

50377  
1995  
203-1

50377  
1995  
203-1

N° d'ordre: 1396 G

## THESE

Présentée à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE

Pour l'obtention du titre de Docteur de l'Université

EN ANALYSE GEOGRAPHIQUE DU MILIEU PHYSIQUE RESSOURCES ET RISQUES NATURELS

Option: Climatologie

Par

Nessraddine ADOUK

### LES CARACTERES THERMIQUES DU CLIMAT DE L'EST DU MAROC

Volume 1: Textes

Soutenue le 17 mars 1995 devant la commission d'examen:

- Président:** J. P VIGNEAU, *Professeur, univ. de Poitiers*
- Rapporteurs:** J. P VIGNEAU, *Professeur, univ. de Poitiers*  
R. LHENAFF, *Professeur, univ. de Chambéry*
- Directeurs:** P. BIAYS, *Professeur Emérite, univ. de Lille I*  
G. PETIT-RENAUD, *Maître de conférences, univ. de Lille I*
- Examineurs:** C. KERGOMARD, *Professeur, univ. de Lille I*  
Y. LE GOFF, *Ingénieur, Météo. Bordeaux*

SCD LILLE 1



D 030 300758 7

50377  
1995  
203-1



50377  
1995  
203-1

N° d'ordre: 1396 G

## THESE

Présentée à

L'UNIVERSITE DES SCIENCES ET TECHNOLOGIES DE LILLE

Pour l'obtention du titre de Docteur de l'Université

EN ANALYSE GEOGRAPHIQUE DU MILIEU PHYSIQUE RESSOURCES ET RISQUES NATURELS

Option: Climatologie

Par

Nessraddine ADOUK

LES CARAC	A RETOURNER LE CLIMAT DE	
	29 JUN 1999	
	09 SEP. 1999	
Soutenu le 17 mars 1		
Président:		Poitiers
Rapporteurs:		Poitiers Chambéry
Directeurs:		de Lille I érences, univ. de Lille I
Examineurs:		de Lille I eaux

*Ce travail est dédié à:  
la mémoire de mes grands-parents,  
la mémoire de ma soeur,  
mes parents.*

## **REMERCIEMENTS**

J'exprime ma plus profonde gratitude à:

G. PETIT-RENAUD (Université de Lille I) qui m'a accueilli au sein du laboratoire de climatologie-hydrologie de Lille I, outre la formation statistique et informatique que je lui dois, m'a fréquemment donné des conseils d'orientation de recherche, et s'est montré un lecteur assidu à cette thèse.

P. BIAYS (Université de Lille I) qui m'a constamment encouragé et fait profiter de nombreux conseils. Sa collaboration fut précieuse, depuis notre rencontre jusqu'aux lectures attentives du manuscrit

C. KERGOMARD (Université de Lille I) pour ses remarques, ses précieux conseils lors de nos rencontres et ses encouragements. Et il a bien voulu faire partir du jury.

H. DELANNOY (Université d'Aix-Marseille I) pour la discussion de travail par téléphone et les contacts écrits. Ses orientations m'ont été très utiles.

Y. LEGOFF (Conseiller technicien auprès de la météorologie marocaine), nos discussions m'ont beaucoup aidé à comprendre les aspects du climat marocain et les stations d'observation.

J.P. VIGNEAU qui a voulu examiner ce travail et être un rapporteur. Je lui exprime ma profonde gratitude.

R. LHENAFF pour m'avoir accepté en D.E.A et qui a voulu juger ce travail qui est une continuité des travaux qu'il a dirigé.

Mes remerciements les plus sincères à:

A. FELLALI, responsable des stations météorologiques des plaines des Triffa, qui a mis à ma disposition les bulletins des données météorologiques.

MESSAOUDI de D.R.E de Oujda, qui m'a fourni les données de B-Mathar et Melloulou-Guercif.

Aux responsables de la division de la climatologie appliquée de CasaBlanca et aux membres de C.N.E.M qui m'ont fourni les données.

aux responsables de la météorologie espagnole qui m'ont aimablement communiqué les données de Mélilia.

M. BOUSLAM. (Université d'Oujda) pour son aide à l'initiation de l'analyse des cartes synoptiques (B.Q.R.M).

Je dois beaucoup aux personnels de l'U.F.R de géographie qui m'ont souvent rendu service.

Je dois également beaucoup à mes collègues du laboratoire et de l'U.F.R de Géographie, V. Bakam, M. Elouazghiti, B. Kidou, A. Laadoua, A. Mouhdi, B. Ouahman, F. Paul et A. Sbai.

Très nombreuses sont les personnes qui ont contribué, scientifiquement, matériellement et moralement à l'achèvement de cette thèse et je ne peux pas les citer toutes, mais je nomme Fatima Ainouz, Mokhtar Chaoui, Abdelatif Chougrad, Nicole Cunat, Mohamed Daoudi, Noureddine Fettouhi, Nadine, Claude Neveu, Morad Souam et la famille Ouadghiri.

je n'oublie pas mes copains et mes copines avec qui j'ai partagé des moments inoubliables.

Je remercie tous ceux qui m'ont ouvert les yeux et éclairé le droit chemin.

Enfin, je ne saurais oublier ceux qui ont supporté mon absence et partagé ma souffrance en priant sans cesse, mes parents.

Ma dette est lourde envers celle qui a fait le premier pas pour venir en France, ma soeur.

Ma reconnaissance va à ceux qui m'ont aidé et encouragé tout au long de ma vie d'étude, mes frères.

## ***Résumé:***

L'Est du Maroc est une vaste région, largement ouverte à l'Est sur l'Algérie, vers le Sud sur le Sahara et vers le Nord sur la Méditerranée. Cette situation géographique confère à son climat et en particulier son climat thermique une originalité. L'étude des caractères thermiques menée ici s'inscrit dans l'optique d'une démarche de description, d'un essai d'interprétation et d'explication.

La première partie aborde la présentation des stations thermiques et la critique des données qui a révélé une difficulté de disposition de données précises. L'élimination de certaines stations, le comblement de lacunes et l'application des tests de contrôle d'homogénéité, constituent une étape fondamentale dans l'élaboration de la base de données. C'est à partir d'un aperçu sur le régime thermique annuel et un découpage saisonnier en fonction des moyennes mensuelles, fondés sur des stations étalons, qu'une disparité thermique spatiale est apparue. D'où la nécessité d'une ébauche de régionalisation thermique comme hypothèse de départ. La variabilité structurelle, le premier critère pour examiner cette hypothèse, dégage une variabilité extraordinaire à l'échelle quotidienne qui s'accroît du nord vers le sud. Cette variabilité oppose principalement la saison stable qui est l'été (juillet, août) et les saisons intermédiaires caractérisées par une variabilité très prononcée. L'étude fréquentielle confirme le découpage saisonnier adopté et reflète la différenciation stationnelle.

La seconde partie complète et explique la précédente. Elle traite de la variabilité temporelle dont les caractères sont les mêmes que ceux de la variabilité structurelle. Elle distingue les stations synoptiques et secondaires et souligne le trait commun général entre les stations de la région. Une faible tendance vers un réchauffement se manifeste à l'échelle mensuelle. L'analyse en composantes principales (A.C.P.) portée sur les données quotidiennes des quatre saisons exprime un effet de taille, une opposition Nord-Sud et un caractère influencé par des facteurs locaux et / ou des données aberrantes.

Les jours typiques interprétés permettent de distinguer les situations synoptiques en altitude et en surface qui intéressent la région étudiée durant chaque saison. La durée d'insolation et les directions des flux ont un rôle déterminant dans l'explication des températures enregistrées et leurs variations. L'essai de la classification de types de circulation atmosphérique pendant les deux mois opposés (janvier, août) précise la circulation atmosphérique dominante et met en relation l'élément température et l'orientation des flux. L'Est du Maroc présente des sous-régions en considérant la variabilité des températures quotidiennes et une unité homogène en tenant compte de l'évolution globale.

## ***Mots clefs:***

Est du Maroc, Températures, régionalisation, variabilité, circulation atmosphérique.

**Abstract:**      ***Thermic characters of Eastern Morocco climate***

Eastern Morocco is a broad area, widely opened eastward on Algeria, southward on the desert and northward on the Mediterranean. This geographical situation imparts an originality to its climate, particularly its thermic one. The study of thermic characters carried out here lies within the scope of a description process: it is an essay of interpretation and explanation.

The first part presents the thermic stations and proceeds with data criticism, it also reveals a difficulty of acquiring definite data. The cancellation of certain stations, the filling of deficiencies and the homogeneity control test application represent a fundamental phase in the elaboration of database. Therefore, by means of a general survey of the annual thermic system and a seasonal cut-out according to monthly averages based on standard stations, a special thermic disparity emerges. Hence, the necessity of sketching out their regionalization as a starting hypothesis; the structural variability being the first criterion to explain this hypothesis brings out an extraordinary variability on the daily scale which becomes more acute from north to south.

This variability mainly brings into conflict summer (July, August) being the stable season and the intermediary seasons characterized by a very pronounced variability. The frequential study reinforces the adopted seasonal cut-out; it reflects furthermore the stational differentiation.

The second part complements and explains the previous one. It tackle with the temporal variability whose characters are the same as those of structural variability. It distinguishes the synoptic as well as the secondary stations, and underlines a general common feature between the stations of the region. A weak tendency towards heating rises on monthly scale. The principal components analysis (P.C.A) supported by the daily data of the four seasons expresses a considerable effect, an opposition between north and south and a character influenced by local factors and / or aberrant data.

The typical days interpreted allow us to distinguish synoptic situations in altitude and in surface which concern the studied region during each season. The duration of insolation and the flow directions have a determining role in the explanation of recorded temperatures and their variations. The essay of classification of atmospheric circulation types during the two opposed months (January, August) specifies the dominating atmospheric circulation and relates the temperature element to the orientation flows. Eastern Morocco presents sub-regions when we consider the variability of daily temperatures, and a homogeneous unity when we take into account the overall evolution.

***Key words:***

Eastern Morocco - temperatures - regionalization - variability - atmospheric circulation.

## **TABLE DES MATIERES**

### **INTRODUCTION GENERALE**

## **PREMIERE PARTIE: LES DONNEES DE BASE ET LA REPARTITION DES TEMPERATURES**

### **INTRODUCTION DE LA PREMIERE PARTIE**

## **CHAPITRE-1. PRESENTATION DES STATIONS ET CRITIQUES DES DONNEES**

1-1 Les données et leurs sources	9
1-2 La répartition spatiale et la maintenance des stations	10
1-2-1 La répartition géographique des stations	10
1-2-2 L'entretien des stations	12
1-3 L'état des données et la période de référence	15
1-4 La critique des données	17
1-4-1 Le comblement des lacunes	17
1-4-2 Le contrôle des données	22
1-5 Les méthodes de recherches	27

## **CHAPITRE-2. LES REGIMES THERMIQUES ET APPROCHE D'UNE REGIONALISATION DES STATIONS**

2-1 Aperçu sur le régime thermique annuel	30
2-2 Relation des températures annuelles avec l'altitude	32
2-3 Les traits généraux de découpage saisonnier thermique	32
2-3-1 Le principe de découpage	32
2-3-2 Les caractères de chaque saison	35
2-4 Esquisse d'une régionalisation des stations	37
2-4-1 La méthode appliquée à la régionalisation	39
2-4-2 Description des régions thermiques	39

## **CHAPITRE-3. ASPECTS DE LA VARIABILITE STRUCTURELLE**

3-1 Les aspects de la variabilité structurelle	43
3-1-1 Le groupe littoral	43
3-1-2 Le groupe des plaines des Triffa	51
3-1-3 Le groupe d'Oujda-Driouch	59
3-1-4 Le groupe du couloir de Taza-Guercif	67
3-1-5 Le groupe de la Haute Moulouya	75
3-1-6 Le groupe des Hauts plateaux	82
3-1-7 Le groupe du Sud	89
3-2 Quelques aspects de l'évolution horaire moyenne des températures	97

### **CONCLUSION DE LA PARTIE** 101

## **DEUXIEME PARTIE: LA VARIABILITE TEMPORELLE ET LES ELEMENTS EXPLICATIFS**

### **INTRODUCTION DE LA DEUXIEME PARTIE**

## **CHAPITRE-4. ASPECTS DE LA VARIABILITE TEMPORELLE ET ANALYSE DE TENDANCE**

4-1 Aspects de la variabilité temporelle	105
4-1-1 La variabilité intra-annuelle à partir des moyennes mensuelles	105
4-1-2 La variabilité intra-annuelle à partir des minima et des maxima mensuels	108
4-1-3 La variabilité des moyennes mensuelles	112
4-1-4 La variabilité des minima et des maxima mensuels	114
4-1-5 La variabilité des moyennes quotidiennes	116
4-1-6 La variabilité des extrêmes quotidiens	119
4-2 Peut-on parler d'une stabilité ou d'une tendance thermique dans l'Est du Maroc ?	122
4-2-1 Une stabilité thermique jusqu'à 1975	122

4-2-2 Un réchauffement des températures mensuelles (1975-1988), exemple du mois de septembre à Midelt	124
--	-----

## **CHAPITRE-5. LES ELEMENTS EXPLICATIFS DU COMPORTEMENT THERMIQUE**

5-1 L'analyse en composantes principales: un outil pour hiérarchiser le poids des facteurs	129
5-1-1 Analyse et esquisse de différenciation régionale des moyennes quotidiennes	129
5-1-1-1 Les moyennes en hiver	130
5-1-1-2 Les moyennes en été	131
5-1-1-3 Les moyennes au printemps	133
5-1-1-4 Les moyennes en automne	134
5-1-2 Analyse et esquisse de différenciation régionale des extrêmes quotidiens	134
5-1-2-1 Les minima en hiver	136
5-1-2-2 Les minima en été	137
5-2 Caractères de la circulation atmosphérique en fonction des scores très élevés	139
5-2-1 Une évolution globale des températures "effet de taille"	139
5-2-1-1 Des températures inférieures à la moyenne	139
5-2-1-2 Des températures supérieures à la moyenne de la période	154
5-2-2 Un contraste Nord-Sud	171
5-2-2-1 Des températures inférieures à la moyenne dans l'ensemble du Sud	171
5-2-2-2 Des minima inférieurs à la moyenne en hiver, en automne et supérieurs au printemps	182
5-2-3 Un caractère influencé par le site géographique et la qualité de données	188
5-2-3-1 Des températures inférieures à la moyenne de la saison	187
5-2-3-2 Des maxima supérieurs à la moyenne dans l'ensemble du Nord	191
5-3 Caractères de la circulation atmosphérique en fonction des scores trèsfaible	194

trèsfaible	194
5-3-1 Les minima en hiver d'après la première composante	194
5-3-2 Les minima en hiver d'après la deuxième composante	194
5-3-3 Les maxima en hiver d'après la première composante	196
5-3-4 Les maxima en hiver d'après la deuxième composante	196
5-3-5 Les minima en été selon la première composante	198
5-3-6 Les minima en été à partir de la deuxième composante	198
5-3-7 Les maxima en été à partir de la première composante	198
5-3-8 Les maxima en été à partir de la deuxième composante	201
5-4 Essai de classification de types de circulation	203
5-4-1 Les principaux types de circulation en janvier	205
5-4-1-1 En altitude (500 hPa)	205
5-4-1-2 En surface	207
5-4-1-3 Les flux d'air en surface	207
5-4-2 Les principaux types de circulation en août	209
5-4-2-1 En altitude (500 hPa)	212
5-4-2-2 En surface	212
5-4-2-3 Les flux d'air en surface	212
<b>CONCLUSION DE LA DEUXIEME PARTIE</b>	<b>218</b>
<b>CONCLUSION GENERALE</b>	<b>220</b>
<b>LISTE DES TABLEAUX ET DES FIGURES</b>	
<b>BIBLIOGRAPHIE</b>	

## *Introduction générale*

Nous appelons "**EST DU MAROC**", la vaste région comprise entre les latitudes 32° et 36° N et les longitudes 2° et 5° W, et dont l'altitude varie de 0 à plus de 2000 m. Cette région est largement ouverte à l'Est sur la frontière algérienne, vers le Sud sur le Sahara et relativement vers le Nord sur la Méditerranée.

Le cadre physique de la région est nettement différent de celui de l'Ouest du Maroc. Nous n'allons pas dresser le tableau classique et détaillé du milieu physique, mais nous citerons simplement les grandes unités physiques qui constituent les facteurs d'explication pour une meilleure compréhension du climat. Le relief est extrêmement morcelé; les plus grandes unités ne dépassent jamais la trentaine de kilomètres. Toutefois, les traits les plus remarquables du relief sont le morcellement et l'alignement dans le sens W-E (Fig. 1).

Les montagnes de l'ouest de la région, c'est-à-dire le Rif, le Moyen Atlas et le Haut Atlas oriental forment un rempart aux influences de l'ouest. Les autres chaînes, les Kabdana au nord-est et les Kerker au nord, réduisent l'ouverture maritime. Cependant, la majorité des sommets ne dépassent guère 500 m et ne forment pas un obstacle important aux influences méditerranéennes. Les Beni Snessen au nord et les Horsts au sud encadrent un couloir appelé "le couloir Oujda-Taourirt" qui s'étend sur plus de 100 km, et s'ouvre au sud-ouest sur le bassin de Guercif. Nous ne pourrions pas étudier ces deux chaînes et ce couloir en raison de l'absence de stations où les observations météorologiques soient régulièrement effectuées.

On peut distinguer trois grandes plaines:

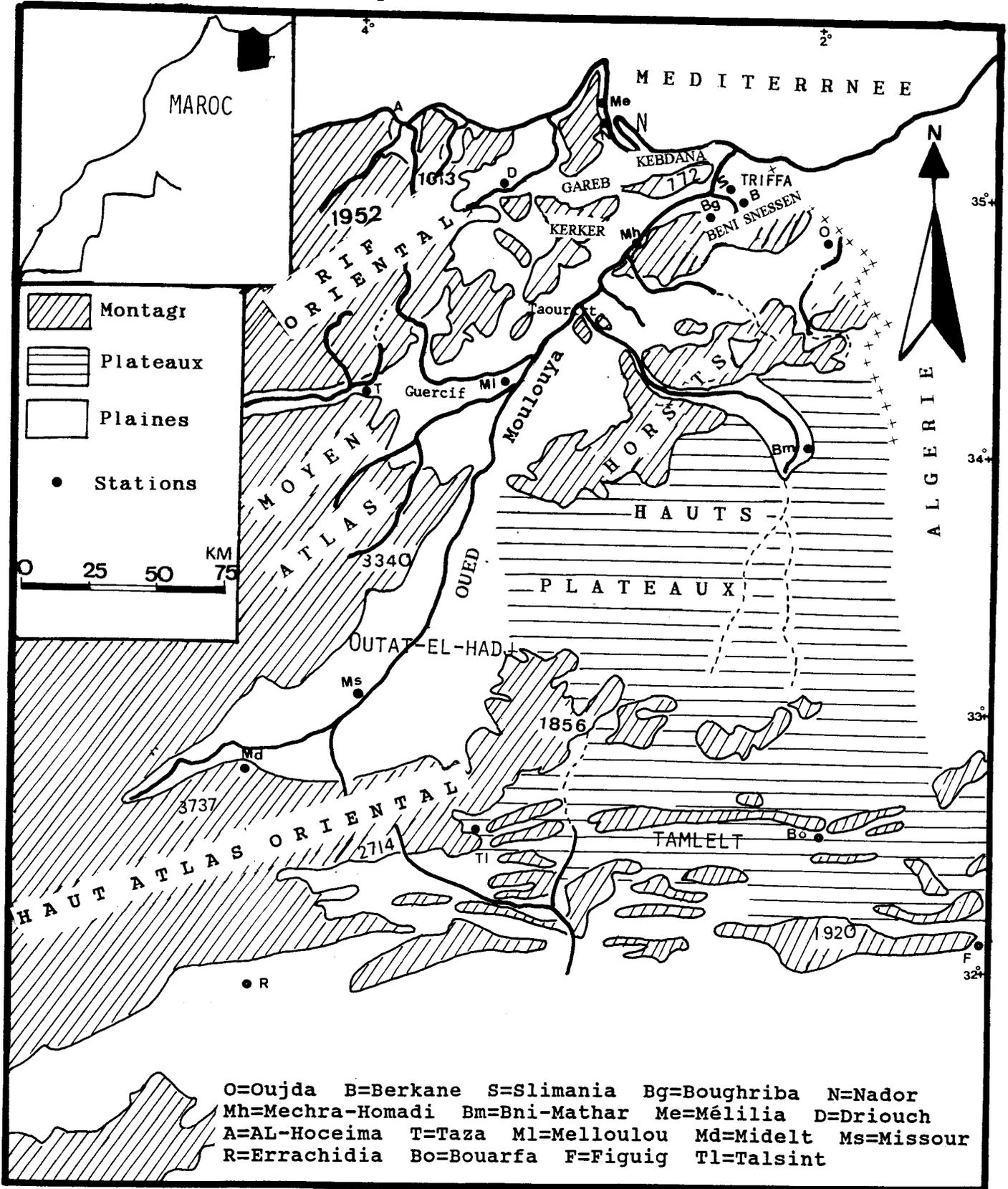
- Les plaines méditerranéennes se composent de deux entités:

Les plaines de la rive gauche de l'Oued Moulouya sont composées de la plaine du Bou-Areg allongée le long de la Méditerranée et qui se présente comme un croissant regardant vers le nord-est. Cette situation très maritime lui vaut un climat humide et doux. La plaine du Gareb se trouve au sud de la précédente, c'est un vaste bassin à topographie très régulière et monotone.

Les plaines de la rive droite (Basse Moulouya): la plus importante est celle des Triffa, limitée par le piémont des Beni Snessen au sud; son côté septentrional qui s'allonge sur une quinzaine de kilomètres, forme le littoral méditerranéen.

- Les plaines de la Moyenne Moulouya sont formées de la plaine de Guercif divisée en deux par l'Oued Moulouya, mais de nombreux caractères restent communs aux deux parties. La

Fig. 1.- Croquis de localisation



plaine de Outat-el-Haj se présente comme un couloir assez large entre le Moyen Atlas à l'ouest et les Hauts Plateaux à l'est.

- Les plaines de la Haute Moulouya forment une cuvette qui s'allonge du sud-ouest au nord-est entre le Moyen Atlas à l'ouest et au nord-ouest et le Haut Atlas au Sud.

Au sud-est de la région, nous trouvons la vaste plaine de Tamlelt.

Les Hauts plateaux, généralement monotones, occupent une superficie très importante dans l'Est du Maroc. Ils commencent au pied de l'Atlas oriental au Sud, pour se prolonger en Algérie entre le Tell et l'Atlas Saharien.

Le cadre géographique de chaque station sera abordé lors de l'étude des régions thermiques.

On a souvent qualifié cette région de la bordure sud de la Méditerranée, et le Maroc en général, qu'ils appartiennent à un climat typiquement méditerranéen. Malheureusement, les études expliquant l'influence de la Méditerranée sur le climat du Maroc sont absentes. Pour notre part, nous n'allons pas discuter cette assertion, mais nous essayerons de montrer quelques caractères spécifiques de ce facteur, la Méditerranée, que nous ne pouvons pas négliger dans notre étude. Il faut dire que les recherches évoquées ici concerne la partie européenne. Pour Pedelaborde "*la Méditerranée ne communique avec les grandes nappes océaniques que par un passage étroit. Les pluies sont peu abondantes, et l'évaporation est forte*" (Pedelaborde. 1957). L'importance de ce bassin découle du contact des masses d'air polaire ou arctique et des masses d'air tropical qui se terminent sur ce creuset. Mais ce contact "*ne correspond évidemment en rien au modèle " norvégien" ni pour sa taille, ni pour les processus*" (Vigneau. 1986). Le rôle de la mer méditerranéenne est de contribuer à l'accentuation de l'instabilité en apportant l'humidité et la chaleur aux basses couches des masses d'air.

Un autre phénomène caractéristique de la région est la position d'abri orographique. En effet, du point de vue météorologique les montagnes du Rif et de l'Atlas, qui entourent notre région, jouent un rôle déterminant: elles dévient la trajectoire des masses d'air en provenance de l'ouest. Pedelaborde. et Delannoy. ont affirmé cette position d'abri orographique en écrivant "*Il semble d'ailleurs que les reliefs marocains ( le Rif et l'Atlas) jouent un rôle encore plus efficace, puisqu'ils privent l'Algérie, pendant la plus grande partie de l'année, du bénéfice des courants pluvieux d' W et du SW*" (Pedelaborde. et Delannoy. 1958). Nous ajoutons que les chaînes des Beni Snassen et les Horsts jouent aussi un rôle d'abri orographique mais à une échelle plus fine, étant donné qu'elles introduisent une modification dans l'écoulement de l'air (El baye. 1990).

Cette position explique, en partie, les domaines climatiques de la région définis par Michalet. D'après la formule de ce dernier l'Est du Maroc présente trois domaines, semi-aride, aride et saharien (Michalet. 1991). La sécheresse prononcée et l'aridité constituent donc les traits essentiels de la région.

La végétation donne une impression trompeuse de verdure, car en réalité, elle apparaît sous forme d'une couverture maigre et discontinue qui suit la distribution climatique. Et malgré sa diversité, la région reste, dans l'esprit des Marocains, le domaine de steppes d'alfa et d'armoïse.

Par sa position géographique, on peut dire que la région sur le plan dynamique, est soumise principalement aux influences de la Méditerranée et du Sahara qui se manifestent essentiellement pendant la saison chaude. Son éloignement vis à vis de l'Océan et la présence de la chaîne du Rif et de l'Atlas modifient considérablement les caractères des influences de l'ouest et du nord-ouest. L'ensemble des éléments que nous venons d'évoquer lui donne un climat très contrasté.

Le climat de l'Est du Maroc présente de nombreux aspects locaux, mais malheureusement les études réalisées ne lui ont pas accordé une grande place; il est par conséquent resté l'objet de quelques descriptions sommaires. A partir des années 80, certains éléments climatiques ont retenu l'attention de chercheurs. Ces rares études régionales détaillées ont insisté sur le caractère ensoleillé (Hazoui. 1988), sur le bilan d'eau (Daïboun. 1986, Adouk. 1988, Jahid.1992), sur les variations des précipitations (Laâdoua.1986. Sbai et Petit-Renaud.1989) et sur les ambiances climatiques (Bousslam.1989, El baye.1990). En somme, l'attention des chercheurs s'est portée plus sur les précipitations que sur les autres éléments climatiques. Les raisons de ce choix sont les suivantes:

- Manque de stations synoptiques et climatiques fonctionnant régulièrement et permettant de fournir des données précises pour traiter d'autres éléments climatiques.

- Domination de l'agriculture traditionnelle au Maroc, ce qui laisse l'Homme très sensible aux variations des précipitations plus qu'à celles des autres éléments climatiques, notamment celles des températures en oubliant qu'elles jouent un rôle fondamental dans la survie, la croissance et la reproduction des plantes.

Certains éléments comme le vent par exemple, ont commencé à faire l'objet de mémoires de maîtrise ainsi que d'articles (Sbai et al. 1992) dont certains proposent même des modèles d'exploitation des éléments climatiques (Sbai, Mouhdi, Adouk et Paul. 1994). Mais jusqu'à présent, aucune étude n'a embrassé le climat thermique de L'Est du Maroc, c'est pourquoi il nous a semblé nécessaire de traiter ce sujet afin de combler cette lacune et d'apporter une première connaissance à la géographie des températures.

En effet, l'étude des caractères thermiques que nous proposons de mener, va tenter de répondre aux interrogations suivantes:

- Quels sont les caractères thermiques majeurs de l'Est du Maroc ?
- La région présente-t-elle une unité ou une diversité thermique, c'est-à-dire des sous-régions comme dans le paysage géographique ?
- Quels sont les aspects de la variabilité des températures ?
- Quels sont les facteurs qui régissent ce comportement homogène et / ou hétérogène des températures ?

Cette étude est scindée en deux parties principales:

- La première partie aborde trois thèmes. Le premier porte sur la présentation des stations et la critique des données de base. Le deuxième thème porte sur les régimes thermiques et une approche de régionalisation des stations. Le dernier thème est consacré à la variabilité structurelle qui est un de nos critères employés pour mettre en relief cette approche de régionalisation.

- La deuxième partie complète et explique la précédente. Elle traite de la variabilité temporelle et analyse les moyennes mensuelles afin de montrer que si la région a connu pendant ces dernières années une stabilité ou une tendance vers un réchauffement ou un refroidissement thermique. L'analyse en composantes principales a pour but de hiérarchiser les composantes qui régissent le climat thermique d'une part et de dégager les séquences et les jours remarquables que nous mettons en relation avec la circulation atmosphérique en surface et en altitude (500 hPa) d'autre part.

**PREMIERE PARTIE**

**LES DONNEES DE BASE ET LA REPARTITION DES  
TEMPERATURES**

## **CHAPITRE-1**

### **PRESENTATION DES STATIONS ET CRITIQUE DES DONNEES**

1-1 Les données et leurs sources

1-2 La répartition spatiale et la maintenance des stations

1-2-1 La répartition géographique des stations

1-2-2 L'entretien des stations

1-3 L'état des données et la période de référence

1-4 La critique des données

1-4-1 Le comblement des lacunes

1-4-2 Le contrôle des données

1-5 Les méthodes de recherches

## *Introduction de la première partie*

**L'Est du Maroc** a connu " la colonisation" très tôt, française sur la rive droite de l'Oued Moulouya et espagnole sur la rive gauche. Les intérêts que portaient "les colonisateurs" à la région les ont incités à équiper la région en postes météorologiques, puisque la base de l'économie était l'agriculture et le demeure encore aujourd'hui. Cette politique d'installation de postes d'observation, dans une région où la pluie n'est pas abondante et irrégulière, a été abandonnée après l'Indépendance; rares sont les stations où les observations météorologiques ont été poursuivies. Actuellement, la région a un réseau météorologique squelettique, pauvre en stations synoptiques et climatiques; la plupart d'entre elles sont installées près des lieux habités. De plus, les observations ne sont pas assez longues et présentent des lacunes. La grande difficulté rencontrée, sans évoquer les autres, a été la collecte des données. Pour réaliser une telle étude, il fallait du temps pour contacter les différents services qui gèrent les stations et il a fallu aller sur place pour copier les données. Par ailleurs, il est indispensable de combler les lacunes, de s'assurer de la fiabilité et de l'homogénéité des données en procédant aux tests permettant la détection des valeurs aberrantes. L'usage de l'informatique a rendu ce travail moins pénible et moins fastidieux.

Avant d'étudier la variabilité des températures et de dégager les aspects spécifiques et significatifs du schéma de la variation, il nous a semblé impératif de suivre un ensemble des démarches. Nous avons préféré donner une idée du régime thermique annuel et le rôle de l'altitude dans la répartition des températures. Le découpage de l'année en saisons, chaque saison regroupe des mois similaires ou presque, est mené à partir d'un critère thermique. Ces démarches ont révélé une certaine disparité entre les stations. La régionalisation des stations ne constitue qu'une ébauche dans cette analyse, mais elle est primordiale puisque l'étude de la variabilité structurelle se base sur les groupes stationnels définis. La variabilité structurelle requiert l'utilisation d'un appareil statistique diversifié et une série d'observations aussi longue que possible. Le changement de l'unité du temps (année, mois, jour) et du niveau des températures (moyenne, minima, maxima) constitue un facteur d'éclaircissement. Au fur et à mesure que nous changeons d'échelle, nous obtenons des renseignements supplémentaires.

L'Est du Maroc est doté d'un faible nombre de stations récentes et celles-ci, dans l'ensemble, ne couvrent pas tout l'espace étudié. Leur répartition est extrêmement inégale et leurs sites sont différents. La durée des séries de données disponibles n'est pas synchrone et présente des lacunes. Le recours aux différentes méthodes statistiques, afin de combler les données manquantes et de tester l'homogénéité des séries d'observation, constitue un point d'appui pour notre étude.

### ***1-1 Les données et leurs sources***

Nous avons essentiellement utilisé les données des températures, mesurées en degrés centigrades. Nous avons tenu compte des données de l'insolation et de l'état du ciel des stations synoptiques. Malheureusement, nous ne disposons pas des données des radio-sondages nécessaires à l'analyse des masses d'air. La station la plus proche qui effectue des lancers est celle de Bni-Mellal, mais cette dernière est trop éloignée de la région étudiée. D'après les responsables de la météorologie marocaine, l'absence des radio-sondages est due à leur coût excessif.

La réalisation de ce travail a nécessité la collecte de toutes les données disponibles du réseau météorologique de la région. Nous disposons des relevés d'une dizaine de postes d'observation appartenant à trois organismes gestionnaires qui sont les suivants:

- La Météorologie Nationale Marocaine (M.N.M), qui gère les stations principales ou synoptiques.
- La Direction des Ressources des Eaux (D.R.E), qui a des postes d'observation secondaires.
- Ministère de l'Intérieur (M.I), dont les stations possèdent dans la plupart des cas un pluviomètre et un abri météorologique non complet.

Les stations où nous avons constaté un trop grand nombre d'interruptions, et celles dont les relevés ne sont pas sérieux (dans la mesure où elles ne figurent même pas dans les archives de la station), ont été écartées de notre étude. C'est le cas des stations Garet et Taourirt. Hormis la station de Mélilia qui appartient au réseau espagnol et qui est la seule station à nous avoir fourni les données par correspondance, les autres données ont été copiées sur place à la division de la climatologie appliquée à Casablanca ou dans les services régionaux d'hydraulique.

En dépit de l'existence d'une convention entre les différents services météorologiques concernant l'échange des données, chaque service tient à garder ses données dans ses archives. Il nous a fallu beaucoup de temps pour faire le tour des services, collecter les données et obtenir des renseignements sur les changements éventuels de sites de la station, et sur les appareils utilisés, notamment l'abri thermique.

Nous pouvons espérer que le système informatisé que vient d'installer la division de la climatologie pour gérer les données météorologiques, va rendre la tâche des chercheurs moins laborieuse.

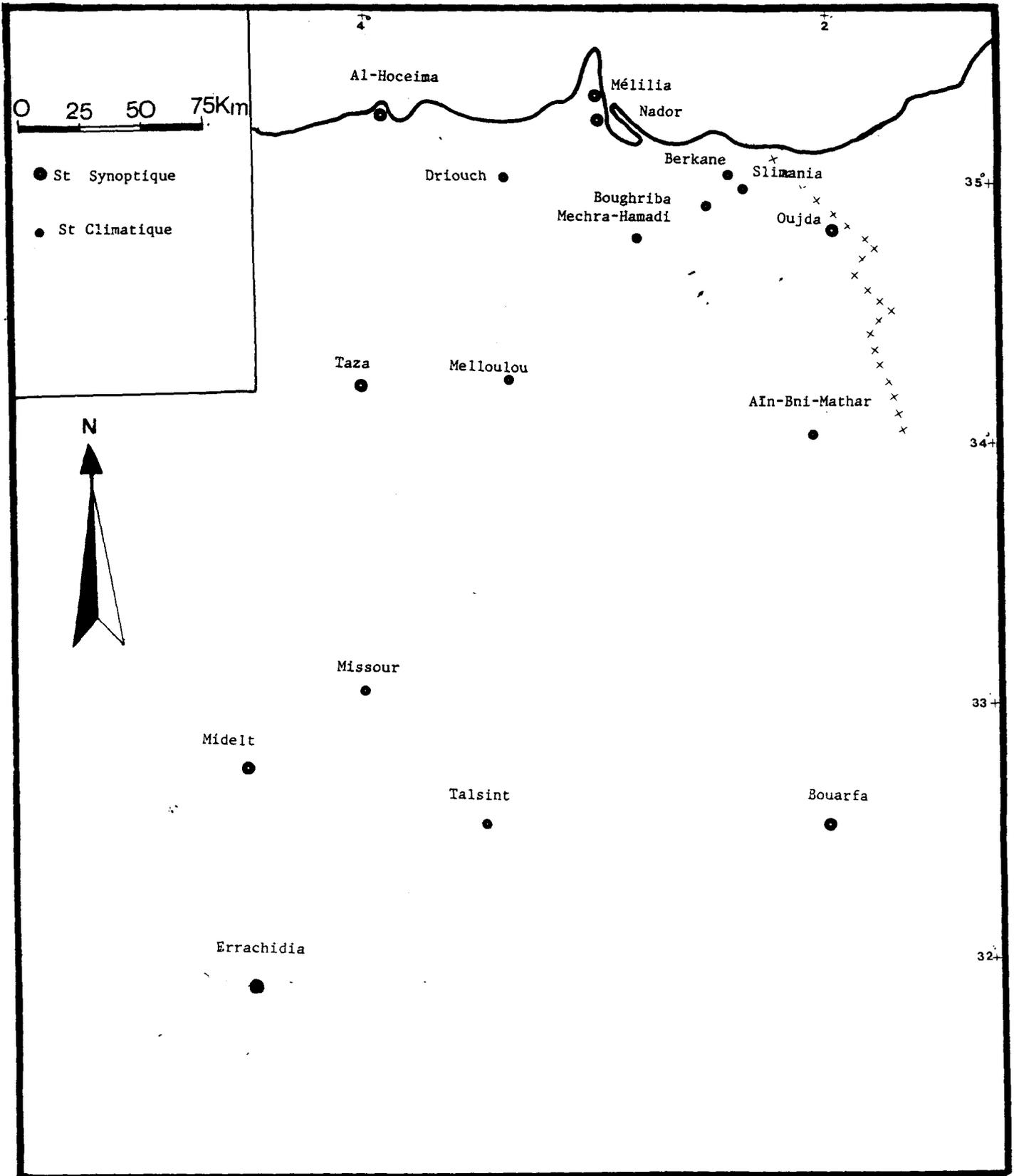
Dans notre étude, nous nous sommes souvent fondés sur les données des stations synoptiques, car les observations y sont effectuées par des professionnels ayant théoriquement à leur disposition des instruments constamment contrôlés. En revanche, dans les postes secondaires ce sont souvent des personnes non qualifiées qui assurent les observations, et qui d'ailleurs ne montrent pas un réel intérêt, tant professionnel que personnel, pour leur occupation. Nous évoquons à ce sujet la station de Slimania, qui entre 1987 - l'année où nous avons commencé à exploiter les données de cette station - et 1990 a connu trois observateurs. Ce problème a été abordé dans l'ouvrage d'Arlery et al. Ils ont proposé ceci " *Ce collaborateur, le plus souvent bénévole, a besoin d'être encouragé et il est utile de lui expliquer l'intérêt pratique du travail qui lui est confié; privé de ces encouragements, il ne porte aucun intérêt à ces observations, ne s'inquiète pas des résultats manifestement aberrants et ne prend pas la peine de signaler certaines modifications de l'environnement ou certaines anomalies qui surviennent aux appareils*" (Arlery et al. 1973).

## ***1-2 La répartition spatiale et la maintenance de stations***

### ***1-2-1 La répartition géographique des stations***

Il manque dans la région un réseau de stations thermiques effectuant des observations régulières. On constate un réel déséquilibre dans leur répartition : dans le Nord les stations sont relativement nombreuses tandis que dans le Sud le réseau est lâche (Fig. 2 ). La plupart de ces stations sont installées dans les aéroports. D'autres sont implantées près des lieux habités ou des stations expérimentales de l'agriculture, ou encore des stations de jaugeage des Oueds équipées d'un abri météorologique. Des régions méritant d'être équipées de stations

Fig. 2.- Réseaux des stations météorologiques thermiques



météorologiques sont complètement oubliées. Nous pensons que ces régions peuvent apporter des renseignements importants aux études climatiques et possèdent un potentiel solaire et éolien qui pourrait être exploité afin de diminuer la dépendance énergétique du pays. Nous remarquons aussi une absence de stations synoptiques ou thermiques en altitude, sur la chaîne des Beni Snessen, sur les Horsts, sur les Hauts plateaux ainsi que dans le Sud.

### ***1-2-2 L'entretien des stations***

La visite des différentes stations de la région, nous a permis de connaître le site, l'état de la station et les appareils utilisés. Nous avons constaté que, malgré le règlement technique de l'O.M.M qui prévoit l'inspection des stations climatiques au moins une fois tous les deux ans, quelques stations ne subissent pas de contrôle. En plus de l'empoussiérage, les ferrures et les pieds de l'abri n'ont pas été peints depuis plus de deux ans. Certaines stations sont mal implantées. Notre jugement porte sur les stations que nous avons pu visiter: Berkane, Slimania, Boughriba, Oujda, Ain-Bni-Mathar, Mechra-Hamdi, Taza, Melloulou, Bouarfa, Nador. Certaines stations notamment celles de Mélilia et Figuig, sont interdites d'accès pour des raisons de sécurité. Nous n'avons pas eu la possibilité de prendre des photos de toutes les stations.

Nous évoquons quelques stations mal implantées:

- La station de M-Hamadi était située dans un environnement non dégagé à côté du barrage installé sur l'Oued Moulouya. A partir du mois d'août 1990 les responsables concernés ont décidé de changer son emplacement, suite aux remarques et aux critiques apportées par les chercheurs.
- La station de B-Mathar est installée près de la route nationale P 19, à la sortie de la ville à côté de l'Oued El Haï. Une telle implantation favorise l'augmentation de l'humidité relative en été.
- La station de Bouarfa (photo. 1,a,b,c) a un abri sur un sol nu, or l'effet de la nature du sol sur les relevés est évident: "*Au-dessus d'un sol nu (terres incultes, déserts, steppes) l'amplitude diurne peut atteindre et même dépasser 30°....En revanche, la végétation (gazon, cultures herbacées, etc) la réduit beaucoup.*" (Arlery et al. 1973). Compte tenu de ce fait, il est souhaitable que les responsables concernés se décident à modifier l'emplacement des stations.

Le tableau 1 contient quelques renseignements sur les stations étudiées dans ce travail.



Photo. 1.  
La station  
d'Oujda-Angad  
un entretien  
constant et  
parfait.



Photo. 2.  
La station de  
Bouarfa au Sud  
de la région,  
une grande  
différence  
se dégage  
en comparaison  
avec Oujda  
le sol est nu.



Photo. 3.  
La station de  
Sliamna  
symbole des  
stations clima-  
tiques des plaines  
des Triffa.

Tabl. 1 .- Présentation géographique des stations

Station	Altitude en m	Coordonnées		Situation topographique
		Lat N	Long W	
<b>Station synoptique</b>				
Al-Hoceima	13	34.11	3.50	Plaine entourée de relief montagneux
Bouarfa	1143	32.31	1.58	Plaine de Tamlett
Errachidia	1022	31.56	4.24	Sur un plateau au pied du Haut Atlas
Métilia	48	35.16	2.57	Plaine littorale
Midelt	1508	32.41	4.44	Sur un mamelon dominant la région
Nador	7	35.11	2.56	Plaine littorale sans végétation, relief à 8 Km
Oujda	465	34.47	1.56	Plaine d' Angad
Taza	510	34.13	4.01	Couloir limité au Nord par le Rif et au Sud par le Moyen Atlas
<b>Station climatique</b>				
Aïn-Bni-Mathar	910	34.01	2.02	Hauts plateaux
Berkane	140	34.56	2.22	Plaines des Triffa
Boughriba	166	34.54	2.30	Plaines des Triffa
Driouch	295	34.59	3.23	Plaine du kert
Mechra-Hamadi	230	34.44	2.47	Montagnes des Beni Snessen
Melloulou	332	34.13	3.31	Près du lit de l'Oued Melloulou
Missour	890	33.03	3.59	Plaine de la Haute Moulouya
Slimania	100	34.58	2.23	Plaines des Triffa
Talsint	1400	32.23	3.27	Haut Atlas Oriental

### *1-3 L'état des données et la période de référence*

La température dont il est question est celle de l'air. Elle est mesurée en degrés centigrades à l'ombre, à l'aide des thermomètres secs à minima et maxima. Les thermomètres sont placés dans un abri en bois, bien ventilé à 1,60 m pour la plupart des stations de la région (Pour plus de renseignements concernant l'abri météorologique, voir annexe chapitre.I).

L'étude des températures portent généralement sur une période d'au moins 30 ans. Les séries de données thermiques dont nous disposons ne répondent pas à cette condition, et ne sont pas synchrones dans toutes les stations. Cela provient du fait que nous avons des observations anciennes mensuelles et quotidiennes pour quelques stations. Il est important de signaler que certaines stations ont commencé les relevés durant le protectorat français (Oujda, Berkane et Figuig...), ce qui montre l'intérêt que portaient les Français à cette région. Cette ancienne série fragmentaire des données mensuelles est publiée dans les travaux de l'Institut chérifien (Annales de Physique du Globe). Après l'Indépendance, quelques stations ont connu un arrêt, comme celles de Berkane, Figuig et Bouarfa. Elles se sont remises à effectuer des observations météorologiques après une longue interruption. L'absence des stations régionales et limitrophes (Algérie) où les observations météorologiques ont été poursuivies suffisamment longtemps, est un handicap pour la reconstitution des séries climatologiques mensuelles homogènes. Par contre, certains postes ne fonctionnent que depuis une période récente. Cependant, et pour des raisons diverses, quelques uns ont cessé leurs observations. C'est le cas de Berkane en 1989, de Missouri à la fin de 1988 où les appareils de cette dernière station (Missouri) ont été transférés à Outat-el-Haj.

Afin d'avoir le plus grand nombre possible de stations, nous avons retenu volontairement une durée de 14 ans (1975-1988) pour les données quotidiennes (Tabl.2 ) et une longue durée possible pour les valeurs mensuelles, notamment celles des stations synoptiques. Pour que l'étude soit la plus exhaustive possible, nous avons décidé de retenir les données de certaines stations malgré la courte durée de leurs observations et l'existence de lacunes. C'est le cas des stations du Sud, Figuig et Talsint qui sont gérées par le Ministère de l'intérieur. L'aspect aberrant des données que les tests de l'homogénéité ont décelé et que l'analyse en composantes principales (A.C.P.) a confirmé, nous a encouragé à éliminer la station de Figuig.

Tabl. 2.- Présentation de données des températures quotidiennes

Station	Réseau	Période	Lacune				
			Année	Mois	Nombre de jour	Minima	Maxima
<b>Station synoptique</b>							
Al-Hoceima	M.N	1975-1988					
Bouarfa	M.N	1981-1988					
Errachidia	M.N	1975-1988					
Mélilia	M.N	1975-1988					
Midelt	M.N	1975-1988					
Nador	M.N	1976-1988					
Oujda	M.N	1975-1988					
Taza	M.N	1975-1988					
<b>Station climatique</b>							
Ain-Bni-Mathar	D.R.E	1975-1988	1978	X	10	*	*
			1978	XII	18	*	*
Berkane	D.R.E	1975-1988					
Boughriba	D.R.E	1975-1988					
Driouch	D.R.E	1975-1988	1977	XII	31	*	*
			1984	V	31		*
Mechra-Hamadi	D.R.E	1976-1988	1979	X	31	*	*
			1982	I	31	*	*
			1985	II	28	*	*
			1986	II	28		*
			1986	III	3	*	*
			1983	I	31	*	*
Melloulou	D.R.E	1980-1988	1983	III	2	*	*
			1983	IX	15	*	*
			1984	VI	30	*	*
			1985	III	1	*	*
			1986	VIII	6	*	*
			1987	VII	31	*	*
Missour	D.R.E	1975-1987	1975	VI	30	*	*
			1987	XII	31	*	*
Slimania	D.R.E	1975-1988					
Talsint	M.I	1984-1988	1984	V	15	*	*
			1985	IX	17	*	*
			1987	XI	16	*	*

\* = Lacune

Les températures quotidiennes minimales et maximales, nous ont permis de calculer successivement les moyennes journalières et mensuelles ainsi que les moyennes mensuelles minimales et maximales. Il nous semble important de signaler que les relevés de quelques stations sont arrondis; c'est le cas de Berkane, Missour. Or ces modifications qui ne dépassent pas le cadre de trois ans peuvent exercer une influence sur les résultats; et en principe une étude régionale doit prendre en considération un demi-degré, comme l'indique Peguy: "*une étude de climatologie régionale un peu nuancée doit donc nécessairement faire appel aux décimales, au moins au demi-degré.*" (Peguy. 1970).

## ***1-4 La critique des données***

### ***1-4-1 Le comblement des lacunes***

Les séries de données disponibles dans les stations secondaires, comportent un certain nombre de lacunes dépassant parfois le cadre du mois, ce qui entrave leur exploitation directe. Ces lacunes sont dues à plusieurs causes que nous avons résumé dans les points suivants:

- Le mauvais entretien des appareils. Il y a toujours un délai assez long dans le remplacement des appareils qui tombent en panne ou sont volés. C'est le cas de la station de Driouch en décembre 1977.

- Les lacunes correspondent aux jours des fêtes nationales et religieuses, cas dans lequel l'observateur s'absente. C'est le cas de la station de Melloulou pour le 3 mars, jour de la fête du Trône.

- Parfois, ces lacunes sont dues à la perte des archives. On peut citer le cas de la station de Mechra-Hamadi pour les mois d'août, septembre, novembre et décembre de 1975.

Dans le but de rendre ces données compatibles avec notre objectif, il est important de combler les séries incomplètes. Nous tenons à signaler que nous avons comblé uniquement les lacunes incontournables, c'est-à-dire celles qui résident au milieu de la série afin de ne pas avoir des sous-séries, ainsi que celles qui nous empêchaient d'avoir une longue série. Quant aux lacunes se trouvant au début et à la fin de la série et qui dépassent le cadre du mois, nous les avons ignorées comme dans l'exemple de M-Hamadi pour l'année 1975 et Missour pour l'année 1988; nous avons préféré ne pas garder ces années vu le nombre important de lacunes qu'elles présentent. Nous avons procédé par la régression linéaire simple, technique connue et très employée, pour estimer les données manquantes pour les courtes lacunes. Par contre, celles qui

correspondent au nombre du jour du mois ont été comblées à partir de la méthode classique qui est la moyenne de la période.

Les programmes sur lesquels nous nous sommes basés en vue d'estimer les valeurs manquantes à l'échelle journalière, ont été élaborés par G. Petit-Renaud. La réalisation de ce travail s'est effectuée en deux étapes.

- Première étape:

Nous avons opéré à l'échelle des moyennes mensuelles. La corrélation se fait entre toutes les stations, dont les valeurs se réfèrent à la même période. Les résultats obtenus sont présentés dans le tableau. 3 . Nous tenons à préciser que les nombres qui figurent sur le tableau indiquent le total des mois exprimant une bonne corrélation sur les douze mois de l'année. A titre d'exemple, entre les stations d'Oujda et Boughriba, nous avons obtenu des coefficients de corrélation statistiquement significatifs sur les douze mois (12/12). Certes, le coefficient varie selon la taille de la série pour un risque d'erreur choisi de 0,05.

D'après le tableau, nous constatons qu'il y a de bonnes corrélations entre les stations synoptiques bien qu'elles soient éloignées les unes des autres. Paradoxalement, il existe de mauvaises corrélations entre les stations non synoptiques malgré leur proximité, et nous observons un cas similaire entre les stations synoptiques et climatiques.

Pour vérifier ces résultats nous avons procédé à une analyse basée sur les moyennes quotidiennes. Il apparaît ainsi que ces constatations, à propos de la corrélation des stations à l'échelle mensuelle, peuvent être appliquées aussi sur les corrélations journalières avec une opposition saisonnière qui se manifeste entre l'hiver (janvier, décembre) et l'été (juillet, août). En hiver, les coefficients de corrélation sont très élevés et les stations sont hautement corrélées entre elles. Par contre, en été la liaison est nettement atténuée. Les tableaux qui illustrent cette opposition entre les stations et les saisons se trouvent en annexe chapitre.I (Tabl. 1 à 4 ).

Pour expliquer cette relation, nous avançons deux hypothèses:

- La première hypothèse est que ces stations peuvent subir, dans un sens général, les mêmes influences climatiques. Ce phénomène est confirmé par les figures de l'évolution des températures moyennes quotidiennes se trouvant en annexe du chapitre. I (Fig. 1 à 7). En effet, la comparaison faite entre ces stations éloignées les unes des autres, et ayant des sites différents mais dont les années étudiées sont identiques (1980, 1981), reflète une grande similitude dans le tracé. Cela s'explique, en partie, par le fait que les stations sont soumises aux mêmes effets généraux qui engendrent une hausse ou une baisse de la température, et qui sont en relation avec la circulation atmosphérique. Certes, ces effets subissent des modifications

Tabl. 3 . - Nombre de mois de corrélation significative entre les températures mensuelles des stations prises deux à deux au seuil de 0.05

Station	Période	Ouj	Mél	Hoc	Taz	Mid	Err	Nad	Boa	Ber	Sli	Bou	Ham	Mat	Dri	Miss	Mlo	Tal
Oujda	1975-1988	12																
Méllilia	1975-1988	12	12															
Al-Hoceima	1975-1988	11	12	12														
Taza	1975-1988	12	11	11	12													
Midelt	1975-1988	12	11	10	12	12												
Errachidia	1975-1988	10	9	8	10	11	12											
Nador	1976-1988	12	12	12	11	9	9	12										
Bouarfa	1981-1988	9	6	7	8	9	9	9	12									
Berkane	1975-1988	9	10	10	10	8	10	10	6	12								
Slimania	1975-1988	9	9	11	9	5	9	9	9	10	12							
Boughriba	1975-1988	12	12	12	12	11	12	8	10	10	9	12						
M-Hamadi	1976-1988	10	12	12	10	9	6	10	4	6	5	10	12					
B-Mathar	1975-1988	9	6	6	10	5	4	6	6	7	7	6	5	12				
Driouch	1975-1988	9	9	7	7	9	8	4	6	6	6	8	8	7	12			
Missour	1975-1987	9	7	7	12	11	11	8	4	4	4	8	7	7	8	12		
Melloulou	1980-1988	7	5	6	9	6	3	5	4	5	4	4	7	5	3	6	12	
Talsint	1984-1988	0	1	1	4	3	2	4	4	2	1	2	3	2	0	3	1	12

locales. Cette hypothèse trouvera une explication définitive dans le chapitre concerné à l'analyse en composantes principales.

- La deuxième hypothèse est la qualité des données. C'est elle, en premier lieu, qui est responsable de la qualité de la liaison. Mais cela n'empêche pas de trouver des stations secondaires qui fonctionnent régulièrement et dans lesquelles les observateurs assument sérieusement leur responsabilité. L'exemple le plus éloquent est la station expérimentale de Boughriba.

Cette première étape montre le rôle de la qualité des données qui d'une part, fait apparaître une différence entre les stations synoptiques et les stations climatiques - remarque précédemment avancée -, et d'autre part elle permet de définir les stations de références qui vont nous permettre de combler les lacunes journalières.

- Deuxième étape:

Le travail est orienté vers l'estimation des données quotidiennes manquantes. C'est à partir des stations voisines et / ou les mieux corrélées que nous avons établi cette corrélation qui se fait uniquement entre les températures quotidiennes du mois de la station de référence et le mois de la station dont les valeurs manquaient. Nous prenons l'exemple de Taza, station de référence, et Melloulou, station dont les données sont à estimer. A partir des températures journalières du mois de septembre 1983 de Taza, nous avons comblé les températures quotidiennes manquantes du mois de septembre 1983 de Melloulou (Tabl. 4. a, b). Le mois de septembre de l'année 1983 n'a pas été choisi d'une manière arbitraire, mais il a été retenu après avoir testé l'ensemble de la période de référence de la station de Taza (1975-1988). Et c'est durant l'année 1983 que nous avons obtenu le meilleur coefficient de corrélation. Les autres données estimées qui ne dépassent pas le cadre du mois se trouvent en annexe du premier chapitre (Tabl. 5 à 7).

Pour que le coefficient de corrélation linéaire ( $r$ ) calculé de B-Pearson ait une signification, il faut qu'il soit supérieur au ( $r$ ) lu dans la table avec un risque d'erreur qui est le même que celui que nous avons choisi pour les moyennes mensuelles, c'est-à-dire le seuil de 0,05. Les coefficients de corrélation obtenus ont été testés par le ( $t$ ) de Student: nous considérons que la valeur estimée est acceptable si le ( $t$ ) calculé est supérieur au ( $t$ ) donné par la table.

**Tabl. 4. a . - Estimation des températures minimales de septembre  
année 1983**

Jour	Valeur réelle ( X )	Valeur estimée ( Y )
1	18.2	17.9
2	15.0	16.1
3	18.8	18.4
4	19.2	18.4
5	18.3	17.9
6	18.0	17.9
7	17.8	18.0
8	18.4	18.2
9	23.0	20.7
10	23.0	20.6
11	19.6	19.2
12	18.3	17.8
13	17.4	17.0
14	20.0	19.0
15	19.3	18.4

Station de référence = Taza  
Station à combler = Melloulou

Formule  
 $y = ax + b$   
 $(0.57)*(X)+(7.58)$

Coeff de corr ( r ) = 0.66  
(t) de student  
(t) donné par la table=2.04  
(t) calculé= 4.699

**Tabl. 4. b . - Estimation des températures maximales de septembre  
année 1983**

Jour	Valeur réelle ( X )	Valeur estimée ( Y )
1	21.2	27.8
2	26.0	30.3
3	33.3	33.9
4	34.6	34.9
5	34.2	34.4
6	33.0	33.9
7	31.4	32.9
8	33.2	33.9
9	37.6	36.4
10	38.2	36.3
11	30.0	32.4
12	30.2	32.3
13	32.1	33.4
14	30.9	32.9
15	33.4	33.5

Station de référence = Taza  
Station à combler = Melloulou

Formule  
 $y = ax + b$   
 $(0.51)*(X)+(17.04)$

Coeff de corr ( r ) = 0.68  
(t) de student  
(t) donné par la table=2.04  
(t) calculé=4.934

### *1-4-2 Le contrôle des données*

En vue de s'assurer de l'homogénéité de nos données, nous avons soumis les séries thermiques à un contrôle permettant la détection des valeurs aberrantes et / ou erronées. Des corrections ont été apportées à la station de Driouch pour le mois mai de l'année 1983 où nous avons décelé des données factices. L'observateur a noté les mêmes relevés que ceux du mois précédent; ceux d'avril pour le mois de mai. Loin des méthodes classiques (double cumul, le cumul des résidus), nos séries ont été systématiquement contrôlées du point de vue de l'homogénéité par les tests de Conrad et Abbe (dont nous trouvons un exposé dans Arlery et al. p. 276-277).

Le teste de Conrad est basé sur les coefficients de Pearson; Gamma 1 coefficient d'asymétrie et  $\beta_2$  coefficient d'aplatissement. Gamma 1 permet de décrire la distribution des températures autour des valeurs centrales. Le coefficient est nul lorsqu'il y a une symétrie parfaite et quand il est positif, il indique une dispersion plus grande des températures élevées (asymétrie positive). Un coefficient négatif indique une dispersion des températures plus basses. D'après Conrad, il y a une relative homogénéité entre les deux séries, lorsque les différences (ou les quotients) des moyennes homologues se distribuent selon une loi de Gauss, c'est-à-dire quand le coefficient d'aplatissement  $\beta_2$  est égal à 3. Dans le cas où  $\beta_2 < 3$ , nous obtenons une courbe très aplatie (platicurtique); et quand  $\beta_2 > 3$ , nous avons une courbe aiguë (leptocurtique).

Le test d'Abbe recommande des intervalles de confiance trop rigoureux, et selon Sneyers ce test pourrait nous amener dans près de 30% des cas, à considérer comme non homogènes des séries qui sont en fait, relativement homogènes. Dans notre analyse, nous avons insisté sur les résultats données par Conrad, car même les séries des stations synoptiques n'ont pas satisfait le critère du test d'Abbe, ce qui met en doute l'application de ce test à nos données quotidiennes. Les exemples les plus éloquents justifiant la crédibilité du test de Conrad, sont les résultats obtenus entre deux stations synoptiques proches qui sont Méléria et Nador (Tabl. 5 ). Ce test a été employé pour contrôler les données quotidiennes moyennes et extrêmes, en tenant compte de l'ensemble de la période de référence de chaque station. Toutefois, les mois affichent des coefficients  $\beta_2$  loin de la normale 3. Cette remarque est valable pour toutes les stations climatiques. Les résultats que nous présentons sous forme de tableaux dans l'annexe du premier chapitre (Tabl. 8 à 18 ), nous ont incité à travailler à une petite échelle, et de ce fait nous avons mis l'accent sur chaque année.

Les renseignements généraux que nous avons pu dégagé sont les suivants:

**Tabl. 5 .- Test d'homogénéité de Conrad pour la période 1976-1988  
moyennes quotidiennes Mèlilia / Nador**

<b>Mois</b>	<b>St de réf*</b>	<b>St à cont**</b>	<b>Ecart-moyen</b>	<b>Ecart-type</b>	<b>Gamma 1</b>	<b>Beta 2</b>
jan	13.2	12.4	0.8	1.7	-1.03	<b>3.27</b>
fév	12.5	11.9	0.6	1.6	-1.13	<b>2.90</b>
mars	14.8	13.9	0.9	1.8	-1.21	<b>3.52</b>
avr	15.6	15.3	0.3	2.0	-1.82	<b>5.51</b>
mai	18.2	17.9	0.3	1.4	-0.78	<b>3.80</b>
jui	20.8	20.8	0.0	1.5	-0.17	<b>5.86</b>
juil	24.2	23.9	0.3	1.6	-0.75	<b>5.72</b>
août	25.0	24.7	0.3	1.5	-0.36	<b>3.75</b>
sept	22.7	22.3	0.4	1.3	-1.01	<b>2.96</b>
oct	19.9	19.2	0.7	1.6	-1.10	<b>2.97</b>
nov	16.0	15.3	0.7	1.7	-1.02	<b>3.08</b>
déc	14.3	13.4	0.9	1.7	-1.41	<b>3.68</b>

\*= moyenne mensuelle de la station de référence durant la période 1976-1988

\*\*= moyenne mensuelle de la station à contrôler durant la période 1976-1988

- Durant certaines années le  $\beta_2$  avoisine ou égale à 3.
- Le  $\beta_2$  varie d'une année à l'autre, et d'une station à l'autre, même si la station de référence est la même.

Pour mieux expliciter le phénomène nous pouvons citer les stations des plaines des Triffa à contrôler, Slimania et Berkane et la station de référence d'Oujda pour les années 1982, 1983 (Tabl. 6. a, b, c, d). Le coefficient  $\beta_2$  est non seulement est différent de 3 pendant ces années, mais il varie également d'une station à l'autre, c'est-à-dire que les deux stations affichent des valeurs différentes pour les mêmes années et pour les mêmes mois. Le point commun entre ces stations est qu'elles présentent des coefficients forts et faibles pour les mêmes années. Cela signifie-t-il que ces stations ont un même comportement thermique ? C'est une question à laquelle nous allons essayer de trouver une réponse dans les chapitres suivants. Mais comment pouvons-nous expliquer cette hétérogénéité et ces valeurs très élevées de  $\beta_2$  ? Avant de répondre à cette question, il faut rappeler que les causes de la non-homogénéité sont d'origine non climatique (appareils, observateur) et climatique liées aux modifications éventuelles du climat ou du microclimat. De ce fait trois types de réponses sont possibles:

- La première est que la région a connu des accidents climatiques.
- La deuxième est que les stations ont connu un changement d'emplacement, ce qui engendre une modification de "microclimat". De plus, ce changement peut affecter l'homogénéité des températures. L'absence de tout renseignement sur l'histoire des stations, ne nous a pas encouragé à accorder une grande place aux deux réponses qui restent dans tous les cas des explications valables.
- Pour le troisième type de réponse, nous remettons en question la qualité des données. Il reste à déterminer le poids de la nature des données dans cette hétérogénéité et dans les résultats en général.

En effet, la distribution des écarts entre les températures de la station de référence et celle de la station à contrôler, influe sur les valeurs de  $\beta_2$ . Notons qu'un  $\beta_2$  fort est une indication de la concentration des valeurs et  $\beta_2$  faible indique que les valeurs des écarts sont vraiment dispersées. Dans le premier cas cela suggère des écarts trop constants pour être tout à fait naturels. Dans le deuxième cas cela suggère des observations qu'il reste à expliquer. Ceci doit cependant être nuancé selon la proximité plus au moins grande des stations. Ceci va être vérifié en employant le test d'homogénéité de variance de Bartlett. Pour ce dernier, si le Khi-deux calculé est supérieur au Khi-deux de la table pour  $P=0,95$  et  $(K-1)$  degrés de liberté, les variances ne sont vraisemblablement pas homogènes (Arlery et al. 1973, p.173). L'application du test a révélé une inconstance dans la variance des températures à Midelt, Missour, Berkane,

**Tabl. 6. a .- Test d'homogénéité de Conrad pour l'année 1982**  
moyennes quotidiennes Oujda / Berkane

Mois	St de réf*	St à cont**	Ecart-moyen	Ecart-type	Gamma 1	Beta 2
jan	11.5	12.2	-0.7	1.9	0.59	1.96
fév	10.2	10.8	-0.6	2.7	-0.22	2.80
mars	13.3	14.1	-0.8	1.7	0.84	2.17
avr	13.8	15.2	-1.4	3.5	0.33	2.60
mai	17.2	18.3	-1.1	2.3	0.58	2.47
jui	22.0	22.3	-0.3	2.0	-0.73	4.71
juil	25.7	26.4	-0.7	3.2	0.28	1.80
août	24.5	23.1	1.4	3.4	-1.76	3.72
sept	21.6	24.6	-3.0	3.8	1.46	2.37
oct	16.6	18.2	-1.6	2.7	1.31	2.42
nov	12.7	13.8	-1.1	2.7	1.03	2.71
déc	8.8	10.0	-1.2	2.4	1.12	4.01

\*= moyenne mensuelle de la station de référence (année 1982)

\*\*= moyenne mensuelle de la station à contrôler (année 1982)

**Tabl. 6. b .- Test d'homogénéité de Conrad pour l'année 1983**  
moyennes quotidiennes Oujda / Berkane

Mois	St de réf*	St à cont**	Ecart-moyen	Ecart-type	Gamma 1	Beta 2
jan	9.7	9.7	0.0	1.9	-1.02	3.69
fév	9.3	9.6	-0.3	1.8	0.19	2.18
mars	14.7	14.6	0.1	2.5	0.09	3.00
avr	14.6	15.3	-0.7	2.3	0.4	1.99
mai	17.0	17.8	-0.8	2	0.72	2.12
jui	21.9	21.1	0.8	3	-1.68	4.36
juil	24.0	24.3	-0.3	1.5	0.01	1.76
août	23.6	23.7	-0.1	1.6	-0.24	1.99
sept	23.4	22.3	1.1	1.9	-1.54	2.81
oct	20.0	20.1	-0.1	1.4	0.48	2.66
nov	15.9	15.7	0.2	2.1	-0.34	3.51
déc	11.6	11.8	-0.2	4.4	-0.01	2.27

\*= moyenne mensuelle de la station de référence (année 1983)

\*\*= moyenne mensuelle de la station à contrôler (année 1983)

**Tabl. 6. c .- Test d'homogénéité de Conrad pour l'année 1982**  
**moyennes quotidiennes Oujda / Slimania**

Mois	St de réf*	St à cont**	Ecart-moyen	Ecart-type	Gamma 1	Beta 2
jan	11.5	12.3	-0.8	2.4	0.41	2.05
fév	10.2	11.2	-1.0	2.4	0.73	2.14
mars	13.3	14.0	-0.7	1.8	0.89	2.21
avr	13.8	14.5	-0.7	2.6	0.27	1.91
mai	17.2	17.8	-0.6	2.1	0.9	4.16
jui	22.0	21.3	0.7	2.1	-1.94	5.34
juit	25.7	24.0	1.7	2.9	-1.26	3.06
août	24.5	23.6	0.9	2.6	-1.84	4.80
sept	21.6	21.7	-0.1	1.0	0.44	2.42
oct	16.6	18.5	-1.9	2.9	1.58	3.20
nov	12.7	14.2	-1.5	2.4	1.07	1.58
déc	8.8	11.0	-2.2	2.8	1.64	3.28

\*= moyenne mensuelle de la station de référence (année 1982)

\*\*= moyenne mensuelle de la station à contrôler (année 1982)

**Tabl. 6. d .- Test d'homogénéité de Conrad pour l'année 1983**  
**moyennes quotidiennes Oujda / Slimania**

Mois	St de réf*	St à cont**	Ecart-moyen	Ecart-type	Gamma 1	Beta 2
jan	9.7	10.0	-0.3	2.0	-0.21	3.28
fév	9.3	10.4	-1.1	2.4	1.39	3.16
mars	14.7	14.8	-0.1	2.9	-0.35	2.30
avr	14.6	14.6	0	2.4	-1.62	7.01
mai	17.0	17.1	-0.1	1.8	0.56	2.50
jui	21.9	20.6	1.3	2.6	-1.49	3.42
juit	24.0	22.6	1.4	1.9	-1.46	2.51
août	23.6	23.1	0.5	1.5	-1.08	2.95
sept	23.4	23.1	0.3	1.6	-0.95	3.42
oct	20.0	19.9	0.1	1.5	-0.93	3.35
nov	15.9	17.2	-1.3	2.5	1.19	2.47
déc	11.6	12.2	-0.6	2.8	-0.22	2.73

\*= moyenne mensuelle de la station de référence (année 1983)

\*\*= moyenne mensuelle de la station à contrôler (année 1983)

Driouch et B-Mathar. Les valeurs accentuées du Khi-deux sont localisées en hiver durant les mois de janvier, de février et les mois de mars, de novembre pour les saisons intermédiaires (annexe I. Tabl. 19 à 24). La non homogénéité apparente des séries est-elle due à une véritable incohérence des valeurs observées ? Nous allons le vérifier dans la partie consacrée à la variabilité des températures. Toutefois, nous signalons que l'interprétation des résultats doit nécessairement prendre en compte l'existence d'une hétérogénéité des séries faible mais inévitable des stations du réseau secondaire.

L'Est du Maroc est doté d'un réseau thermique lâche. La plupart des stations appartiennent au Département Régional des Eaux. Ce qui veut dire que les stations ne sont pas gérées par des météorologistes de métier et qu'elles sont loin de suivre les règles édictées par l'Organisation Météorologique Mondiale (O.M.M). Mais pour que l'ensemble de la région soit bien représentée dans cette étude, nous avons pris en compte les stations dont la série des données est courte et lacunaire. En outre, l'utilisation des méthodes statistiques nous a permis de rendre ces données compatibles avec le but de notre recherche.

### ***1-5 Les méthodes de recherches***

L'étude que nous menons concernant les caractères thermiques du climat de l'Est du Maroc, s'inscrit dans le cadre de la climatologie explicative. Nous pensons que les démarches suivies et les outils statistiques adoptés sont capables de répondre aux questions posées dans l'introduction générale et de mettre en évidence les mécanismes qui régissent le comportement des températures de cette partie du Maroc.

Après le pré-traitement des données, le comblement des lacunes et le contrôle de l'homogénéité, nous avons établi une esquisse de régionalisation thermique des stations. Cette esquisse ne constitue qu'une hypothèse qu'il va falloir confirmer ou infirmer.

Nous pensons qu'une telle étude exige la mise en oeuvre d'un volume très important de méthodes statistiques pour appréhender tous les aspects de la variabilité d'un phénomène aléatoire qu'est la température. Nous analyserons successivement les régimes thermiques à l'échelle annuelle et mensuelle à l'aide des températures moyennes de chaque mois, ainsi que la dispersion journalière exprimée par les températures moyennes et extrêmes.

En plus de l'étude des températures moyennes, l'analyse de la dispersion va mettre l'accent sur les températures extrêmes. La comparaison des caractères des minima et des maxima peut fournir des informations que l'étude des moyennes aurait pu masquer ou

estomper. Et cela d'autant plus que nous travaillons sur une région où la variabilité des températures, comme l'a déjà montré les tests d'homogénéité, n'est pas négligeable et difficile à dégager.

Les paramètres qui définissent la tendance centrale d'une série appelés "valeurs typiques" employés sont la moyenne et la médiane.

Les caractéristiques de dispersion des températures exprimées par rapport à une valeur centrale, reposent dans notre étude sur la prise en compte de deux indices de dispersion.

- L'étendue: l'inconvénient de ce dernier est qu'il ne reflète que la distance entre des faits exceptionnels.

- L'écart-type: il est considéré comme le critère principal pour analyser la variabilité structurelle.

L'étude des fréquences des températures quotidiennes a nécessité la répartition de la période de référence dans des classes d'intervalle de 2°C. Le choix d'un tel intervalle nous est apparu logique, étant donné que les valeurs observées au sein de chaque station ne sont pas vraiment très contrastées. Les résultats obtenus sont représentés sous forme de courbes de fréquences relatives cumulées que nous trouvons dans l'annexe du troisième chapitre.

Le coefficient de la variabilité interséquentielle exprime les moyennes arithmétiques des écarts en valeur absolue des températures, d'une valeur à l'autre, relativement à la moyenne de la séquence, que cette valeur soit une année, un mois, ou un jour. Ce coefficient est employé pour étudier la variabilité temporelle et dégager les stations dont la variabilité est identique (Arlery et al. 1973).

L'analyse de tendance est étudiée en calculant le coefficient  $\rho$  (rho) de Spearman.

Le recours à l'analyse en composantes principales (A.C.P.), a pour objectif de rechercher les éléments explicatifs et de déceler les situations particulières que nous analysons en établissant le rapport entre les températures et la circulation atmosphérique.

Les méthodes employées dans ce travail restent donc en grande partie empiriques mais permettent, cependant, de mettre l'accent sur les caractères thermiques de la région étudiée.

En ce qui concerne la présentation graphique insérée dans le texte, chaque groupe stationnel est représenté par une seule station que nous qualifions de la station étalon. Cette dernière est sélectionnée en raison de la fiabilité des données et de la longueur de séries de données, exception faite de la station de B-Mathar. Les données de ces stations seront utilisées chaque fois que nous procéderons à une comparaison entre les différents groupes thermiques.

## **CHAPITRE-2**

### **LES REGIMES THERMIQUES ET APPROCHE D'UNE REGIONALISATION DES STATIONS**

- 2-1 Aperçu sur le régime thermique annuel
- 2-2 Relation des températures avec l'altitude
- 2-3 Les traits généraux de découpage saisonnier thermique
  - 2-3-1 Le principe de découpage
  - 2-3-2 Les caractères de chaque saison
- 2-4 Esquisse d'une régionalisation des stations
  - 2-4-1 La méthode appliquée à la régionalisation
  - 2-4-2 Description des régions thermiques

Dans l'Est du Maroc, comme dans toutes les régions marocaines, le maximum thermique est atteint en été et le minimum en hiver. Les températures diminuent graduellement de la côte vers l'intérieur et le Sud. Ainsi, un découpage saisonnier thermique en fonction des moyennes mensuelles reflète une différence très nette entre les stations. L'influence d'une multitude de facteurs apparaît possible dans cette différenciation. D'où la nécessité d'une régionalisation thermique des stations.

## ***2-1 Aperçu sur le régime thermique annuel***

Qu'il s'agisse des températures mensuelles moyennes ou minimales et maximales, les caractéristiques générales du régime thermique dans l'Est du Maroc sont les suivantes:

Le maximum est enregistré durant la saison estivale (juillet, août), et le minimum pendant l'hiver (janvier, février). Les figures. 3, a, b, c, présentant les différentes stations de la région, nous montrent que le régime thermique annuel connaît une baisse de température rapide à la fin de l'automne, avec une forte chute entre octobre et décembre. Par contre, l'augmentation de la température en printemps se fait plus graduellement dans le temps et dans l'espace; de même l'écart entre les minima et les maxima s'accroît dans le Sud.

En hiver, pour ce qui est de la frange littorale, la température moyenne du mois de janvier varie de 11 à 14°C durant la période 1975-1988, sauf pour la station d'Al-Hoceima (1964-1988) où elle a dépassé une fois le seuil de 15°C en 1979. La moyenne des minima varie de 6 à 12°C, celle des maxima de 14 à 19°C, et l'amplitude moyenne est de 7 à 8°C.

En s'éloignant de la mer et plus précisément à l'intérieur de la région, les moyennes mensuelles du mois de janvier sont remarquablement inférieures à celles de la frange littorale; elles vont de 7 à 13°C. Les moyennes minimales sont comprises entre 0 et 8°C et parfois elles sont négatives. Les minima hivernaux de la côte sont enregistrés ici au début du printemps.

Dans le Sud, la moyenne du mois de janvier est de 4 à 9°C. Cette moyenne masque les contrastes journaliers puisque les valeurs minimales réellement observées sont inférieures à -2. Par contre, les maxima présentent des valeurs comprises entre 10 à 15°C.

