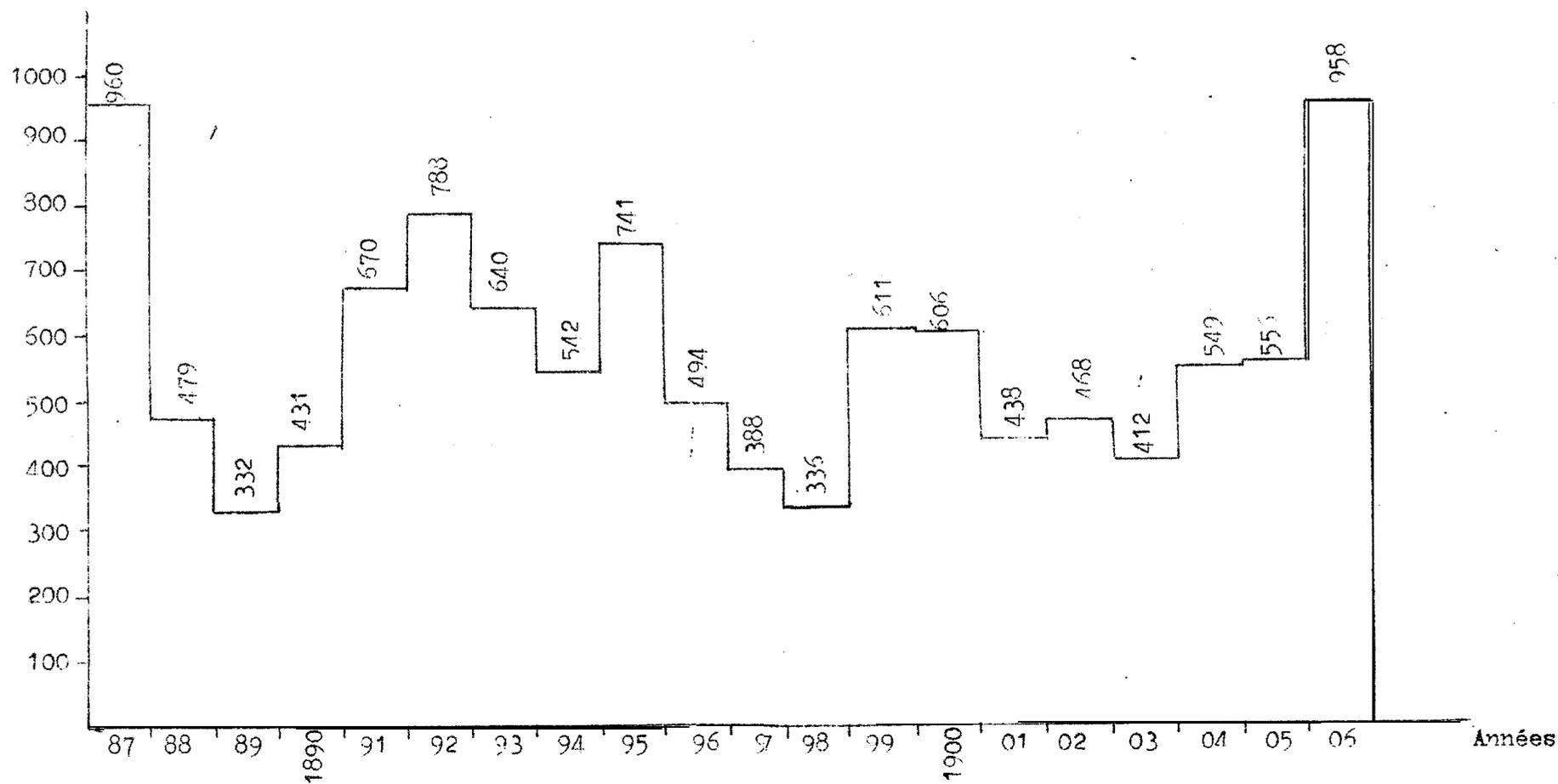
NOVEMBRE



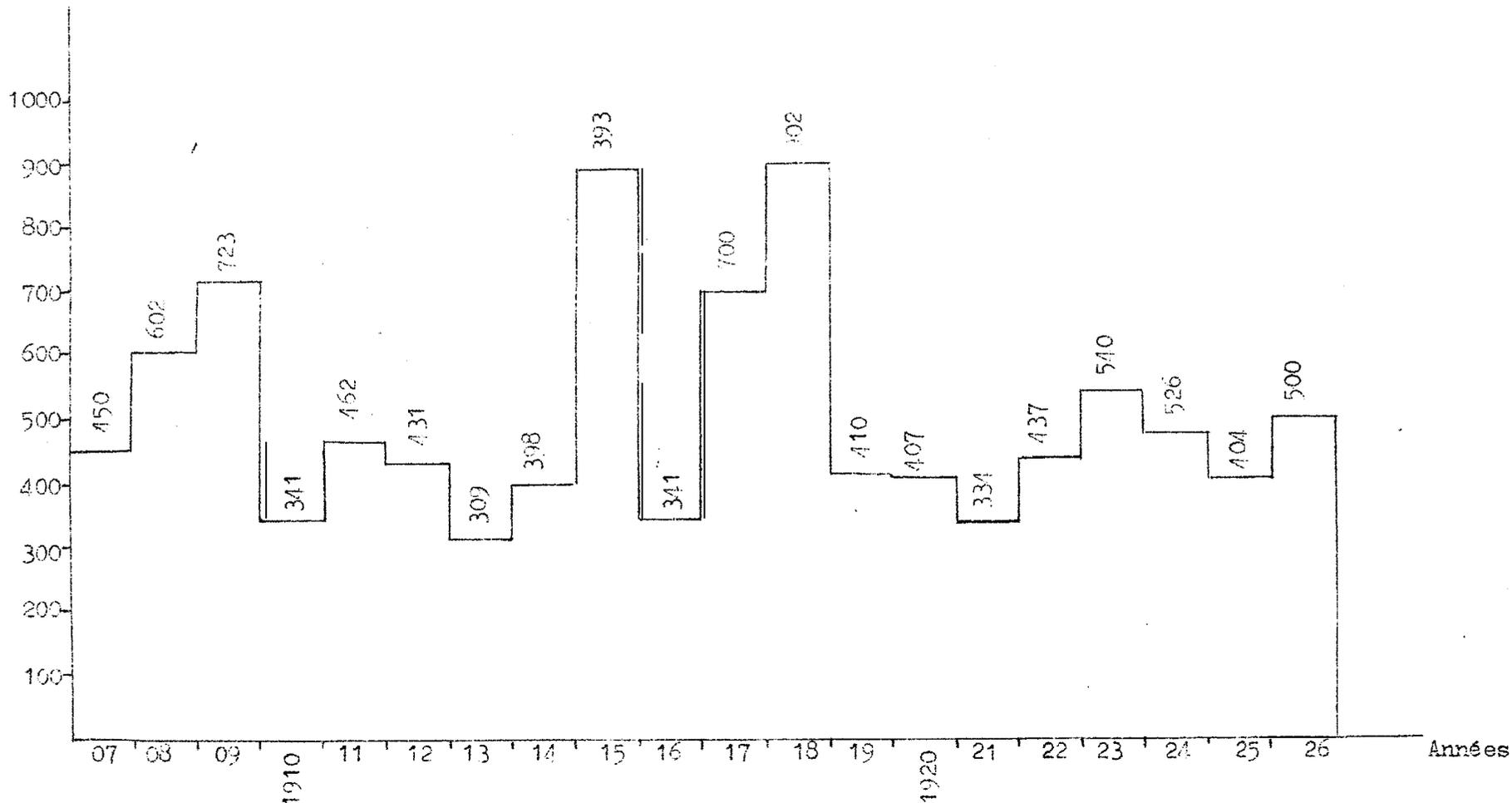
DECEMBRE

Fig. 2 - Déplacements des isohyètes mensuelles de septembre à décembre (moyennes mensuelles