



MICROFICHE N°

03936

République Tunisienne

MINISTÈRE DE L'AGRICULTURE

CENTRE NATIONAL DE

DOCUMENTATION AGRICOLE

TUNIS

المركز الوطنية التونسية
وزارة الزراعة

المركز القومي
للتوثيق الزراعي
تونس

F 1

Republique Tunisienne

الجمهورية التونسية

INSTITUT NATIONAL
DE LA METEOROLOGIE

04

المعهد القومي
للرصد الجوي

CNDA 3936

LA GRÊLE

En Tunisie

Par

H . SAIDI

TUNIS . MARS 1976

Republique Tunisienne

INSTITUT NATIONAL
DE LA METEOROLOGIE

الجمهورية التونسية

المعهد القومي
للرصد الجوي

LA GRÊLE

En Tunisie

Par

Hassen SAIDI

Ingénieur Principal
de la Météorologie

T U N I S . M A R S 1 9 7 6

P R E F A C E

Au cours des dernières années ,l'Organisation des Nations Unies et ses institutions spécialisées se sont préoccupées de plus en plus des problèmes posés par les catastrophes naturelles qui, depuis des siècles ,causent des pertes considérables en vies humaines et en bien matériels, en particulier dans les pays en voie de développement. On estime que la science et la technique permettent non seulement d'étudier les causes de ces désastres mais également, dans certains cas, de les prévenir ainsi que de mettre sur pied des dispositifs capables de les prévoir et d'atténuer leurs conséquences lorsqu'ils se produisent.

La grêle constitue pour l'économie tunisienne une des catastrophes naturelles et provoque chaque année des pertes importantes essentiellement dans le domaine agricole.

"Les projets d'agriculture les mieux organisés et les plus rentables ,les efforts d'un plan dans le domaine économique, les espoirs d'un pays peuvent être détruits en quelques minutes par une seule averse de grêle".

La Météorologie Nationale Tunisienne s'est toujours préoccupée des aspects économiques de la modification du temps et en particulier de la lutte anti-grêle.

Un plan de lutte a été mis sur pied, la création de la station Radar de Thala en constitue la première étape importante ,qui doit être suivie par le choix des zones et des périodes de traitement ,ainsi que des moyens appropriés pour la lutte anti-grêle en Tunisie.

Sur le plan bioclimatique, les zones d'altitude de la Tunisie Centrale représentent un ensemble original, ayant des potentialités importantes.

En périmètre irrigué, notamment ,les cultures à feuilles caduques y seraient particulièrement à leur place, les pommiers, les poiriers, cerisiers etc...

Malheureusement la grêle, dont l'occurrence dans cette zone est très forte limite ou interdit le développement de ces cultures.

Par ailleurs les dégâts sur cultures annuelles (pertes sur céréales, prairies, cultures en sec, maraichage etc.) peuvent atteindre 50% des rendements normalement attendus.

Sur forêts également les dégâts de grêle réduisent considérablement les croûts annuels.

On peut estimer à plusieurs millions de dinars les pertes potentielles causées par la grêle (zones non plantées et dégâts aux cultures).

Ceci justifie amplement un programme de lutte de grande envergure.

La présente étude constitue une des données fondamentales indispensable à la connaissance de la grêle en Tunisie pour mieux combattre cette calamité naturelle .

Moncef AYADI

Directeur de l'Institut National
de la Météorologie

ALPHABETICALLY LISTED STATIONS

STATIONS	COORDINATES		STATIONS	COORDINATES		STATIONS	COORDINATES		STATIONS	COORDINATES		STATIONS	COORDINATES	
	LATITUDE	LONGITUDE		LATITUDE	LONGITUDE		LATITUDE	LONGITUDE		LATITUDE	LONGITUDE		LATITUDE	LONGITUDE
TABARCA	36° 56'	08° 45'	SEUS	36° 04'	09° 02'	EL HAUGERIA	37° 02'	11° 01'	PELLARA	34° 37'	08° 34'			
REN METIN	36° 45'	08° 44'	OMAROUAG	36° 27'	08° 26'	BOU CHERIF	36° 37'	10° 34'	MADON DEL AZNES	34° 44'	08° 31'			
TIDJA	37° 10'	09° 45'	GALFOUR	36° 19'	09° 20'	SEFIDA	36° 08'	10° 21'	AIN JELLOULA	35° 48'	09° 47'			
GHEB EL HELI	37° 10'	10° 11'	TUNIS-CALPHAOK	36° 50'	10° 14'	SOUSEK	35° 50'	10° 38'	JERBA	33° 53'	10° 07'			
SIZENYE	37° 15'	09° 48'	BEJAORA	36° 50'	09° 59'	TEBOULBA	35° 37'	10° 37'	GABES	33° 53'	10° 06'			
SEJEBARE	37° 03'	09° 15'	MEDJAZ EL BAB	36° 39'	09° 36'	EL JEN	35° 08'	10° 41'	GAPSA	34° 25'	08° 49'			
CAP SERBAT	37° 14'	09° 13'	TEBOULBA	36° 50'	09° 50'	SFAK	34° 43'	10° 41'	METLANI	34° 19'	08° 49'			
AIN DRABAN	36° 47'	08° 43'	SIDI BOU-BAKER	36° 15'	09° 48'	CHAL	34° 33'	10° 19'	LARJIS	33° 30'	11° 07'			
CAP BLANC	37° 20'	09° 47'	BOU ARADA	36° 21'	09° 37'	SIR ALI BEN KHELIFE	34° 48'	10° 06'	TANZEA	34° 21'	07° 58'			
GEMZALA	37° 04'	09° 37'	ARLARA	36° 51'	10° 11'	BOUCHERARA	35° 00'	10° 33'	SERINA	34° 17'	10° 04'			
JEDEL ABOD	36° 58'	09° 05'	MORWAG	36° 41'	10° 18'	REOLA	34° 42'	11° 12'	SERED	34° 32'	09° 16'			
CHESTON (O. MELLIZ)	36° 31'	08° 36'	SIR M'CHENGA	36° 31'	09° 57'	MARJIA	35° 30'	11° 04'	VOITON	33° 55'	08° 10'			
ILE PLAGE	37° 11'	10° 20'	BORJ EL ANRI	36° 43'	09° 54'	JERJILABA	35° 02'	10° 56'	BORJ SAJIMARE	33° 46'	09° 17'			
ILE CANI	37° 22'	10° 08'	GALLAT EL ANDLEUSS	36° 04'	10° 07'	LESERBA	35° 22'	10° 36'	CHEJEBON	33° 50'	09° 35'			
ILE OALITON	37° 30'	08° 52'	SIDI THABET	36° 54'	10° 02'	KLEBI ZITOUN	36° 01'	10° 07'	NEFTA	33° 52'	07° 53'			
RAS RAJZEL	36° 57'	08° 50'	NOGEBARE	36° 33'	09° 27'	MONASTIR	35° 40'	10° 45'	SIDI HANNOUR	34° 16'	09° 32'			
MAYSON	37° 02'	09° 40'	POST DU FARE	36° 24'	09° 54'	CHOTT MARJEN	35° 50'	10° 35'	MOLARIS	34° 29'	08° 16'			
EL FEIJ-JA	36° 30'	08° 19'	ZAGBOUAN	36° 24'	10° 08'	BOU FICHA	36° 17'	10° 28'	ZAKELIE (MARTIN)	33° 36'	10° 15'			
EMMAN BOUGOUTRA	36° 48'	08° 37'	KEGRINE	36° 47'	10° 15'	MOKEINE	35° 37'	10° 54'	MEJONNE	33° 48'	11° 00'			
EL ALLA	37° 10'	10° 02'	JEBEL AOUSI	36° 32'	10° 04'	SARLIFE	35° 52'	10° 34'	REDETEP	34° 22'	08° 10'			
JERGOUBA	36° 29'	08° 48'	GOMBELLAT	36° 33'	09° 40'	M'HARJA	35° 22'	10° 25'	SAHMA BO JEBELD	34° 01'	08° 10'			
BEJA	36° 44'	09° 11'	BESSESSIA	37° 02'	09° 55'	OUSSULTIA	35° 51'	09° 35'	ERJIS	33° 24'	11° 06'			
YERCOUBOU	36° 27'	09° 16'	AIN BOU SAADIA	36° 04'	09° 39'	KALFOUAN	35° 40'	10° 06'	MEJENTINE	33° 21'	10° 59'			
OSLD HELLEGUE	36° 19'	09° 42'	CAP BOU	37° 04'	11° 03'	SIDI SAAD GARE	35° 21'	09° 15'	BEK GARDARE	33° 08'	11° 13'			
LE KIV	36° 11'	08° 43'	KELIBIA	36° 50'	11° 06'	SEIBA	35° 32'	09° 05'	TATLOUINI	35° 55'	10° 27'			
SILIANA	36° 05'	09° 22'	MEZEL BOU ZELFA	36° 41'	10° 36'	SEKITIA	35° 13'	09° 50'	ESAR HELLAST	33° 06'	09° 37'			
MATBAR	35° 52'	09° 13'	BOU ARBOUR	36° 32'	10° 13'	KASSERINE	35° 10'	08° 50'	POZE	33° 27'	09° 01'			
TRALA	35° 35'	08° 39'	MAREUL	36° 27'	10° 44'	ESAR GHEIRISS	34° 39'	09° 50'	CHAMBARIA	33° 15'	10° 49'			
BOU SALEN	36° 32'	09° 01'	KERDOUS	36° 48'	10° 35'	GAROUBA (SdI B. ZID)	35° 03'	09° 28'	BORJ BOUGOUTRA	34° 12'	10° 20'			
LE THIBAR	36° 32'	09° 06'	BELMAHET	36° 24'	10° 37'	REKJEB	34° 47'	09° 48'	BEIBET	32° 01'	10° 42'			
LE ERIB	36° 18'	09° 10'	OUZBALLIA	36° 24'	10° 30'	HABJEL EL ATOUN	35° 24'	09° 33'	REMEIDA	32° 19'	10° 24'			
SAKIET SIDI TOUSSEK	36° 13'	08° 21'	DAR CHICHOUB	36° 57'	11° 00'	JELNA	35° 17'	09° 25'	BORJ EL FERUSA	30° 15'	09° 36'			
TAJEROUNE	35° 54'	08° 33'	MEZEL TENIME	36° 47'	10° 59'	SIDI MESSAOUED	36° 02'	09° 48'	ESAR EL MORRA	30° 46'	11° 06'			
ERBA ESOUR	35° 57'	08° 50'	KORBA	35° 36'	10° 50'	BAFFOUZ	35° 37'	09° 40'	KIBILI	33° 42'	08° 34'			
									EL BOHIN	31° 41'	08° 12'			
									MATHER	33° 30'	09° 57'			

T A B L E D E S M A T I E R E S

	PAGE
PREFACE	I
NOMENCLATURE DES STATIONS	IV
INTRODUCTION	1
PREMIERE PARTIE - ETUDE STATISTIQUE	3
1.1. FREQUENCE DES JOURS DE GRELE	3
1.1.1. Variation du nombre de jours de grêle	3
1.1.2. Variation mensuelle du nombre de jours de grêle	4
1.1.3. Variation saisonnière du nombre de jours de grêle	5
1.2. DIMENSIONS DES GRELONS	5
1.3. VARIATION DIURNE DES CHUTES DE GRELE	9
1.4. DUREE DES CHUTES DE GRELE	9
1.5. RAPPORT DES JOURS D'ORAGE ET DES JOURS DE GRELE	9
A N N E X E I : TABLEAUX	11
A N N E X E II : CARTES	21
DEUXIEME PARTIE : ETUDE METEOROLOGIQUE SYNOPTIQUE	59
2.1. INTRODUCTION	59
2.2. SAISON NOVEMBRE-MARS	63
2.3. SAISON MAI-SEPTEMBRE	65
2.3.1. Situations à caractère convectif	66
2.3.2. Situations à caractère frontologique	69
2.3.3. Exception	69
2.4. MOIS D'AVRIL	70
2.4.1. Origine frontologique	70
2.4.2. Origine convective	70
2.4.3. Exception	71
2.5. MOIS D'OCTOBRE	72
A N N E X E III : SITUATIONS TYPES	75
C O N C L U S I O N	116
R E M E R C I E M E N T S	116

I N T R O D U C T I O N

Les méfaits de la grêle en Tunisie et ailleurs ne sont plus à démontrer et les dégâts causés par les chûtes de grêle sont nombreux. Citons uniquement pour mémoire et par exemple celle du 2 Mai 1971 dans les Gouvernorats de Béjâ et Jendouba. Dans le Gouvernorat de Béjâ une durée de 10 à 13 minutes a suffi pour endormager à 100% 3.000 hectares de cultures céréalières sur une superficie totale de 5.000 hectares. On signalait également une personne blessée, des vitres cassées et quelques têtes de bétail perdues. Dans le Gouvernorat de Jendouba, dans le Cheikhat de Baldia, délégation de Bou Salem, 530 hectares de céréales ont été endormagés à 77%, 4.000 arbres fruitiers à 70% et 11.800 pieds d'oliviers à 70% également. Pour mener convenablement une lutte anti-grêle sur une région, il est essentiel de connaître les caractéristiques climatologiques des orages de grêle sur cette région. Horace R. BYERS (1) rapporte, dans 179 orages sélectionnés pour études dans l'OHIO et en FLORIDE, totalisant 1363 traversées d'orages, que seulement 10% au plus des orages contiennent de la grêle. Ainsi la reconnaissance des orages à grêle réduirait de 90% les dépenses en produits dans une campagne de lutte anti-grêle. Ne perdant pas de vue combien il est justement très difficile à l'heure actuelle de reconnaître les nuages à grêle parmi les nuages d'orages, en utilisant les connaissances actuelles de la microphysique des nuages, nous avons pensé qu'il serait utile d'ajouter à l'étude des caractéristiques climatologiques celles des situations météorologiques synoptiques favorables aux chûtes de grêle. L'application de cette étude météorologique synoptique donne des résultats que nous pensons très satisfaisants.

L'étude qui suit est basée sur le dépouillement systématique des compte-rendus quotidiens de 12 stations météorologiques principales et des tableaux climatologiques mensuels de 66 stations climatologiques principales et secondaires, totalisant ainsi 773 jours de grêle donnant 1460 chûtes de grêle sur la Tunisie. Malheureusement les observations ne sont pas continues dans toutes les stations. Nous étions alors obligés de commencer la période à partir de 1951 pour avoir le plus grand nombre possible de stations ayant effectué le plus grand nombre disponible d'observations, quoique certaines d'entre-elles, surtout les stations météorologiques principales, aient commencé à fonctionner

bien avant cette date ,mais leur existence relativement en petit nombre ne nous permet pas de faire des études statistiques admissibles .Même la période que nous avons choisie (1951-72) n'échappe pas à la discontinuité des observations Il a fallu ainsi procéder à des comblements de lacunes.La méthode employée à cet effet est la suivante : pour une station ayant une série d'observations comportant des lacunes,le nombre total pour 22 ans est obtenu en multipliant par 22 le nombre moyen annuel réel d'observations.Malgré cela,nous étions obligés de sélectionner des stations et nous en avons retenu 42 seulement pour l'étude statistique ,sauf en ce qui concerne le nombre total de jours de grêle (Fig.1) où nous avons utilisé toutes les observations enregistrées sur toute la Tunisie ,qui ont servi par contre à l'étude météorologique synoptique .D'autre part,à aucun moment nous n'avions considéré la distinction entre grêle et grésil .