En été, les températures mensuelles les plus élevées sont enregistrées soit en juillet soit en août avec une légère différence entre les deux mois. Août est le mois le plus chaud sur la côte et à l'intérieur, tandis que juillet est le mois le plus chaud dans le Sud.

Sur le littoral, la moyenne d'août se situe pour la plupart des stations entre 24 et 26°C. Les maxima moyens pour ce mois sont comprises entre 27 et 30°C et les minima moyens entre 21 et 22°C.

Fig. 3.a . - Le régime annuel des températures moyennes (1975-1988)

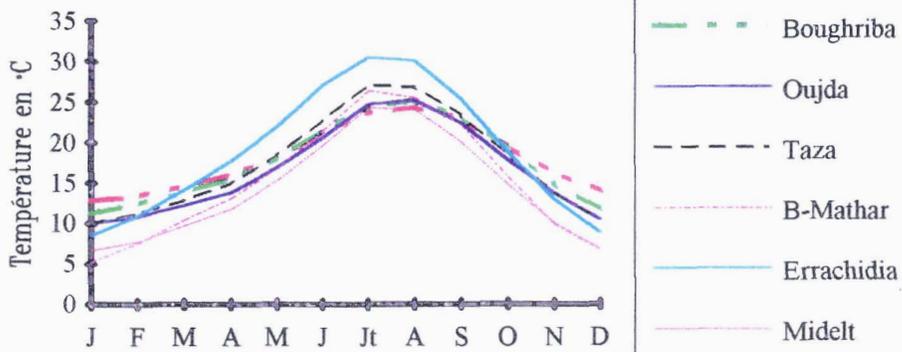


Fig. 3.b . - Le régime annuel des températures minimales (1975-1988)

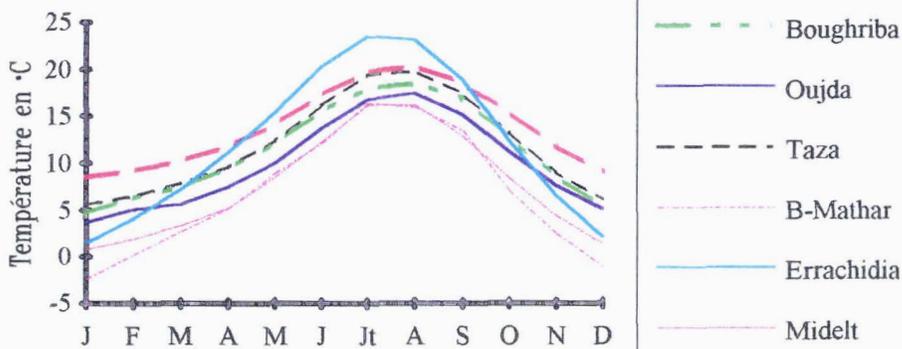
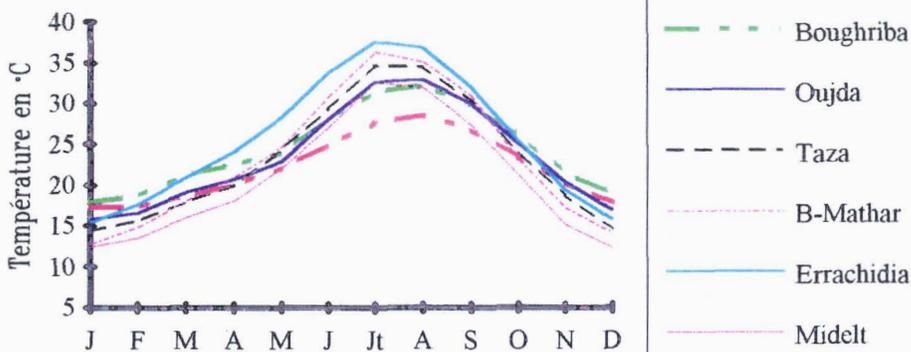


Fig. 3.c . - Le régime annuel des températures maximales (1975-1988)



A l'intérieur, la température moyenne du mois le plus chaud varie entre 25 et 29°C, mais cela n'empêche pas que certaines stations soient comparables à celles de la côte en ce qui concerne les moyennes estivales. Toutefois l'amplitude est forte dans cette partie, cela est due aux températures minimales basses.

Dans le Sud, la température moyenne du mois chaud oscille entre 28 et 31°C avec une différence entre les stations. Quant aux maxima moyens ils sont très élevés (38°C). Il faut noter que ce régime annuel varie d'une année à l'autre.

## ***2-2 Relation des températures annuelles avec l'altitude***

Nous avons établi une relation des trois moyennes annuelles avec l'altitude et la latitude en se référant à une période courte (1981-1988), ce qui réduit le nombre des stations à seize.

L'examen des graphes dressés (Fig. 4. a, b, c), nous montre que la décroissance de la température en fonction de l'altitude n'est pas linéaire, notamment à l'échelle des maxima où le coefficient de corrélation n'est pas significatif et la plupart des stations se trouvent en dehors de l'intervalle de confiance à 90%. Au lieu d'avoir une décroissance des températures, nous observons une hausse, le gradient altitudinal des maxima subit une inversion. Ceci s'explique par la dispersion des stations selon la latitude:

- l'influence de l'altitude étant fortement compensée par l'éloignement de la mer.
- l'ouverture de ces stations sur le Sud et le Sud-Est qui constitue une porte ouverte aux influences sahariennes.

Quant aux minima, le coefficient de corrélation égal à 0.60 signifie qu'il y a une certaine décroissance des températures minimales avec l'altitude. Compte tenu de l'hétérogénéité du terrain, de la mauvaise corrélation et du faible nombre de stations dont la série de données est courte, nous avons décidé de ne pas établir de modèle du gradient thermique ni de dresser de carte thermique.

## ***2-3 Les traits généraux du découpage saisonnier thermique***

### ***2-3-1 Le principe du découpage***

Le découpage de l'année en saisons climatiques homogènes est une opération extrêmement délicate, en raison des fluctuations du climat et de la variabilité des éléments climatiques. Certains auteurs proposent des seuils ou des limites selon l'élément étudié. D'autres suggèrent de réunir les calendriers de la circulation atmosphérique, des situations synoptiques et des types de temps (El baye, 1990). Les deux méthodes stipulent un temps suffisant pour effectuer les calculs. Notre

Fig. 4. a . - Corrélation des moyennes annuelles avec l'altitude (1981-1988)  $r = 0.44$

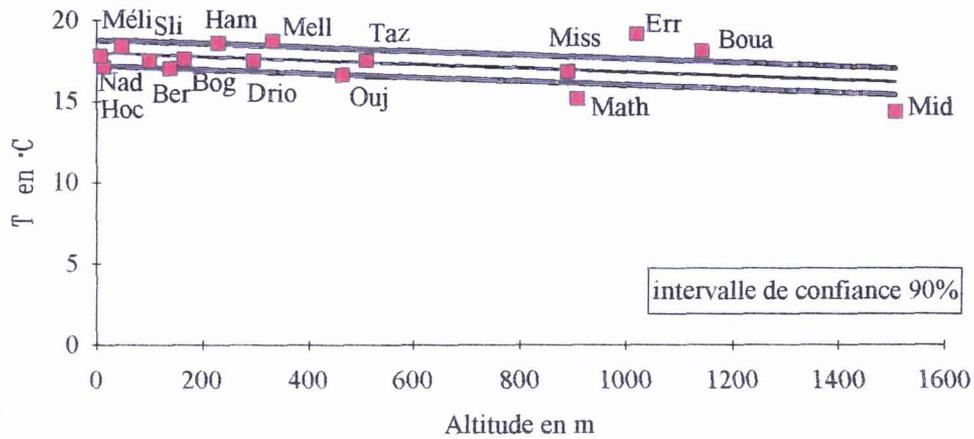


Fig. 4. b . - Corrélation des minima annuels avec l'altitude (1981-1988)  $r = 0.60$

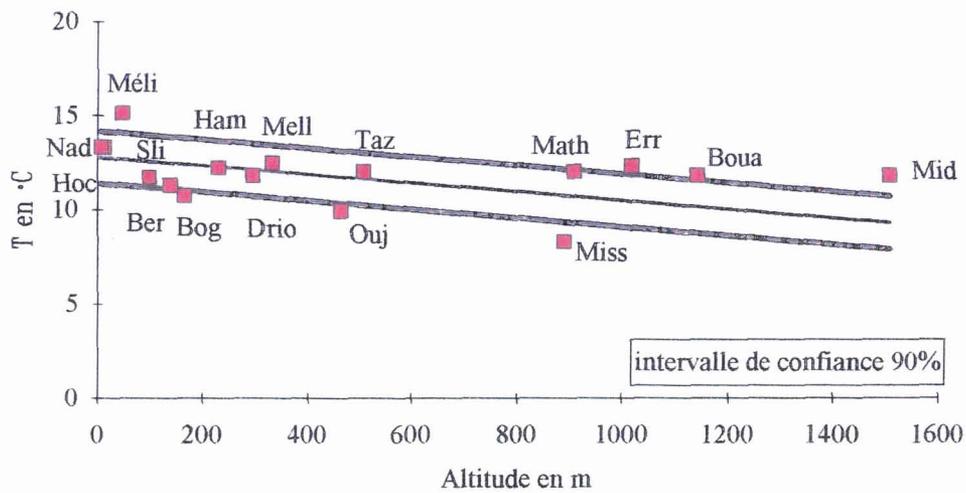
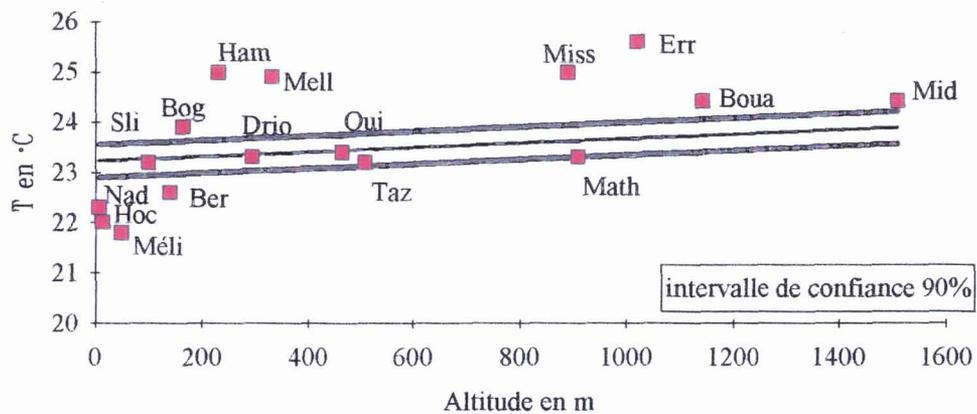


Fig. 4. c . - Corrélation des maxima annuels avec l'altitude (1981-1988)  $r = 0.14$



objectif ici n'est pas de découper l'année en saisons dont les limites sont bien précises avec un début et une fin de saison marquée; il s'agit surtout de trouver un découpage thermique qui va nous servir de modèle pour l'étude de la variabilité de la température. Le découpage saisonnier thermique que nous adoptons ici est fondé sur la méthode des écarts intermensuels des températures moyennes. Le principe consiste à considérer les saisons comme relativement homogènes. Afin de couvrir tout le domaine étudié, nous avons pris des stations étalons dont la période de référence est commune. Chaque station représente une région géographique différente.

**Tabl. 7 .- Ecart moyen en °C entre les températures moyennes de deux mois consécutifs (1975-1988)**

Mois	STATION						
	Al-Hoccima	Boughriba	Oujda	Taza	Midelt	B-Mathar	Errachidia
D-J	1.1	1.1	1.3	1.1	0.9	1.4	0.6
J-F	0.6	0.9	1.2	1.4	1.6	2.4	2.6
F-M	1.2	1.9	1.5	2.0	2.1	2.9	3.3
M-A	1.5	1.6	1.7	1.9	2.1	2.7	3.5
A-M	1.9	2.1	2.4	2.7	2.7	3.7	3.7
M-J	3.1	3.8	4.4	5.1	5.0	4.7	5.5
J-Jt	2.6	3.4	3.8	4.2	4.4	4.9	3.8
Jt-A	0.6	0.8	0.5	0.2	0.3	0.9	0.8
A-S	1.4	1.9	2.7	3.0	3.6	3.4	3.9
S-O	3.4	4.8	4.4	5.4	5.5	6.5	7.2
O-N	3.3	4.0	4.4	4.9	4.7	5.8	6.0
N-D	2.3	3.0	2.7	3.1	2.9	3.2	3.9

Nous constatons que les écarts thermiques moyens ne sont pas uniformes entre les stations (Tabl. 7 ), ils vont de 0.2°C entre juillet-août à Taza à plus de 7°C entre septembre-octobre à Errachidia. Les écarts dépassant 3°C, sont respectivement entre le mois d'avril et le mois de mai à B-Mathar, et entre le mois de mai et le mois de juin dans toute la région, hormis la station du Sud (Errachidia) où l'écart apparaît précoce; il dépasse 3°C entre février et mars. Cependant, l'écart diminue entre juin et juillet jusqu'à ce qu'il devienne très faible entre juillet et août. Puis il s'accroît légèrement entre août et septembre jusqu'à atteindre des seuils remarquablement élevés en

septembre-octobre et octobre-novembre. En effet, l'écart entre ces derniers mois est très prononcé notamment dans les stations B-Mathar et Errachidia.

### ***2-3-2 Les caractères de chaque saison***

Venons en donc à la présentation graphique qui fait l'objet de la figure (Fig. 5 ).

#### **L'hiver:**

En dépit de la croissance de la température que nous enregistrons entre décembre, janvier et février, la différence qui les sépare reste faible et ne dépasse pas 3°C, et parfois elle est moins prononcée. Ce faible écart s'explique par le fait que les moyennes mensuelles de ces mois se distinguent très faiblement, ceci nous a conduit à les regrouper en une saison.

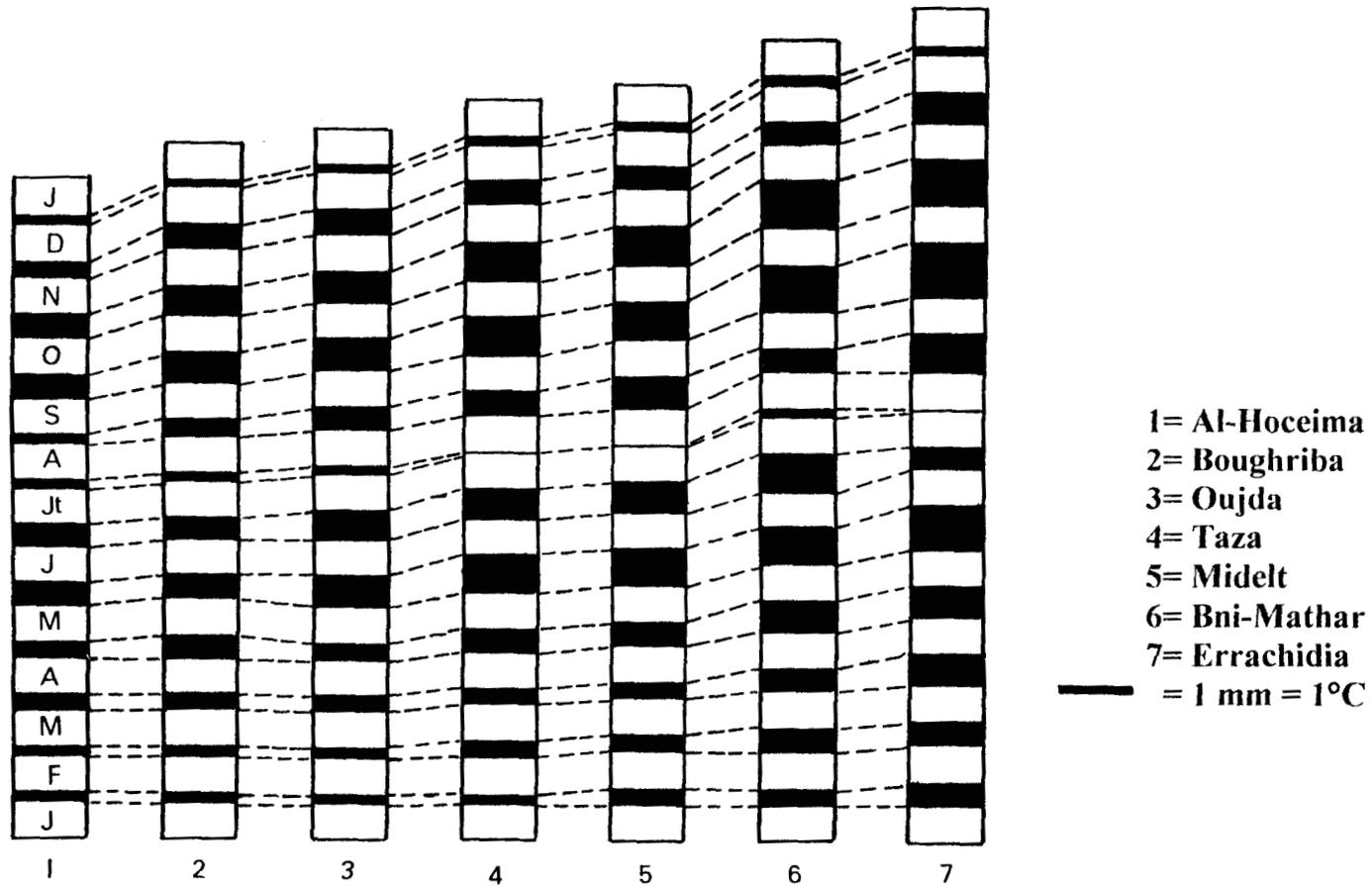
#### **Le printemps:**

Nous englobons dans cette saison les mois de mars, avril et mai. La hausse des températures entre mars et avril n'engendre pas d'écart significatif par rapport à l'écart obtenu entre avril et mai. Cet écart relativement accusé nous révèle que cette période est différente de la première, c'est-à-dire mars-avril. Ce fait nous amène à faire la nuance entre les deux périodes, nous appelons donc la première (mars-avril) "le premier printemps", et la deuxième (mai) "le deuxième printemps" ou la fin du printemps, caractérisé par sa brièveté.

#### **L'été:**

La figure montre que l'intervalle entre mai et juin ainsi qu'entre septembre et octobre, est considérablement élargi, ce qui veut dire qu'il y a une certaine rupture avec la période que nous avons déjà déterminée (printemps) et celle qui va suivre. Les écarts mensuels de cette période qui dure quatre mois, de juin à septembre inclus, ne sont pas vraiment faibles. Il est possible de distinguer juillet et août où l'écart est très faible. Le fait que l'écart entre juin-juillet et août-septembre est relativement faible, par rapport à la période antérieure et celle qui va suivre, nous a incité à les considérer comme mois de transition. Nous avons donc considéré le mois de juin comme le début de l'été et septembre comme la période où s'achève l'été. Une nuance mérite cependant d'être précisée. L'écart entre juin-juillet est plus important que celui qui existe entre août et septembre. Quant aux mois de juillet et août, ils constituent alors le coeur de l'été.

Fig. 5 .- L'écart thermique intermensuel des températures mensuelles (1975-1988)



### **L'automne:**

c'est la période composée d'octobre et novembre. Le caractère thermique de cette saison est très différent de celui des précédentes. Elle est caractérisée par sa courte durée et son écart intermensuel très marqué entre septembre et octobre.

Le découpage saisonnier thermique obtenu est illustré par la figure 6.

Il est important de signaler que ce découpage thermique correspond à celui obtenu dans les études concernant les ambiances climatiques réalisées sur la Basse Moulouya. (Bouslam. 1989). Pour donner à notre découpage plus de valeur, nous lui avons adjoint d'autres éléments climatiques qui sont les précipitations et la durée de l'insolation. Les résultats obtenus confirment le découpage que nous adoptons dans notre analyse (figures, voir annexe chapitre II. 8, a, b, c ).

En effet, l'observation des moyennes mensuelles de la température et la durée moyenne de l'insolation des mois de décembre, janvier, et février dénote qu'elles sont proches. Il en est de même pour leur bilan pluviométrique.

A partir de mi-juin, le bilan pluviométrique connaît une baisse qui devient très marquée durant les mois de juillet et d'août; vers la fin de septembre il prend un nouveau rythme. Nous constatons que juillet et août s'individualisent à l'évidence par leur sécheresse marquée, par l'augmentation de leurs températures et par la durée d'insolation; cela indique que ces mois ont un comportement similaire. Etant donné que la fin de juin et le début de septembre ressemblent aux mois indiqués, nous suggérons de les considérer comme faisant partie de la même période.

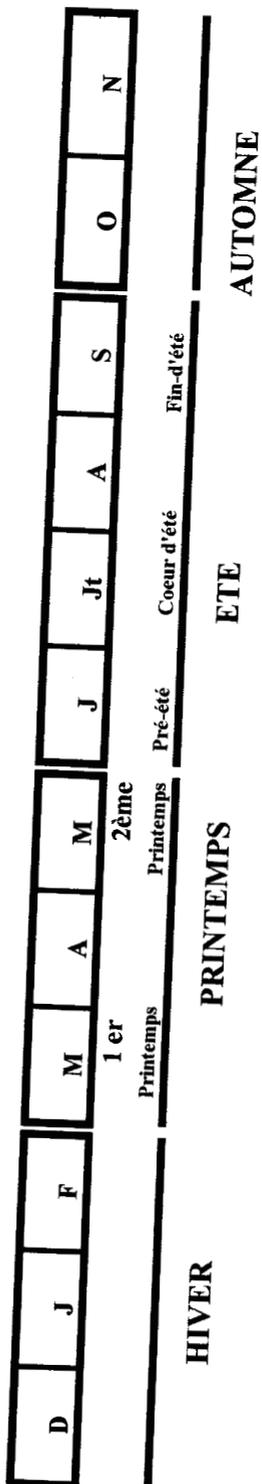
Les mois restants ayant un caractère climatique différent de celui des mois que nous avons définis, seront regroupés dans les saisons intermédiaires.

Ce découpage approprié à notre région constitue avec le régime thermique annuel un indice de différences thermiques notables entre nos stations étalons. Ainsi, il s'avère qu'une ébauche de regroupement des stations s'impose.

## ***2-4 Esquisse d'une régionalisation des stations***

En étudiant le régime thermique annuel, on a constaté que la région est loin d'être homogène du point de vue thermique. Cela est dû certainement à l'interférence d'une multitude de facteurs atmosphériques et géographiques permanents (l'altitude, la latitude, la proximité de la mer...) qui exercent une influence prédominante sur le climat de cette région et en particulier sur son ambiance thermique. Il nous est donc apparu, que la division de la région en sous-régions thermiques homogènes est une nécessité qui présente un intérêt considérable non seulement du point de vue climatique, mais aussi du point de vue technique. Cette division met en évidence, le caractère spécifique de chaque groupe de stations et permet de tirer les éléments susceptibles qui

Fig.6 - Le découpage saisonnier en fonction des écarts intermensuels des températures moyennes mensuelles



déterminent le comportement thermique du groupe. Elle permet aussi de poser dès maintenant le problème de la distribution, et de la répartition des températures dans l'Est du Maroc.

### ***2-4-1 La méthode appliquée à la régionalisation***

Les méthodes de classement et de regroupement des stations sont nombreuses. Il ne s'agit pas ici de faire l'inventaire de toutes ces techniques. Nous évoquons simplement et brièvement la plus récente: la régionalisation thermique à partir de deux méthodes de classement, dont les auteurs proposent deux démarches de travail pour régionaliser les stations. Le principe est de dresser deux histogrammes, un histogramme pour les températures minimales et maximales, et un autre pour les amplitudes thermiques diurnes (Hervada et al. 1991).

Pour ne pas avoir un découpage régional arbitraire, nous avons procédé à la méthode multidimensionnelle, l'analyse en composantes principales (A.C.P.) portée sur les moyennes annuelles et mensuelles des saisons extrêmes: l'hiver et l'été (Tabl. 25. 26). Les corrélations facteurs / variables avant et après rotation que nous présentons dans l'annexe du deuxième chapitre, montrent combien il est difficile de définir des groupes de stations cohérents du point de vue thermique. Contrairement à ce que nous attendons, il y a une sorte de confusion dans les résultats: les stations du Sud ont le même signe et le même taux de participation que les stations de la côte. De ce fait le problème de la similitude entre stations voisines se pose, le cas de Mélilia-Nador, Berkane-Slimania. Le fait que cette opération n'aide pas à former des groupe homogènes, nous a conduit à établir notre découpage en se référant à deux éléments:

- les régions naturelles, c'est-à-dire que le groupement des stations est effectué selon les régions géographiques de l'Est du Maroc.
- la carte des domaines climatiques établie par Michalet (Michalet. 1991).

### ***2-4-2 Description des régions thermiques***

Dans ce paragraphe nous ne contentons pas de citer les stations formant le groupe stationnel, mais nous plaçons les stations dans leur contexte géographique.

- **Groupe littoral:** nous avons réuni dans ce groupe les stations ayant une ouverture directe sur la Méditerranée: Mélilia, Nador et Al-Hoceima.

Les stations de Méléria et Nador se trouvent dans la partie Est de la plaine du Kerte qui est entourée de zones montagneuses: au Sud le Jbel Driouch, à l'Ouest et au Nord le massif de Tamsamane, à l'Est le Jbel Tistoutine et sa trouée ouverte vers la plaine du Gareb.

La station d'Al-Hoceïma se situe dans la partie nord du Rif oriental à 13 m d'altitude dans la plaine de Souâni (petite plaine alluviale). Elle est abritée par des collines qui culminent, à 487 m à l'Est et 101 m à l'Ouest.

- **Groupe des plaines des Triffa:** il englobe les stations de Berkane, Slimania et Boughriba qui sont très proches (3 Km entre Slimania et Berkane et 20 Km entre cette dernière et Boughriba). Leur site topographique n'est pas différent (plaine des Triffa). Ces stations sont protégées du Chergui, vent chaud sec d'Est et de Sud-Est d'origine saharienne, par la chaîne des Beni Snessen au Sud et au Sud-Est. Il convient de rappeler que la météorologie marocaine fait une distinction entre le vent en provenance du Sud-Est (Sirocco) et le vent en provenance de l'Est (Chergui). La frange littorale permet à ces stations de bénéficier des influences maritimes.

- **Groupe d'Oujda-Driouch:** ce groupe composé des stations Oujda, Mechra-Hamadi et Driouch bien que celles-ci soient éloignées les unes des autres est considéré comme un "couloir".

La station d'Oujda-Angad est située dans la cuvette d'Angad qui forme le côté Est du couloir Oujda-Taourirt, et c'est grâce à la trouée de Guerbouz (grande Bosse) qui se trouve à l'Est de la chaîne de Beni Snessen, que la station d'Oujda bénéficie parfois des masses d'air méditerranéennes. Quant à la station de Mechra-Hamadi, elle se trouve à l'Ouest de la chaîne indiquée, dans le bassin de l'Oued Moulouya et celle de Driouch dans la plaine du Kerte, entourée de montagnes qui dépassent les 1000 m à l'Est.

- **Groupe du couloir Taza-Guercif:** il est formé de la station de Taza installée sur un plateau et entourée des croupes qui longent le Moyen Atlas septentrional. Des faibles obstacles se manifestent à l'Est et à l'Ouest de la station dont les altitudes sont moins élevées à l'Est qu'à l'Ouest. Le point culminant qui peut constituer un obstacle remarquable pour les influences de l'Ouest, atteint 1000 m à Jbel Toumazit, qui se trouve à une distance de 4.5 Km au Sud-Ouest de la station. Taza reste la station la plus touchée par les influences de l'Ouest. La deuxième station est celle de Melloulou-Guercif qui est la caractéristique de la vaste plaine de Guercif et qui est installée près du lit de l'Oued Melloulou.

- **Groupe de la Haute Moulouya**: Midelt est limité au Sud et au Sud-Est par le Haut Atlas (Jbel Ayachi), sa situation lui permet de communiquer entre l'Ouest du Maroc et l'Est du Maroc . Par contre, Missour est située au nord du Midelt à une altitude de 890 m.

- **Groupe des Hauts plateaux**: la prise en compte d'une seule station nécessite une certaine prudence, puisque c'est une sorte d'extrapolation que nous faisons ici. La seule station qui est présente dans ce vaste domaine est Ain-Bni-Mathar. Elle est localisée dans la partie nord des Hauts plateaux, sur la rive droite de l'Oued El Haï.

- **Groupe du Sud**: appelé aussi la bordure du Sahara, il regroupe des stations éloignées. Au Sud-Ouest, on trouve Errachidia qui se situe au Sud des contreforts du Haut Atlas, qui ne lui permettent pas de bénéficier des influences atlantiques. Cependant l'installation du barrage a apporté une modification climatique récente (présence de brouillard, d'évaporation), de même que l'urbanisation a modifié localement les éléments climatiques. Quant à Talsint, elle est abritée par le Haut Atlas et des chaînons au Sud.

Dans la partie du Sud-Est, au pied de Jbel El Kounif se situe la station de Bouarfa. Ce groupe est considéré comme une porte ouverte aux influences sahariennes.

Ce zonage, ou régionalisation thermique, ne constitue qu'une hypothèse de départ qui sera confirmée ou rejetée au fur et à mesure que nous étudierons le comportement thermique. Notre premier critère pour vérifier est l'analyse de la variabilité structurelle.

## **CHAPITRE-3**

### **ASPECTS DE LA VARIABILITE STRUCTURELLE**

3-1 Les aspects de la variabilité structurelle

3-1-1 Le groupe littoral

3-1-2 Le groupe des plaines des Triffa

3-1-3 Le groupe de Oujda-Driouch

3-1-4 Le groupe du couloir Taza-Guercif

3-1-5 Le groupe de la Haute Moulouya

3-1-6 Le groupe des Hauts plateaux

3-1-7 Le groupe du Sud

3-2 Quelques aspects de l'évolution horaire moyenne des températures

### ***3-1 Les aspects de la variabilité structurelle***

La variabilité structurelle signifie la dispersion des valeurs (températures) par rapport aux valeurs centrales: la moyenne et la médiane. La détermination de la dispersion des températures nous a poussé à suivre une démarche graduelle. Il nous est apparu logique d'analyser d'abord les températures annuelles et mensuelles, et en enfin les températures quotidiennes. Les stations sont traitées par groupe. Dans cette analyse nous ne nous contentons pas d'observer, mais de mettre également en évidence un certain nombre de remarques et apporter des explications chaque fois que cela est nécessaire. Les figures des courbes des fréquences se trouvent dans l'annexe du chapitre III, de 9 à 59.

#### ***3-1-1 Groupe littoral***

##### **A l'échelle annuelle (Tabl. 8 )**

La moyenne annuelle est de l'ordre de 17 à 18°C. Les moyennes les plus faibles sont représentées par la station de Nador et les plus fortes par la station de Mélilia. La température moyenne annuelle dans ce groupe a varié de 16.8°C en 1976 pour la station de Nador à 19.3°C à Mélilia en 1987. La plus faible amplitude thermique annuelle est enregistrée à Mélilia et Al-Hoceima (1.4°C). Le fait que l'étendue n'est pas différente, nous donne un écart-type commun (0.4°C).

L'écart-type pour les minima est de 0.4°C. La station qui a la plus faible variabilité est Mélilia car son amplitude thermique est de 1.4°C. Le même phénomène se produit à l'échelle des maxima: l'écart-type se situe entre 0.4°C et 0.5°C, mais ici c'est à Al-Hoceima que l'on observe la plus grande stabilité. En général, nous observons une certaine harmonie pour ce qui est des minima et des maxima annuels, qui peut-être expliqué par l'effet de la mer. On peut dire que ces stations connaissent une dispersion annuelle commune.

**Tabl. 8 . Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe littoral**

**moyenne**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Mélilia	1975-1988	18.4	17,9=1976	19,3=1987	0.4
Nador	1976-1988	17.8	16,8=1976	18,6=1987	0.4
Al-Hoceima	1964-1988	17.1	17,3=1971	18,7=1987	0.4

**minima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Mélilia	1975-1988	15.1	14,5=1976	15,9=1987	0.4
Nador	1976-1988	13.3	12,7=1977	14,2=1987	0.4
Al-Hoceima	1964-1988	13.3	12,9=1971	14,6=1987	0.4

**maxima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Mélilia	1975-1988	21.8	21,1=1984	22,9=1988	0.5
Nador	1976-1988	22.3	20,8=1976	23,0=1988	0.5
Al-Hoceima	1964-1988	22.0	21,4=1985	22,5=1964	0.4

### A l'échelle mensuelle (Tabl. 9. a, b )

Nador est la station qui connaît pour les températures moyennes mensuelles la plus forte variabilité. Le mois atteignant le seuil le plus élevé de la variabilité est avril; l'écart-type est de 1.8°C avec une amplitude mensuelle de 7.3°C. La valeur la plus faible du groupe est celle du mois de mai avec 0.6°C. Dans l'ensemble la station de Al-Hoceima a des valeurs relativement constantes et inférieures à celles des autres stations.

La variabilité des extrêmes mensuels dans ce groupe est relativement faible bien qu'elle ait dépassé une fois le seuil de 2°C. En ce qui concerne la variabilité des minima, elle est plus faible à Mélilia durant les mois d'été, et légèrement plus forte en hiver. Par contre, les indicateurs de dispersion des maxima en hiver sont faibles par rapport à ceux de l'été où ils atteignent 1.6°C; ce fait explique l'équilibre de la variabilité des moyennes mensuelles à Mélilia. A Nador, considérée comme une station subissant une forte variation, ce sont les saisons intermédiaires qui fluctuent le plus. L'écart-type varie de 0.8 à 2.3°C pour les maxima, et de 0.7 à 1.5°C pour les minima. Les deux valeurs élevées sont données par le mois d'avril. Les valeurs de dispersion à Al-Hoceima sont quasi-stationnaires avec une légère variabilité des minima en hiver et des maxima en été.

### A l'échelle quotidienne (Tabl. 10. a, b )

D'après les courbes de fréquences, nous notons un rapprochement de septembre et des mois du coeur de l'été, ce qui veut dire, que ces mois ont un comportement à peu près identique. Par contre, le mois de juin reste un peu décalé. Les mois de mars et d'avril forment presque une seule courbe à Al-Hoceima. Un autre réseau se forme en regroupant les mois de décembre, janvier et février. Le mois de mars a une tendance vers l'hiver, nous retrouvons le même rapprochement que celui constaté pour septembre.

Les températures moyennes journalières sont caractérisées par une faible variabilité durant la période estivale, et par une variabilité très prononcée pendant la période hivernale et les saisons intermédiaires.

**Tabl. 9. a . - Moyennes et médianes des températures mensuelles  
groupe littoral**

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	13.3	13.5	14.8	16.2	18.2	21.5	24.3	25.1	23.5	20.0	16.6	18.4
		2	13.4	13.6	14.8	16.1	18.3	21.7	24.6	25.4	23.5	19.8	16.6	18.3
Nador	1976-1988	1	12.4	12.8	14.0	15.4	17.9	21.5	23.9	24.7	23.1	19.2	15.8	13.5
		2	12.6	13.3	14.2	15.9	17.9	21.7	24.1	25.3	23.4	19.5	15.7	13.5
Al-Hoceima	1964-1988	1	12.8	13.4	14.6	16.1	18.0	21.1	23.7	24.3	22.9	19.5	16.2	14.0
		2	12.9	13.7	14.6	16.3	18.0	21.2	23.7	24.5	22.8	19.3	15.9	14.0

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	10.0	10.4	11.3	12.8	15.0	18.1	20.7	21.5	20.2	16.6	13.3	11.1
		2	10.0	10.5	11.1	12.9	14.9	18.2	21.0	21.7	20.2	16.6	13.4	11.2
Nador	1976-1988	1	7.6	8.2	9.1	11.0	16.3	17.3	19.9	20.5	19.1	14.4	10.8	8.3
		2	8.6	9.7	10.2	12.2	14.2	17.3	20.4	20.7	19.4	14.5	11.0	8.5
Al-Hoceima	1964-1988	1	8.4	9.4	10.3	12.1	14.1	17.2	19.6	20.2	18.9	15.4	11.9	9.5
		2	8.6	9.7	10.2	12.2	14.2	17.3	11.9	20.3	18.8	15.6	11.8	9.6

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	16.6	16.5	18.3	19.6	21.5	25.3	28.2	29.0	26.9	23.2	19.6	17.5
		2	16.4	16.5	18.3	19.4	21.5	25.2	28.1	29.0	26.8	22.9	19.5	17.4
Nador	1976-1988	1	17.2	17.3	18.8	19.7	22.3	25.6	28.0	28.9	27.0	23.8	20.7	18.6
		2	17.2	17.5	19.1	20.7	22.5	26.0	28.1	29.1	27.3	24.1	20.5	18.8
Al-Hoceima	1964-1988	1	17.3	17.4	18.9	20.2	21.9	24.9	27.7	28.3	27.0	23.5	20.5	18.4
		2	17.2	17.6	18.7	20.3	21.8	24.8	27.7	28.5	27.0	23.5	20.3	18.4

**Tabl. 9. b . - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles  
groupe littoral**

1= Ecart-type      2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	1.0	0.8	0.8	0.9	0.8	0.9	0.8	1.1	0.8	0.9	0.9	1.0
		2	4.0	3.0	2.4	3.0	2.5	2.8	2.7	4.2	3.2	3.5	3.6	3.6
Nador	1976-1988	1	1.2	0.9	1.0	1.8	0.6	0.9	0.7	1.1	0.8	0.8	1.2	1.2
		2	4.8	3.0	3.8	7.3	2.1	2.9	2.4	4.1	2.8	2.5	4.3	3.6
Al-Hoceima	1964-1988	1	0.9	0.7	0.8	0.9	0.7	0.9	0.7	0.8	0.7	0.7	0.9	1.0
		2	3.6	2.6	2.0	3.3	2.3	3.3	2.7	3.3	2.2	2.1	3.5	3.0

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	1.2	0.6	0.6	0.9	0.6	0.8	0.8	0.9	0.9	0.9	1.0	1.0
		2	4.9	2.1	2.0	3.3	2.2	2.6	2.5	3.2	2.9	2.6	2.9	3.0
Nador	1976-1988	1	1.3	1.0	0.7	1.5	0.7	1.0	0.9	1.2	1.1	1.0	1.5	1.3
		2	6.9	3.2	2.5	6.1	2.5	4.3	2.8	4.8	4.2	3.3	5.6	4.5
Al-Hoceima	1964-1988	1	1.3	0.8	0.8	1.0	0.7	1.0	0.8	0.9	0.9	1.0	1.2	1.1
		2	4.5	2.8	2.4	3.4	2.1	3.9	2.8	4.2	2.9	3.2	4.1	3.6

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	0.9	1.0	1.2	1.1	1.1	1.6	1.6	1.5	1.1	0.9	1.0	1.5
		2	3.1	4.3	3.5	3.5	3.0	7.1	6.9	5.5	4.1	2.3	3.4	5.3
Nador	1976-1988	1	1.3	1.1	1.4	2.3	0.8	0.9	1.0	1.2	0.8	0.9	1.1	1.4
		2	5.2	4.1	5.6	9.6	2.9	3.1	3.3	3.7	3.0	2.7	3.9	5.8
Al-Hoceima	1964-1988	1	0.8	0.7	0.8	1.1	0.8	0.9	0.7	0.9	0.6	0.8	0.7	1.0
		2	2.9	2.8	2.1	3.3	3.1	2.6	2.6	3.2	2.5	2.7	2.8	3.7

Les faibles valeurs que nous trouvons durant les mois d'été, sont présentées par la station de Méléria ainsi que d'Al-Hoceima où existe une assez grande régularité dans le schéma moyen de la variation. La forte variabilité s'explique à Nador par le mois de novembre où l'écart-type record est de  $2.7^{\circ}\text{C}$ . Les valeurs des autres mois oscillent entre  $2.4$  et  $2.6^{\circ}\text{C}$ . Nous constatons que c'est durant l'hiver et les saisons intermédiaires que les moyennes quotidiennes connaissent une forte fluctuation.

La variabilité des maxima est plus importante que celle des minima à Al-Hoceima et à Nador, et c'est au cours de l'hiver et des saisons intermédiaires que nous enregistrons la forte variabilité.

Pour les minima, Méléria connaît des valeurs d'écart-type sensiblement plus élevées qui s'échelonnent entre  $2.4^{\circ}\text{C}$  en juillet et  $3.7^{\circ}\text{C}$  en janvier et novembre. Quant aux mois d'été ils se caractérisent par une faible variabilité. A Nador l'écart-type est plus important, le maximum est de  $2.5^{\circ}\text{C}$  en janvier, le minimum est de  $1.6^{\circ}\text{C}$  en août. Pour Al-Hoceima l'écart-type le plus élevé est enregistré en août avec  $2.6^{\circ}\text{C}$ , un fait que nous n'avons pas l'habitude de rencontrer, et qui n'aide pas à déterminer la saison dont la variabilité est la plus faible.

Pour les maxima, les valeurs de l'écart-type indiquent que les saisons intermédiaires à Méléria se manifestent par une forte variabilité; tandis que en hiver et en été, leurs valeurs sont à peu près comparables. A Nador l'écart-type oscille entre  $2$  et  $2.8^{\circ}\text{C}$ ; à l'instar de Méléria, nous constatons que les valeurs de l'hiver et de l'été sont semblables, en particulier le coeur de l'été (juillet, août). Selon l'écart-type, la variabilité des températures à Al-Hoceima n'est pas prononcée; elle est située entre  $2.3$  à  $2.5^{\circ}\text{C}$ .

Le groupe littoral se caractérise par un faible contraste saisonnier et une homogénéité dans le sens général de la variation qui montre la forte empreinte méditerranéenne.

**Tabl. 10. a . - Moyennes et médianes des températures quotidiennes  
groupe littoral**

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	13.2	13.7	14.8	16.2	18.2	21.5	24.2	25.1	23.6	20.1	16.7	14.5
		2	14.3	13.4	14.6	16.0	18.9	20.4	24.8	26.5	23.4	20.9	16.3	13.7
Nador	1976-1988	1	12.4	13.1	14.0	15.4	17.9	21.5	23.9	24.7	23.1	19.2	15.8	13.4
		2	14.8	12.0	13.3	15.0	18.3	19.9	24.4	27.4	23.9	19.4	13.5	13.0
Al-Hoceima	1975-1988	1	12.8	13.8	14.6	16.2	18.0	21.0	23.7	24.3	22.9	19.5	16.2	14.0
		2	13.6	12.6	14.1	15.3	19.7	19.1	24.7	24.8	22.6	19.0	15.9	13.1

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	10.0	10.7	11.3	12.8	14.9	18.1	20.7	21.6	20.2	16.7	13.3	11.1
		2	10.6	10.1	11.3	12.4	16.3	17.0	22.0	23.2	18.1	17.4	12.8	10.1
Nador	1976-1988	1	7.6	8.4	9.1	11.0	13.6	17.3	19.9	20.5	19.1	14.5	10.9	8.3
		2	11.0	9.0	10.0	10.5	14.3	17.3	22.0	21.8	19.2	13.1	7.2	8.2
Al-Hoceima	1975-1988	1	8.4	9.6	10.3	12.1	14.1	17.2	19.6	20.2	18.9	15.4	11.8	9.5
		2	7.8	9.2	10.4	10.7	17.0	15.9	20.9	21.3	17.5	15.1	11.6	7.7

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	16.6	17.0	18.3	19.6	21.5	24.9	27.8	28.6	26.7	23.3	19.8	17.7
		2	17.9	16.6	17.9	19.5	21.4	23.8	27.6	29.8	28.6	24.4	19.8	17.3
Nador	1976-1988	1	17.2	17.8	18.8	19.7	22.2	25.6	28.0	28.9	27.0	23.8	20.7	18.6
		2	18.5	18.3	16.5	18.0	22.3	24.0	26.8	33.0	28.6	25.7	20.7	17.7
Al-Hoceima	1975-1988	1	17.2	17.9	18.9	20.2	21.9	24.9	27.7	28.3	27.0	23.5	20.5	18.3
		2	19.4	16.0	17.8	19.8	22.3	22.4	28.5	28.2	27.7	23.0	20.1	18.4

Tabl. 10. b . - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes  
groupe littoral

1= Ecart-type

2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	2.1	2.2	2.0	1.9	1.7	2.0	1.9	1.7	1.7	1.9	2.2	2.0
		2	15.0	13.6	14.8	10.8	11.9	20.3	13.7	12.8	10.5	12.9	14.1	13.2
Nador	1976-1988	1	2.4	2.5	2.5	2.5	2.1	2.2	2.0	2.1	2.1	2.4	2.7	2.6
		2	17.1	13.1	13.5	16.5	11.0	13.8	11.5	15.9	12.4	13.5	15.7	13.5
Al-Hoceima	1975-1988	1	2.0	2.0	1.9	1.9	1.8	1.8	1.8	1.8	1.8	2.0	2.2	2.2
		2	13.7	13.5	13.9	12.3	11.0	14.3	12.4	13.4	12.0	12.5	12.6	20.1

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	2.5	2.1	2.0	1.9	1.8	1.7	1.7	1.6	1.9	2.2	2.4	2.4
		2	15.2	11.8	15.0	12.8	10.0	11.2	12.0	14.6	11.2	11.6	13.2	15.0
Nador	1976-1988	1	3.7	3.3	3.1	2.9	2.8	2.6	2.4	2.7	3.1	3.3	3.7	3.5
		2	16.0	15.8	14.3	14.2	13.8	15.2	13.2	18.6	14.6	16.0	19.1	16.9
Al-Hoceima	1975-1988	1	2.5	2.4	2.3	2.2	2.1	1.9	1.7	1.9	2.1	2.4	2.6	2.1
		2	13.0	12.6	15.0	10.8	10.7	13.3	10.8	14.6	10.9	12.2	14.8	14.1

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Mélilia	1975-1988	1	2.5	2.6	2.8	2.4	2.4	2.6	2.7	2.5	2.0	2.3	2.6	2.5
		2	17.6	20.6	18.0	15.2	17.8	19.6	19.4	14.2	15.4	18.4	19.4	15.8
Nador	1976-1988	1	2.9	3.0	3.3	3.3	2.4	2.9	3.0	2.8	2.2	2.4	2.9	2.9
		2	23.2	20.4	20.0	22.0	14.5	21.0	20.8	19.8	14.2	19.4	20.4	18.8
Al-Hoceima	1975-1988	1	2.3	2.4	2.4	2.5	2.3	2.4	2.7	2.5	2.4	2.3	2.5	2.5
		2	17.6	16.2	18.3	20.5	16.0	16.3	19.7	16.1	17.7	17.7	18.6	15.8

### ***3-1-2 Groupe des plaines des Triffa***

#### **A l'échelle annuelle (Tabl. 11 )**

La moyenne annuelle fluctue peu dans les plaines des Triffa , Berkane est la station où on observe les moyennes annuelles les plus faibles (15.2°C en 1976); par contre les moyennes élevés se rencontrent à Boughriba. L'étendue varie selon ces stations de 0.3°C à Slimania à 3.2°C à Berkane. L'écart-type s'accroît par rapport au premier groupe. Nous observons la plus basse valeur à Slimania (0.4°C), et la plus élevée à Berkane (1°C); ce qui signifie que la dispersion des températures par rapport à la moyenne est très forte dans cette station.

Les moyennes annuelles des minima de ces stations sont presque comparables, mais l'écart-type est différent. C'est la station de Slimania qui enregistre le plus faible écart-type. Pour les températures maximales, la variabilité est très accentuée principalement à Berkane qui affiche l'écart-type record (1.3°C). L'éloignement relatif des ces stations par rapport à la mer et la faible altitude expliquent en grande partie le comportement thermique de ces stations.

#### **A l'échelle mensuelle (Tabl. 12. a, b )**

La station marquée par la plus forte variabilité est Berkane, l'écart-type de chaque mois y dépasse la barre de 1°C. La valeur la plus élevée est représentée par le mois de décembre (1.9°C), la plus faible est celle du mois de mars (1.3°C). Les valeurs les plus faibles de l'écart-type sont ceux de la station de Slimania. Et ce sont presque les mêmes valeurs que nous avons obtenues dans le groupe littoral, mis à part le fait que les étendues à Slimania sont supérieures.

Quant à l'écart-type des extrêmes, il atteint dans ce groupe 2.8°C. La station de Berkane est caractérisée par une variabilité assez élevée, à l'échelle des minima et des maxima; cette variabilité demeure très marquée tout au long de l'année. A Slimania, nous constatons que les mois d'hiver et d'été ont des valeurs élevées qu'il s'agisse des minima ou des maxima. A Boughriba, en revanche, ce sont les mois d'hiver qui l'emportent au niveau des minima; quant aux maxima, ils se rapportent à l'hiver et aux saisons intermédiaires.

**Tabl. 11 . Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe des plaines des Triffa**

**moyenne**

Station		Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Berkane	1975-1988	17.0	15,2=1976	18,3=1985	1.0
Slimania	1965-1988	17.5	16,7=1984	17,0=1976	0.4
Boughriba	1964-1988	17.6	16,7=1971	19,0=1964	0.5

**minima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Berkane	1975-1988	11.3	9,3=1975	13,0=1985	1.1
Slimania	1965-1988	11.7	10,4=1980	12,6=1976	0.6
Boughriba	1964-1988	10.7	10,1=1975	13,0=1986	0.8

**maxima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Berkane	1975-1988	22.6	19,9=1976	24,2=1986	1.3
Slimania	1965-1988	23.2	22,5=1976	23,9=1979	0.4
Boughriba	1964-1988	23.9	21,3=1971	25,3=1964	1.1

**Tabl. 12. a . - Moyennes et médianes des températures mensuelles  
groupe des plaines des Triffa**

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	10.5	11.4	11.3	14.9	17.0	20.7	24.2	24.9	23.0	18.5	14.5	11.6
		2	10.9	11.6	13.6	15.8	17.5	20.9	24.1	24.7	22.8	19.0	14.5	11.5
Slimania	1965-1988	1	11.2	12.2	14.7	15.5	17.5	21.2	23.8	24.6	23.0	19.5	15.3	12.5
		2	11.1	11.9	14.0	15.7	17.7	21.7	24.5	25.3	23.2	19.2	14.7	12.1
Boughriba	1964-1988	1	10.8	12.2	13.9	15.8	17.6	21.4	24.4	25.1	23.3	19.3	14.8	12.0
		2	10.8	12.2	14.2	15.8	17.7	21.7	24.5	25.3	23.2	19.2	14.7	12.1

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	5.1	6.7	7.6	9.5	11.5	14.9	17.7	18.5	17.0	12.7	9.3	6.4
		2	5.3	6.4	7.7	10.0	12.1	15.5	17.9	18.4	17.0	13.5	9.4	6.2
Slimania	1965-1988	1	4.9	6.6	7.8	10.0	12.2	15.6	17.8	18.7	17.5	13.5	9.5	6.4
		2	5.1	6.7	6.4	9.4	11.4	15.0	17.4	18.1	16.4	12.4	8.4	5.1
Boughriba	1964-1988	1	3.7	5.7	6.5	9.1	11.2	14.8	17.3	18.0	16.6	12.4	8.1	5.1
		2	3.7	5.6	6.4	9.4	11.4	15.0	17.4	18.1	16.4	12.4	8.4	5.1

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	15.9	16.1	18.9	20.3	22.5	26.5	30.6	31.2	29.0	24.3	19.7	16.9
		2	16.7	16.6	19.1	20.3	22.5	26.3	29.9	30.6	28.8	24.5	20.8	17.3
Slimania	1965-1988	1	17.4	17.8	20.1	21.1	22.7	26.4	29.5	30.5	28.4	24.9	21.0	18.6
		2	17.4	17.7	20.4	21.4	22.7	26.3	29.4	30.7	28.4	24.5	21.0	18.4
Boughriba	1964-1988	1	17.9	18.7	21.0	22.5	24.0	28.1	31.5	32.2	30.0	26.1	21.5	18.9
		2	17.9	18.5	21.3	22.4	23.7	28.0	31.8	32.4	29.8	26.3	21.2	18.8

**Tabl. 12. b . - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles  
groupe des plaines des Triffa**

1= Ecart-type

2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	1.6	1.8	1.3	1.8	1.7	1.7	1.8	1.5	1.3	1.8	1.7	1.9
		2	5.8	6.7	4.1	6.0	7.3	6.3	5.4	4.9	4.6	6.4	7.0	7.8
Slimania	1965-1988	1	1.0	1.2	0.9	0.9	0.6	0.8	1.3	1.2	0.6	0.7	1.1	1.6
		2	3.5	4.5	3.3	3.4	2.5	3.2	5.0	4.0	2.1	2.6	4.2	5.1
Boughriba	1964-1988	1	1.2	1.0	0.8	1.2	0.9	1.0	0.8	1.0	1.0	0.9	1.3	1.4
		2	4.9	3.5	2.8	4.1	3.4	3.5	2.9	4.3	3.4	2.7	4.9	4.7

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	1.5	1.3	1.2	1.6	1.9	2.5	2.0	1.6	2.0	1.9	1.6	1.9
		2	4.9	4.4	4.2	5.1	6.5	9.2	7.9	5.5	7.0	5.5	5.8	7.4
Slimania	1965-1988	1	1.7	1.5	1.0	1.0	1.0	0.9	1.8	1.3	0.9	0.9	1.6	2.0
		2	5.4	6.1	3.4	4.0	3.3	3.4	6.8	4.2	3.8	3.8	6.4	10.3
Boughriba	1964-1988	1	1.6	0.9	0.8	1.4	1.3	1.2	1.1	1.0	1.3	1.1	1.8	1.7
		2	5.6	3.0	2.5	5.2	5.3	4.8	3.5	4.5	4.5	3.9	5.8	6.3

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	2.7	2.8	1.9	2.5	2.1	1.5	2.4	2.1	1.4	2.3	2.4	2.6
		2	8.9	9.4	5.8	8.4	8.0	4.7	9.4	6.5	4.6	8.1	9.3	9.9
Slimania	1965-1988	1	1.0	1.3	1.2	1.2	1.0	1.2	1.4	1.5	0.9	0.9	1.0	1.5
		2	3.5	4.6	3.5	3.5	3.6	3.8	5.9	4.5	2.8	2.6	3.4	5.8
Boughriba	1964-1988	1	1.2	1.3	1.3	1.6	1.1	1.2	1.2	1.3	1.1	1.2	1.2	1.4
		2	4.1	4.8	4.6	5.9	3.7	4.3	4.1	4.5	3.8	4.3	4.2	5.8

### A l'échelle quotidienne (Tabl. 13. a, b )

L'observation des courbes des fréquences nous donne l'impression d'étudier le groupe littoral principalement à l'échelle des moyennes quotidiennes. La différence majeure que nous dégagons se situe au niveau des minima. En effet, le fait que les minima d'hiver soient parfois négatifs justifie cette différence que nous localisons dans les classes (0 à  $-2^{\circ}\text{C}$ ) et ( $-2$  à  $-4^{\circ}\text{C}$ ). Une autre nuance pourrait être faite à l'échelle des maxima au niveau de la classe (20 à  $22^{\circ}\text{C}$ ). Les signes d'une douceur significative peuvent être observés dans ce groupe, particulièrement à Slimania où il y a une similitude dans la marche des températures avec celle du groupe littoral.

La variabilité pendant les saisons intermédiaires et l'hiver est nette, excepté à Berkane où la mise en valeur d'une saison avec une forte variabilité n'est pas évidente. Le maximum de la variabilité est affiché à Berkane durant le mois d'octobre ( $3.0^{\circ}\text{C}$ ). Les mois d'été présentent une faible variabilité à Slimania et à Boughriba; néanmoins des différences sensibles persistent en été entre ces deux stations. Nous constatons en effet que le coeur de l'été a des valeurs légèrement plus élevées par rapport au mois de juin et septembre à Slimania, ce qui n'est pas le cas à Boughriba.

La variabilité des températures extrêmes est plus marquée que dans le cas des stations du premier groupe. L'écart-type atteint le seuil de  $4^{\circ}\text{C}$  à Berkane et Boughriba.

Au niveau des minima, Boughriba est la station qui présente la plus forte variabilité du groupe; l'écart-type oscille entre 2.8 et  $4^{\circ}\text{C}$  affiché en décembre. L'ensemble de l'hiver révèle l'irrégularité des températures minimales, tandis que l'été montre une certaine stabilité. A Slimania, les valeurs hivernales sont très élevées par rapport à celles de Berkane, dont les valeurs sont les moins contrastées, 2.8 à  $3.2^{\circ}\text{C}$ .

Inversement, au niveau des maxima, la forte variabilité affecte la station de Berkane où l'ensemble des valeurs se situent au-dessus de  $3^{\circ}\text{C}$ . La variabilité durant l'hiver est indiscutable. Mais ce qui mérite d'être signalé, c'est le coeur de l'été qui, jusqu'à présent, caractérisé par une stabilité, présente ici, un écart-type non seulement élevé, mais dépassant les mois de juin et de septembre. Par contre, les valeurs de l'été des autres stations ne diffèrent pas beaucoup. Ainsi, il existe une forte variabilité durant les saisons intermédiaires à Boughriba et la saison d'hiver à

**Tabl. 13. a . - Moyennes et médianes des températures quotidiennes  
groupe des plaines des Triffa**

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	10.5	11.7	13.3	14.9	17.0	20.7	24.1	24.9	23.0	18.5	14.5	11.6
		2	12.6	12.0	13.8	14.0	16.7	15.5	23.0	24.8	20.3	18.1	15.5	9.1
Slimania	1975-1988	1	11.2	12.5	13.9	15.5	17.5	21.0	23.7	24.6	23.0	19.2	15.3	12.5
		2	12.1	12.9	15.0	14.1	17.3	17.6	23.9	27.2	23.6	19.8	15.1	10.8
Boughriba	1975-1988	1	10.8	12.6	13.9	15.8	17.6	21.4	24.4	25.1	23.3	19.2	14.8	12.0
		2	10.9	11.1	15.5	14.9	18.4	20.5	24.9	27.0	22.8	18.9	14.2	10.7

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	5.1	6.9	7.6	9.5	11.5	14.9	17.7	18.5	17.0	12.7	9.3	6.3
		2	5.5	6.0	6.3	7.3	10.5	8.5	15.5	17.8	13.8	11.5	8.5	2.5
Slimania	1975-1988	1	4.9	6.8	7.8	10.0	12.2	15.5	17.8	18.7	17.5	13.4	9.5	6.4
		2	5.1	6.8	7.7	8.8	12.9	11.5	18.7	22.3	16.8	13.2	11.0	4.3
Boughriba	1975-1988	1	3.7	5.9	6.5	9.1	11.2	14.7	17.3	18.0	16.6	12.3	8.1	5.1
		2	2.0	3.1	7.4	8.6	13.2	15.3	19.4	21.0	13.1	11.7	8.5	3.4

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	15.9	16.4	18.9	20.3	22.4	26.5	30.5	31.2	29.0	24.3	19.7	16.9
		2	19.7	18.0	21.3	20.7	22.8	22.4	30.3	31.8	26.7	24.5	20.3	15.5
Slimania	1975-1988	1	17.3	18.3	20.1	21.1	22.7	26.4	29.5	30.5	28.4	24.9	21.0	18.6
		2	19.0	18.9	22.3	19.3	21.6	23.6	29.1	32.0	30.3	26.4	19.0	17.2
Boughriba	1975-1988	1	17.9	19.2	21.2	22.4	24.0	28.1	31.5	32.2	30.0	26.1	21.5	18.9
		2	19.7	19.1	23.5	21.2	23.5	25.6	30.3	33.0	32.5	26.2	19.9	17.8

**Tabl. 13. b . - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes  
groupe des plaines des Triffa**

1= Ecart-type      2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	2.5	2.9	2.6	2.7	2.6	2.5	2.8	2.7	2.5	3.0	2.8	2.9
		2	15.0	16.5	16.0	17.2	20.5	14.0	21.2	15.5	18.2	18.0	15.6	16.0
Slimania	1975-1988	1	2.4	2.7	2.4	2.2	2.0	2.0	2.2	2.2	2.0	2.4	2.6	2.8
		2	14.0	17.8	13.1	13.8	12.8	14.3	13.0	12.8	11.7	14.7	15.8	15.3
Boughriba	1975-1988	1	2.5	2.6	2.4	2.3	2.2	2.1	2.1	2.1	2.3	2.6	2.9	2.7
		2	14.5	15.3	13.8	12.3	12.9	15.3	12.2	12.4	12.4	15.5	15.3	13.2

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	2.9	2.8	2.9	2.8	3.0	3.2	3.0	2.9	3.1	3.2	3.1	3.2
		2	14.9	16.0	17.0	16.3	15.0	15.0	19.0	18.0	14.9	19.7	18.5	16.0
Slimania	1975-1988	1	3.2	3.3	3.1	2.7	2.8	2.5	2.8	2.9	2.8	3.1	3.4	3.6
		2	15.6	18.0	15.0	14.7	14.8	15.0	14.6	16.8	14.9	16.5	17.5	16.7
Boughriba	1975-1988	1	3.5	3.4	3.4	3.2	3.2	2.8	2.8	3.0	3.2	3.4	3.8	4.0
		2	17.0	20.3	21.4	15.0	16.4	14.2	13.8	15.6	16.5	17.2	18.4	18.5

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Berkane	1975-1988	1	3.7	4.1	3.7	3.8	3.5	3.1	3.9	3.6	3.1	3.8	3.8	3.7
		2	22.2	22.0	22.1	27.0	26.0	16.1	26.5	19.0	21.0	25.5	22.0	26.0
Slimania	1975-1988	1	3.1	3.5	3.5	3.1	2.8	2.9	3.1	2.9	2.4	2.9	3.2	3.0
		2	23.0	20.2	21.6	18.2	20.4	20.8	20.2	19.6	16.7	22.1	25.0	18.2
Boughriba	1975-1988	1	3.2	3.6	3.7	3.4	3.2	3.1	3.2	2.9	2.8	3.0	3.4	3.1
		2	27.2	20.8	20.8	20.4	22.7	23.1	22.2	22.1	18.6	19.6	22.2	20.0

Slimania qui demeure la station moins affectée. Le profil de la variation des températures laisse apparaître que ces stations sont "maritimisées", notamment Slimania.

### ***3-1-3 Groupe d'Oujda-Driouch***

#### **A l'échelle annuelle (Tabl. 14 )**

La valeur moyenne annuelle oscille entre 16 et 18°C. La station de M-Hamadi présente des valeurs élevées qui atteignent parfois 19°C. L'écart entre la valeur annuelle la plus forte et la plus basse atteint 2°C à Oujda; ce qui explique pourquoi son écart-type est relativement fort.

En dépit de la faible moyenne annuelle des minima à Oujda (9.9°C) en comparaison avec les autres stations, l'écart-type est quasiment identique. L'indicateur de la variabilité souligne que la station d'Oujda subit une variabilité modérément élevée. L'effet de la mer commence à faiblir ici au profit des influences continentales.

#### **A l'échelle mensuelle (Tabl. 15. a, b )**

La température moyenne des mois les plus chauds est ici comparable à celle du littoral et des plaines des Triffa; cependant, l'amplitude moyenne est supérieure à celle des groupes précédents. L'accroissement de l'étendue dans ce groupe est due aux minima plus bas, car les maxima sont différents de ceux des groupes précédents.

La station où nous observons un rythme de variation soutenu et où l'écart-type dépassent 1°C, est celle d'Oujda. Le mois de décembre y enregistre 1.7°C. Ses étendues mensuelles oscillent entre 3.6 et 5.5°C. Par contre, la station où l'écart-type est le plus faible est Driouch (0.7°C pendant le mois de janvier). Les valeurs affichées par la station M-Hamadi indiquent que les moyennes mensuelles ne fluctuent pas beaucoup.

La variabilité des températures maximales est élevée. L'écart-type des minima est relativement constant tout au long de l'année. Pour la station d'Oujda, les minima d'hiver varient plus que celles de l'été. Et malgré l'existence d'une variabilité en été à l'échelle des maxima, celle-ci demeure faible en comparaison avec celle des mois formant les saisons intermédiaires. Quant aux valeurs de M-Hamadi, elles sont faibles par rapport à celles d'Oujda; l'écart-type le plus élevé est représenté par le mois d'août pour les maxima, et le mois de décembre pour les minima (1.9°C). A Driouch, les valeurs des maxima dépassent celles des

**Tabl. 14 .- Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures moyennes annuelles groupe d'Oujda-Driouch**

**moyennes**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Oujda	1961-1988	16.6	15,5=1972	17,7=1961	0.6
M-Hamadi	1976-1988	18.6	17,6=1976	19,2=1983	0.5
Driouch	1975-1988	17.5	16,6=1976	18,4=1987	0.5

**minima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Oujda	1961-1988	9.9	8,1=1975	11,0=1988	0.7
M-Hamadi	1976-1988	12.2	11,2=1976	13,3=1985	0.6
Driouch	1975-1988	11.8	10,4=1975	12,4=1988	0.6

**maxima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Oujda	1961-1988	23.4	21,4=1973	24,6=1961	0.9
M-Hamadi	1976-1988	25.0	23,2=1976	25,8=1983	0.6
Driouch	1975-1988	23.3	21,4=1982	24,1=1985	0.8

**Tabl. 15. a . - Moyennes et médianes des températures mensuelles  
groupe d'Oujda-Driouch**

1=moyenne 2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1961-1988	1	9.7	10.9	12.4	14.1	16.5	20.9	24.7	25.2	22.5	18.2	13.7	11.0
		2	9.5	10.8	12.1	13.9	16.5	21.2	25.0	25.4	22.5	18.1	13.4	10.8
M-Hamadi	1976-1988	1	11.1	12.7	14.8	16.8	19.3	23.2	26.1	26.6	24.3	20.0	15.8	12.5
		2	11.2	12.6	15.3	17.3	19.6	23.9	26.7	27.2	24.8	20.4	16.2	12.7
Driouch	1975-1988	1	11.1	12.3	13.7	15.5	17.8	21.1	24.8	25.6	22.9	18.8	14.8	12.1
		2	11.4	11.9	13.5	16.1	18.0	21.4	25.1	25.7	23.1	18.8	14.7	11.8

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1961-1988	1	3.7	5.1	5.6	7.5	10.0	13.7	16.7	17.4	15.1	11.2	7.6	5.1
		2	3.6	5.2	5.8	7.6	9.8	14.0	16.9	17.5	15.3	11.4	7.7	5.3
M-Hamadi	1976-1988	1	5.3	7.1	8.2	10.4	13.0	16.4	19.1	19.3	17.6	13.7	10.0	6.7
		2	5.6	7.2	8.8	11.0	13.4	17.0	19.2	20.2	18.1	14.3	9.9	6.9
Driouch	1975-1988	1	5.9	7.3	8.1	10.5	12.7	15.2	18.1	1.9	1.7	13.1	9.3	6.5
		2	5.1	7.4	8.1	11.0	13.0	15.0	19.0	18.4	17.3	13.3	9.1	6.6

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1961-1988	1	15.8	16.6	19.1	20.7	22.9	28.0	32.6	32.9	29.9	25.1	20.4	16.9
		2	15.2	16.2	18.8	20.2	23.3	28.0	33.1	33.1	30.4	24.8	19.4	16.4
M-Hamadi	1976-1988	1	17.0	18.6	21.6	23.4	25.8	30.0	33.3	33.2	30.9	26.5	21.3	18.3
		2	16.9	18.3	22.3	23.9	26.0	30.3	34.1	33.7	31.1	26.6	21.1	18.5
Driouch	1975-1988	1	16.6	17.2	19.3	20.8	22.6	27.6	31.6	32.6	28.7	24.6	20.3	17.5
		2	16.6	17.2	19.1	21.7	22.6	27.3	31.9	33.1	29.0	24.6	20.1	17.4

**Tabl. 15. b . - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles  
groupe d'Oujda-Driouch**

1= Ecart-type 2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1961-1988	1	1.5	1.1	1.2	1.5	1.2	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.6	1.7
		2	5.5	4.2	4.1	4.9	5.3	4.3	4.7	5.4	4.7	3.6	5.4	5.4
M-Hamadi	1976-1988	1	1.1	1.0	1.3	1.3	1.1	1.2	1.0	1.4	1.3	1.3	1.6	1.7
		2	4.8	4.0	5.8	4.6	4.1	3.7	4.1	4.6	4.6	3.8	5.6	5.5
Driouch	1975-1988	1	0.7	1.0	1.0	1.6	1.3	1.3	1.2	1.0	1.1	0.9	1.0	1.3
		2	2.5	3.7	3.0	4.5	4.5	6.2	4.1	3.7	4.2	2.8	3.6	4.6

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1961-1988	1	2.1	1.5	1.0	1.3	1.0	1.3	1.0	1.1	1.4	1.4	1.9	1.8
		2	7.9	4.0	3.5	4.0	3.4	4.6	3.3	4.7	5.7	4.7	6.4	5.6
M-Hamadi	1976-1988	1	1.5	1.4	1.5	1.6	1.5	1.5	1.0	1.8	1.8	1.5	1.4	1.9
		2	6.5	4.5	6.4	6.0	6.2	5.3	3.8	6.4	6.2	4.8	5.1	6.4
Driouch	1975-1988	1	1.4	1.2	1.0	1.4	1.2	1.4	1.8	0.9	0.8	0.9	1.2	1.5
		2	5.2	4.8	3.5	4.4	4.7	5.9	6.7	3.7	2.9	3.1	3.8	5.6

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1961-1988	1	1.4	1.4	1.7	2.1	1.8	1.5	2.0	1.9	1.5	1.7	3.2	1.7
		2	4.4	5.2	4.8	7.2	9.6	4.9	7.4	6.7	4.9	5.7	13.5	5.7
M-Hamadi	1976-1988	1	0.8	1.2	1.6	1.5	1.5	1.3	1.5	2.7	1.2	1.4	1.1	1.5
		2	3.1	3.8	5.0	5.3	5.2	4.4	5.5	10.2	4.7	4.6	3.7	4.5
Driouch	1975-1988	1	0.9	1.4	1.5	2.3	2.1	1.3	1.9	1.7	2.2	1.3	1.2	1.9
		2	3.3	9.8	5.8	6.8	9.1	5.0	6.5	6.6	7.6	4.7	4.3	7.3

minima. Ces valeurs sont présentées par les mois d'avril, mai, septembre et juillet. Ceci ne permet pas de mettre en évidence la saison soumise à une forte variation.

### A l'échelle quotidienne (Tabl. 16. a, b )

A l'inverse de ce que nous avons précédemment constaté, le mois de septembre s'éloigne des mois du coeur d'été soit à l'échelle des moyennes, soit à l'échelle des extrêmes. Le mois de janvier reste en dehors de son groupe, ce fait peut-être expliqué par les basses valeurs enregistrées durant ce mois, elles influencent sans aucun doute la moyenne quotidienne. Les courbes des minima en hiver confirment ce décalage. Le changement remarquable qui mérite d'être signalé ici est le rapprochement entre le mois d'octobre et de novembre au niveau des maxima.

La variabilité des moyennes quotidiennes devient très importante. Aussi, il est difficile de définir ou de nuancer la saison pendant laquelle les températures sont le plus irrégulières. A Oujda, les diverses expressions de la variabilité durant l'été sont homogènes et faibles par rapport aux autres saisons. La différence entre l'hiver et les saisons intermédiaires est moindre. La variabilité exprimée par l'écart-type à M-Hamadi indique que l'hiver a une faible dispersion des températures, et que l'été connaît une certaine stabilité. A Driouch, les mois de la saison estivale sont affectés par une forte variabilité qui atteint la barre de  $3.7^{\circ}\text{C}$  en septembre et  $3.5^{\circ}\text{C}$  en juillet. Les autres saisons semblent être également touchées par une même intensité de la variabilité.

Au niveau des extrêmes, L'écart-type nous informe que la variation des maxima est incontestablement plus forte que celle des minima.

Les valeurs de l'écart-type des minima sont très hétérogènes à Oujda, elles vont jusqu'à  $3.8^{\circ}\text{C}$  en novembre. Quant aux valeurs des autres stations, elles ne dépassent pas  $3.4^{\circ}\text{C}$ . Bien que la valeur de  $3.8^{\circ}\text{C}$  soit enregistrée en novembre, l'hiver constitue la période de l'instabilité des températures minimales, suivie des saisons intermédiaires. Les valeurs de l'écart-type à M-Hamadi sont relativement stationnaires, l'écart-type de la majorité des mois étant compris entre  $2.8$  et  $3.3^{\circ}\text{C}$ . La variabilité à Driouch en hiver est évidente, elle atteint le maximum en

Tabl. 16. a . - Moyennes et médianes des températures quotidiennes  
groupe d'Oujda-Driouch

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1975-1988	1	9.7	11.2	12.4	14.1	16.5	20.8	24.7	25.2	22.5	18.2	13.7	11.0
		2	9.7	9.5	15.0	11.1	16.4	18.0	25.8	27.5	20.8	20.0	12.2	9.1
M-Hamadi	1976-1988	1	11.1	13.0	14.9	16.9	19.4	23.3	26.2	26.6	24.3	20.1	15.5	12.5
		2	13.0	11.9	14.7	16.0	17.4	23.9	25.4	26.8	23.0	20.8	12.6	10.9
Driouch	1975-1988	1	10.1	11.5	12.9	14.9	16.7	20.5	23.4	24.3	21.3	17.3	13.4	11.2
		2	11.3	12.1	16.3	14.4	15.6	19.4	25.7	24.8	23.3	19.6	14.1	10.9

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1975-1988	1	3.7	5.2	5.6	7.5	10.0	13.7	16.7	17.4	15.1	11.2	7.6	5.1
		2	0.7	1.9	6.6	5.6	11.5	14.0	17.5	19.6	12.0	10.7	7.5	3.0
M-Hamadi	1976-1988	1	5.2	7.2	8.1	10.4	12.9	16.4	19.1	19.3	17.7	13.8	10.0	6.7
		2	7.5	6.1	6.5	7.2	10.2	15.5	20.3	19.4	16.7	15.7	7.3	4.9
Driouch	1975-1988	1	5.6	7.5	8.1	10.5	12.7	15.2	18.1	18.5	17.1	13.2	9.3	6.5
		2	3.9	7.6	8.9	8.8	10.6	14.1	19.8	17.7	14.6	12.3	8.0	6.0

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1975-1988	1	15.8	17.1	19.1	20.7	23.0	28.0	32.6	32.9	29.9	25.0	19.7	16.9
		2	18.7	17.1	23.3	18.6	21.2	22.0	34.1	35.4	29.6	29.2	17.3	15.2
M-Hamadi	1976-1988	1	17.0	19.1	21.5	23.0	25.7	30.0	33.6	34.0	31.0	26.5	21.3	18.3
		2	18.4	18.1	22.8	24.8	24.6	32.3	30.5	34.1	28.6	25.8	17.8	16.9
Driouch	1975-1988	1	16.6	17.6	19.3	20.9	22.6	27.6	31.6	32.6	28.7	24.6	20.3	17.5
		2	18.7	18.3	23.6	20.2	20.5	24.6	31.6	31.9	31.7	26.8	20.1	15.9

**Tabl. 16. b . - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes  
groupe d'Oujda-Driouch**

1= Ecart-type      2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1975-1988	1	2.9	3.1	3.1	3.1	2.7	2.7	2.8	2.7	2.7	3.1	3.3	3.2
		2	17.6	18.2	18.4	16.9	15.9	17.1	16.8	16.5	16.0	19.3	17.0	16.9
M-Hamadi	1976-1988	1	2.4	2.5	2.9	2.6	2.6	2.6	2.7	2.6	2.4	2.7	2.8	2.6
		2	14.1	15.5	15.0	15.6	18.4	15.7	17.1	16.4	13.7	15.4	14.3	13.3
Driouch	1975-1988	1	2.8	3.3	3.0	3.3	3.2	2.9	3.5	3.2	3.7	3.0	3.2	3.1
		2	15.9	22.3	16.6	16.3	20.7	16.1	21.7	19.2	18.0	16.1	20.4	21.3

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1975-1988	1	3.6	3.4	3.1	3.0	2.8	2.8	2.5	2.7	3.0	3.5	3.8	3.6
		2	17.1	18.4	17.5	16.1	14.9	19.4	14.1	16.6	18.0	20.0	19.1	17.7
M-Hamadi	1976-1988	1	3.1	3.1	3.2	2.8	3.2	3.1	2.8	3.1	3.2	3.2	3.2	3.3
		2	14.8	17.0	16.2	16.4	18.8	18.6	21.1	21.4	17.6	16.5	15.4	16.0
Driouch	1975-1988	1	3.1	2.9	2.6	2.5	2.5	2.4	3.0	2.2	2.6	2.5	3.4	2.9
		2	15.8	17.2	18.4	16.4	15.2	17.8	18.6	16.0	15.0	14.8	16.0	17.0

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Oujda	1975-1988	1	4.5	4.5	3.8	4.5	3.7	3.8	4.0	4.2	3.5	4.0	4.2	3.8
		2	24.3	24.4	24.9	25.1	23.3	20.6	23.5	19.7	20.0	22.9	23.2	20.0
M-Hamadi	1976-1988	1	2.8	3.9	4.1	3.4	3.5	3.6	3.9	3.6	3.4	3.4	3.4	2.9
		2	17.0	20.2	20.6	24.8	21.4	22.2	23.2	31.0	16.4	24.2	19.8	16.4
Driouch	1975-1988	1	2.9	3.5	3.9	3.8	3.7	3.5	3.8	3.3	3.9	3.0	3.5	3.2
		2	20.8	26.4	21.1	22.2	23.4	24.3	29.0	24.5	21.2	21.6	22.6	20.0

novembre avec 3,4°C. Mais ce qui est frappant c'est le grand écart entre le mois de juillet et d'août (0,8°C).