des précipitations en mm pour la période 1931-1960).

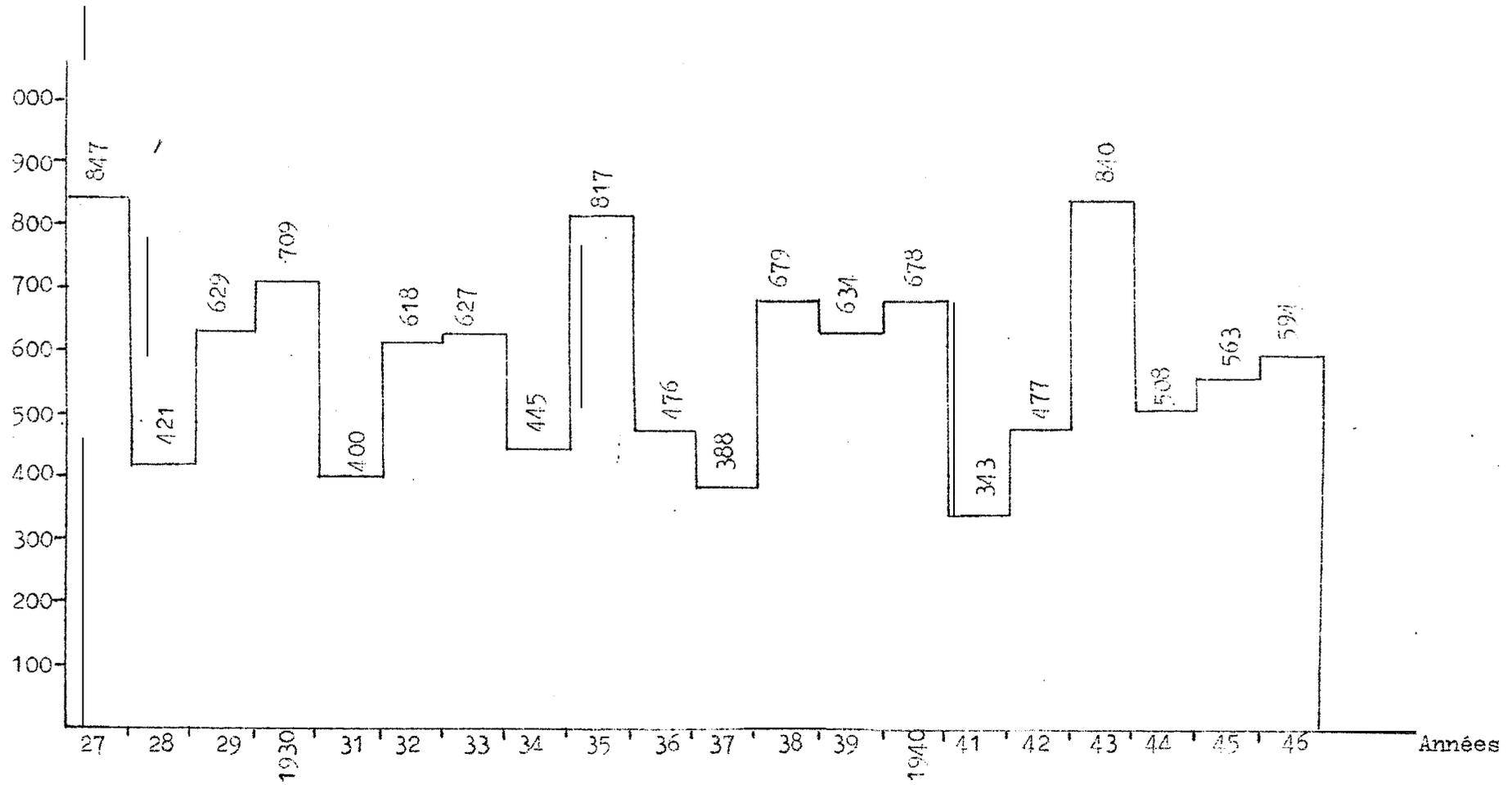
Graphique 3 Précipitations annuelles de Dakar pendant la période 1887 - 1906 DAKAR E. 2