(1) HORACE R.BYERS et ROSCOE R.BRAHAM JR;1949 : "THE THUNDERSTORM" .UNITED STATES DEPARTEMENT OF COMMERCE .WEATHER BUREAU .WASHINGTON .D.C. 287pp.

PREMIERE PARTIE

ETUDE STATISTIQUE

1.1. FREQUENCE DES JOURS DE GRELE.

1.1.1. Variation du nombre total de jours de Grêle :

Ce nombre varie dans l'espace et dans le temps .Le tableau I donne la distribution du nombre de jours de grêle pour différentes stations. Le maximum pour toute la TUNISIE se situe à AIN DRAHAM où il atteint 141 jours de grêle en 22 ans ,soit une moyenne de 6,4 jours de grêle par an .Cependant ,en un seul mois on peut dépasser cette moyenne annuelle .C'est ainsi que,pour le seul mois de Janvier de l'année 1951 on a totalisé 8 jours de grêle à cette station .Le même nombre a été observé à BEN M'TIR durant le mois de Janvier de l'année 1953. D'ailleurs ,ce nombre 8 constitue le maximum absolu de jours de grêle par mois observé dans une station.Pour l'ensemble de la Tunisie ,c'est toujours au mois de Janvier 1953 qu'on a enregistré le maximum absolu du nombre de jours de grêle soit 17 jours.Les lignes d'égal nombre total de jours de grêle représentées sur la carte n° 1 pour la période considérée laissent apparaître certaines zones de prédilection pour les chûtes de grêle .C'est ainsi qu'on remarque l'existence de noyaux de maximum centrés sur AIN DRAHAM,MAKHTAR,KASSERINE,REDEYEF et le GOLFE DE TUNIS,avec deux grands couloirs dépressionnaires : le premier longeant la vallée de la Medjerda ,est axé GHARDIMAOU,JENDOUBA,BEJA, MEDJEZ EL BAB,MATEUR et BIZERTE;le deuxième est axé Nord - Sud,soit: BIZERTE,MEDJEZ EL BAB,PONT DU FAHS,KAIROUAN,SIDI BOU ZID,MAKNASSY, MATMATA,TATAOUINE.

Du point de vue géographique ,les reliefs assez accentués tels que la chaîne de la Dorsale Tunisienne et surtout les monts de Khroumirie semblent plus favorables aux chûtes de grêle et sont le siège des maximums .On doit noter le parallélisme des lignes d'égal nombre de jours de grêle et des côtes tunisiennes.

1.1.2. Variation mensuelle du nombre de jours de grêle

Sur la figure 1 nous avons représenté la variation mensuelle du nombre de jours de grêle pour l'ensemble de la Tunisie tandis que le tableau I donne cette variation pour différentes stations. Le maximum est atteint au mois de Février, tandis que le minimum se situe vers les mois de Juillet-Août. La localisation géographique du maximum varie en fonction des mois de l'année (Cartes 7 à 18). C'est ainsi qu'on le trouve sur AIN DRAHAM et MAKHTAR au mois de Mars, sur SEJNANE au mois d'Avril, sur MAKHTAR au mois de Mai, sur KASSERINE au mois de Juillet,

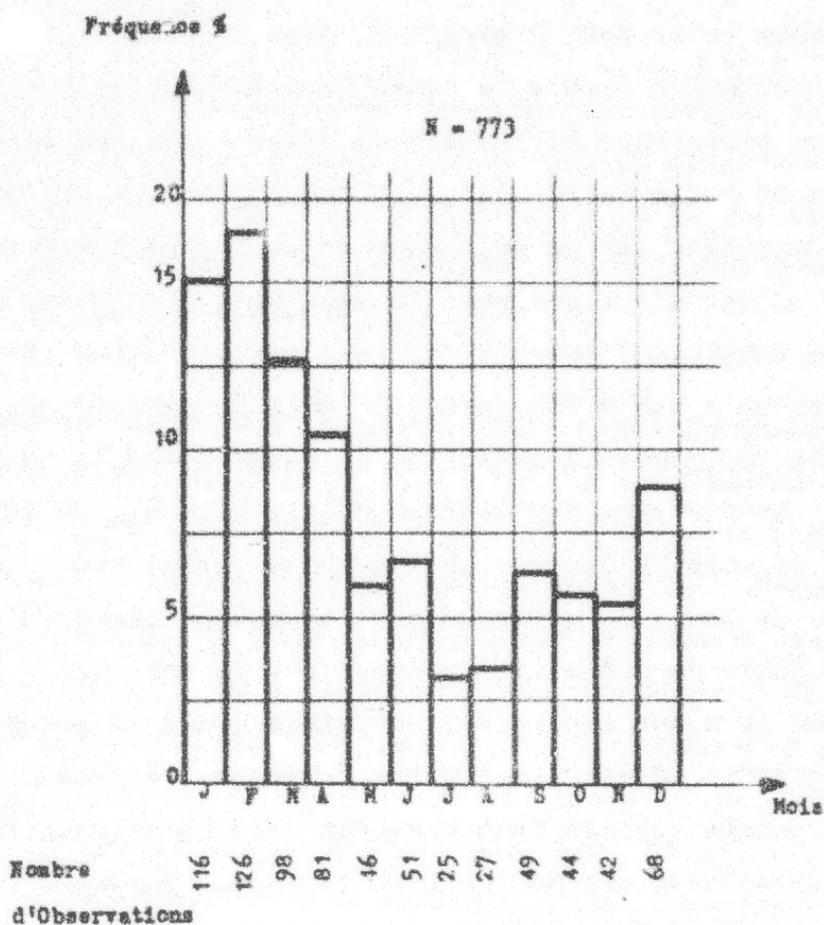


Fig. 1. Nombre de jours de grêle en Tunisie (Période 1951- 72)

sur MAKHTAR au mois d'Août, sur KASSERINE et MAKHTAR au mois de Septembre, sur SEJENANE et TEBOURSOUK au mois d'Octobre et de nouveau sur AIN DRAHAM aux mois de Novembre et Décembre. On doit noter ici le déplacement du maximum, de Mars à Juillet, vers les régions où prédominent des cultures céréalières durant la période favorable au mûrissement et aux moissons des céréales.

1.1.3. Variation saisonnière du nombre de jours de grêle :

Sur les cartes 3 à 6 , nous avons représenté les lignes d'égal nombre de jours de grêle pour chaque saison. Le maximum a lieu durant les trois premiers mois de l'année et se déplace géographiquement en fonction des saisons : il est centré sur AIN DRAHAM durant Janvier-Février-Mars et Octobre -Novembre-Décembre , sur KASSERINE au cours de la saison Juillet-Août-Septembre; il s'étend sur les régions de JENDOUBA , LE KEF, MAKHTAR, THALA et KASSERINE durant la saison Avril-Mai-Juin.

1.2. DIMENSIONS DES GRÊLONS

Dans la distribution des diamètres des grêlons (Fig.2) nous n'avons pas séparé la grêle du grésil ($\emptyset < 5$ mm), et c'est les grêlons dont le diamètre est égal à 5 ou compris entre 5 et 10 qui sont les plus fréquents pour l'ensemble de la Tunisie . Ce résultat concorde avec celui trouvé par Genève (1) en France .

La valeur du diamètre maximum varie géographiquement (tableau 2) et en fonction des saisons (Fig.3 à 6) . On a observé des grêlons de 105 mm de diamètre à SPAX le 13 Mai 1957, de 50 mm à JENDOUBA le 16 Septembre 1963 et de 55 mm à TUNIS-CARTHAGE le 9 Janvier 1953. Durant la saison Janvier-Février-Mars ce sont les grêlons dont le diamètre est inférieur à 5 mm qui sont les plus fréquents . Par contre au cours de la saison Avril-Mai-Juin le maximum est observé pour les diamètres inférieurs à 30 mm et égaux ou supérieurs à 25 mm . La saison Juillet-Août-Septembre accuse un maximum pour les diamètres inférieurs à 25 mm et égaux ou supérieurs à 20 mm. Enfin durant la saison Octobre-Novembre-Décembre ce sont les diamètres inférieurs à 35 mm, égaux ou supérieurs à 30 mm qui sont les plus observés.

Il est bon de signaler qu'au cours des saisons Avril-Mai-Juin et Juillet-Août-Septembre , ce sont les régions dont les cultures sont à vocation céréalière telles que les régions de KASSERINE, MAKHTAR, THALA TAJEROUINE, LE KEF, JENDOUBA, et BEJA qui sont le siège des noyaux de maximum de jours de grêle et que justement c'est durant ces deux saisons

(1) R. Genève 1961: La Grêle. Mémorial de la Météorologie Nationale. Paris.

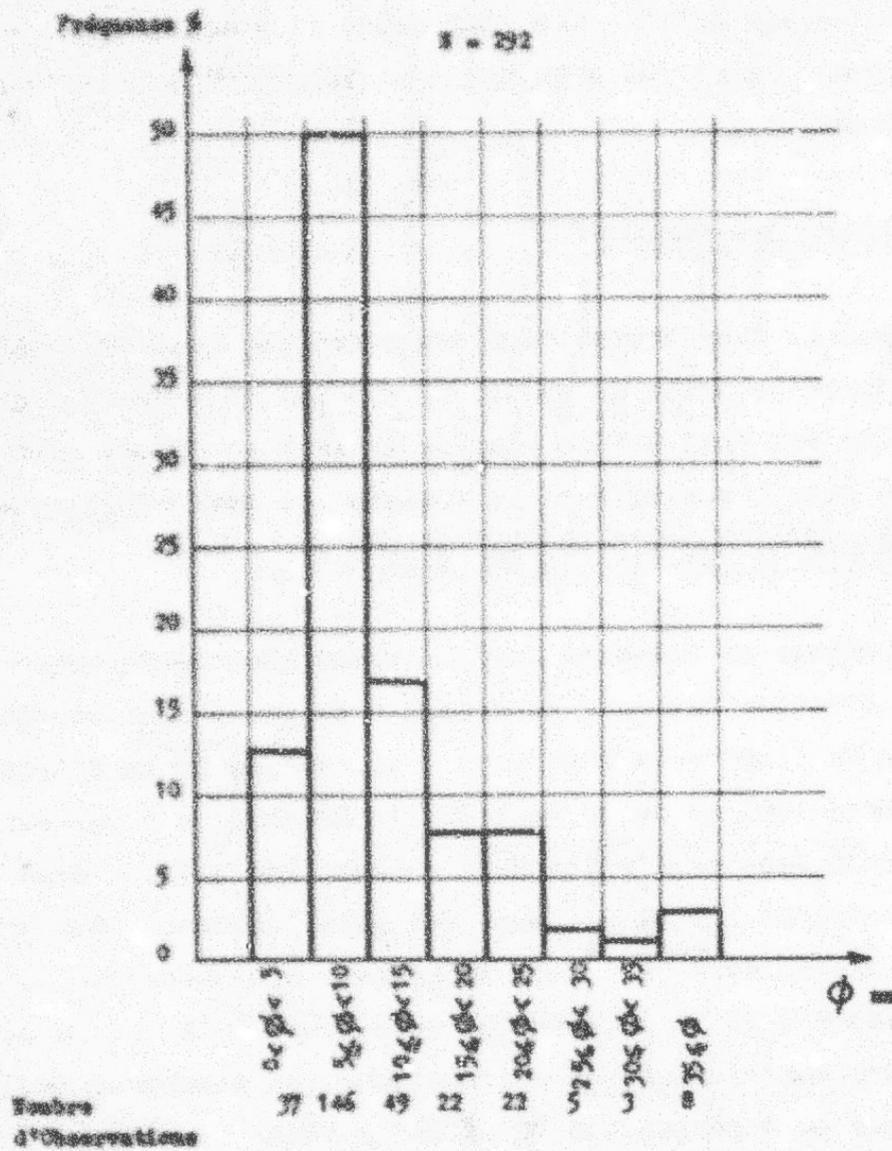


Fig. 2 . Distribution des diamètres des grêlons en Tunisie
(Période 1951 - 72)

ainsi qu'au mois d'Octobre que les gros diamètres supérieurs ou égaux à 20 mm prédominent .C'est ce qui explique ,à notre sens, les dégâts énormes causés par la grêle à ces cultures durant cette période.