Au niveau des maxima, la variabilité à Oujda est aussi forte en hiver que durant les saisons intermédiaires; l'écart-type durant ces périodes avoisine 4.5°C; il est plus faible en septembre avec 3.5°C. A M-Hamadi la variabilité des maxima diffère de celle d'Oujda: le maximum de l'écart-type est de 4.1°C en mars et le minimum est de 2.8°C en janvier. Cette valeur de 2.8°C témoigne du fait que la température maximale durant la période hivernale ne fluctue pas beaucoup, ce qui est tout à fait l'inverse de ce que l'on observe pendant les saisons intermédiaires. Mis à part le mois de mars, les autres mois ont des valeurs proches. Nous constatons que les mois d'été à Driouch sont légèrement différents. L'étendue de l'écart-type est de 1°C, ce qui dénote que la dispersion des températures n'est pas vraiment prononcée. Ainsi, nous ne pouvons pas faire de véritables différences entre les saisons. Qu'il s'agisse des minima ou des maxima, nous assistons à une accélération de la variabilité dans les stations considérées; cela signifie que l'effet régulateur de la mer devient de moins en moins efficace. L'empreinte continentale s'explique par l'amplitude thermique. Ce groupe stationnel reste une zone où les influences méditerranéens et continentales se rencontrent.

### ***3-1-4 Groupe du couloir Taza-Guercif***

#### **A l'échelle annuelle (Tabl. 17 )**

A Melloulou la moyenne dépasse 18°C. Malgré l'hétérogénéité des moyennes annuelles des stations de Taza et Melloulou, l'écart-type reste identique. Les moyennes des minima ne sont pas vraiment différentes; néanmoins l'écart-type reflète cette différenciation entre les stations (1.1°C à Melloulou). Nous pouvons constater que l'écart-type est nettement moins élevé à Melloulou (0.4°C) pour ce qui est des maxima.

#### **A l'échelle mensuelle (Tabl. 18. a, b )**

Ce groupe diffère des précédents par sa variabilité mensuelle très accentuée, notamment à Melloulou; le mois de mars présente l'écart-type record (2.3°C) avec une étendue de 7.8°C. La valeur de 2°C est atteinte en général deux fois à Melloulou. Les valeurs d'écart-type sont moins prononcées à Taza. Mais cela n'empêche pas de trouver des étendues comparables à celles des autres stations.

La variabilité des minima exprimés en écart-type est élevée, il est de l'ordre de 0.7 à 3.7°C. Les maxima varient de 1.0 à 2.4°C. Ce comportement ne peut pas être général, puisque les stations diffèrent entre elles. Pour la station de Taza, les indicateurs de la variabilité indiquent que les maxima varient plus que les minima en été et en particulier durant les saisons intermédiaires. Concernant les minima, ce sont les mois d'hiver qui sont affectés par une forte variabilité. Pour Melloulou, et au niveau des minima, ce sont les mois d'hiver qui soulignent une plus forte variabilité, notamment le mois de février (3.7°C). En ce qui concerne les maxima, nous pouvons faire la même constatation que celle effectuée pour les maxima de Taza. Si les indicateurs nous ont fourni une image claire sur la variabilité des maxima, dans le sens où nous avons pu facilement définir les saisons caractérisée par une forte variabilité, il n'en est pas de même pour les minima. Les mois d'hiver expriment un contraste, en présentant à la fois des fortes et des faibles valeurs; le même cas se présentent aussi pour les saisons intermédiaires.

**Tabl. 17 . Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe du couloir Taza-Guercif**

**moyenne**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Taza	1960-1988	17.5	16,1=1971	18,6=1961	0.7
Melloulou	1980-1988	18.7	17,2=1984	19,5=1988	0.7

**minima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Taza	1960-1988	12.0	10,8=1972	13,0=1987	0.5
Melloulou	1980-1988	12.5	10,0=1984	13,6=1988	1.1

**maxima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Taza	1960-1988	23.2	21,5=1972	24,4=1985	0.8
Melloulou	1980-1988	24.9	24,3=1984	25,4=1988	0.4

**Tabl. 18. a . - Moyennes et médianes des températures mensuelles  
groupe du couloir Taza-Guercif**

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1960-1988	1	9.8	11.2	13.3	15.1	17.8	22.9	27.1	27.3	24.4	18.9	14.0	10.9
		2	9.8	11.1	12.8	15.1	17.7	23.2	27.1	27.4	24.7	18.7	13.6	11.0
Melloulou	1980-1988	1	9.8	11.2	14.3	16.8	19.9	24.5	28.0	28.8	25.0	19.7	14.8	11.3
		2	9.9	11.8	15.9	17.0	20.5	24.9	28.9	29.5	25.5	20.6	15.3	11.3

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1960-1988	1	5.3	6.7	8.0	9.9	12.1	16.1	19.5	19.9	17.9	13.4	9.1	6.5
		2	5.7	6.9	7.7	10.1	12.1	16.4	19.2	20.1	18.1	13.3	8.7	6.5
Melloulou	1980-1988	1	4.8	5.5	8.0	10.9	13.8	17.6	19.8	21.5	17.9	13.6	9.8	6.4
		2	5.4	7.1	9.8	11.2	14.5	18.2	20.5	22.0	18.2	14.1	9.6	6.3

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1960-1988	1	14.3	15.7	18.5	20.3	23.4	29.6	34.6	34.6	30.7	24.4	18.8	15.3
		2	14.3	15.4	17.9	20.5	23.6	29.9	34.9	35.0	31.2	24.3	18.4	15.6
Melloulou	1980-1988	1	14.8	16.9	20.6	22.7	26.0	31.5	36.2	36.0	32.1	25.8	19.9	16.2
		2	14.8	17.3	22.0	24.2	26.6	31.4	36.9	36.9	32.3	26.5	20.0	16.6

Tabl. 18. b . - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles  
groupe du couloir Taza-Guercif

1= Ecart-type      2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1960-1988	1	0.9	0.8	1.5	1.6	1.8	1.5	1.5	1.5	1.3	1.5	1.2	1.2
		2	3.8	2.9	4.4	5.6	7.3	5.2	6.0	6.4	4.1	5.3	4.1	3.4
Melloulou	1980-1988	1	1.2	2.0	2.3	1.2	1.8	1.8	1.3	1.0	0.8	1.4	1.0	1.7
		2	4.1	7.6	7.8	4.1	6.5	2.7	4.1	3.6	2.3	4.4	3.1	4.8

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1960-1988	1	1.5	0.7	1.0	1.1	1.1	1.2	1.1	1.2	1.1	1.1	1.4	1.4
		2	5.6	2.8	2.9	3.8	4.6	3.7	4.8	5.7	3.7	3.0	4.8	4.0
Melloulou	1980-1988	1	1.5	3.7	3.3	1.2	1.7	1.1	1.5	1.2	0.9	1.7	1.2	2.8
		2	5.3	12.7	11.3	4.1	6.2	4.0	4.7	4.3	3.2	5.7	3.6	7.3

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1960-1988	1	1.0	1.3	1.9	2.4	2.4	1.9	2.0	1.8	1.7	2.1	1.3	1.2
		2	3.6	4.2	6.4	7.4	10.0	6.8	7.2	7.2	5.0	7.7	4.9	4.4
Melloulou	1980-1988	1	1.1	1.5	1.9	2.4	2.4	1.9	2.0	1.8	1.7	2.1	1.3	1.2
		2	3.2	4.2	4.4	5.9	8.3	4.3	6.2	5.5	3.8	4.2	3.2	3.8

### A l'échelle quotidienne (Tabl. 19. a, b )

L'examen des courbes de fréquence au niveau des moyennes montre que les mois sont éloignés les uns des autres; excepté les mois de mars et novembre à partir de la classe (8 à 10°C), et les mois de juillet et août où l'écart entre les courbes est très réduit. Pour ce qui est des minima, nous remarquons deux tendances: le mois de septembre se rapproche des mois de juillet et août, le mois d'octobre avoisine l'ensemble des mois d'été et en particulier le mois de juin. Quant aux maxima, les mois de juillet et août évoluent dans le même sens et ne varient pas; le seul changement qui se produit c'est que le mois d'octobre forme à partir de la classe (14 à 16°C) une seule courbe avec le mois mai.

La variabilité des températures est assez forte. L'écart-type à Taza exprime une faible dispersion des valeurs au cours de l'hiver et un rapprochement pendant l'été et les saisons intermédiaires. A Melloulou, la variabilité durant les saisons intermédiaires est indiscutable, particulièrement en mars (3.8°C). Et c'est le mois de septembre et de juin qui enregistrent les valeurs inférieures au lieu de l'hiver comme il est le cas à Taza.

Nous remarquons que les valeurs de la variabilité des minima à Taza sont identiques. Le fait que la période hivernale a des valeurs légèrement élevées nous conduit à la considérer comme une période soumise à une forte variabilité. Quant à l'été, il présente des valeurs faibles et immuables. La variabilité atteint son sommet à Melloulou où elle s'échelonne entre 2.1 et 4.8°C. Dans l'ensemble l'écart-type est très important. Nous trouvons les plus fortes valeurs des minima durant la saison d'hiver; cela indique que cette saison est affectée par une dispersion des températures remarquable, suivie des saisons intermédiaires. Ce qui est surprenant c'est que les mois d'été, en particulier juillet et août présentent des valeurs différentes.

La variabilité des maxima durant les saisons intermédiaires à Taza est indiscutable, l'écart-type est compris entre 3.9 et 4.9°C. Ce n'est plus l'été mais l'hiver qui présente ici la saison stable. A Melloulou la distinction ne se fait pas uniquement au niveau des saisons, mais aussi entre les mois de la même saison: c'est le cas des mois d'hiver 2.9°C en décembre contre 4.7°C en janvier. L'été est la saison où la variabilité est relativement constante. L'influence de

**Tabl. 19. a . - Moyennes et médianes des températures quotidiennes  
groupe du couloir Taza-Guercif**

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1975-1988	1	9.8	11.5	13.3	15.1	17.8	22.9	27.1	27.3	24.3	18.9	14.0	10.9
		2	9.7	10.6	13.6	13.6	17.8	18.6	30.7	28.3	23.0	20.7	14.2	9.6
Melloulou	1980-1988	1	9.8	11.5	14.3	16.8	19.9	24.5	28.0	28.5	25.0	19.7	14.8	11.3
		2	13.1	14.7	16.2	24.3	22.5	24.0	27.7	29.0	24.4	21.9	12.6	8.2

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1975-1988	1	5.3	6.9	7.9	9.9	12.1	16.1	19.5	19.9	17.9	13.4	9.1	6.5
		2	5.2	6.3	6.6	8.4	13.0	13.6	23.6	21.6	15.6	13.9	10.9	4.5
Melloulou	1980-1988	1	4.8	5.6	8.0	10.9	13.8	17.6	19.8	21.5	17.9	13.6	9.8	6.4
		2	16.5	17.3	17.9	22.4	19.6	22.6	23.2	23.9	22.1	23.6	18.3	16.6

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1975-1988	1	14.3	16.0	18.5	20.3	23.4	29.6	34.6	34.6	30.8	24.4	18.7	15.3
		2	14.2	15.0	20.5	18.7	22.6	23.6	37.7	35.0	30.4	27.4	17.5	14.6
Melloulou	1980-1988	1	14.9	17.3	20.7	22.8	26.0	31.4	36.2	35.4	32.1	25.8	19.9	16.2
		2	22.1	23.2	25.1	31.1	28.1	29.8	29.1	34.3	30.5	28.3	24.1	19.6

**Tabl. 19. b . - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes  
groupe du couloir Taza-Guercif**

1= Ecart-type

2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1975-1988	1	2.4	2.6	3.0	3.1	3.4	3.1	3.2	2.9	2.9	3.1	2.8	2.4
		2	15.0	15.1	17.3	17.6	18.8	16.8	17.3	17.4	18.4	21.3	15.7	13.6
Melloulou	1980-1988	1	2.9	3.3	3.8	3.1	3.2	2.6	2.9	2.9	2.4	2.9	2.9	2.8
		2	15.9	17.0	18.9	17.3	17.2	18.6	15.3	19.6	12.6	14.7	16.6	14.9

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1975-1988	1	3.1	2.5	2.5	2.5	2.6	2.6	2.4	2.4	2.4	2.8	3.0	2.9
		2	15.7	13.0	14.0	15.4	18.5	15.2	14.6	16.9	16.4	19.2	18.0	17.4
Melloulou	1980-1988	1	3.7	4.8	4.3	2.9	2.8	2.1	2.6	3.3	2.2	3.2	3.1	3.8
		2	19.8	26.0	22.8	21.6	15.0	14.0	15.7	25.0	14.8	16.0	19.6	18.0

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Taza	1975-1988	1	3.2	3.9	4.6	4.6	4.9	4.3	4.3	3.8	4.0	4.3	3.9	3.1
		2	22.3	23.1	23.1	26.7	24.9	21.8	21.3	20.7	24.1	28.0	23.0	19.4
Melloulou	1980-1988	1	4.7	3.9	3.9	4.7	4.0	3.9	3.7	3.9	3.5	3.7	3.9	2.9
		2	19.8	21.8	21.6	23.4	24.4	25.0	20.0	20.6	16.8	20.0	21.8	16.0

l'altitude et de la latitude est amorti à Taza grâce aux influences atlantiques qui trouvent dans le couloir Taza-Guercif une issue pour atténuer les températures.

### ***3-1-5 Groupe de la Haute Moulouya***

#### **A l'échelle annuelle (Tabl. 20 )**

Les moyennes annuelles sont sensiblement inférieures à celles des autres stations. Elles varient de 12.8, obtenue à Midelt en 1972 et 18.4°C obtenue à Missour en 1985.

Au niveau des minima moyens, nous observons qu'il y a une différence entre ces stations (Midelt et Missour) et celle du Nord (Taza, Melloulou). La moyenne annuelle est nettement plus basse ici qu'au Nord et la différence atteint 4°C. Les températures minimales basses, dans les stations de la Haute Moulouya, sont dues aux effets conjugués de l'altitude, la latitude et la continentalité. Nous rappelons que ces stations sont abritées par des montagnes bloquant les influences maritimes d'Ouest. Concernant les influences de la Méditerranée, elles atteignent rarement ces stations. Dans le cas où elles se produisent, elles proviennent du nord-est et elles butent contre les flancs du Rif et de l'Atlas en trouvant dans la vallée de la Moulouya un passage pour intéresser ces stations. L'air froid venant d'Est qui coule sur les pentes de la vallée de la Moulouya, stagne et provoque une baisse des températures. Isnard est allé jusqu'à dire que "*de petits anticyclones d'origine thermique y en engendrent un type de temps local sec*" (Isnard. 1958).

#### **A l'échelle mensuelle (Tabl. 21. a, b )**

Les indicateurs de la variabilité au niveau des moyennes mensuelles s'échelonnent de 0.9 que nous trouvons en novembre à Midelt à 2°C pour la même station pendant le mois d'avril et en août pour la station de Missour. En général les moyennes hivernales à Midelt restent stationnaires.

A Missour et au niveau des minima, les indicateurs des mois d'été devraient logiquement être inférieurs à ceux des autres saisons, alors qu'ils présentent des valeurs très accentuées. En hiver, contrairement à ce que nous avons tendance à croire, les signes d'une variabilité plus prononcée (mis à part janvier) ne sont pas confirmées à l'échelle des minima et des maxima. En dépit de l'existence d'une forte variabilité durant le mois d'avril à Midelt, elle reste la station dont la variabilité est la moins forte.

**Tabl. 20 . Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe de la Haute Moulouya**

**moyenne**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Midelt	1961-1988	14.3	12,8=1972	15,8=1987	0.7
Missour	1975-1987	16.8	15,1=1982	18,4=1985	0.8

**minima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Midelt	1961-1988	7.8	6,5=1972	9,0=1987	0.6
Missour	1975-1987	8.3	5,8=1982	9,7=1986	1.0

**maxima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
Midelt	1961-1988	21.0	19,0=1972	22,3=1987	0.9
Missour	1975-1987	25.0	22,9=1976	26,8=1987	1.0

**Tabl. 21. a . - Moyennes et médianes des températures mensuelles  
groupe de la Haute Moulouya**

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1961-1988	1	6.5	8.1	10.2	12.3	15.0	20.0	24.4	24.1	20.5	15.0	10.3	7.4
		2	6.6	8.1	10.1	12.2	14.9	20.3	24.6	23.8	20.6	15.1	10.1	7.8
Missour	1975-1987	1	7.6	10.1	12.6	14.7	17.7	22.9	27.0	26.0	23.0	17.8	12.3	9.3
		2	7.7	10.7	13.1	14.9	18.2	23.0	27.4	26.6	23.1	18.2	12.3	10.4

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1961-1988	1	0.5	2.3	3.5	5.6	8.1	12.5	16.2	16.2	18.1	8.6	4.4	2.2
		2	0.5	2.5	4.2	5.6	8.1	12.6	16.4	15.8	13.1	8.5	4.1	2.0
Missour	1975-1987	1	-0.5	2.3	4.3	6.6	9.3	13.4	16.7	15.7	14.1	10.0	5.3	2.0
		2	-0.4	3.0	4.4	6.9	9.6	14.7	18.4	16.2	14.3	10.2	4.8	2.2

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1961-1988	1	12.5	13.8	16.9	18.9	21.8	27.6	32.5	32.0	27.8	21.4	16.2	13.2
		2	13.0	13.7	17.1	19.4	21.5	28.0	32.9	32.0	28.3	21.5	16.1	13.4
Missour	1975-1987	1	15.2	17.8	20.9	22.8	26.1	32.4	37.0	36.1	31.7	25.5	19.6	16.3
		2	15.4	17.2	22.1	23.6	27.1	32.8	37.3	31.1	31.9	25.7	20.1	17.3

**Tabl. 21. b . - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles  
groupe de la Haute Moulouya**

1= Ecart-type      2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1961-1988	1	1.2	1.0	1.7	2.0	1.3	1.5	1.0	1.2	1.1	1.0	0.9	1.3
		2	4.6	3.6	5.8	7.4	6.8	4.8	3.7	4.3	3.6	3.7	3.3	4.0
Missour	1975-1987	1	1.1	1.8	1.6	1.9	1.7	1.6	1.5	2.0	1.0	1.1	1.4	1.6
		2	4.1	7.3	5.4	6.1	6.2	6.6	4.8	7.4	3.6	4.1	5.1	5.2

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1961-1988	1	1.2	0.8	1.5	1.5	1.4	1.2	1.0	1.4	1.1	0.8	1.2	2.8
		2	4.5	2.9	4.9	5.2	5.6	4.0	3.8	5.3	3.8	2.9	3.3	11.9
Missour	1975-1987	1	1.7	1.8	1.3	1.4	1.8	2.5	3.1	2.7	1.5	1.2	1.5	1.7
		2	5.3	7.4	4.8	5.0	6.4	9.2	10.7	8.9	6.0	4.0	5.8	5.8

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1961-1988	1	1.4	1.4	2.1	2.6	2.1	1.9	1.1	1.1	1.2	1.4	1.0	1.5
		2	4.7	4.5	6.9	9.5	8.1	5.9	3.6	3.9	4.2	5.2	4.2	4.7
Missour	1975-1987	1	1.0	2.2	2.4	2.8	2.4	2.0	1.3	1.6	1.5	1.6	1.4	2.0
		2	3.7	8.7	7.7	9.6	8.4	7.0	5.3	5.8	5.5	4.6	4.4	6.0

**A l'échelle quotidienne (Tabl. 22. a, b )**

En plus de la légère différence entre les mois de juin et septembre, les mois d'octobre et mai se regroupent dans la classe (6 à 8). La domination des basses températures durant les mois d'hiver et surtout en janvier était attendue. Au niveau des maxima, le mois de mai se rapproche des mois d'été, ce qui n'est pas surprenant puisqu'à la fin de ce mois nous enregistrons des températures comparables à celles des mois de juillet et d'août. La transition des températures de mai vers l'été se fait progressivement dans cette région.

A Midelt, la variabilité est très prononcée pendant les saisons intermédiaires et précisément durant le mois d'avril où le maximum est atteint ( $3.8^{\circ}\text{C}$ ). Les mois de juillet et d'août ont des valeurs très basses et identiques. A Missouri, l'hiver est marqué par une variabilité légèrement plus faible en comparaison avec l'été, et ce sont les saisons intermédiaires qui subissent la plus forte variabilité.

Ce groupe est similaire aux groupes précédents pour ce qui est de la prédominance de la variabilité des maxima, mais sa spécificité principale est que l'écart-type observé à Midelt est excessif. Les saisons intermédiaires de cette dernière station enregistrent des valeurs qui leur permettent d'être les saisons les plus touchées ( $5.1^{\circ}\text{C}$ ). Les mois du coeur de l'été ont des valeurs faibles, c'est pourquoi nous les avons classés comme période assujettie à une faible variabilité.

Pour les maxima à Missouri, la mise en évidence d'une saison très variable n'est pas commode, à l'exception des mois de juillet et d'août dont les valeurs sont identiques; les autres saisons ont des valeurs très fluctuantes. Quant aux minima elles subissent une forte variabilité notamment durant juillet et août. La variabilité dans ces stations est plus prononcée que pour les groupes précédents.

**Tabl. 22. a . - Moyennes et médianes des températures quotidiennes  
groupe de la Haute Moulouya**

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1975-1988	1	6.5	8.3	10.2	12.3	15.0	20.0	24.4	24.1	20.4	15.0	10.3	7.4
		2	6.8	5.4	12.0	11.9	16.7	16.3	25.9	24.5	19.8	15.6	8.8	5.3
Missour	1975-1987	1	7.4	10.3	12.8	14.7	17.8	22.8	26.9	25.6	22.9	17.8	12.4	9.5
		2	6.6	9.0	13.7	8.7	20.7	14.4	28.1	26.1	22.1	18.9	19.0	13.2

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1975-1988	1	0.5	2.3	3.5	5.6	8.2	12.5	16.2	16.2	13.1	8.6	4.4	1.5
		2	0.4	1.0	4.9	4.5	9.2	9.0	17.2	17.3	12.3	7.9	7.6	-1.1
Missour	1975-1987	1	-0.1	2.3	4.3	6.7	9.4	13.5	16.8	15.8	14.2	10.0	5.0	2.1
		2	-1.0	-0.4	4.7	5.6	11.7	13.2	19.5	20.2	14.1	10.2	4.0	4.5

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1975-1988	1	12.5	14.2	16.9	18.9	21.8	27.6	32.5	32.0	27.7	21.4	16.2	13.2
		2	13.3	9.7	19.1	21.3	24.1	24.9	34.5	31.6	27.9	23.2	13.2	11.7
Missour	1975-1987	1	15.2	18.3	20.7	22.9	26.1	32.2	37.0	36.1	31.7	25.3	19.6	16.4
		2	15.8	21.6	17.7	20.2	24.5	27.4	37.5	35.2	32.4	23.3	15.6	21.3

Tabl. 22. b . - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes  
groupe de la Haute Moulouya

1= Ecart-type      2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1975-1988	1	3.0	3.3	3.5	3.8	3.7	3.1	2.4	2.3	2.7	2.9	2.9	3.1
		2	18.2	19.4	17.7	19.5	20.7	16.2	13.6	12.8	17.0	16.8	17.0	17.4
Missour	1975-1987	1	2.7	3.1	3.1	3.2	3.6	3.3	2.9	3.3	2.8	3.0	3.2	2.9
		2	15.8	15.9	16.7	18.8	22.9	16.1	16.9	17.0	16.4	15.5	28.9	16.6

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1975-1988	1	2.8	2.8	2.9	3.2	3.1	2.6	2.7	2.7	2.5	2.7	2.7	2.9
		2	18.6	17.1	16.1	18.6	16.7	17.3	14.7	17.7	19.0	17.1	14.8	17.6
Missour	1975-1987	1	3.4	3.2	2.6	2.9	3.2	3.5	4.1	4.3	3.0	2.9	3.1	3.4
		2	20.4	20.8	15.0	20.0	19.7	19.0	26.0	24.0	16.6	16.0	18.0	16.8

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Midelt	1975-1988	1	4.2	4.6	4.8	5.1	5.1	4.2	2.7	2.6	3.4	3.9	4.0	4.0
		2	23.6	24.0	25.7	27.1	29.5	25.8	15.0	16.5	17.8	22.7	22.9	21.6
Missour	1975-1987	1	3.6	4.6	4.8	4.8	4.9	4.7	3.5	3.5	3.8	4.2	4.0	3.8
		2	22.6	22.6	23.4	27.4	27.0	28.0	28.2	18.8	23.4	27.1	20.8	20.8

### ***3-1-6 Groupe des Hauts plateaux***

#### **A l'échelle annuelle (Tabl. 23 )**

La moyenne annuelle de la seule station, B-Mathar, est de 15°C. Durant la période étudiée, 1975-1988, la moyenne a varié de 14 à 16.6°C. L'écart-type est de 0.7°C, il est donc similaire à celui du groupe précédent. Cette station a enregistré la plus faible moyenne des minima dans l'Est du Maroc. L'écart-type est très prononcé, ce qui implique que les minima moyens sont soumis à une variabilité remarquable. Les moyennes des maxima ne diffèrent pas des autres moyennes que nous avons vues jusqu'à présent, mais l'écart-type est très élevée (1.0°C). La variation nettement plus accusée dénonce les effets d'une continentalisation accrue.

#### **A l'échelle mensuelle (Tabl. 24. a, b )**

Dans ce groupe nous assistons à une élévation de la variabilité mensuelle; l'écart-type varie de 1 à 2.6°C et l'étendue est de 10.7°C. Cette accroissement de l'amplitude s'accompagne d'une fluctuation plus élevée et témoigne aussi d'une continentalité plus prononcée du climat. La station se caractérise par une importante variabilité des minima pendant la saison hivernale, et en particulier au cours du mois de décembre où elle atteint le stade de 3.5°C. En ce qui concerne les maxima, ce sont les saisons intermédiaires qui sont affectées par une forte variabilité.

#### **A l'échelle quotidienne (Tabl. 25. a, b )**

La particularité principale dans ce groupe est le comportement des minima. En particulier durant l'hiver, nous enregistrons une domination quasi-totale des minima négatifs, phénomène commençant en novembre et qui continue parfois durant le mois de mars, mais avec une intensité faible. Il en ressort que ces valeurs ont plus de poids pendant janvier. Au niveau des maxima, les mois d'été donnent une bonne illustration du découpage adopté. Nous remarquons que la fin du mois de juin tend à rejoindre le coeur de l'été; il est de même pour le début de mois de septembre.

**Tabl. 23 . Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe des Hauts plateaux**

**moyenne**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
<b>B-Mathar</b>	1975-1988	15.1	14,1=1975	16,6=1985	0.7

**minima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
<b>B-Mathar</b>	1975-1988	6.8	5,2=1983	9,4=1978	1.0

**maxima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
<b>B-Mathar</b>	1975-1988	23.3	21,4=1979	24,7=1988	1.0

**Tabl. 24. a . - Moyennes et médianes des températures mensuelles  
groupe des Hauts plateaux**

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	5.3	7.6	10.5	13.2	16.9	21.5	26.5	25.6	22.2	15.7	9.9	6.7
		2	5.3	7.6	10.7	13.0	16.6	21.7	26.4	25.4	22.2	15.5	9.9	6.2

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	-2.3	0.3	2.8	5.2	9.0	12.2	16.4	15.9	13.4	7.2	2.5	-0.6
		2	-2.4	-2.6	2.8	5.1	8.9	12.3	16.3	15.9	13.3	7.2	2.3	-2.1

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	12.8	14.9	18.2	21.2	24.7	30.9	36.5	35.2	31.0	23.2	17.3	14.1
		2	12.8	14.7	18.2	21.3	25.0	31.0	37.0	34.9	31.6	23.9	16.9	14.4

**Tabl. 24. b . - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles  
groupe des Hauts plateaux**

1= Ecart-type 2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	1.0	1.4	1.2	13.0	1.9	1.4	1.5	1.5	1.5	2.6	1.0	2.3
		2	3.7	5.0	3.8	4.6	7.8	4.8	5.4	4.4	4.8	10.7	3.7	8.0

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	2.2	1.7	1.2	1.0	1.7	1.2	1.6	2.0	2.0	1.6	1.7	3.5
		2	7.5	6.3	5.0	4.3	5.2	4.6	6.9	6.3	6.6	5.1	6.6	12.7

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	1.5	1.6	2.3	2.3	3.1	2.3	1.6	1.7	1.8	2.4	2.0	1.7
		2	6.0	6.0	6.0	8.5	11.8	8.5	5.6	5.9	6.4	7.6	7.2	6.4

Le mois de mai, ainsi que le mois de décembre enregistrent le maximum de la variabilité de la température quotidienne; les mois de juillet et d'août en revanche, demeurent stables. Quant aux mois de juin et de septembre, ils forment une transition, le premier vers une stabilité, et le deuxième vers une variabilité.

En effet, la variabilité structurelle à B-Mathar est très accusée comme le laisse apparaître l'écart-type. La différence majeure entre cette station et l'ensemble des autres stations provient des minima. L'écart-type atteint le niveau des 5°C. Les fortes valeurs sont enregistrées durant le coeur de l'hiver; quant aux deux faibles valeurs elles sont localisées durant les saisons intermédiaires. Comment pouvons-nous expliquer cette forte variabilité hivernale ?

L'observation des mesures quotidiennes minimales hivernales dénote que l'écart entre les extrêmes est souvent considérable. Ce sont donc les basses températures (négatives) qui sont responsables de cette variabilité durant la saison froide.

La variabilité des maxima affecte plus les saisons intermédiaires que la saison d'hiver (5.6°C en mai). Quant aux mois de juillet et d'août, ils présentent une certaine stabilité. Les paramètres de la variabilité mettent en évidence la variance accusée que le test de Bartlett a déjà annoncé.

**Tabl. 25. a . - Moyennes et médianes des températures quotidiennes  
groupe des Hauts plateaux**

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	5.3	7.8	10.5	13.2	16.9	21.6	26.5	25.6	22.2	15.2	9.9	6.7
		2	5.2	9.5	10.2	12.0	18.5	17.5	27.0	27.0	18.3	14.3	8.1	6.3

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	-2.3	0.3	2.7	5.2	9.0	12.2	16.4	15.9	13.4	7.2	2.5	-0.7
		2	-2.7	-1.4	2.0	4.7	9.4	10.0	15.1	17.8	7.2	3.6	-1.3	-4.7

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	12.8	15.2	18.2	21.2	24.7	30.9	36.5	35.2	31.0	23.2	17.3	14.1
		2	13.1	16.5	18.4	19.3	27.5	25.0	38.8	36.2	29.3	24.9	17.4	17.2

**Tabl. 25. b . - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes  
groupe des Hauts plateaux**

1= Ecart-type      2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	3.0	3.0	2.9	3.2	3.8	3.2	2.8	2.8	3.3	3.5	3.0	3.7
		2	18.9	18.5	20.2	21.2	20.1	16.7	16.2	18.9	17.4	21.3	17.8	22.7

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	4.5	3.9	3.2	3.1	3.6	3.0	3.4	3.5	4.0	3.8	3.6	5.3
		2	23.7	20.4	23.3	19.9	21.0	15.8	18.8	20.6	25.8	25.7	24.4	32.8

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
B-Mathar	1975-1988	1	3.9	4.3	4.8	5.1	5.6	4.5	3.4	3.5	4.1	4.8	4.0	3.8
		2	22.3	22.2	24.0	29.5	28.8	23.2	19.5	18.2	22.6	29.0	23.0	22.0

### ***3-1-7 Groupe du Sud***

#### **A l'échelle annuelle (Tabl. 26 )**

Ce groupe se caractérise par des moyennes élevées et par l'écart-type le moins faible de l'Est du Maroc: 0.3°C à Talsint. Cependant, l'écart-type à Errachidia est de l'ordre de 0.7°C. L'éloignement de la région de toute influence maritime, méditerranéenne, atlantique en raison des reliefs et son ouverture sur le Sahara expliquent la hausse des températures. L'effet de l'altitude y est presque complètement effacé ici. Les moyennes annuelles des minima sont similaires; elles sont comprises entre 11 et 13°C. Mais les paramètres de la variabilité laissent apparaître des différences entre les stations. La station dont la variabilité des minima est la plus faible est Talsint; l'écart-type y est de 0.4°C. Les mêmes remarques déjà avancées concernant les minima se répètent pour les maxima. Nous pouvons noter qu'il y a une différence majeure entre la station climatique et les synoptiques, ce qui remet en cause la qualité des données.

#### **A l'échelle mensuelle (Tabl. 27. a, b )**

L'écart-type exprime une faible variabilité (0.4°C) durant le mois d'octobre à Talsint, et le mois de septembre à Bouarfa. En somme, les différents paramètres considérés dénotent que les températures moyennes mensuelles subissent une forte variabilité pendant les saisons intermédiaires. La seule explication qu'on peut donner à la valeur du mois d'octobre à Talsint, c'est qu'elle ne signifie pas une stabilité des températures, mais une constance des moyennes mensuelles due à la qualité des mesures.

Bien que les minima présentent des valeurs élevées, ce sont les maxima qui varient le plus. Par rapport à ce que nous avons vu jusqu'à maintenant, les basses valeurs dans ce groupe à l'échelle des minima et des maxima, sont représentées par la période estivale. La station d'Errachidia a des valeurs élevées pendant les saisons intermédiaires et en hiver. La même constatation se répète à Talsint et à Bouarfa, mais la variabilité affecte uniquement les saisons intermédiaires.

**Tabl. 26 .- Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles gorupe du Sud**

**moyenne**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
<b>Errachidia</b>	1973-1988	19.1	17,8=1976	20,0=1987	0.7
<b>Talsint</b>	1984-1988	17.0	16,7=1988	17,4=1987	0.3
<b>Bouarfa</b>	1981-1988	18.1	17,8=1984	19,1=1983	0.6

**minima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
<b>Errachidia</b>	1973-1988	12.3	11,0=1974	13,4=1987	0.7
<b>Talsint</b>	1984-1988	10.7	10,2=1985	11,2=1987	0.4
<b>Bouarfa</b>	1981-1988	11.8	11,0=1984	12,7=1983	0.7

**maxima**

Station	Période	Moyenne	Min (année)	Max (année)	Ecart-type
<b>Errachidia</b>	1973-1988	12.3	11,0=1974	13,4=1987	0.7
<b>Talsint</b>	1984-1988	10.7	10,2=1985	11,2=1987	0.4
<b>Bouarfa</b>	1981-1988	11.8	11,0=1984	12,7=1983	0.7

**Tabl. 27. a . - Moyennes et médianes des températures mensuelles  
groupe du Sud**

1= moyenne    2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1973-1988	1	8.5	11.3	14.4	18.0	21.6	27.1	30.6	30.1	25.5	19.0	13.1	9.1
		2	8.6	11.3	13.9	17.9	21.2	27.2	30.5	30.3	25.7	18.9	12.9	9.2
Talsint	1984-1988	1	8.1	10.1	11.5	15.6	18.0	22.6	27.7	28.2	23.6	17.2	12.2	8.7
		2	8.5	10.3	12.1	16.9	19.0	23.6	28.0	29.0	23.6	17.4	12.9	9.2
Bouarfa	1981-1988	1	7.3	9.7	13.1	16.7	20.2	26.5	29.9	29.4	25.0	18.6	12.9	9.3
		2	7.3	9.7	13.2	16.9	20.8	26.6	30.0	29.7	24.9	18.5	12.6	7.6

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1973-1988	1	1.6	4.3	7.5	11.5	15.3	20.4	23.5	23.2	19.0	12.5	6.6	2.2
		2	1.4	4.4	7.3	11.3	15.0	20.5	23.6	23.5	18.9	12.7	6.6	2.4
Talsint	1984-1988	1	2.7	4.8	5.2	8.2	10.8	15.7	20.3	21.2	17.1	11.2	6.8	3.9
		2	3.1	5.0	5.4	9.5	12.5	16.4	20.5	22.5	17.1	11.5	7.3	4.9
Bouarfa	1981-1988	1	1.5	3.8	6.7	10.2	13.6	19.4	22.8	22.3	18.3	12.6	7.7	2.9
		2	1.1	3.9	7.1	10.3	14.0	18.9	23.0	22.4	18.2	12.8	6.9	2.7

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1973-1988	1	15.4	17.8	21.2	24.4	27.8	33.9	37.6	37.0	32.0	25.5	19.5	16.0
		2	15.6	18.0	21.3	24.3	27.8	33.9	37.7	37.2	32.3	25.8	19.2	15.8
Talsint	1984-1988	1	13.4	15.4	17.7	23.0	25.1	29.5	35.0	30.2	30.1	23.5	18.3	14.0
		2	13.9	15.5	17.8	24.3	25.5	31.1	35.8	35.4	30.1	23.5	18.3	14.0
Bouarfa	1981-1988	1	13.1	15.5	19.4	23.2	26.8	33.4	37.0	36.5	31.5	24.5	18.1	13.6
		2	13.3	15.4	19.2	23.4	27.5	33.7	36.8	36.8	31.4	24.6	1.8	12.4

Tabl. 27. b . - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles  
groupe du Sud

1= Ecart-type      2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1973-1988	1	1.0	1.1	1.5	1.7	1.7	1.0	0.6	0.9	2.9	0.9	1.1	1.3
		2	3.0	4.4	5.4	5.8	5.5	3.5	2.0	2.9	2.7	3.3	4.2	3.8
Talsint	1984-1988	1	0.7	0.7	1.4	1.3	1.7	1.6	0.7	0.6	0.8	0.4	0.9	0.6
		2	1.9	1.9	3.8	3.3	4.8	4.4	2.2	1.4	2.3	1.3	2.5	1.4
Bouarfa	1981-1988	1	1.0	1.0	1.9	2.0	1.9	1.1	0.6	1.1	0.4	1.3	1.6	1.2
		2	3.4	3.7	5.1	6.1	6.9	3.2	1.7	4.0	1.4	4.1	5.3	3.1

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1973-1988	1	1.4	1.2	1.6	1.6	1.9	0.9	0.7	1.0	0.7	0.9	1.3	1.4
		2	5.3	3.7	5.1	4.4	7.5	3.8	2.2	3.0	2.8	3.2	4.2	5.1
Talsint	1984-1988	1	0.6	0.3	1.4	1.4	1.5	1.1	0.4	1.2	0.6	0.9	1.0	0.8
		2	1.7	0.8	3.7	3.5	3.7	3.0	1.4	3.1	1.7	2.8	2.7	1.8
Bouarfa	1981-1988	1	1.4	1.1	1.8	1.8	1.9	1.4	0.8	1.0	0.6	1.2	1.8	1.0
		2	3.9	3.7	5.3	5.9	6.7	4.2	2.1	3.2	1.9	4.0	5.2	3.2

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1973-1988	1	1.0	1.4	1.8	2.0	1.7	1.2	0.6	1.0	1.0	1.2	1.2	1.0
		2	3.5	5.3	6.7	7.2	5.9	3.4	2.2	2.9	3.7	4.2	4.7	5.9
Talsint	1984-1988	1	0.8	1.1	1.5	1.2	2.2	2.1	1.1	0.2	0.9	0.8	1.1	0.9
		2	2.4	3.1	4.1	3.1	6.8	5.9	2.9	0.7	1.3	4.6	5.8	4.1
Bouarfa	1981-1988	1	1.1	1.2	2.0	2.3	2.1	1.2	0.6	1.3	0.4	1.6	1.8	1.7
		2	3.8	4.6	5.4	7.7	7.1	3.8	1.7	4.7	1.3	4.6	5.8	4.1

### A l'échelle quotidienne (Tabl. 28. a, b )

Exceptées les courbes du mois de juillet et d'août qui sont inséparables; les autres courbes s'écartent les unes des autres. Cependant, à l'inverse des autres stations, cette fois-ci c'est le mois de juin au lieu de septembre qui a tendance à s'approcher des mois du coeur de l'été. Les minima se caractérisent par une prédominance des valeurs négatives pendant l'hiver. Pour les maxima, le mois de février reste à la marge de l'ensemble de l'hiver pour rejoindre les mois des saisons intermédiaires. Les courbes des mois de juillet et août montrent que la majorité des valeurs sont localisées dans la classe (18 à 20°C) c'est-à-dire entre 36 et 40°C; toutefois avec une variabilité remarquable à Errachidia. Le cadre saisonnier adopté garde toute sa valeur dans ce groupe pour l'étude de la variabilité des températures.

La variabilité en hiver, et surtout pendant les saisons intermédiaires est nette. Les mois d'été à Errachidia ne varient pas beaucoup, et le cas de juin et de septembre de B-Mathar apparaît dans cette station. La variabilité quotidienne au cours des saisons intermédiaires à Talsint reste moins prononcée par rapport à Errachidia, même constatation pour les mois d'été qui présentent le minimum de la variabilité. A Bouarfa, l'écart-type exprime une forte variabilité pendant les saisons intermédiaires, et une hétérogénéité des valeurs en été.

L'écart-type indique que la dispersion des températures quotidiennes maximales est remarquablement élevée, mais atténuée par rapport à celle de B-Mathar. Elle atteint la barre de 4.8°C à Bouarfa.

Au niveau des minima, l'ensemble des mois à Errachidia souligne une certaine uniformité des valeurs pendant la période hivernale et estivale. Nous n'observons pas le même cas à Talsint où les mois d'hiver préservent une stabilité; par contre les mois d'été subissent une dispersion dépassant parfois les valeurs des saisons intermédiaires, mais sans qu'elle atteigne la valeur maximale de 3.3°C en mai. A Bouarfa, l'écart-type est plus élevé, en particulier durant les saisons intermédiaires. A l'exception du mois de juin, les autres mois de l'été présentent une certaine homogénéité qui se manifeste même durant l'hiver. Les valeurs obtenues durant les saisons intermédiaires nous permettent de la définir comme étant la saison la plus variable.

**Tabl. 28. a . - Moyennes et médianes des températures quotidiennes  
groupe du Sud**

1= moyenne      2= médiane

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1975-1988	1	8.5	11.3	14.4	17.8	21.4	27.1	30.6	30.1	25.5	19.0	13.0	9.1
		2	10.4	10.3	14.4	16.5	23.8	24.2	29.6	30.3	25.0	21.0	12.0	6.8
Talsint	1984-1988	1	8.1	10.3	11.5	15.6	18.0	22.6	27.7	28.2	23.7	17.2	12.2	8.8
		2	8.9	5.7	10.0	17.1	18.5	18.8	27.7	27.4	25.2	17.7	13.3	8.7
Bouarfa	1981-1988	1	7.3	10.0	13.1	16.7	20.2	26.5	29.9	29.4	24.9	18.6	12.9	8.3
		2	9.0	4.2	15.7	16.4	17.8	26.1	28.8	29.8	24.4	21.6	10.0	6.3

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1975-1988	1	1.6	4.4	7.5	11.2	15.0	20.4	23.5	23.2	19.0	12.5	6.5	2.1
		2	1.9	5.0	7.0	9.2	18.0	17.3	21.0	24.2	18.2	14.0	4.9	2.5
Talsint	1984-1988	1	3.9	5.9	6.5	9.7	12.1	16.9	21.8	22.7	18.5	12.7	8.1	5.0
		2	6.0	5.2	5.7	12.9	14.8	15.1	24.3	23.4	22.4	14.8	12.0	7.0
Bouarfa	1981-1988	1	1.5	3.9	6.7	10.2	13.6	19.4	22.8	22.3	18.3	12.6	7.7	2.9
		2	4.2	0.5	7.8	9.4	10.7	18.8	20.2	22.9	18.0	15.1	5.2	1.3

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1975-1988	1	15.4	18.2	21.3	24.4	27.8	33.9	37.7	37.0	32.0	25.5	19.5	16.1
		2	18.8	15.6	21.6	23.8	29.5	31.0	38.1	36.4	31.7	28.0	18.9	13.7
Talsint	1984-1988	1	13.5	15.7	17.7	22.9	25.1	29.5	35.0	35.2	30.2	23.1	17.5	13.6
		2	14.7	7.1	16.4	25.5	25.0	25.1	33.5	35.8	30.8	24.0	18.3	13.3
Bouarfa	1981-1988	1	13.0	15.9	19.4	23.2	26.8	33.5	37.0	36.5	31.5	24.5	18.1	13.6
		2	13.8	7.8	23.6	23.3	24.9	33.4	37.4	36.6	30.8	28.1	14.8	11.4

**Tabl. 28. b . - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes  
groupe du Sud**

1= Ecart-type

2= Etendue

moyenne

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1975-1988	1	2.4	2.9	3.0	3.4	3.4	2.5	2.0	2.1	2.7	2.9	2.8	2.5
		2	15.1	14.0	18.9	20.9	16.9	14.2	18.1	14.5	15.0	16.3	14.9	15.2
Talsint	1984-1988	1	2.3	2.9	3.1	2.8	3.4	3.1	1.8	1.6	2.7	2.0	3.1	2.3
		2	10.7	14.1	13.0	13.7	18.7	13.5	10.3	7.5	12.2	12.0	13.5	10.1
Bouarfa	1981-1988	1	2.8	3.3	3.4	4.0	4.2	3.1	1.9	2.3	2.7	3.4	3.3	2.8
		2	18.1	14.9	14.7	20.2	21.3	15.5	10.3	13.2	15.2	19.9	17.6	13.5

minima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1975-1988	1	2.9	2.9	3.1	3.5	3.5	2.8	2.7	2.9	2.9	3.0	3.1	2.7
		2	16.5	16.3	18.9	20.5	18.0	16.0	14.9	20.2	17.2	18.1	17.6	16.1
Talsint	1984-1988	1	2.0	2.3	2.5	2.7	3.3	2.8	2.6	2.9	2.3	2.4	2.5	2.4
		2	13.2	13.5	14.8	18.3	17.6	17.3	15.0	15.5	18.5	17.0	18.0	12.5
Bouarfa	1981-1988	1	3.0	3.4	3.1	4.0	4.2	3.5	2.7	2.8	2.8	3.5	3.4	2.7
		2	17.8	18.1	14.7	20.7	21.2	16.5	14.5	15.2	14.7	20.2	16.5	14.0

maxima

STATION	Période		J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Errachidia	1975-1988	1	3.5	3.8	3.8	3.9	3.9	2.9	2.0	2.1	3.2	3.5	3.4	3.4
		2	21.1	21.6	24.1	25.9	19.6	15.1	17.8	13.7	18.3	23.2	20.1	22.0
Talsint	1984-1988	1	3.2	4.0	4.2	3.5	4.4	3.9	2.2	1.4	3.7	2.4	4.2	2.9
		2	13.5	20.5	17.0	16.5	22.3	17.0	12.0	7.0	16.5	13.4	19.0	14.0
Bouarfa	1981-1988	1	3.8	3.9	4.4	4.6	4.8	3.4	1.8	2.4	3.2	3.9	4.0	3.6
		2	19.4	19.0	20.8	24.5	25.6	17.5	12.8	14.4	20.6	22.4	20.1	19.6

A l'instar des minima, les saisons intermédiaires à Errachidia sont marquées par une variabilité dont les valeurs dépassent celles des mois d'hiver et d'été. Les valeurs d'été demeurent stables, notamment en juillet et en août. La variabilité à Talsint est très élevée durant les saisons intermédiaires, et le coeur de l'été est marqué ici par une différence entre juillet et août, la différence entre les deux mois étant de  $1.8^{\circ}\text{C}$ . Le même phénomène existe à Bouarfa mis à part le fait que l'écart est ici bien réduit ( $0.6^{\circ}\text{C}$ ). En effet, la variabilité de l'hiver est modérée par rapport à celle des saisons intermédiaires.

### ***3-2 Quelques aspects de l'évolution horaire moyenne des températures***

Afin de bien illustrer la répartition spatiale de la température, nous avons choisi trois stations dont la situation géographique est différente:

- Nador, une station côtière,
- Oujda, une station de l'intérieur,
- Errachidia, une station de la bordure du Sahara.

Les données sur lesquelles est fondée cette illustration sont les moyennes horaires des deux mois opposés (janvier et août de l'année 1988).

La première remarque que nous pouvons dégager (Fig. 7. a, b ) est que l'écart entre les mois de janvier et d'août est plus faible à Nador qu'à Oujda et Errachidia.

Les températures du mois de janvier à Nador sont supérieures à celles des autres stations. Les valeurs enregistrées tôt le matin sur la côte ne se font sentir à Errachidia et Oujda qu'à partir de 9h.

Les températures du mois d'août sont comprises entre 23 et 29°C à Nador, par contre elles sont entre 20 et 33°C pour Oujda et entre 26 et 38°C pour Errachidia, ce qui implique que les températures sont irrégulières dans ces deux dernières stations où nous assistons à partir de 6h à un réchauffement, qui devient très significatif (le maximum de la journée) entre 12h et 15h et qui se poursuit jusqu'à 18h à Errachidia.

Cette diversité thermique s'explique par le rôle de la mer qui intervient pour atténuer les températures d'août et adoucir celle de janvier. Mais cet effet ne se propage pas très loin. La station d'Oujda témoigne qu'elle bénéficie relativement de l'advection d'air maritime surtout en été, cela grâce au col du Guerbouz (grande bosse). L'amplitude thermique très élevée, est l'un des facteurs qui accusent la variabilité diurne. La continentalité et la proximité de la mer sont un fait à retenir dans l'explication de la répartition des températures (chapitre. V).

Fig. 7. a .- Evolution de la température horaire  
moyenne: janvier 1988

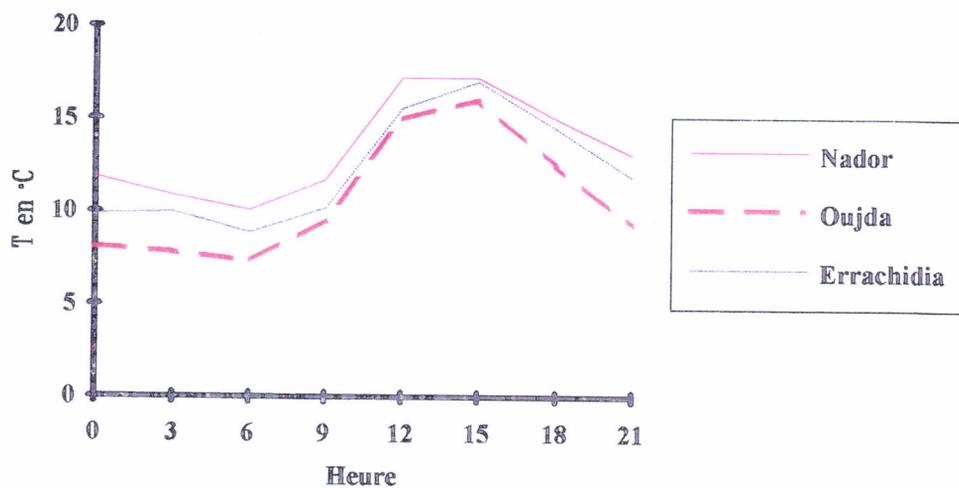
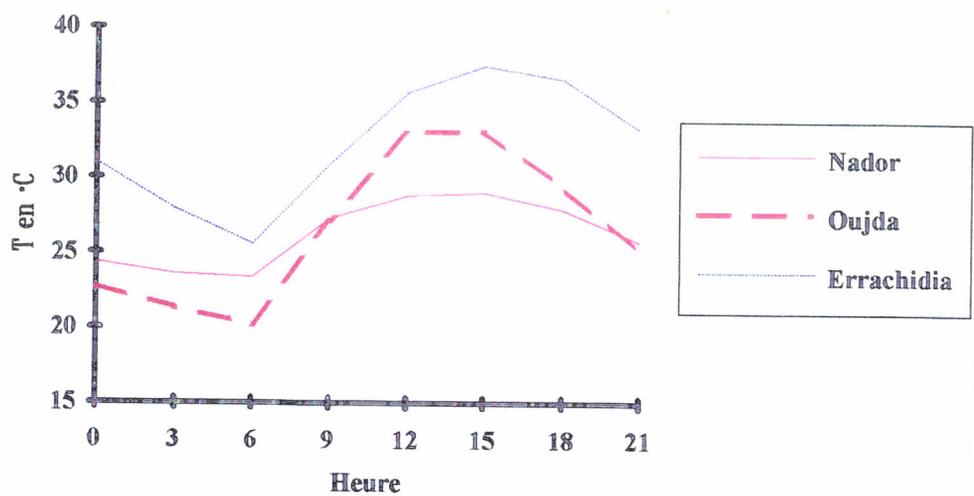


Fig. 7. b .- Evolution de la température horaire  
moyenne: août 1988



En fait, la répartition spatiale de la température annuelle dans l'Est du Maroc n'est pas aussi peu contrastée que le laisse apparaître la moyenne annuelle. Des contrastes régionaux et locaux bien accusés existent. Les résultats des minima et des maxima annuels sont à cet égard plus parlants que celui de la moyenne. En général la variabilité thermique interannuelle est concordante comme l'indiquent les figures.8. a, b, c, qui représentent les aspects régionaux de l'évolution annuelle. Nous constatons que les courbes restent remarquablement parallèles: elles descendent en même temps lors des refroidissements; 1975, 1977 et se relèvent en même temps lors des réchauffements; 1986, 1987 et 1988.

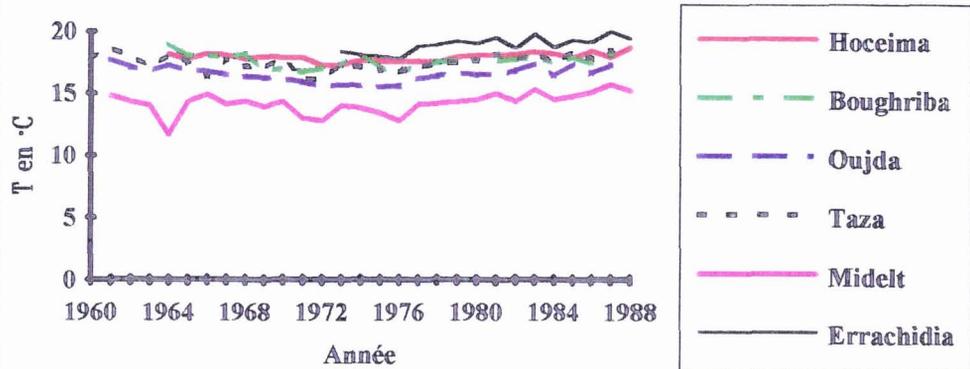
A l'échelle mensuelle, les indices de dispersion montrent que les températures varient d'un mois à l'autre et d'un groupe de station à l'autre. Il est parfois difficile de déterminer le mois le plus variable ou celui qui connaît le module le plus faible. L'écart observé entre la moyenne et la médiane demeure faible dans toute les stations.

L'étude des fréquences des températures journalières confirme le découpage saisonnier adopté et met en évidence une disparité spatiale. Au niveau des maxima, le mois de mai a tendance à rejoindre les mois d'été dans les stations de l'intérieur de la région, ainsi cette tendance se réalise dans les stations du Sud. Les mois chauds dans le Nord sont août, juillet, septembre et juin. En revanche, dans le Sud c'est le mois de juillet qui est le plus chaud suivi du mois d'août, de juin et de septembre. Le mois de décembre est plus froid que le mois de février. La variabilité est plus marquée dans les stations de l'intérieur et dans le Sud où les trois facteurs l'altitude, la latitude et la continentalité se conjuguent.

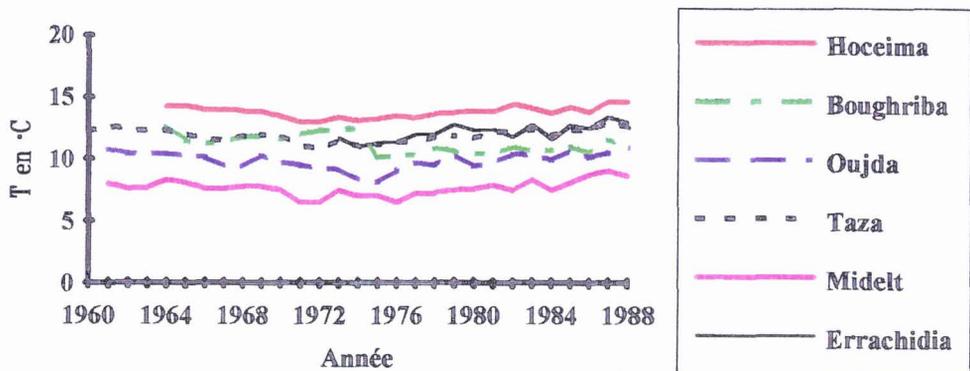
La variabilité des températures moyennes s'avère surtout déterminée par celle des maxima dans la plupart des stations. Les valeurs faibles sont un signe de la stabilité. C'est donc l'été dans son ensemble qui se caractérise par une stabilité des températures par rapport à l'hiver et surtout aux saisons intermédiaires. Certes, il existe un parallélisme entre la répartition saisonnière à l'échelle mensuelle d'une part, et la répartition à l'échelle quotidienne d'autre part.

Par ailleurs, la qualité des données intervient parfois pour accuser la variabilité; c'est le cas de Melloulou, Missour et B-Mathar.

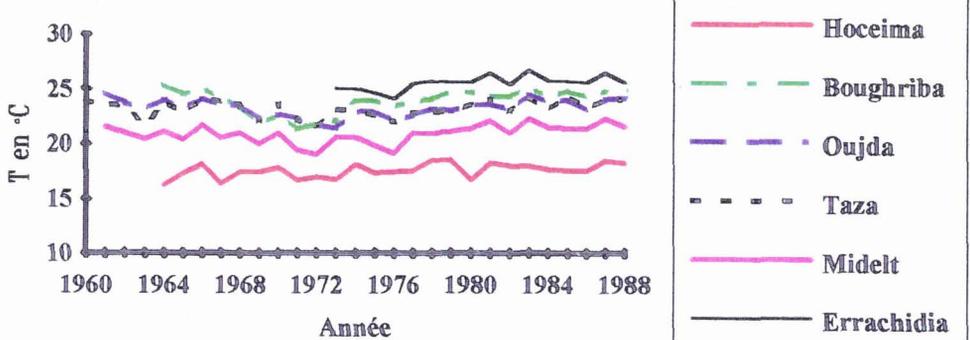
**Fig. 8. a . - Evolution des températures annuelles moyennes**



**Fig. 8. b . - Evolution des températures minimales annuelles**



**Fig. 8. c . - Evolution des températures maximales annuelles**



## *Conclusion de la première partie*

La répartition géographique des stations démontre que l'Est du Maroc souffre d'une carence en stations thermiques. Les observations n'y sont faites que depuis peu de temps et manquent de rigueur, ce qui entraîne la présence de lacunes dans les séries de données de certaines stations et grâce aux méthodes statistiques nous avons colmaté ces lacunes. Les séries retenues et reconstituées ont été contrôlées, mais sans que cela garantisse toutefois une fiabilité parfaite. L'interprétation des résultats nécessite par conséquent la prise en compte d'une anomalie et d'une hétérogénéité faible.

La diversité du paysage géographique est un indicateur d'une différenciation climatique thermique. Cette diversité est expliquée par la position de la région par rapport à la Méditerranée. L'ouverture large de la région sur le Sahara et l'Algérie favorise la pénétration des influences continentales. Les massifs de l'Atlas et du Rif constituent un rempart devant les masses d'air humides en provenance de l'ouest en les empêchant d'intéresser la région.

La température est un élément climatique qui varie dans l'espace. Si la variabilité structurelle qui caractérise essentiellement les saisons intermédiaires et l'hiver, est amortie à l'échelle annuelle et mensuelle, celle à l'échelle quotidienne est bien prononcée. Il s'avère que les maxima contribuent plus que les minima à l'accentuation de la variabilité des moyennes, ce que nous ont annoncé les coefficients d'aplatissement et d'asymétrie. Les stations qui présentent une variabilité structurelle très prononcée sont celles de l'intérieur et le Sud. L'opposition entre la relative stabilité des stations du Nord et la variabilité accusée du Sud constitue un caractère spécifique du climat thermique de la région. Les paramètres de dispersion employés expriment d'une manière claire les différences thermiques régionales. Mais afin de comprendre et appréhender tous les aspects de la variabilité de la température, il semble nécessaire de considérer la variabilité dans le temps.

**DEUXIEME PARTIE**

**LA VARIABILITE TEMPORELLE ET LES ELEMENTS  
EXPLICATIFS**

## **CHAPITRE-4**

### **ASPECTS DE LA VARIABILITE TEMPORELLE ET ANALYSE DE TENDANCE**

4-1 Aspects de la variabilité temporelle

4-1-1 La variabilité intra-annuelle à partir des moyennes mensuelles

4-1-2 La variabilité intra-annuelle à partir des minima et des maxima  
mensuels

4-1-3 La variabilité des moyennes mensuelles

4-1-4 La variabilité des minima et des maxima mensuels

4-1-5 La variabilité des moyennes quotidiennes

4-1-6 La variabilité des extrêmes quotidiens

4-2 Peut-on parler d'une stabilité ou d'une tendance thermique  
dans l'Est du Maroc ?

4-2-1 Une stabilité thermique jusqu'à 1975

4-2-2 Un réchauffement des températures mensuelles (1975-1988),  
exemple du mois de septembre à Midelt

## *Introduction de la deuxième partie*

Après avoir dégagé les aspects spécifiques et significatifs de la variation structurelle, l'étude de la variation des températures sera déployé à l'échelle temporelle en utilisant comme outil le coefficient de la variabilité interséquentielle. L'objectif de la variabilité dans le temps est double:

- Continuer l'étude de la variation des températures dans cette région et par la suite apporter un complément à la variabilité structurelle.

- Examiner si l'esquisse de régionalisation peut-être conservée ou modifiée vu les résultats obtenus. Cette étude est suivie d'un aperçu sur la tendance des températures.

L'analyse en composantes principales employée dans cette seconde partie essayera, dans une perspective analytique, de répartir les stations et hiérarchiser les facteurs qui régissent les caractères thermiques dans cette partie du Maroc. Seuls les cas exceptionnels et les séquences particulières dégagés à partir des trois premières composantes, pendant les quatre saisons, sont étudiés selon une analyse synoptique permettant de mettre en rapport la variation de l'élément température et la circulation atmosphérique journalière.

L'essai d'une classification de types de circulation atmosphérique intéressant la région, voire tout le Maroc, pour une période de trois ans, va mettre l'accent sur les situations d'altitude et du sol qui règnent au cours des mois de janvier et d'août où la circulation atmosphérique est claire.

La relation des flux d'air en surface et des températures est un critère déterminant, employé ici pour caractériser la distribution géographique des températures dans l'Est du Maroc.

### ***4-1 Aspects de la variabilité temporelle***

Les indicateurs de dispersion mentionnés dans l'étude précédente ne montrent pas les écarts réellement observés entre deux valeurs consécutives. C'est pourquoi nous avons décidé de ne pas nous cantonner uniquement à l'étude de la variabilité structurelle, mais d'aller au delà; c'est-à-dire étudier la variabilité dans le temps à partir d'un outil utilisé en climatologie qui est le coefficient de la variabilité interséquentielle. Cet outil permet d'exprimer l'ampleur des écarts des valeurs consécutives, mais l'inconvénient c'est qu'il ne prend pas en considération le signe de l'écart obtenu entre les deux valeurs. Pour être parfaitement valable, sur le plan de la statistique mathématique, le coefficient aurait dû être calculé à partir de l'échelle absolue des températures (°K). Toutefois les résultats n'auraient pas été très différenciés. C'est pourquoi nous avons gardé l'expression des températures en °C, bien que le procédé soit discutable, dans un but purement descriptif.

Cette étude va-t-elle confirmer les résultats concernant la variabilité structurelle ?

Suggère-t-elle une autre esquisse de régionalisation des stations ?

$$V.I = \frac{1}{(n-1) \bar{x}} \sum |x_i - x_{i+1}| = \frac{n}{n-1} \cdot \frac{\sum |x_i - x_{i+1}|}{\sum x_i}$$

n = nombre de valeurs,

$\bar{x}$  = la moyenne,

$x_i$  = la première valeur.

#### ***4-1-1 La variabilité intra-annuelle à partir des moyennes mensuelles (Tab. 29)***

##### **Groupe littoral:**

Quelle que soit la période considérée, la variabilité intrannuelle des moyennes annuelles reste faible à Al-Hoceima comme à Mèlilia et Nador. Le coefficient de la V. I ne dépasse pas 3°C. Nous constatons une certaine coïncidence entre les années pendant lesquelles la variabilité est faible et celles durant lesquelles la variabilité est forte: c'est le cas des années 1977, 1978, 1981, 1988. Le coefficient de la V. I montre que la variabilité est plus élevée à Nador, le maximum est atteint en 1976 (2.9°C). Par contre, la variabilité est faible à Mèlilia et plus faible encore à Al-Hoceima.

Tabl. 29 . - Variabilité intra-annuelle à partir des moyennes mensuelles

Année	STATION																
	Al-Hoceima	Méllilia	Nador	Berkane	Slimania	Boughriba	Oujda	M-Hamadi	Driouch	Taza	Melloulou	Midelt	Missour	Mathar	Errachidia	Bouarfia	Talsint
1960										3.3							
1961							2.7			3.3		3.3					
1962							3.2			3.6		3.5					
1963							2.6			3.1		3.2					
1964	2.3					2.8	3.3			3.3		3.8					
1965	2.1				2.3	2.7	2.8			3.2		3.5					
1966	2.2				2.7	2.9	3.2			2.9		3.4					
1967	2.4				3.5	2.9	3.2			3.5		4.1					
1968	2.1				2.1	2.3	2.8			3.7		3.4					
1969	2.1				2.5	2.2	2.7			3.0		3.1					
1970	2.3				2.7	2.6	3.4			3.3		3.5					
1971	2.1				2.6	2.7	3.1			3.1		3.3					
1972	2.0				2.6	2.5	2.6			3.0		3.4					
1973	2.2				2.8	3.1	3.1			3.5		3.5		4.3			
1974	2.1				2.5	2.5	2.7			3.2		3.3		3.9			
1975	2.3	2.4			3.0	2.7	2.7	2.9	2.7	3.5		3.4	3.7	3.7	4.1		
1976	2.1	2.2	2.9	3.4	2.6	2.7	3.1	3.0	2.7	3.2		3.0	3.5	3.6	3.8		
1977	1.5	1.5	1.6	2.2	1.8	1.9	1.9	2.1	1.9	2.3		2.8	2.9	3.0	3.6		
1978	1.8	1.8	2.0	2.0	2.1	2.5	2.8	2.6	2.6	3.1		3.2	2.6	4.1	3.7		
1979	2.2	2.2	2.3	2.6	2.6	2.4	2.7	2.7	2.6	3.2		3.1	3.5	3.9	3.8		
1980	2.3	2.4	2.5	3.1	2.5	2.9	3.3	2.8	2.9	3.6		3.6	3.6	4.1	3.9		
1981	1.8	1.9	2.0	2.5	2.1	2.3	2.6	2.7	2.3	3.2		3.4	3.5	3.8	4.2	3.8	
1982	1.8	2.2	2.3	3.3	2.3	2.5	2.9	3.1	2.8	3.1		3.4	3.2	4.1	3.9	4.0	
1983	2.0	2.1	2.2	2.5	2.3	2.8	2.5	2.7	2.6	2.9		3.1	3.3	3.5	4.1	4.1	
1984	2.0	2.2	2.1	2.9	3.6	2.8	3.3	2.9	2.7	4.0		4.3	4.2	4.4	4.1	4.7	3.8
1985	2.1	2.3	2.4	3.1	2.7	2.9	3.4	3.0	3.0	3.7		3.6	4.0	4.0	4.3	4.4	3.9
1986	2.2	2.4	2.4	2.9	2.4	2.8	3.1	3.1	2.7	3.8		3.4	3.2	4.0	4.1	4.1	3.4
1987	2.1	2.0	2.2	2.2	2.2	2.4	2.7	2.9	2.4	2.9		2.8	3.1	3.5	3.8	3.9	3.6
1988	1.9	2.5	2.5	2.8	3.0	2.9	3.2	3.1	2.9	3.6		3.6	3.6	4.1	4.2	4.1	3.8

### **Groupe des plaines des Triffa:**

La variabilité annuelle dépasse parfois le seuil de 3°C. Elle a atteint 3.6°C à Slimania en 1984. Mais Berkane reste la station qui subit le plus de variation: le seuil de 3°C a été atteint cinq fois entre 1975-1988, contre trois fois à Slimania au cours de la période 1965-1988 et une seule fois à Boughriba durant 1964-1988. Dans l'ensemble les valeurs de Boughriba restent faibles. Ce groupe est différent du précédent du point de vue des valeurs. Ainsi, Berkane s'individualise à l'évidence par sa forte variabilité.

### **Groupe d'Oujda-Driouch:**

Contrairement à ce que nous avons observé jusqu'à maintenant, l'écart ne dépassant pas 2°C a été observé qu'une seule fois à Oujda et à Driouch en 1977. D'ailleurs, cette année constitue le meilleur exemple de la faible variabilité dans l'Est du Maroc. En général, la station d'Oujda affiche des valeurs qui dépassent 3°C, elle est suivie de M-Hamadi. Quant à Driouch, sa relative proximité du groupe littoral fait que la station a pratiquement les mêmes valeurs que ce groupe. Aussi, pouvons-nous regrouper la station de Berkane avec celle d'Oujda et M-Hamadi. Dans ce cas, on aura un groupe littoral formé des trois stations déjà évoquées plus la station de Driouch et le groupe des Triffa englobe Slimania et Boughriba.

### **Groupe du couloir Taza-Guercif:**

Il est assez différent des groupes précédents, il est rarissime de trouver des valeurs inférieures à 3°C; la plupart sont comprises entre 3°C et 4°C. L'année 1984 où les deux stations ont connu une forte variabilité, le coefficient de la V. I a atteint 4°C à Taza et 4.3°C à Melloulou. A l'instar des autres groupes, le coefficient de la V. I est faible durant l'année 1977. Les valeurs que présentent les deux stations dénotent que la variabilité annuelle est forte et homogène.

### **Groupe de la Haute Moulouya:**

Comme pour les autres stations, l'année 1977 a subi une faible variabilité, mais elle est un peu plus élevée par rapport à celles des autres stations déjà étudiés. Les stations de Midelt et Missouri affichent des résultats indiquant que les moyennes annuelles évoluent dans le même sens.

### **Groupe des Hauts plateaux:**

Nous constatons que le coefficient de la V. I annuelle varie de 3 à 4.4°C. La valeur 3°C obtenue durant 1977 est considérée comme étant la plus faible valeur de la station de B-Mathar. Les valeurs insolites de cette station nous incitent à ne l'intégrer dans aucun groupe.

### **Groupe du Sud:**

C'est le seul groupe de l'Est du Maroc caractérisé par de courtes séries d'observation, ce qui gêne notre comparaison. Nous constatons que l'année 1977 à Errachidia présente une valeur de 3.6°C, ce qui constitue la plus faible valeur annuelle dans le groupe. Le coefficient le plus élevé est de 4.7°C, il est obtenu en 1984 à Bouarfa. Il semble qu'il y ait une distinction entre les stations synoptiques, Bouarfa et Errachidia où on atteint souvent le stade de 4°C et la station climatique de Talsint où les valeurs annuelles ne sont très hétérogènes. L'examen des moyennes annuelles de cette dernière station explique ce rapprochement des valeurs de coefficient de la V.I.

### ***4-1-2 La variabilité intra-annuelle à partir des minima et des maxima mensuels***

Le problème posé à l'échelle des extrêmes est la difficulté de déterminer lequel des minima ou des maxima varie le plus et de savoir qu'elle est la station qui connaît une forte ou une faible variabilité (Tabl. 30. a, b).

### **Groupe littoral:**

Nous constatons que les maxima à Méléilia varient plus que les minima, par contre à Al-Hoceima il n'est pas commode de déterminer quelle composante l'emporterait. Les valeurs des minima à Nador montrent qu'elles subissent une forte fluctuation. Pour l'année de 1977, il s'avère que les minima à Méléilia et à Al-Hoceima ont contribué à la stabilité de l'année, 1.4°C, ce qui n'est pas le cas à Nador où la valeur des minima est de 2°C contre une valeur des maxima de 1.6°C. En général la station de Nador est celle qui fluctue le plus dans le groupe littoral.

### **Groupe des plaines des Triffa:**

Le même problème rencontré dans le littoral, se pose pour les stations des plaines des Triffa. Les températures maximales varient plus que les minima à Berkane. A Boughriba, on a un certain équilibre entre les minima et les maxima. A Slimania c'est l'inverse, les maxima ne varient pas beaucoup, par conséquent ils amortissent la variabilité des moyennes de 1977 (1.8°C de maxima et 2.2°C de minima). A titre de comparaison, la composante de Slimania est la même que celle de Nador; par contre celle de Berkane est la même que celle de Méléilia. Au niveau des maxima et minima annuels, la station de Nador se rapproche de celle de Slimania et Boughriba.