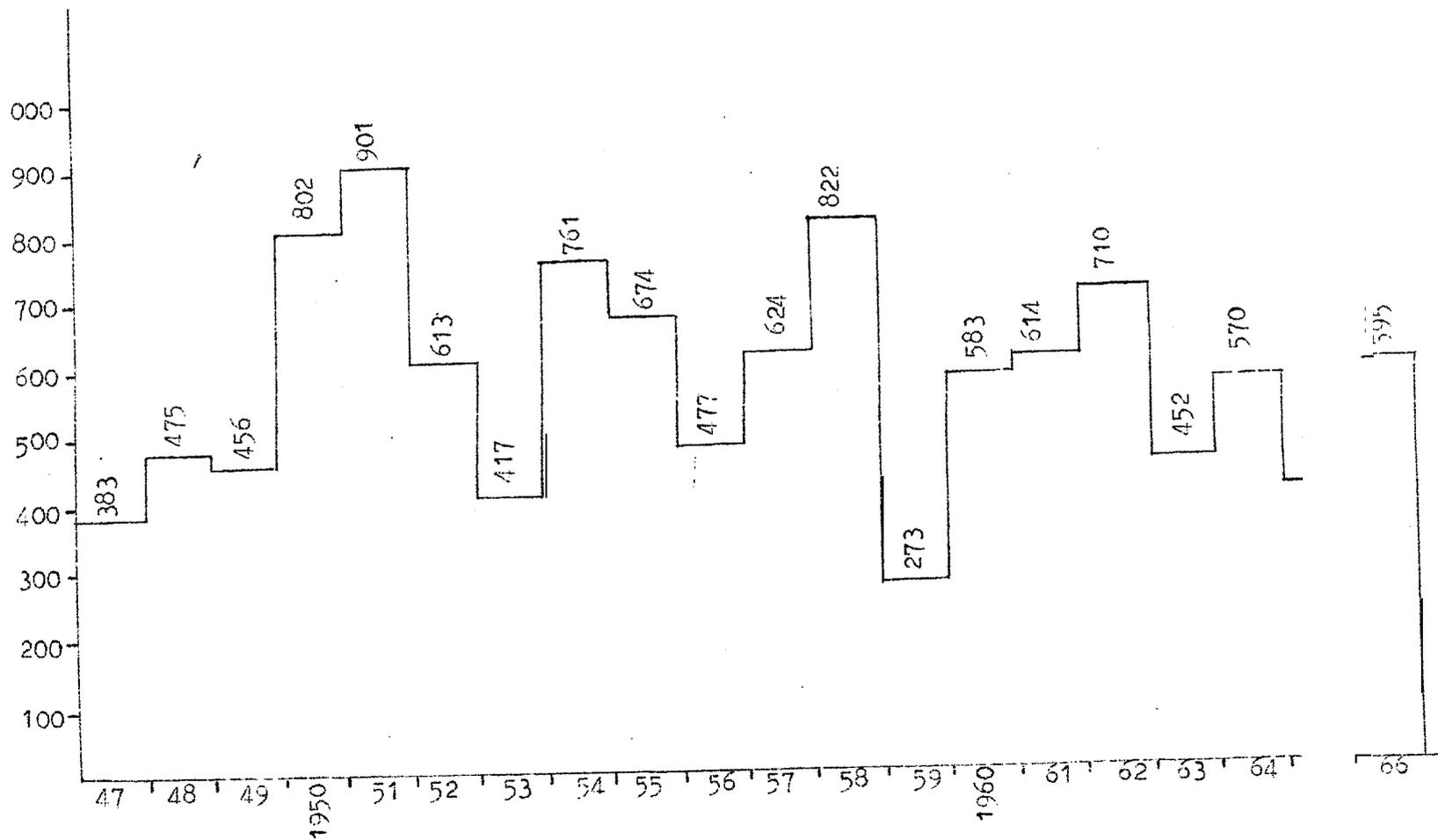
Graphique 4 - Précipitations annuelles de Dakar pendant la période 1907 - 1926 ( DAKAR - HOPITAL



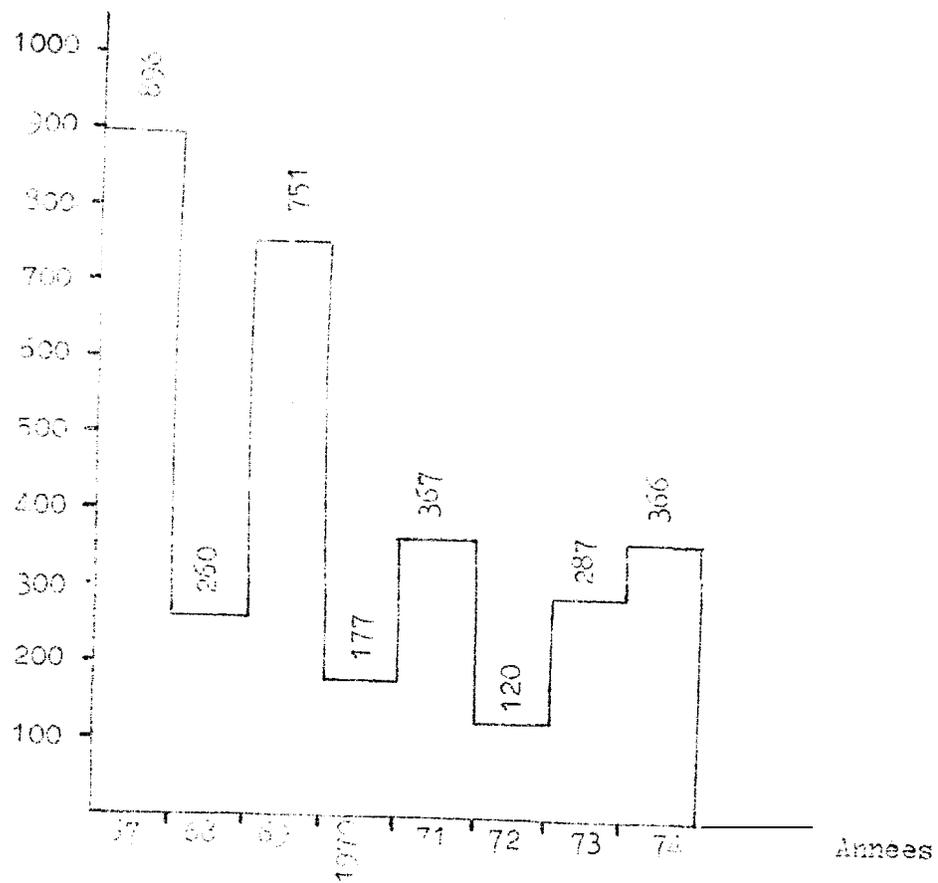
Graphique 5 - Précipitations annuelles de Dakar pendant la période 1927 - 1946 ( DAKAR - HOPITAL jusqu'en 1939, DAKAR - OUAKAM à partir de 1940 )



Graphique 6 - Précipitations annuelles de Dakar pendant la période 1947 - 1966 ( DAKAR - OUAKAM jusqu'en 1947, DAKAR - YOFF à partir de 1948 )



Graphique 7 - Précipitations annuelles de Jantar pendant la période 1967 - 1974 ( DAVAR YOPP



D'autre part, par la méthode de Weibull, on est parvenu à évaluer, avec une certaine probabilité les durées de retour possible de quelques pluviométries annuelles,

Ainsi à titre d'exemple, celle de 1972, année exceptionellement sèche, aurait une durée de retour de 4.672 ans avec une probabilité de 0,02%.