Fréquence %

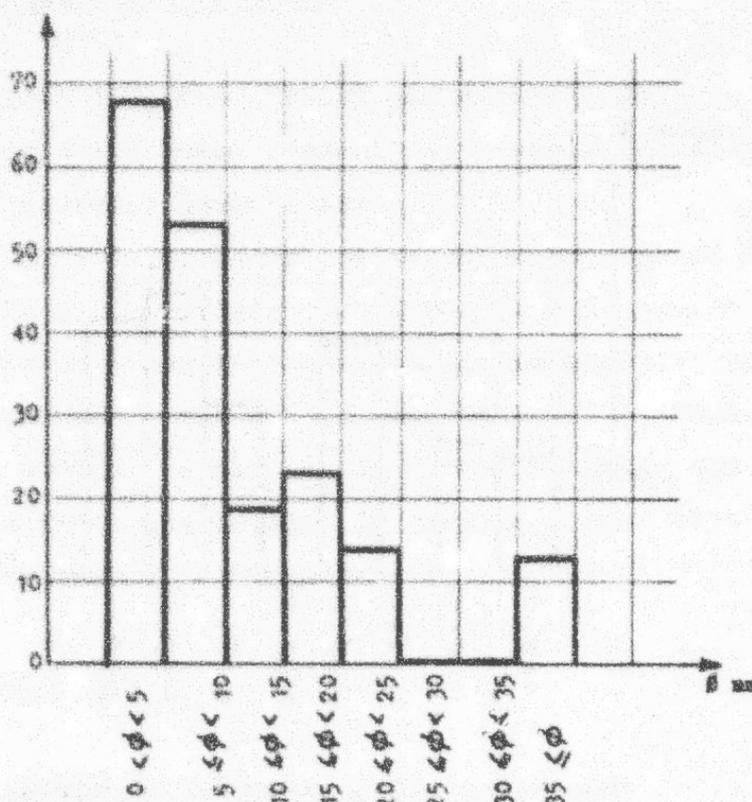


Fig. 3 . Variation saisonnière du diamètre des grêlons en Tunisie
Mois : JANVIER, FEVRIER, MARS. (Période 1951 - 72)

Fréquence %

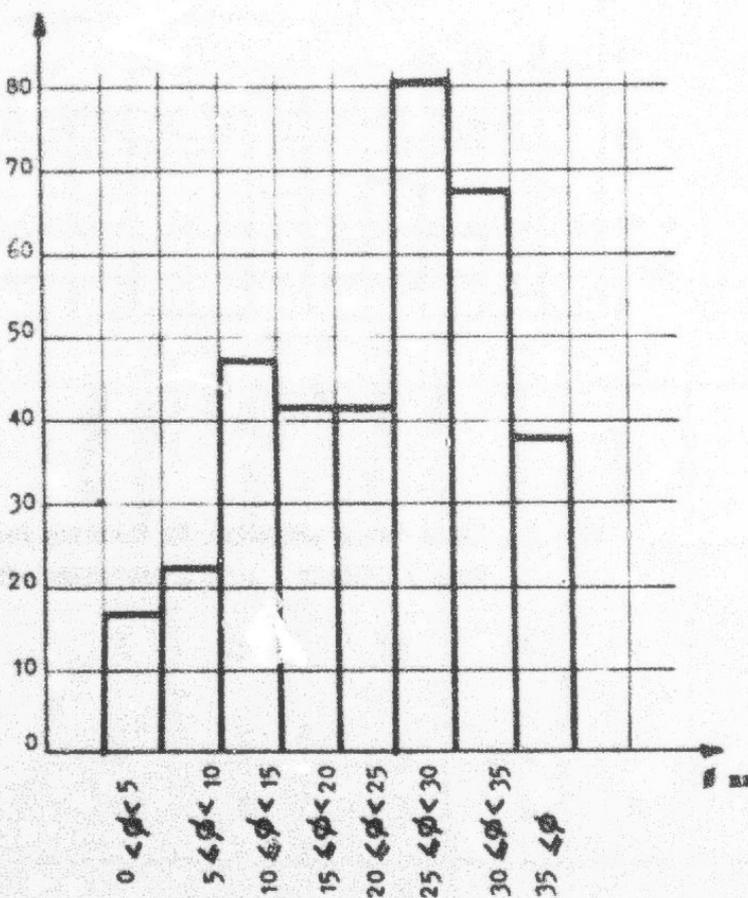


Fig. 4 . Variation saisonnière du diamètre des grêlons en Tunisie
Mois : AVRIL - MAI - JUIN. (Période 1951 - 72)

Fréquence %

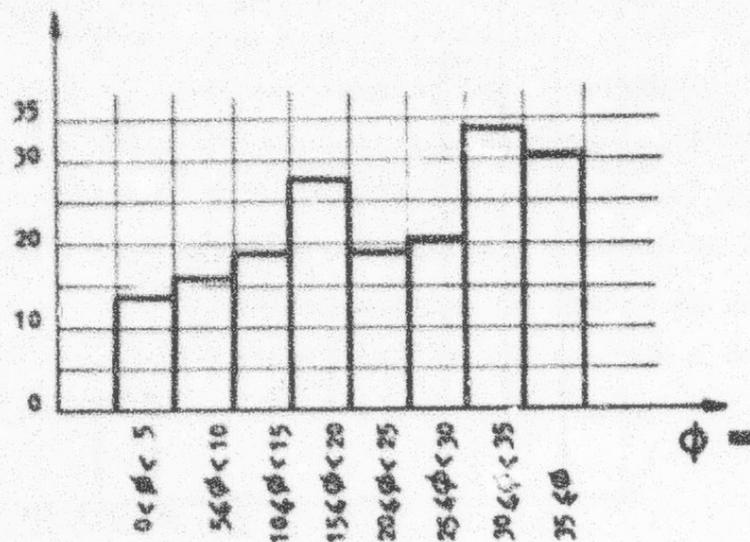


Fig. 6 . Variation saisonnière du diamètre des grêlons en Tunisie
Mois : OCTOBRE - NOVEMBRE - DECEMBRE. (Période 1951 - 72)

Fréquence %

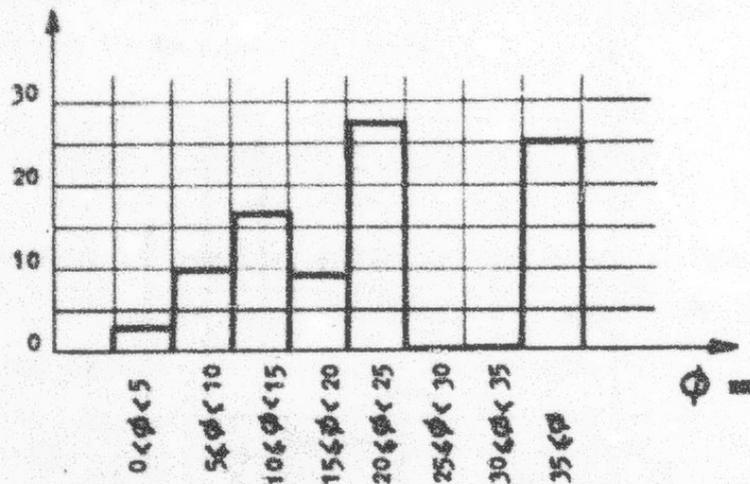


Fig. 5 . Variation saisonnière du diamètre des grêlons en Tunisie
Mois : JUILLET - AOUT - SEPTEMBRE. (Période 1951 - 72).

1.3. VARIATION DIURNE DES CHUTES DE GRELE

L'heure de chute de grêle n'étant pas enregistrée pour toutes les stations d'observations, et même n'étant pas enregistrée d'une manière continue, nous avons dressé deux tableaux :

Le tableau 3 où sont groupées les stations où l'heure d'observation des chutes de grêle est enregistrée de 0 heures à 24 heures, et le tableau 4 pour les stations où l'heure d'observation est enregistrée seulement de 6 heures à 24 heures. Sauf quelques exceptions (BIZERTE, REMADA, MEDENINE, SIDI ALI BOUOUN), le maximum de chutes de grêle est observé entre 12 heures et 18 heures (heure locale). Ce maximum a donc lieu principalement durant la période chaude de la journée.

1.4. DUREE DES CHUTES DE GRELE

Comme pour l'heure de chute, la durée de chute de grêle n'est pas enregistrée par toutes les stations. Le tableau 5 représente cette durée pour différentes stations à travers la Tunisie. La durée maximum varie géographiquement. C'est ainsi qu'on a enregistré une durée maximum absolue de 70 minutes à THIBAR le 20 Octobre 1956, la chute avait débuté à 19 heures 10 minutes ; et une durée de 69 minutes à SFAX le 9 Mai 1951. Cette chute avait débuté à 17 heures 7 minutes.

1.5. RAPPORT DES JOURS D'ORAGE ET DES JOURS DE GRELE

Le tableau ci-dessous donne la fréquence relative k en % de la grêle par rapport à l'orage pour différentes stations de la Tunisie, pour la période 1951-1972 :

STATIONS	JENDOUBA	TUNIS CARTHAGE	KAIROUAN	SFAX	GAFSA	GABES	JERBA	REMADA
Nombre de jours de grêle	36	73	25	15	18	12	5	3
Nombre de jours d'orage	663	698	513	489	354	374	72	57
Rapport R%	5	10	5	3	5	3	7	5

On peut remarquer dans ce tableau que, pour REMADA, le nombre de jours de grêle qui est de 3 ne correspond pas à celui cité dans le tableau 1 où il était de 5. Ceci est dû au fait que, par soucis de rester fidèles à la réalité, nous ayons préféré garder ici le nombre réel de jours de grêle et celui de jours d'orage pour calculer leur rapport R, sans recourir aux méthodes de comblement de lacunes qui nous paraissent dans ce cas moins satisfaisantes et qui donneraient 6% au lieu de 5% pour R, sachant que, pour cette station, l'observation est interrompue entre 1958 et 1966 durant la période considérée.

Comme pour toutes ces stations on a enregistré uniquement une seule chute de grêle par jour durant cette période, et qu'un jour d'orage comporte au moins un orage, ces résultats concordent parfaitement avec ceux cités par H.R. BYERS (1) dans "THUNDERSTORM" pour les 179 orages de la FLORIDE et de l'OHIO où 10% au plus de ces orages contiennent de la grêle, et font ressortir l'intérêt particulièrement financier de pouvoir reconnaître les orages de grêle du reste des orages dans toute action de lutte anti-grêle.

(1) HORACE R. BYERS et ROSCOE R. BRAHAM JR, 1949 : "THE THUNDERSTORM". UNITED STATES DEPARTMENT OF COMMERCE. WEATHER BUREAU . WASHINGTON. D.C. 287 pp.

ANNEXE I : TABLEAUX

TABLEAU 5. PREVALENCE DES PNEUMONIES DE COUREZ D (DE RECTUS) DANS LES VILLES SAHRAI
LE CAS DE CERTES PNEUMONIES A FITE PNEUMONIE

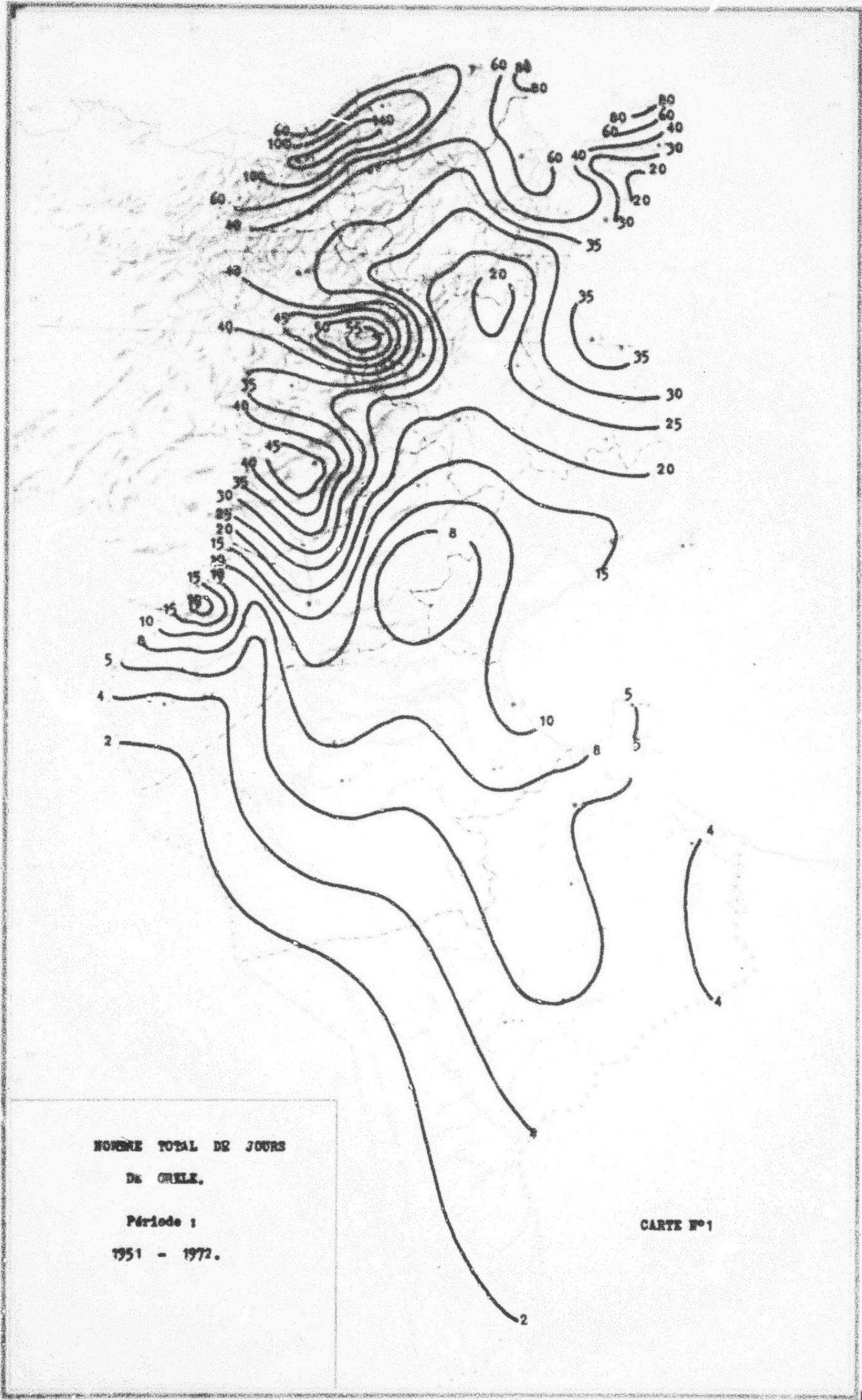
(PREVISION 1951 - 71)