### **Groupe d'Oujda-Driouch:**

La variation des maxima est remarquable dans ce groupe, surtout à Oujda où la plupart des années affichent des valeurs en-dessous de 3°C et atteignent 5.3°C en 1984. Pour ce qui est de

Tabl. 30. a . - Variabilité intra-annuelle à partir des minima mensuels

Année	STATION																
	Al-Hoceima	Méilia	Nador	Berkane	Slimania	Boughriba	Oujda	M-Hamad	Driouch	Taza	Melloulou	Midelt	Missour	Mathar	Errachidia	Bouarfa	Talsint
1960										2.5							
1961							2.5			2.7		3.0					
1962							2.5			3.0		3.2					
1963							2.1			2.3		2.6					
1964	2.2					2.4	2.8			2.6		3.0					
1965	2.1				2.4	2.7	2.4			2.5		3.1					
1966	2.3				2.9	2.8	3.2			2.9		3.0					
1967	2.4				2.6	2.7	2.8			3.0		3.2					
1968	2.2				2.4	2.1	2.3			2.6		3.0					
1969	2.0				2.6	2.8	2.3			2.4		2.8					
1970	2.5				3.0	2.6	3.1			2.9		2.9					
1971	2.2				2.8	2.7	3.0			2.6		2.9					
1972	2.0				2.1	2.5	2.2			2.4		2.8					
1973	2.3				2.6	3.1	2.7			2.9		3.0					
1974	2.2				2.6	3.1	2.5			2.8		2.9			4.1		
1975	2.3	2.3		2.4	2.7	2.8	2.5		2.4	2.8		3.0	3.2	3.6	3.9		
1976	2.2	2.2	2.9	2.8	2.6	2.7	3.0	2.8	2.9	2.8		2.7	3.5	3.6	3.8		
1977	1.4	1.4	2.0	1.7	2.2	1.9	1.6	1.8	1.9	1.8		2.2	2.3	2.7	3.5		
1978	1.9	1.8	2.2	2.2	2.5	2.6	2.7	2.5	2.2	2.3		2.8	2.0	3.2	3.8		
1979	2.1	2.3	2.5	2.6	2.6	2.3	2.5	2.7	2.5	2.6		2.6	3.5	3.5	3.9		
1980	2.3	2.3	2.6	2.8	2.7	2.9	2.7	2.6	2.2	3.1	3.3	3.2	3.0	3.8	4.2		
1981	2.1	1.9	2.3	2.3	2.3	2.5	2.4	2.7	2.2	2.5	3.2	2.7	3.8	4.0	4.0	3.6	
1982	2.1	2.0	2.5	2.9	2.3	2.6	2.5	2.7	2.6	2.5	2.9	3.0	2.4	3.6	4.2	3.7	
1983	2.0	2.0	2.5	2.4	2.5	3.0	2.4	2.7	2.5	2.5	2.7	2.8	3.1	3.4	4.2	3.9	
1984	2.2	2.0	2.6	2.5	2.5	2.9	2.5	2.5	2.5	3.1	4.8	3.5	3.3	3.6	4.2	4.5	3.7
1985	2.4	2.2	2.6	2.8	2.7	2.9	3.1	2.9	2.8	3.0	2.9	3.3	3.7	3.2	4.1	4.0	3.4
1986	2.1	2.2	2.6	2.8	2.5	2.6	2.9	2.8	2.5	2.7	2.9	3.4	3.0	3.8	4.2	3.8	3.0
1987	2.1	2.1	2.5	2.4	2.4	2.5	2.4	2.7	2.2	2.4	2.6	2.7	3.2	3.1	3.8	3.7	3.4
1988	2.4	2.4	2.7	2.9	2.9	3.1	3.0	2.7	2.8	3.0	3.1	3.3		3.7	4.1	3.7	3.4

Tabl. 30. b . - Variabilité intra-annuelle à partir des maxima mensuels

Année	STATION																
	Al-Hoceima	Mélilia	Nador	Berkane	Slimania	Boughriba	Oujda	M-Hamadi	Driouch	Taza	Melloulou	Midelt	Missour	Mathar	Errachidia	Bouarfa	Talsint
1960										4.8							
1961							3.1			5.2		3.9					
1962							3.9			4.2		3.8					
1963							3.1			4.2		3.9					
1964	2.4					3.2	4.0			4.1		4.6					
1965	2.1				2.5	2.6	3.2			3.8		4.0					
1966	2.1				2.8	2.9	3.4			3.7		4.0					
1967	2.3				2.6	3.0	3.9			4.4		5.0					
1968	2.1				2.3	2.5	3.3			4.3		3.9					
1969	2.3				2.8	2.7	3.2			3.9		3.8					
1970	2.2				2.9	2.7	4.8			4.2		4.2					
1971	2.1				2.9	2.8	3.6			4.4		3.8					
1972	2.1				2.4	2.5	3.0			3.7		3.9					
1973	2.2				2.8	3.2	2.9			4.2		4.1		4.4			
1974	2.1				2.4	2.3	3.3			3.8		3.7		3.8			
1975	2.2	2.5		3.7	2.8	3.0	3.8		3.3	4.1		3.9	4.1	4.1	4.3		
1976	2.1	2.3	3.1	4.2	2.6	2.8	3.2	3.3	3.0	3.7		3.4	3.6	3.7	3.9		
1977	1.6	1.6	1.6	3.0	1.8	2.1	2.2	2.3	2.2	2.8		3.3	3.4	3.4	3.7		
1978	1.7	2.0	2.0	2.2	2.3	2.7	3.3	2.9	3.1	4.2		3.7	3.8	5.2	3.9		
1979	2.3	2.2	2.1	2.5	2.5	2.6	3.2	2.8	3.2	3.7		3.7	3.8	4.4	3.9		
1980	2.3	2.6	2.4	3.5	2.5	3.0	3.8	3.4	3.6	4.2	4.1	3.9	4.2	4.5	4.3		
1981	1.9	2.0	1.8	2.9	2.0	2.4	3.1	2.9	2.8	4.0	4.1	4.2	3.8	4.0	4.1	4.1	
1982	2.1	2.5	2.5	3.8	2.7	2.8	3.7	3.4	3.1	4.0	4.1	3.9	4.1	4.6	4.0	4.3	
1983	2.2	3.5	2.4	2.9	2.6	3.1	3.3	3.0	3.0	3.5	3.8	3.5	3.7	3.8	3.9	4.2	
1984	2.2	2.0	1.9	3.3	2.6	2.7	5.3	3.3	3.1	4.9	4.9	4.4	5.1	5.3	4.4	4.9	4.3
1985	2.1	2.3	2.3	3.9	3.1	3.2	4.1	3.5	3.4	4.3	4.3	4.0	4.6	4.8	4.4	4.9	4.3
1986	2.0	2.5	2.3	3.1	2.4	2.9	3.5	3.5	3.0	3.8	4.0	3.6	4.4	4.7	4.0	4.4	4.0
1987	1.8	2.1	1.9	2.0	2.0	2.6	2.9	3.1	2.5	3.4	3.5	3.5	3.5	4.1	3.8	4.1	3.8
1988	2.0	2.6	2.4	2.6	2.6	2.8	3.4	3.5	3.1	4.2	4.0	4.0		4.5	4.3	4.5	4.2

l'année 1977, nous remarquons que les minima ne présentent qu'une faible valeur. En général, les fortes valeurs de la variabilité des minima et des maxima sont présentés par la station d'Oujda. Le point commun entre ces stations est qu'elles présentent une grande similitude dans le schéma de la variabilité.

### **Groupe du couloir Taza-Guercif:**

Les valeurs obtenues montrent que les températures maximales de ce groupe connaissent une forte variabilité qui se manifeste indiscutablement à Taza, 5.2°C en 1961 et 4.9°C en 1984 qu'on trouve dans les deux stations. Les coefficients de la V. I de Taza et Melloulou sont très accentués et différents de ceux des autres stations.

### **Groupe de la Haute Moulouya:**

Le coefficient de la V. I continue à augmenter au niveau des maxima, c'est-à-dire que les maxima sont marqués par une forte variabilité. Le seuil de 5°C est atteint en 1967 à Midelt et en 1984 à Missouri. Les minima varient d'une façon plus atténuée et ne sortent pas du cadre de la variabilité des minima des autres stations.

### **Groupe des Hauts plateaux:**

Dans les Hauts plateaux, à l'exclusion de deux années contradictoires - l'année 1977 où le coefficient de la V. I est de 2.7°C et l'année 1981 où il atteint 4°C - les autres valeurs des minima oscillent autour de 3°C. Pour ce qui est des maxima, ils sont nettement élevés; ils atteignent la barre de 5°C et parfois plus, comme en 1984 avec 5.3°C.

### **Groupe du Sud:**

La variabilité des maxima est supérieure à celle des minima dans le Sud. Les deux stations synoptiques, Bouarfa et Errachidia présentent des fortes valeurs, surtout la station de Bouarfa. Quant à Talsint, ses minima sont nettement différents de celles des autres stations.

La variabilité des moyennes annuelles augmente du Nord vers le Sud et ce sont les maxima qui subissent la forte variation. L'esquisse de la régionalisation des stations adoptée préserve toute sa crédibilité à l'échelle annuelle. Il pourrait avoir des modifications dans le Nord. Ainsi nous pouvons regrouper la station de Berkane, Oujda et M-Hamadi dans un même groupe. La station de Driouch avec celles de la côte. Au niveau des maxima et des minima la station de Nador peut rejoindre celle de Slimania et de Boughriba.

### ***4-1-3 la variabilité des moyennes mensuelles (Tabl. 31 )***

#### **Groupe littoral:**

Les valeurs des mois de janvier, décembre, avril et juin à Nador témoignent du fait que ces mois subissent une forte variabilité. En revanche, les mois qui connaissent une certaine stabilité sont ceux de mars, mai et ceux de juillet et d'août. Les valeurs d'Al-Hoceima sont moins fortes que celles de Mélilia et de Nador qui est la station où la variabilité est prononcée.

#### **Groupe des plaines des Triffa:**

Le mois de décembre a une valeur qui dépasse le niveau de 2°C à Berkane et Boughriba. L'ensemble des mois dépasse 1°C à Berkane, ce qui confirme les résultats obtenus lors de l'étude de la variabilité structurelle. A Boughriba, nous constatons une variabilité incontestable durant la période hivernale, mais on observe aussi un coefficient relativement constant du mars à septembre inclus. Le contraste ainsi présenté par Slimania, en particulier en été, 1.3°C en juillet et 0.9°C en août, suggère de ne pas garder cette station dans ce groupe.

#### **Groupe d'Oujda-Driouch:**

A côté du mois de décembre affecté par une forte variabilité, il y a le mois de janvier pour Oujda, novembre pour M-Hamadi et juin pour Driouch. Malgré la forte variabilité de juin (2.2°C), Driouch demeure la station la plus stable avec une variabilité oscillant entre 0.9 et 1.3°C. Par contre, les valeurs d'Oujda indiquent que les moyennes mensuelles varient plus que celles des autres stations et suggèrent que la station d'Oujda peut former avec Berkane un autre groupe. Nous constatons une forte variabilité mensuelle à M-Hamadi entre le mois de septembre et de décembre.

#### **Groupe du couloir Taza-Guercif:**

Les valeurs de Melloulou sont très élevées en décembre, mars et février. Les résultats hétérogènes du coefficient de la V. I de cette station sont dus à la grande différence remarquée dans les moyennes mensuelles qui sont évidemment le résultat des observations quotidiennes. Les valeurs de Taza demeurent inférieures à celles de Melloulou et se localisent entre mars et décembre.

#### **Groupe de la Haute Moulouya:**

A Missour, les valeurs remarquables affichées durant les mois de mars, avril, en particulier juin et août méritent une réflexion. Est-ce la nature de données qui est responsable de ces scores ou y-a-t-il d'autres facteurs qui interviennent pour accentuer ces résultats ? Nous pensons que ces

Tabl. 31. - Variabilité temporelle des moyennes mensuelles

Station	Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Méllilia	1975-1988	1.3	0.9	0.6	0.9	0.6	1.2	0.8	1.0	0.6	0.9	1.0	1.5
Nador	1976-1988	1.4	1.0	0.8	1.3	0.4	1.3	0.8	1.1	0.7	1.0	1.1	1.6
Al-Hoceima	1964-1988	1.3	1.0	0.5	0.9	0.5	1.0	0.5	0.8	0.7	0.9	0.9	1.4
Berkane	1975-1988	2.2	1.7	1.6	1.6	1.8	2.0	1.8	1.6	1.4	2.2	2.3	2.8
Slimania	1965-1988	1.1	1.3	1.0	1.0	0.6	1.0	1.3	0.9	1.0	1.0	1.1	1.8
Boughriba	1964-1988	1.5	1.2	0.8	1.0	0.8	1.1	1.0	1.1	0.9	1.2	1.1	2.1
Oujda	1961-1988	2.0	1.2	1.2	1.4	1.2	1.3	1.7	1.7	1.2	1.7	1.5	2.3
M-Hamadi	1976-1988	1.2	1.1	1.3	1.3	1.2	1.0	1.0	1.3	1.7	1.7	2.2	2.0
Driouch	1975-1988	1.0	1.2	0.9	1.0	1.2	2.2	1.2	1.1	1.3	0.9	1.2	1.8
Taza	1960-1988	1.2	1.1	1.5	2.0	1.9	1.6	1.8	1.6	1.4	2.0	1.2	1.5
Melloulou	1980-1988	1.6	2.2	2.6	1.2	1.8	1.0	2.1	1.3	1.2	2.1	1.7	2.8
Midelt	1961-1988	1.3	1.3	2.0	2.4	1.8	1.1	1.0	0.9	0.7	1.4	1.1	1.7
Missour	1975-1987	1.2	1.9	2.6	2.3	1.9	1.9	1.3	2.3	0.9	1.4	1.2	2.2
B-Mathar	1975-1988	1.4	1.5	1.4	1.5	2.3	1.7	1.9	2.1	2.0	2.8	1.4	2.0
Errachidia	1973-1988	1.0	1.1	1.8	1.6	1.6	0.9	0.6	0.8	0.8	1.2	1.3	1.8
Talsint	1984-1988	0.8	1.2	1.4	2.2	2.2	1.6	1.0	0.5	0.9	0.9	1.5	0.7
Bouarfa	1981-1988	1.2	1.2	2.1	2.8	2.4	1.3	0.6	0.8	0.6	1.9	2.5	1.8

résultats sont dûs en grande partie à la qualité de données. En dépit de la discordance des valeurs qui réside entre les stations de Midelt et Missouri, la variabilité temporelle va dans le même sens.

### **Groupe des Hauts plateaux:**

A la différence des autres groupes où la forte variabilité se manifestait systématiquement durant les saisons intermédiaires et l'hiver, à B-Mathar, ce sont les mois d'hiver et d'été qui sont marqués par une forte variabilité.

### **Groupe du Sud:**

Les saisons intermédiaires se caractérisent par une forte variation dans le Sud. Les valeurs de la période estivale expriment une certaine stabilité. La station de Bouarfa se distingue à l'évidence par ses valeurs prononcées, mais elle suit les mêmes fluctuations de la variabilité que les autres stations.

## ***4-1-4 La variabilité des minima et maxima mensuels (Tabl. 32. a, b)***

### **Groupe littoral:**

Les valeurs des maxima sont faibles à Nador, cela signifie que les moyennes mensuelles sont sous l'influence de la variabilité des minima. Par contre, à Méléria ce sont les maxima qui contribuent à la variabilité des moyennes. Ceci confirme les résultats obtenus lors de l'étude de la variabilité temporelle annuelle. Les stations préservent le schéma général de la variabilité malgré la disparité que nous dégageons au niveau des scores.

### **Groupe des plaines des Triffa:**

La même situation que la précédente se présente à Triffa. Les valeurs de Slimania et Boughriba expriment une forte variabilité des minima. Par contre, la variabilité des maxima est très accusée à Berkane, et celle-ci se limite aux mois d'hiver et aux périodes intermédiaires.

### **Groupe d'Oujda-Driouch:**

A l'inverse des groupes précédents, les minima varient moins que les maxima, notamment à Oujda et Driouch. A Oujda, les mois d'été présentent des valeurs supérieures au seuil de 2°C. Ce même comportement se produit à Driouch, sauf pour le mois de septembre qui atteint ici une valeur de 3°C. Quant à M-Hamadi, ses valeurs semblent s'apparenter à celles de Slimania et Boughriba, bien que légèrement plus élevées en été. Ces résultats donnent un autre regroupement de stations: Berkane, Oujda d'un côté et M-Hamadi, Boughriba et Slimania d'un autre côté.

Tabl. 32. a .- Variabilité temporelle des moyennes mensuelles minimales

Station	Période	J	F	M	A	M	J	JT	A	S	O	N	D
Méllilia	1975-1988	1.5	0.7	0.7	1.0	0.5	1.1	0.8	0.7	0.8	0.9	1.1	1.3
Nador	1976-1988	1.9	1.1	0.8	1.7	0.8	1.6	1.0	1.0	1.2	1.3	1.4	1.7
Al-Hoceima	1964-1988	1.7	1.0	0.7	1.1	0.6	1.0	0.7	0.9	0.9	1.1	0.9	1.5
Berkane	1975-1988	1.6	1.2	1.4	1.6	1.9	2.3	1.7	1.7	2.3	1.6	2.2	2.6
Slimania	1965-1988	1.6	1.9	1.3	1.4	1.1	1.0	1.7	0.8	1.1	1.1	1.9	2.2
Boughriba	1964-1988	1.8	1.3	1.0	1.4	1.5	1.5	1.2	1.3	1.5	1.4	2.1	2.2
Oujda	1961-1988	2.2	1.6	1.3	1.3	1.1	0.9	1.0	1.1	1.6	1.5	1.4	2.0
M-Hamadi	1976-1988	1.7	1.5	1.5	1.6	1.3	1.6	1.1	2.3	2.4	2.2	1.6	2.7
Driouch	1975-1988	1.8	1.3	1.0	1.9	1.2	1.7	1.7	1.0	0.9	1.1	1.2	1.8
Taza	1960-1988	1.6	0.9	1.1	1.1	1.3	1.0	1.1	1.1	1.4	1.3	1.4	1.4
Melloulou	1980-1988	2.0	3.8	3.2	0.9	1.8	1.3	1.8	1.9	1.1	1.9	1.6	3.7
Midelt	1961-1988	1.3	1.2	1.6	2.0	1.6	1.0	0.9	0.8	1.3	1.3	1.4	2.0
Missour	1975-1987	2.0	1.8	1.7	2.0	1.8	2.7	3.2	3.2	1.9	1.8	1.4	1.6
B-Mathar	1975-1988	2.2	1.3	1.0	1.2	2.1	1.3	2.1	2.6	2.4	1.5	1.8	2.7
Errachidia	1973-1988	1.0	1.2	1.5	1.7	1.9	0.9	0.7	1.0	0.7	1.3	1.4	1.5
Talsint	1984-1988	0.5	0.5	1.0	2.4	1.7	0.9	0.6	1.1	0.7	1.1	1.5	0.5
Bouarfa	1981-1988	1.7	1.3	1.9	2.4	2.2	1.3	0.8	0.7	0.9	1.5	2.4	1.2

Tabl. 32. b .- Variabilité temporelle des moyennes mensuelles maximales

Station	Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Méllilia	1975-1988	1.3	1.0	1.0	1.1	0.8	1.9	1.6	2.0	1.0	0.7	1.0	1.8
Nador	1976-1988	1.3	1.1	1.1	1.6	0.9	1.4	1.0	1.4	1.0	0.8	0.8	1.9
Al-Hoceima	1964-1988	1.0	0.9	0.7	1.2	0.7	1.1	0.6	0.9	0.7	1.0	0.9	1.5
Berkane	1975-1988	3.3	2.7	2.0	2.5	2.6	1.9	2.1	2.1	1.5	3.0	2.3	3.3
Slimania	1965-1988	1.2	1.4	1.0	1.4	1.1	1.5	1.6	1.5	1.2	1.3	1.1	2.0
Boughriba	1964-1988	1.4	1.7	1.2	1.6	1.1	1.4	1.6	1.6	1.0	1.4	1.3	2.1
Oujda	1961-1988	1.7	1.9	1.5	1.7	2.3	2.3	2.1	1.6	2.5	2.3	2.8	2.0
M-Hamadi	1976-1988	0.9	1.5	1.7	1.9	1.7	1.5	2.1	1.8	1.3	1.7	1.3	1.9
Driouch	1975-1988	1.2	1.6	1.7	2.5	2.5	1.7	2.6	1.9	3.0	1.7	1.3	2.6
Taza	1960-1988	1.1	1.7	1.9	3.0	2.7	2.1	2.5	2.1	1.9	3.1	1.5	1.6
Melloulou	1980-1988	1.3	1.8	1.9	2.3	2.3	1.1	2.8	1.9	1.6	2.8	1.8	2.2
Midelt	1961-1988	1.6	1.9	2.2	2.9	2.4	1.2	1.1	0.9	1.1	1.8	1.3	2.2
Missour	1975-1987	1.3	2.4	3.6	2.8	2.4	1.9	1.5	1.7	1.3	2.3	1.7	2.9
B-Mathar	1975-1988	1.4	1.9	2.3	2.1	3.3	2.7	1.8	1.6	2.0	2.8	2.9	1.8
Errachidia	1973-1988	1.2	1.5	2.3	1.9	1.7	1.1	0.8	0.9	1.0	1.3	1.6	2.3
Talsint	1984-1988	1.2	1.8	1.8	2.0	2.8	3.2	1.6	0.4	1.1	1.3	1.3	1.1
Bouarfa	1981-1988	1.1	1.3	2.4	3.2	2.7	1.7	0.9	1.0	0.6	2.6	2.8	2.3

### **Groupe du couloir Taza-Guercif:**

Ce groupe ne présente pas de grandes particularités, puisque la majorité des mois au niveau des maxima sont affectés par une forte variabilité. Par ailleurs, les minima enregistrent parfois des valeurs très élevées, 3.8°C en février et 3.7°C en décembre à Melloulou. La station de Taza subit une légère variabilité par rapport à celle de Melloulou.

### **Groupe de la Haute Moulouya:**

La station la plus touchée est Missouri. La variabilité affecte la période estivale à l'échelle des minima (août 3.3°C) et les périodes transitoires à l'échelle des maxima. Ceci accuse la variabilité des moyennes des mois de mars 3.5°C et d'avril 2.7°C. Ces fortes valeurs montrent l'intensité de l'hétérogénéité des températures à Missouri.

### **Groupe des Hauts plateaux:**

Excepté l'été qui a des valeurs basses, les autres valeurs des maxima sont nettement élevées à B-Mathar. Nous en concluons que ce sont les maxima qui contribuent à l'accentuation de la variabilité des moyennes dans ce groupe.

### **Groupe du Sud:**

La variation des maxima est considérable dans ce groupe. La station de Bouarfa est un exemple éloquent de cette forte variabilité. Mais aussi on a une faible variabilité de minima qui est constatée à Talsint en hiver (0.5°C). Nous précisons que cette valeur constitue la valeur minimale de tout l'Est du Maroc. De même pour celle du mois août (0.4°C) au niveau de maxima. Compte tenu des coefficients, nous pouvons affirmer que ce groupe ne forme pas une unité stationnelle homogène.

La variabilité dans le temps affecte les saisons intermédiaires et l'hiver. Les résultats montrent qu'il existe une différence entre les stations synoptiques et climatiques, Melloulou, Missouri et Talsint, et que l'esquisse peut être sous une autre forme dans le Nord, Oujda, Berkane et Driouch d'une part et Slimania, Boughriba et M-Hamadi d'autre part.

## ***4-1-5 La variabilité des moyennes quotidiennes (Tabl. 33)***

### **Groupe littoral:**

Le coefficient de la V.I dans les stations de la côte oscille entre 0.9 et 1.8°C. A Nador, il varie de 1.3 à 1.8°C, les mois d'hiver et de mars sont ceux dont les valeurs sont les plus élevées.

Tabl. 33 . - Variabilité temporelle des moyennes quotidiennes

STATION	Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Méilia	1975-1988	1.2	1.2	1.2	1.1	1.0	1.0	1.2	1.1	0.9	1.0	1.1	1.2
Nador	1976-1988	1.6	1.6	1.7	1.4	1.4	1.5	1.5	1.5	1.3	1.4	1.5	1.8
Al-Hoceima	1975-1988	1.3	1.3	1.3	1.3	1.2	1.1	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2	1.4
Berkane	1975-1988	1.3	1.3	1.4	1.3	1.3	1.3	1.4	1.4	1.3	1.3	1.3	1.5
Slimania	1975-1988	1.4	1.5	1.5	1.5	1.3	1.2	1.3	1.3	1.1	1.4	1.3	1.6
Boughriba	1975-1988	1.4	1.6	1.6	1.4	1.4	1.2	1.4	1.3	1.2	1.3	1.4	1.5
Oujda	1975-1988	1.7	1.8	1.9	1.9	1.6	1.6	1.6	1.5	1.3	1.7	1.8	1.8
M-Hamadi	1976-1988	1.5	1.7	1.6	1.5	1.5	1.4	1.5	1.5	1.3	1.4	1.3	1.5
Driouch	1975-1988	1.4	1.5	1.5	1.5	1.4	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.3	1.4
Taza	1975-1988	1.4	1.5	1.4	1.7	1.7	1.6	1.8	1.6	1.3	1.5	1.3	1.4
Melloulou	1980-1988	1.8	1.6	1.6	1.7	1.7	1.4	1.7	1.8	1.5	1.2	1.5	1.6
Midelt	1975-1988	1.6	1.8	1.7	1.8	2.0	1.6	1.3	1.2	1.2	1.3	1.5	1.7
Missour	1975-1987	1.6	1.7	1.7	1.8	1.8	1.7	1.6	1.5	1.5	1.7	1.5	1.5
B-Mathar	1975-1988	1.8	1.7	1.7	2.0	2.2	1.8	1.8	1.7	1.5	1.8	1.5	1.8
Errachidia	1975-1988	1.4	1.4	1.5	1.7	1.7	1.4	1.3	1.3	1.3	1.2	1.2	1.2
Talsint	1984-1988	1.2	1.5	1.5	1.4	1.6	1.3	1.1	1.2	1.0	0.9	1.1	1.2
Bouarfa	1981-1988	1.8	1.7	1.7	2.2	2.3	1.8	1.4	1.3	1.4	1.5	1.5	1.4

Les valeurs les plus faibles sont celles de Mélilia, elles varient de 0.9 à 1.2°C; c'est un signe d'une certaine régularité des températures. Il en est de même pour Al-Hoceima, de 1.1 à 1.4°C.

### **Groupe des plaines des Triffa:**

Les trois stations des plaines des Triffa présentent des valeurs comparables à celles de Nador; elles varient de 1.1 à 1.6°C, et il est rare de voir un écart de 2°C entre les stations. L'ensemble des mois à Boughriba est marqué par une variabilité légèrement plus élevée que dans les autres stations, Berkane présente des valeurs presque homogènes. La variabilité à Boughriba peut-être localisée dans la période hivernale, comme pour Slimania.

### **Groupe d'Oujda-Driouch:**

La variabilité des moyennes quotidiennes augmente dans le groupe d'Oujda-Driouch; le minimum est de 1.3°C et le maximum est de 1.9°C. A Oujda, la station que nous avons l'habitude de qualifier de domaine de la variabilité des températures, les valeurs extrêmes sont affichées durant les saisons intermédiaires et l'hiver. De même, à M-Hamadi ce sont les valeurs d'hiver et les saisons intermédiaires qui font culminer la variabilité, mais pas de la même façon qu'à Oujda. Quant à Driouch, ses valeurs suggèrent que nous la joignons aux stations du groupe précédent ou de celui Nador.

### **Groupe du couloir Taza-Guercif:**

La mise en évidence de la saison qui connaît la plus forte variation à Melloulou, n'est pas facile. A l'exclusion du mois d'octobre, les fortes variations s'observe durant toute l'année. Pour Taza, excepté les mois de septembre et novembre, l'ensemble des mois et notamment celui de juillet, subissent une forte variabilité.

### **Groupe de la Haute Moulouya:**

Malgré la décroissance de quelques valeurs, la variabilité quotidienne reste accentuée; elle atteint 2°C à Midelt. Cette valeur et d'autres font de Midelt une station où existe une forte variabilité, mais qui connaît aussi une certaine stabilité en été. Ceci confirme les résultats du test de la variance de Bartlett. Les mêmes valeurs sont présentées par Missouri mais avec un rapprochement des valeurs; l'écart entre la valeur maximale et minimale est de 0.3°C; quant à celui de Midelt il est de 0.8°C. Comme pour Midelt, les saisons intermédiaires enregistrent des valeurs élevées. La différence entre les deux stations réside particulièrement en été.

### **Groupe des Hauts plateaux:**

Le coefficient de la V.I des mois d'avril et de mai témoigne d'une variabilité prononcée dans les Hauts plateaux. Pour les autres mois, ils se comportent de la même manière que ceux des autres stations.

### **Groupe du Sud:**

Bien évidemment, c'est le Sud qui présente d'ordinaire le minimum et le maximum de la variabilité de tout l'Est du Maroc. Les valeurs de Bouarfa sont comprises entre 1.3°C et 2.3°C. Cela montre l'irrégularité des températures quotidiennes dans cette station surtout durant les saisons intermédiaires et l'hiver. Le même phénomène se reproduit à Errachidia mais avec une baisse dans les valeurs. A Talsint, nous remarquons un contraste au niveau des périodes transitoires: le mois d'octobre enregistre le minimum de la variabilité, 0.9°C, alors que le mois de mai présente le maximum 1.6°C. Ce contraste observé nous conduit à considérer les saisons intermédiaires comme étant une période de forte variabilité.

## ***4-1-6 La variabilité des extrêmes quotidiens (Tabl. 34. a, b)***

### **Groupe littoral:**

Contrairement à ce que nous avons constaté à l'échelle mensuelle, ce sont les maxima qui sont inconstants à l'échelle quotidienne dans les stations du littoral; cela nous permet d'adjoindre la station d' Al-Hoceima à la station de Mélilia. De plus, elle enregistre une forte variabilité en été qui dépasse celle de Nador que nous avons l'habitude de classer comme la station où les températures fluctuent souvent. Les températures minimales ne sont pas très fluctuantes hormis en hiver à Mélilia et Al-Hoceima. En revanche, la station de Nador est marquée par une forte variabilité des minima qui persiste durant toute l'année.

### **Groupe des plaines des Triffa:**

A l'inverse du premier groupe, les oscillations quotidiennes des maxima sont plus importantes dans les trois stations des Triffa. La mise en évidence de la saison où les températures sont les plus fluctuantes ou la localisation du mois où la variation entre deux journées consécutives est très accentuée n'est pas très facile. Tout au long de l'année les mois sont affectés d'une variabilité dont les degrés ne sont pas très différents. Les valeurs de l'été témoignent du fait que Berkane et Slimania connaissent des températures minimales quotidiennes stables, contrairement aux saisons intermédiaires, en particulier le mois de mars.

Tabl. 34. a . - Variabilité temporelle des minima quotidiens

STATION	Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Méllilia	1975-1988	1.6	1.5	1.5	1.2	1.1	1.0	1.0	1.1	1.1	1.3	1.4	1.6
Nador	1976-1988	2.5	2.4	2.8	2.2	2.1	2.0	2.1	2.1	1.9	2.3	2.7	2.6
Al-Hoceima	1975-1988	1.7	1.8	1.9	1.7	1.5	1.3	1.2	1.3	1.2	1.5	1.7	1.6
Berkane	1975-1988	1.7	1.7	1.9	1.8	1.7	1.5	1.5	1.6	1.7	1.7	1.8	2.0
Slimania	1975-1988	2.0	2.1	2.4	2.2	2.1	1.8	1.7	1.8	1.8	1.9	2.1	2.3
Boughriba	1975-1988	2.2	2.6	2.7	2.4	2.4	2.0	2.1	2.1	2.0	2.1	2.3	2.3
Oujda	1975-1988	2.5	2.3	2.3	2.3	2.1	1.8	1.7	1.9	1.8	2.1	2.4	2.5
M-Hamadi	1976-1988	2.1	2.1	2.2	2.0	2.1	1.9	1.9	1.9	1.9	1.8	1.8	2.1
Driouch	1975-1988	2.1	2.2	2.1	1.7	1.4	1.5	1.5	1.5	1.7	1.5	1.8	1.9
Taza	1975-1988	2.0	1.9	1.8	1.8	1.5	1.4	1.5	1.6	1.3	1.6	1.9	2.1
Melloulou	1980-1988	2.3	2.2	2.6	2.6	2.5	2.2	2.4	2.0	2.2	1.9	2.1	2.1
Midelt	1975-1988	1.9	1.9	1.8	2.0	1.8	1.6	1.7	1.8	1.5	1.6	1.8	2.0
Missour	1975-1987	2.2	2.1	1.7	1.7	1.8	1.7	2.2	2.3	1.7	1.9	1.8	2.3
B-Mathar	1975-1988	2.6	2.5	2.4	2.4	2.4	2.2	2.6	2.2	2.1	2.4	2.1	2.9
Errachidia	1975-1988	1.7	1.8	2.1	2.2	2.2	2.1	2.1	2.2	1.9	1.7	1.6	1.5
Talsint	1984-1988	1.1	1.6	1.5	1.4	1.6	1.4	1.4	1.8	1.3	1.1	1.3	1.3
Bouarfa	1980-1988	2.4	2.2	2.0	2.5	2.6	2.3	2.1	2.1	1.9	2.1	2.0	1.8

Tabl. 34. b . - Variabilité temporelle des maxima quotidiens

STATION	Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Méllilia	1975-1988	1.7	1.7	1.7	1.8	1.6	1.8	1.8	1.7	1.1	1.4	1.4	1.7
Nador	1976-1988	1.8	1.9	2.0	1.8	1.7	2.0	2.0	1.9	1.3	1.5	1.7	2.0
Al-Hoceima	1975-1988	1.8	1.8	1.8	1.9	1.7	2.2	2.2	2.1	1.9	1.6	1.8	2.0
Berkane	1975-1988	1.7	1.9	2.0	2.1	2.0	2.2	2.2	1.9	1.8	1.7	1.6	1.8
Slimania	1975-1988	1.9	2.2	2.3	2.1	1.9	2.0	2.0	1.8	1.5	1.7	1.8	1.9
Boughriba	1975-1988	1.9	2.3	2.5	2.3	2.2	2.1	2.1	2.0	1.7	1.7	2.0	2.0
Oujda	1975-1988	2.3	2.8	2.9	3.0	2.7	2.6	2.7	2.3	2.0	2.4	2.4	2.1
M-Hamadi	1976-1988	1.9	2.4	2.5	2.4	2.3	2.0	2.3	2.2	1.7	1.9	1.9	1.7
Driouch	1975-1988	2.0	2.3	2.4	2.4	2.2	2.3	2.3	2.2	1.9	2.0	2.0	1.9
Taza	1975-1988	1.7	1.9	2.1	1.9	2.1	1.6	1.3	1.0	1.2	1.2	1.5	1.5
Melloulou	1980-1988	2.4	2.1	2.5	1.9	2.0	1.4	1.5	2.4	1.6	1.4	1.9	2.0
Midelt	1975-1988	2.4	2.7	2.6	3.0	3.2	2.5	1.5	1.6	1.7	2.0	2.4	2.4
Missour	1975-1987	2.3	2.7	2.8	2.7	3.1	2.5	2.0	1.7	2.0	2.0	2.1	2.0
B-Mathar	1975-1988	2.3	2.6	2.9	3.4	3.4	2.7	2.2	2.1	2.1	2.5	2.3	2.1
Errachidia	1975-1988	2.1	2.0	2.0	2.1	2.2	1.6	1.2	1.2	1.5	1.5	1.7	1.8
Talsint	1984-1988	1.7	1.9	2.1	1.9	2.1	1.6	1.3	1.0	1.2	1.2	1.5	1.5
Bouarfa	1981-1988	2.3	2.2	2.3	2.6	2.9	1.8	1.2	1.1	1.4	1.5	2.0	1.9

### **Groupe d'Oujda-Driouch:**

Dans ce groupe, nous assistons à une augmentation de la variabilité qui atteint la barre de 3°C à Oujda. Il apparaît difficile de définir le rythme de la variabilité de ces stations à l'échelle des maxima. En général, les périodes intermédiaires sont affectées d'une forte variabilité qui est très accusée à Oujda. La variabilité des minima reste relativement faible en été en comparaison avec les autres saisons. Les valeurs que présente Driouch sont une indication d'une certaine régularité des minima quotidiens. L'alternance de différentes masses d'air dans cette "zone intermédiaire", provoque une certaine irrégularité des températures, notamment à Oujda.

### **Groupe du couloir Taza-Guercif:**

Nous remarquons que Taza et Melloulou subissent une forte variabilité des minima; cependant les valeurs d'été restent faibles à Taza. A Melloulou, les minima sont irréguliers en hiver et particulièrement pendant les saisons intermédiaires. Cette disparité qui se dégage entre Taza et Melloulou peut-être expliquée par la qualité de données et l'implantation de la station, car elle se trouve plus à l'intérieur de la région et ne bénéficie pas des influences maritimes modératrices sauf si elles sont fortes.

### **Groupe de la Haute Moulouya:**

La variabilité des maxima journaliers est très prononcée durant les saisons intermédiaires: 3.2°C à Midelt et 3.1°C à Missour en mai. Hormis le mois d'août à Missour qui est au-dessous de 1.7°C, les autres valeurs sont comprises entre 2 à 3.1°C. Les minima quotidiens, dans l'ensemble, restent comparables à ceux des groupes étudiés antérieurement.

### **Groupe des Hauts plateaux:**

La variabilité des maxima est remarquable. Il est intéressant de signaler que le maximum de la variabilité de l'Est du Maroc, 3.4°C, est rencontré à B-Mathar. Les valeurs élevées sont observées durant les saisons intermédiaires. Par contre, au niveau des minima, c'est l'hiver qui présente les plus fortes valeurs. L'exposition de la station aux différentes masses d'air continentales et la qualité de données sont responsable des fortes oscillations quotidiennes.

### **Groupe du Sud:**

La variabilité des maxima à Errachidia et Bouarfa se produit pendant les saisons intermédiaires, 2.9°C en mois de mai; c'est aussi ce même mois qui présente le maximum de la variabilité des minima, 2.6°C. En somme, le coefficient de la V. I est faible durant la période estivale, et plus particulièrement au coeur de l'été. Pour Talsint, la forte variabilité affecte les maxima de mars et de mai. Les coefficients de la V. I des minima sont très différents des autres

stations, ce qui nous laisse supposer que cette station a un climat thermique particulier, si nous ne tenons pas compte de la nature des données.

A la lumière des résultats obtenus, nous pouvons noter que la variabilité dans le temps augmente du Nord au Sud avec une légère différence entre l'Ouest et l'Est et entre les stations synoptiques et climatiques. La relative faiblesse de la variabilité diurne des températures concerne, à des degrés divers, l'ensemble des stations. Ce qui est frappant, c'est que les stations ayant une forte variabilité structurelle connaissent une variabilité temporelle prononcée. Il s'avère que la variabilité à l'échelle moyenne est déterminée surtout par les maxima dans la totalité des stations.

La variabilité annuelle, qui est en fait la répercussion globale de la variabilité quotidienne, nous permet de dégager une certaine coïncidence entre les années qui présentent une faible variabilité et celles à forte variabilité. Ce sont les saisons intermédiaires et l'hiver qui sont assujettis à la plus forte variabilité. La plus faible variabilité remarquée en été signifie-t-elle que le comportement thermique des masses d'air durant cette saison n'est pas différent ? Les résultats obtenus à partir du coefficient de la V. I suggèrent qu'on peut procéder à une autre approche de régionalisation de stations. Cette suggestion concerne d'avantage les stations de la côte, les plaines des Triffa et le groupe d'Oujda-Driouch.

## ***4-2 Peut-on parler d'une stabilité ou d'une tendance thermique dans l'Est du Maroc?***

### ***4-2-1 Une stabilité thermique jusqu'à 1975***

L'analyse du caractère général des températures à l'échelle des moyennes mensuelles nous a amené à appliquer le test de Spearman à nos longues séries. " *Le test consistant à comparer la série des rangs des valeurs ordonnées en fonction de leur grandeur croissante à celle de leur ordre chronologique, une valeur significative du coefficient permet de conclure à l'existence d'une tendance dont le sens correspond au signe de r* " (Petit-Renaud. 1986). Le risque d'erreur que nous avons choisi est 5%. Mis à part la station d'Errachidia où le coefficient  $\rho$ ,  $\rho_h$ , fait apparaître une tendance très faible qui concerne quelques mois (Tabl. 35. a); les autres stations manifestent une stabilité thermique. Nous ne nous sommes pas arrêtés à ce stade. Nous avons découpé la série de chaque station en deux en préservant notre période de référence des données quotidiennes (1975-1988). Les valeurs de quelques mois, avril, mai, novembre et notamment septembre deviennent significatives et ceci pour toutes les stations représentées ici (Tabl. 35. b). En raison de nombre d'années qui est 14 ans, on ne peut pas vraiment parler de l'existence d'une tendance quoique le coefficient  $\rho$  le montre. La signification des valeurs dégagées indique que la

Tabl. 35 . - Le Coefficient (rhô) de Spearman

A

Station	Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Al-Hoceima	1963-1988	-0.04	0.24	0.17	0.35	0.09	-0.02	-0.07	-0.25	0.49	0.22	0.16	0.43
Boughriba	1964-1988	-0.30	-0.17	0.01	0.32	-0.32	-0.11	0.00	0.05	0.23	0.09	0.20	0.13
Oujda	1961-1988	-0.11	-0.01	-0.02	0.14	-0.20	0.01	-0.06	0.12	0.17	0.16	0.10	0.09
Taza	1960-1988	-0.10	-0.06	0.12	0.07	-0.31	0.02	-0.04	0.16	0.35	0.20	0.21	0.27
Midelt	1961-1988	0.04	0.20	0.19	0.24	-0.14	0.25	0.05	0.09	0.43	0.14	0.23	0.26
Errachidia	1973-1988	0.31	0.32	0.51	0.67	0.12	0.35	0.45	0.66	0.66	0.39	0.42	0.00

B

Station	Période	J	F	M	A	M	J	Jt	A	S	O	N	D
Al-Hoceima	1975-1988	0.20	-0.04	0.48	0.57	0.65	0.23	0.29	0.03	0.75	0.52	0.53	-0.03
Boughriba	1975-1988	0.05	-0.01	0.25	0.55	0.47	0.28	0.27	0.14	0.70	0.48	0.68	0.32
Oujda	1975-1988	0.10	0.07	0.22	0.65	0.71	0.26	0.22	0.38	0.78	0.60	0.68	-0.21
Taza	1975-1988	0.25	-0.01	0.33	0.46	0.50	0.04	0.18	0.21	0.67	0.50	0.62	-0.11
Midelt	1975-1988	0.56	0.21	0.33	0.48	0.50	0.48	0.49	0.71	0.91	0.30	0.60	-0.02
Errachidia	1975-1988	0.21	0.13	0.38	0.64	0.48	0.33	0.42	0.64	0.62	0.23	0.50	-0.25

région a connu un léger réchauffement après avoir subi un refroidissement qui a envahi tout le Maroc. "*... nous dirons qu'au cours du demi-siècle écoulé la température moyenne au Maroc a baissé de 1° Celsius*" (Le Goff, 1985). L'exemple le plus éloquent pour bien illustrer cette tendance des températures vers le réchauffement, est le mois de septembre à Midelt où nous avons obtenu le coefficient le plus élevé,  $\rho = 0.91$ .

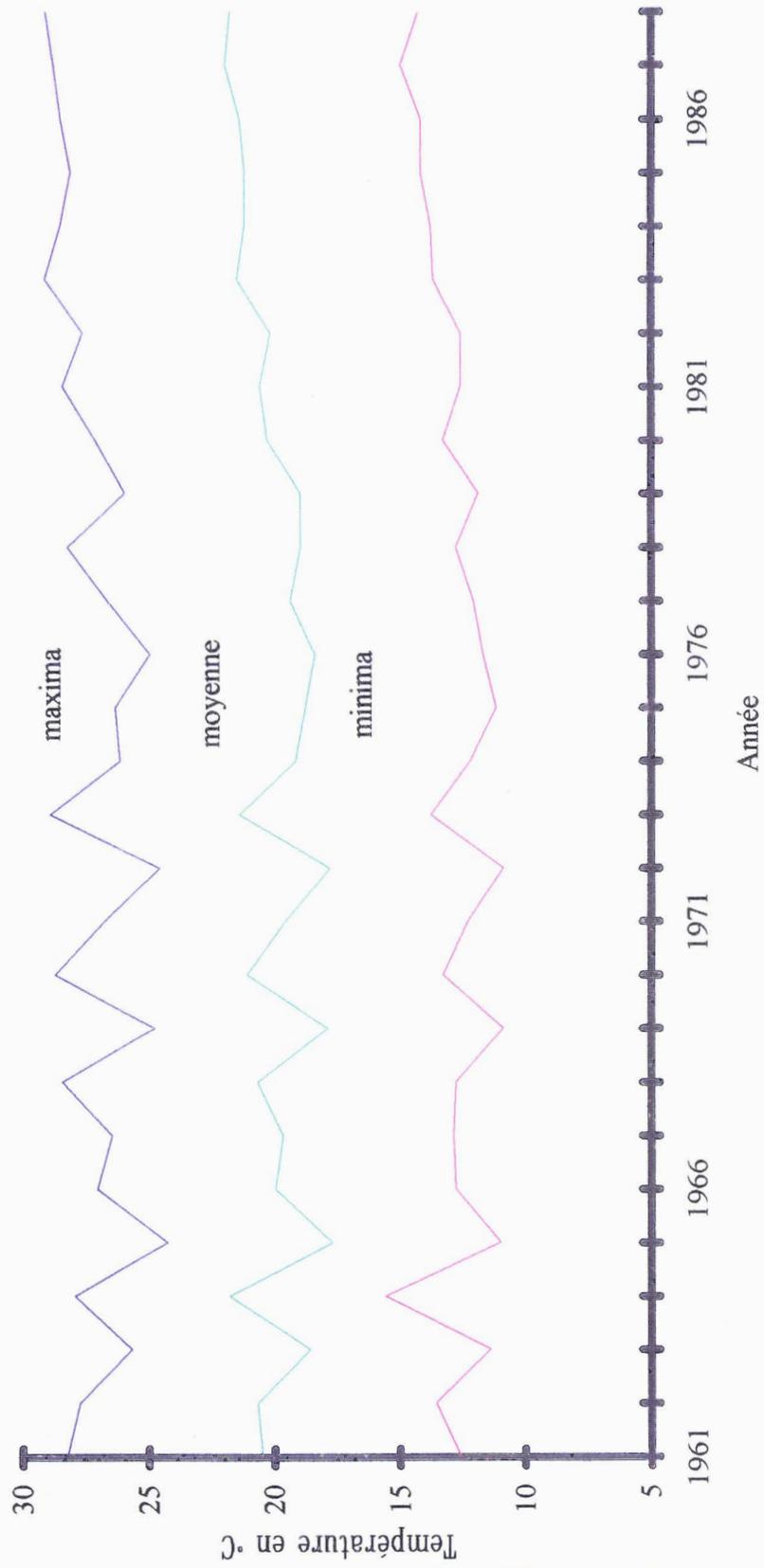
#### **4-2-2 Un réchauffement des températures mensuelles (1975-1988), exemple du mois de septembre à Midelt**

Au niveau des températures moyennes, nous remarquons que durant la période 1961-1973, elles sont caractérisées par une oscillation très marquée, tout en accusant une légère baisse des températures (Fig. 9). C'est au cours de ces années que le mois retenu a connu la moyenne la plus faible. Durant la deuxième période, 1973-1982, nous n'avons pas enregistré de fortes fluctuations. La période récente, 1982-1988 a connu une élévation des températures mais elle reste faible. La moyenne la plus élevée est obtenue en 1987 avec 22°C.

Quant aux températures minimales, leur hétérogénéité est très prononcée durant la première période: La station de Midelt a enregistré les moyennes extrêmes en 1969 et 1972, avec 10.9°C et 15.6°C en 1964. Durant la deuxième période, il a été observé une baisse relative des températures. Par contre, à partir de 1982, nous assistons à une hausse des valeurs, ce qui constitue une nouvelle phase thermique.

Pour les maxima, ils suivent le même schéma que les moyennes. La seule nuance apparaît pendant la deuxième phase où nous constatons une certaine fluctuation des valeurs. Mais cette fluctuation ne dure pas dans la mesure où à partir de 1982, les maxima prennent une autre allure avec une hausse des valeurs. A la suite des travaux de Le Goff concernant la période 1936-1980, il apparaît que la région, au cours de ces dernières années et précisément à partir de 1982, a connu un "renversement thermique" qui se traduit par une tendance vers un réchauffement. Si ce réchauffement est statistiquement non significatif puisque jusqu'à présent il ne dépasse pas 1°C, il demeure sans doute déterminé par un relèvement sensible des minima (Communication orale de Monsieur Le Goff). Il semblerait que ce réchauffement soit un phénomène général, dans la mesure où il a touché tout le Maroc, voire tout l'hémisphère nord. "*Les années 1980 sont sans aucun doute les plus chaudes enregistrées depuis la décennie de 1860 puisqu'elles regroupent les six années les plus chaudes qui furent par ordre décroissant. 1989, 1988, 1987, 1983, 1981 et 1980*" (Jones, 1990). Certes, ce réchauffement a attiré l'attention des chercheurs mais leurs explications jusqu'à maintenant ne dépassent pas le cadre des hypothèses. Parmi ces hypothèses,

Fig. 9 - Tendence des températures mensuelles: mois de septembre à Mideit



nous citons celle de l'effet de serre qui est dû, d'après ses partisans, aux différentes activités humaines qui ont engendré une augmentation des gaz carbonique CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère (La Recherche. 1992 n°243, mai, vol. 23).

**CHAPITRE-5****LES ELEMENTS EXPLICATIFS DU COMPORTEMENT THERMIQUE**

- 5-1 L'analyse en composantes principales: un outil pour hiérarchiser le poids des facteurs
  - 5-1-1 Analyse et esquisse de différenciation régionale des moyennes quotidiennes
    - 5-1-1-1 Les moyennes en hiver
    - 5-1-1-2 Les moyennes en été
    - 5-1-1-3 Les moyennes au printemps,
    - 5-1-1-4 Les moyennes en automne
  - 5-1-2 Analyse et esquisse de différenciation régionale des extrêmes quotidiens
    - 5-1-2-1 Les minima en hiver
    - 5-1-2-2 Les minima en été
- 5-2 Caractères de la circulation atmosphérique en fonction des scores très élevés
  - 5-2-1 Une évolution globale des températures "effet de taille"
    - 5-2-1-1 Des températures inférieures à la moyenne
    - 5-2-1-2 Des températures supérieures à la moyenne
  - 5-2-2 Un contraste Nord-Sud
    - 5-2-2-1 Des températures inférieures à la moyenne dans l'ensemble du Sud
    - 5-2-2-2 Des minima inférieurs à la moyenne en hiver, en automne et supérieurs au printemps
  - 5-2-3 Un caractère influencé par le site géographique et la qualité de données
    - 5-2-3-1 Des températures inférieures à la moyenne de la saison
    - 5-2-3-2 Des maxima supérieurs à la moyenne dans l'ensemble du Nord
- 5-3 Caractères de la circulation atmosphérique en fonction des scores faible
  - 5-3-1 Les minima en hiver d'après la première composante
  - 5-3-2 Les minima en hiver d'après la deuxième composante
  - 5-3-3 Les maxima en hiver d'après la première composante
  - 5-3-4 Les maxima en hiver d'après la deuxième composante
  - 5-3-5 Les minima en été selon la première composante
  - 5-3-6 Les minima en été à partir de la deuxième composante
  - 5-3-7 Les maxima en été à partir de la première composante
  - 5-3-8 Les maxima en été à partir de la deuxième composante
- 5-4 Essai de classification de types de circulation

5-4-1 Les principaux types de circulation en janvier

5-4-1-1 En altitude (500 hPa)

5-4-1-2 En surface

5-4-1-3 Les flux d'air en surface

5-4-2 Les principaux types de circulation en août

5-4-2-1 En altitude (500 hPa)

5-4-2-2 En surface

5-4-2-3 Les flux d'air en surface

Dans cette partie, nous tentons d'apporter une explication à ce que nous avons vu jusqu'à présent; c'est-à-dire chercher les facteurs qui régissent les caractères thermiques, généraux et particuliers de la géographie des températures dans cette partie du Maroc.

### ***5-1 L'analyse en composantes principales: un outil pour hiérarchiser le poids des facteurs***

Nous avons procédé à l'analyse en composantes principales (A.C.P.), pratiquée sur les valeurs quotidiennes des températures (données centrées et réduites). Nous ne revenons pas sur les détails de la méthode, ni ses étapes particulières, elle est amplement exposée dans de nombreux ouvrages (Lebart. et al. 1977, Delagrade. 1983, Volle. 1985...). Notons seulement que l'A.C.P constitue une méthode factorielle permettant de résumer l'information de la matrice formée ici de dix-sept variables (stations météorologiques) et des observations de la période (1984-1988). Seule la saison d'automne est portée sur une période de cinq saisons de 1984-1987, en raison du caractère incomplet de l'année 1988 de la station de Missour.

Nous avons cartographié les corrélations facteurs / variables avant et après rotation effectuée à partir de la méthode varimax très utilisée. Cette méthode des rotations orthogonales, a pour but d'améliorer l'interprétation des résultats à travers une transformation linéaire des composantes principales. Les données sont réparties selon les saisons extrêmes et les saisons intermédiaires. Chaque saison se compose de deux mois: janvier-février pour l'hiver, juillet-août pour l'été, mars-avril pour le printemps et octobre-novembre pour l'automne.

#### ***5-1-1 Analyse et esquisse de différenciation régionale des moyennes quotidiennes***

Avant d'entamer l'interprétation des résultats, nous tenons à préciser que nous appelons le *Nord* les stations du littoral, des plaines des Triffa et de groupe d'Oujda-Driouch. Le *Sud* est constitué des stations de la Haute Moulouya et de la bordure du Sahara. Les Hauts plateaux et le couloir de Taza-Guercif constituent une zone intermédiaire. Les matrices de corrélation (Tabl. 27.a, b, c, d ), les figures illustrant la répartition des stations et la participation de chacune d'elles dans la définition des composantes (Fig. 60 à 74), sont incluses dans l'annexe du chapitre V.

### 5-1-1-1 *Les moyennes en hiver*

#### \* Avant rotation

La première composante prend en compte 67% de la variance (Fig. 60 ) c'est un "effet de taille", c'est-à-dire que les températures varient dans le même sens par rapport à la moyenne de chaque station. Les coefficients de corrélations facteurs / variables sont négatifs et le poids des stations n'est pas loin d'être parfaitement homogène.

La deuxième composante (Fig. 61) exprime seulement 7.4% de la variance. Nous constatons d'emblée qu'il y a une opposition entre le Sud et le Nord au niveau de la participation dans la composante: le Nord est négatif et le Sud avec la zone intermédiaire sont positifs. Cette opposition peut-être expliquée par le facteur de la continentalité et l'éloignement de la mer. Les stations du Nord bénéficient de l'effet de la Méditerranée même si il n'est que sporadique pour certaines stations et en particulier celles d'Oujda-Driouch. Comment expliquer alors le comportement d'Al-Hoceima qui devrait être en réalité semblable à celui de Mèlilia et Nador ? L'explication à notre sens semble provenir de son site géographique encaissé (cf. chapitre.II) qui ne lui permet pas d'être en contact direct avec les influences maritimes.

La troisième composante qui n'extrait que 4% de la variance, la limite de signification, disloque les deux ensembles (Fig. 62 ). Nous assistons donc à un changement dans le comportement de quelques stations. Il y a des stations qui présentent des valeurs égales à zéro, d'autres ont des coefficients différents bien qu'elles se rapprochent: c'est le cas dans la Haute Moulouya et dans le couloir de Taza-Guercif. Ce fait n'aide pas à dégager les ensembles déjà observés (cf. chapitre.II. ). Mais nous pouvons toutefois former des sous-ensembles ou parler uniquement d'une seule station en raison des influences locales et la qualité de données qui donnent à chacune des stations un caractère spécifique. La station la mieux représentée, vu les fortes amplitudes thermique est celle de B-Mathar.

La variance prise en compte par la quatrième composante, n'explique que 4% de l'information et c'est la station d'Al-Hoceima qui s'y manifeste.

### **\* Après rotation**

La première composante après rotation exprime 38% de la variance totale. elle représente les fluctuations de l'ensemble de la région où les stations du Nord ont un poids plus élevé que celui des stations du Sud. Les coefficients obtenus restent négatifs.

A la différence de ce que nous avons vu, la deuxième composante après rotation explique 25% de l'inertie et ne fait pas apparaître de contraste Nord-Sud. La seule nuance notable entre le Nord et le Sud apparaît dans le poids de chaque ensemble. Les stations les mieux représentées sont celles de la bordure du Sahara, la Haute Moulouya et Taza.

La troisième composante exprime plus de 13% de l'information initiale. Elle met en évidence la station de B-Mathar suivie de Missour et M-Hamadi. Nous rappelons que les données de ces stations risquent d'être l'origine d'un comportement particulier.

La quatrième composante totalise 7% de l'information. Elle fait ressortir la station d'Al-Hoceima par sa bonne participation alors que celle de Melloulou est négative et c'est d'ailleurs la seule dans ce cas à avoir une participation différente.

La rotation n'apporte rien de plus à l'interprétation des composantes. Les températures moyennes quotidiennes en hiver, en dehors de l'effet géographique et topographique, varient dans le même sens.

### ***5-1-1-2 Les moyennes en été***

#### **\* Avant rotation**

A l'instar de l'hiver, nous constatons que la variation dans le même sens des températures est parfaitement présente en été, mais avec une ampleur moins forte par rapport à l'hiver, 46% de la variance (Fig. 63 ). Mis à part les stations des plaines des Triffa, d'Oujda-Driouch et de Taza-Guercif qui ont le plus de poids, les autres contribuent de manière à peu près égale dans la composante.

La deuxième composante explique 13% de l'information et discrimine deux catégories de stations: Nord-Sud (Fig. 64 ). Mais cette fois-ci les stations du couloir de Taza-Guercif et B-Mathar s'associent à l'ensemble du Sud. Etant donné que la station de B-Mathar a le même degré de participation que les stations de la bordure du Sahara, on peut dire qu'elle subit une influence continentale très marquée. Ces dernières stations ont

un poids important par rapport à la Haute Moulouya. Un ensemble d'effet négatif se compose des stations de la côte, bien marquées notamment à Méléria, Nador et les stations des Triffa, Berkane et Slimania.

La troisième composante traduit 7% de la variance (Fig. 65 ). Elle individualise les stations de la côte (Nador, Al-Hoceima) dont le poids très important est négatif. Les stations Oujda et Taza participent de manière modérée et positive dans cette composante. Le reste des stations ont des coefficients faibles.

La quatrième composante fournit 5% d'explication. La participation étant la plus forte est celle de Missouri. Il semble que les données et le site géographique en forme d'une cuvette, jouent un rôle dans le caractère différent de cette station.

La cinquième composante fait apparaître la station de M-Hamadi. On peut donner la même explication que pour la station de Missouri.

#### **\* Après rotation**

A l'inverse de ce que nous avons noté avant la rotation, l'effet d'ensemble n'est pas d'une grande importance, il se réduit à 32%. La participation des stations est loin d'être homogène. Certaines stations sont fortement intervenues dans la composante comme celles des plaines des Triffa, le groupe d'Oujda-Driouch et le couloir de Taza-Guercif.

La variance expliquée par la deuxième composante est de 18%. La composante ne prend pas en compte l'opposition Nord-Sud comme il a été le cas avant rotation. Hormis la station de Berkane qui a un coefficient négatif, les coefficients des autres stations sont positifs et ce sont les stations de la bordure du Sahara qui sont les mieux représentées.

La troisième composante exprime 13% de la variance et distingue en premier lieu les stations côtières suivies des stations des plaines des Triffa. En second lieu, les stations Taza et B-Mathar ont une contribution positive mais faible.

La quatrième composante donne 8% de l'information. Il semble que cette valeur découle du poids de la station de Missouri dans cette composante. Elle a un coefficient de 0.89. De même pour la cinquième composante, la station de M-Hamadi s'individualise et la variance expliquée est de (5%).

Comme pour l'hiver, on ne remarque pas de grandes différences après rotation sauf que la troisième composante individualise nettement le littoral.

### *5-1-1-3 Les moyennes pendant le printemps*

#### **\* Avant rotation**

La première composante prend en compte 74% de la variance et traduit une variation thermique globale entre les journées "effet de taille" (Fig. 66). Les coefficients sont négatifs et très proches en comparaison avec ceux des premières composantes en hiver et en été.

La deuxième composante, d'un total de 7%, fait apparaître le même contraste signalé auparavant, c'est-à-dire le Nord négatif qui englobe les stations du littoral, les plaines des Triffa et le groupe d'Oujda-Driouch (Fig. 67). A sud du parallèle 34° les coefficients sont positifs. Nous remarquons qu'il y a un certain équilibre dans la participation de chaque ensemble.

La troisième composante (Fig. 68) contribue d'une façon infime de l'explication globale, 3%. L'ensemble des stations du Sud participe fortement et négativement dans cette composante à l'exception de Missouri. Les coefficients obtenus facteurs / variables des autres stations demeurent faibles.

#### **\* Après rotation**

"L'effet de taille" est toujours présent mais il n'est pas privilégié puisque l'explication qu'il donne est de 43% au lieu de 74%. L'ensemble Nord est le plus significatif, néanmoins à partir du 34<sup>ème</sup> latitude, la participation des stations s'atténue légèrement (Fig. 69).

La deuxième composante, 38% d'explication, se compose de coefficients positifs (Fig. 70). Les stations de la bordure du Sahara contribuent fortement dans la composante et les stations de Midelt, Taza et B-Mathar de manière modérée. Nous remarquons, comme il a été le cas pour les autres composantes après rotation, le contraste classique Nord-Sud n'apparaît plus.

#### *5-1-1-4 Les moyennes en automne*

##### **\* Avant rotation**

L'effet globale explique la plus grande partie de la variance (83%) et les stations contribuent toute de manière analogue et négative à sa définition (Fig. 71 ).

La deuxième composante ne dépasse pas le seuil de signification, 4%. Elle sépare l'ensemble des stations: le Sud et le Nord (Fig. 72 ). La station de Melloulou a un coefficient insignifiant, les stations de Taza et B-Mathar font parties de l'ensemble du Sud.

##### **\* Après rotation**

"L'effet de masses" s'est atténué il ne présente que 48%. Les stations du Nord et celles du couloir de Taza-Guercif contribuent d'une manière forte dans cette composante (Fig. 73 ).

Le pourcentage de la variance expliquée par les valeurs propres est différent de celui obtenu avant rotation (39%), mais n'apporte rien de nouveau à la composante, sauf qu'il efface le contraste classique Nord-Sud (Fig. 74 ). Toutefois, c'est la Haute Moulouya et les deux stations de la bordure du Sahara, Errachidia et Bouarfa, qui dominent nettement dans cette composante suivie du couloir de Taza-Guercif.

L'analyse en composantes principales portée sur les moyennes quotidiennes montre que l'Est du Maroc est une région homogène. Les températures évoluent souvent dans le même sens. Mais , cette homogénéité est plus au moins marquée selon les saisons. Un contraste Nord-Sud se dégage et une individualisation secondaire se manifeste concernant le littoral. Il reste à savoir si les extrêmes quotidiens mènent aux mêmes résultats ou s'ils apportent d'autres renseignements ?

#### *5-1-2 Analyse et esquisse de différenciation régionale des extrêmes quotidiens*

Etant donné que la répartition des maxima quotidiens est similaire à celle des moyennes, et que les deux premières composantes des saisons intermédiaires expliquent plus de 80% de variance; nous avons décidé, afin d'éviter les redondances, de centrer notre analyse sur les minima pendant l'hiver et l'été (Tabl. 36 ). Les tableaux des matrices des

**Tabl. 36 .- La variance expliquée avant et après rotation  
températures quotidiennes**

**Hiver 1984-1988**

Composante	Moyenne		Minima		Maxima	
	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
I	67%	38%	57%	36%	67%	31%
II	7.4%	25%	9%	19%	7%	21%
III	4%	14%	6%	12%	5%	26%
IV	4%	7%	5%			
<b>Total</b>	<b>82%</b>	<b>84%</b>	<b>77%</b>	<b>67%</b>	<b>79%</b>	<b>78%</b>

**Été 1984-1988**

Composante	Moyenne		Minima		Maxima	
	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
I	46%	32%	39%	29%	42%	32%
II	13%	18%	12%	12%	16%	13%
III	7%	13%	7%	9%	8%	10%
IV	5%	8%	6%	11%	5%	6%
V	5%	5%	6%	8%	5%	14%
<b>Total</b>	<b>76%</b>	<b>76%</b>	<b>70%</b>	<b>69%</b>	<b>76%</b>	<b>75%</b>

**Printemps 1984-1988**

Composante	Moyenne		Minima		Maxima	
	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
I	74%	43%	67%	34%	68%	43%
II	7%	38%	7%	32%	11%	36%
III	3%		5%	13%	4%	
<b>Total</b>	<b>84%</b>	<b>81%</b>	<b>79%</b>	<b>79%</b>	<b>83%</b>	<b>79%</b>

**Automne 1984-1987**

Composante	Moyenne		Minima		Maxima	
	Avant	Après	Avant	Après	Avant	Après
I	83%	48%	74%	44%	80%	45%
II	4%	39%	6%	36%	6%	40%
<b>Total</b>	<b>87%</b>	<b>87%</b>	<b>80%</b>	<b>80%</b>	<b>86%</b>	<b>85%</b>

corrélations des extrêmes quotidiens (Tabl. 28, 29) et les figures de 75 à 121, sont insérés dans l'annexe.

### *5-1-2-1 Les minima en hiver*

#### **\* Avant rotation**

La variance expliquée par la première composante est de 57% . La variation globale des minima se manifeste nettement comme il a été le cas lors de l'analyse des moyennes quotidiennes. La corrélation facteur / variable est négative. Elle est comprise dans un intervalle de 0.51 à plus de 0.80 (Fig. 75 ).

La deuxième composante divise la région en deux ensembles Nord-Sud. La station de Melloulou se détache des stations appartenant à la zone intermédiaire pour rejoindre l'ensemble Nord (Fig. 76 ); toutefois son poids dans cette ensemble est modeste. Ce comportement peut-être justifié par l'exposition de la station aux mêmes influences de Nord-Est que les stations du Nord, même si elles sont faibles quand elles atteignent la station.

La troisième composante donne 6% d'explication et favorise la station de B-Mathar, caractérisée par un climat continental sec et des minima souvent négatifs (Fig. 77)

#### **\* Après rotation**

La première composante après rotation perd presque 20% de l'information. "L'effet de taille" se réduit à 36% et les stations de l'ensemble Sud contribuent modestement dans cette composante.

L'opposition Nord-Sud a disparu, mais l'information donnée par la deuxième composante a augmenté (19%). Melloulou est la seule station qui se distingue des autres stations par sa participation positive, mais faible. Les coefficients de corrélation facteur / variable sont très hétérogènes.

La troisième composante fait apparaître deux stations opposées: Mélilia sur la côte avec une participation très faible et B-Mathar sur les Hauts plateaux, qui a un poids important dans cette composante.

### *5-1-2-2 Les minima en été*

#### **\* Avant rotation**

En comparaison avec les précédentes, la première composante qui exprime un "effet d'ensemble" n'est pas très important et traduit 39%. De plus, la participation des stations est très hétérogène; elle est distribuée dans un éventail très large de 0.21 à 0.90 (Fig. 78 ).

La deuxième composante de 12% reprend le découpage classique Nord-Sud observé lors de l'étude des moyennes (Fig. 79 ). Cependant, la zone intermédiaire a disparue et les stations de groupe d'Oujda-Driouch, notamment M-Hamadi, apparaissent. Ceci un est révélateur que les influences maritimes ne se propagent pas très loin et que les influences continentales de l'est de sud-est dominant durant ces mois.

La troisième composante, 7% met en valeur deux stations de l'ensemble Sud: l'une a un signe positif, Missouri, et l'autre négatif, Talsint, (Fig. 80 ).

La quatrième composante, 6%, reflète une certaine égalité de la participation des stations dans la définition de la composante. Aussi, elle fait ressortir les groupes stationnels des plaines des Triffa, du couloir de Taza-Guercif, de la Haute Moulouya et de la bordure du Sahara. On note la dislocation du groupe littoral et le groupe d'Oujda-Driouch. De ce fait, les stations de Nador et Oujda se trouvent dans le groupe des plaines des Triffa.

La cinquième composante a le même taux de participation que la précédente et c'est la station de M-Hamadi qui est la mieux représentée.

Nous soulignons que l'été est la seule saison où nous avons analysé cinq composante pour obtenir 70% d'information, ce qui indique qu'il y a plusieurs facteurs qui interviennent dans la répartition des minima durant cette saison.

#### **\* Après rotation**

"L'effet de taille" ne conserve pas son taux d'explication après rotation, il est de 29%. La station de Melloulou se distingue par son comportement négatif (Fig. 81 ).

La variance expliquée par la deuxième composante n'a pas changé, 12%. La station de Missouri s'écarte de l'ensemble des stations; elle a une participation faible et négative. Les stations de la bordure du Sahara sont dominantes vu les températures maximales très élevées (Fig. 82 ).

Les mêmes stations repérées avant rotation par la troisième composante se manifestent ici avec un poids très élevé et une information de 9% (Fig. 83 ).

La quatrième composante possède 11% d'explication. Elle individualise les stations du couloir de Taza-Guercif notamment celle de Melloulou (Fig. 84 ).

L'analyse de l'A.C.P. des températures quotidiennes a abouti à une relative différenciation entre stations, difficile à schématiser. Les températures varient le plus souvent dans le même sens par rapport à la moyenne de chaque station, notamment en automne et au printemps, d'une manière modérée en hiver et moindre en été. Ainsi la deuxième composante avant rotation reflète l'opposition classique Nord-Sud, intercalée par une zone intermédiaire, que nous avons expliqué par la dualité influences maritimes / continentales. Un autre axe se forme parfois en rassemblant les stations de la vallée de la Moulouya. Le comportement étrange qui caractérise certaines stations et qui se dégage à partir de la troisième et la quatrième composante peut être expliqué par des facteurs locaux et éventuellement la qualité de données due à l'intervention de l'observateur. Après la rotation des axes, le pourcentage de la variance expliquée par la première composante diminue remarquablement et celui des autres composantes augmente. Le découpage Nord-Sud n'apparaît plus et les stations ont souvent un même signe de corrélation et ne changent pas. L'effet de taille, se redistribuant sur les autres composantes après rotation, ne permet pas, sauf exception, une nette individualisation de régions du point de vue de la variation des températures.

L'objectif est d'analyser quelques jours typiques représentant les champs thermiques que l'A.C.P. a dégagé. Les tableaux et les figures des coordonnées des observations sont inclus dans l'annexe du chapitre V (Tabl. 30 à 33), (Fig. 122 à 141). Les documents météorologiques à partir desquels le rapport températures / circulations atmosphériques a été établi, sont principalement les bulletins quotidiens de renseignements météorologiques du Maroc (B.Q.R.M) et les bulletins météorologiques Européen (B.M.E) qui couvrent tout l'hémisphère nord. L'analyse porte sur une période de trois ans (1986-1988). Certes, elle est jugée courte, mais nous pensons qu'elle permet tout de même de mettre en évidence les caractères de la circulation atmosphérique. Ainsi, nous avons réparti cette analyse en deux parties: la première explique les jours présentant des scores très élevés et la deuxième ceux des scores avoisinant la moyenne ou le zéro. La recherche de relations éventuelles entre l'organisation des champs thermiques "standarisés" est la circulation atmosphérique se fera donc sur la base des résultats avant rotation.

## ***5-2 Caractères de la circulation atmosphérique en fonction des scores très élevés***

Dans cette première partie la relation entre températures quotidiennes et situations atmosphériques est étudiée durant les quatre saisons. En plus de la description de l'évolution de la situation météorologique, nous abordons la variabilité des températures quotidiennes en insistant sur les stations qui sont mieux distinguées. Il est très important de signaler que la spécificité de ces jours typiques, obtenus par les trois premières composantes, c'est que leurs températures sont supérieures ou inférieures à la moyenne de la période de référence utilisée en A.C.P (1984-1988); ainsi ils sont la plupart du temps groupés et forment des séquences distinctes. Cela est un évocateur de l'existence d'une structure et d'une organisation thermique.

### ***5-2-1 Une évolution générale des températures "effet de taille"***

#### ***5-2-1-1 Des températures inférieures à la moyenne de la période (Tabl. 37)***

##### **\* En hiver:**

Les jours représentant le champ thermique que nous analysons correspondent à une séquence du 13 au 23 janvier 1987. Ils sont représentés sur le graphique 122. a, b, c, entre les 191 et 200 ème observations. On constate que les valeurs les plus caractéristiques sont du 15 au 19 janvier. La situation en altitude (500 hPa) est marquée par une zone de basses pressions

**Tabl. 37 .- Les moyennes des températures quotidiennes  
1984-1988**

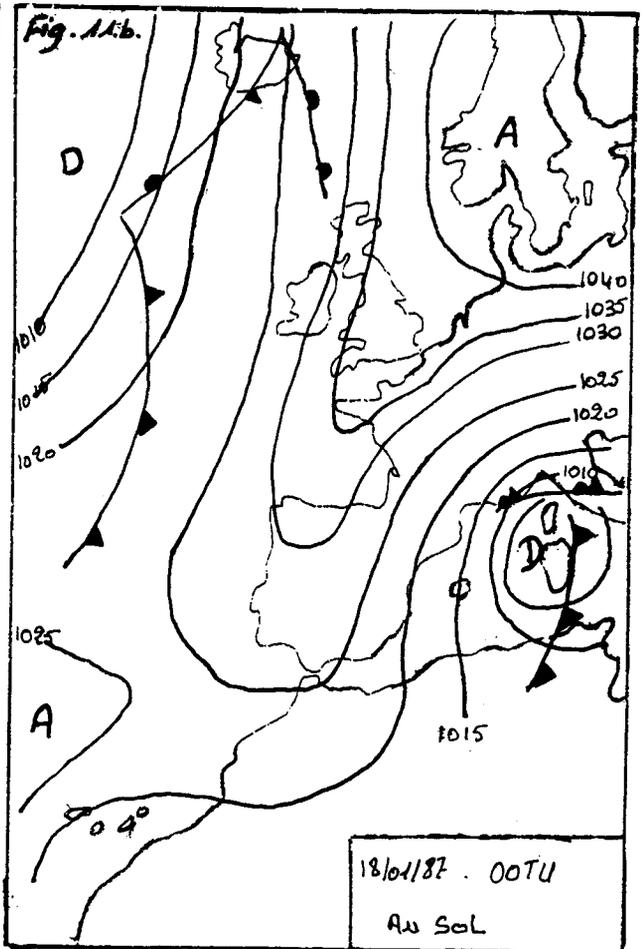
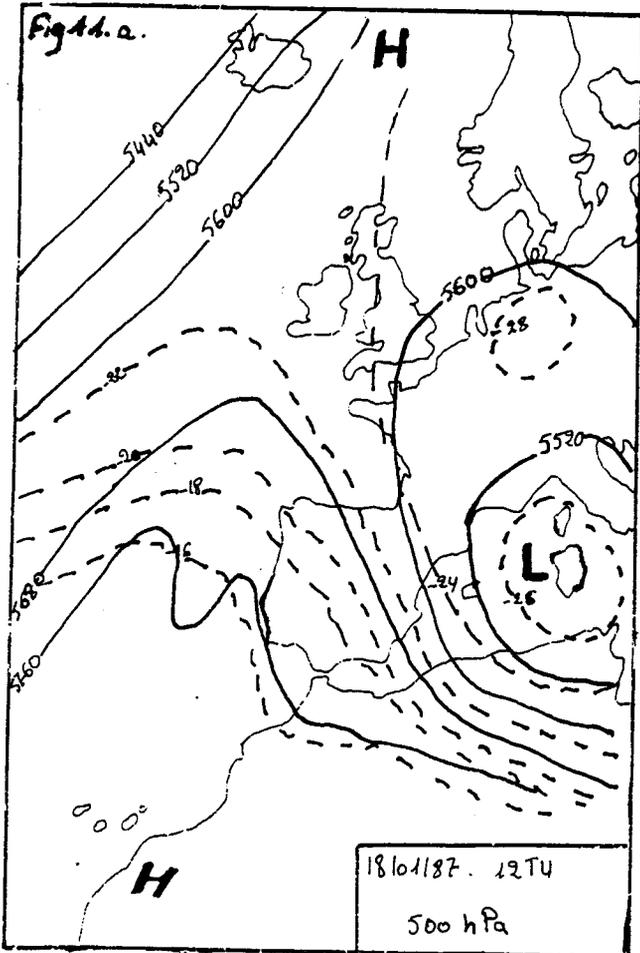
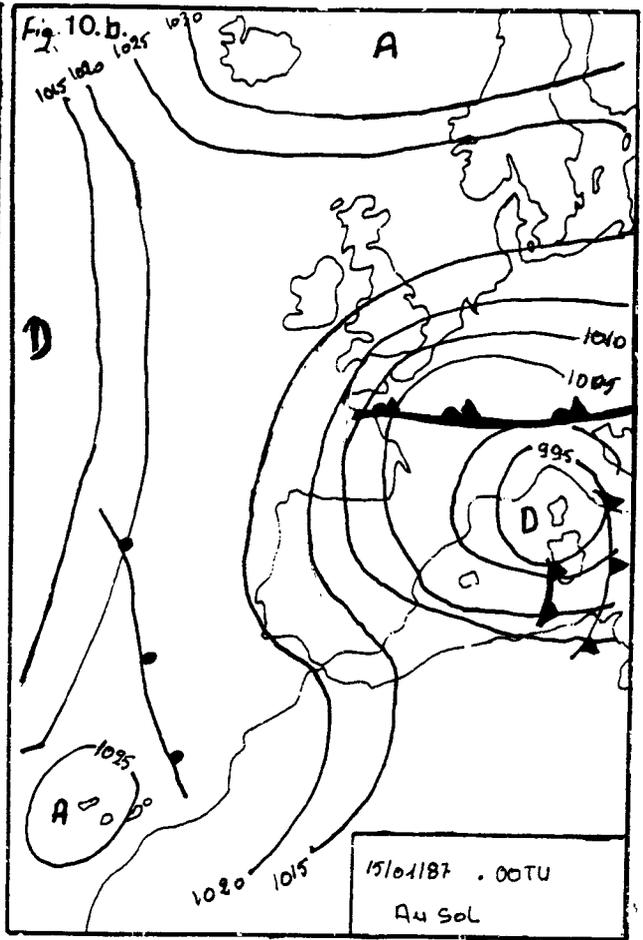
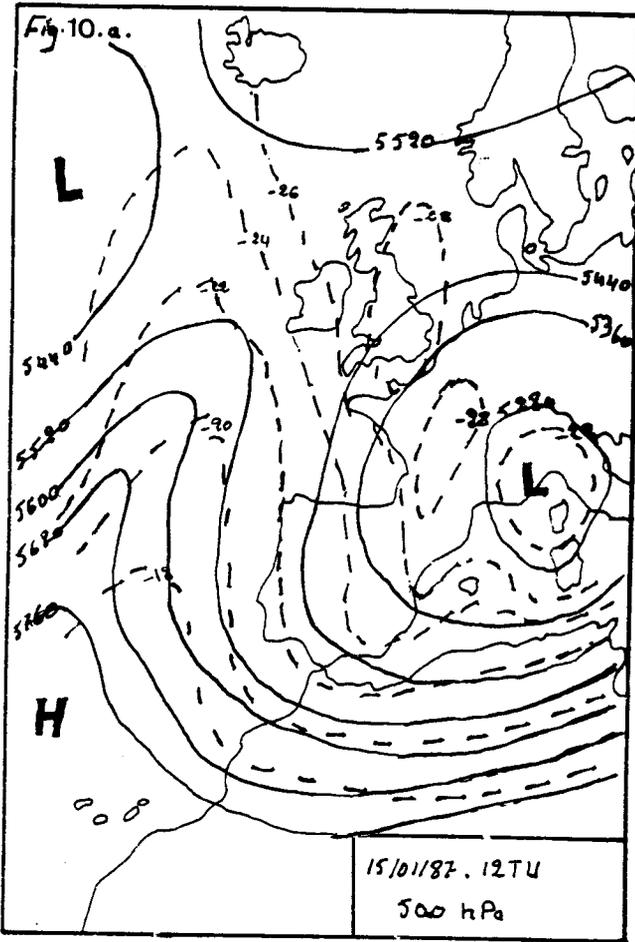
STATION	Hiver		Eté		Printemps		Automne	
	min	max	min	max	min	max	min	max
Méilia	10.4	16.7	21.7	28.9	12.3	19.0	15.5	22.2
Nador	8.3	18.5	21.2	28.5	11.7	19.7	13.2	23.8
Al-Hoceima	11.1	18.4	20.3	28.5	11.3	19.2	12.5	22.2
Berkane	6.3	16.3	19.2	31.2	8.7	20.7	11.6	22.8
Slimania	6.3	17.5	18.7	29.7	8.5	20.4	11.6	23.0
Boughriba	4.6	20.6	18.8	31.2	8.3	22.3	8.2	25.1
Oujda	5.0	16.2	17.9	33.4	6.8	20.4	10.3	22.8
M-Hamadi	6.2	19.3	20.8	32.0	9.1	25.0	10.8	22.3
Driouch	7.3	18.9	19.3	30.6	9.8	20.2	10.1	24.2
Taza	6.4	15.0	20.5	35.6	9.0	19.9	11.9	21.8
Melloulou	5.2	15.7	20.7	35.6	9.5	19.4	11.6	28.4
Midelt	1.9	13.8	17.2	33.0	4.9	18.6	6.9	18.7
Missour	1.6	17.2	18.0	35.0	5.9	22.5	7.9	22.7
B-Mathar	-0.1	15.7	16.4	38.2	3.5	18.3	3.4	21.2
Errachidia	6.2	17.3	22.3	38.0	10.6	24.3	8.4	22.8
Talsint	5.6	11.0	23.8	35.0	9.3	21.0	13.4	21.1
Bouarfa	3.0	16.5	24.0	37.4	8.1	22.1	9.3	24.2

dynamiques (528 dam) centrée sur l'Europe et la Méditerranée. Cette zone dépressionnaire intéresse les pays du Maghreb (Fig. 10. a ). A partir du 16 janvier la zone de basses pressions est de 536 dam et elle se déplace vers l'Est en permettant à une crête de se dessiner sur l'Atlantique. Les masses d'air polaires continentales ont donné naissance à des gouttes d'air froid très importantes ( $-28^{\circ}\text{C}$ ), l'une est située sur la France, l'autre centrée sur le sud-est de la France et l'Italie. C'est le 16 janvier que la jonction des deux gouttes est réalisée en donnant une goutte froide de température  $< \text{à } -30^{\circ}\text{C}$ .