Les années 1971 (367 mm - durée de retour de 7,69 ans - probabilité de 13,1%) et 1969 (751 mm - durée de retour 6,86 ans - probabilité de 14,56%) n'ont rien d'étonnant : elles sont dans la tradition biblique des vaches maigres et des vaches grasses.

Par contre, nous pourrions avoir le malheureux privilège de voir se représenter d'ici 489 ans (probabilité de 0,20%) la pluviométrie de 1970 (177 mm).

Quant aux causes de la sécheresse, bien qu'elles restent encore mal connues, une chose est certaine, c'est que, à chaque fois, elle coïncide avec un retrait et un blocage du F.I.T. vers le sud et avec un gonflement de l'anticyclone des Açores.

## 2. LES TEMPERATURES

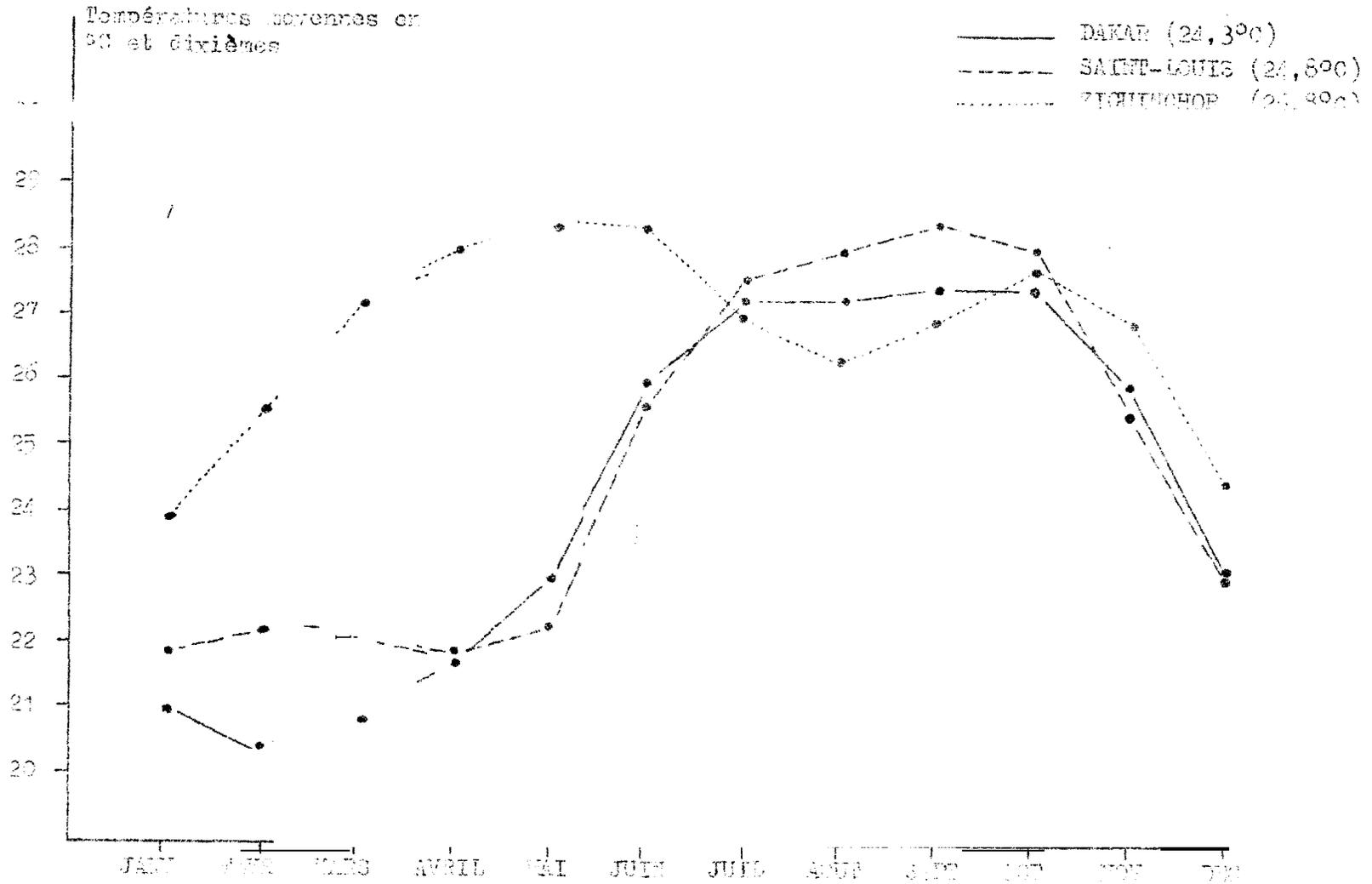
Le graphique 8 représente les températures moyennes mensuelles calculées pour la période climatologique normale 1931-I 960,

La courbe des températures moyennes 5 Ziguinchor met clairement en évidence le régime thermique typique du climat subguinéen caractérisé par deux maxima (mai, octobre) et deux minima (janvier, août).