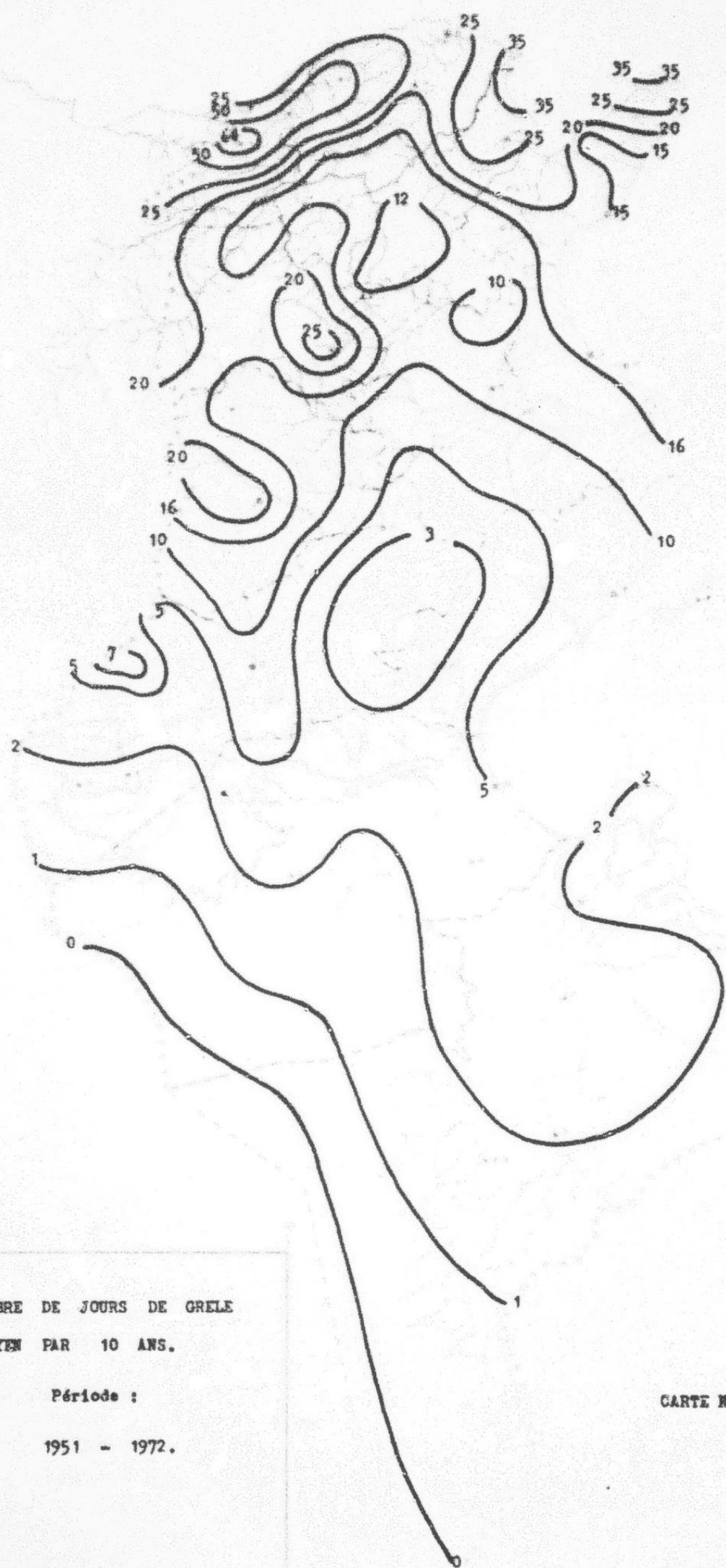
STATION	0 < D < 5		5 < D < 10		10 < D < 15		15 < D < 20		20 < D < 30		30 < D		B MIL	TOTAL	
	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M	N	M			
JERBOUDA	5	16.67	10	33.33	5	16.67	3	10.00	5	16.67	2	6.67	45	30	100
ELIZANTE	5	16.67	12	40.00	8	26.67	3	10.00	2	6.67	0	0	35	30	100
TUNIS-GATHAGE	7	20.00	15	42.86	6	17.14	5	14.29	1	2.86	1	2.86	33	25	100
KALHOUAN	3	13.64	4	18.18	10	45.45	4	18.18	1	4.55	0	0	30	22	100
TOLEUR	0	0	1	33.33	1	33.33	0	0	0	0	1	33.33	50	3	100
GAJSA	1	11.11	4	44.44	2	22.22	1	11.11	1	11.11	0	0	21	9	100
SPAL	2	15.38	3	23.08	3	23.08	1	7.69	0	0	4	30.77	69	13	100
GABES	1	9.09	6	54.55	0	0	1	9.09	2	18.18	1	9.09	45	11	100
REHADA	0	0	0	0	1	33.33	1	33.33	1	33.33	0	0	25	3	100
GHAR EL MELZ	29	64.44	11	24.44	2	4.44	1	2.22	0	0	2	4.44	50	45	100
TEHOURBA	1	16.67	1	16.67	1	16.67	0	0	1	16.67	2	33.33	60	6	100
TEHAR	0	0	2	25.00	1	12.50	2	25.00	1	12.50	2	25.00	70	8	100
SIDI BOUZEKAR	1	11.11	3	33.33	1	11.11	0	0	1	11.11	3	33.33	45	9	100
GHOMBALIA	23	60.53	6	15.79	5	13.16	2	5.26	1	2.63	1	2.63	45	28	100
KASSERINE	11	61.11	2	11.11	3	16.67	1	5.56	1	5.56	0	0	20	16	100
TOTAL :	69	31.79	80	28.57	49	17.70	25	8.93	18	6.43	19	6.79		290	100

ANNEXE II : C A R T E S

NOBRE TOTAL DE JOURS
DE GEELE.
Période :
1951 - 1972.

CARTE N°1





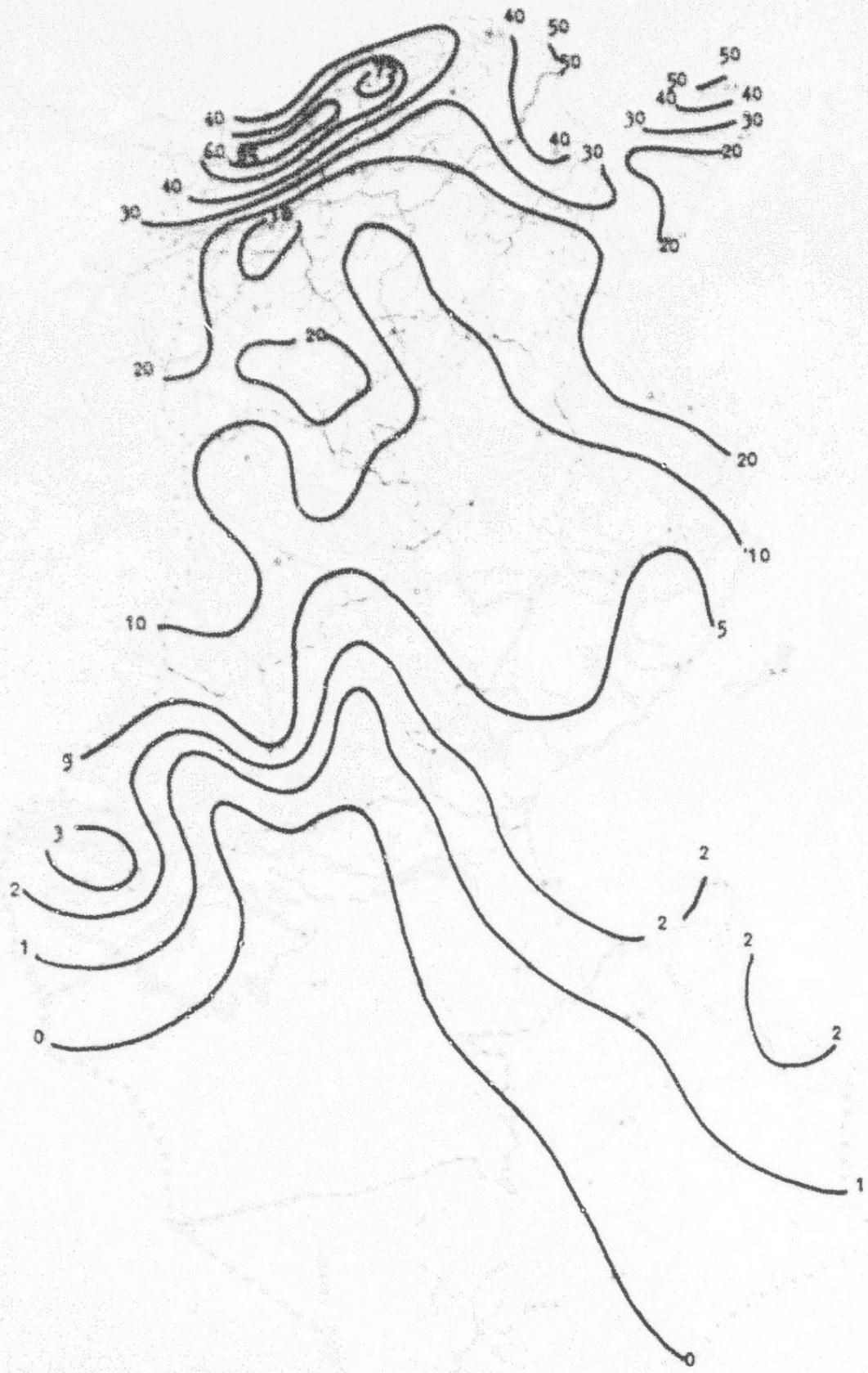
NOMBRE DE JOURS DE GRELE

MOYEN PAR 10 ANS.

Période :

1951 - 1972.

CARTE N°2



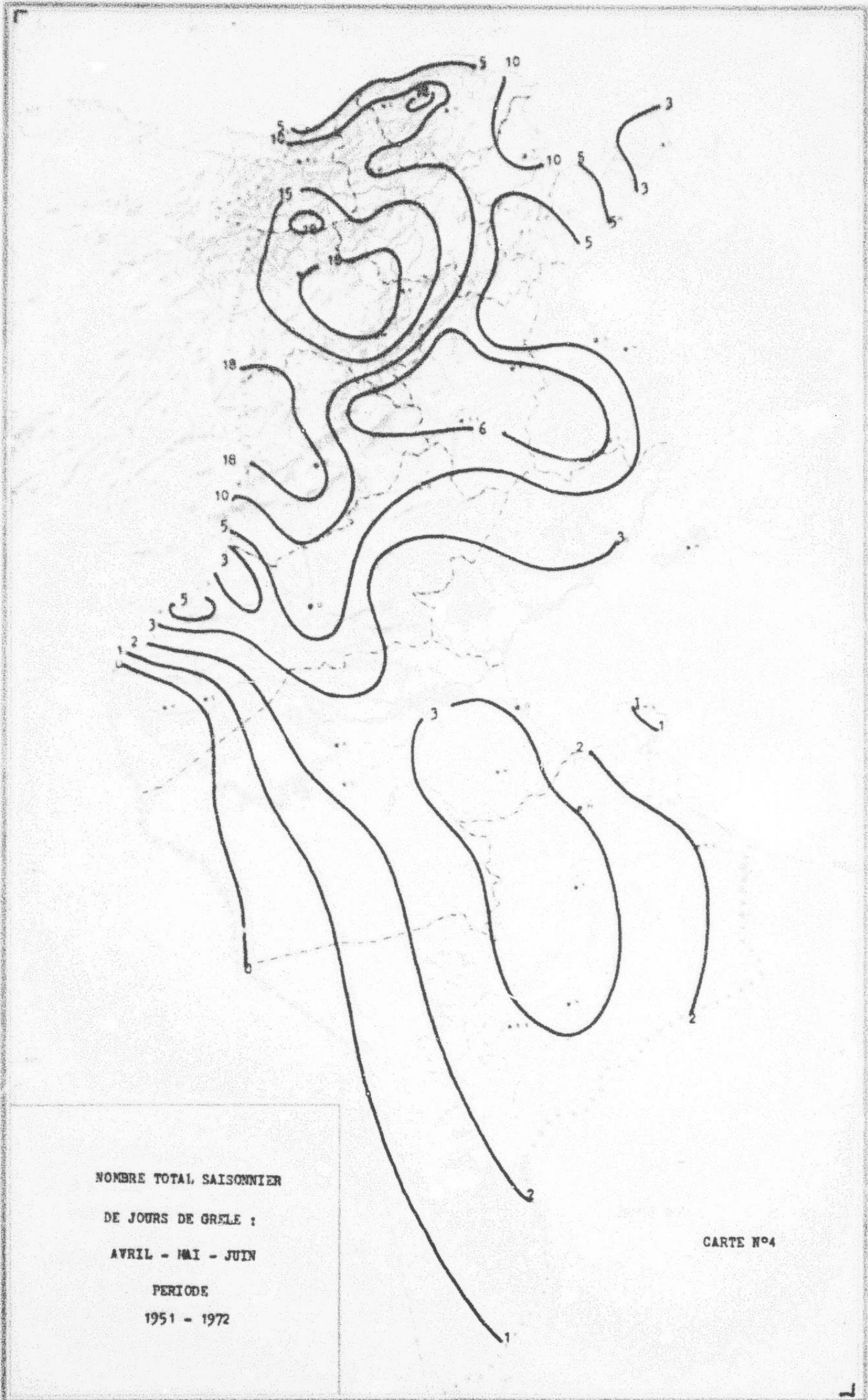
**NOMBRE TOTAL SAISONNIER DE
 JOURS DE GRELE**

Janvier - Février - Mars.

Période :

1951 - 1972.

CARTE N° 3.



NOMBRE TOTAL SAISONNIER
DE JOURS DE GRELE :
AVRIL - MAI - JUIN
PERIODE
1951 - 1972

CARTE N°4



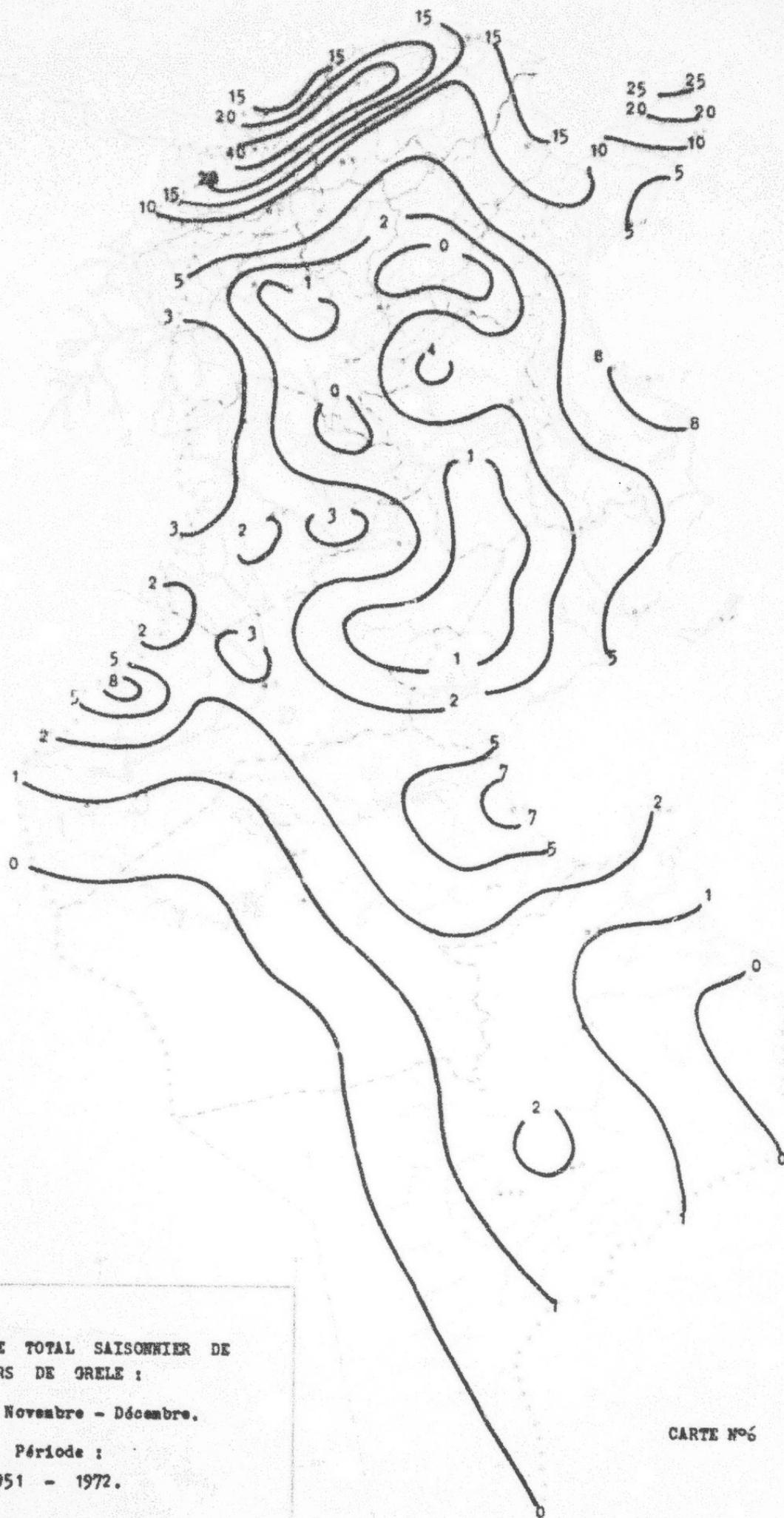
NOMBRE TOTAL SAISONNIER DE
JOURS DE GRELE :

Juillet - Août - Septembre

Période :

1951 - 1972.