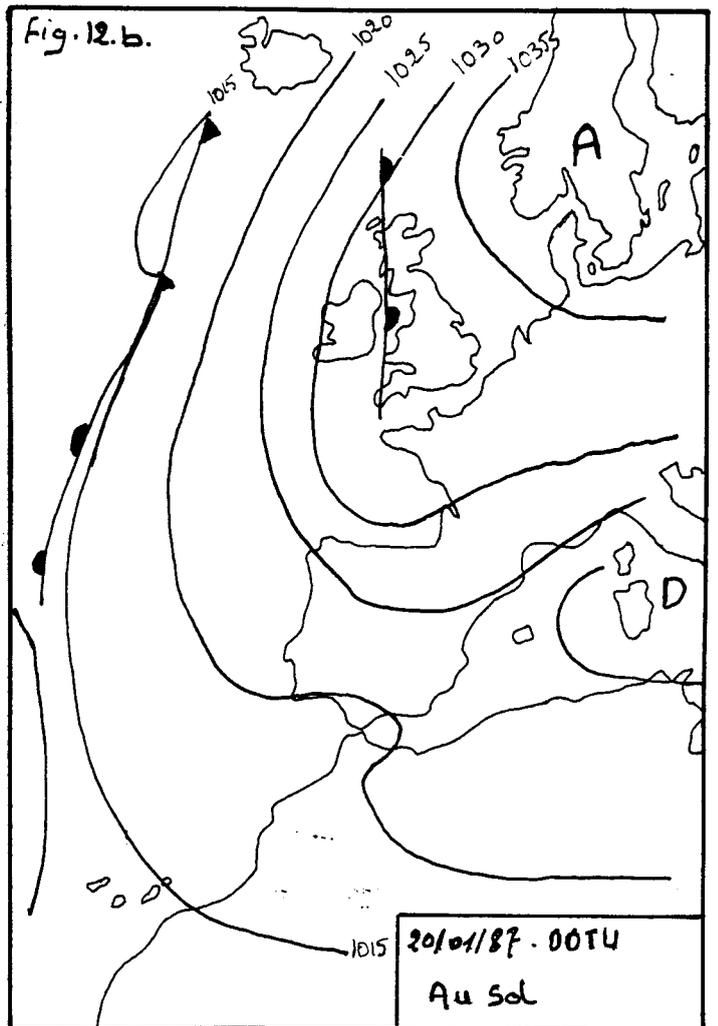
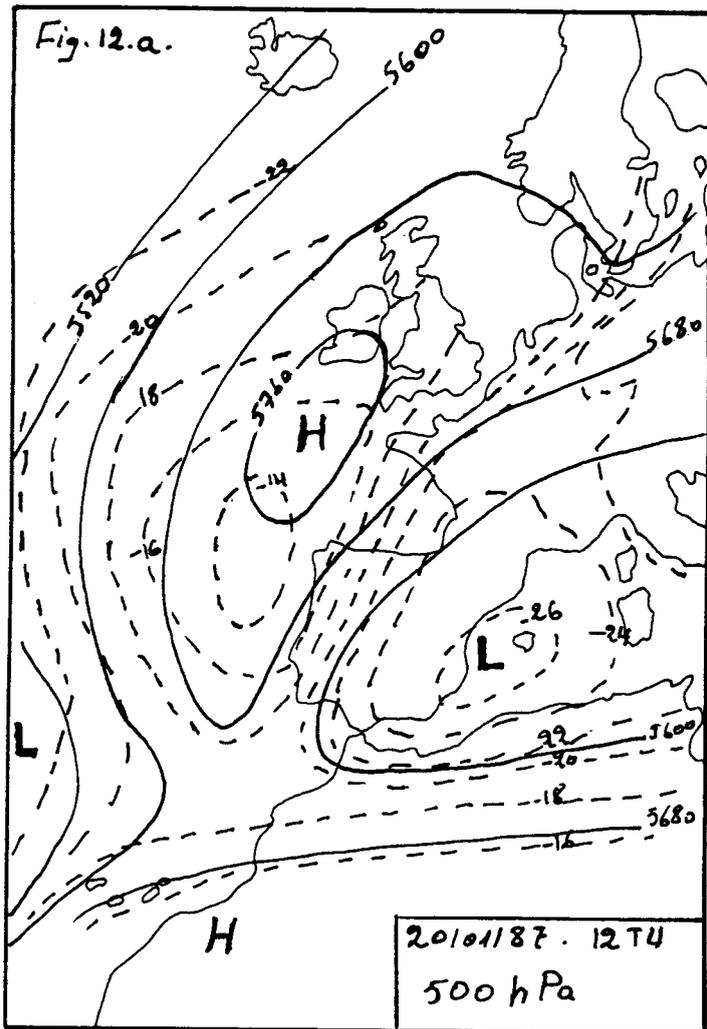
La situation au sol, reflète fidèlement celle d'altitude. La dépression de 995 hPa est centrée au nord de la Méditerranée et l'anticyclone atlantique (1025 hPa) au sud des Açores (Fig. 10. b ). Le ciel est couvert (8 octas). Le temps perturbé et instable sur la région a donné de la pluie, 33 mm à Taza et 22 mm à Al-Hoceima. Le flux continental froid du Nord de l'Europe, passant sur la péninsule ibérique a provoqué une chute importante des températures. Entre le 13 et le 16 janvier, les minima ont diminué de 12 à  $3.6^{\circ}\text{C}$  à Al-Hoceima, de 12 à  $4^{\circ}\text{C}$  à Berkane, de 8 à  $-0.2^{\circ}\text{C}$  à Oujda, de -1 à  $-3.2^{\circ}\text{C}$  à Bouarfa, de -4 à  $-7^{\circ}\text{C}$  à Missouri et de  $3.2$  à  $-8^{\circ}\text{C}$  à B-Mathar. Les maxima ont subi la même tendance avec une chute très nette à Oujda de 17 à  $9^{\circ}\text{C}$ , de 14 à  $8^{\circ}\text{C}$  à Taza et 18 à  $10^{\circ}\text{C}$  à Midelt. La décroissance remarquable des températures est le résultat de l'intrusion d'air froid venant de l'Europe.

La situation a changé durant le 17 et le 18 janvier. En altitude, l'anticyclone subtropical s'est décalé vers le sud et la zone de basses pressions dynamiques du bassin méditerranéen s'est affaiblie (Fig. 11. a ). Au sol, une jonction s'est réalisée entre les cellules anticycloniques de l'Atlantique et de l'Europe (Fig. 11. b ). Le ciel est semi-nuageux sur le Nord (5 octas) et dégagé sur le Sud (0 octas) où la durée d'insolation atteint plus de 9h. L'ensemble des stations a baigné dans des températures douces, notamment celles du Nord. La plus basse température est enregistrée comme d'habitude à B-Mathar ( $-7^{\circ}\text{C}$ ) et la plus élevée à Errachidia ( $19^{\circ}\text{C}$ ). Au cours du 19 et du 20 janvier, les basses pressions se sont décalées vers l'ouest et les hautes pressions vers les côtes françaises et portugaises. La cellule anticyclonique subtropicale remonte vers l'Afrique du Nord et la goutte froide ( $-26^{\circ}\text{C}$ ) surmonte toujours la Méditerranée. Les isothermes passant sur notre région sont de l'ordre de -22 et  $-20^{\circ}\text{C}$  (Fig. 12. a ). L'anticyclone de la Scandinavie (1040 hPa) se prolonge par une dorsale sur le Maghreb. Le flux de secteur sud reste faible en raison de l'éloignement du gradient barométrique (Fig. 12. b ). La durée d'insolation n'a pas dépassé 7h. Les températures minimales sont stables, les plus basses sont observées dans les Hauts plateaux ( $-6.4^{\circ}\text{C}$ ), tandis que les maximales ont baissé et ceci à partir du couloir de Taza vers la bordure du Sahara, de  $15.2$  à  $10.4^{\circ}\text{C}$  à Taza, de 16 à  $14^{\circ}\text{C}$  à Midelt et de 16 à  $13^{\circ}\text{C}$  à Errachidia.

L'échantillon choisi de la première composante où la contribution des stations est presque homogène démontrent que durant quelques jours d'hiver la région et le Maroc en général sont intéressés par des situations dépressionnaires et anticycloniques. Les centres d'action qui régissent



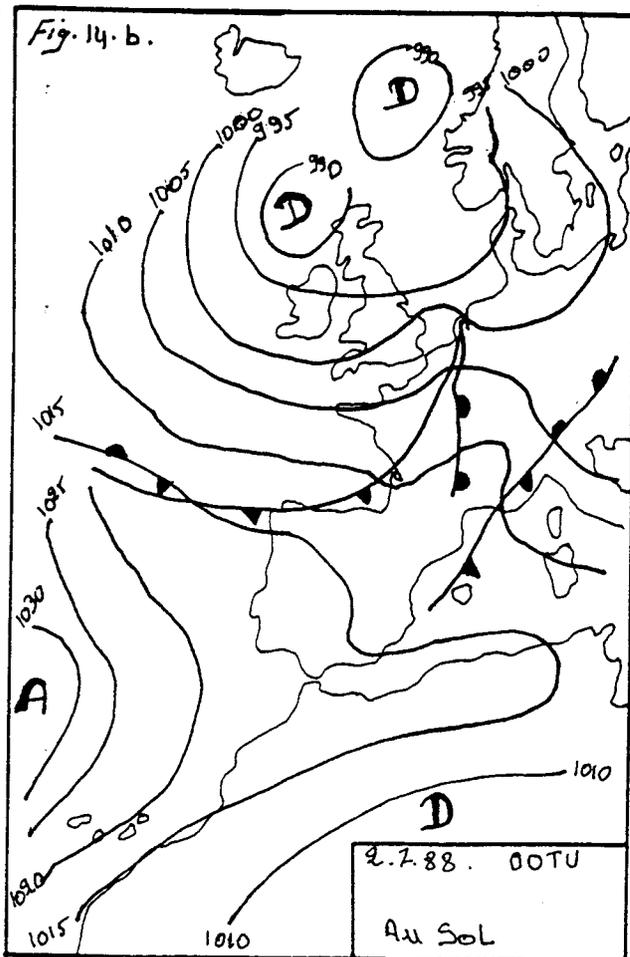
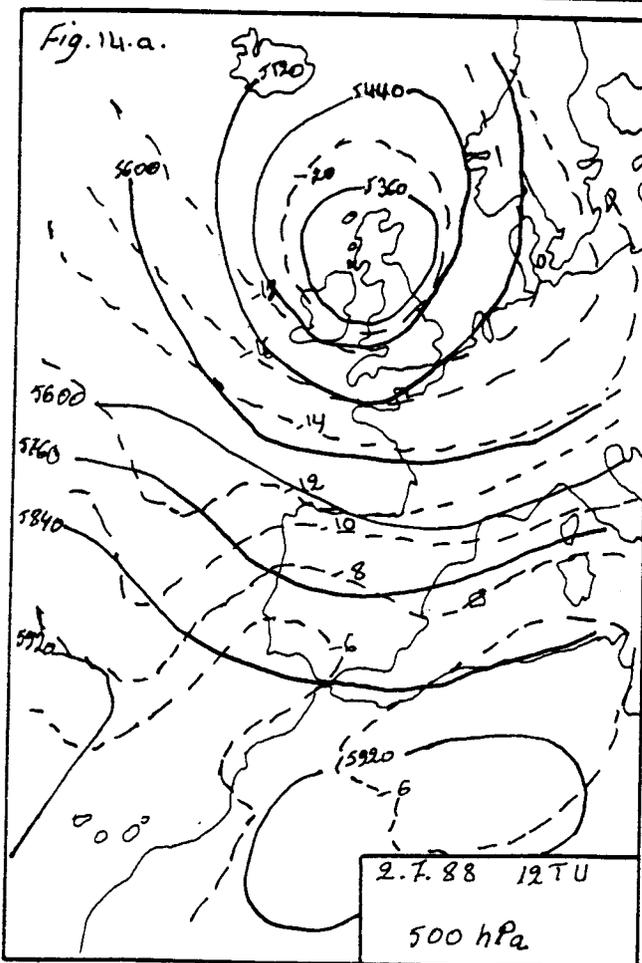
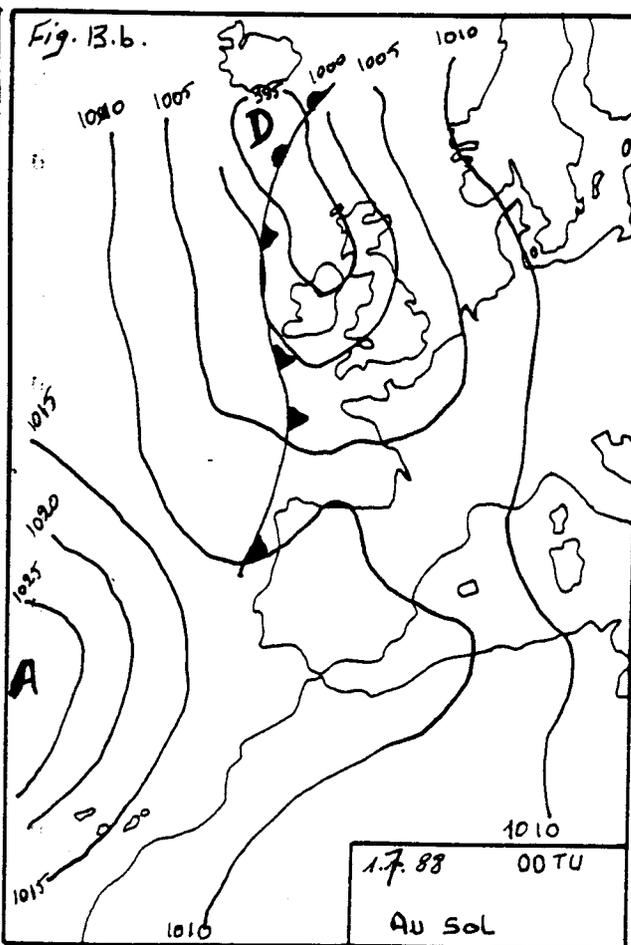
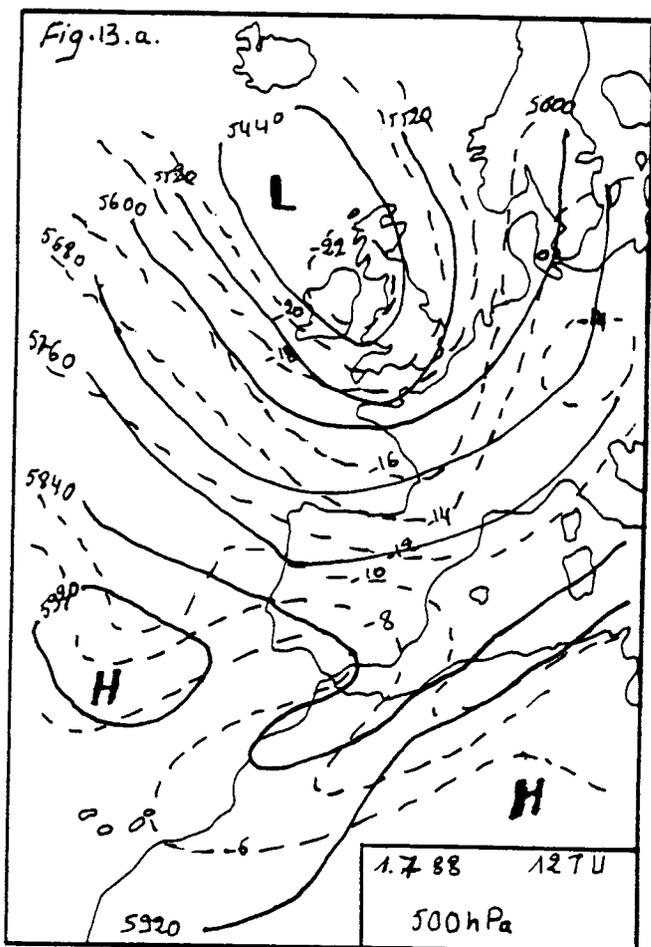
le climat de la région restent loin. Les températures varient d'un jour à l'autre, mais elles demeurent très inférieures à la moyenne de la période.

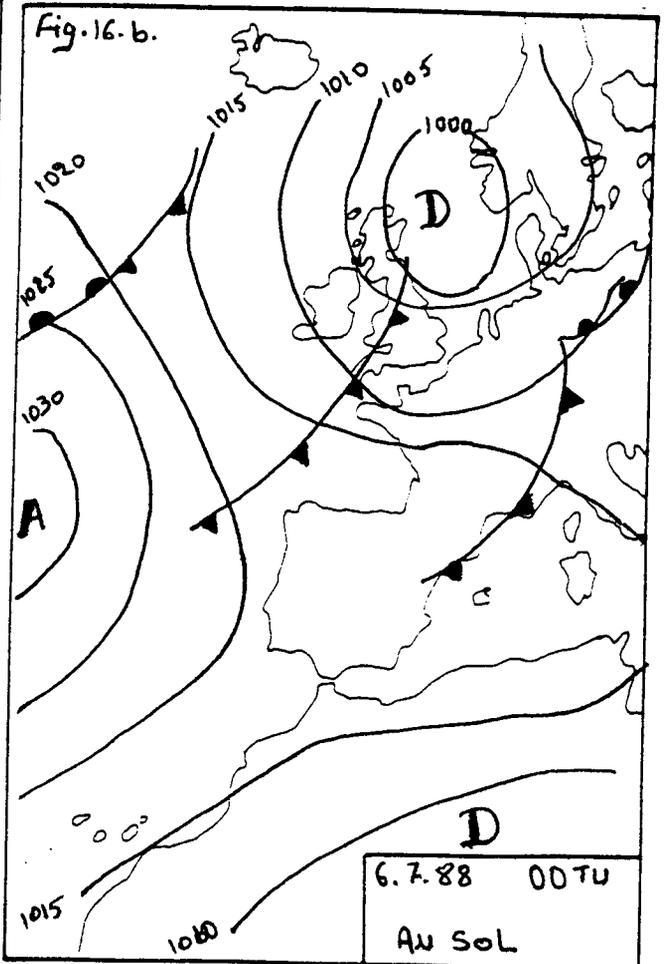
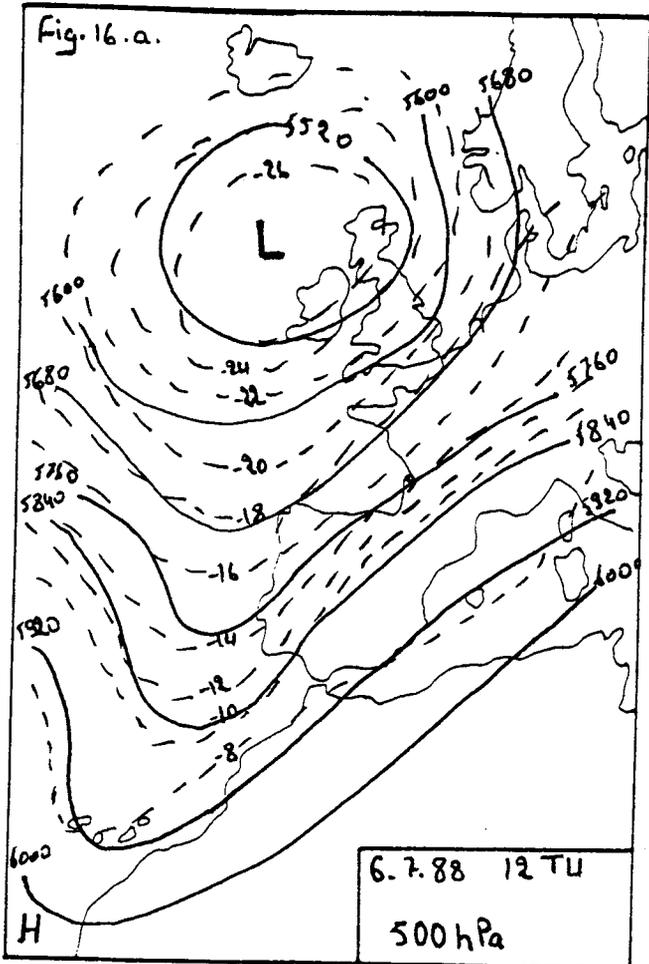
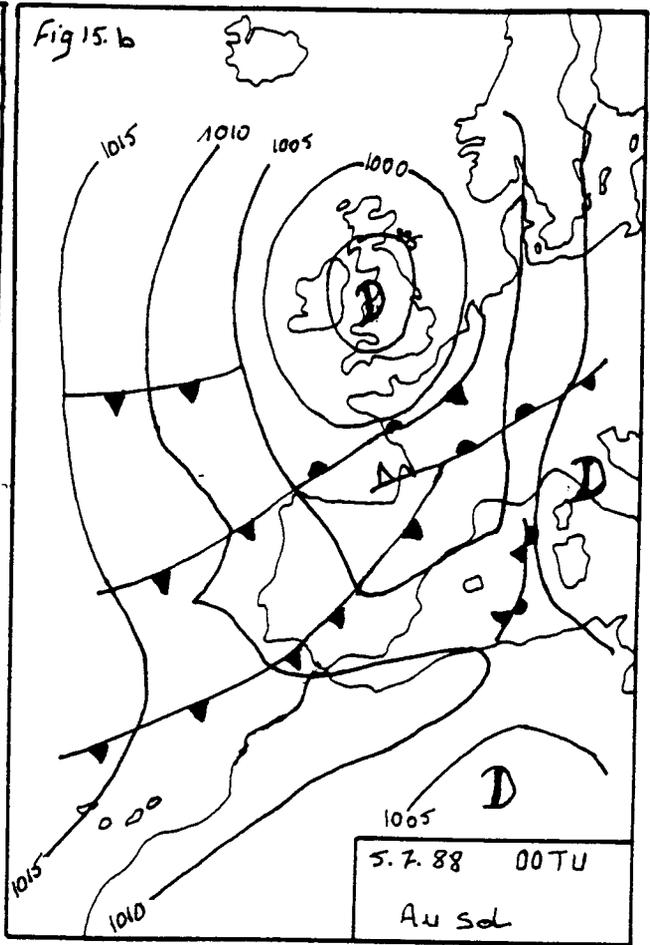
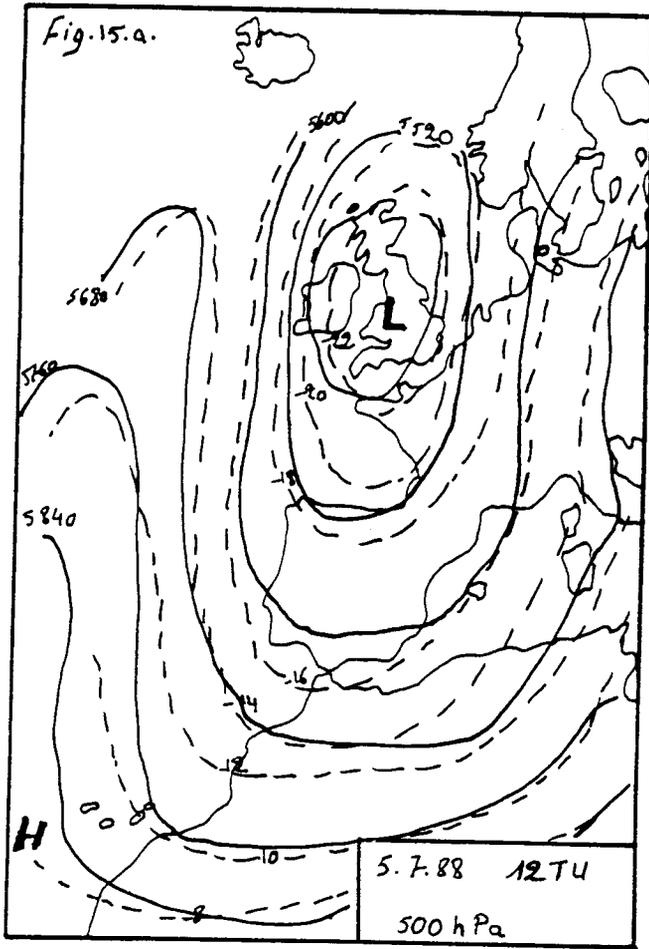


**\* En été:**

Les jours ayant des scores positifs très élevés sont du 1 au 6 juillet 1988, entre 241 et 251<sup>ème</sup> coordonnées des observations (Fig. 128. a, b, c ). La situation en altitude se caractérise par la présence de basses pressions dynamiques très actives sur le Royaume-Uni et l'installation de l'anticyclone subtropical sur l'Afrique du Nord. Une vallée courte, non développée surmonte le nord du pays (Fig. 13. a ). L'air froid continue à intéresser le nord du Maroc et c'est un courant du NW qui passe sur notre région (Fig. 14. a ). Au sol, l'anticyclone atlantique centré sur les Açores se prolonge par une faible dorsale sur le Maghreb et la dépression saharienne se trouve au sud de l'Atlas (Fig. 13. b, 14. b ). La direction des vents suit fidèlement celle du flux. Le ciel est clair sur toute la région, entre le 1 et le 3 juillet. La durée d'insolation est au maximum (13h à Errachidia). En parallèle, les minima ont connu une croissance importante, le cas de Berkane de 8 à 14°C, mais qui restent inférieurs à la moyenne de la période (19.2°C). Le changement de l'état du ciel, entre le 5 et le 6 juillet, était au début sur le Nord et ensuite sur toute la région. La durée d'insolation est de 8 à 10h. L'augmentation des maxima durant les trois premiers jours a atteint 4°C sur la côte. Les maxima passent de 23 à 27°C à Al-Hoceima, de 25 à 29°C à Nador et Oujda, de 29 à 32°C à Taza et de 26 à 30°C à Midelt. La croissance des températures dépend essentiellement des apports énergétiques. En raison de l'installation d'un front froid sur la péninsule ibérique le 4 juillet, les maxima ont diminué au début sur le littoral et les plaines des Triffa, de 29 à 26°C à Mélilia, de 33 à 28°C à Boughriba et de 29 à 24°C à Slimania. Ainsi la décroissance a affecté toute la région pendant le 5 et le 6, de 26 à 24°C à Al-Hoceima, de 31 à 29°C à Oujda, de 31 à 27°C à Taza et de 31 à 28°C à Midelt. Les minima, en revanche, s'élèvent dans toutes les stations et d'une manière prononcée dans l'ensemble du Sud, de 11 à 16°C à Midelt et de 19 à 25°C à Errachidia, ce qui peut être expliqué par un effet de serre, puisque le ciel est couvert sur l'ensemble Sud.

Ces jours du mois de juillet montrent que les influences du nord, en altitude arrivent sur le Maroc malgré l'installation de l'anticyclone subtropical. Au sol, l'axe de la dorsale qui prolonge l'anticyclone atlantique est sur le nord du pays alors que la dépression thermique saharienne est au sud de l'Anti-Atlas. La différence entre la saison de l'été et de l'hiver s'observe au niveau des températures ce qui est évident et aussi au niveau de la nature du centre d'action et sa position.





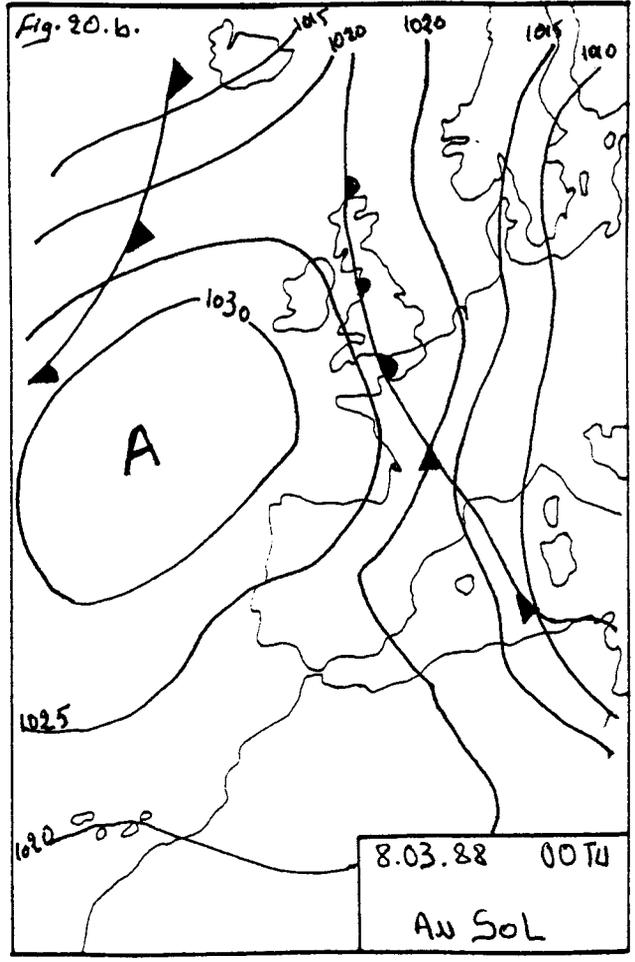
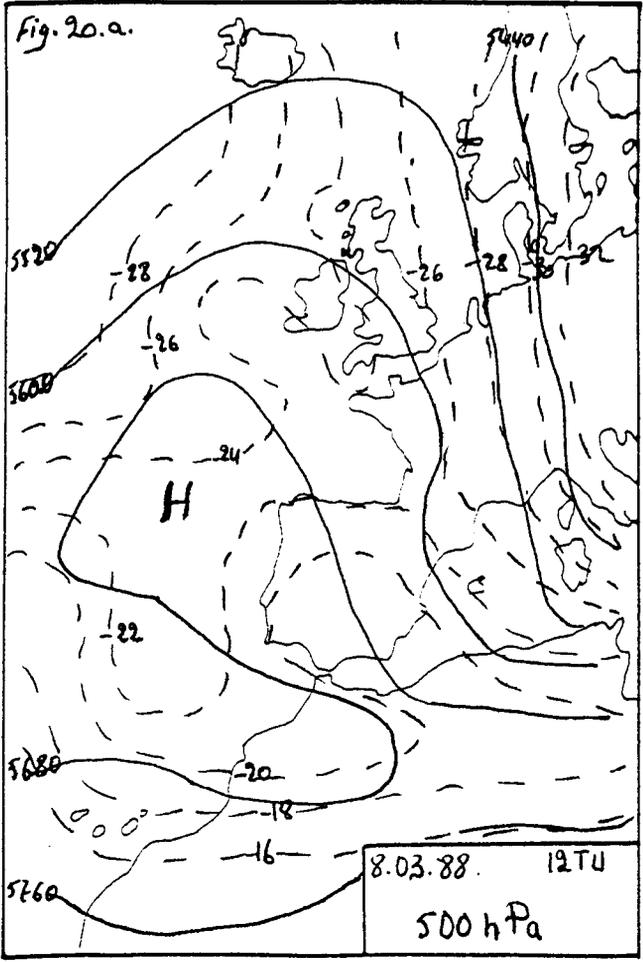
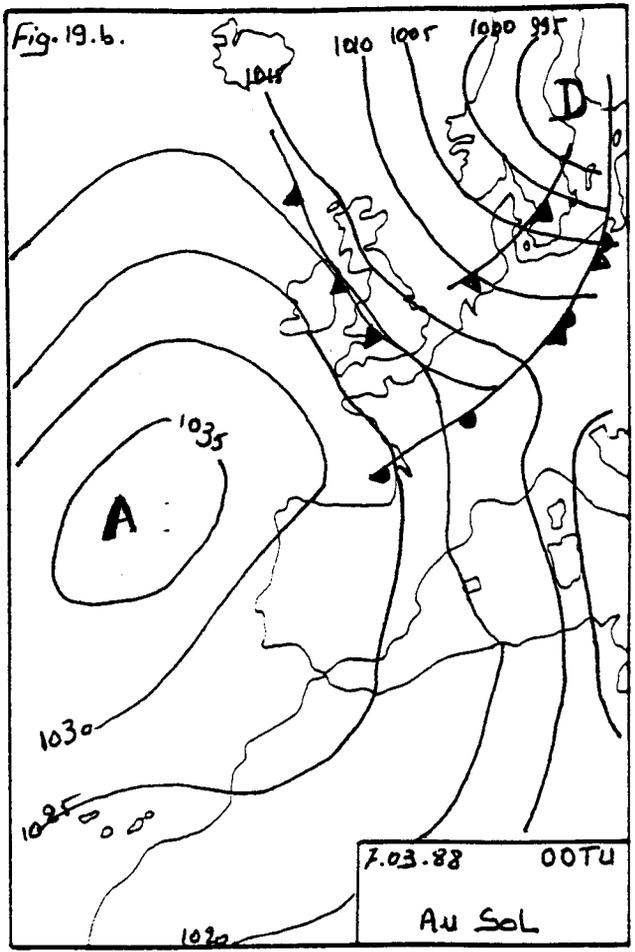
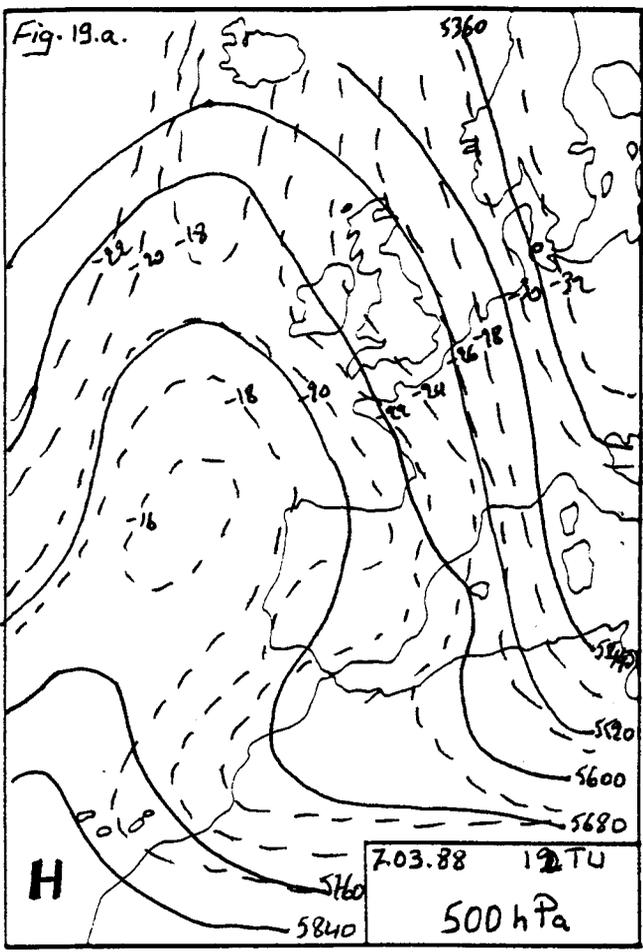
**\* Au printemps:**

Les jours analysés du 1 au 6 mars 1988 correspondent aux valeurs significatives des maxima, et ceux de 7 et 8 aux valeurs des minima, ils sont représentés sur le graphique 134. a, b, c, entre les observations 250 et 261. La circulation méridienne se résume dans la présence d'une courte crête s'étendant jusqu'à l'Espagne et dont l'axe SE-NW (Fig. 17. a ). Au sud-ouest du pays, la zone de basses pressions dynamiques à laquelle est liée une goutte froide assez importante ( $-26^{\circ}\text{C}$ ), se déplace vers le nord-est; elle intéresse l'Afrique du Nord et la Méditerranée durant le 6 mars (Fig. 18. a ). La situation en surface est conforme à celle d'altitude. Le temps perturbé et instable qui règne sur le Maroc tout au long des ces jours, jusqu'au 6 mars a donné des pluies assez considérables (Fig. 17. b, 18. b ). L'état du ciel s'améliore en parallèle avec le déplacement de la perturbation du sud-ouest vers le nord-est. La durée d'insolation enregistrée le 6 mars est de 9 à 11h. Les maxima sont en augmentation dans toute la région, ils passent de  $13$  à  $16^{\circ}\text{C}$  à Al-Hoceima, de  $13$  à  $17^{\circ}\text{C}$  à Oujda de  $9$  à  $15^{\circ}\text{C}$  à Taza, de  $2$  à  $11^{\circ}\text{C}$  à Midelt et de  $10$  à  $12^{\circ}\text{C}$  à Errachidia. De même pour les minima qui ont augmenté d'une manière remarquable dans l'ensemble des stations en atteignant la moyenne de la période (Tabl. 37), de  $6$  à  $12^{\circ}\text{C}$  à Nador, de  $2$  à  $8^{\circ}\text{C}$  à Boughriba, de  $2$  à  $7^{\circ}\text{C}$  à Oujda, de  $7$  à  $9^{\circ}\text{C}$  à Taza et  $3$  à  $9^{\circ}\text{C}$  à Bouarfa. Mais entre le 3 et le 4 ils diminuent sur la côte et à Triffa, de  $12$  à  $9^{\circ}\text{C}$  à Al-Hoceima, de  $8$  à  $3^{\circ}\text{C}$  à Berkane. Une chute brusque de minima est observée entre le 5 et le 6 mars surtout à Oujda de  $9$  à  $2^{\circ}\text{C}$ , à Taza de  $8$  à  $3^{\circ}\text{C}$  et à Bouarfa de  $5$  à  $1^{\circ}\text{C}$ .

Le 7 et le 8 mars la situation a changé; elle se caractérise à 500 hPa, par la présence des hautes pressions dynamiques au nord-ouest du Portugal (Fig. 19. a, 20. b ). En surface, le pays est intéressé par une dorsale (Fig. 19. b, 20. b ). Il n'y a pas de changement tant au niveau d'état du ciel que la durée d'insolation. Les minima ne cessent de baisser, de  $10$  à  $4^{\circ}\text{C}$  à Nador, de  $8$  à  $2^{\circ}\text{C}$  à Berkane, de  $3$  à  $1^{\circ}\text{C}$  à Taza et de  $0$  à  $-2^{\circ}\text{C}$  à Midelt. Dans l'ensemble du Sud, ils sont stationnaires. La croissance de maxima s'applique dans toute la région, de  $17$  à  $20^{\circ}\text{C}$  à Nador, de  $20$  à  $23^{\circ}\text{C}$  à Boughriba, de  $14$  à  $17^{\circ}\text{C}$  à Driouch,  $15$  à  $18^{\circ}\text{C}$  à Taza et de  $13$  à  $16^{\circ}\text{C}$  à Bouarfa.

La situation atmosphérique se caractérise à 500 hPa par la présence d'un régime dépressionnaire dynamique du sud-ouest à nord-est. De même pour la situation en surface. Cette situation a changé en raison l'installation d'un anticyclone au nord-ouest du Portugal. La première situation a participé à une augmentation des températures et la deuxième à une décroissance. Dans les deux cas les stations affichent des températures loin de la moyenne sauf sur la côte et les plaines des Triffa.

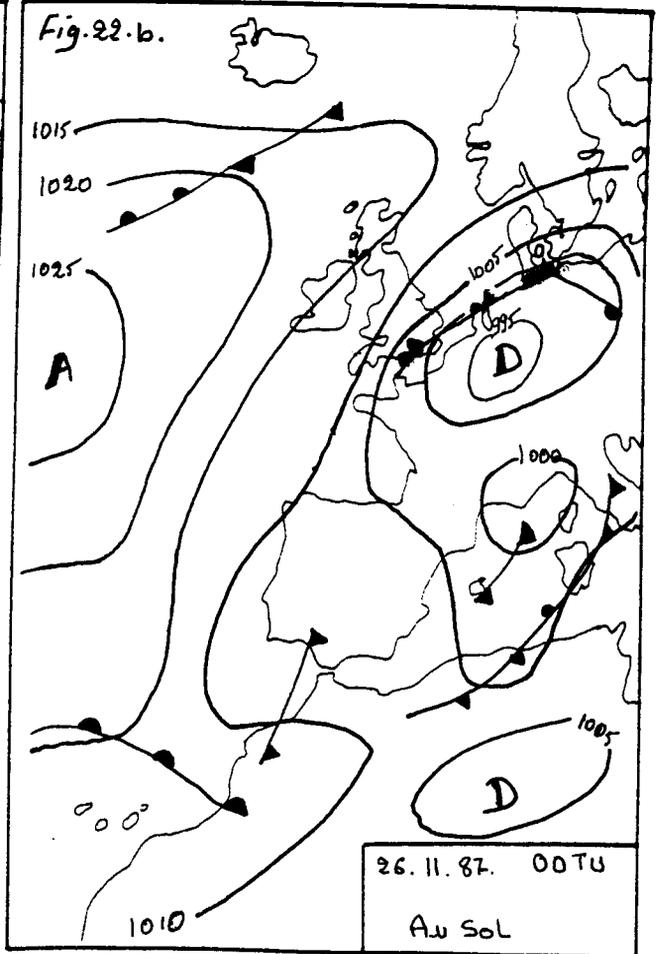
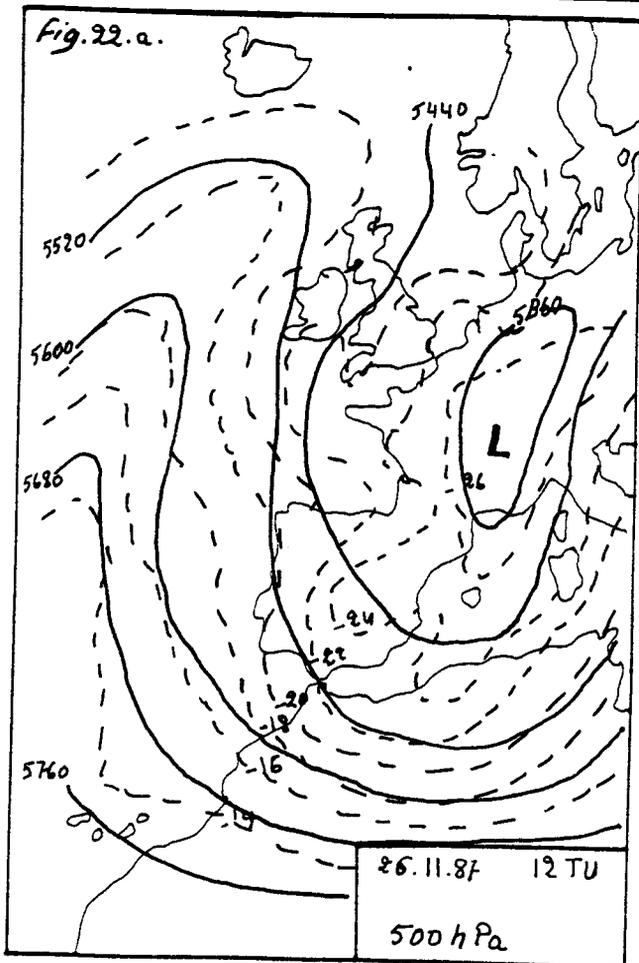
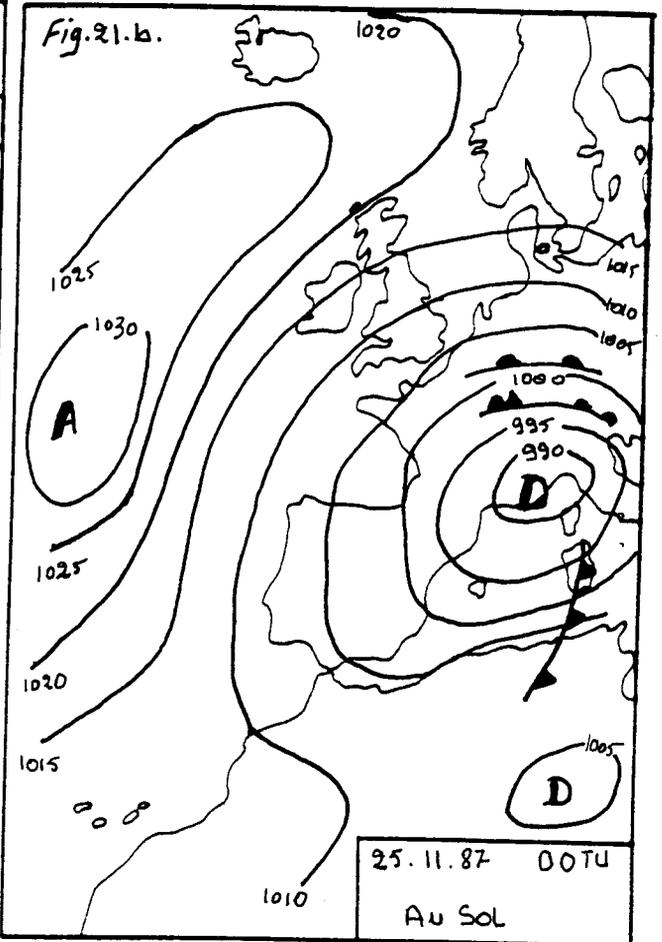
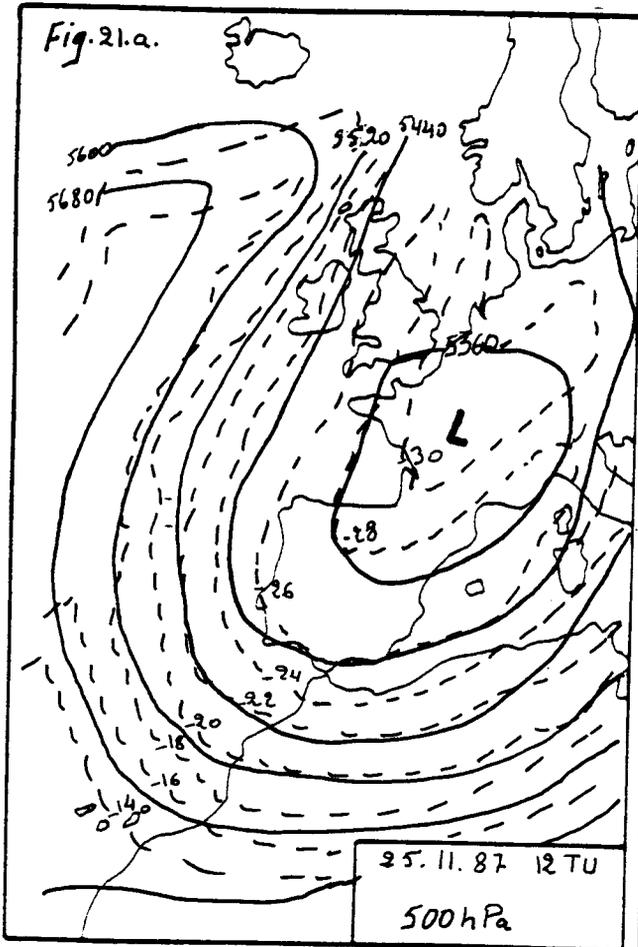


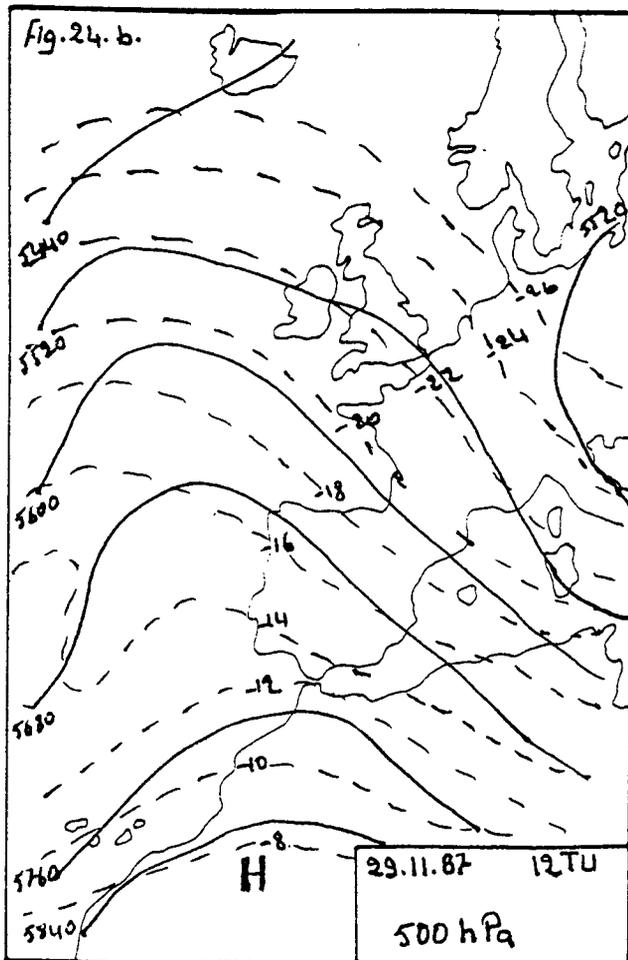
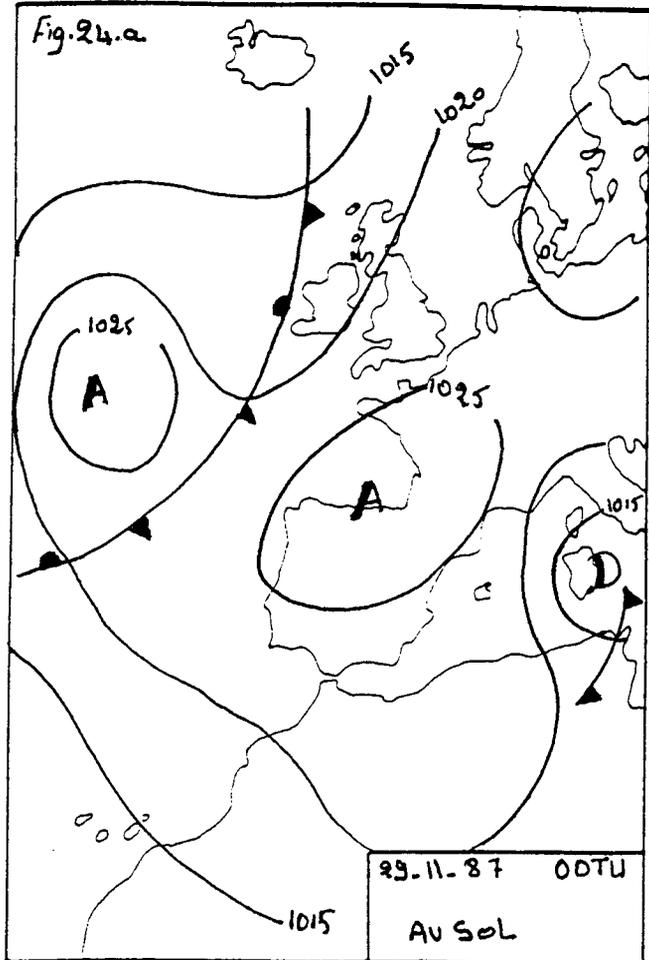
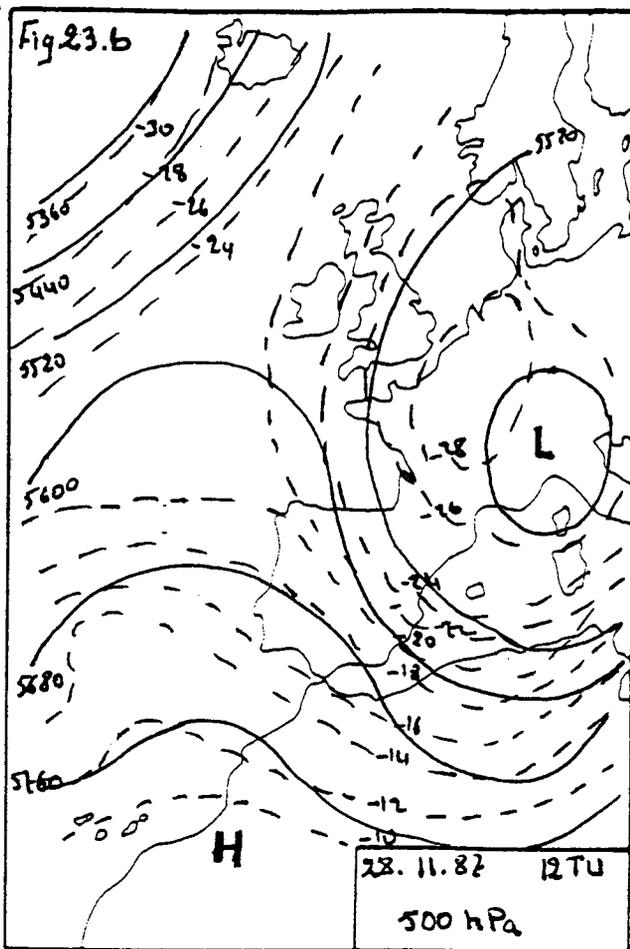
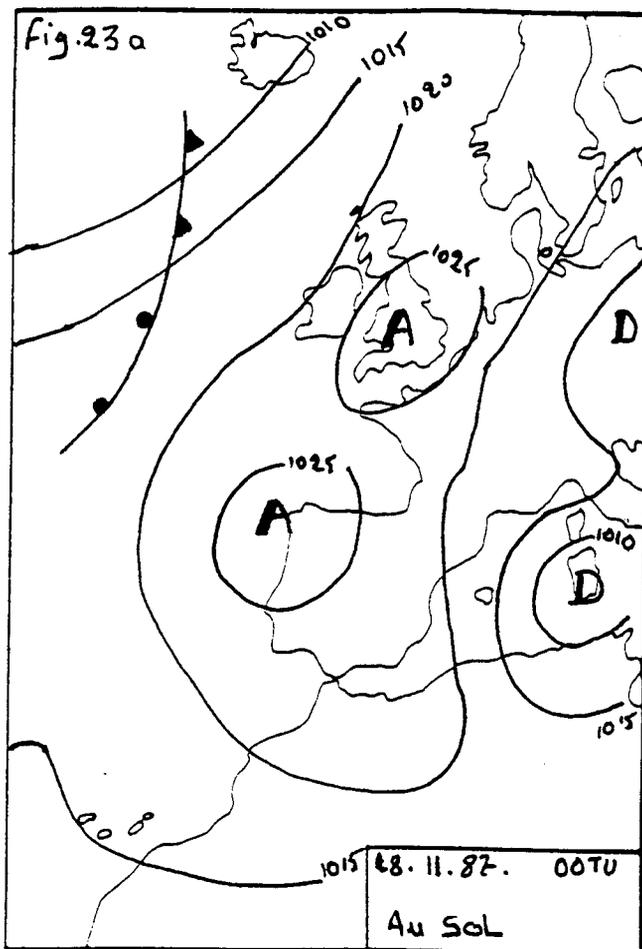


**\* En automne:**

Les jours distingués du 22 au 30 novembre 1988 se trouvent à la fin du graphique, entre les observations 231 et 241 (Fig. 138. a, b, c). La zone de basses pressions dynamiques centrée le 24 novembre 1987 sur la France, descend vers le sud en couvrant l'Afrique du Nord et en favorisant l'infiltration de l'air froid, pendant le 25 et le 26 (Fig. 21. a, 22. a ). En surface, la dépression au sud de la France (990 hPa) dirige un flux du NW sur la grande partie de la région (Fig. 21. b, 22. b). La durée d'insolation est conforme à la saison dans les stations du Sud de 7 à 8h. Par contre, le ciel est couvert sur les autres stations. Si les minima ne varient pas entre le 24 et le 25, les maxima en revanche baissent dans toutes les stations, en passant de 16.5 à 13.3°C à Al-Hoceima, de 16 à 13°C à Boughriba, de 13.4 à 9.4°C à Oujda, de 12 à 9°C à Taza et de 18 à 16°C à Errachidia. Le fait que le ciel soit pur le 26, a entraîné un changement rapide et considérable dans les minima, de 9.4 à 4.4°C à Nador, de 6.4 à 2.5°C à Boughriba, de 8 à 4°C Driouch, de 8.4°C à 6.4°C à Melloulou, de 3 à -1°C à Midelt et de 5 à -1°C à Bouarfa. En parallèle avec l'insolation, les maxima s'élèvent dans le Nord, de 13.3 à 17°C à Al-Hoceima et à Nador, de 12.6 à 16.4°C à Boughriba, de 9.4 à 13°C à Oujda. Dans la Haute Moulouya et la bordure du Sahara, on note une baisse de maxima, de 10 à 6°C à Midelt et de 14 à 10.4°C à Bouarfa. A partir du 27, le Maroc est sous l'effet d'une situation anticyclonique. L'anticyclone subtropical en altitude, est remonté vers le nord de l'Afrique (Fig. 23. a, 24. a). En surface, l'anticyclone de l'Europe occidentale se prolonge sur la région par une dorsale dont le gradient barométrique est très faible (Fig. 23. b, 24. b). La décroissance des températures minimales observée dans les stations situées entre la côte et le couloir de Taza-Guercif est régulière. Du 27 au 29 novembre, les minima sont passés de 9 à 3°C à Nador, de 5 à -0.4°C à Oujda et de 8 à 4°C à Taza, alors qu'ils sont constants ailleurs. Quant aux maxima, ils sont stables. A partir du 30 novembre les températures sont en augmentation.

Pendant les premiers jours interprétés du mois de novembre le Maroc en altitude est sous l'effet d'une zone dépressionnaire du nord de l'Europe. Mais à la fin du mois, l'anticyclone subtropical s'installe en altitude sur l'Afrique du Nord. En surface, le pays est intéressé par une dorsale de l'anticyclone de l'Europe.

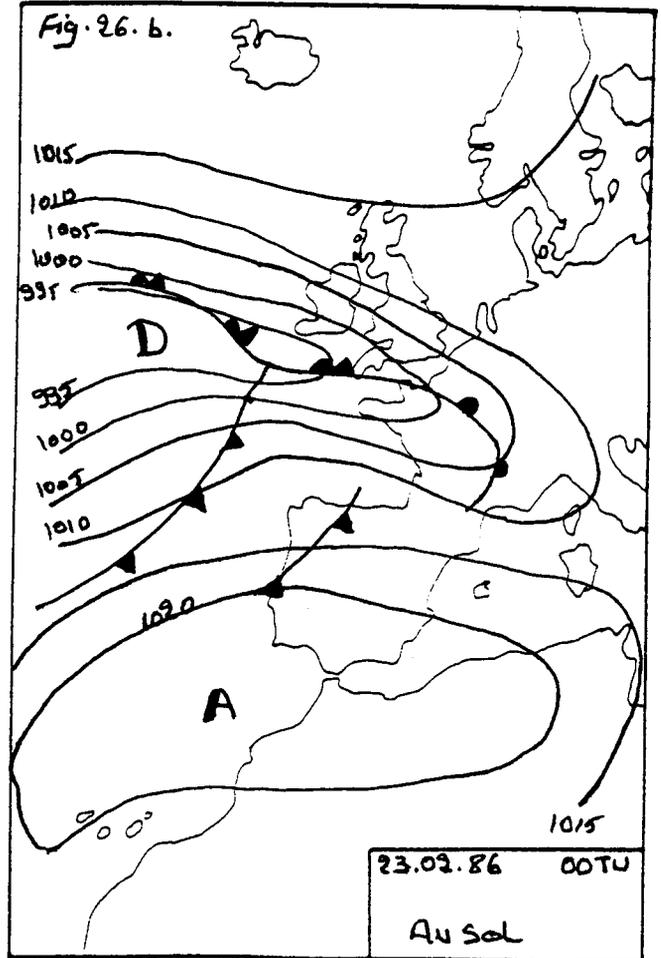
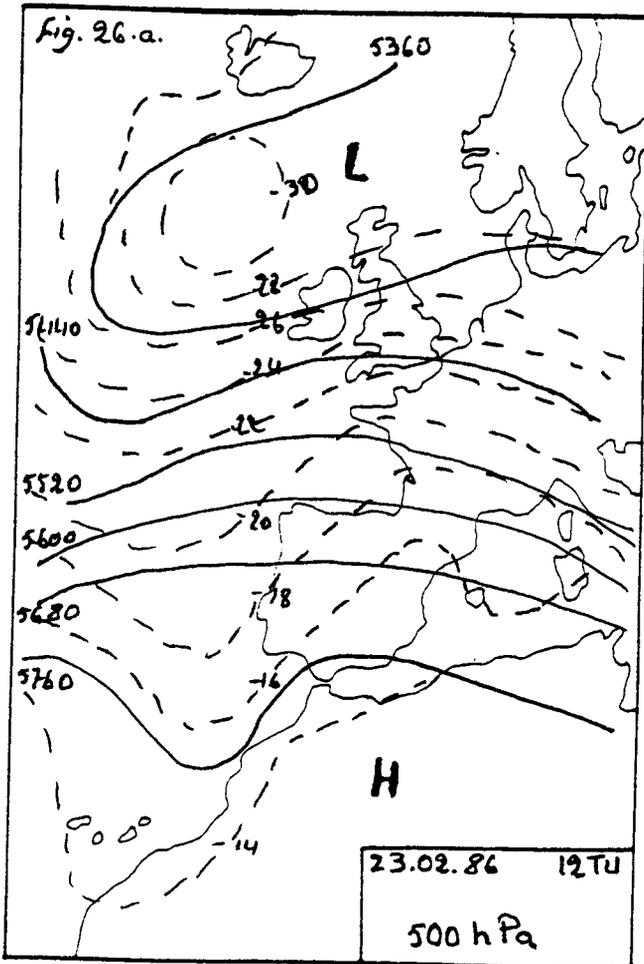
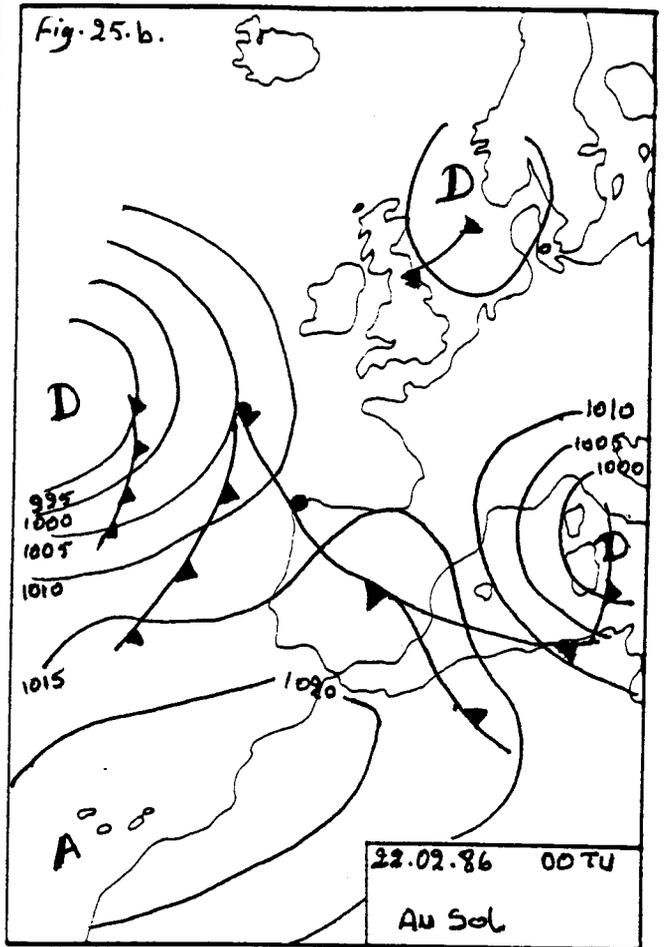
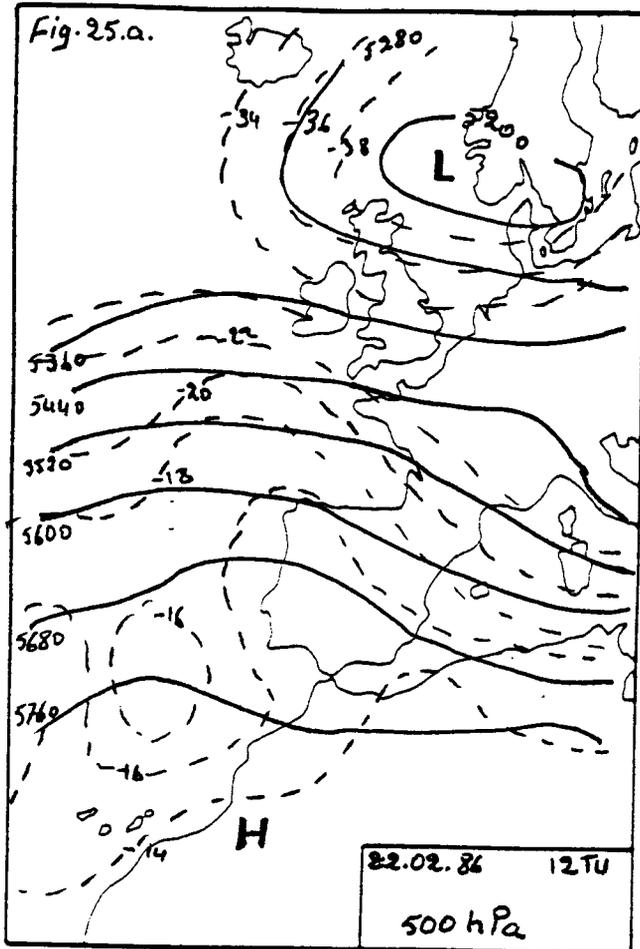


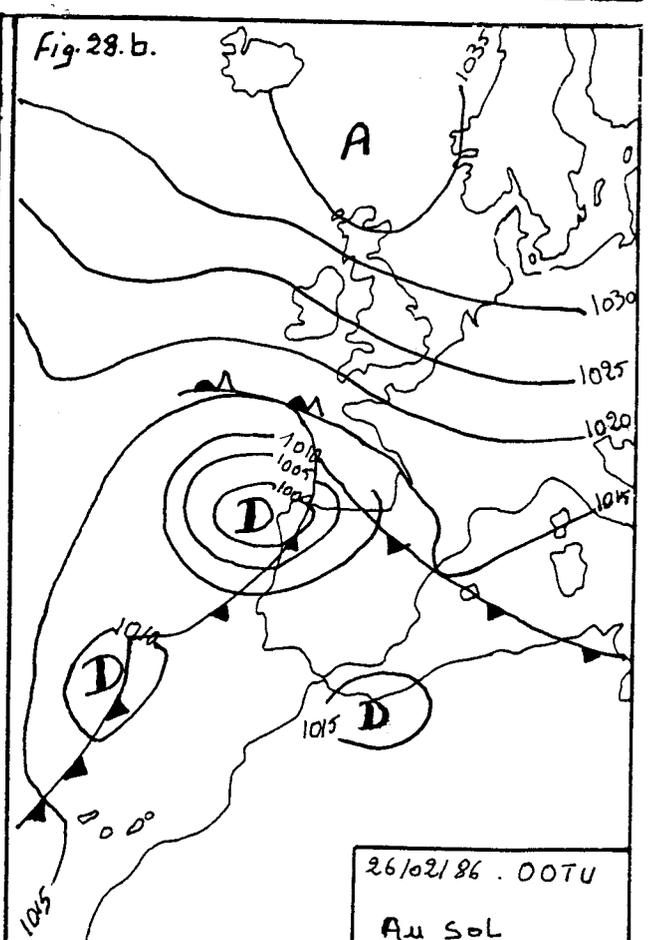
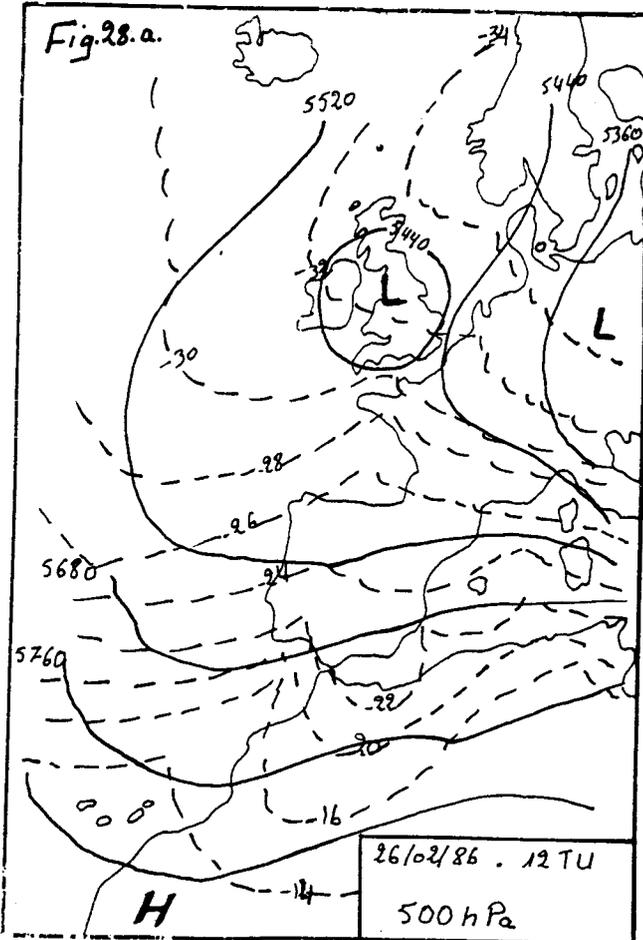
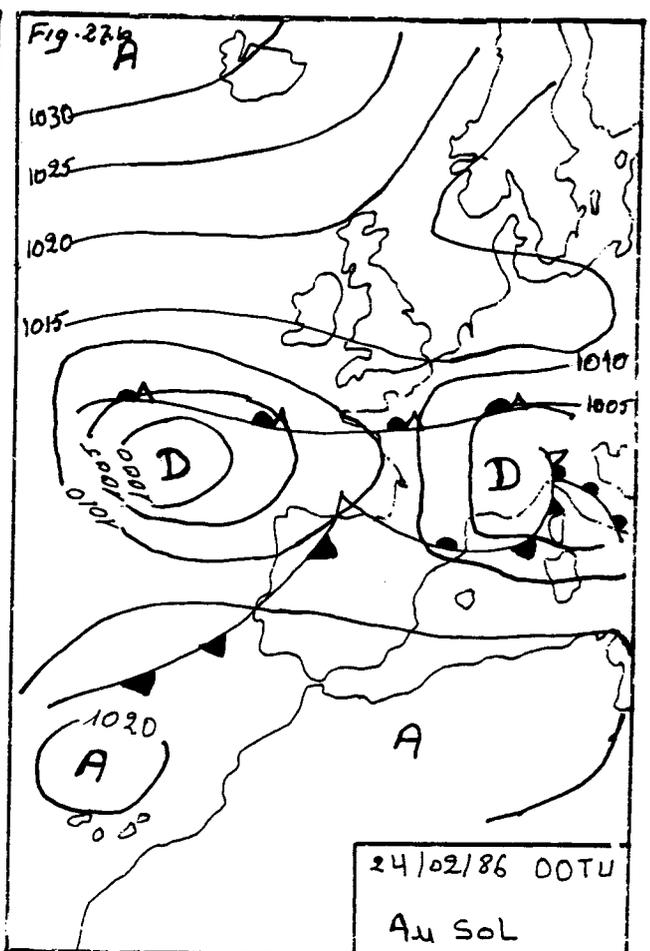
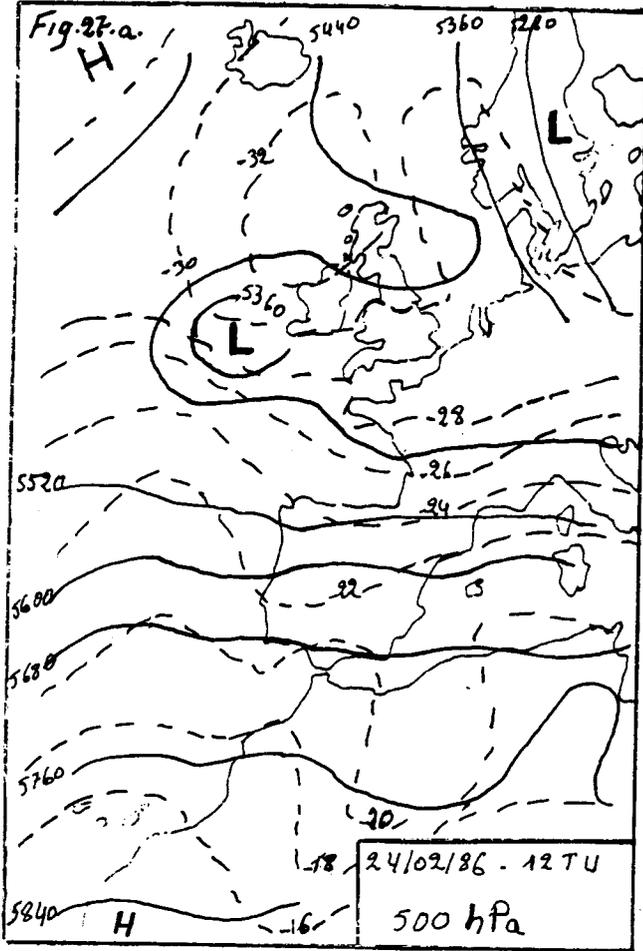