## 3. LA LONGUEUR DU JOUR

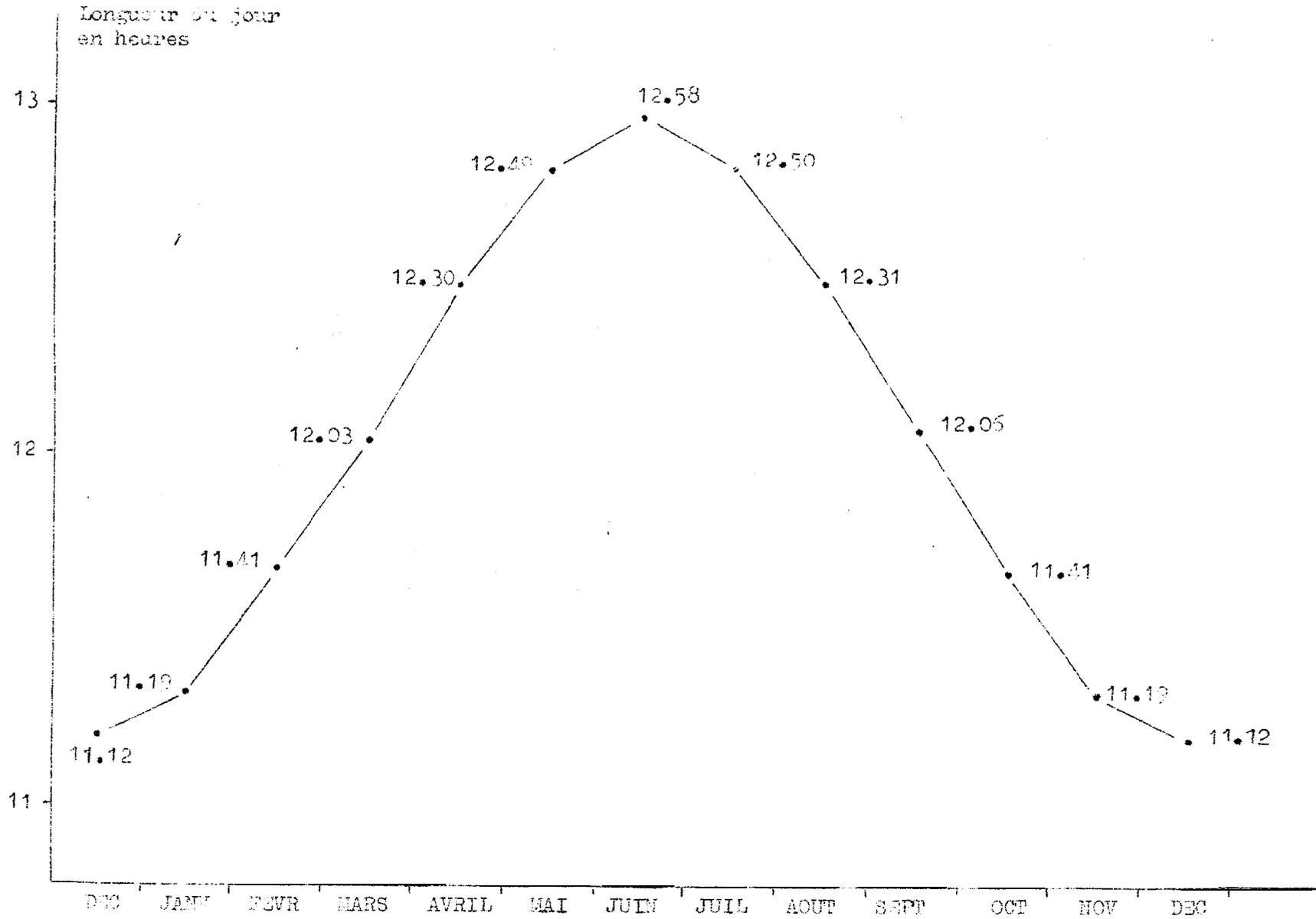
Le graphique 9 indique, pour le 21 de chaque mois, la longueur du jour à Dakar. Celle-ci varie entre 11h 12' (le 21 décembre) et 12h 58' (le 21 juin) : on peut donc dire que l'amplitude de la photopériode reste relativement faible.

Températures moyennes mensuelles pour la période climatologique normale 1931-1960  
 (moyennes des 10 maximales et minimales quotidiennes)



DAKAR	21,1	20,4	20,9	21,7	23,0	25,0	27,3	27,3	27,5	27,5	25,0	23,2
SAINT-LOUIS	22,0	22,3	22,2	21,8	22,3	25,7	27,6	28,0	28,5	28,1	25,6	23,1
ZIGUINCHOR	24,0	25,7	27,3	26,0	26,5	28,4	27,0	28,5	28,5	27,8	27,0	24,7

Graphique de la variation de la longueur du jour à Dakar au cours de l'année



#### 4. L'HUMIDITE RELATIVE

Si on observe le graphique 10, on peut constater que l'humidité relative moyenne à Dakar s'accroît à partir de janvier pour atteindre un premier maximum en mai et redescendre ensuite.

Cette légère baisse précède le maximum principal qui se situe au mois de septembre, Ensuite, l'humidité relative décroît rapidement pour atteindre son minimum en janvier.

#### 5. LES VENTS

La fig. 10 indique la direction résultante du vent et l'évolution mensuelle de sa vitesse moyenne à Dakar, Saint-Louis et Ziguinchor.

A Dakar, la vitesse moyenne annuelle est de 6,2 m/sec contre 3,9 m/sec à Saint-Louis avec un maximum de 7,7 m/sec (en avril) contre 4,7 m/sec pendant le même mois à Saint-Louis.

Quand les vents de secteur nord dominant, Dakar est sous le souffle de l'alizé. Celui-ci, normalement du NE, est dévié soit en vent du N ou du NNE par la brise nocturne de terre qui souffle jusqu'en fin de matinée, soit en vent du NNW ou du NW par la brise de mer qui, attirée par la chaleur diurne de la masse continentale, peut se faire sentir jusqu'à 200 km à l'intérieur des terres,

Le régime de la "mousson" s'annonce dès le mois de mai par un renforcement des vents de NW, au détriment des vents du N.

Le secteur E est celui de l'harmattan qui n'est senti à Saint-Louis que par bouffées exceptionnelles (lorsque l'alizé ne souffle pas et s'il n'est pas repoussé par la brise de mer).

L'harmattan se manifeste à l'intérieur du pays de février à mai.

Graphique 10 - Humidités relatives moyennes à Dakar pour la période 1947 - 1960 (moyennes des H.R. maximales et minimales quotidiennes).