CARTE N°5



NOMBRE TOTAL SAISONNIER DE
 JOURS DE GEELE :

Octobre - Novembre - Décembre.

Période :

1951 - 1972.

CARTE N°6



NOMBRE TOTAL MENSUEL DE
JOURS DE GEELE :

Mois de Janvier.

Période :
1951 - 1972.

CARTE N°7



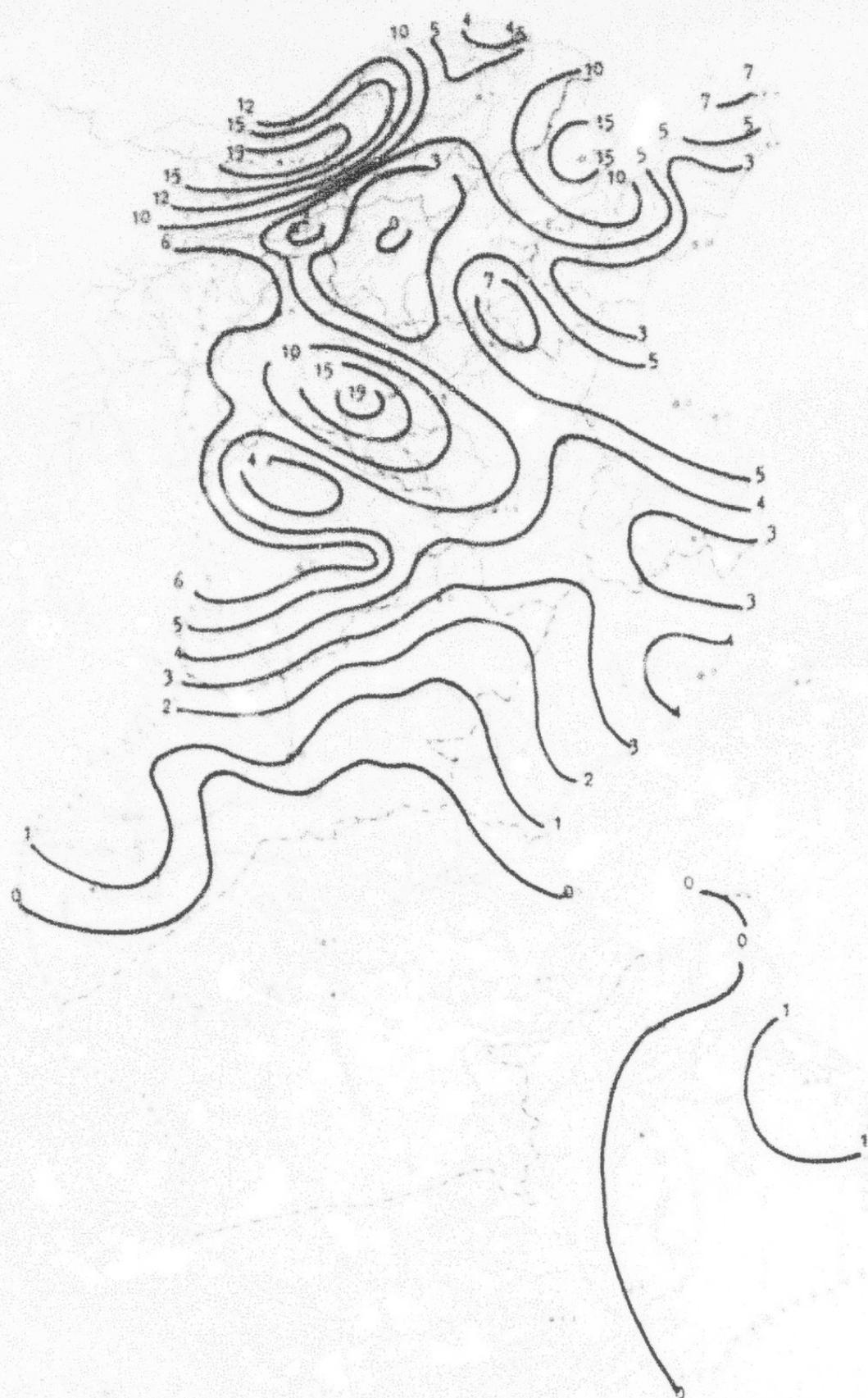
NOMBRE TOTAL MENSUEL DE
JOURS DE GÊLE :

Mois de Février.

Période :

1951 - 1972.

CARTE N°8



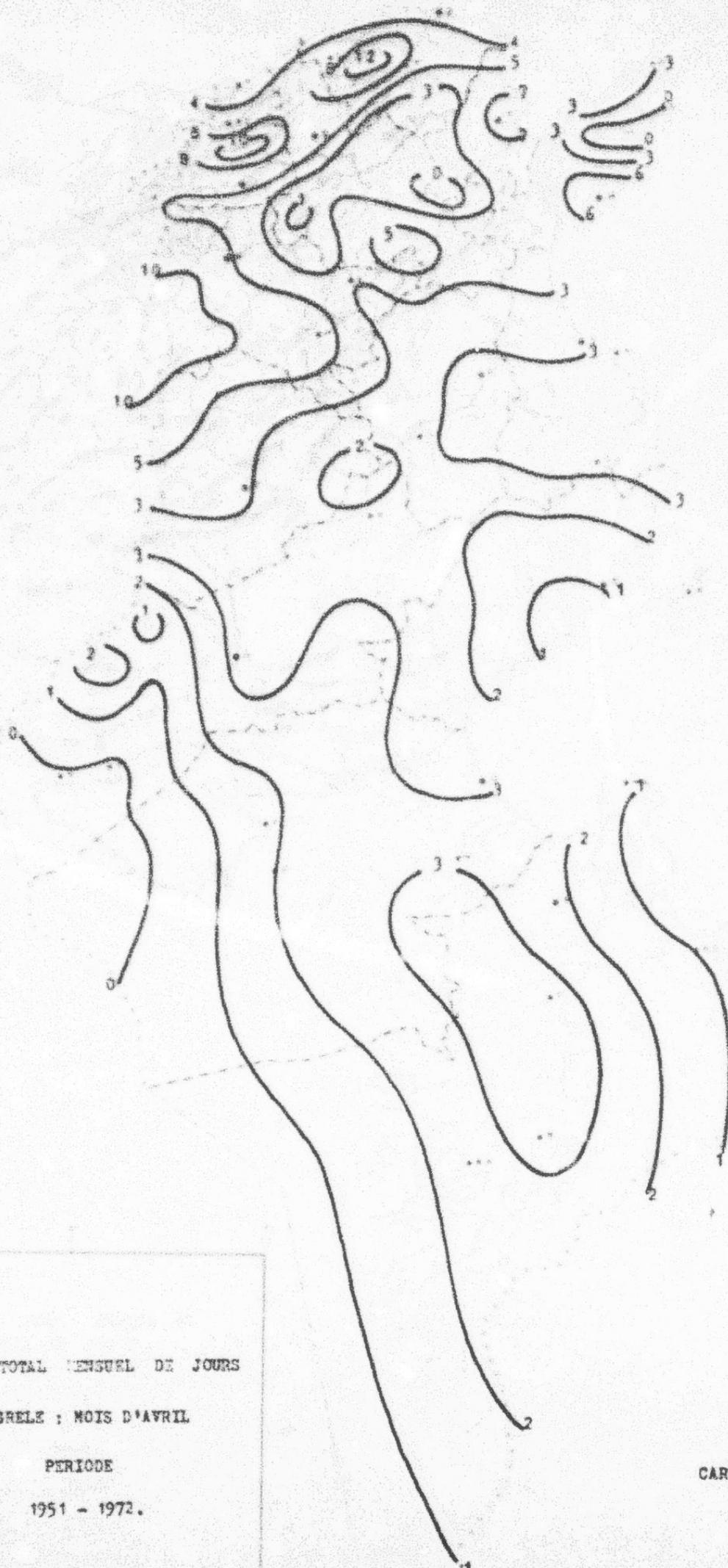
NOMBRE TOTAL MENSUEL DE
JOURS DE GRELE :

Mois de Mars.

Période.

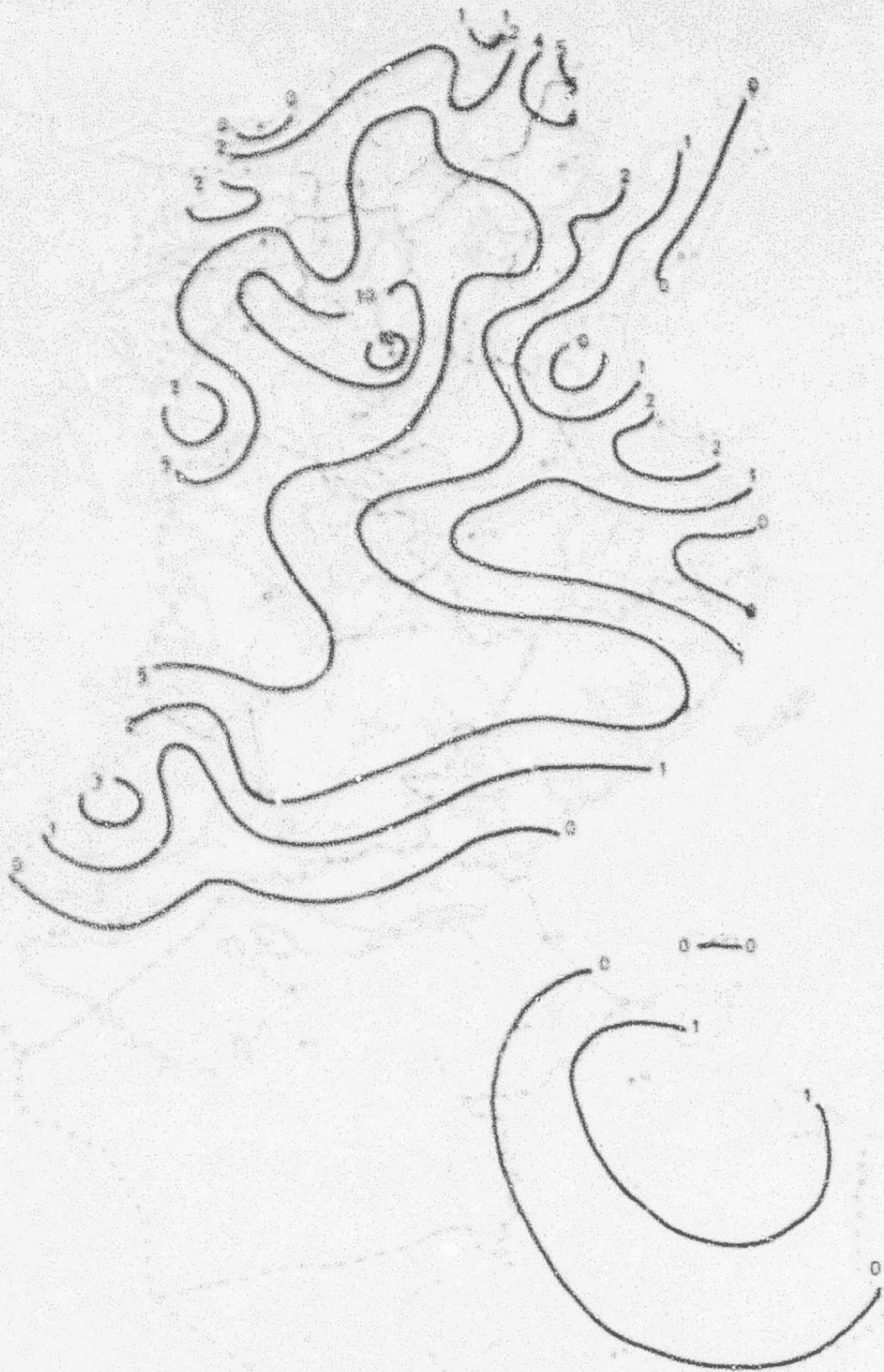
1951 - 1972

CARTE N°9



NOMBRE TOTAL MENSUEL DE JOURS
 DE GRELE : MOIS D'AVRIL
 PERIODE
 1951 - 1972.

CARTE N°10



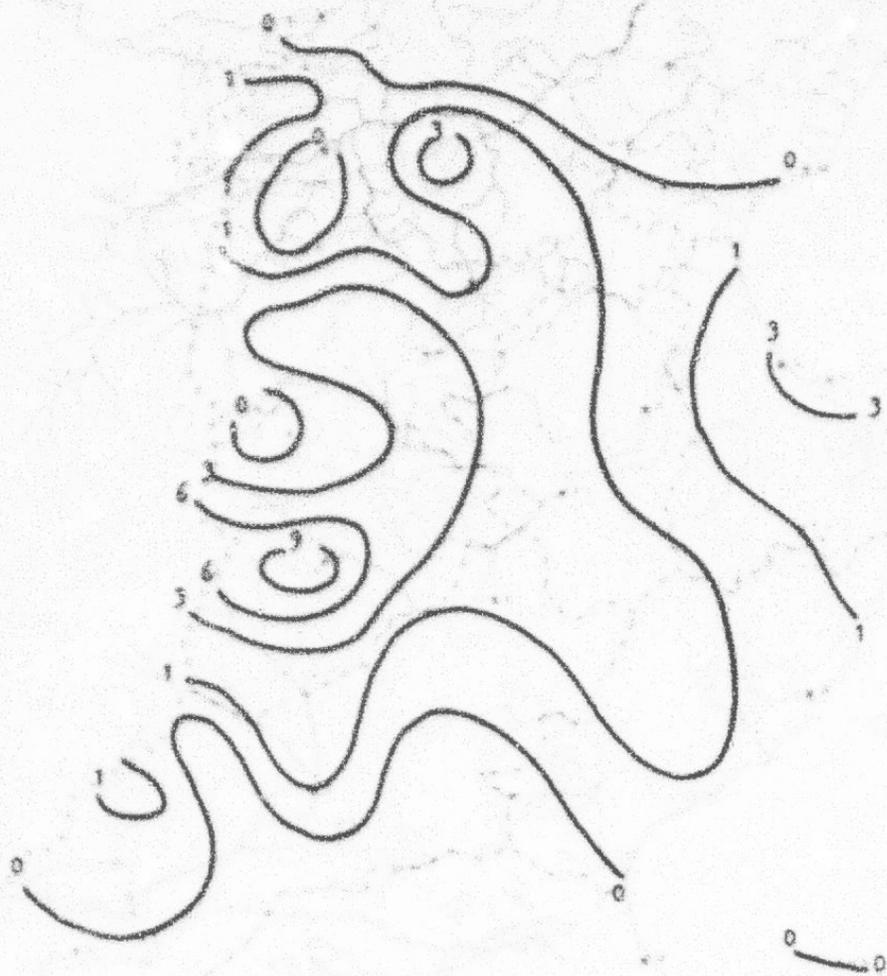
NOMBRE TOTAL MENSUEL DE
 JOURS DE GRÊLE :

Mois de Mai.