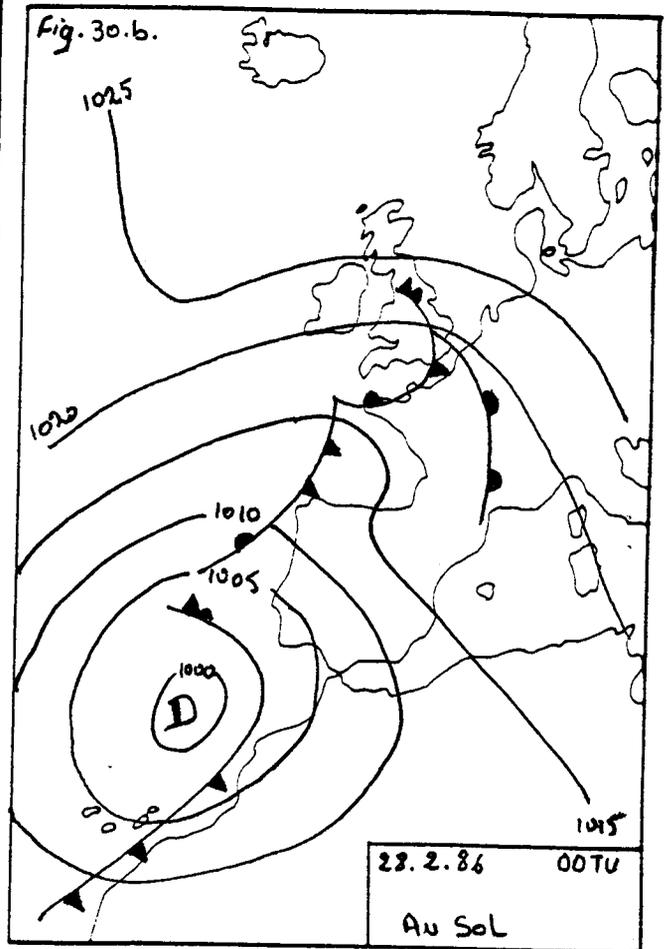
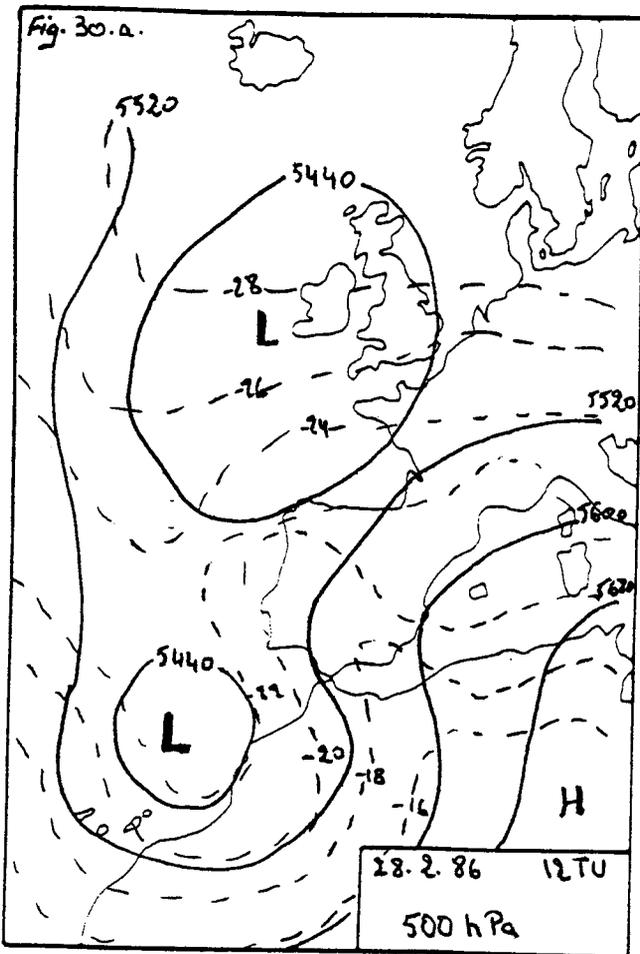
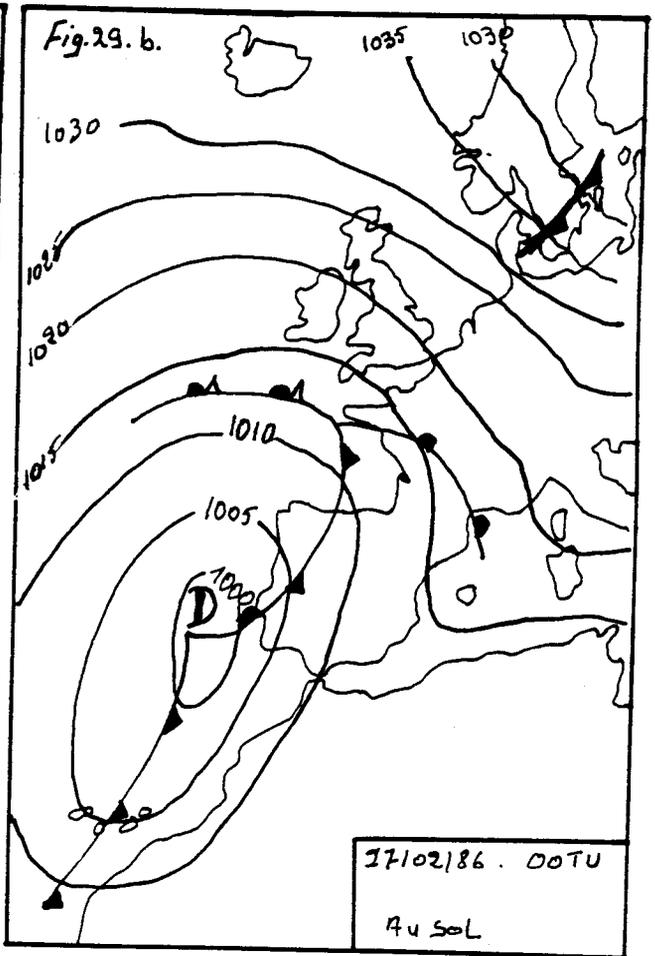
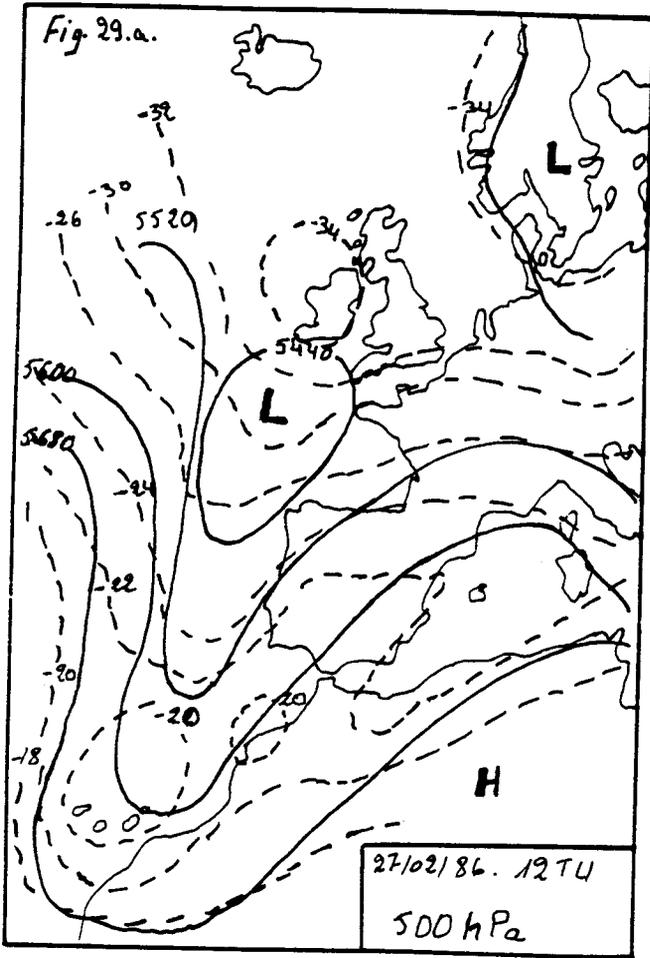
### *5-2-1-2 Des températures supérieures à la moyenne de la période*

#### **\* En hiver:**

La participation négative en hiver est présentée par la fin du mois février 1986 (Fig. 122.a, b, c). Les jours analysés sont situés entre les coordonnées des observations 171 et 177. Le recul en altitude de la zone de basses pressions vers les pays scandinaves a permis au haut géopotential subtropical de remonter vers les pays de l'Afrique du Nord en déterminant une circulation zonale d'ouest jusqu'au 23 (Fig. 25. a ). En surface, l'anticyclone atlantique au sud des Açores se prolonge par une dorsale sur le Maroc et rejette le courant perturbé vers le nord-est (Fig. 25. b ). Durant ces jours, la dorsale a pris une dimension plus vaste, elle couvre l'Espagne et les pays du Maghreb (Fig. 26. b ). Le flux de secteur N à NW est faible. Le ciel est clair et la durée d'insolation est de 11h dans le Sud et de 9 à 10h dans le Nord. Les minima ont chuté entre le 22 et le 23 dans toute la région mais restent tout de même légèrement au-dessus de la moyenne (Tabl. 37), de 14 à 10°C à Al-Hoceima, de 13 à 5°C à Boughriba, de 11 à 6°C à Oujda, de 4 à 0.2°C à B-Mathar, de 11 à 6°C à Taza, de 8 à 5°C à Bouarfa et de 10 à 6°C à Midelt. Cette diminution de minima est dû à un régime de l'Est qu'on peut qualifier d'un Chergui d'hiver. Les maxima ont augmenté et ils sont nettement supérieurs à la moyenne, de 18.4 à 21°C à Méléria, de 18 à 23°C à Oujda, de 17.4 à 23°C à Taza et de 20.4 à 25.2°C à Missouri. La descente des basses pressions vers les îles Britanniques se termine entre le 24 et le 26 et l'anticyclone subtropical situé au sud du Maroc (Fig. 27. a ). Les isohypes ont un mouvement sinueux et ceci est dû au ralentissement du courant jet (Fig. 28. a ). La dorsale en surface continue à influencer le climat du Maghreb qui est en marge sud des perturbations circulant au nord (Fig. 27. b ). Le rétrécissement de la dorsale a créé une dépression (1015 hPa) sur la région (Fig. 28. b ). L'état du ciel a changé et la durée d'insolation a relativement baissé. Les minima sont stables est au-delà de la moyenne sauf à Nador où ils passent, entre le 25 au 26 février, de 13 à 6°C et à Taza de 10 à 6°C et c'est d'ailleurs la seule station qui a subi une hausse au niveau des maxima, de 18 à 22°C. Le déplacement des basses pressions dynamiques vers le golfe de Gascogne (Fig. 29. a ) et puis vers les côtes atlantiques marocaines (Fig. 30. a ), a donné une situation cyclonique. La dépression au sol (1000 hPa) est centrée au nord-ouest du Maroc, sur la baie du Cadix. Le flux dirigé vers la région est de SW (Fig. 30. b ). Le ciel est couvert sur le Nord et relativement dégagé sur le Sud. D'une manière globale, les minima s'élèvent de 9 à 13.3°C à Nador, de 6.6 à 11.8°C à Boughriba et Slimania, de 4 à 6°C à Oujda, de 6 à 10°C à Taza et de 3.8 à 10.6°C à Midelt. Quant aux maxima, ils sont restés stables. Le flux du secteur SW engendre une augmentation des minima.

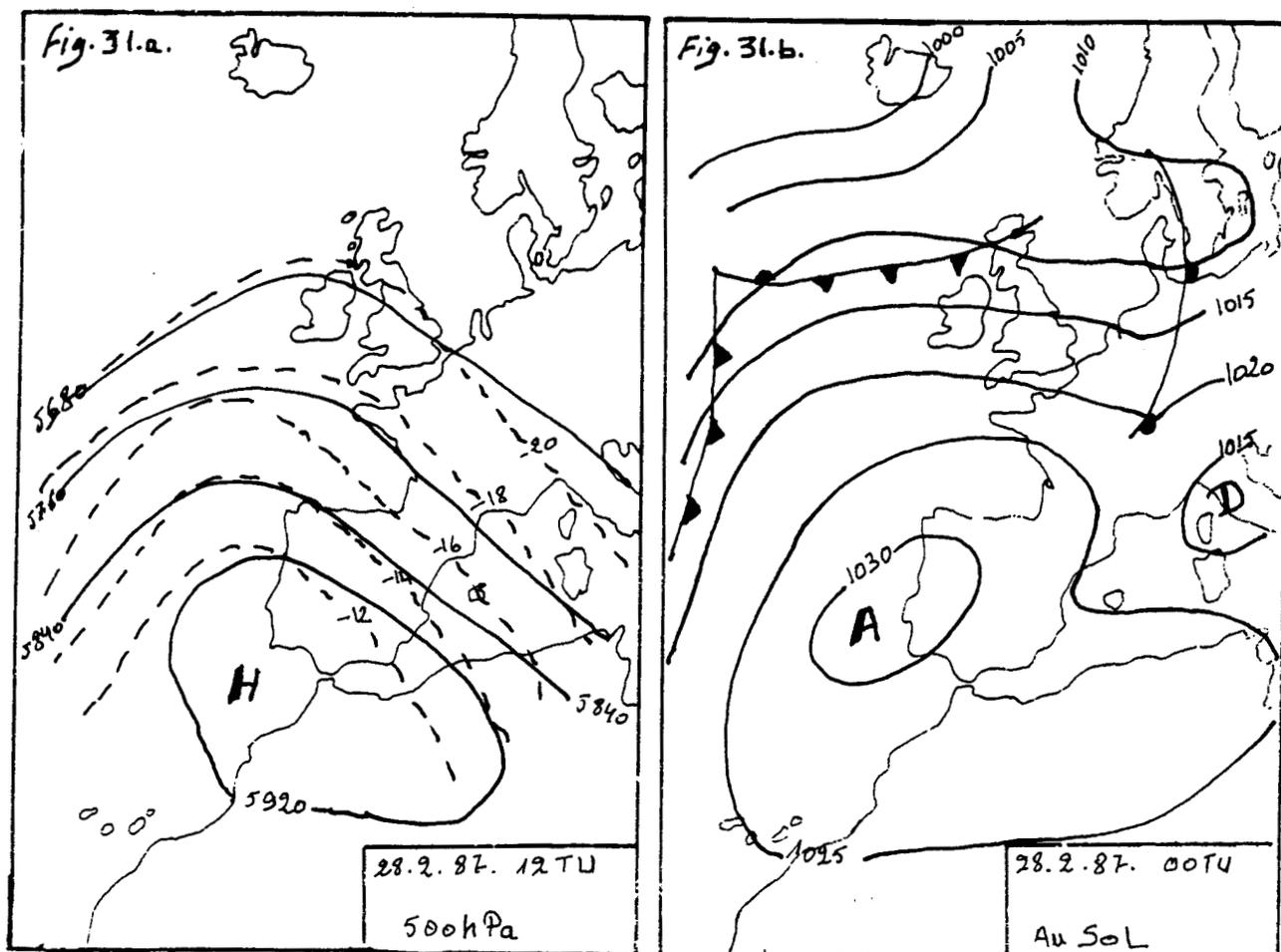






La valeur du 28/02/87 est très exceptionnelle en particulier celle des maxima (Fig. 122. a, b, c). Durant cette journée, la région se trouve en altitude à l'intérieur de l'anticyclone subtropical 592 dam (Fig. 31. a). En surface, elle est sous l'effet d'une faible dorsale qui prolonge l'anticyclone des Açores situé sur la péninsule ibérique (Fig. 31. b). C'est une situation rarissime qui intéresse le pays; elle a commencé le 26 février et persistera jusqu'au 3 mars. La durée d'insolation est de 10 à 11h. Les températures, notamment les maxima, sont en nette hausse dans toute la région, de 19 à 24°C à Al-Hoceima, de 21 à 25°C à Berkane, de 21 à 24°C à Oujda, de 23.3 à 28°C à Taza, de 18 à 21°C à B-Mathar et de 22 à 27°C à Errachidia.

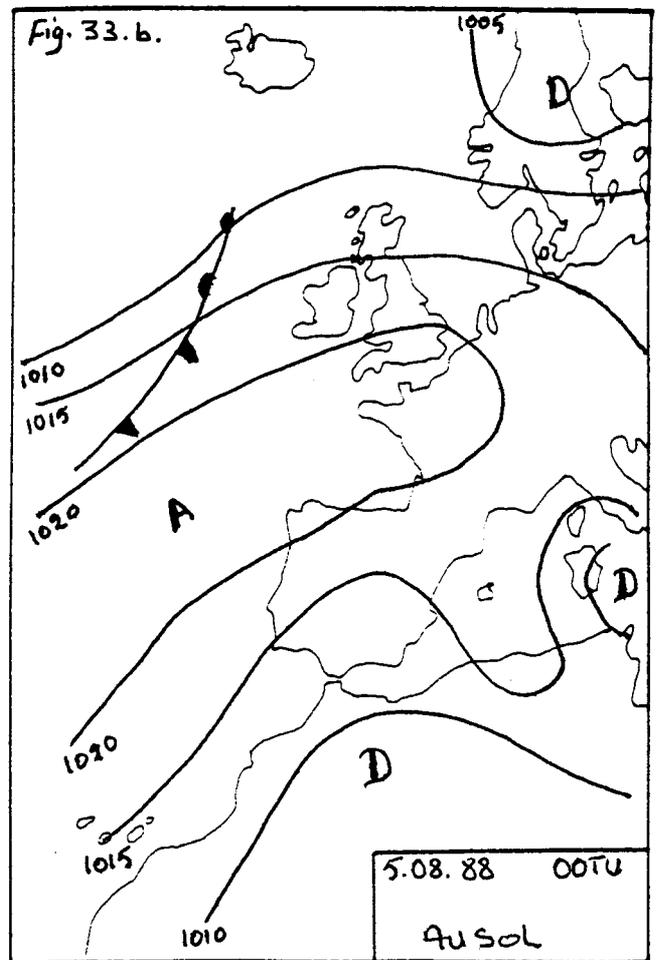
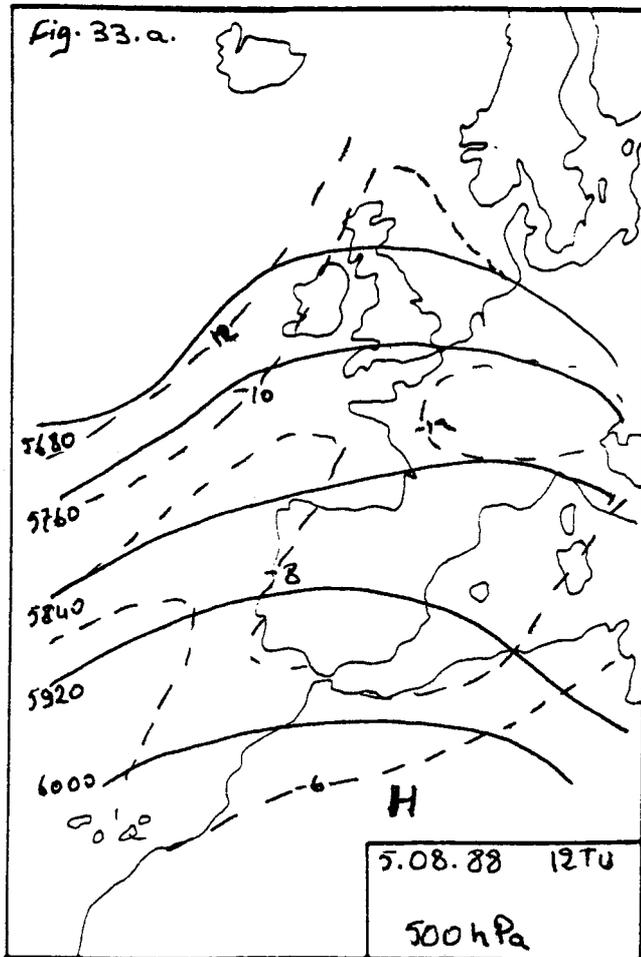
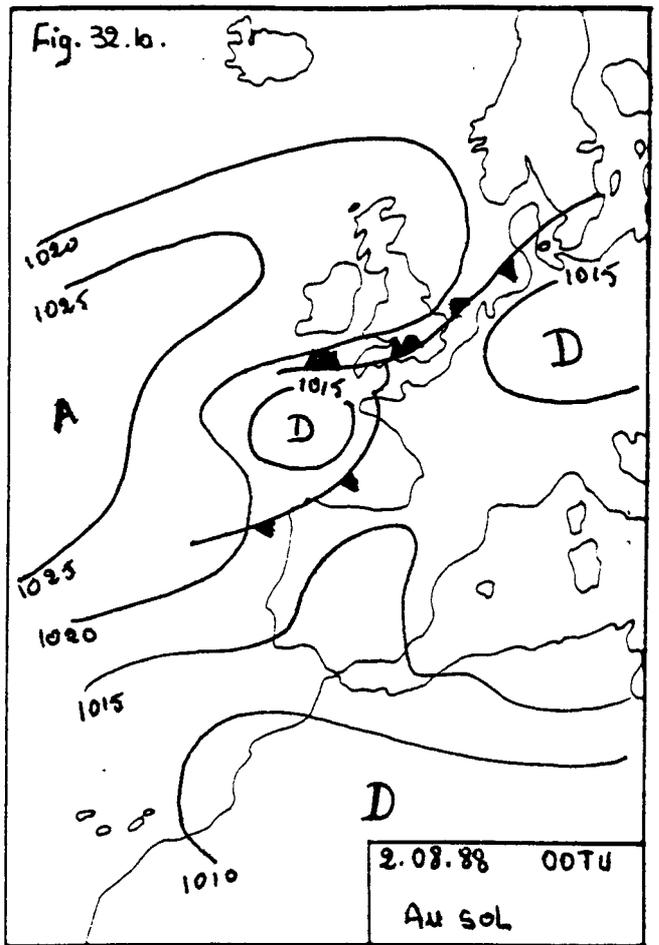
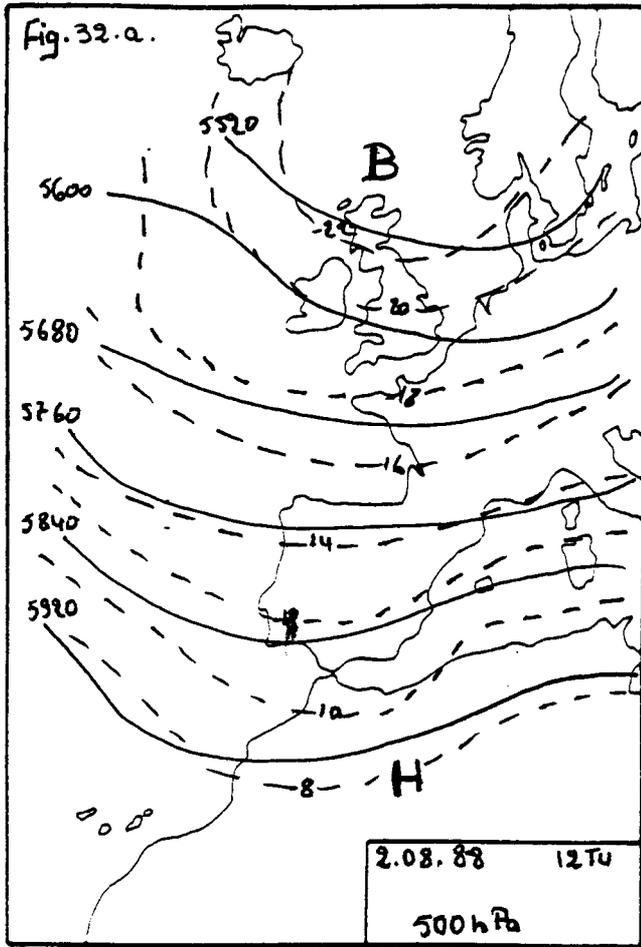
La situation atmosphérique se caractérise par un régime anticyclonique en altitude et en surface: anticyclone subtropical et la dorsale de l'anticyclone atlantique qui couvre le sud de l'Espagne et ne laisse pas pénétrer les perturbations du nord. Cette situation se transforme à une situation dépressionnaire. La zone de basses pressions dynamiques se déplace des îles Britanniques vers les côtes atlantiques marocaines. Au sol, la dépression est situé au nord-ouest du pays. Les températures maximales enregistrées dépassent largement la moyenne de la période.



**\* En été:**

Le début du mois d'août 1988 (1 au 6), offre des jours typiques caractérisés par des valeurs très élevées, ils sont représentés sur la figure 128. a, b, c, entre les coordonnées d'observations 271 et 281. La situation qui se présente en altitude est classique, l'anticyclone subtropical règne sur le Maroc et le sud de la péninsule ibérique (Fig. 32. a). Le fait que l'anticyclone des Açores est remonté vers le nord a permis à la dépression saharienne d'être en contact avec le pays et l'Espagne et de maintenir un flux du secteur Est (Fig. 32. b). Le ciel est pur et la durée d'insolation est au maximum. Les températures enregistrées, entre le 2 et le 3 août, dénotent que la région a connu une vague de chaleur provenant de l'Est et qui correspond aux jours de Chergui. Les minima sont de l'ordre de 20 à 24°C selon les régions et c'est au niveau des maxima que nous avons noté une augmentation très prononcée notamment dans l'ensemble des stations du nord où ils atteignent 44°C à Driouch, M-Hamadi et Melloulou. Sur la côte, ils passent de 28 à 40°C à Nador, de 37 à 41°C à Boughriba, de 39 à 43°C à Oujda et de 42 à 43°C à Taza. La situation a relativement changé durant la journée du 4 août. En altitude, l'anticyclone subtropical surmonte le Sahara et en surface l'anticyclone des Açores est situé entre les 30 et 40 ème latitude nord. On enregistre une baisse considérable des maxima sur la côte et dans les Triffa, 29°C à Nador, 36°C à Boughriba. La situation a changé de nouveau au cours du jour 5. L'anticyclone subtropical couvre le sud de l'Espagne (Fig. 33. a). Au sol, l'anticyclone des Açores se prolonge par une dorsale vers le golfe de Gascogne et la dépression thermique saharienne intéresse l'Espagne en maintenant un flux de secteur E à SE (Fig. 33. b). Les maxima continuent à décroître en avoisinant la moyenne de la période, 28°C sur la côte, 30°C dans les Triffa, 34°C à Oujda, 37°C à Taza. Le 6 août, l'anticyclone subtropical a reculé vers le sud en permettant à l'air froid d'intéresser le nord du Maroc. En surface, l'anticyclone atlantique a pris sa position d'hiver avec un front froid axé sur l'Ibérie. Le flux du Nord s'est établi sur la moitié de la région. La durée d'insolation ne dépasse pas 3h sur la côte où le ciel est très nuageux (8 octas). Les maxima sont en légère baisse, ce qui n'est pas le cas dans la Haute Moulouya et la bordure du Sahara où la durée d'insolation est conforme à la saison. Cette situation est restée présente sur la région jusqu'au 8 août 1988.

Les situations synoptiques analysées reflètent que l'anticyclone subtropical à 500 hPa et la dépression thermique saharienne au sol n'intéressent pas que le Maroc, mais aussi une grande partie de la péninsule ibérique. De ce fait, l'anticyclone atlantique se situe au nord des Açores et se prolonge par une dorsale vers le golfe de Gascogne et l'Europe. Le vent de Chergui, à qui nous consacrons un aperçu à la fin du paragraphe, a accusé une forte croissance de températures.



### **\* Définition du Chergui**

Le terme du Chergui est typiquement marocain qui dérive du mot arabe "cherki" qui signifie l'Est. Le chergui correspond à un régime continental d'E à ESE, non perturbé et de caractère anticyclonique. Il se produit sur la face sud de hautes pressions situées au nord du Maroc (la dorsale prolongeant l'anticyclone atlantique sur le sud de l'Europe ou un anticyclone centré au sud de l'Europe occidentale). En général, cette circulation amène sur le pays l'air des hauts plateaux algériens qui sont sous l'influence saharienne. L'origine continentale de l'air fait que le Chergui est un vent sec, poussiéreux et les habitants de l'Est du Maroc savaient ses conséquences quand il soufflait. A ce propos on traduit le proverbe populaire connu dans notre région " *tout ce qui vient de l'Est est bon à l'exception du vent*".

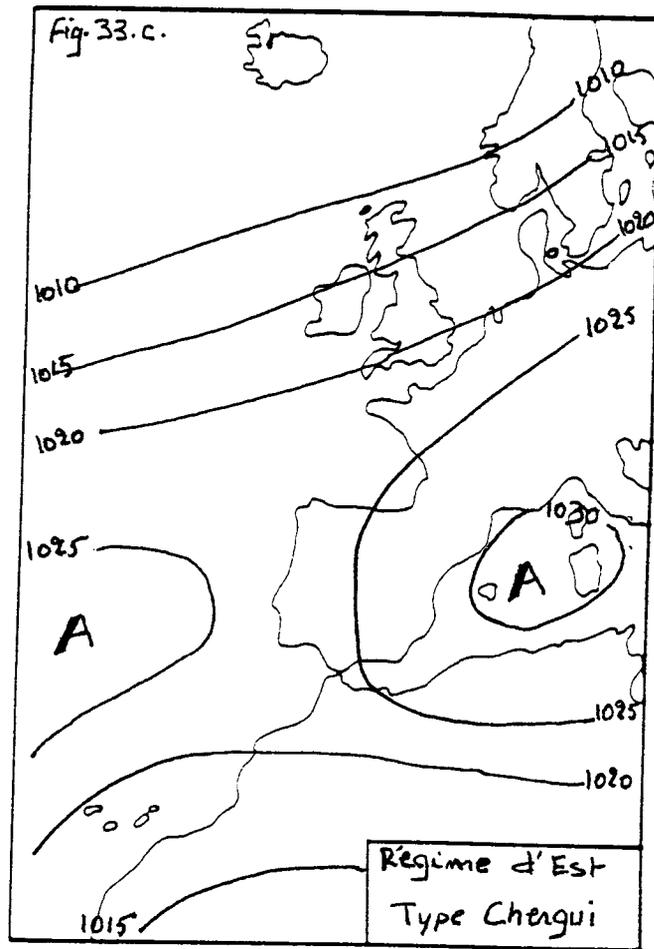
Le régime peut être plus ou moins fort suivant le gradient de pression qui existe sur la face sud de la zone de hautes pressions (Fig. 33. c). Et selon la force et la durée le Chergui peut intéresser, en plus de notre région, une partie de l'intérieur ou être généralisé à tout le Maroc. Il atteint parfois le littoral atlantique en s'étendant en mer. Météorologiquement il peut se manifester à n'importe quelle période de l'année, mais par tradition populaire il n'est appelé Chergui que lorsqu'il s'accompagne d'une hausse température et chargé de poussières du sable.

### **\* Les caractéristiques du Chergui en été**

En été la dépression thermique saharienne est bien marquée, nous assistons à un forçage important entre cette dernière et les hautes pressions au nord du Maroc. L'air déplacé dans ce régime est extrêmement sec. Il s'échauffe de 1°C tous les 100 m de dénivellation, par compression adiabatique. Par ailleurs, plus la température augmentera, plus l'humidité relative diminuera puisque la faible quantité de vapeur d'eau qu'il contient reste inchangée. A signaler que lorsque le Chergui atteint la côte on enregistre les températures les plus élevées de tout le pays. Si le régime persiste et que le Chergui arrive en mer, l'air très chaud et excessivement sec s'humidifie très rapidement tandis que la mer le refroidit par la base. Il se forme alors en mer un mur de brouillard et l'affaiblissement du régime et l'établissement de brise ramène ce brouillard épais sur le littoral.

### **\* Les caractéristiques du Chergui en hiver**

Bien qu'on trouve en hiver des situations isobariques semblables à celles de l'été, le régime continental qui leur est associé ne porte le nom de Chergui que pour les météorologistes. Dans les situations hivernales la dépression saharienne est peu marquée. De ce fait les gradients horizontaux



de pression sont faibles et le régime du Chergui est dans l'ensemble moins puissant qu'en été et n'atteint que rarement les plaines du littoral atlantique. L'origine du Chergui pendant cette période est la même que celle de l'été. De même pour les autres caractéristiques. Mais à la différence de l'été la température est très basse et malgré le réchauffement adiabatique la température atteinte est souvent nettement plus basse que celle de l'air qui régnait précédemment. La masse d'air qui envahit la région a pour caractéristiques d'être souvent très froide avec un ciel très clair et peu de vent. Cependant, cette très forte sécheresse, associée à quelques brises locales, accentue l'évaporation superficielle de la peau et donne l'impression, par effet physiologique, d'un air exceptionnellement glacial.

#### *\* La différence entre le Chergui et le Sirocco*

Contrairement au Chergui qui est associé à une situation anticyclonique, le Sirocco est lié à une situation perturbée avec une zone de basses pressions sur le proche atlantique marocain. Le Sirocco est un flux de secteur sud qui précède généralement un passage de perturbation. Le vent, qui peut être parfois violent juste avant l'arrivée de la perturbation, amène de l'air venant des régions sahariennes du sud de l'Anti-Atlas. Cet air chaud, mais dont la température n'atteint jamais celle du Chergui en été, provoque une visibilité médiocre. Lors des premières perturbations hivernales, la terre marocaine étant très sèche et sans couvert végétal, le Sirocco accentué localement par un renforcement du vent de sud qui se produit à l'approche de la perturbation océanique, est parfois accompagné de fortes tempêtes de poussières. Les manifestations du Sirocco sont d'une courte durée par rapport celle du Chergui.

En raison de l'absence totale des études concernant le Chergui, je me suis autorisé à puiser des connaissances de Monsieur Le goff. Je présume qu' une étude concernant le rapport entre le chergui, les températures et le comportement humain aura une grande valeur dans les recherches climatiques.

**\* Au printemps:**

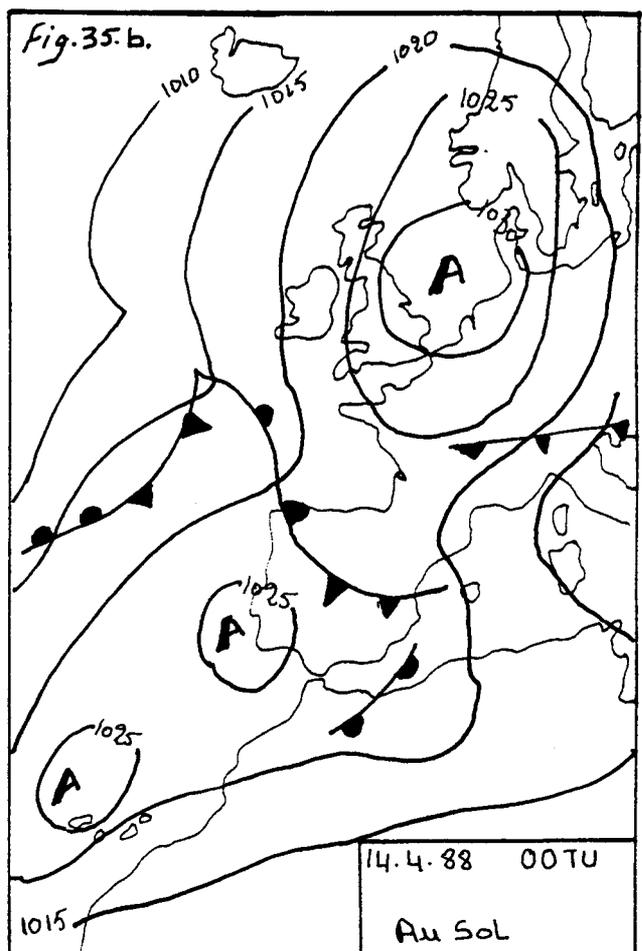
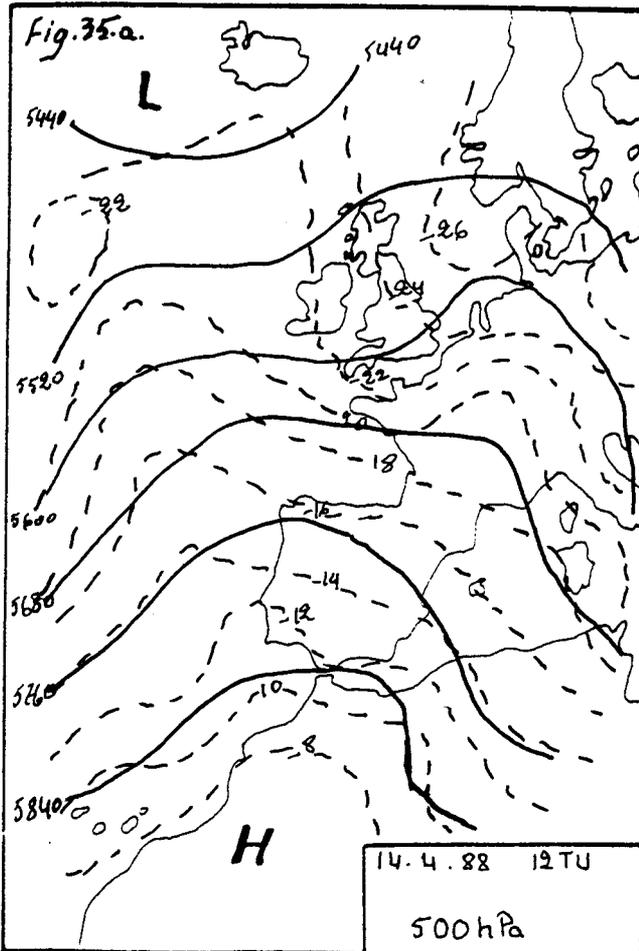
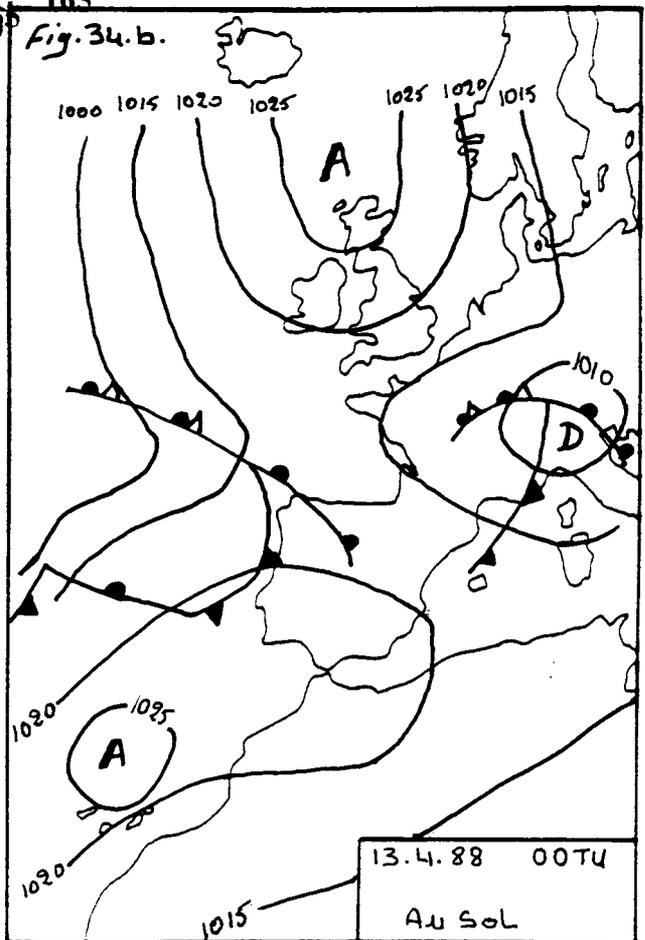
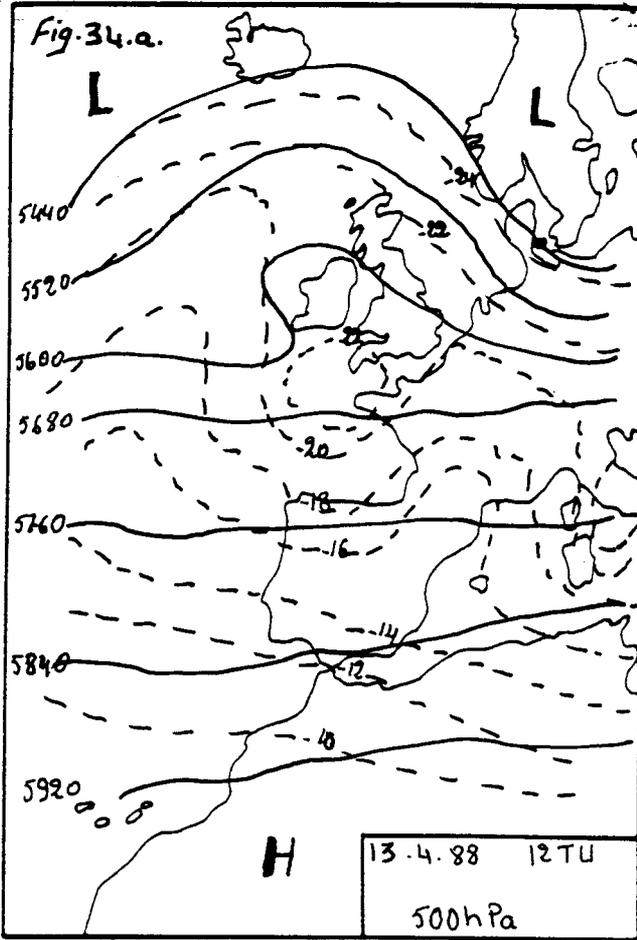
Les jours du 13 au 24 avril 1988, représentés sur le graphique 134. a, b, c, entre les observations 288 et 298, offrent des scores élevés et différents. Ainsi, nous avons pu les répartir en cinq situations en raison des changements observés en surface.

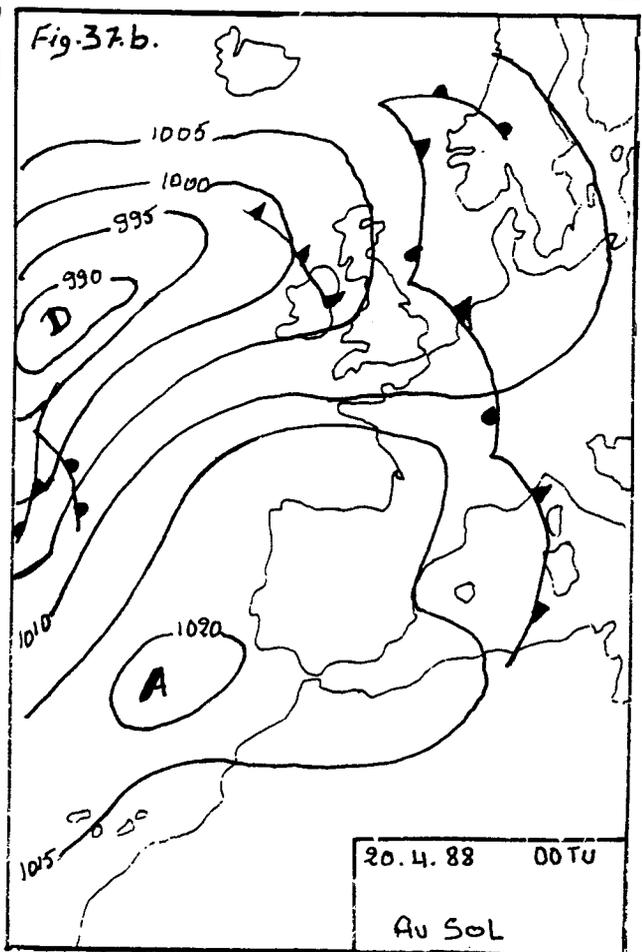
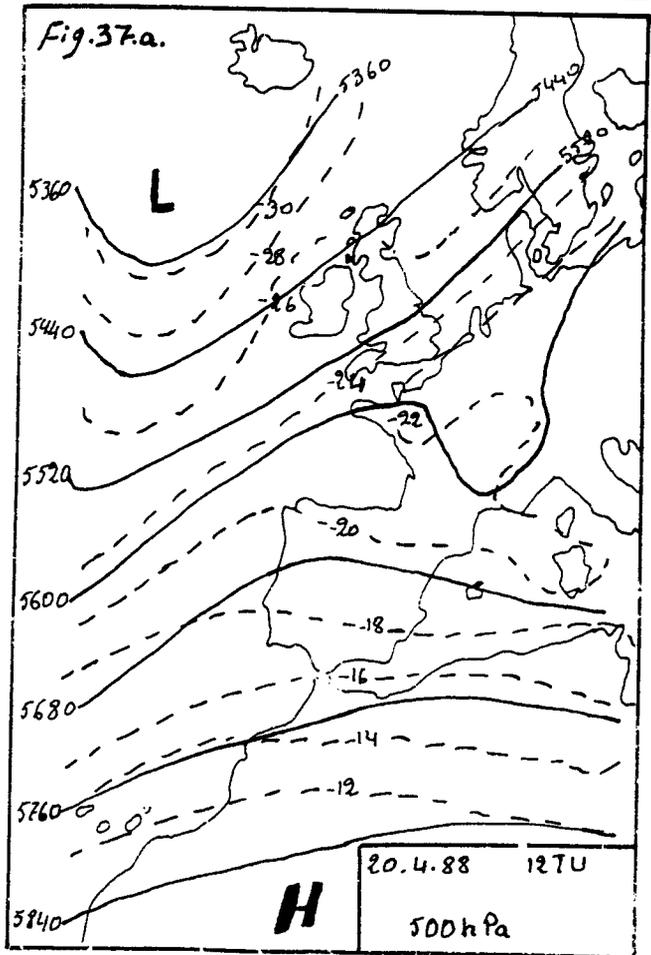
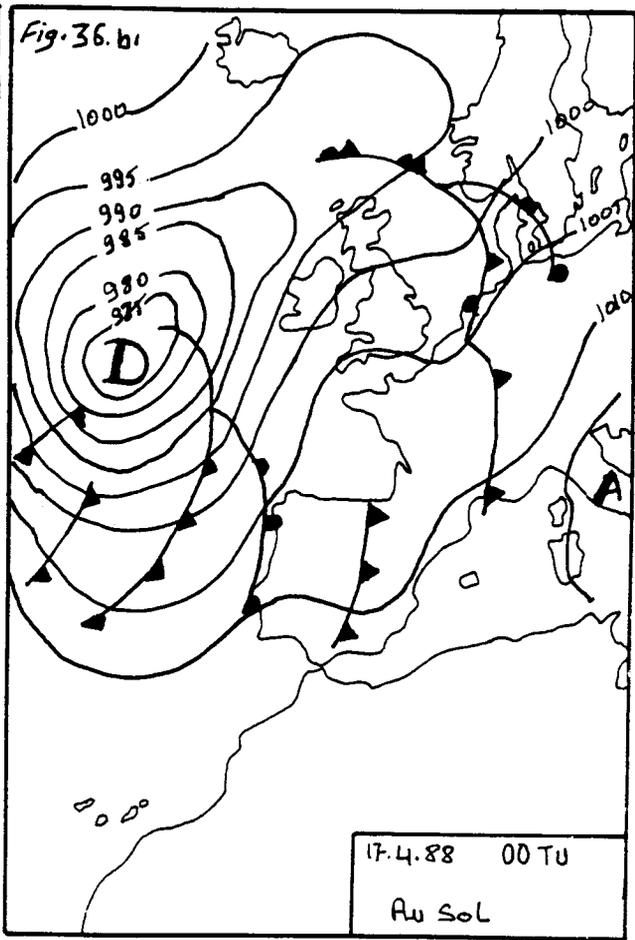
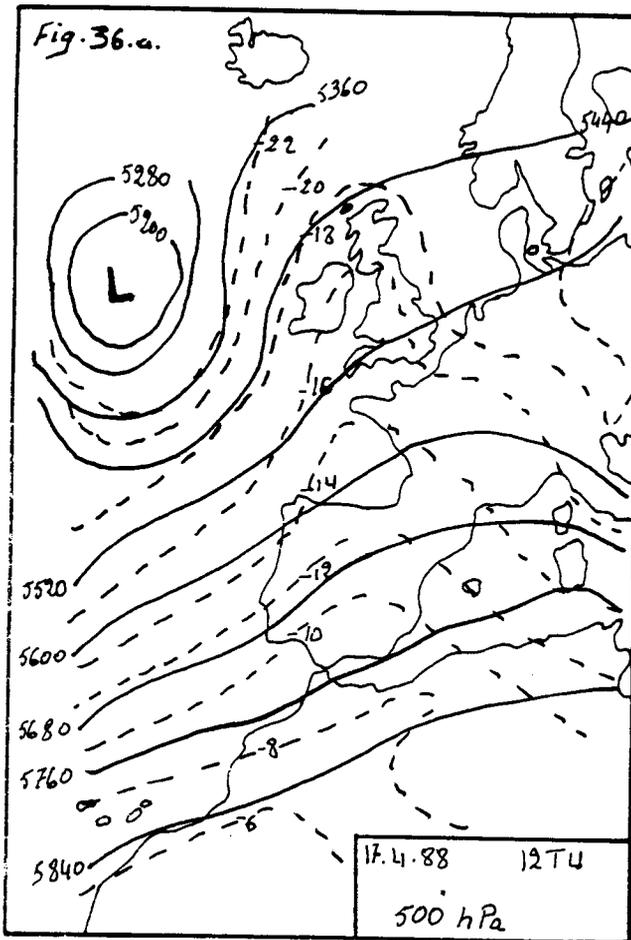
Du 13 au 15 avril 1988, l'anticyclone subtropical installé sur les pays du Maghreb et la Méditerranée se décale vers le sud (Fig. 34. a ). Au sol, l'anticyclone atlantique (1025 hPa) se prolonge par une dorsale vers l'Algérie et le sud de la péninsule ibérique (Fig. 34. b ). Le 14, une jonction s'est effectuée avec l'anticyclone des îles Britanniques (Fig. 35. b). Le gradient barométrique est faible et la durée d'insolation est de 11 à 12h. Cette situation a accusé une hausse des températures qui ne dépassent pas 3°C au niveau des minima le cas d'Oujda de 8 à 11°C, de Taza de 12 à 14°C et d'Errachidia de 13 à 15°C. La croissance des maxima est notable, en particulier, dans le couloir d'Oujda-Taza: 24 à 30°C à Oujda, 23 à 30°C à Taza et 26 à 31°C à B-Mathar.

L'anticyclone subtropical continue à couvrir le nord de l'Afrique entre le 16 et le 17 avril. Les centres d'action au sol sont restés loin du pays, hormis un front froid axé sur l'Ibérie (Fig. 36. b ). La nébulosité ne dépasse pas 4 octas, c'est la raison pour laquelle le rayonnement solaire dure 12h. Les minima sont en hausse de 2°C sur la côte, de 9 à 14°C à Berkane, de 10 à 13°C dans la Haute Moulouya et de 15 à 19°C à Errachidia. Le groupe d'Oujda-Driouch et Taza-Guercif se caractérisent par une baisse de maxima de 31 à 24°C à Oujda et de 30 à 22°C à Taza, ailleurs les maxima n'ont pas varié.

La situation en altitude n'a pas changé le 18 avril, mais au sol, le Maroc est intéressé par le talweg de la dépression saharienne. La nébulosité est de 5 à 6 octas dans le Nord et les températures sont en général constantes. La situation anticyclonique caractérise de nouveau le temps régnant sur le Maroc, entre le 19 et le 20 avril.

L'anticyclone atlantique se prolonge par une dorsale sur l'Ibérie et le Nord du Maroc. L'anticyclone et la dépression saharienne dirigent un flux du NE (Fig. 37. b ). Le ciel est semi-nuageux de 4 à 5 octas. Les minima ont subi une baisse considérable de la côte jusqu'à la bordure du Sahara, de 16 à 12°C à Nador, de 14 à 10°C à Berkane, de 12 à 8°C à Oujda, de 15 à 13°C à Taza, de 11 à 9°C à Midelt et de 19 à 13°C à Bouarfa. La même tendance s'applique pour les maxima, à l'exception de la côte. Le gradient de la décroissance s'accroît en se dirigeant vers le





Sud, les maxima passent de 25 à 23°C à Berkane et Oujda, de 29 à 23°C à Taza, de 29 à 24°C à Midelt et de 32 à 26°C à Bouarfa.

Le 21 et le 22, la situation en surface présente un marais barométrique sur la région. Le ciel est semi-nuageux sur toute la région de 3 à 4 octas. L'ensemble de stations enregistre une croissance de minima le 21 et une baisse le 22, de 15 à 13°C à Berkane, de 13 à 11°C à Oujda et 20 à 14°C à Bouarfa. Les maxima ont tendance à décroître, sur la côte de 26 à 20°C à Nador, de 27 à 23°C à Oujda, à Taza et 31 à 29°C à Errachidia.

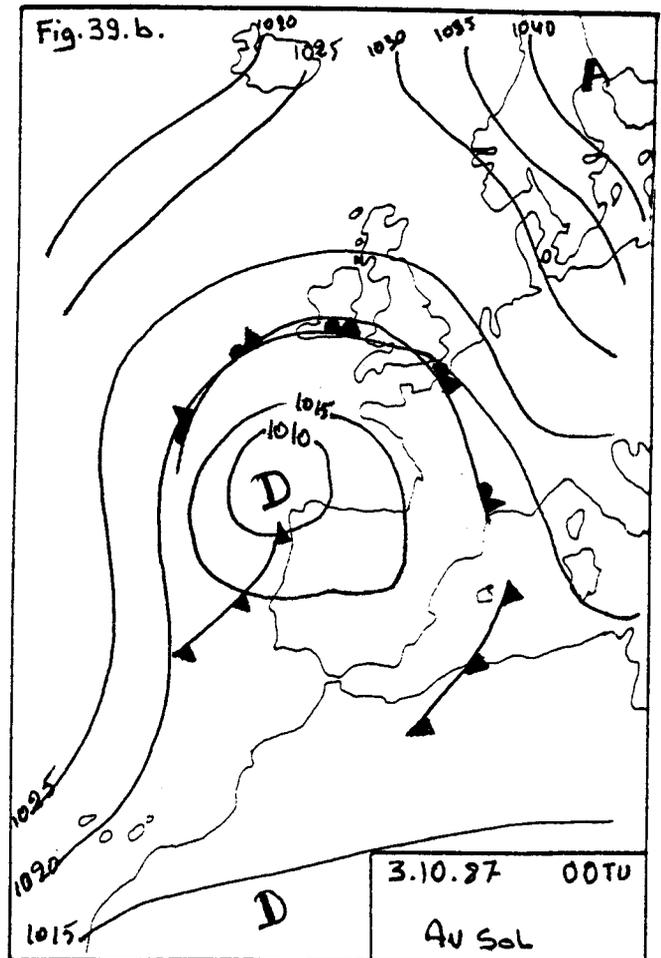
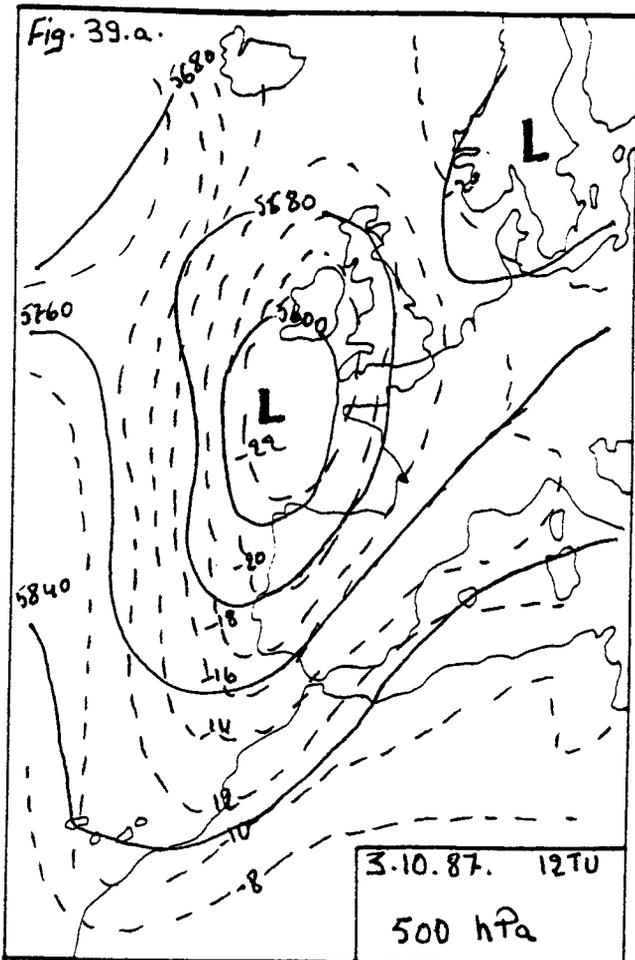
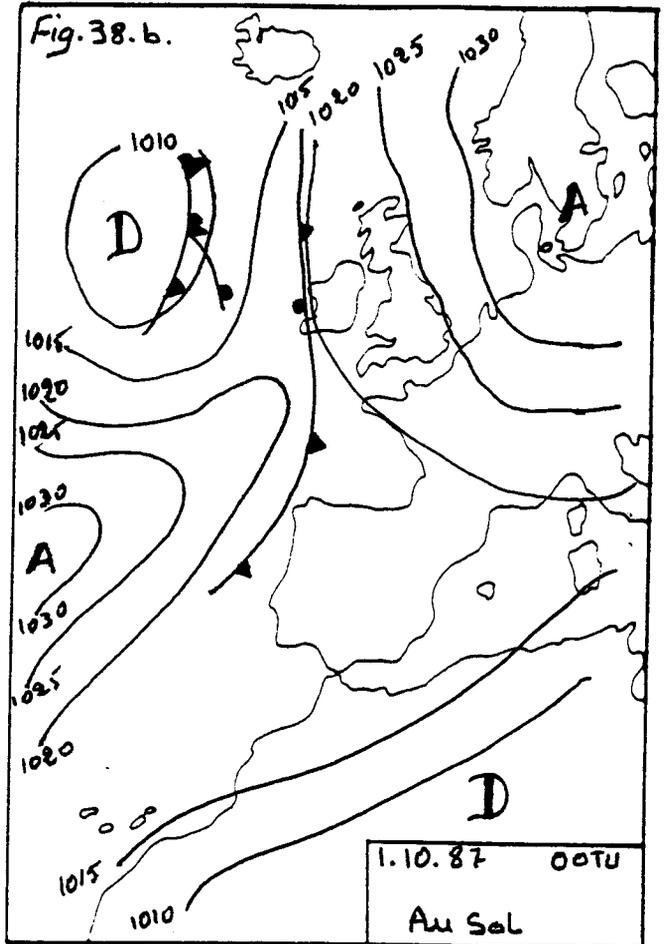
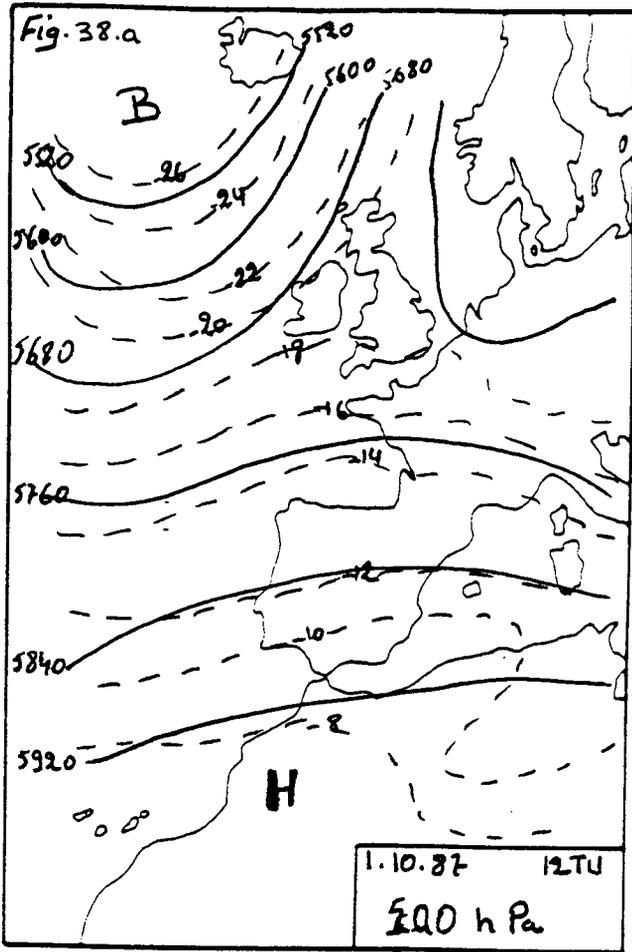
Durant ces jours la situation atmosphérique en altitude n'a pratiquement pas changé, elle reste sous l'effet d'un régime anticyclonique. Celle du sol, en revanche, a connu des changements considérables; d'une situation anticyclonique à une situation cyclonique, en suite à une situation intermédiaire et pour finir à un marais barométrique. Les températures ont changé selon la situation qui règne sur la région. Il faut noter que ces jours témoignent que la saison connaît des situations qu'on peut rencontrer en hiver et en été.

**\* En automne:**

Le début du mois d'octobre 1987, présente des valeurs particulières situées entre les observations 123 et 130 (Fig. 138. a, b, c ). La configuration du premier jour ressemble à celle qui domine en été. L'anticyclone subtropical (592 dam) est installé sur l'Afrique du Nord (Fig. 38. a ). En surface, la dépression saharienne au sud de la chaîne de l'Anti-Atlas a établi un flux de NE (Fig. 38. b ). Le ciel est semi-nuageux et la durée d'insolation est de 9h dans le Nord et de 10h dans le Sud. La décroissance de minima est limitée dans l'ensemble Nord, de 22 à 17°C à Nador, de 20 à 14°C à Berkane et de 18.3 à 14.1 à Oujda. Les maxima, en revanche, sont en augmentation dans toute la région, de 26 à 30°C à Al-Hoceima, de 25 à 29°C à Oujda, de 26 à 28.4 à Taza, de 21 à 23 à Midelt et de 21 à 25°C à Bouarfa. A partir du 2 jusqu'au 5 octobre, la configuration a totalement changé. La basse pression de l'Islande est installée au nord-ouest du Portugal et maintiennent un courant de SW. La coulée d'air froid a donné naissance à une goutte froide (-22°C) (Fig. 39. a ). Au sol, le pays est en marge sud d'un courant perturbé lié à la dépression du nord-ouest du Portugal. Ce courant intéresse le Maroc pendant les 4 et 5 octobre (Fig. 39. b ). Après un état du ciel de 4 à 5 octas, un voile de nuages s'est formé du littoral jusqu'à la station d'Oujda (7 à 8 octas). L'ensoleillement est presque nul. En revanche, les autres stations ont bénéficié d'un rayonnement solaire de 6h à Taza, de 9 à 10h dans l'ensemble Sud. Durant la journée du 5 octobre, le ciel s'est dégagé relativement sur le Nord. Cette situation perturbée a déterminé une hausse des minima dans tout l'Est du Maroc, entre le 2 et le 4, de 20 à 22°C sur la côte, de 14 à 18°C à Berkane, de 14 à 19 à Oujda, de 13 à 16°C à Taza, de 14 à 18°C à Midelt et de 12 à 18°C à Bouarfa. Mais au cours du 5 octobre. Les minima diminuent d'une façon modérée. Quant aux maxima, ils ont subi une baisse notable dans l'ensemble Nord y compris le couloir Taza-Guercif: 29 à 24°C à Mélilia, de 28 à 24°C à Berkane et Taza et de 29 à 24°C à Oujda. Dans les autres stations, les maxima ont légèrement augmenté, de 22 à 24°C à Midelt, de 25 à 27 à Bouarfa et de 26 à 28°C à Errachidia. Les températures enregistrées dans les stations demeurent supérieures à la moyenne malgré les variations quotidiennes.

La situation atmosphérique est identique à celle de l'été, sachant que nous sommes au début du mois d'octobre. En raison de la présence d'une zone de basses pressions au nord-ouest du Portugal, la situation a changé et c'est un régime cyclonique qui domine le Maroc. Concernant les températures les mêmes remarques se réitérent ici sauf que les situations atmosphériques repérées participent à leur croissance notamment celle des maxima.

Les premiers renseignements que nous pouvons dégager de cette interprétation concernant les jours typique de la première composante "effet de taille" et où les stations contribuent toute de manière analogue à sa définition sont:



- La saison de l'hiver et de l'été ont leurs propres situations atmosphériques, celles du printemps et de l'automne connaissent une certaine alternance des situations que nous trouvons durant les saisons indiquées (hiver et l'été).
- Les masses d'air en provenance du nord et celles de l'Est participent à la décroissance des températures en hiver et à l'inverse de celles du sud-ouest ont un rôle relativement clément. En été les influences du sud et en particulier celles de l'Est accusent une croissance considérable des maxima. Une étude ultérieure est consacré à la relation des flux et les températures.
- La différence des situations atmosphériques ne réside pas qu'entre les saisons, mais aussi entre les mois de la même saison. Nous évoquons ici le mois juillet où l'anticyclone subtropical à 500 hPa atteint rarement la péninsule ibérique et n'empêche pas l'infiltration d'air froid; ce qui est le contraire en août. En surface, le Maroc est partagé entre la dorsale de l'anticyclone atlantique et le talweg de la dépression saharienne en juillet alors qu'en août le talweg passe sur la partie sud de l'Ibérie et la dorsale se prolonge vers l'Europe.
- Les températures varient d'un jour à l'autre, mais elles demeurent inférieures ou supérieures à la moyenne de la saison.

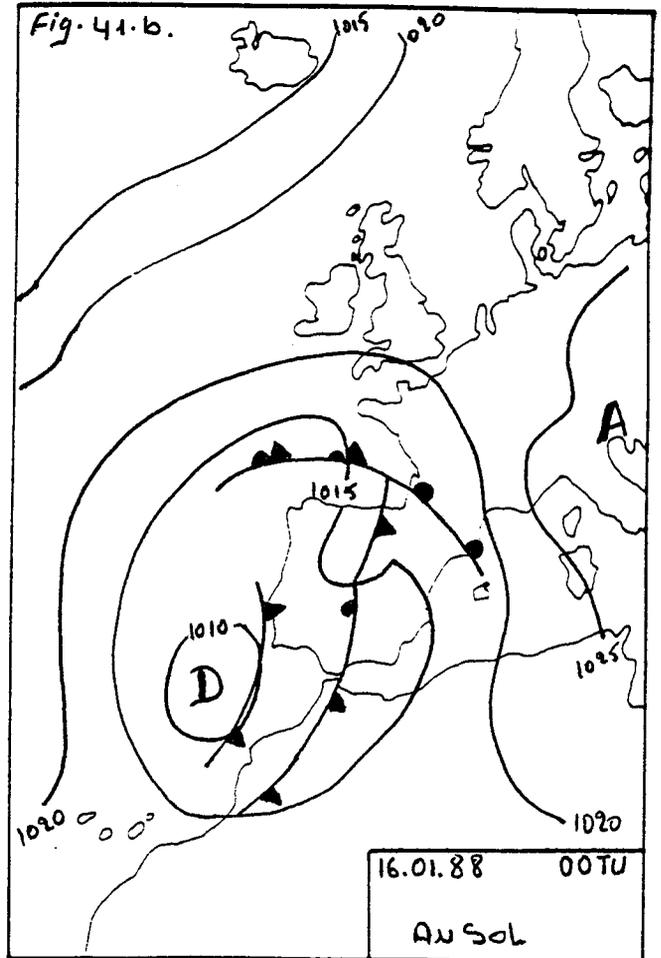
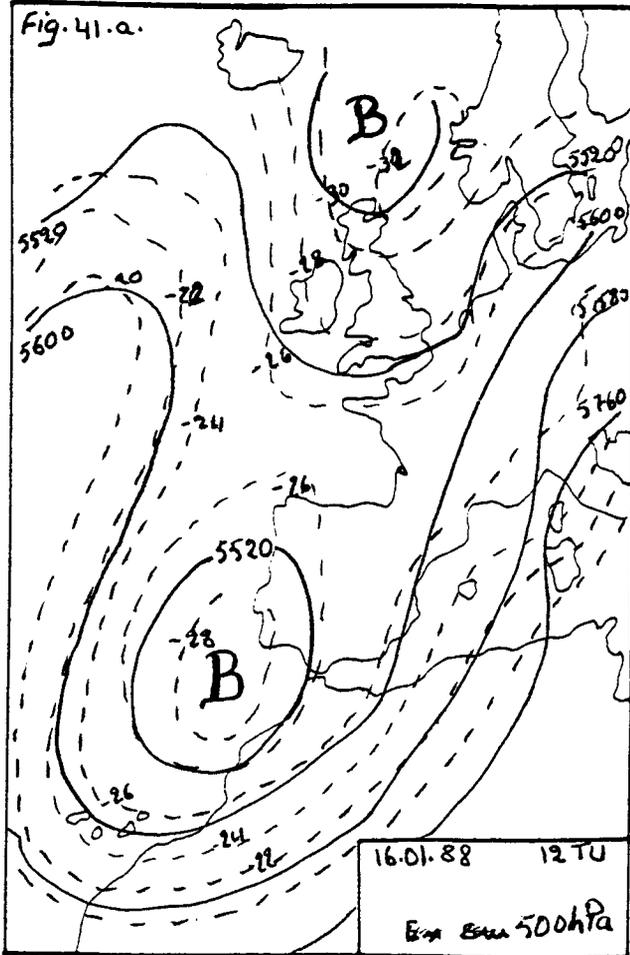
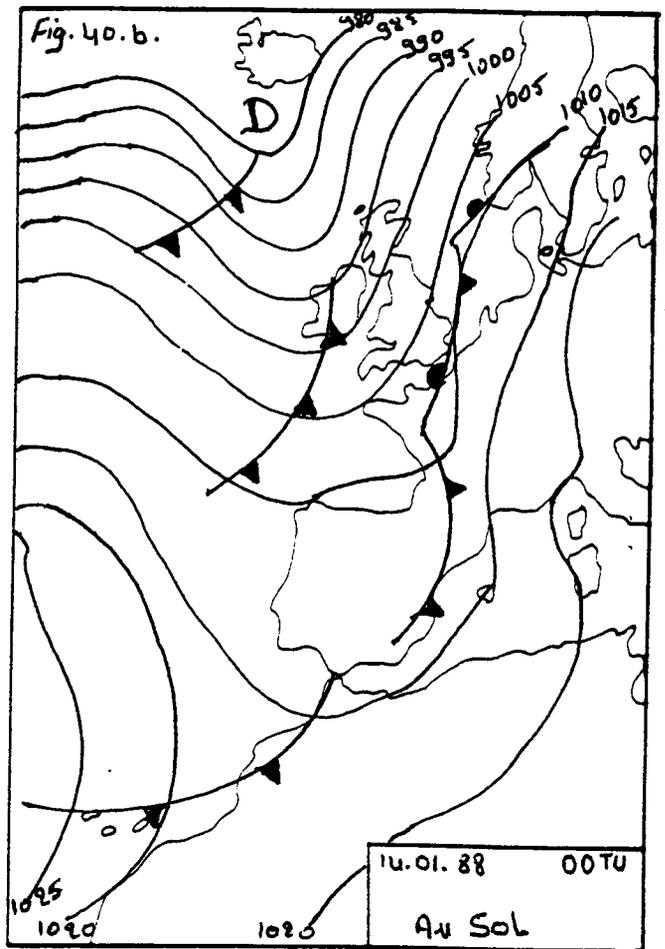
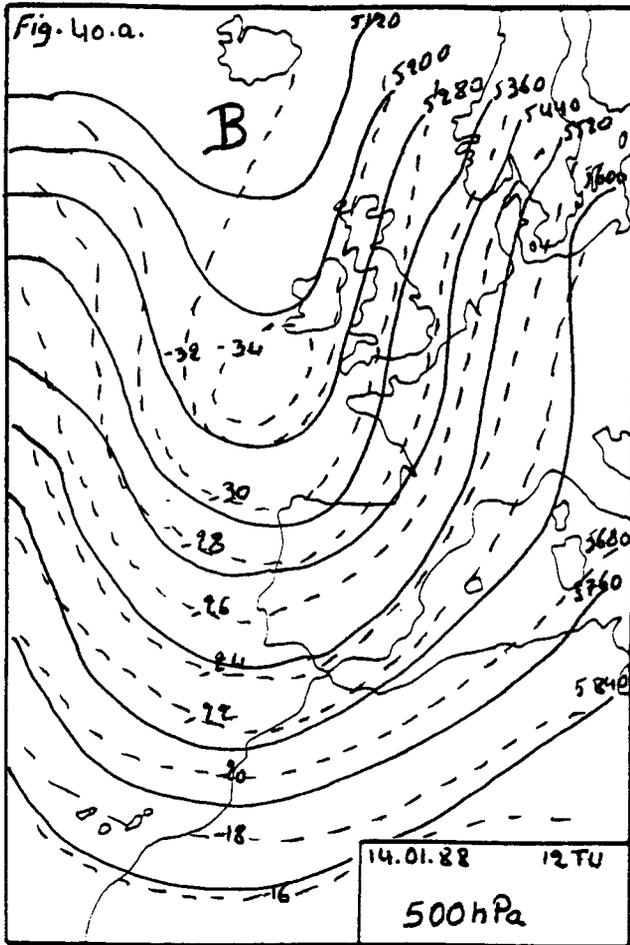
## 5-2-2- Un contraste Nord-Sud

### 5-2-2-1 Des températures inférieures à la moyenne dans l'ensemble du Sud

#### \* En hiver:

Les journées du 14 au 18 du mois de janvier 1988 se caractérisent par une participation positive dans l'axe II (Fig. 123. a, b, c ). Le 14, présente une zone de basses pressions au sud de l'Islande qui envahit l'Afrique du Nord en établissant un courant du SW sur la région étudiée (Fig. 40. a ). La situation au sol, correspond à celle d'altitude. La dépression dirige un temps perturbé et instable sur l'Europe occidentale et le nord de l'Afrique (Fig. 40. b ). Cependant, le ciel est très nuageux sur la région (6 octas), ceci a engendré une croissance des minima, de 8 à 11°C à Mèlilia, de 5 à 10°C à Berkane, de 5 à 9°C à Oujda, de -1 à 3°C à Midelt et de 3 à 6°C à Bouarfa. Dès le 15 janvier, un noyau dépressionnaire dynamique associé à une goutte froide (-32°C), font leur apparition sur la baie de Cadix. Au cours de leur déplacement vers l'Est, elles influencent la situation au sol, et perdent de leur puissance (Fig. 41. a ). La situation en surface suit la configuration d'altitude, en donnant un temps perturbé et instable (Fig. 41. b ). La nébulosité est de 6 à 8 octas sur toute la région, hormis le 15 où le ciel est resté peu nuageux de la côte jusqu'à la Haute Moulouya. Au niveau thermique, les minima dans la bordure du Sahara et la Haute Moulouya, ont subi une baisse à partir du 14 au 18, de 3 à -2°C à Midelt, de 6 à 3°C à Bouarfa et ils ont peu varié à Taza. Dans les stations de la côte, les minima ont augmenté, entre le 14 et le 15, de 10 à 13°C à Al-Hoceïma puis ils ont diminué jusqu'à 9°C. A Triffa et dans le groupe d'Oujda-Driouch, les minima ont chuté d'une manière brusque entre le 14 et le 15, de 9 à 3°C à Berkane et de 9 à 5°C à Oujda. Le lendemain, ils ont augmenté de 6°C à Berkane, de 8°C à Oujda et de nouveau ils ont diminué le 18 janvier. Les maxima ont baissé quotidiennement dans la région de Taza, de 16 à 10°C, dans la Haute Moulouya de 13 à 6°C, de 14 à 9°C à Errachidia. En revanche, dans les stations de l'ensemble Nord, les maxima s'élèvent entre le 14 et le 16, de 18 à 20°C à Mèlilia, de 19 à 24°C à Boughriba, de 16 à 26°C à Oujda et ils diminuent jusqu'à 15°C à Mèlilia, 14°C à Boughriba, 10°C à Oujda. Voilà un exemple montrant un net contraste entre les stations de l'ensemble Nord et l'ensemble Sud au niveau des maxima. On constate également que l'influence maritime se manifeste rapidement sur la côte, alors que l'empreinte de la douceur se fait sentir un peu plus tard dans les stations se trouvant relativement à l'intérieur, celles des plaines des Triffa et le groupe d'Oujda-Driouch.