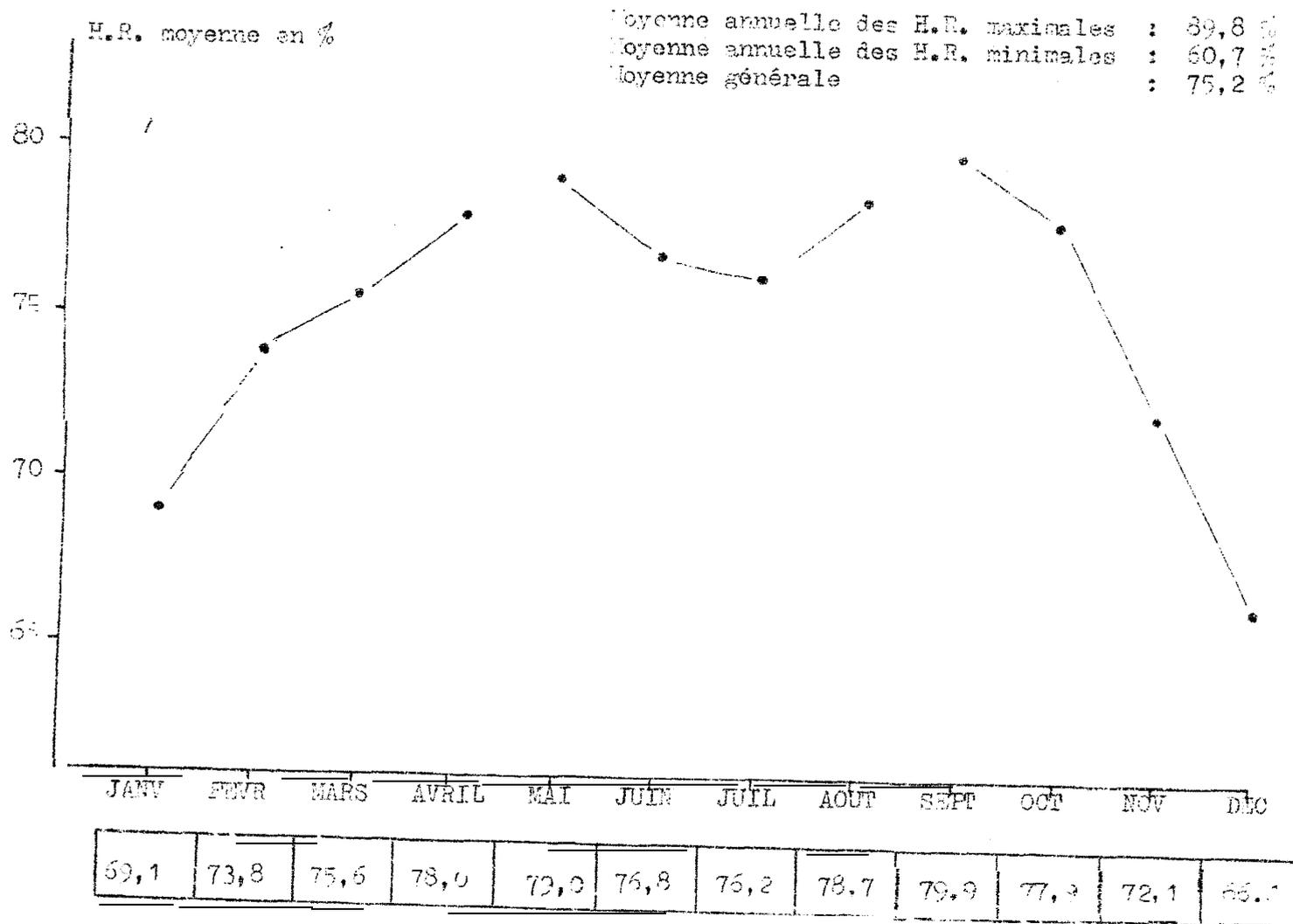


Fig. 10 - Directions résultantes du vent et vitesses moyennes pour la période quinquennale 1954-1959

		AVRIL	MAI	JUN	JUILLET	AOUT	SEPTEMBRE	OCTOBRE	NOVEMBRE	DÉCEMBRE	JANVIER			
DAKAR	Direction résultante	N	N	N	N	N	NNE	NNE	NNE	N	N			
	Vitesse moyenne en m/sec	5,9	7,1	7,4	7,7	6,3	5,7	5,3	4,8	4,7	4,7	6,4	7,0	6,2
SAINT-LOUIS	Direction résultante	N	N	NNE	NNE	NNE	NNE	N	N	NNE	NNE	N	NNE	
	Vitesse moyenne en m/sec	4,3	4,3	4,5	4,7	3,9	4,0	4,2	3,5	3,2	3,1	3,3	3,8	3,9
ZIGUINCHOR	Direction résultante	NNE	NNE	NNE	NNE	N	N	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	NNE	
	Vitesse moyenne en m/sec	1,9	2,6	2,9	3,3	3,8	2,7	2,6	2,5	1,9	1,3	1,3	1,5	2,1

Le vent ~~ENE~~ est une déviation de l'alizé et le vent ESE-un vent de transition accidentel, prémonitoire en général d'un coup de vent d'E de l'in do saison des pluies.

Le vent du SW appartient essentiellement au régime de la "mousson" et celui du SE est lié à une position septentrionale du F.I.T.

## 6. L'INSOLATION

Dans le graphique 11, nous voyons que l'insolation atteint sa valeur maximale en avril, puis décroît jusqu'à sa valeur minimale en août,

Après une légère remontée jusqu'au mois de novembre, elle passe par un second minimum en décembre.

Les mois de mars, avril et mai sont donc les plus ensoleillés, mais aussi ceux où l'alizé maritime est le plus constat. Au contraire, le mois d'août, avec son maximum pluviométrique et son abondante nébulosité, possède la durée d'insolation la plus faible de l'année.