Période :

1951 - 1977.

CARTE N°11



NOMBRE TOTAL MENSUEL DE
JOURS DE GEELE :

Mois de Juillet.

Période :

1951 - 1972.

CARTE N°13



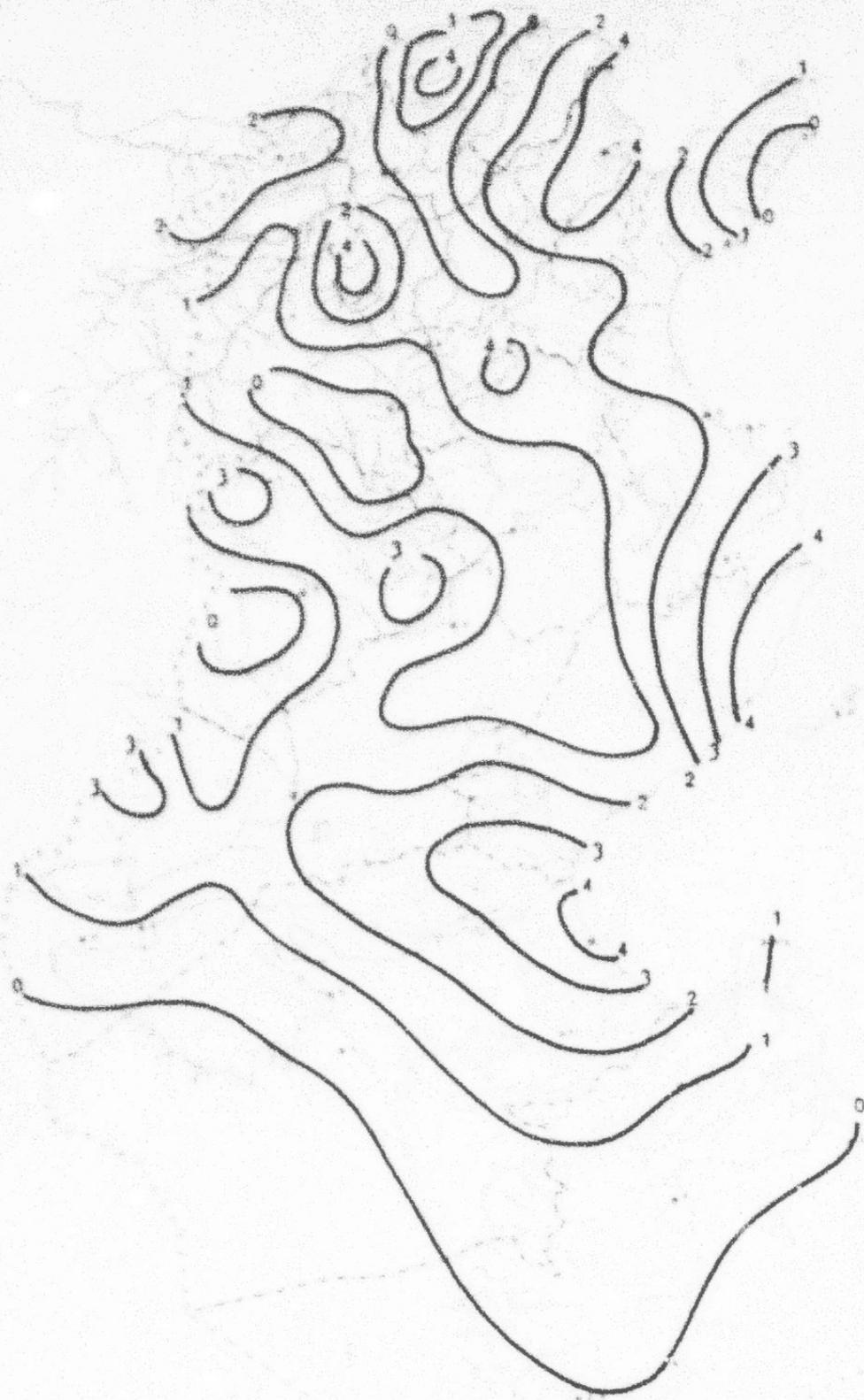
**OMBRE TOTAL MENSUEL DE
JOURS DE GRELE :**

Mois d'août.

Période :

1951 - 1972.

CARTE N°14



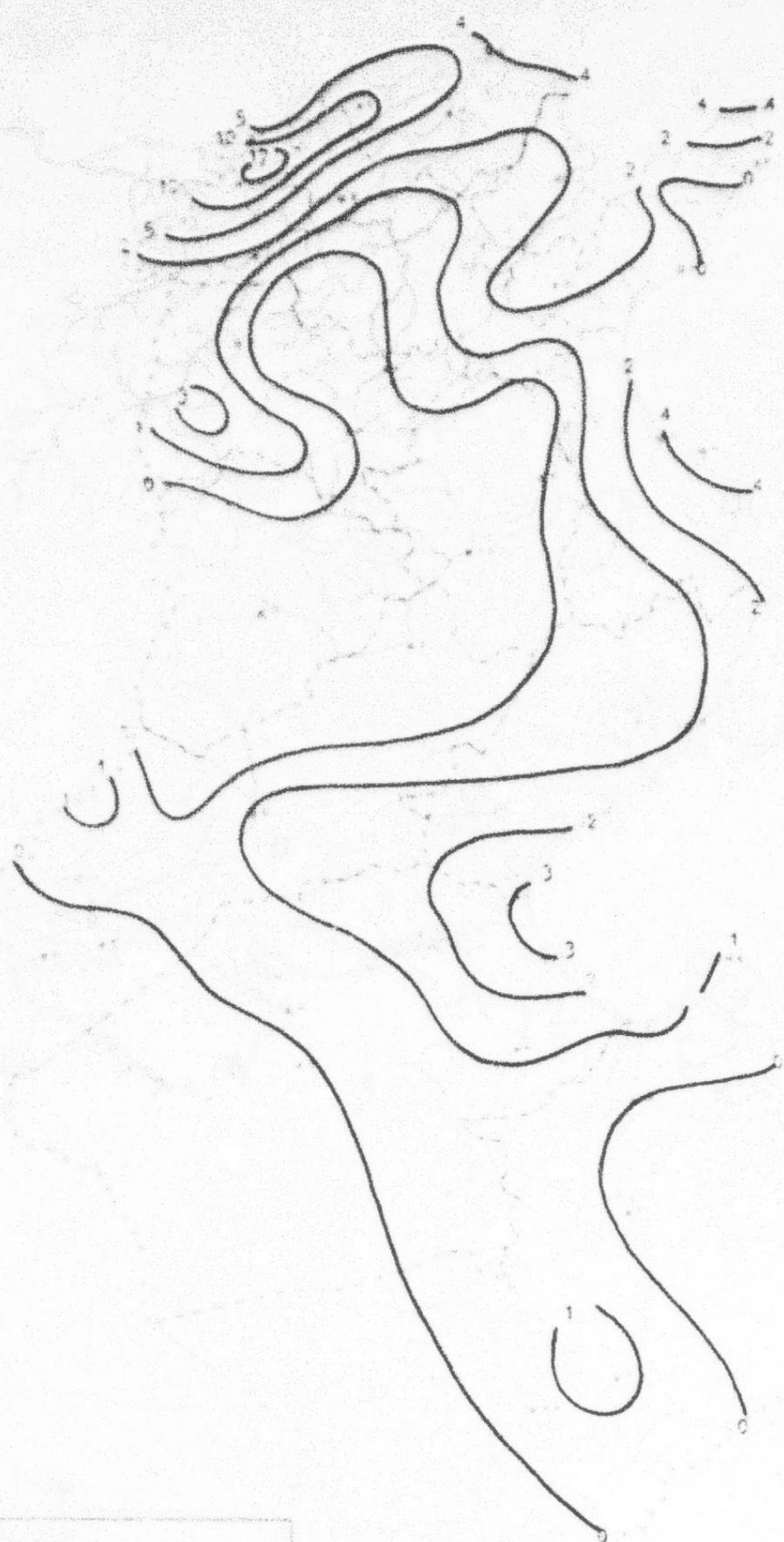
HOMBRE TOTAL MENSUEL DE
JOURS DE GEELE :

Mois d'Octobre.

Période

1951 - 1972.

CARTE N° 16



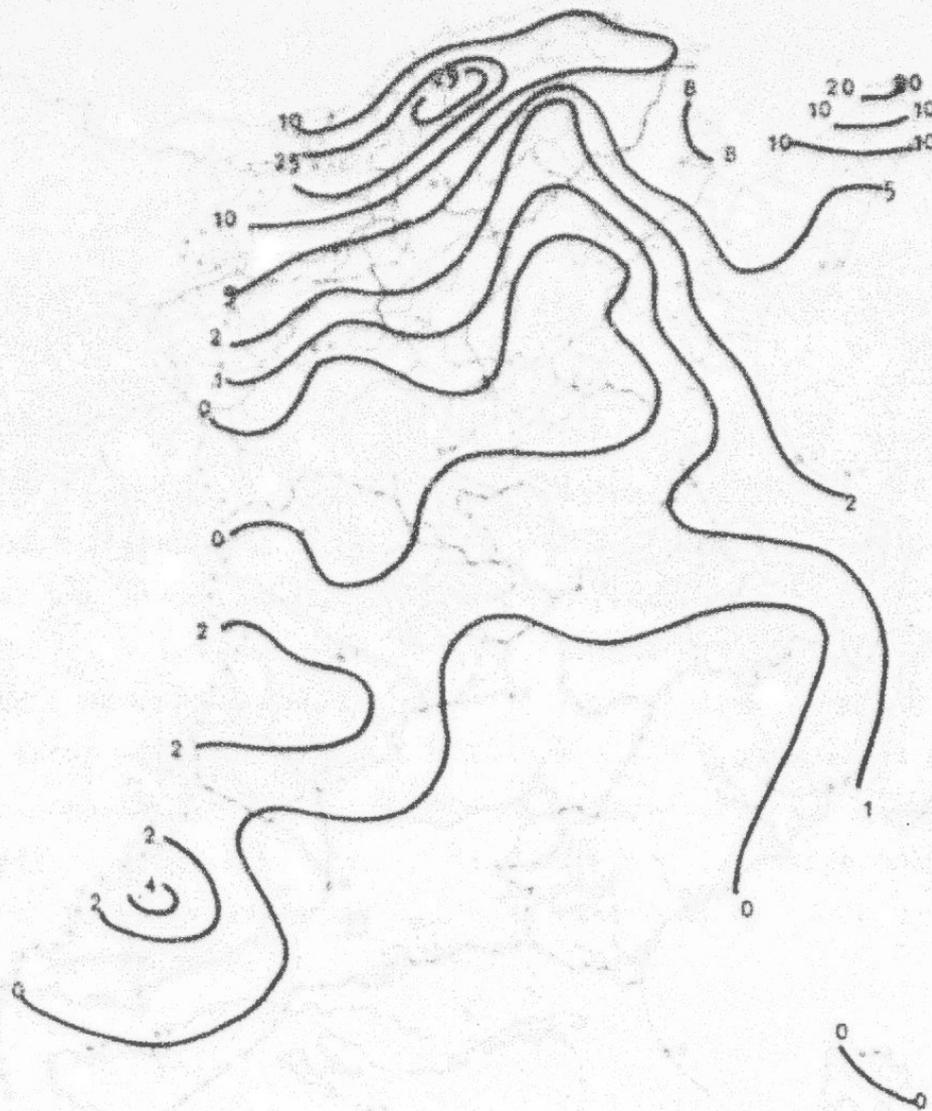
MOYENNE TOTALE MENSUELLE DE
JOURS DE GEL :

Mois de Novembre.

Période :

1951 - 1972.

CARTE N°17



NOMBRE TOTAL MENSUEL DE
JOURS DE GRELE :

Mois de Décembre

Période

1951 - 1972.