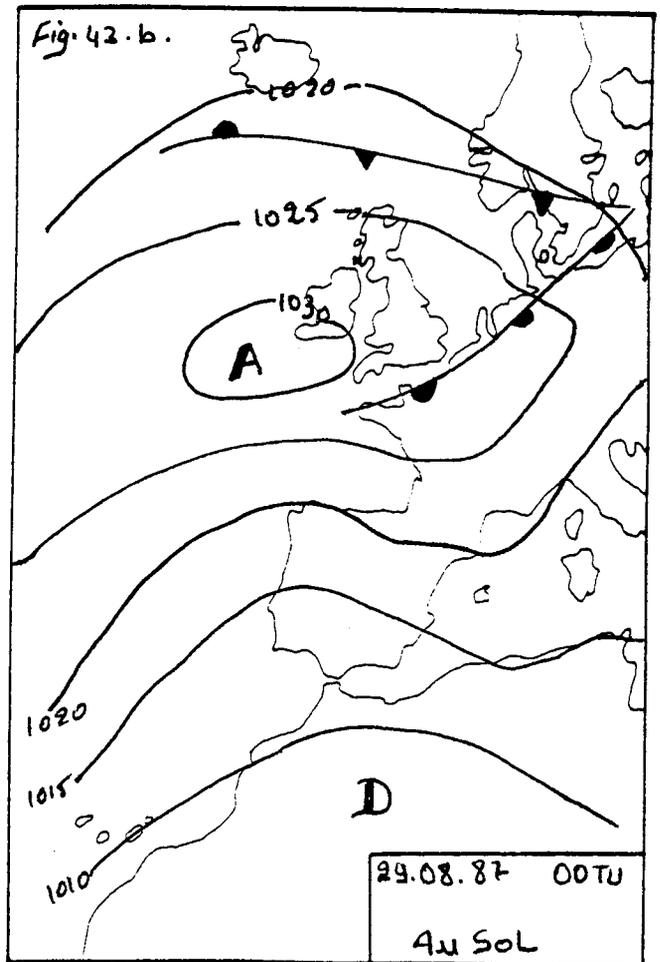
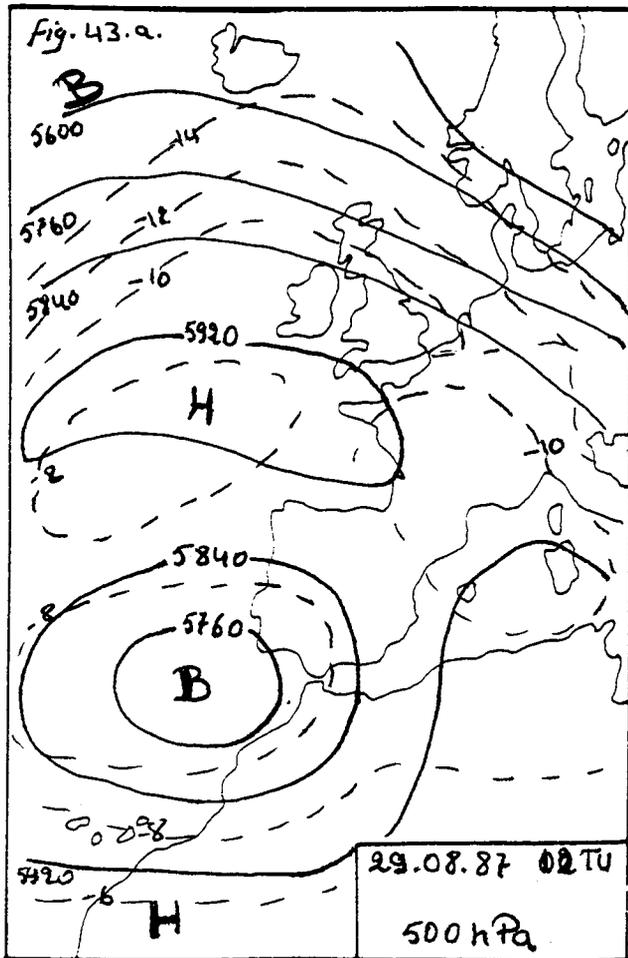
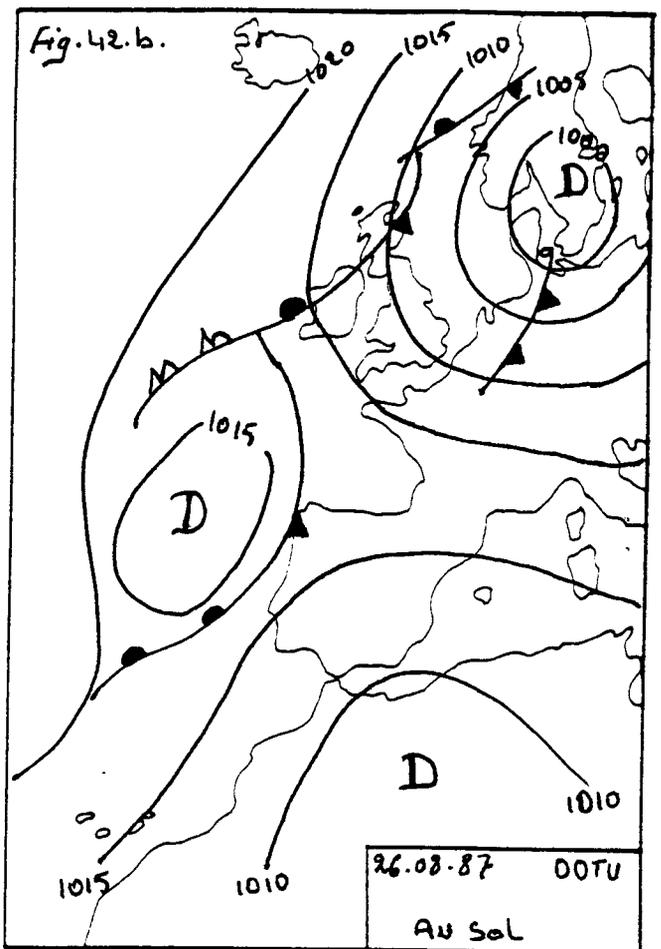
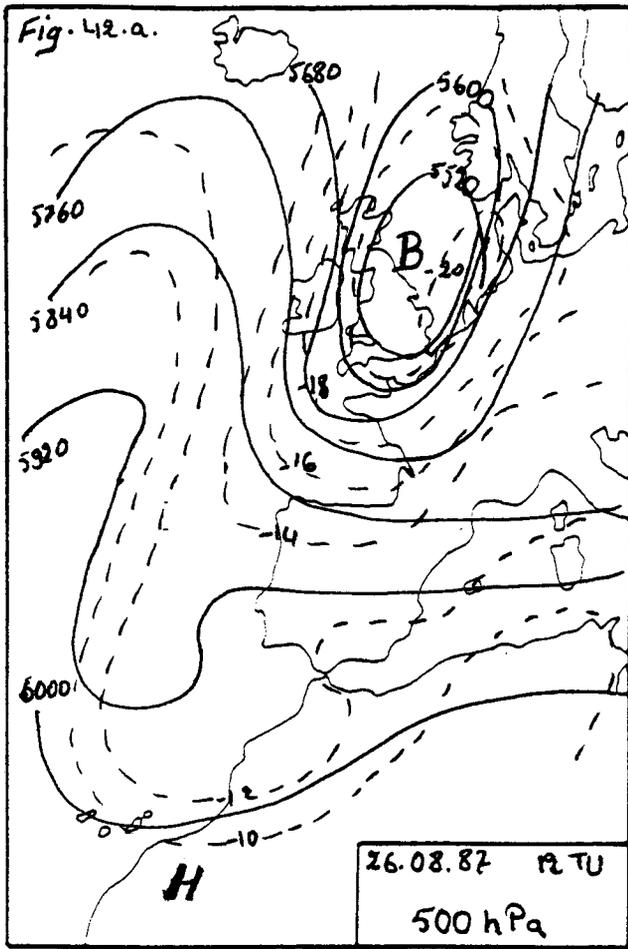
L'origine du régime cyclonique perturbé qui intéresse le Maroc est dû à la descente de la dépression de l'Islande vers l'Ibérie et le cyclogénèse s'est produit sur la baie du Cadix. Malgré que la région a été sous la même situation atmosphérique, les températures des stations du Nord sont



différentes de celles du Sud. Ceci laisse supposer l'intervention des autres facteurs, l'état du ciel, la durée d'insolation et l'influence maritime.

**\* En été:**

Les six derniers jours du mois d'août 1987, de 243<sup>ème</sup> et 248<sup>ème</sup> observation (Fig. 129. a, b, c) présentent des scores positifs à l'échelle des maxima et négatifs à l'échelle des minima. Le 26 août, est marqué, en altitude, par le minimum géopotential (952 dam) au nord du Maghreb et une zone de basses pressions accompagnée d'une goutte froide sur les îles Britanniques (Fig. 42. a). Au sol, la dépression saharienne est en place, elle couvre la péninsule ibérique et la Méditerranée (Fig. 42. b). Le ciel est très nuageux sur toute la région (6 à 7 octas). Les minima ne varient pas sur la côte et la Haute Moulouya, mais ils sont en hausse dans le reste des stations. C'est dans les plaines des Triffa et le groupe d'Oujda-Driouch que les minima ont nettement augmenté, de 13 à 20°C à Berkane et de 14 à 19°C à Oujda. Au niveau des maxima, on observe une disparité entre l'ensemble du Nord y compris le couloir Taza-Guercif et les autres groupes. Dans le Nord, les maxima s'élèvent de 34 à 37°C à Boughriba, de 33 à 36°C à Driouch et de 34 à 36°C à Taza. En revanche, ils diminuent à B-Mathar de 34 à 30°C, de 33 à 28°C à Midelt et de 37 à 31°C à Bouarfa. Du 27 au 29 août, les basses pressions et la goutte froide très affaiblie intéressent le nord-ouest du Maroc (Fig. 43. a), mais sans qu'elles provoquent du changement dans la situation au sol qui reste conditionnée par la dépression saharienne (Fig. 43. b). Le flux du secteur E à NE est faible. La nébulosité est de 7 à 8 octas sur le Nord, ce qui est étrange pour un mois d'août; elle est de 3 à 4 octas sur le centre de la région et de 1 à 2 octas sur la bordure du Sahara. Le Nord a connu une croissance de minima de 2 à 3°C, de 21 à 24°C à Nador, de 20 à 22°C à Boughriba et de 19 à 22°C à Driouch. A l'inverse, les minima diminuent de 22 à 18°C à Taza, de 18 à 14°C à Midelt et de 25 à 18°C à Errachidia. L'évolution des maxima est différente de celle des minima. Mis à part le littoral, les maxima entre le 26 et le 28 août, diminuent dans le Nord et dans le couloir de Taza-Guercif, de 37 à 28°C à Berkane, de 36 à 27°C à Driouch et de 36 à 28°C à Taza. Alors que les autres stations, ont subi une hausse des maxima le 27, de 28 à 31°C à Midelt, de 30 à 35°C à B-Mathar et de 31 à 36°C à Errachidia et une diminution le 28, 26°C à Midelt, 33°C à B-Mathar et 31°C à Errachidia. Le décalage dans l'évolution des maxima explique en quelque sorte le contraste Nord-Sud. Le 30 et le 31 août, la zone de basses pressions est remontée vers les Açores et l'anticyclone subtropical a pris sa position classique d'été. Le pays est intéressé en surface par le talweg saharien qui maintient un flux faible de NE. Le ciel est de 3 à 4 octas sur le Nord et clair sur le reste de la région. Au plan thermique, les minima sont quasi stables dans toute la région. Les maxima, par contre, s'élèvent à Taza 32°C, à Midelt 29°C, à Errachidia 35°C et à B-Mathar 34°C. Ces quelques jours analysés montrent que la situation à 500 hPa en été, peut subir des changements, mais sans qu'elle influence celle du surface. La disparité entre le Nord, la zone intermédiaire et le Sud ne s'observe pas qu'au niveau des maxima qui sont inférieurs à la normale de la saison, mais aussi au niveau de l'état du ciel et à la durée d'insolation.

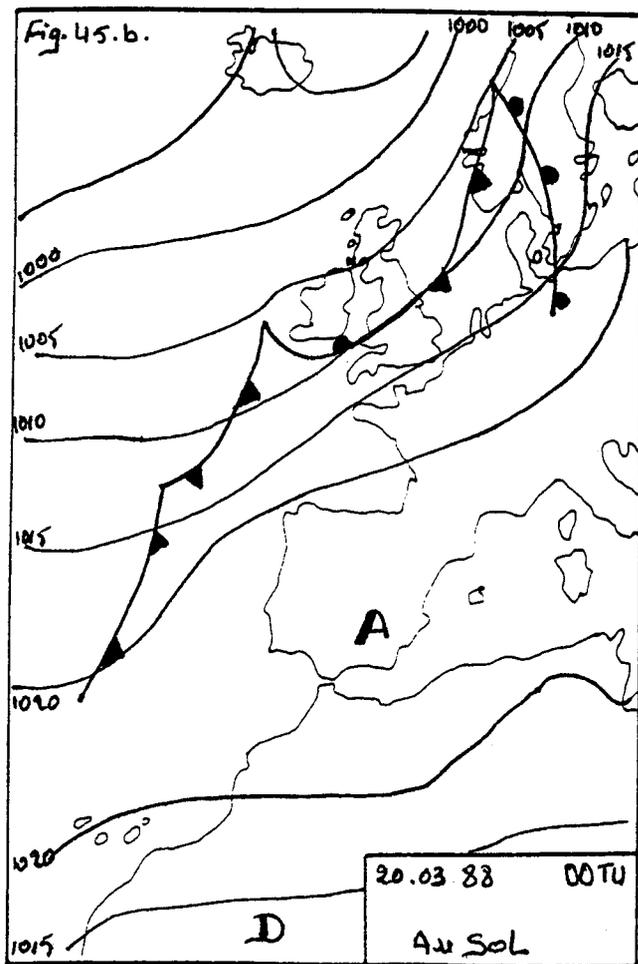
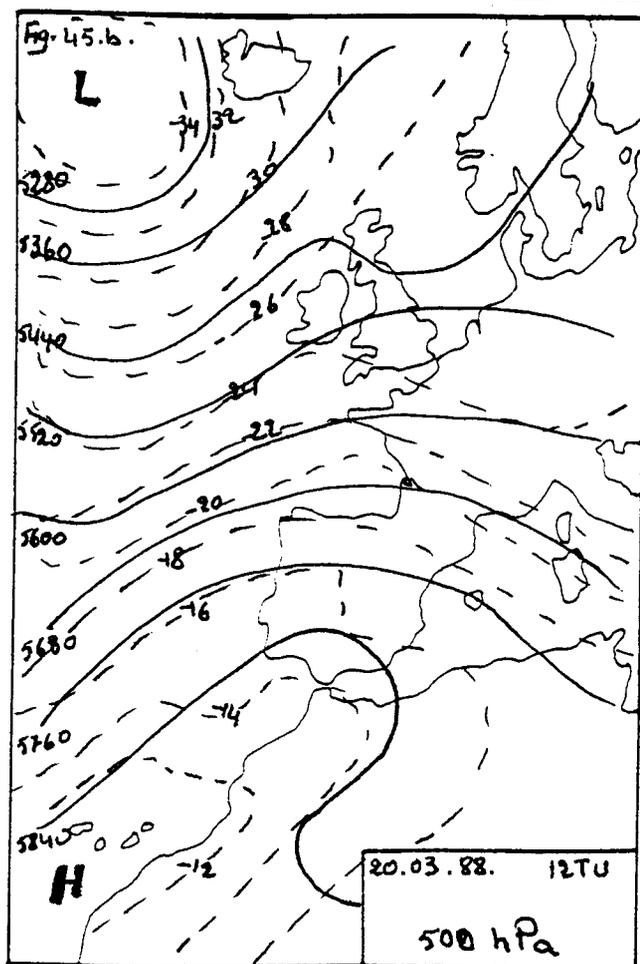
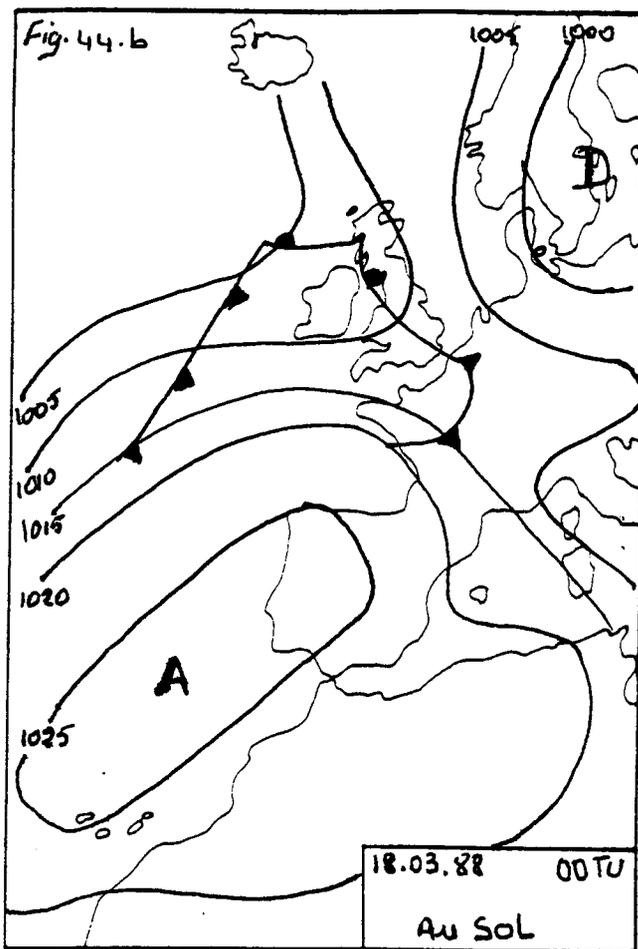
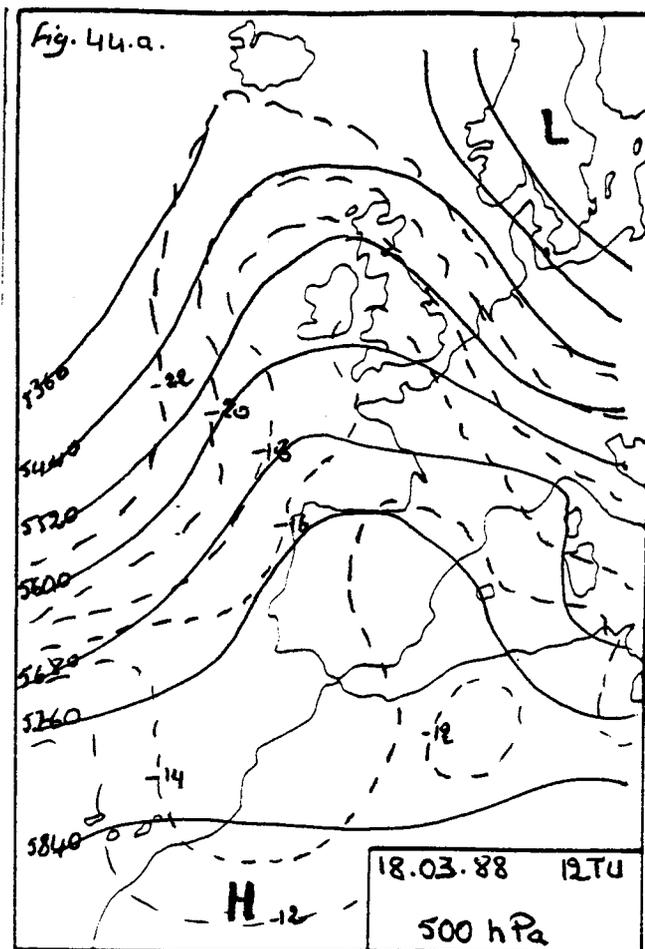


Les jours analysés du mois d'août montrent que la situation en altitude est soumise à des changements. L'anticyclone subtropical recule vers le sud alors que les basses pressions arrivent jusqu'au nord-ouest du pays et de nouveau elles remontent au nord. C'est ainsi que l'anticyclone prend sa position classique. Malgré ce changement en altitude, la situation au sol est restée stable; la dépression thermique saharienne est en contact avec le Maroc et la partie sud de l'Ibérie. Les températures sont inférieures à la moyenne et c'est au niveau des maxima qu'on observe le contraste Nord-Sud. Les stations les mieux distinguées sont Errachidia, Melloulou et M-Hamadi.

**\* Au printemps:**

La configuration des jours du 15 au 21 mars 1988, situés entre les observations 261 et 265 (Fig. 135. a, b, c), se résume dans une crête courte, peu développée en latitude qui se dessine assez souvent sur la péninsule ibérique (Fig. 44. a ). Le 20 mars, l'isohypse 584 dam se trouve au nord du Maroc, sous la forme d'une crête dont l'axe est de NE-SW. (Fig. 44. b ). Au sol, la structure aérologique est simple, c'est une situation anticyclonique liée au prolongement de l'anticyclone atlantique sur le Maghreb et l'Ibérie (Fig. 45. a ). Cette situation remontant au 15 mars, persiste en surface jusqu'au 20, pour laisser place à la dépression saharienne (Fig. 45. b ). Le flux faible établit durant ces journées est de N à NE. La durée d'insolation est de 10h dans le Nord, de 9h à Taza et de 11h dans le Sud. Au plan thermique, les minima sont de l'ordre de 14 à 15°C et les maxima de 25 à 26°C sur le littoral. Dans les plaines des Triffa, le groupe d'Oujda-Driouch et le couloir de Taza-Guercif, les minima perdent 2°C et les maxima s'élèvent de 2 à 3°C, de 29 à 31 à Boughriba, de 28 à 31°C à M-Hamadi et de 29 à 32°C à Melloulou. Dans les autres stations, les minima progressent de 6 à 9°C à Midelt, de 5 à 7°C à B-Mathar et de 9 à 12°C à Errachidia. Les maxima ont la même tendance que ceux du Nord, de 21 à 23°C à Midelt et de 22 à 24°C à Bouarfâ. L'amplitude entre le Nord et le Sud soit au niveau des minima ou des maxima est très parlant et on peut dire que les stations du l'ensemble Sud baignent dans des températures très douces.

La divergence d'air chaud a provoqué une crête sur le nord du pays. Au sol, la dorsale de l'anticyclone atlantique est sur le Maghreb et l'Ibérie. Cette situation a changé et c'est la dépression saharienne qui intéresse le Maroc. Il est à rappeler que les deux situations observées durant le mois du mars sont celles qui dominent en été (juillet, août).

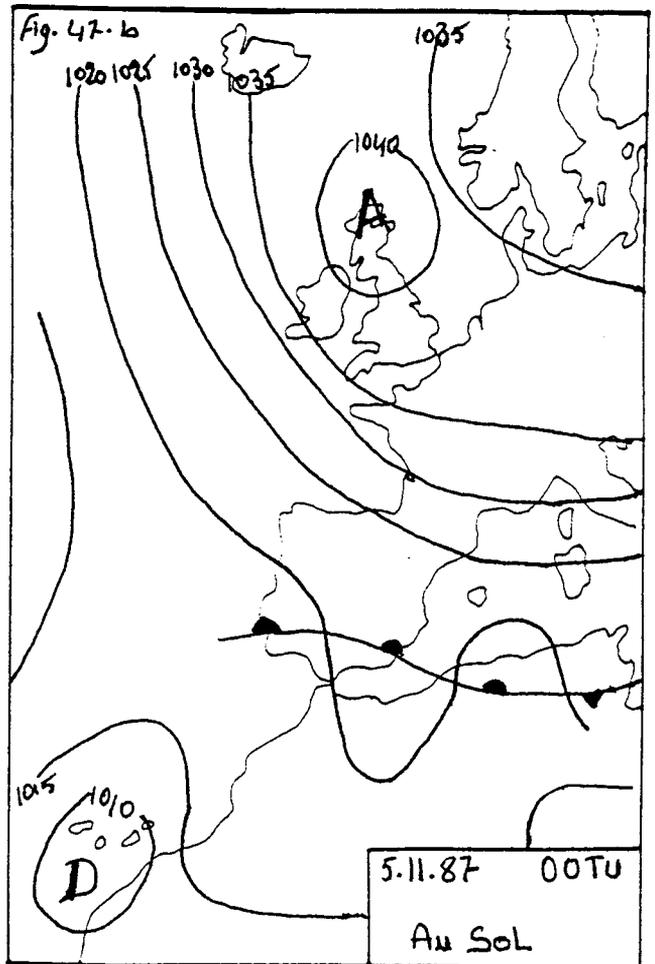
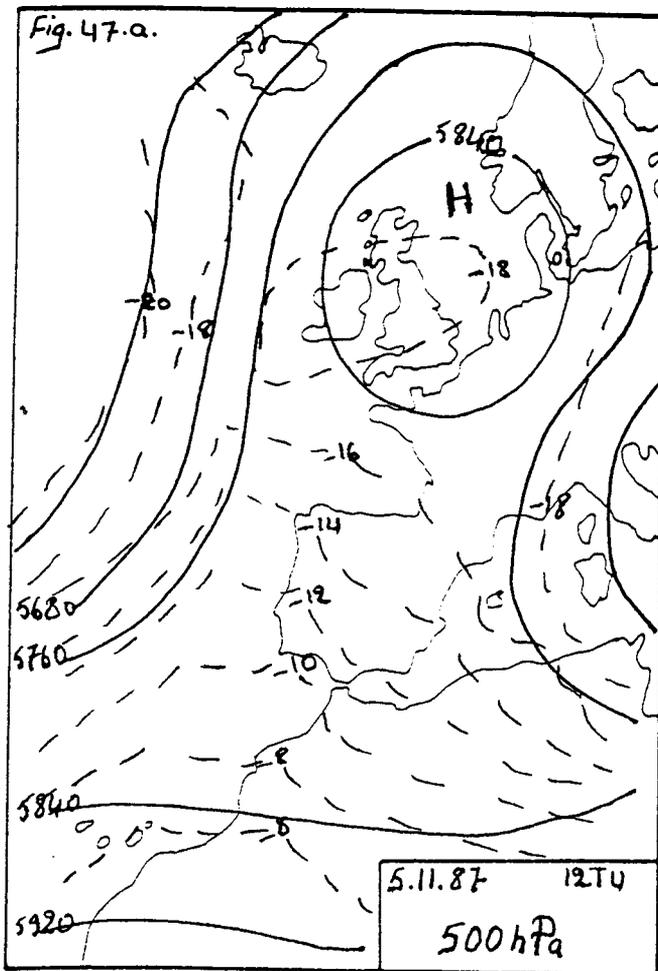
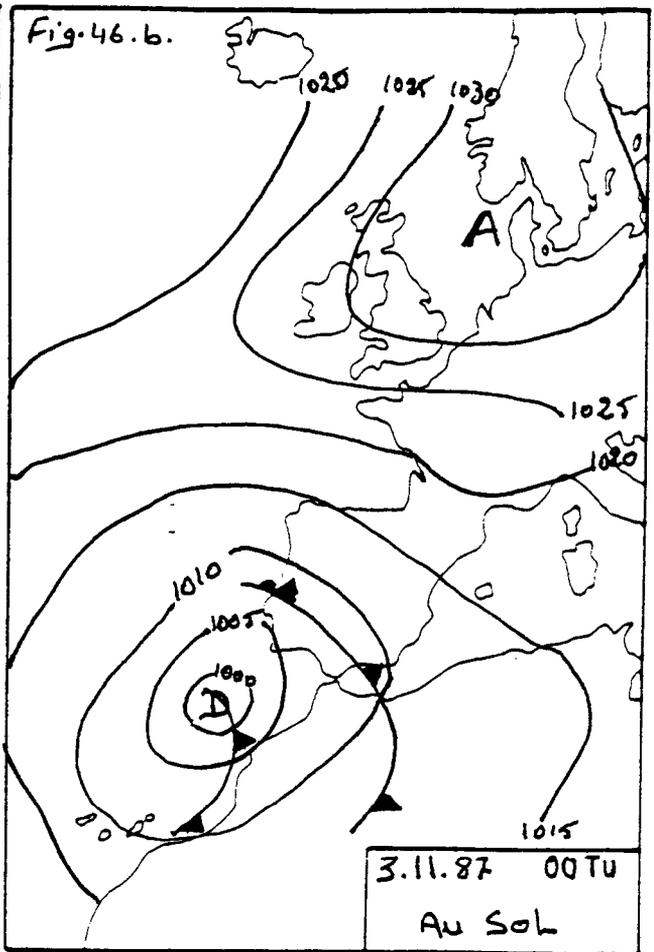
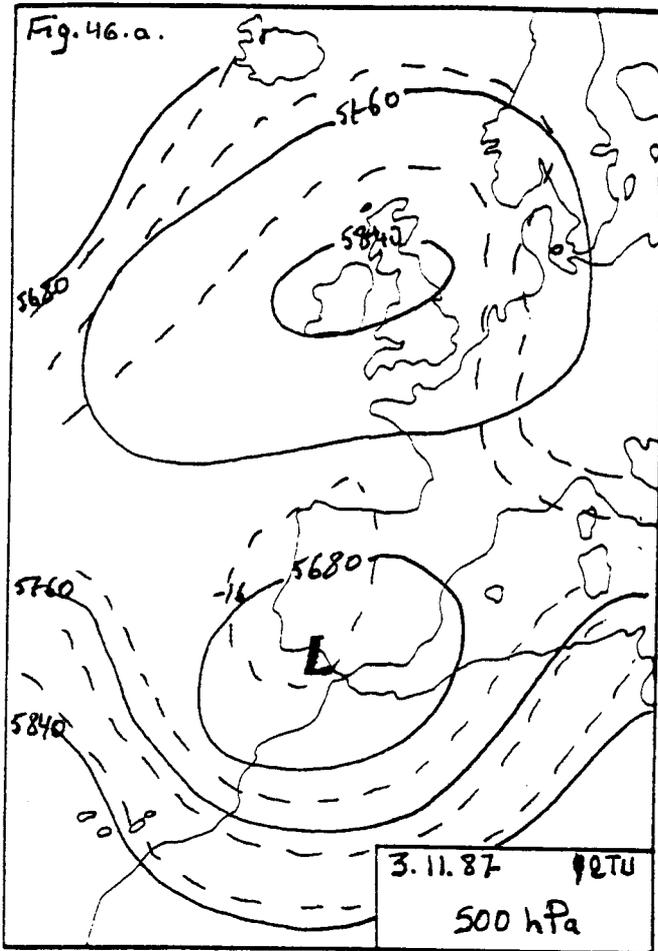


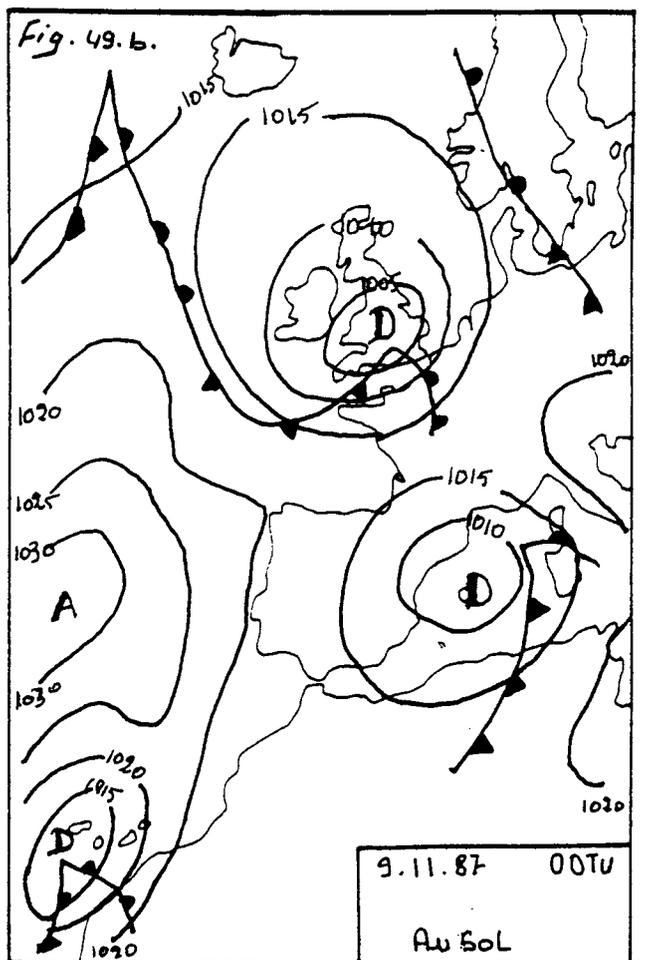
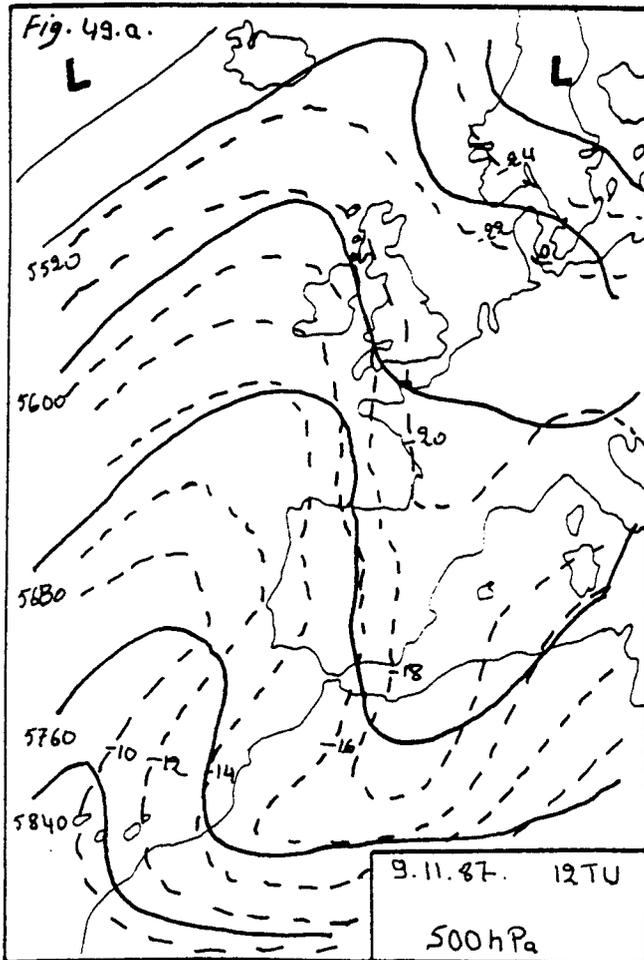
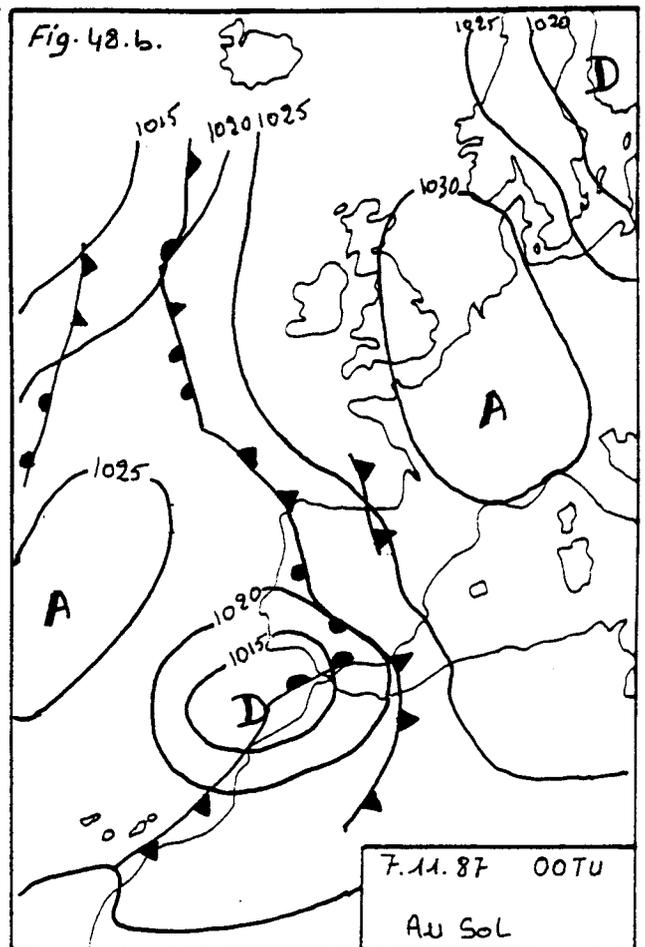
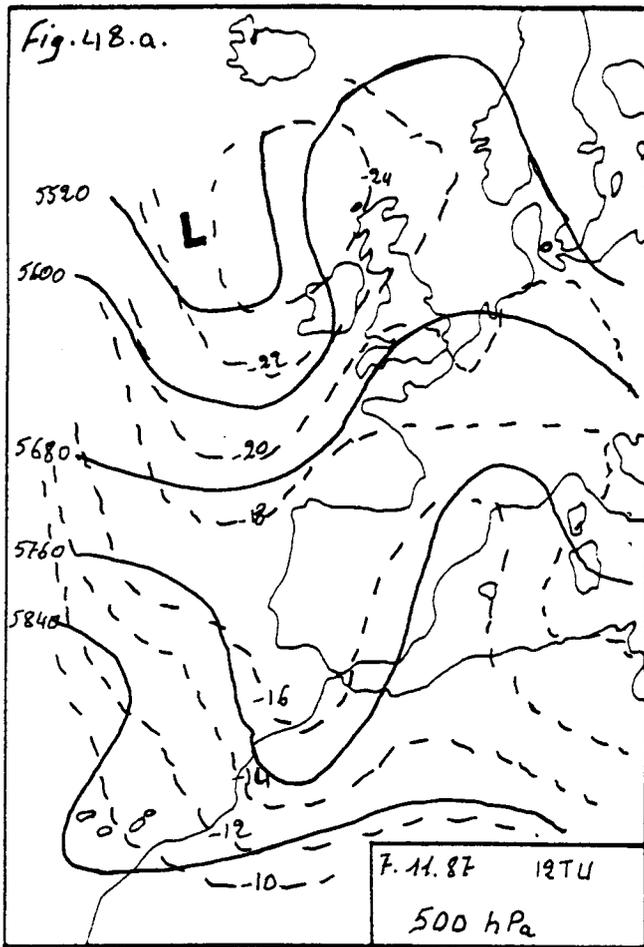
**\* En automne:**

Le 3, le 7 et le 9 du mois de novembre 1987 situés entre les observations 217 et 223 constituent les jours à interpréter (Fig. 139. a, b, c). Le 3 novembre, une zone de basses pressions dynamiques surmonte le nord du Maroc (Fig. 46. a). En surface, la configuration est pleinement cyclonique. La dépression (1000 hPa) sur le golfe de Cadix maintient un temps perturbé et instable sur le nord de la région et le flux établit de SW est faible (Fig. 46. b). Cependant, l'ensoleillement est très faible dans le Nord y compris Taza (3h) et il est de 8 à 9h dans le Sud. Cette situation a déterminé une élévation considérable de minima, le cas de Berkane de 13 à 18°C, d'Oujda de 15 à 18°C, et une diminution à Midelt de 9 à 5°C. L'augmentation de maxima est observée dans le Nord avec une nuance entre les stations; ils s'élèvent de 22 à 24°C à Méléilia, de 25 à 27°C à Boughriba et de 20 à 24°C à Driouch. Dans les autres stations, les maxima sont en nette régression, de 21 à 19°C à Taza, de 20 à 18°C à Midelt et de 22 à 19°C à Errachidia. La Méditerranée est certainement l'origine de cette hausse et de cette discrimination entre le Nord et le Sud.

La structure aérologique connaît un changement entre le 4 et le 6; c'est une crête très développée en latitude qui domine à 500 hPa (Fig. 47. a). Au sol, l'anticyclone de l'Europe se prolonge par une faible dorsale sur le nord du pays (Fig. 47. b). Les basses pressions de l'Islande a creusé une vallée courte, non développée, dont l'axe N-S, sur le nord du Maroc à partir du 7 au 9 novembre (Fig. 48. a). La dépression (1015 hPa) centrée sur le golfe de Cadix le 7, se trouve le lendemain sur la Méditerranée (Fig. 49. b). Le ciel s'est dégagé relativement sur le Nord et par conséquent la durée d'insolation a atteint 8h. Par contre, il est resté dépourvu de nuages durant ces jours sur l'ensemble Sud. Au plan thermique, Les minima diminuent dans toute la région, de 18 à 13°C à Nador, de 15 à 11°C à Boughriba et Oujda, de 14 à 11°C à Taza, de 8 à 6°C à Midelt, de 10 à 7°C à B-Mathar et de 13 à 9°C à Errachidia. La même tendance s'applique sur les maxima, de 24 à 22°C à Méléilia, de 27 à 22°C à Berkane, de 26 à 21°C à Oujda, de 22 à 16°C à Taza et B-Mathar, de 20 à 11°C à Midelt et de 17 à 13°C à Bouarfa.

Ces jours que nous venons d'analyser est un exemple très éloquent qui reflète la diversité de situation atmosphérique durant ce mois. Ainsi, ils montrent que le Maroc peut-être sous l'influence des centres d'action très loin, anticyclone de l'Europe ou la dépression de l'Islande et parfois ces centres sont régionaux, le golfe de Cadix et la Méditerranée.





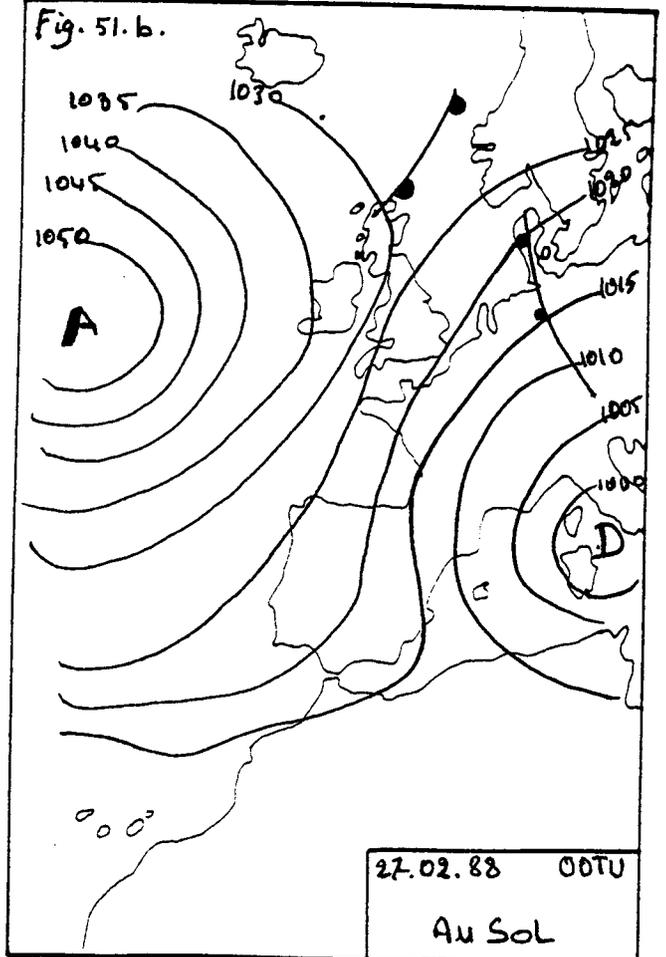
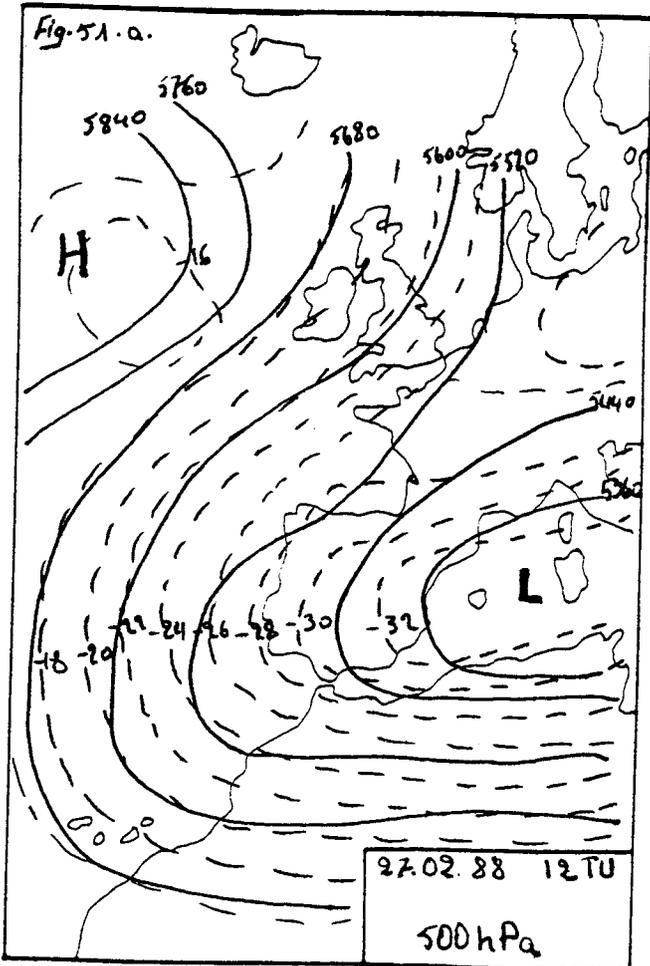
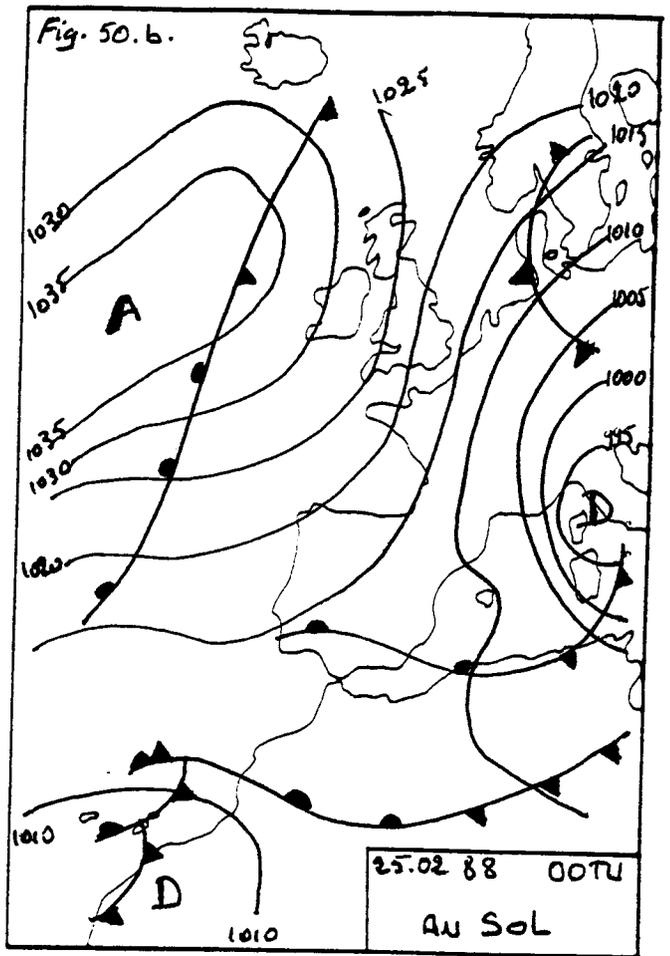
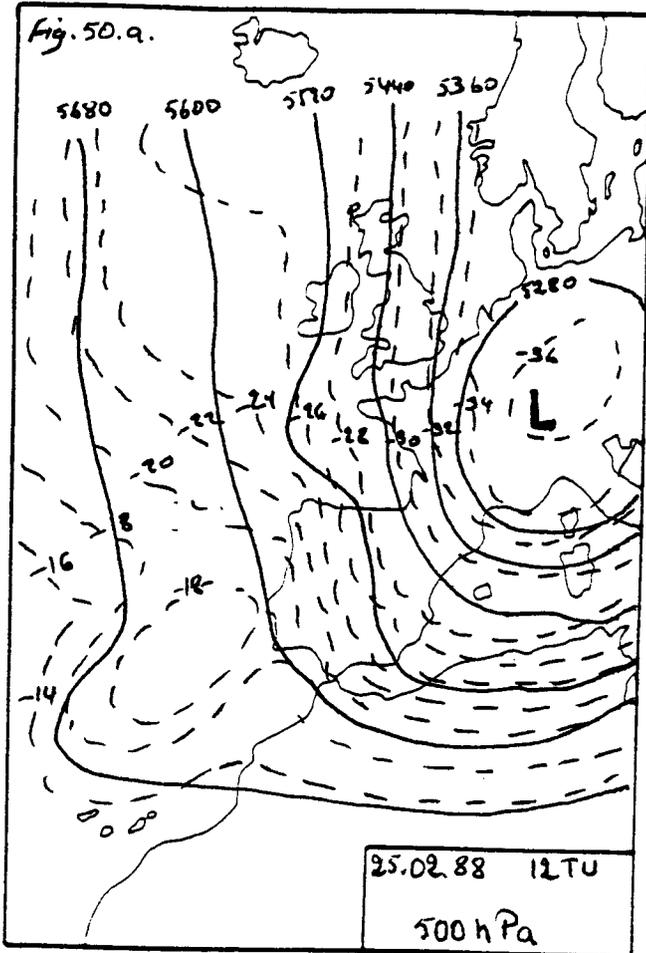
***5-2-2-2 Des minima inférieurs à la moyenne en hiver, en automne et supérieurs au printemps***

**\* En hiver:**

du 22 au 27 février 1988 (Fig. 123. a, b, c ), la configuration en altitude se résume dans un système de basses pressions venant de la Scandinavie et s'installent sur la Méditerranée. Elle se traduit par un courant de W à NW qui passe sur notre région (Fig. 50. a ). La goutte froide apparue le 25 février à l'ouest du golfe de Cadix, est remontée vers le nord (Fig. 51. a ). En surface, la région est sous l'effet d'une zone dépressionnaire localisée entre l'anticyclone atlantique et la dépression profonde centrée sur l'Italie. Le flux établit sur la région est de N à NE (Fig. 51. b ). L'ensoleillement n'a pas dépassé 6h dans la région depuis le 23, à l'exception du 25 où la durée d'insolation est de 8 à 9h dans l'ensemble Sud et la journée du 26 où le soleil a brillé sur le Nord (8h). Les températures sont marquées par une chute très importante entre le 25 et le 27 février. Ainsi, les minima passent de 10 à 5°C à Nador, de 7 à 2°C à Boughriba, de 8 à -3°C à Oujda, de 12 à 5°C à Taza, de 8 à 2°C à Midelt et de 10 à 4°C à Errachidia. De même pour les maxima, mais ce sont les stations de l'ensemble Sud qui manifestent cette chute, de 13 à 9°C à Midelt et de 11 à 5°C à Errachidia.

Une séquence froide représentée par l'exemple précédent peut avoir un effet sur la moyenne mensuelle et nous laisse croire que le mois de février est très froid en comparaison du mois de janvier. Ceci n'est pas une réalité concrète, les températures quotidiennes des deux mois ne sont pas très contrastés. toutefois c'est le mois de janvier qui reste le mois le plus froid dans la région.

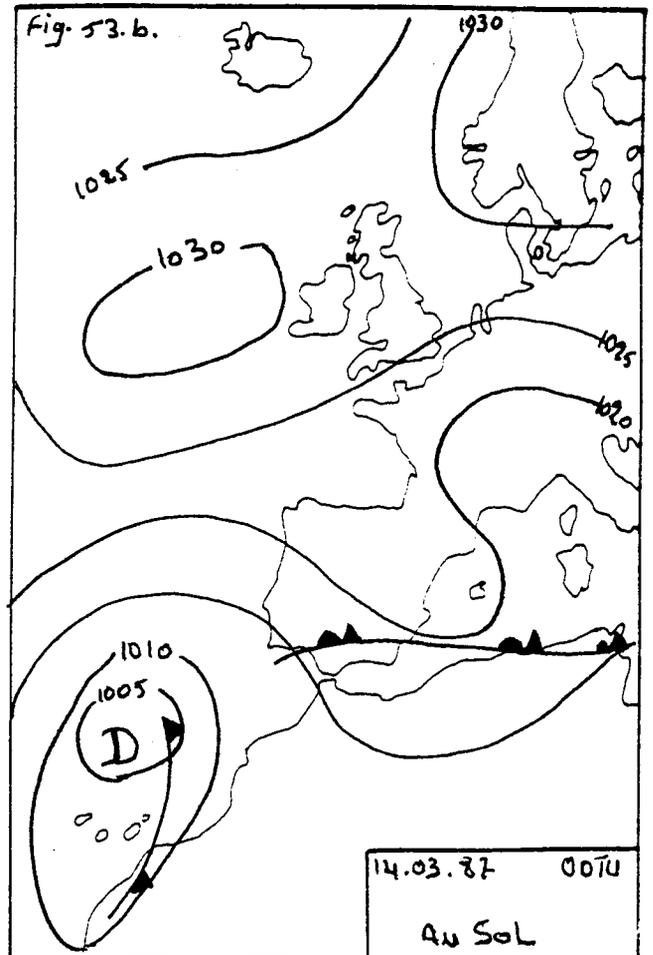
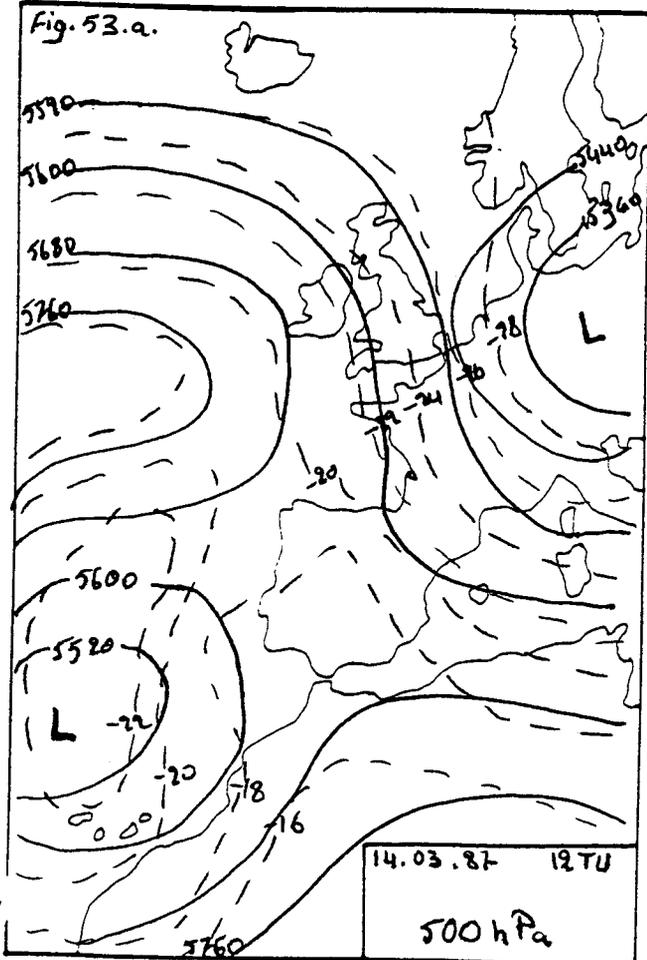
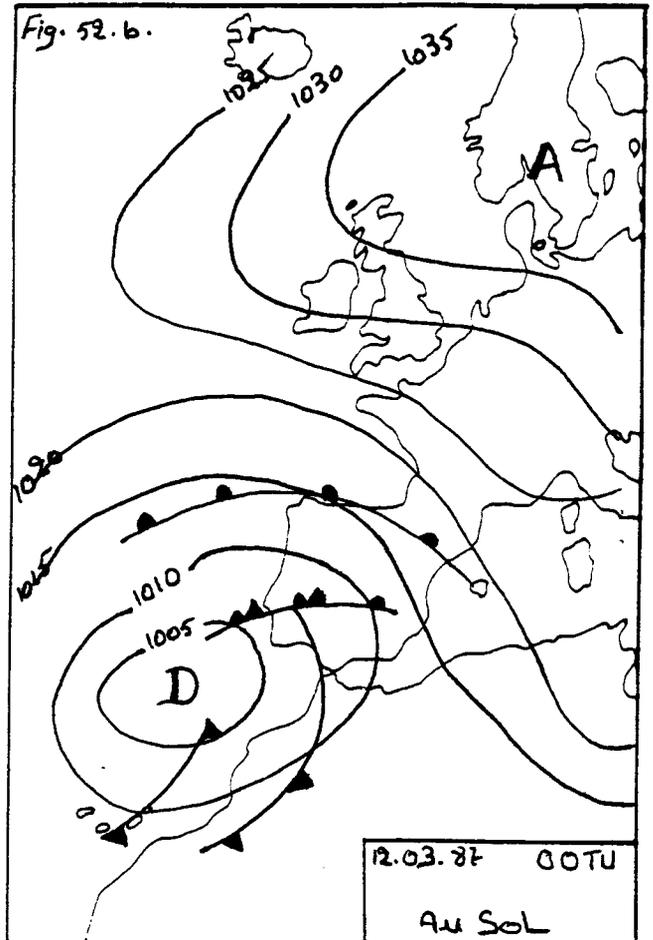
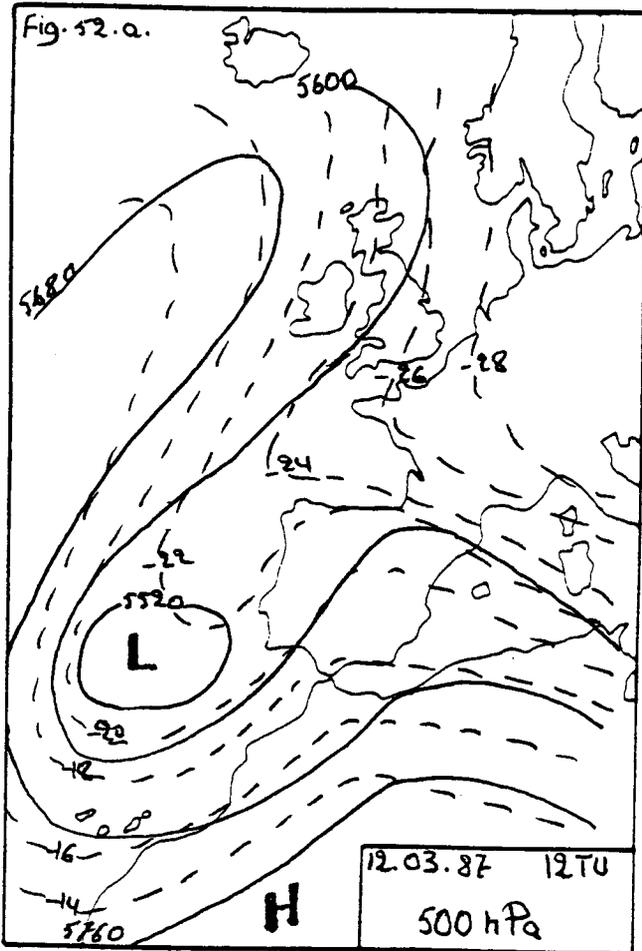
La région en altitude et au sol est sous l'effet d'un régime cyclonique dû aux basses pressions surmontant la Méditerranée. La décroissance des minima est générale mais celle des maxima concerne l'ensemble Sud.



**\* Au printemps:**

La structure aérologique des 194<sup>ème</sup> à 198<sup>ème</sup> jours (Fig. 129. a, b, c ), se résume dans l'installation d'un système de basses pressions dynamiques sur les côtes atlantiques marocaines (Fig. 52. a ). Il maintient un courant de SW sur la région et prend plus d'ampleur avec le temps. L'air froid provenant de l'Europe a donné naissance à une goutte froide (Fig. 53. a ). La situation-sol est conforme à celle d'altitude. Le Maroc, qui a été en marge immédiate de la dépression atlantique au début, se trouve sous son influence jusqu'au 17 mars pour que la dépression saharienne prenne place (Fig. 53. b ). Le ciel est couvert sur le Nord, entre le 11 et le 13, et c'est à partir de 14 qu'il s'est dégagé et la durée d'insolation a atteint 5h. Les minima augmentent entre le 10 et le 14 dans le Nord, de 11 à 15 à Nador, de 8 à 13°C à Berkane, de 5 à 10°C à Oujda et sensiblement dans les autres stations, de 11 à 12°C à Taza, de 6 à 7°C à Midelt, de 3 à 4°C à B-Mathar et de 6 à 8°C à Errachidia. Les maxima par contre sont en baisse de 10 au 13 mars et en hausse le 14, de 23 à 15°C à Méléilia, de 25 à 15 à Berkane, de 22 à 15°C à Oujda, de 23 à 19°C à Taza et de 22 à 17°C à B-Mathar. Dans les stations de la Haute Moulouya et la bordure du Sahara les maxima sont pratiquement stables.

C'est un régime cyclonique du sud-ouest qui intéressent notre région. Les températures, en particulier, les minima ont connu une hausse.

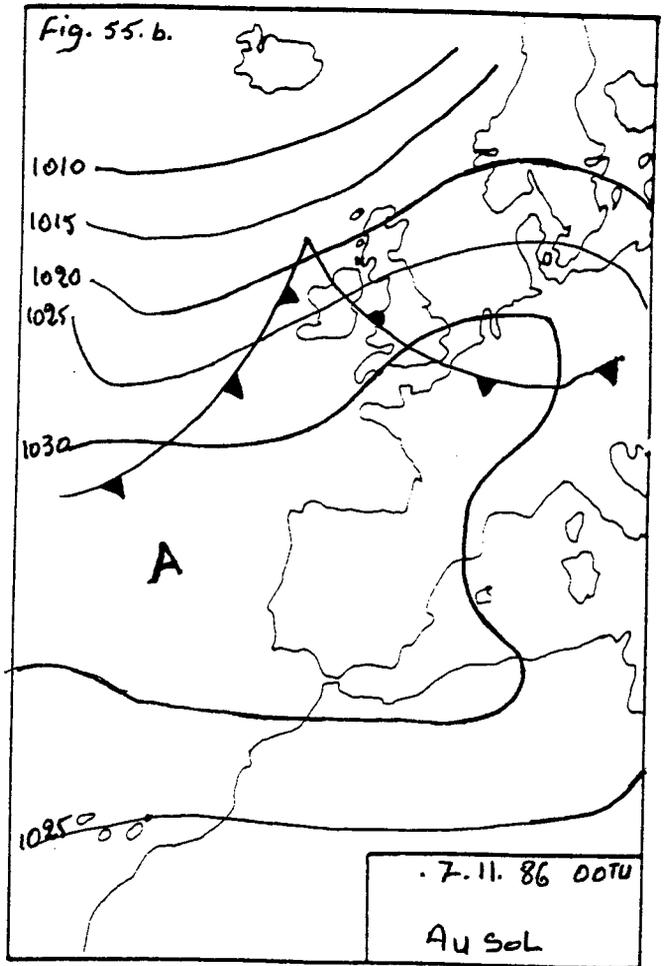
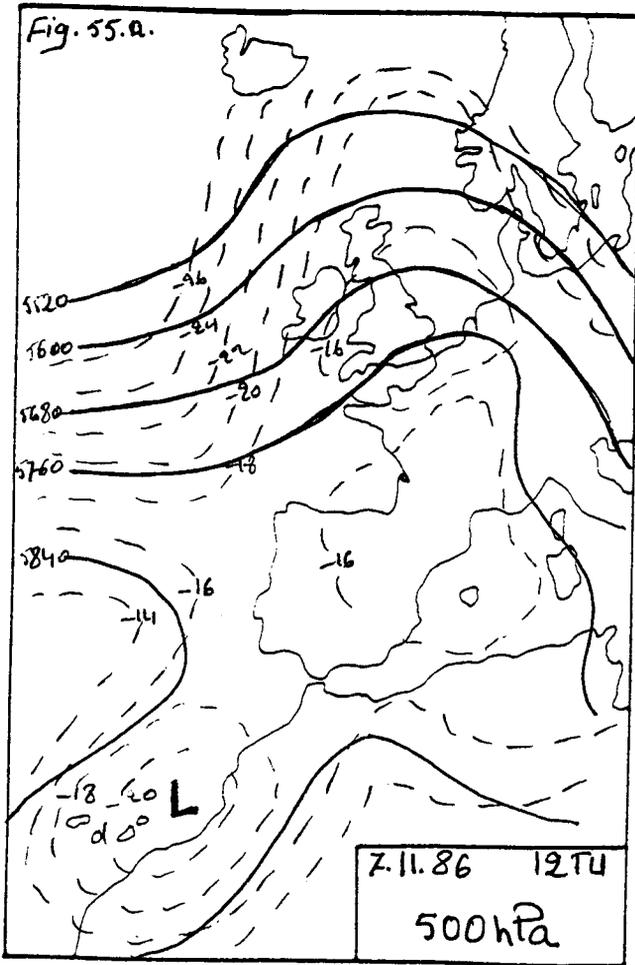
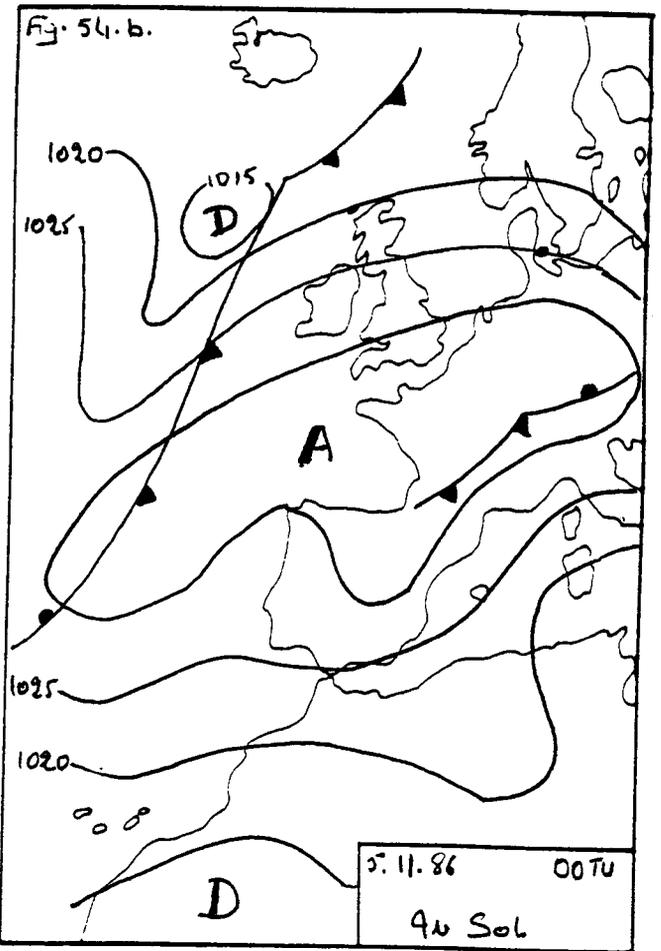
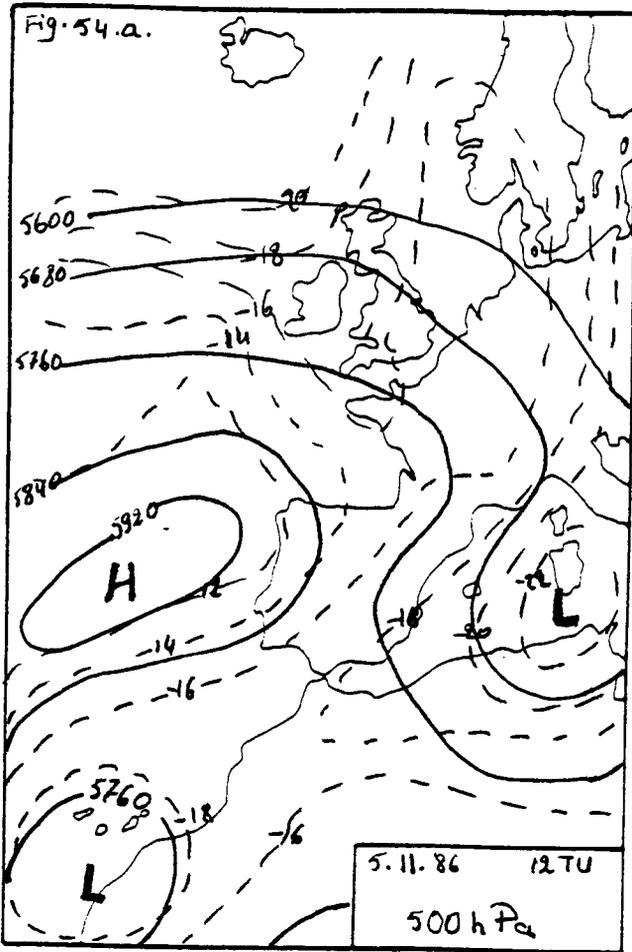


**\* En automne:**

Les jours 5, 6 et 7 du mois de novembre 1987, situés entre les observations 158 et 160 (Fig. 139. a, b, c), nous offrent une situation cyclonique à basse pression centrée sur la Méditerranée. Notre région est au nord d'une goutte froide se trouvant à l'intérieur d'une vallée dont l'axe est NE-SW peu développée en latitude (Fig. 54. a ). La situation-sol est anticyclonique, l'anticyclone atlantique intéresse l'Europe occidentale et le Maghreb, voire le Sahara. Le flux établit est de secteur E à NE (Fig. 55. b ). Le ciel durant ces jours est clair et la durée d'insolation est de 9 à 10h dans toute la région. Cependant, les minima thermiques sont en nette diminution depuis le 4 et c'est au cours de 6 novembre que nous enregistrons les plus basses températures, 5°C à Nador, 3°C à Slimania et Oujda, 4°C à Melloulou, 3°C à Midelt et Bouarfâ et 2°C à B-Mathar. Les maxima varient sensiblement et c'est le 7 novembre qu'ils ont subi une croissance de 2 à 3°C, 24°C à Nador, 25°C à Slimania, 23°C à Oujda, 25°C à Taza. Dans les autres stations, les maxima sont stables. L'absence d'un voile nuageux sur les stations a contribué à une perte considérable de la chaleur dans les basses couches.

La situation atmosphérique à 500 hPa est différente de celle du sol. En altitude règne un régime cyclonique tandis qu'en surface l'anticyclone atlantique couvre une partie de l'Europe et les pays du Maghreb.

Le contraste observé entre les ensembles Nord et Sud réside dans la tendance des températures. Ceci est le résultat des autres facteurs puisque la même situation atmosphérique règne sur l'Est du Maroc, voire tout le Maroc. Certes, il existe des différences entre les deux ensembles et il s'agit ici de la situation de la station par rapport à l'isobare. Mais, c'est rarissime que l'écart entre les isobares dépasse 5 hPa.



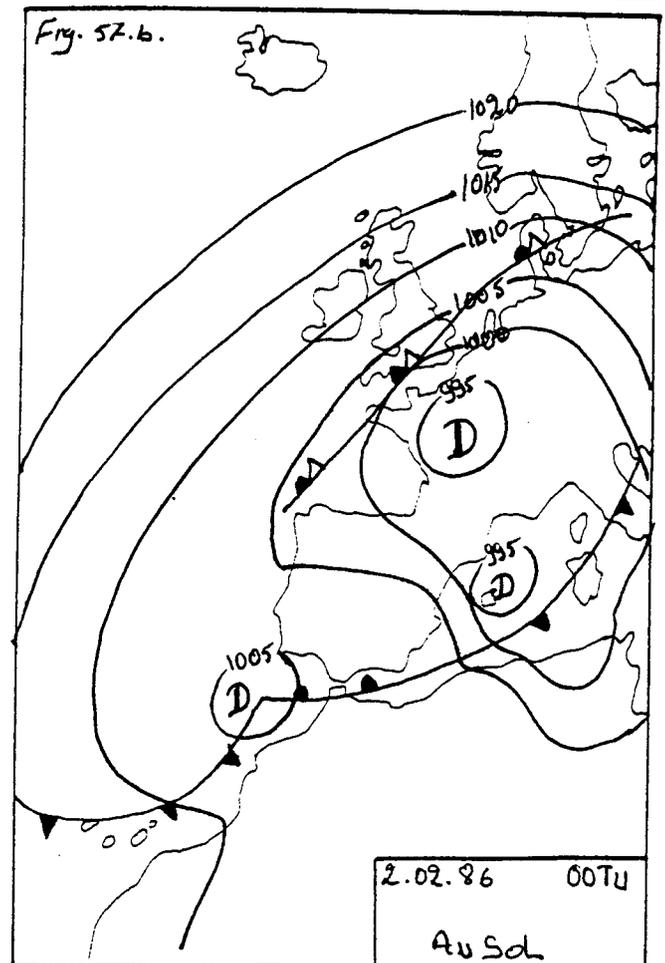
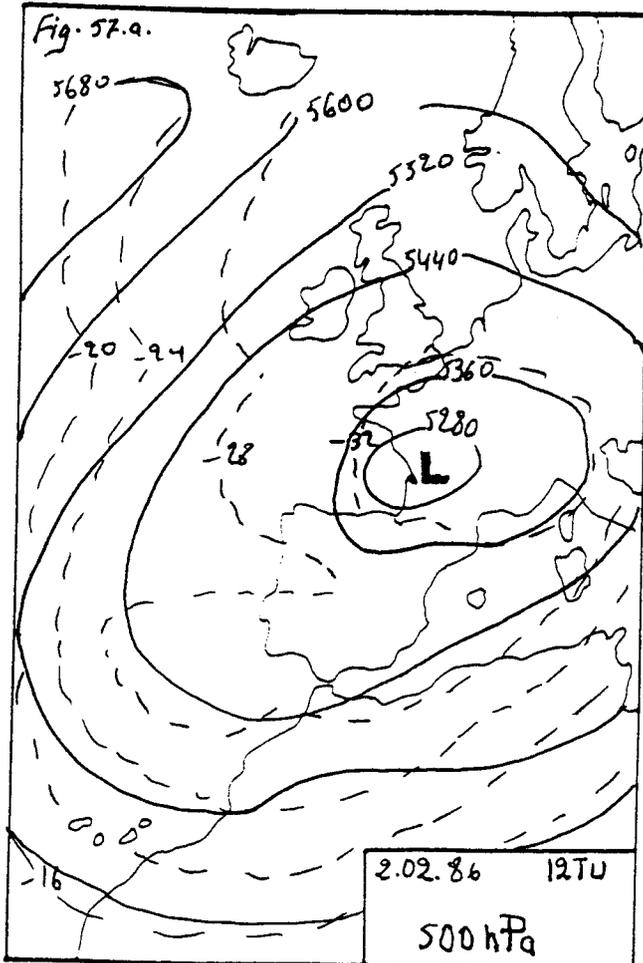
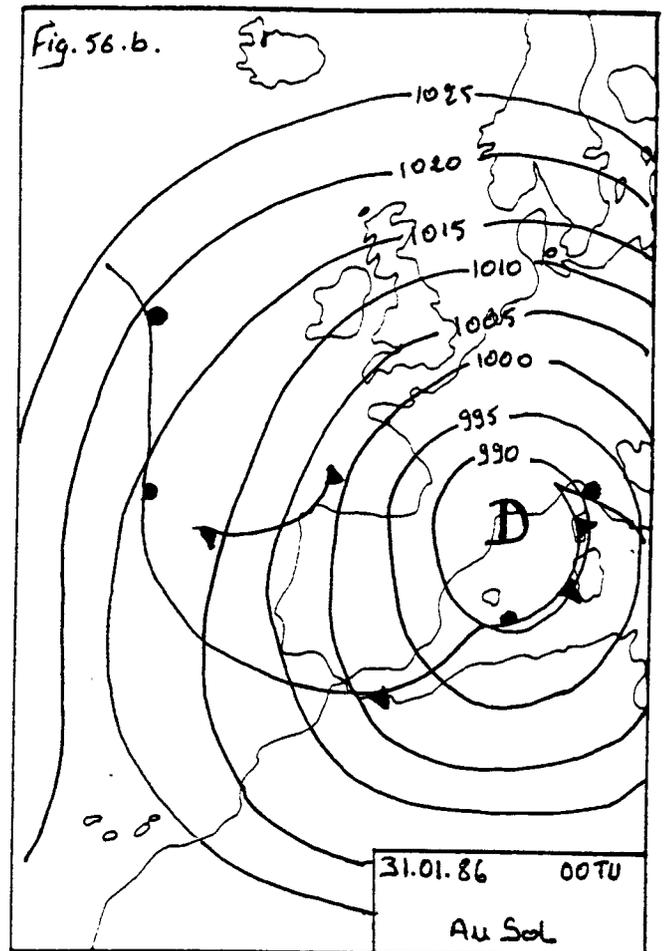
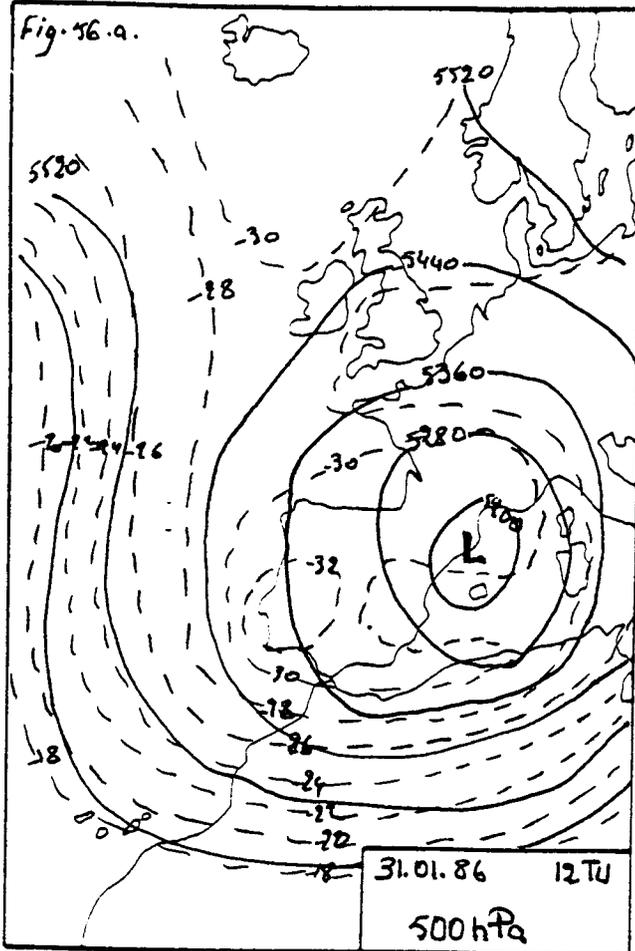
### ***5-2-3 Un caractère influencé par le site géographique et la qualité de données***

#### ***5-2-3-1 Des températures inférieures à la moyenne de la saison***

##### **\* En hiver:**

Les 30, 31, 1 et le 2 des mois de janvier et de février 1986, représentés sur la figure. 124. a, b, c, du 149<sup>ème</sup> au 152<sup>ème</sup> jours; nous offrent une situation cyclonique perturbée. Les basses pressions dynamiques recouvrant l'Europe occidentale, le bassin méditerranéen, la péninsule ibérique et le Maghreb, font passer un courant de NW à W sur notre région (Fig. 56. a ). Au cours de son déplacement de l'Islande vers la Méditerranée, la zone de basses pressions n'a pas perdu beaucoup de sa puissance, elle est de 528 dam au lieu de 512 dam (Fig. 57. a ). La situation au sol, correspond à celle d'altitude. Le passage rapide de la perturbation, vu le renforcement du champ de pressions, a donné des pluies très importante. (Fig. 56. b ). Le total précipité, entre le 30 et le 31, sur le Nord est de 52 mm à Taza, de 30 mm à Oujda, de 24 mm à Nador, de 22 mm à Al-Hoceima et de 5 mm à Midelt. Le flux établie est de NW. Au cours de 2 février, le temps est conditionné par trois noyaux de basse pression: le premier est sur la France, le deuxième sur la Méditerranée et le troisième sur le golfe de Cadix (Fig. 57. b ). Le ciel très nuageux, entre le 30 et 31, sur la grande partie nord, 7 à 5 octas, se dévoilera relativement durant le 1 et le 2 février. Ainsi la durée d'insolation augmente à partir d'Oujda. Les températures minimales qui ont augmenté le 30, diminuent régulièrement et c'est pendant le 1 février que nous enregistrons les valeurs les plus basses: 5°C à Al-Hoceima et Berkane, 2°C à Oujda, 3°C à Taza, -3°C à Midelt, -1 à B-Mathar et Bouarfa. Les maxima ont la même tendance que celle de minima: de 20 à 14°C à Méléilia, de 19 à 15°C à Boughriba, de 16 à 11°C à Oujda, de 12 à 8°C à Taza, de 11 à 5°C à Midelt et de 16 à 9°C à Bouarfa.