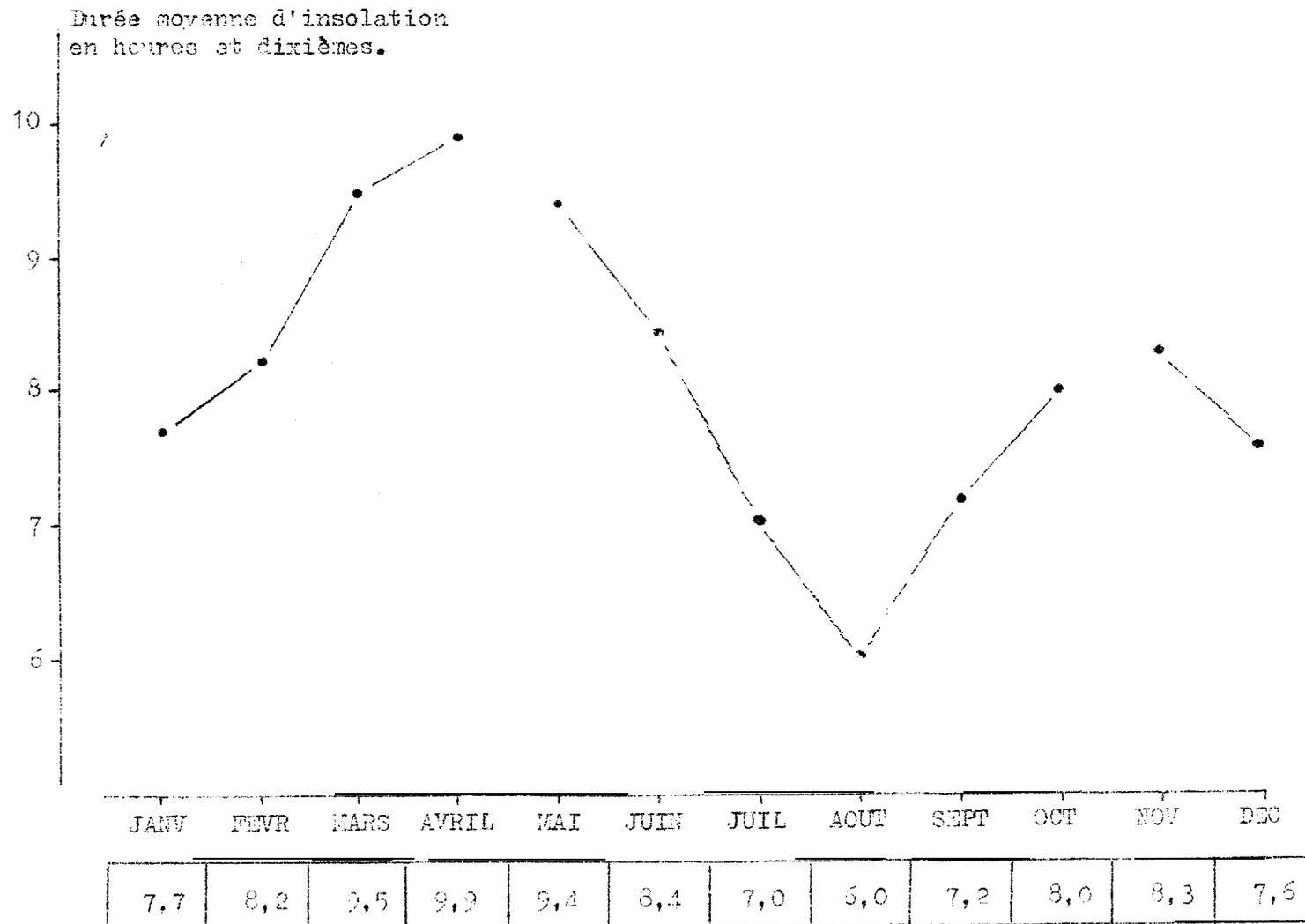
Quant au second minimum de décembre, il est lié aux brumes fréquentes en cette saison et aux passages répétés au-dessus de Dakar de formations nuageuses.

## 7. L'EVAPORATION

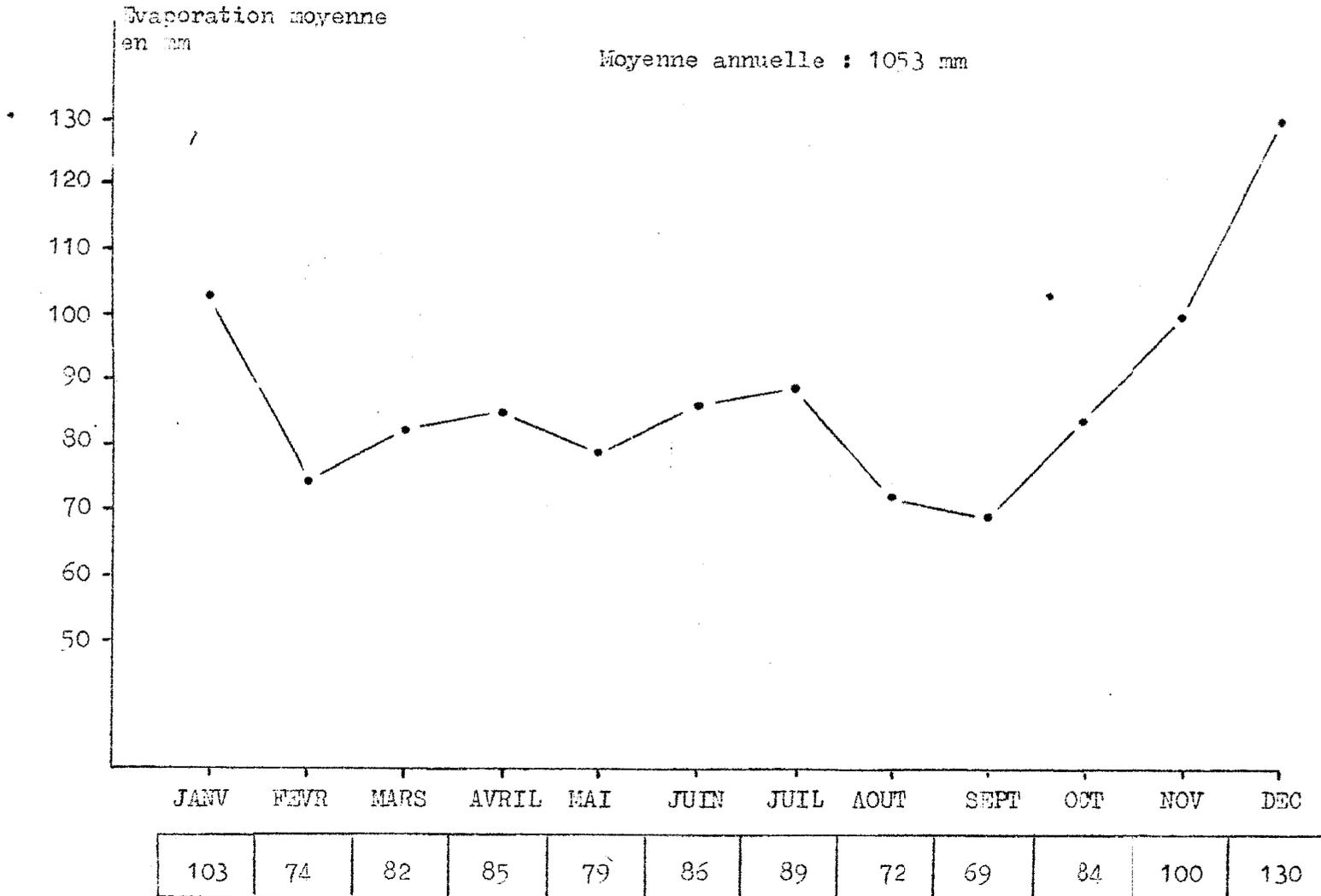
Le graphique 12 indique l'évolution mensuelle de l'évaporation moyenne à Dakar pour la période quinquennale 1954-1959 (mesures à l'évaporimètre de Piche).