CARTE N° 18

DEUXIEME PARTIE

ETUDE METEOROLOGIQUE SYNOPTIQUE

2.1. INTRODUCTION

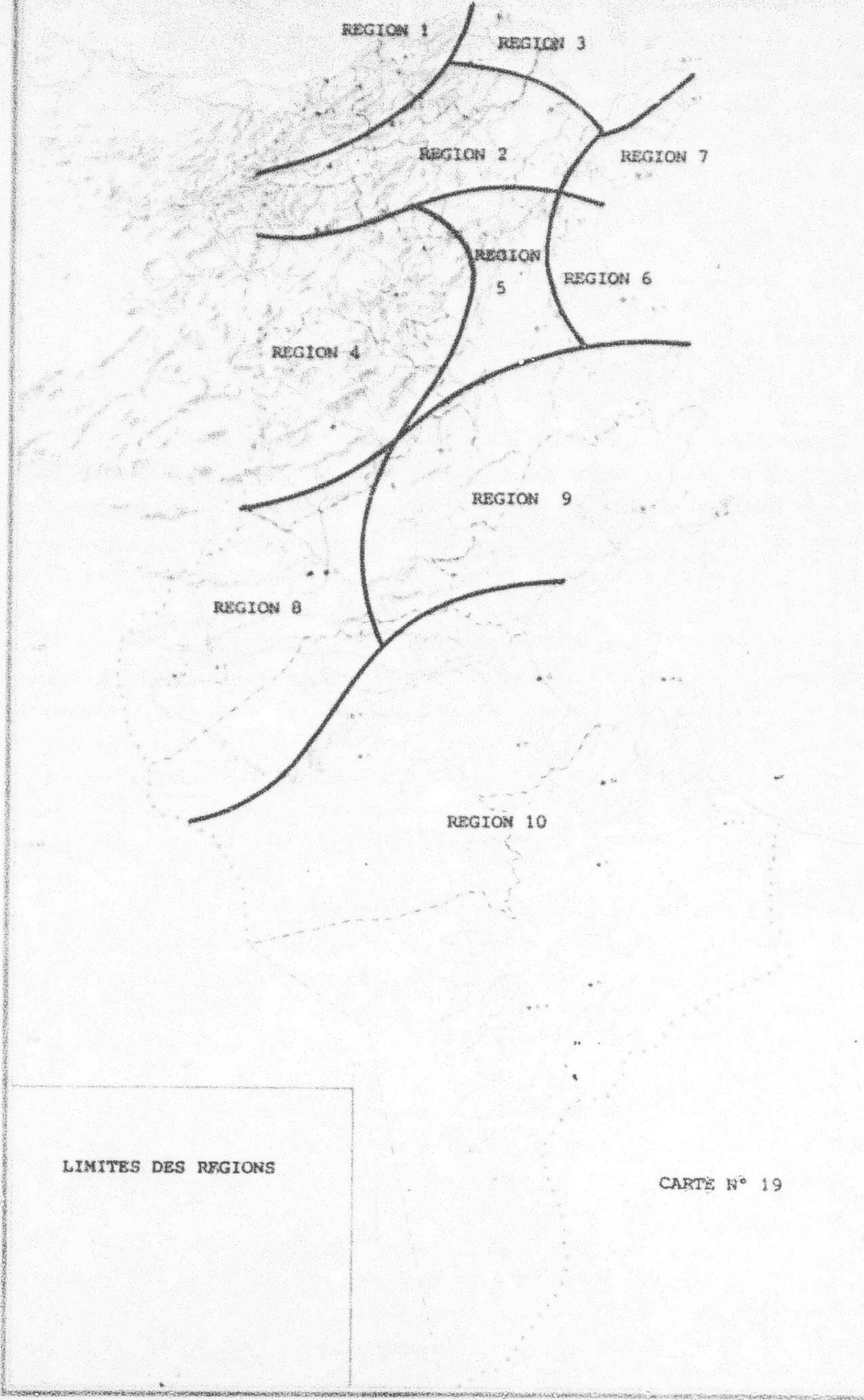
Les 773 situations météorologiques correspondant aux 773 jours de grêle sur l'ensemble de la Tunisie ont été étudiées aux fins de cette deuxième partie. Les cartes météorologiques employées à cet effet pour chaque situation sont "la carte en surface" et la carte "500 Millibars". Cette dernière a été choisie à dessein parce que, nous référant toujours à BYERS, "The THUNDERSTORM", c'est entre 3000 mètres et 7000 mètres qu'on trouve de la grêle dans 86% des cas des orages à grêle, et la "500 Millibars", avec son altitude standard de 5560 mètres constitue ainsi une altitude intermédiaire convenable. Il est même rapporté par cet auteur que, pour les orages de La Floride, dans 50% des cas la grêle a été observée vers 5000 mètres environ.

L'examen attentif de ces différentes situations météorologiques nous a révélé que, pour l'ensemble de la Tunisie :

- Les conditions météorologiques favorables aux chûtes de grêle diffèrent d'une région à une autre .
- Pour une même région, ces conditions varient en fonction des saisons.
- Les températures en surface sont toujours positives. Leur valeur varie en fonction des saisons.

- La pression atmosphérique la plus forte enregistrée au niveau de la mer pour les conditions favorables aux chûtes de grêle est de 1028 millibars. (Situations n° 9 et 10 respectivement du 28 et 29 Mars 1953) .

L'idée nous est venue alors de partager la Tunisie en Régions telles que l'indique la carte N°19, guidés en ceci par la fréquence des jours de grêle, et de délimiter les saisons par le changement des conditions météorologiques similaires au cours de l'année.



LIMITES DES REGIONS

CARTE N° 19

Les chûtes de grêle au cours de la saison Novembre-Mars sont plutôt à caractère frontologique, plus durables (il a grêlé le 6 et le 7 du mois de Janvier 1956 puis successivement du 9 au 15), et peuvent intéresser plusieurs régions à la fois, tandis que celles ayant lieu durant la saison Mai-Septembre sont plutôt à caractère convectif et dépassent rarement une journée. Pour les deux saisons intermédiaires, Avril et Octobre, les deux caractères se conjuguent pour favoriser les chûtes de grêle.

2.2. SAISON NOVEMBRE-MARS

Comme il a été signalé ci-dessus, les chûtes de grêle au cours de cette saison sont plutôt à caractère frontologique.

Il ressort de l'examen des cartes en surface qu'il existe une correspondance entre le lieu des centres des dépressions en surface et les régions intéressées par les chûtes de grêle. Nous avons essayé de délimiter ces lieux géographiquement et par saison, et de les indiquer par des zones numérotées de I à VIII (Carte N° 20) .

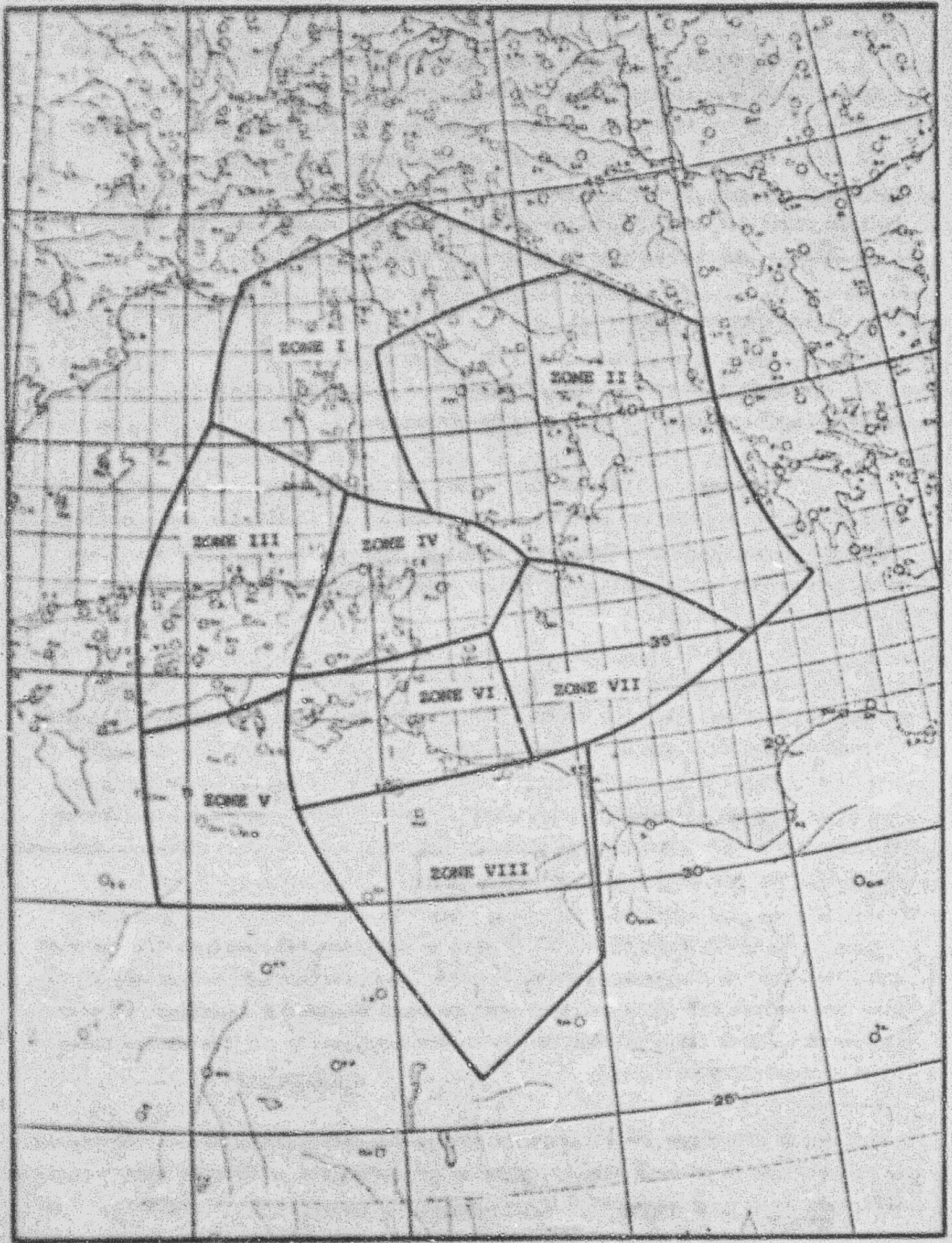
Ces dépressions sont mobiles et peuvent parcourir plus d'une zone en une journée, mais le plus souvent sur plus de deux jours. Le passage de leurs centres d'une zone à une autre font déplacer les chûtes de grêle d'une région à une autre. Ainsi plusieurs régions peuvent être le siège de chûtes de grêle en une seule journée. (Exemple : situation N° 3 du 24.2.1972 ayant donné des chûtes de grêle sur les Régions 1,4,5,2,6 et 7 : Ain Draham, Le Kef, Bir M'Chergua, Kasserine, Sbiba, Kairouan, Hendi-Zitoun, Grombalia, Enfidha).

Au cours de cette saison, ce sont surtout les REGIONS I et III qui sont les plus intéressées par les chûtes de grêle (voir cartes 7,8,9,17 et 18) et le lieu des centres des dépressions en surface correspondantes appartient le plus souvent à la Zone II. Le passage du centre des dépressions par les autres Zones se fait beaucoup plus rares.

De l'analyse des différentes situations météorologiques correspondantes il ressort que la grêle a lieu en cette saison quand les conditions météorologiques générales suivantes, ramenées à l'ensemble de la Tunisie, sont réunies :

- En Surface :

- La température est positive
- La Pression barométrique est inférieure ou égale à 1015 millibars.



CARTE N° 20 .- Limites des ZONES (lieux des Centres des dépressions en surface).

- La valeur au centre des dépressions sillonnant les différentes zones est inférieure à 1000 millibars pour les Zones I,II,III et IV et à 1010 millibars pour les Zones V,VI,VII et VIII.

- A la surface "500 millibars" :

- L'altitude de cette surface est inférieure ou égale à 5560 mètres géopotentiels.

- La température la plus haute reste inférieure à (-15°C) et la température la plus basse reste inférieure ou égale à (-25°C).

- Une goutte froide de (-30°C) traverse la Méditerranée Occidentale et ce sont alors les Régions I,II,III et IV qui sont intéressées par les chûtes de grêle, ou l'Ouest Algérien et la Tunisie et ce sont dans ce cas les autres régions qui sont le siège de chute de grêle en fonction du lieu de passage de ces gouttes froides.

Ce sont là des conditions de situation classique qui, en réalité, varient légèrement en fonction des mois et de la manière indiquée par le tableau 6.

Toutefois, de rares exceptions de situations convectives peuvent exister (5 fois en 12 ans), et la grêle peut avoir lieu malgré une pression en surface relativement forte et qui peut atteindre 1028 mb au mois de Mars et 1025 mb au mois de Décembre et Janvier. Dans ce cas la Tunisie est dans une vaste zone de marais barométrique ou à faible gradient et la température maximale à la "500 mb" couvrant la Tunisie est au moins de 5°C inférieure à sa valeur normale correspondante du mois indiquée dans le tableau 6. Cette baisse de la Température maximale à la "500 mb" est obtenue lorsqu'une goutte froide de -20°C au moins couvre la Tunisie. La région intéressée dans ce cas par les chûtes de grêle est surtout la Région 4 (Exemple : Situation N° 9 et 10 respectivement du 28 et 29 Mars 1953 ayant donné des chûtes de grêle sur la Région 4 : Tajerouine, Siliana; et situation N°8 du 11 Novembre 1956 intéressant la Région 10 : Gabès).

2.3. SAISON MAI-SEPTEMBRE

On sait que, durant cette saison, il grêle moins sur l'ensemble de la Tunisie qu'au cours de la saison précédente (cartes N° 11 à 15) et que c'est au mois d'août qu'on enregistre le moins de chûtes de grêle. Les Régions concernées sont surtout par ordre d'importance les Régions 4, 2, 3, 5 et 8.

Il se dégage de l'examen des situations météorologiques propices aux chutes de grêle durant cette saison que les critères météorologiques sont différents de ceux concernant la saison précédente, sauf de rares exceptions (Exemple : Situation N°11 du 12 Juin 1968 ayant donné de la grêle sur la Région B : Gafsa, Métiacui et Feriana) et sont plutôt à caractère convectif et rarement à caractère frontologique.

2.3.1. SITUATIONS A CARACTERE CONVECTIF

De pareilles situations sont plus fréquentes et se présentent ainsi sur l'Afrique du Nord, l'Europe et la Méditerranée Occidentale:

- En Surface:

Une vaste zone dépressionnaire saharienne ne dépassant pas 1005 millibars comme valeur au centre couvre toute l'Afrique du Nord et est prolongée par une autre vaste zone dépressionnaire couvrant toute l'Europe et la Méditerranée Occidentales.

Ces deux vastes zones dépassent rarement 1015 millibars en pression et comportent souvent des noyaux dépressionnaires fragmentés avec des valeurs au centre inférieures à 1010 millibars de Mai à Juin, et à 1015 millibars de Juillet à Septembre, le plus souvent égales à 1005 mb et même à 1000 mb. Elles sont quelquefois rattachées à une dépression creuse de moins de 995 millibars centrée sur l'Europe Occidentale, ou sont le siège de zones de marais barométriques.

- En Altitude :

Un profond thalweg s'étend du Nord de l'Europe Occidentale jusqu'en Afrique du Nord où une vaste zone dépressionnaire couvre ces régions avec un noyau ayant une valeur au centre inférieure ou égale à 5640 mètres géopotentiels de Mai à Juin et à 5680 mètres géopotentiels de Juillet à Septembre. Cette zone dépressionnaire est centrée sur l'une des régions suivantes : L'Espagne, le Golfe de Gascogne, la France ou la Méditerranée Occidentale.

Sur l'ensemble de la Tunisie la situation est la suivante :

- En Surface : Un marais barométrique ou une zone à faible gradient avec une pression inférieure à 1015 millibars.

- En Altitude : La surface "500 mb" dont l'altitude varie en fonction des mois de la saison, a sa température minimale inférieure ou égale à (-10°C) et sa température maximale inférieure ou égale à (-15°C) Plus la température à cette surface est basse (température minimale inférieure à (-10°C) , plus grand est le nombre de régions touchées par les chutes de grêle. (Exemple : situation N°12 du 8.6.1970 ayant donné des chutes de grêle sur Medjer-El-Bab, Le Kef, Mateur, Thibar, Ghar-El-Melh, Ghazala et Gafsa; situation N°13 du 8.6.1972 : Régions intéressées : 1, 2 et 4 : Tabarka Jendouba, Kasserine; situation N°14 : Région intéressée: 2 : Jendouba, Sakiet-Sidi-Youssef, Borj-El-Aari et Thibar; situation N°15 du 14.6.1968 ayant donné de la grêle sur la Région 2 : El Feidja, Chardimaou, Jendouba.

Ces critères sont des valeurs centrales qui varient en réalité légèrement d'un mois à un autre .Le tableau 6 résume mensuellement ces conditions.

Ce thalweg ou cette vaste zone dépressionnaire fait infiltrer sur la Méditerranée Occidentale et l'Afrique du Nord de l'air froid qui favorise l'instabilité convective des masses d'air , instabilité convective qui reste sélective en cette saison : En effet la vaste dépression Saharienne qui couvre l'Afrique du Nord, bien qu'elle soit à faible gradient , dirige sur la Tunisie un courant traversant la Méditerranée plus froide en cette saison que la terre. Ce courant arrive lentement (Zone à faible gradient) plus frais et humide sur la Tunisie où le sol est bien réchauffé surtout l'après-midi, se réchauffe à la base et se soulève. Ce réchauffement à la base est aussi valable lorsqu'il s'agit d'un marais barométrique. Dans les deux cas (marais barométrique ou zone à faible gradient) si l'air réchauffé à la base dispose de l'énergie nécessaire qui le fasse arriver à l'altitude où il y a introduction d'air froid (comme il en est le cas lorsque la vaste zone dépressionnaire couvrant l'Europe Occidentale atteint l'Afrique du Nord) la convection est alors importante et peut atteindre des altitudes considérables.

Cette introduction d'air froid en altitude se fait remarquer dès les basses couches, ou , plus exactement dès l'altitude de "la surface 850 mb", soit environ 1500 mètres géopotentiels. Cette surface reste d'ailleurs le plus souvent le seul critère pour délimiter les masses d'air dans les très basses couches sur la Tunisie en cette saison .

Le soulèvement est encore favorisé mécaniquement par le relief principalement de la Région 4 (Kasserine, Thala, Makhtar) où la grêle est plus fréquente en cette saison, ou bien convectivement dans les zones cuvettes telles que la vallée de la Medjerda, principalement dans sa région ouest (Ghardimaou, El Feidja, Jendouba, Thibar, Téboursouk, Le Krib). Une étude micro-météorologique des régions serait sûrement bénéfique.

C'est ce qui contribue à expliquer à notre avis le grand développement vertical des nuages d'orages et les dimensions particulièrement remarquables, durant cette période, des grêlons qui, pour grossir, parcourent des longueurs considérables au sein du nuage.

Ceci pourrait expliquer aussi le caractère très local des chûtes de grêle en cette saison, comparativement à celles ayant lieu au cours de la saison Novembre-Mars qui sont plutôt à caractère frontologique, donc plus généralisées. En effet, durant cette saison, la Tunisie est, comme nous l'avons précisé, le siège d'un marais barométrique ou d'une vaste zone dépressionnaire à faible gradient. Toutes ses régions sont donc influencées au même degré par cette situation barométrique. Seules les conditions locales peuvent différencier entre elles. Ceci expliquerait le caractère disparate et local des chûtes de grêle. Les régions les plus intéressées par la convection sont les cuvettes intérieures (Exemple : Vallée de la Medjerda), celles en même temps par le soulèvement mécanique et la convection sont les reliefs (Exemple : Kasserine, Thala, Makhtar). Les régions côtières, subissant l'influence de la mer, sont moins favorisées par ces deux cas et restent moins concernées en cette saison par les chûtes de grêle que les régions intérieures. Ceci est vérifié par les cartes de jours de grêle (cartes 11 à 15).

L'introduction de l'air froid en altitude est le plus souvent limitée au 35ème Parallèle. Ceci expliquerait à notre avis la limite Sud des chûtes de grêle sur la Tunisie durant cette saison. Lorsque cet air froid s'introduit plus profondément par l'Algérie en Afrique du Nord, il se forme, comme au courant de la saison Novembre-Mars, une dépression saharienne locale centrée sur la zone V ou VIII (carte N°70) qui donne des chûtes de grêle sur la Région 8 (Medayef, Gafsa, Métlaoui), ou la Région 10 (Médénine) si la valeur au centre de cette dépression est inférieure à 1005 mb. Lors de son déplacement, cette dépression peut quitter la Tunisie par les Zones VI ou VII et donner de la grêle sur les régions correspondantes lorsque les conditions météorologiques favorables sont réunies.

Cependant ce cas reste très rare (1 jour de grêle sur Méthlaoui, 7 sur Redayef et Gafsa, 1 sur Médenine, en 22 ans et n'exclut pas des chûtes de grêle sur le reste des régions de la Tunisie lorsque les conditions favorables correspondantes sont réunies (Exemple: Situation N° 12 du 8 Juin 1970 ayant donné de la grêle sur les Régions 2,3 et 8 : Medjez-El-Bab, Le Kef, Thibar , Mateur, Ghazala, Ghar-El-Melh et Gafsa).

2.3.2. SITUATIONS A CARACTERE FRONTOLOGIQUE.

Des situations liées à des dépressions en surface centrées sur l'une des zones I à VIII et analogues à celles de la saison Novembre-Mars peuvent donner des chûtes de grêle avec les mêmes critères de zones et de Régions dans les conditions suivantes pour l'ensemble de la Tunisie:

- En Surface :

La pression est inférieure à 1020 mb et la valeur au centre de la dépression centrée sur l'une des zones est inférieure à 1005 mb.

- En Altitude :

L'altitude de la "500 mb" est inférieure à 5680 mètres géopotentiels, sa température maximale à (-15°C) et sa température minimale à (-20°C) .

Cependant un tel cas reste rare et est représenté par la situation N°16 du 5 Mai 1954 ayant donné des chûtes de grêle sur les Régions 2,3 et 7 : Béja, Ghazala, Mateur, Jebel-Semène, Ghar-El-Melh et Grombalia.

2.3.3. EXCEPTION :

On a enregistré des chûtes de grêle au cours de cette saison pour une pression en surface égale ou inférieure à 1020 mb. Ce cas très rare (4 fois en 22 ans) est représenté par la situation n°17 du 9 Mai 1956 qui a donné de la grêle sur la Région 6 (Sousse) : Un marais barométrique de 1020 mb couvrait la Tunisie, mais à la surface "500 mb", l'altitude était inférieure à 5640 mètres géopotentiels et la température à (-20°C).

Comme au cours de la saison Novembre-Mars, il semble que la température maximale à la "500 mb" doive être au moins de 5°C inférieure à sa valeur normale du mois correspondant indiquée dans le tableau 6. En général la Tunisie

est dans ce cas, le siège d'une goutte froide dont la température est inférieure à (-20°C) .

2.4. MOIS D'AVRIL :

Ce mois paraît un mois intermédiaire entre les deux saisons précédentes .En effet les chûtes de grêle peuvent y être d'origine frontologique ou d'origine convective .

2.4.1. ORIGINE FRONTOLOGIQUE :

Lorsqu'il s'agit d'origine frontologique la situation météorologique se présente comme suit pour l'ensemble de la Tunisie:

- En Surface :

Une dépression ayant une valeur au centre inférieure à 1000 mb est centrée sur l'une des zones I à IV ,ou inférieure à 1005 mb et elle est alors centrée sur l'une des zones V à VIII.La pression couvrant toute la Tunisie reste inférieure à 1015 mb.

- En Altitude :

La surface "500 mb" a sa température maximale inférieure ou égale à (-15°C),sa température minimale inférieure ou égale à (-18°C) et son altitude inférieure à 5680 mètres géopotentiels.

Dans ce cas,pour déterminer les Zones lieu des centres des dépressions en surface et les Régions intéressées par les chûtes de grêle,il est bon de se référer aux critères correspondants de la saison Novembre-Mars (Exemple : situation N° 23 du 21 Avril 1967,ayant donné des chûtes de grêle sur les Régions 5 et 9 : Kairouan,El Djem,ou celle N° 24 du 13 Avril 1967 ayant donné des chûtes de grêle sur la Région 2 : Jendouba,Ain Djemala).

2.4.2. ORIGINE CONVECTIVE :

Dans ce cas la situation météorologique pour l'ensemble de la Tunisie est la suivante :

est dans ce cas, le siège d'une goutte froide dont la température est inférieure à (-20°C) .

2.4. MOIS D'AVRIL :

Ce mois paraît un mois intermédiaire entre les deux saisons précédentes .En effet les chûtes de grêle peuvent y être d'origine frontologique ou d'origine convective .

2.4.1. ORIGINE FRONTOLOGIQUE :

Lorsqu'il s'agit d'origine frontologique la situation météorologique se présente comme suit pour l'ensemble de la Tunisie:

- En Surface :

Une dépression ayant une valeur au centre inférieure à 1000 mb est centrée sur l'une des zones I à IV ,ou inférieure à 1005 mb et elle est alors centrée sur l'une des zones V à VIII.La pression couvrant toute la Tunisie reste inférieure à 1015 mb.

- En Altitude :

La surface "500 mb" a sa température maximale inférieure ou égale à (-15°C), sa température minimale inférieure ou égale à (-18°C) et son altitude inférieure à 5680 mètres géopotentiels.

Dans ce cas, pour déterminer les Zones lieu des centres des dépressions en surface et les Régions intéressées par les chûtes de grêle, il est bon de se référer aux critères correspondants de la saison Novembre-Mars (Exemple : situation N° 23 du 21 Avril 1967, ayant donné des chûtes de grêle sur les Régions 5 et 9 : Kairouan, El Djem, ou celle N° 24 du 13 Avril 1967 ayant donné des chûtes de grêle sur la Région 2 : Jendouba, Ain Djemala).

2.4.2. ORIGINE CONVECTIVE :

Dans ce cas la situation météorologique pour l'ensemble de la Tunisie est la suivante :

- En Surface :

Une vaste dépression saharienne couvre toute l'Afrique du Nord et est prolongée sur l'Europe et la Méditerranée Occidentales par une autre vaste dépression. La pression sur ces deux zones reste inférieure à 1015 mb, rarement à 1020 mb.

- En Altitude :

Comme dans le cas frontologique, l'altitude de la "500 mb" reste inférieure à 5680 mètres géopotentiels, la température maximale égale ou inférieure à (-15°C), et la température minimale égale ou inférieure à (-18°C).

Les critères de la saison Mai-Septembre pour les Zones et les régions intéressées restent dans ce cas valables. (Exemple situations N° 18 et 19 respectivement du 24 et 25 Avril 1958 qui ont donné de la grêle sur la Région 2 : Le Kef, Oued Mellègue).

Si l'introduction de l'air froid en altitude passe au cours de cette saison au Sud du 35^e parallèle, il se crée, comme durant la saison Mai-Septembre une dépression saharienne locale qui se centre, lors de son déplacement, sur l'une des zones V, VII ou VIII, et les régions correspondantes, respectivement 8, 9 et 10, sont alors le siège de chûtes de grêle, additivement aux autres régions intéressées par les situations convectives dans ce cas. (Exemple : Situation N° 20 du 5 Avril 1954 ayant donné des chûtes de grêle sur les régions 10, 2 et 8 : Gabès Ksar-Ghilane, Ghardimaou, Béja et Redayef et celles N° 21 et 22 respectivement du 28 et 29 Avril 1955 ayant donné des chûtes de grêle sur les Régions 10 et 4 : Médenine, Remada, Tajerouine).

2.4.3. EXCEPTION :

Comme au cours de la saison Novembre-Mars, il se peut que la grêle ait lieu pour une pression en surface supérieure à 1015 mb pour l'ensemble de la Tunisie. La pression la plus forte observée dans ce cas reste inférieure à 1025 mb (1 cas en 22 ans). Cependant, il semble que, dans de pareilles situations, les limites des températures maximale et minimale à la "500 mb" doivent être plus basses que celles indiquées dans les cas précédents : La température minimale est inférieure ou égale à (-20°C) et la température maximale inférieure ou égale à (-18°C).

(Exemple : situation N°25 du 19 Avril 1958 ayant donné des chûtes de grêle sur la Région 3 : Mateur).

Un résumé de tous les critères de cette saison est donné dans le tableau 6 .

2.5. MOIS D'OCTOBRE

Ce mois semble marquer un retour à la généralisation de la grêle sur l'ensemble de la Tunisie (Carte N°16) . Quelques noyaux de maximum ne dépassant pas 4 jours de grêle en 22 ans sont centrés sur Sejnane, Thibar, Tajerouine Gammouda (Sidi-Bou-Zid), Radayef et Gabès.

Les situations météorologiques qui ont donné de la grêle au cours de ce mois sont, comme au mois d'Avril, à caractère frontologique ou convectif. La situation la plus classique se présente ainsi sur l'ensemble de la Tunisie:

- En Surface :

La pression atmosphérique est inférieure à 1015 mb.

Dans le cas convectif, une vaste zone dépressionnaire où la pression est inférieure à 1015 mb couvre l'Afrique du Nord et s'étend jusqu'à l'Europe Occidentale. La Tunisie est dans un marais barométrique ou une zone à faible gradient .

Dans le cas frontologique une dépression ayant une valeur au centre inférieur à 1010 mb est centrée sur l'une des zones .

- En Altitude :

La "500 mb" a une altitude inférieure à 5840 mètres géopotentiels la Température maximale y est inférieure ou égale à (-10°C) et la température minimale inférieure ou égale à (-12,5°C).

Dans le cas frontologique, les critères de Zones et de Régions de la saison Novembre-Mars restent valables (Exemple Situation N° 27 du 22 Octobre 1969 intéressant la Région N° 10 : Médénine; et situation N°28 du 26 Octobre 1953 intéressant la Région 2 : Thibar) .

Dans le cas convectif (vaste zone dépressionnaire ou marais barométrique) c'est aux critères de la saison Mai-Septembre qu'il faut se référer (Exemple : Situation N° 26 du 3 Octobre 1967 intéressant la Région 2 : El Feidja).

La grêle peut avoir lieu au cours de ce mois pour une pression en surface inférieure à 1022,5 mb au lieu de 1015 mb. Cependant ceci se passe dans une situation à caractère frontologique et pour des températures maximale et minimale à la "500 mb" au moins de (3°C) inférieures à leurs valeurs classiques respectives (respectivement inférieures ou égales à -10°C et -12,5°C). Ceci est réalisé par exemple lorsqu'une goutte froide de (-15°C) couvre la Tunisie.

Le tableau 6 ci-après résume les critères de chute de grêle sur les différentes Régions de la Tunisie pour toutes les stations.

SUITE EN

F

2