Son minimum est situé en septembre (humidité relative maximale) et elle atteint son maximum en décembre (humidité relative minimale),

Graphique 11 - Durées moyennes d'insolation à Dakar pour la période 1950-1952 .



Graphique 12 - Evaporations moyennes à Dakar pour la période 1954-1959.



INDEX BIBLIOGRAPHIQUE

- 1 - Climatologie succincte de Dakar - Valeurs moyennes (1956), Service météorologique fédéral , Dakar.
- 2 - La presqu' île du Cap-Vert - Le Climat,  
P. JAEGER (1949), Etudes sénégalaises No 1, I.F.A.N., 63-92.
- 3 - Nouvelle approche des réalités météorologiques de l'Afrique Occidentale et Centrale,  
G. DHONNEUR (1974), Thèse de doctorat, Université de Dakar - ASECNA, Tomes 1 et 2,
- 4 - Semaine d'étude des problèmes intertropicaux (1972), Bulletin des Recherches Agronomiques de Gembloux, F.S.A. Gx.
- 5 - Etude de deux perturbations typiques de saison sèche en Afrique Occidentale,  
H. VOIRON (1966), ASECNA, Publication de la direction de l'exploitation météorologique No 14, Dakar.
- 6 - Aperçu sur la climatologie de l'Afrique Occidentale Française (1957),  
Service météorologique, Dakar.
- 7 - Atlas international de l'Ouest Africain (1968), O.U.A.
- 8 - Essai de synthèse sur les théories des lignes de grains en Afrique Occidentale,  
G. DHONNEUR (1970), ASECNA, Publication de la direction de l'exploitation météorologique No 20, Dakar.
- 3 - Le climat du Sénégal - Données statistiques (1960), Service météorologique,  
Dakar.
- 10 - Cours d'écoclimatologie,  
A. NOIRFALISE (1972), F.S.A. Gx.

- 11 - Eléments du climat de Dakar,  
F. RAVAUULT (1963),  
Secrétariat d'Etat au Plan et au Développement, Dakar.
- 12 - Etude des principaux facteurs agrométéorologiques au Sénégal,  
M. SECK (1970), *L'Agronomie tropicale*, t. XXV, No 3, 241-276.
- 13 - La dynamique des précipitations en Afrique Occidentale,  
M. LEROUX (1972), Thèse de doctorat, ASECNA, Publication de la direction  
de l'exploitation météorologique No 23, Dakar.
- 14 - Climatologie - Moyennes mensuelles - Période 1951 - 1950  
(1963), ASECNA, Service météorologique, Dakar.
- 15 - Connaissance du Sénégal - Climat - Sol:: - Végétation  
J.G. ADAMS, F. BRIGAUD, Cl. CHARREAU, R. FAUCK (1965),  
*Etudes sénégalaises* No 9,  
Ministère de l'Education Nationale, Saint-Louis.
- 16 - Contribution à l'étude des interactions océan-atmosphère sur les côtes de  
l'Ouest africain,  
M. DOROT (1972), ASECNA, Publication de la direction de l'exploitation  
météorologique No 24, Dakar.
- 17 - Normales climatologiques du Sénégal (1963), ASECNA, Service météorologique,  
Dakar.
- 18 - Principaux types de temps en Afrique Occidentale, illustrés par des  
situations météorologiques réelles,  
H. CASANOVA (1967), *Bulletin de l'I.F.A.N.*, t. XXIX, série A, No 1, 383-408.
- 19 - Sur la structure et le maintien des lignes de grains d'Afrique de l'Ouest,  
H. RIEL, D. ROSSIGNOL, W. LUCKEFEDT (1974), ASECNA, Publication de la  
direction de l'exploitation météorologique No 35, Dakar.

- 20 - La structure continue de l'Equateur météorologique sur l'Afrique intertropicale (1973), ASECNA, Publication de la direction de l'exploitation météorologique No 29, Dakar.
- 21 - Rapport technique sur une étude d'agroclimatologie de 'L'Afrique sèche au Sud du Sahara en Afrique Occidentale,  
J. COCHEME, P. FRANQUIN (1967),  
Projet conjoint d'agroclimatologie FAO/UNESCO/OMM, Rome.
- 22 - Quelques aspects de la météorologie dynamique en Afrique Occidentale,  
H. VOIRON (1966), ASECNA, Dakar.
- 23 - La météorologie en Afrique Occidentale française  
(1931), Exposition coloniale internationale de Paris, Larose, Paris.
- 24 - Quelques particularités du climat de Saint-Louis du Sénégal .incidences médicales,  
H. DE LOTURE, M. SANKALE, P. PENE (1962),  
Bulletin de la société médicale de l'Afrique Noire de langue française,  
Vol, VII, No 2, 288-305.
- 25 - Recherches de cycles dans les pluies annuelles de Dakar (1901-1972) et au Sénégal (1924-1972) - Essai de classification climatique  
(1973) ASECNA, Publication de la direction de l'exploitation météorologique No 31, Dakar.
- 26 - Troposphère et basse stratosphère en Afrique Occidentale - Statistiques climatologiques (1959), Service météorologique, Dakar.
- 27 - Etudes météorologiques sur l'Afrique Occidentale Française  
(1937), Publication du Comité d'Etudes Historiques et Scientifiques de l'A.O.F.,  
Service météorologique No 3, série B, Larose, Paris.

- 26 - La dynamique des précipitations au Sénégal,  
M. LEROUX (1973), Notes africaines No 140, 105-108.
- 27 - Le climat du Sénégal, les types de temps, les régions climatiques  
P. MORAL (1965 et 1966), Revue de Géographie de l'Afrique Occidentale  
No 1-2 (49-70) et No 3 (3-35).
- 30 - Données météorologiques recueillies à Richard Toll Guédi Kaédi et Séré  
Juin 1971 - mai 1972 ;  
D. RIJCKS (1972).  
Projet pour le développement de la recherche agronomique et de ses applications  
dans le bassin du Fleuve Sénégal.
-