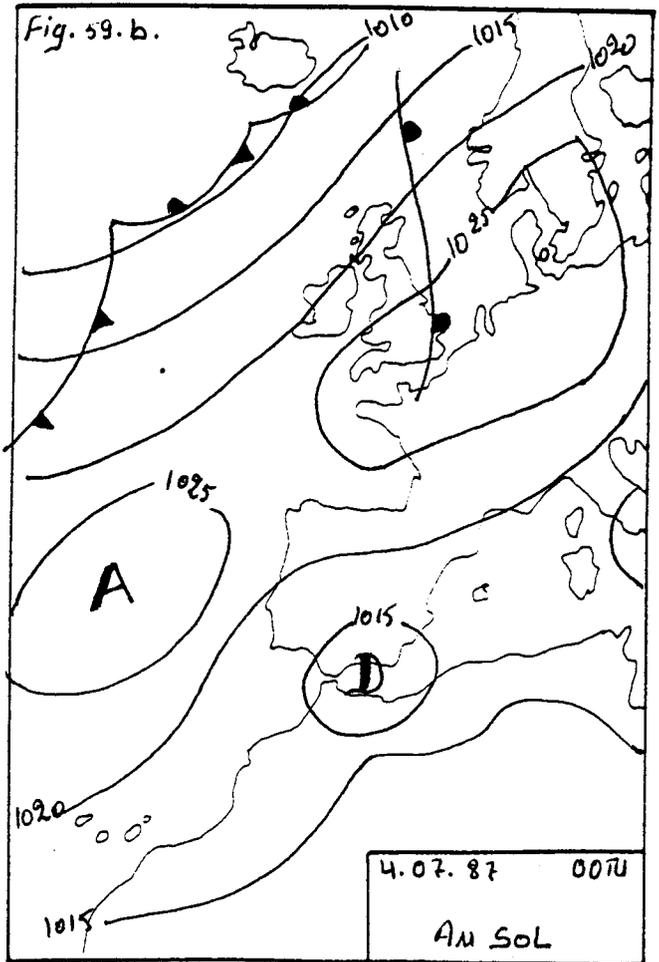
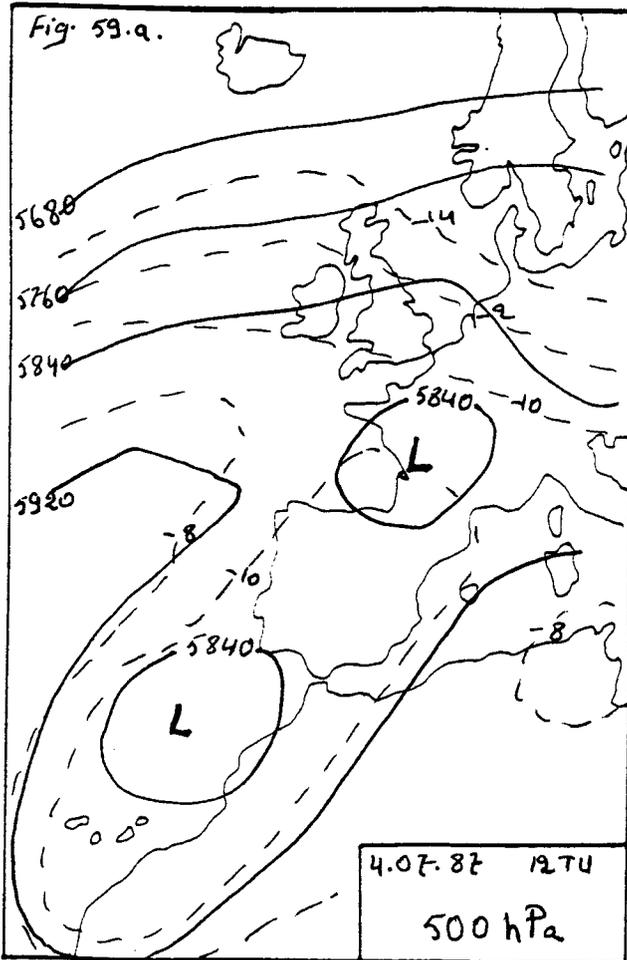
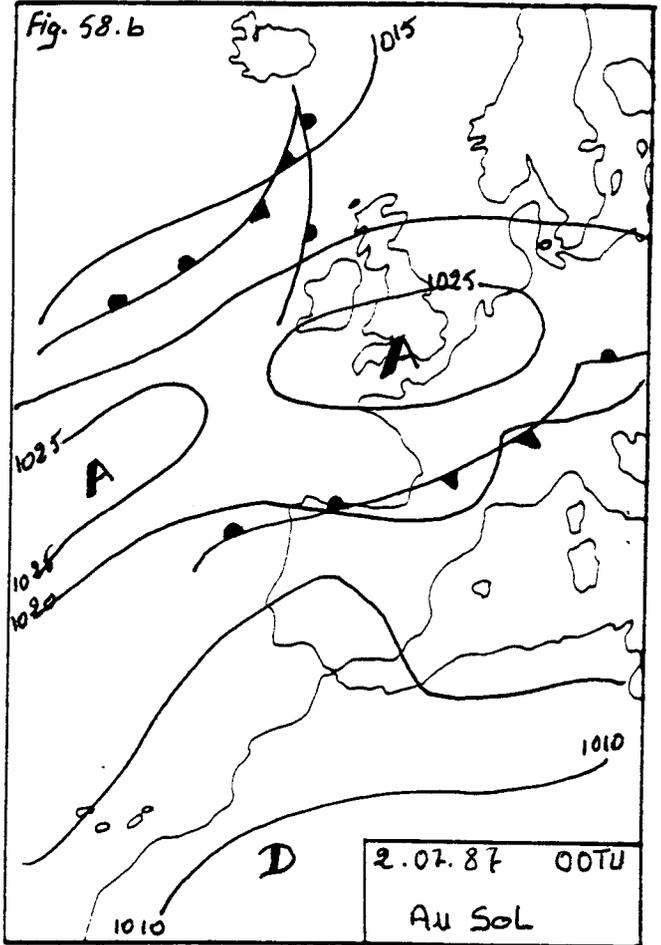
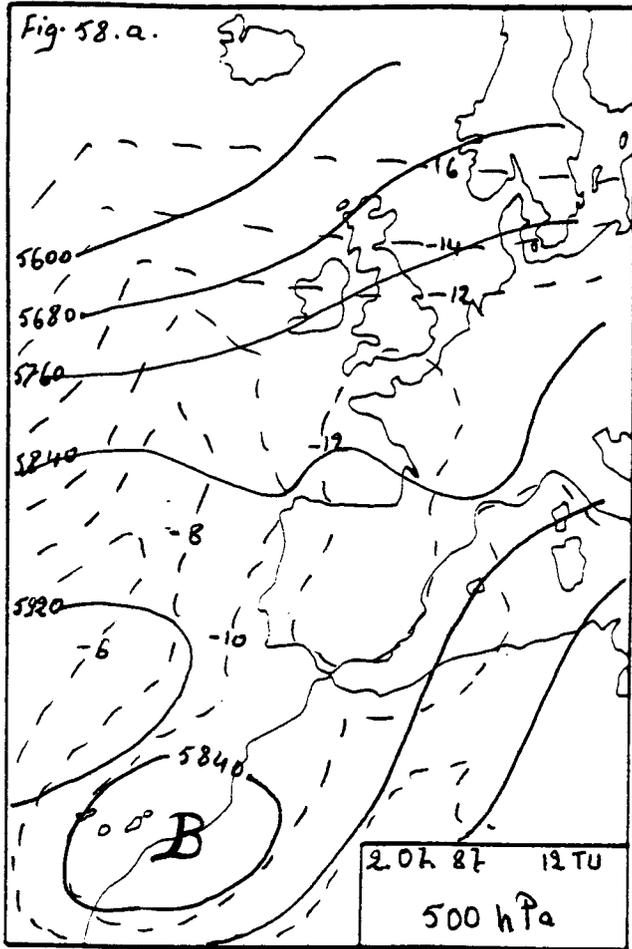
La situation atmosphérique en altitude et en surface est caractérisée par un régime cyclonique perturbé dû à une zone de basses pressions très vaste. Cette zone est disloquée en noyaux dépressionnaires. Les stations les mieux caractérisées sont notamment celle de Méléilia, Oujda à l'échelle des maxima et B-Mathar à l'échelle des minima.



**\* En été:**

Les jours de début de juillet 1987, situés entre les coordonnées d'observations 187 et 190 (Fig. 130. a, b, c ) font l'objet d'une situation fréquente en été. En altitude, on trouve une vallée courte bien développée en latitude. Il arrive que pendant la saison chaude, des irruptions d'air froid se trouvent sur le pays. Elles provoquent une convergence et une ascendance et déclenchent par la suite des appels d'air chaud (Fig. 58. a, 59. a ). Au sol, la dépression thermique saharienne est en contact avec le Maghreb, on assiste à la translation de l'isobare 1015 hPa entre le Maghreb et la péninsule ibérique alors que l'anticyclone atlantique se prolonge par une dorsale vers l'Europe occidentale. Le flux établit sur notre région est de NE à E (Fig. 58. b, 59. b ). Le 1 juillet, la durée d'insolation est conforme à la saison dans le Nord y compris Taza (10 à 11h), alors qu'elle est de 7 à 8h dans l'ensemble Sud. La situation s'inverse à partir du 2, l'ensoleillement est de 11 à 12h dans le Sud et de 6 à 8h dans le Nord; à l'exception de la station de Nador sur laquelle le ciel reste nuageux entre le 2 au 3 et la durée d'insolation n'a pas dépassé 2h. Les minima ont subi une décroissance de 30 juin au 1 juillet puis une croissance, de 18 à 20°C sur la côte, de 17 à 20°C à Boughriba, de 15 à 20°C à Driouch, de 17 à 21°C à Taza, de 13 à 16°C à Midelt et de 20 à 23°C à Bouarfa. Les maxima sont stables sur la côte (27 à 29°C), mais en croissance dans les autres stations, de 30 à 35°C à Boughriba, de 28 à 34°C à Oujda, de 31 à 36°C à Taza, de 27 à 32°C à Midelt, de 33 à 37°C à B-Mathar et de 30 à 35°C à Bouarfa. Les valeurs enregistrées dans les stations de la côte, reflètent le rôle de la brise de mer dans l'adoucissement du climat et la stabilité des températures, notamment les maxima.

La convergence ou l'ascendance d'air froid a créé une vallée en altitude mais la situation en surface est conditionnée par la présence de la dépression thermique saharienne bien marquée et qui par son talweg couvre une partie de la péninsule ibérique.

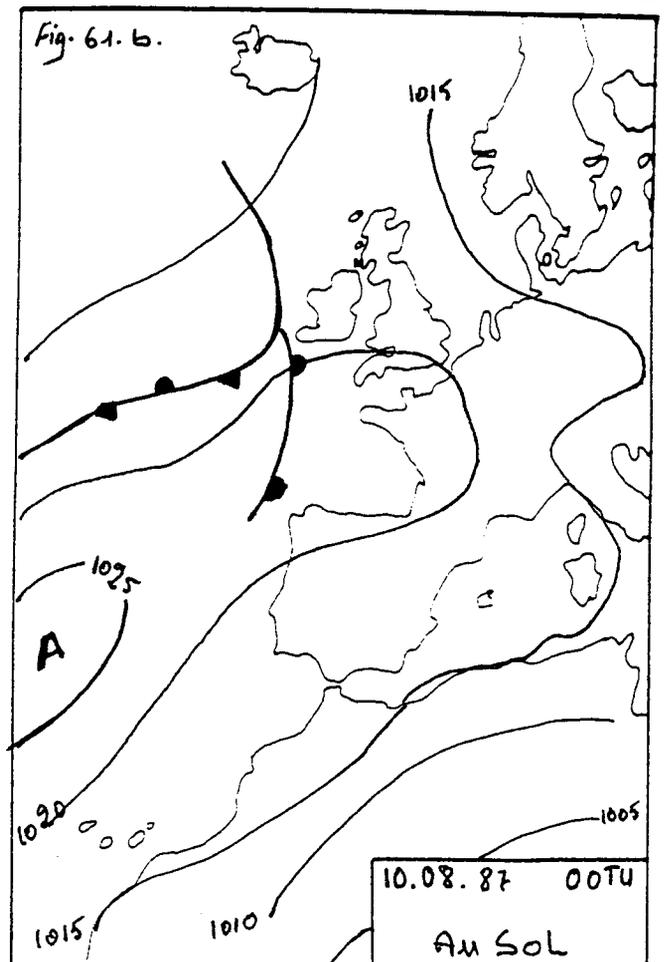
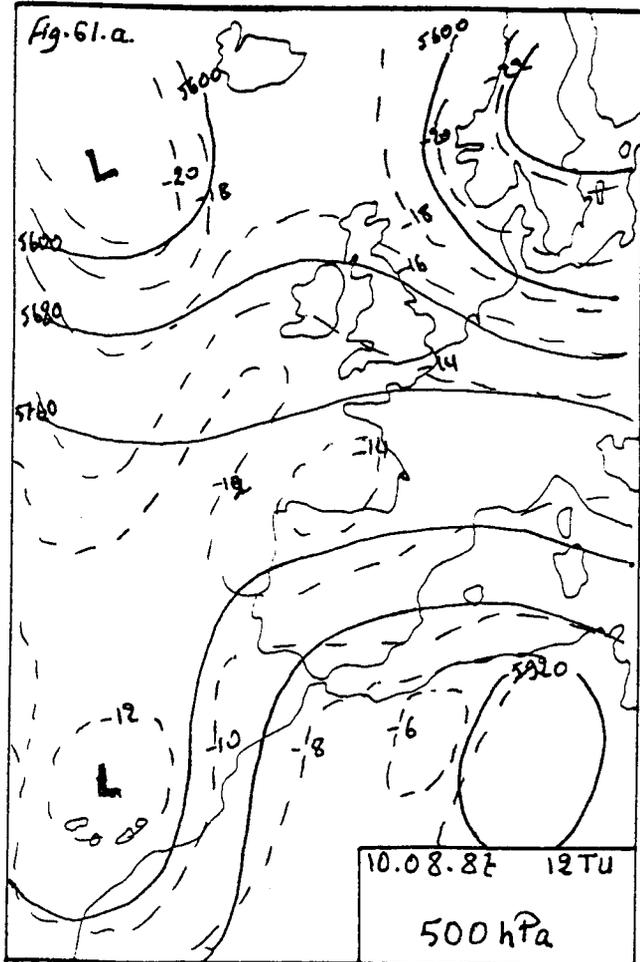
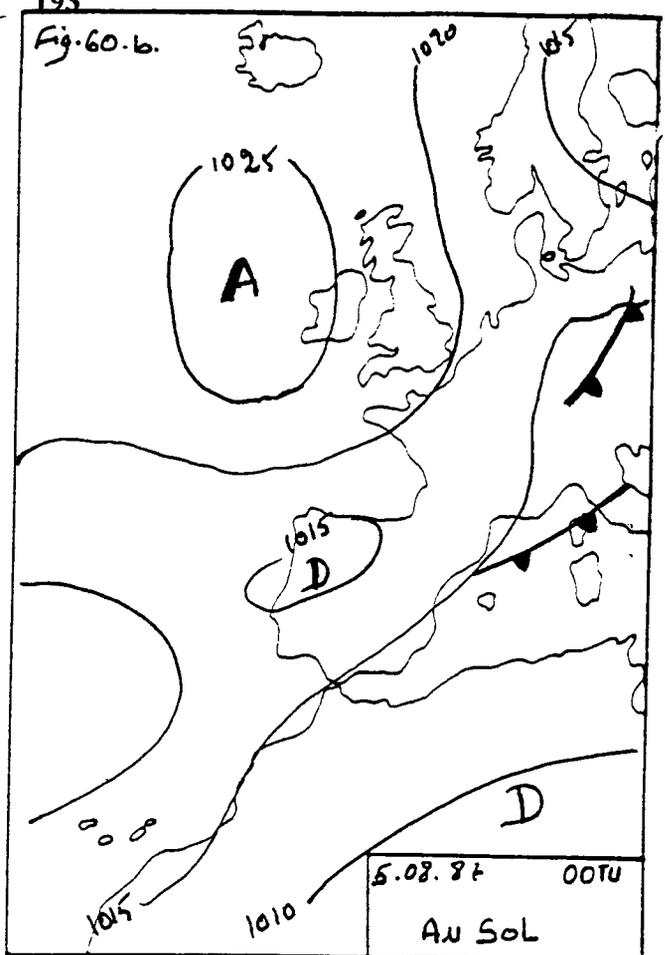
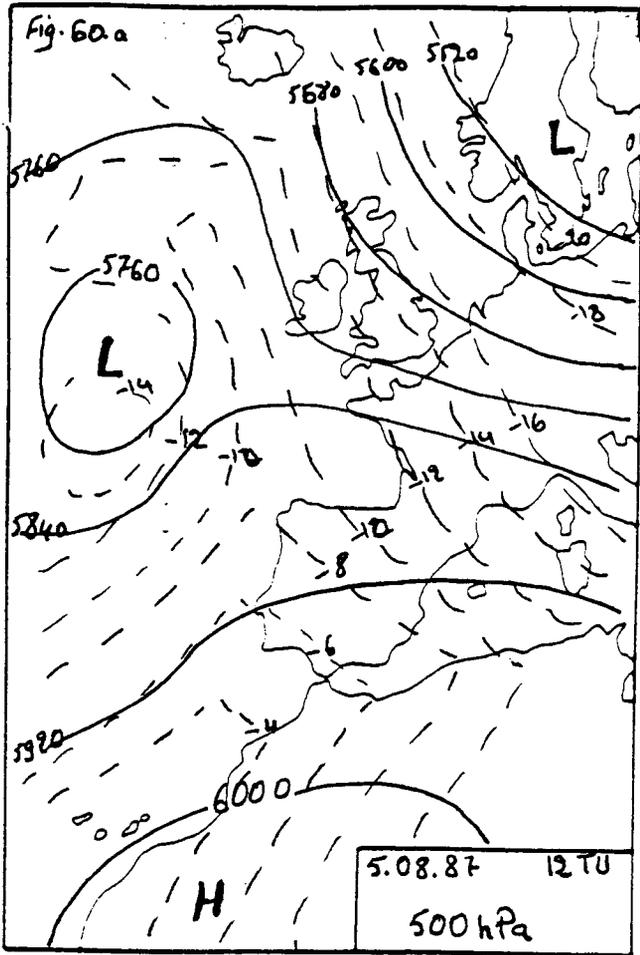


### 5-2-3-2 *Des maxima supérieurs à la moyenne dans l'ensemble du Nord*

#### \* En été:

Les jours du 4 au 10 août 1987 forment une séquence dont les scores sont pratiquement homogènes. Les jours que nous avons choisi sont situés entre les observations 221 et 227 (Fig. 130. a, b, c ). La situation en altitude est pleinement anticyclonique. L'isohypse 592 dam passant au début, c'est-à-dire le 4 et le 5 août, sur la péninsule ibérique (Fig. 60. a ), se trouve sur les pays du Maghreb. Ainsi, une vallée large non développée se dessine sur l'Atlantique, mais notre région est envahit par une remontée d'air chaude (Fig. 61. a ). Le 10 août, la région se situe entre deux gouttes froides, l'une est sur l'Atlantique ( $-12^{\circ}\text{C}$ ) et l'autre est centrée à l'ouest de l'Algérie ( $-6^{\circ}\text{C}$ ). La structure aérologique en surface est classique. La dépression saharienne axée sur le Maghreb intéresse l'Ibérie par un talweg alors que l'anticyclone atlantique est à l'ouest des îles Britanniques (Fig. 60. b ). du 9 au 10, la dépression se décale vers le sud. Le flux d'E à NE dirigé vers la région pendant ces jours est faible (Fig. 61. b ). Le ciel est clair sur toute la région du 4 au 8 août, et c'est à partir de 9 août que les nuages forment un voile de 5 à 6 octas, mais qui n'a pas empêché le rayonnement solaire de briller pendant 6 à 8h. La nébulosité est très élevée durant le 10 sur la côte (7 octas) et la durée d'insolation n'a pas dépasser 3h; alors que dans les autres stations, elle a atteint 8h. Les minima ont tendance à diminuer, entre le 4 et le 8 août, de  $23$  à  $18^{\circ}\text{C}$  à Al-Hoceima, de  $21$  à  $16^{\circ}\text{C}$  à Berkane, de  $18$  à  $15^{\circ}\text{C}$  à Oujda, de  $22$  à  $17^{\circ}\text{C}$  à Taza, de  $19$  à  $15^{\circ}\text{C}$  à Midelt et de  $27$  à  $23^{\circ}\text{C}$  à Errachidia et en suite ils s'élèvent de  $3$  à  $4^{\circ}\text{C}$ . Les maxima sont en hausse de 4 au 5 sur le littoral, les plaines des Triffa et le groupe d'Oujda-Driouch, de  $27$  à  $33^{\circ}\text{C}$  à Nador, de  $32$  à  $35^{\circ}\text{C}$  à Boughriba et de  $35$  à  $37^{\circ}\text{C}$  à Oujda et ils diminuent dans les jours qui suivent jusqu'à  $28^{\circ}\text{C}$  à Nador, à Berkane et  $31^{\circ}\text{C}$  à Oujda. Dans les autres stations, on assiste à une chute à Taza de  $37$  à  $30^{\circ}\text{C}$  enregistré le 8 août et une légère variation de  $36$  à  $34^{\circ}\text{C}$  à Midelt et  $37$  à  $39^{\circ}\text{C}$  dans la bordure du Sahara. Cet exemple discrimine les ensembles Sud et Nord où nous avons observé une croissance de maxima dans les plaines des Triffa et le groupe d'Oujda-Driouch.

La situation atmosphérique qui intéresse le Maroc est classique. En altitude, l'anticyclone subtropical atteint la péninsule ibérique et en surface la dépression saharienne se prolonge par son talweg sur l'Ibérie. La tendance non homogène reflète ce caractère local de chaque station.



### ***5-3 Caractères de la circulation atmosphérique en fonction des scores très faibles***

L'analyse des jours dont les scores s'approchent de la moyenne se limite aux saisons de l'hiver et de l'été. Nous sommes sûr que les saisons intermédiaires n'apportent pas de nouveauté, dans la mesure où celle-ci voient alterner des situations connues de l'hiver et de l'été. Seuls les jours dégagés par la première et la deuxième composante sont étudiés. La spécificité de ces jours c'est qu'ils sont isolés et ceux qui se dégagent au niveau des minima ne sont ceux des maxima. La démarche suivie ici est différente de la première. Nous ne procédons pas à la description du temps, mais nous essayons de mettre l'accent simplement sur les centres d'action qui régissent la température en évoquant la station qui contribue de manière très forte et très faible dans la définition de la composante définie auparavant.

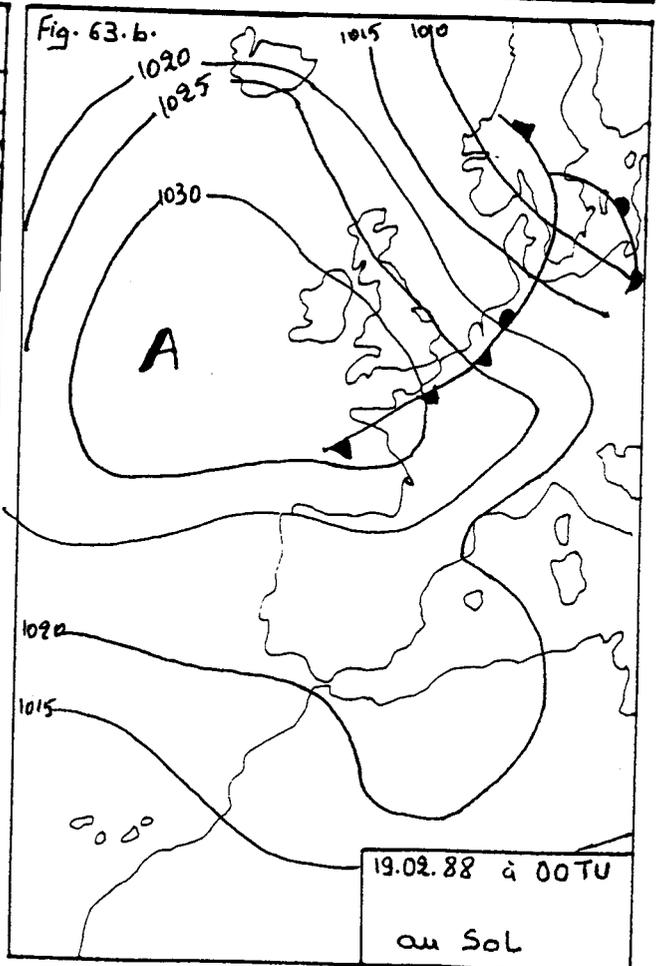
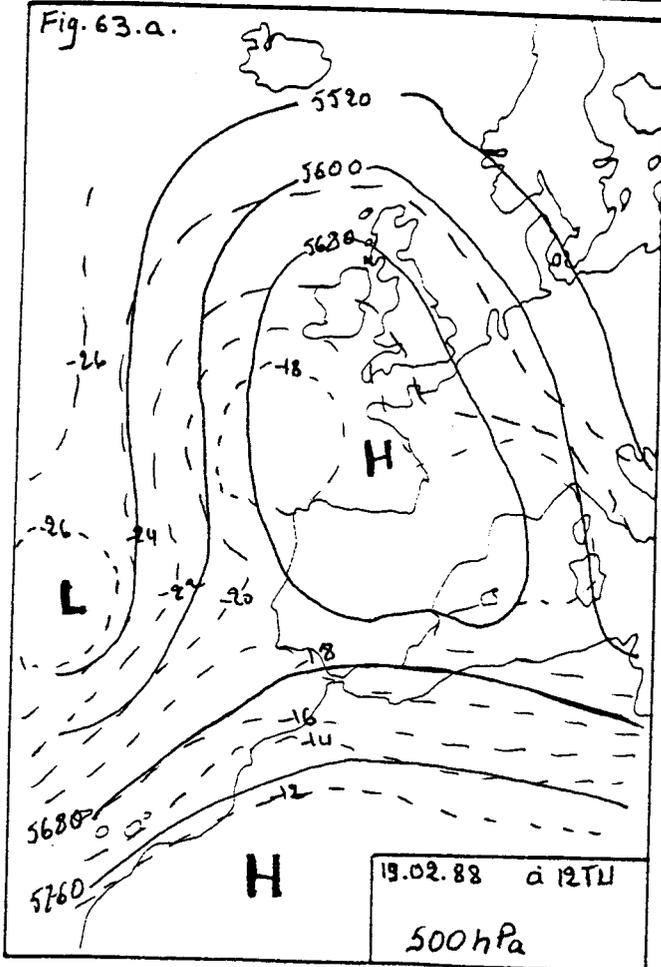
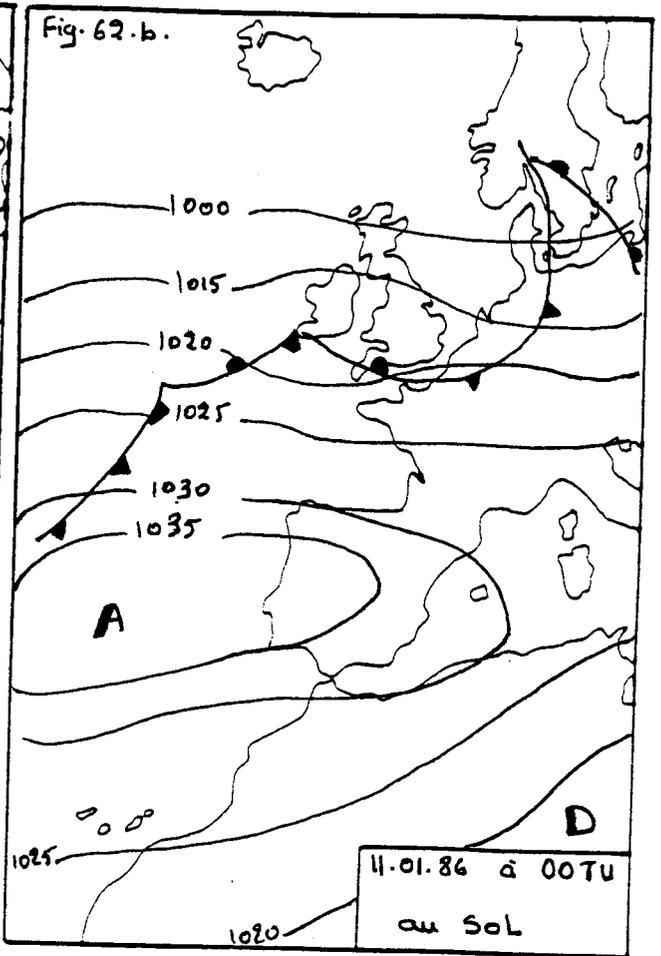
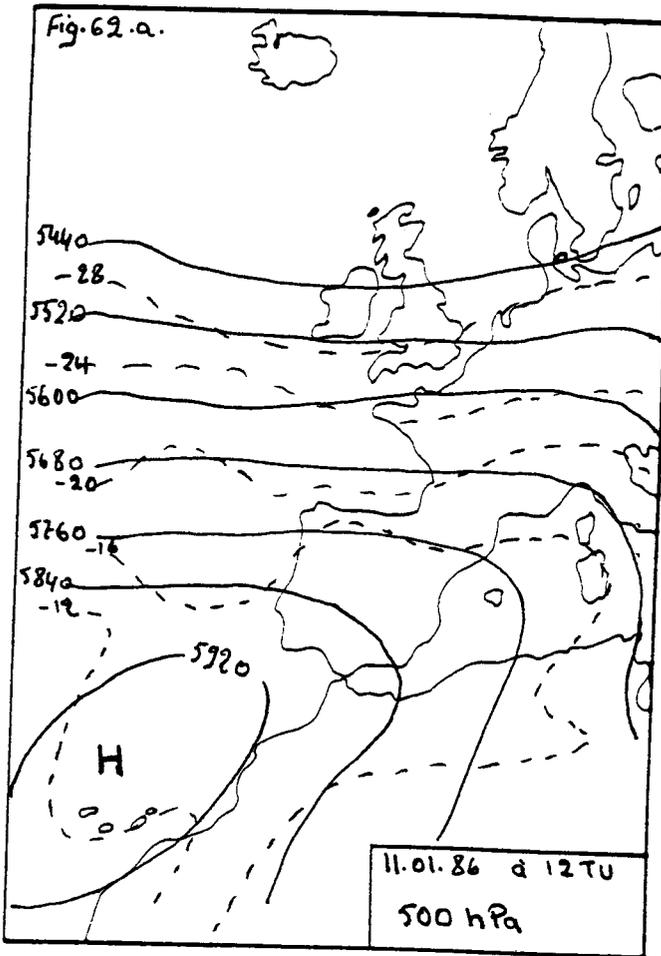
#### ***5-3-1 Les minima en hiver d'après la première composante***

Le 11 janvier 1986 nous offre une valeur très faible (0.070). La situation atmosphérique à 500 hPa se résume dans la présence de l'anticyclone subtropical sur l'Atlantique et c'est le courant du nord qui passe sur notre région. L'anticyclone atlantique au sol se prolonge par une faible dorsale sur le Maroc et maintient un flux fort de NE sur notre région (Fig. 62. a, b). Les minimales enregistrées dans les stations qui participent fortement à la définition de la composante sont inférieures à la moyenne de la saison (Tabl. 37), 8°C à Al-Hoceima et 4°C à Taza. De même pour la station qui a un faible poids, 1°C à Talsint.

Le score de la journée du 19/02/88 est de -0.048. Durant cette journée la cellule anticyclonique subtropicale installée sur l'Afrique du Nord n'a pas empêché l'air froid de l'Europe de pénétrer. Au sol, le Maroc septentrional est intéressé par une dorsale qui prolonge l'anticyclone situé sur le golfe du Gascogne (Fig. 63. a, b). Mis à part la station d'Al-Hoceima qui a une température de 7°C, les autres stations (Taza, Talsint) affichent des minima équivalents à la moyenne de la saison.

#### ***5-3-2 Les minima en hiver d'après la deuxième composante***

La situation atmosphérique du 23/02/87 se résume dans une zone de basses pressions associées à une goutte froide (-26°C) surmontant la Méditerranée. En surface, notre région est sous l'effet d'un régime anticyclonique dû à la dorsale qui prolonge l'anticyclone des îles Britanniques (Fig. 64. a, b). La température de la station la mieux représentée, Talsint, est de 8°C.



Cette valeur dépasse la moyenne de 2°C. De même pour la station qui participe de manière modeste et qui est M-Hamadi , 9°C (+3°C).

Le 3/01/88 est caractérisé à 500 hPa par un courant de NW. La situation-sol est anticyclonique, l'anticyclone atlantique intéresse la région par une dorsale. La minimale à Missour est supérieure à la moyenne (5°C ) et celle à M-Hamadi est de 3°C, un écart de 3°C.

Le Maroc est situé en altitude durant le 15/02/86 entre une zone de basses pressions au sud de l'Islande et l'anticyclone subtropical au sud de l'Anti-Atlas. C'est un courant de NW qui passe sur la région. Au sol, la région se trouve dans une situation intermédiaire, entre la dépression de la Méditerranée et l'anticyclone atlantique au sud des Canaries (Fig. 65. a, b). Le flux de secteur E à SE est faible. La température à Talsint est de 5.6°C elle est équivalente à la moyenne de la saison (Tabl. 37). En revanche, celle de Missour est de 4°C et celle de M-Hamadi 13.2°C (+7).

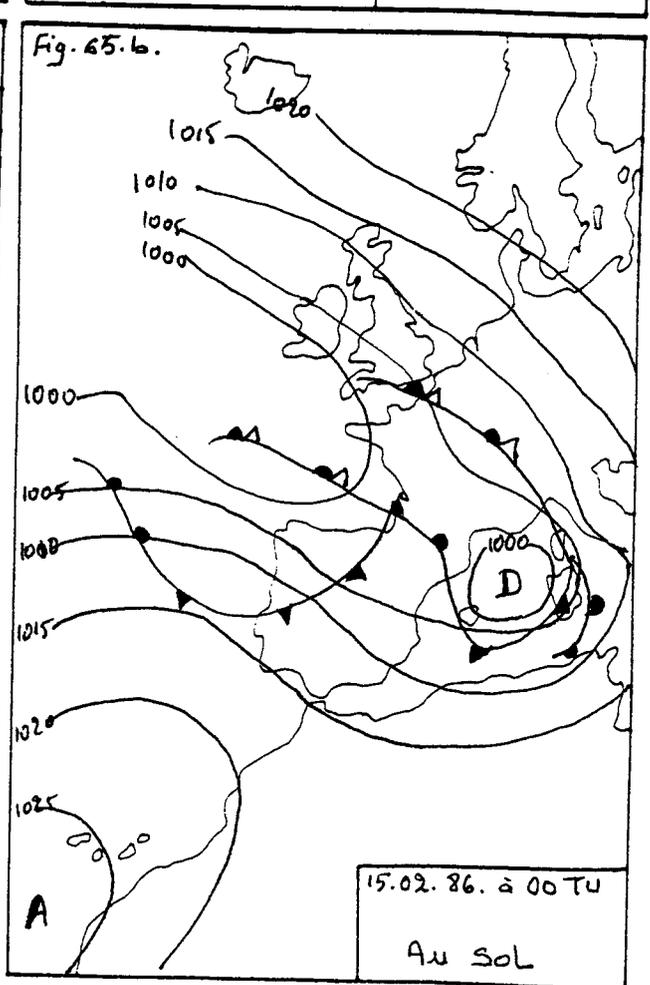
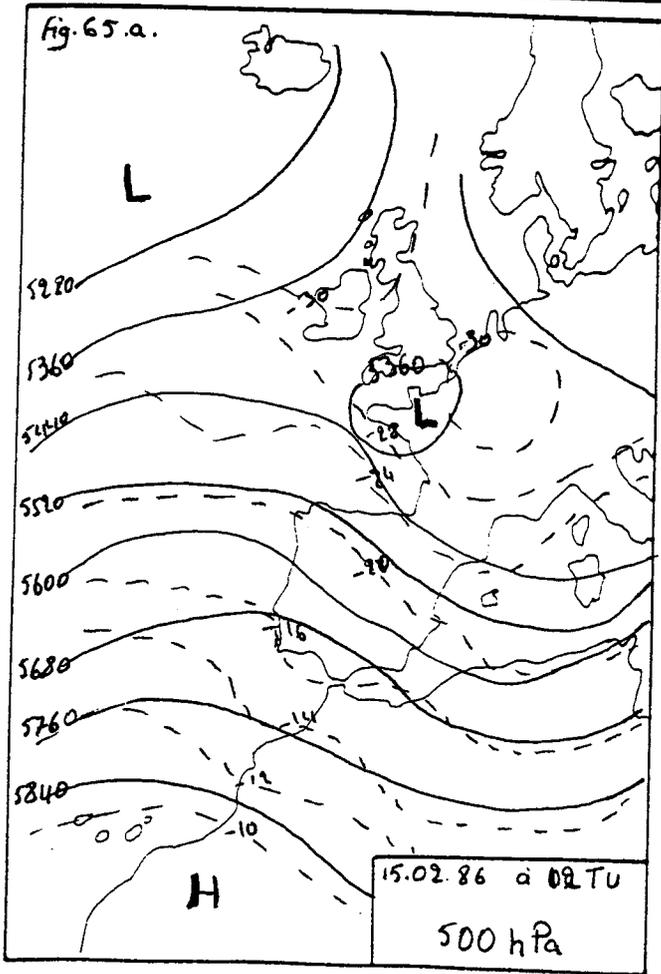
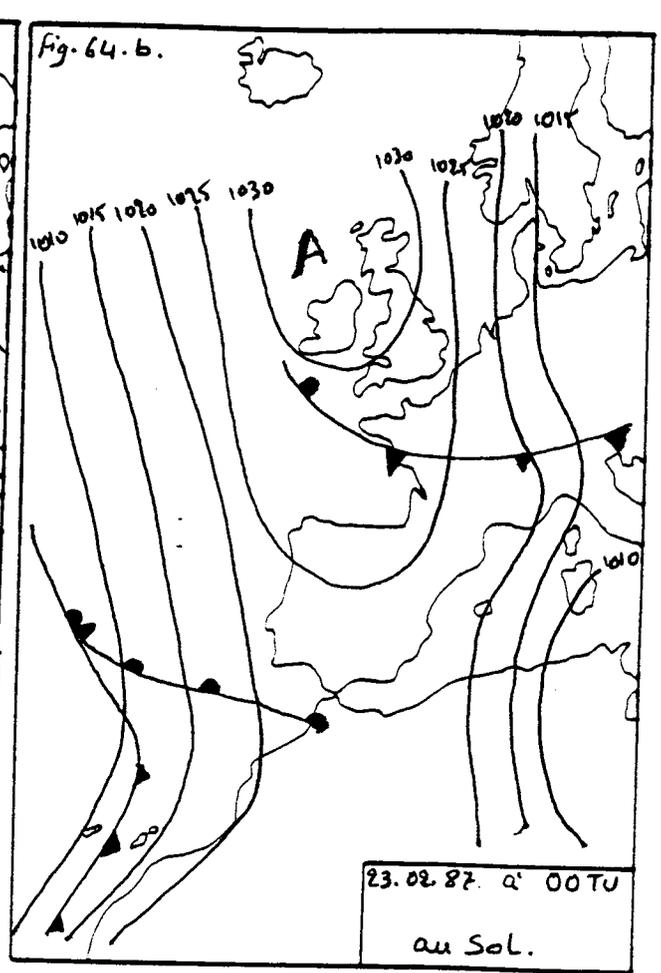
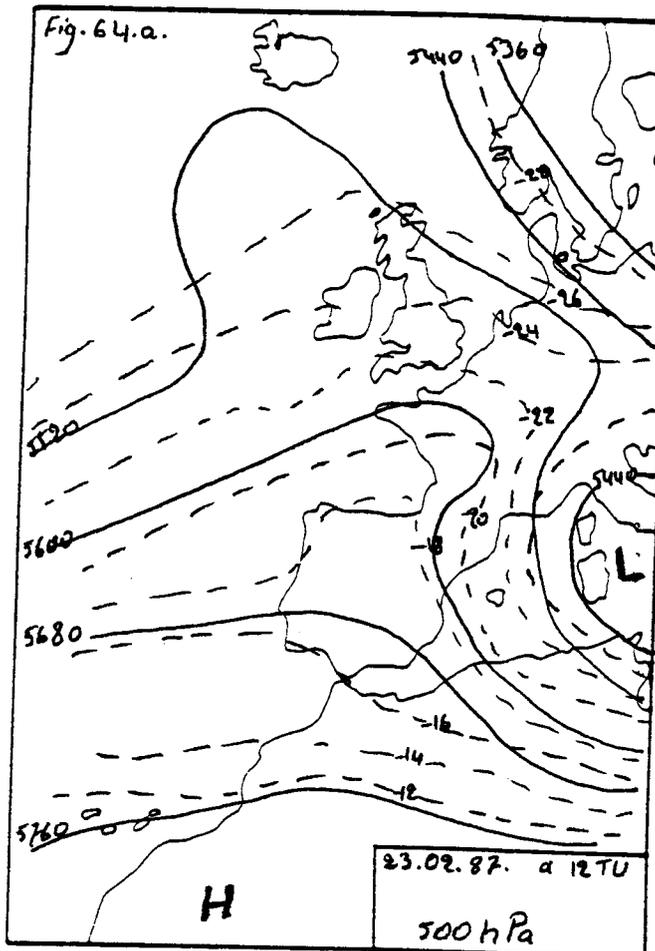
### ***5-3-3 Les maxima en hiver d'après la première composante***

La situation atmosphérique en altitude pendant la journée du 16/02/86 se caractérise par l'association d'une goutte froide à des basses pressions au NW du Portugal. En surface, la région est intéressée par une dorsale de l'anticyclone atlantique situé au sud des Canaries. De ce fait, le courant perturbé est rejeté au nord. Les stations de Boughriba et Driouch qui ont une corrélation très élevé (+0.90) affichent des maxima différents. A Boughriba, la maximale est de 23°C, elle dépassent la moyenne de la saison de 2°C (Tabl. 37) celle de Driouch est de 17°C (-2°C). La station de Berkane, qui a la plus faible participation à la définition de la composante, atteint 21°C, une température de 5°C de plus.

La même situation atmosphérique se présente durant le 15/01/86, mais avec un score de 0.041. La basse pression à laquelle est liée la goutte froide (-20°C) surmonte l'Atlantique. Les maxima de Boughriba et Driouch sont celles de la moyenne de la saison. Par contre, celle de Berkane dépasse la moyenne de 3°C.

### ***5-3-4 Les maxima en hiver d'après la deuxième composante***

Le 21/01/86 nous offre à 500 hPa une circulation zonale d'ouest. Au sol, l'anticyclone atlantique se prolonge par une dorsale vers la région en rejetant les perturbation au nord du 45 ème parallèle (Fig. 66. a, b). Les maxima des deux stations qui participent différemment à la définition de la composante, Mélilia et Melloulou s'approchent de la moyenne de la saison. Ceci est un signe de la stabilité des maxima durant cette saison pour ces deux stations.



La situation atmosphérique en altitude et en surface est pleinement anticyclonique pendant le 27/02/87 (Fig. 67. a, b). L'anticyclone subtropical est sur l'Afrique du nord et au sol l'anticyclone de la Sibérie se prolonge par une dorsale jusqu'aux îles des Canaries. L'écart entre la température affichée et la moyenne à Mèlilia est de 3°C tandis que celui de Melloulou est de 7°C, la maximale est de 32°C.

### ***5-3-5 Les minima en été selon la première composante***

Le score obtenu par la première composante du 23/08/87 est très faible (-0.002). La région en altitude est sous l'influence d'un courant de SW issu d'une vallée. Au sol, la dépression thermique saharienne est en contact avec le Maroc. Elle maintient un flux de NE. Les stations possédant le plus du poids dans cette composante sont Oujda et Al-Hoceima. Elles enregistrent des minima avoisinant la moyenne de la saison (Tabl. 37), 19°C à Oujda et 21°C à Al-Hoceima.

La situation en altitude du 4/07/87 est presque identique à la précédente et c'est une goutte froide faible (-10°C) qui s'ajoute au courant du SW (Fig. 68. a, b). En surface, une cellule dépressionnaire est au nord de la région. Les minima des stations citées sont celles de la moyenne de la saison.

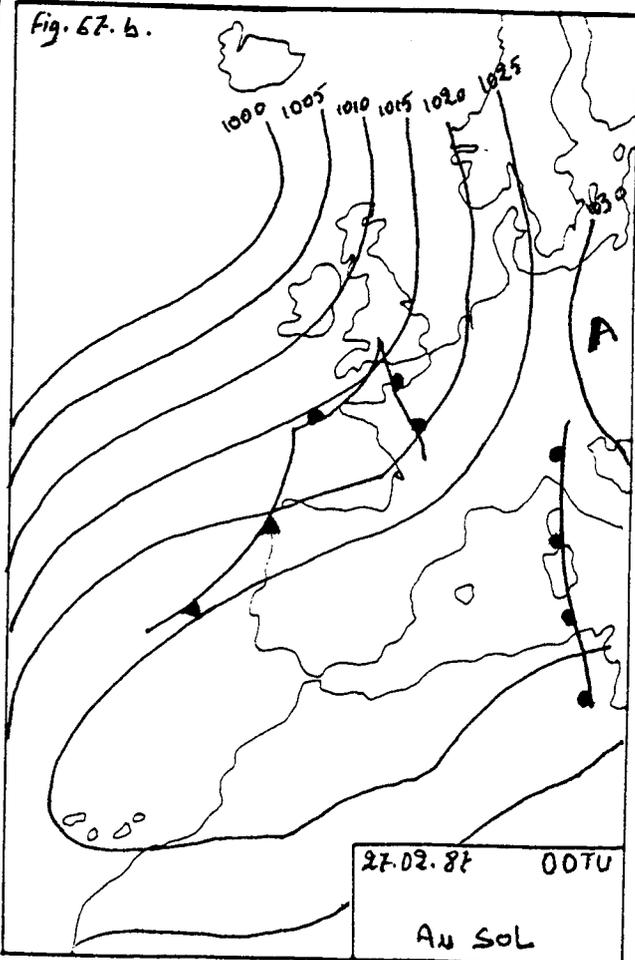
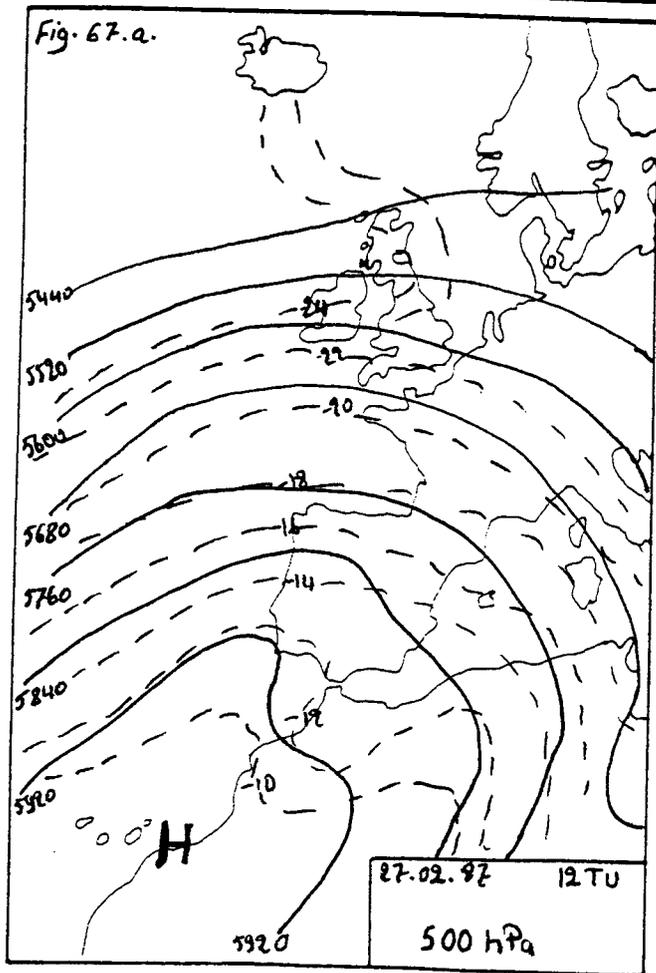
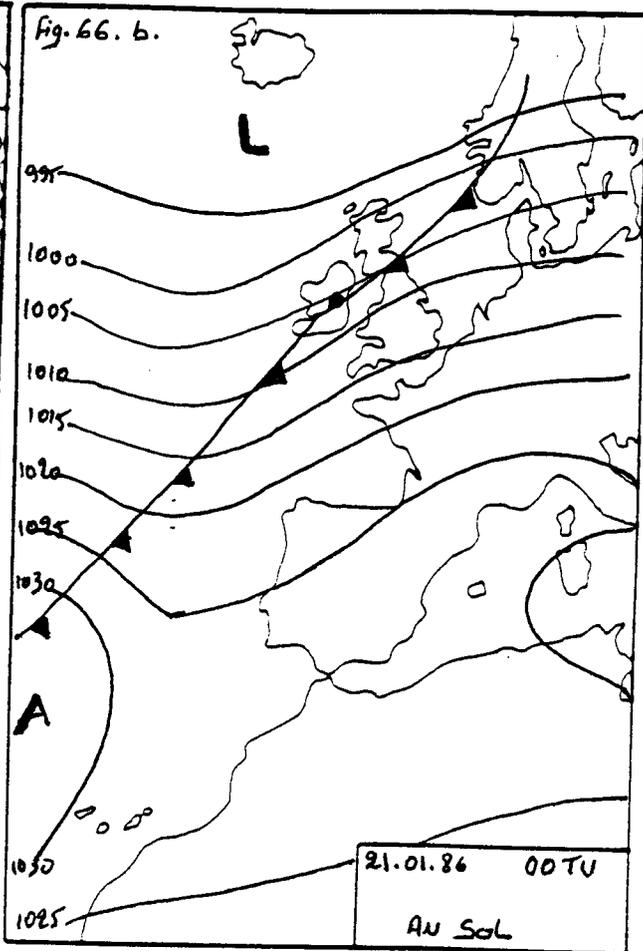
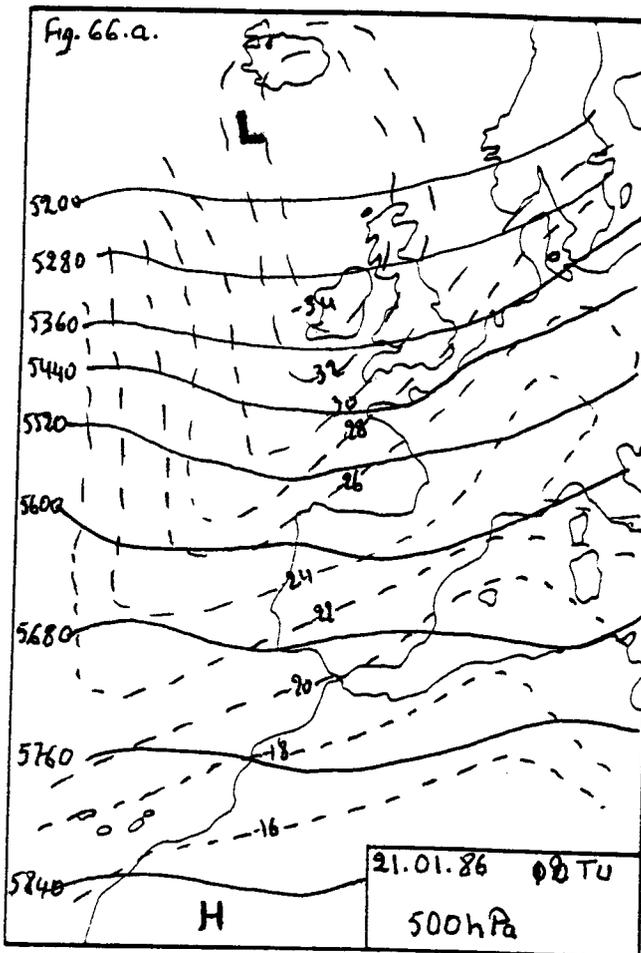
### ***5-3-6 Les minima en été à partir de la deuxième composante***

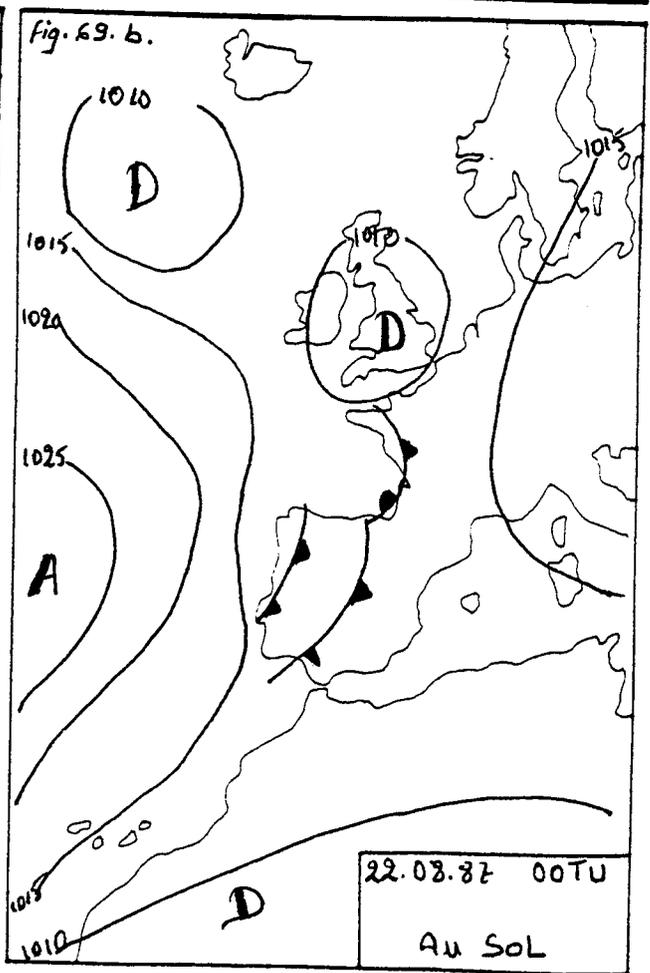
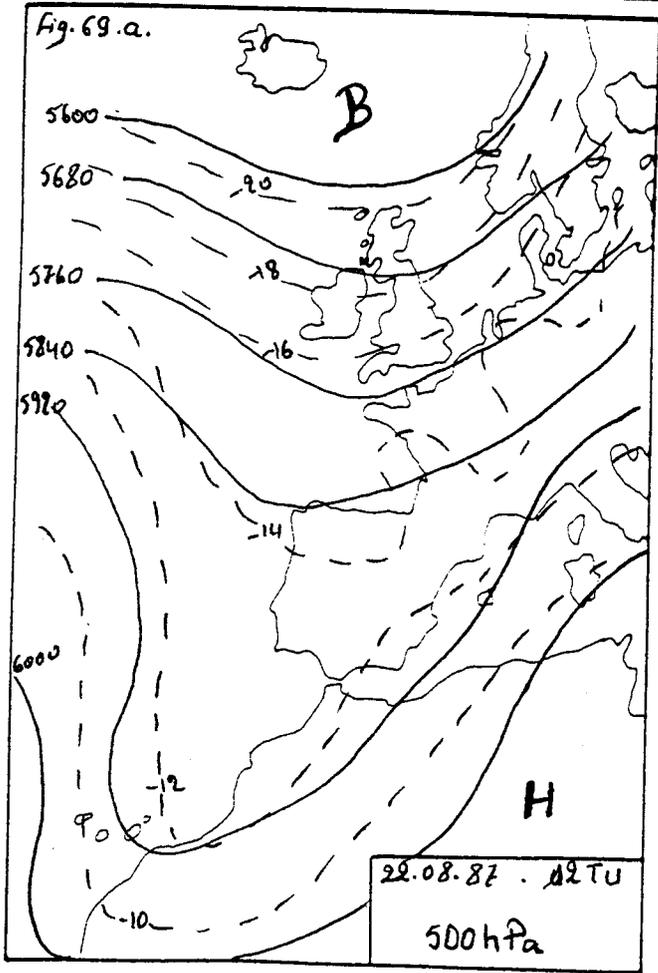
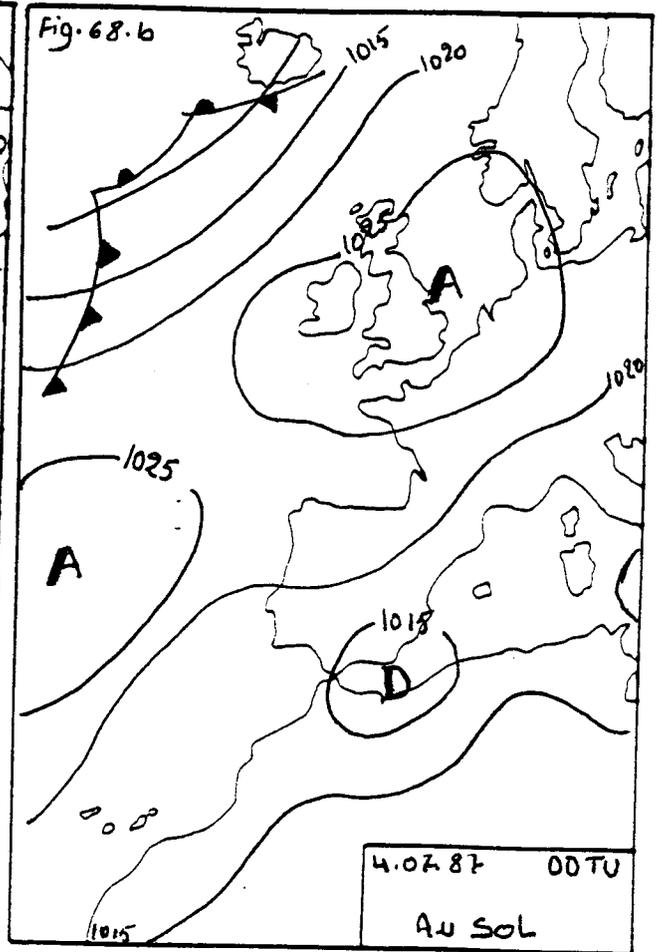
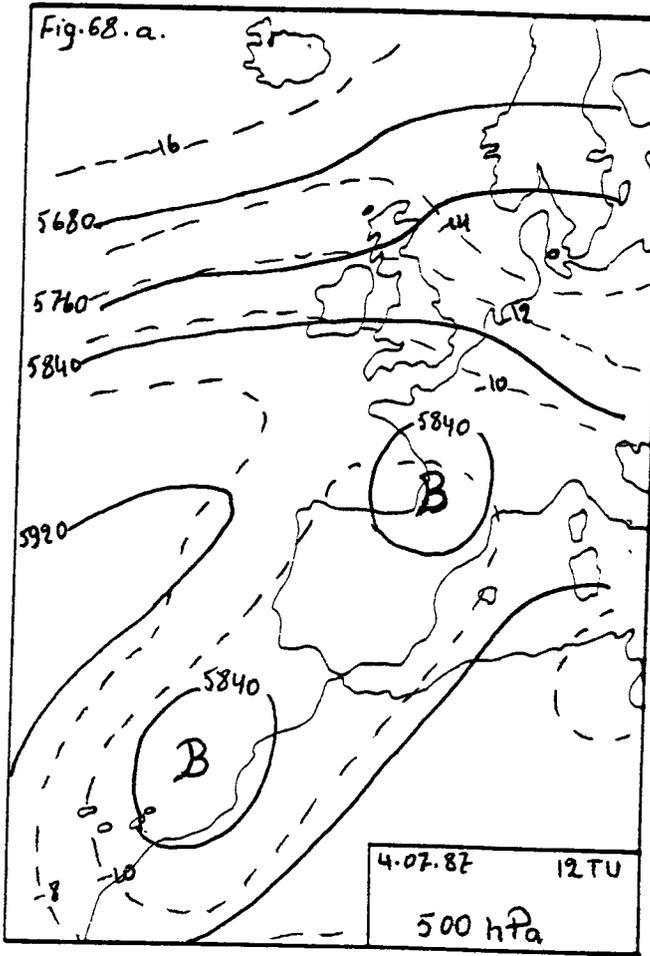
Pendant le 22/08/87 on trouve en altitude un courant du SW issu d'une vallée non développée. Au sol, la situation est classique, la dépression saharienne est sur le Maroc (Fig. 69.a, b). Les températures des deux stations, Melloulou qui contribue d'une manière forte dans l'axe et M-Hamadi qui est à l'inverse d'une manière faible, sont inférieures de 1°C à la moyenne (20°C).

La situation du 27/07/87 se résume dans l'installation de l'anticyclone subtropical sur le Maghreb. L'anticyclone atlantique est au nord des Açores, il se prolonge par une dorsale sur l'Ibérie. La dépression saharienne qui est sur le Maroc dirige un flux d'E à NE. La température de Melloulou est nettement inférieure à la moyenne (16°C).

### ***5-3-7 Les maxima en été à partir de la première composante***

Le régime anticyclonique règne sur le Maroc à 500 hPa le 11/07/88. Au sol, la dépression saharienne maintient un flux fort de secteur Est (Fig. 70. a, b). Les maxima des stations d'Oujda et de Boughriba sont égales à la moyenne de la saison (Tabl. 37). Celle d'Errachidia, qui a une participation faible dans l'axe, est de 40°C, plus de 2°C.





L'Est du Maroc se trouve le 19/07/88 entre une zone de basses pressions située au nord et l'anticyclone subtropical au sud du Maroc. La situation en surface ne change pas et le flux est du secteur Est. La température à Oujda dépasse la moyenne de 5°C et celle d'Errachidia de 3°C (Tabl. 37).

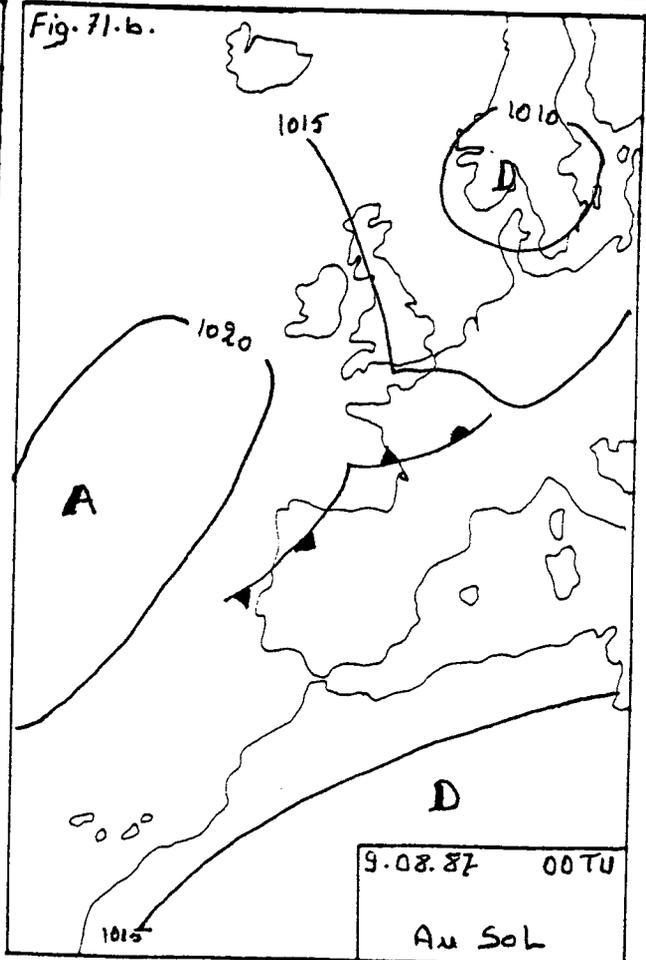
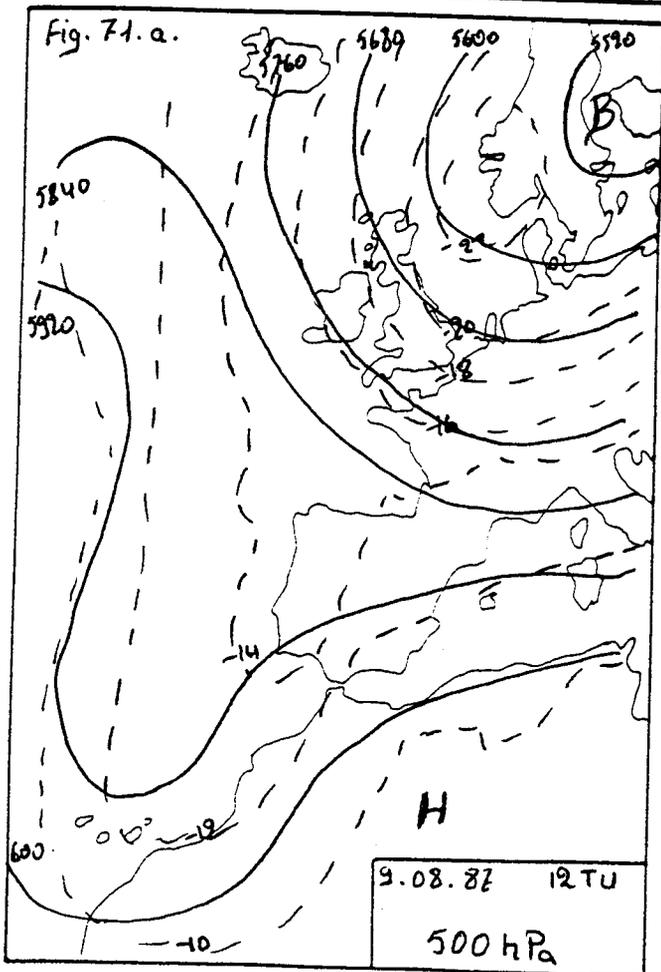
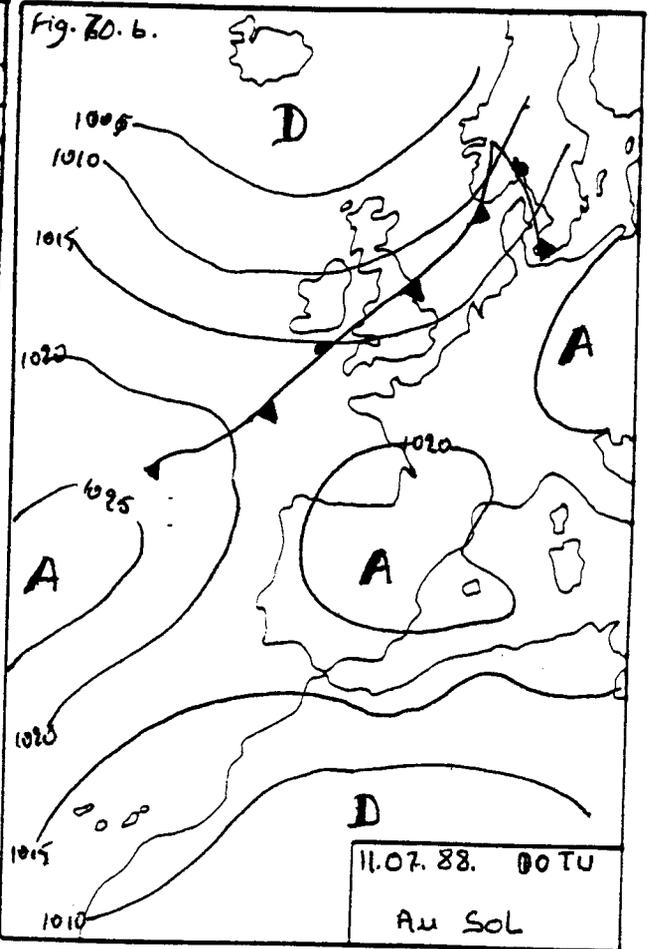
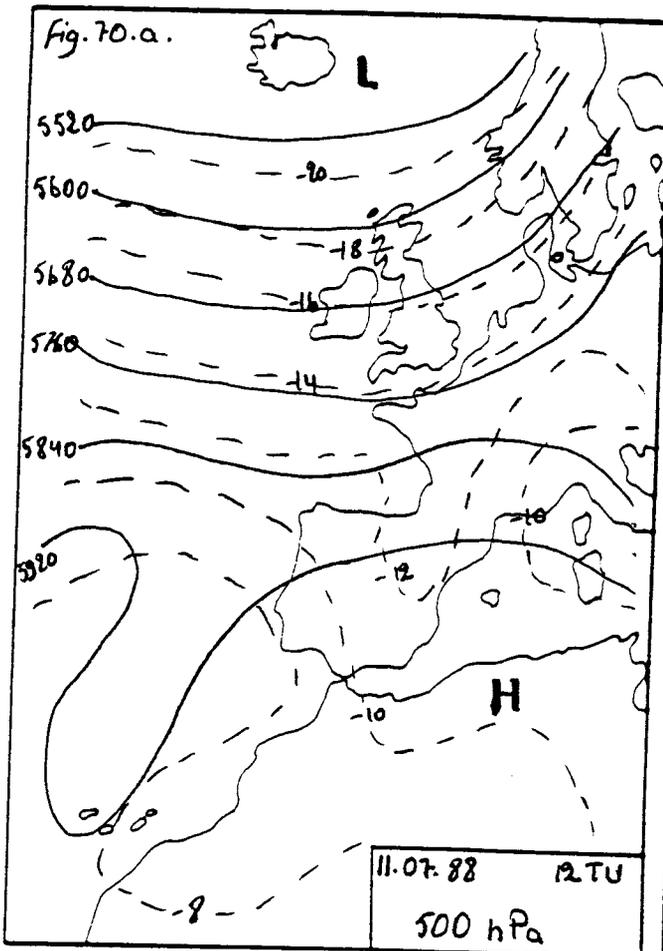
#### *5-3-8 Les maxima en été a partir de la deuxième composante*

L'anticyclone subtropical durant le 9/08/87 atteint la péninsule ibérique. Au sol, la dépression saharienne est sur le Maroc (Fig. 71. a, b). La station la mieux distinguée, Errachidia, enregistre une température de 38°C, cette valeur est la moyenne de la saison.

La situation en altitude au cours de la journée de 30/08/86 est très connue. Les maxima des deux stations qui participent différemment à la définition de la composante (Errachidia, M-Hamadi) sont inférieures de 1°C par rapport à la moyenne.

Il s'avère des exemples analysés en été, et qui ne sont pas très fréquents, que les températures notamment les maxima sont souvent proches de la moyenne de la saison. Ceci est un indicateur que la période de l'été se caractérise par une certaine stabilité des températures. Une certaine différence apparaît entre les mois juillet et août au niveau des contacts de l'anticyclone subtropical et la dépression thermique saharienne avec la péninsule ibérique et aussi l'anticyclone atlantique au nord des Açores avec l'Europe.

Les quelques jours typiques de champs thermique de l'Est du Maroc que nous venons d'interpréter ne sont pas la conséquence des mêmes situations synoptiques. Chaque saison a ses propres situations. Les situations atmosphériques responsables des scores très faibles en hiver et en été ne sont pas des situations exceptionnelles, elles sont celles déjà analysées lors des scores très élevés. Il est vrai, que durant certaines saisons, la région se trouve sous l'effet d'une même situation, mais l'origine de masses d'air et la direction des flux sont différentes. Pour mieux saisir les types de circulations atmosphériques qui règnent sur la région et évaluer l'importance de la direction des flux dans la distribution des températures, une typologie a été menée concernant les mois de janvier et d'août de la période 1986-1988.



### ***5-4 Essai de classification des types de circulation atmosphérique***

L'analyse antérieure des jours typiques ne suffit pas pour mettre en valeur tous les caractères de la circulation atmosphérique. Afin d'y arriver, une classification a été établie en considérant uniquement les mois extrêmes (janvier, août) pour trois stations dont la situation géographique est différente. Nous tenons à signaler que la méthode adoptée ici est différente de celle suivie dans l'analyse des situations synoptiques. La méthode pour distinguer et classer les types de circulations en altitude et de situations au sol est inspirée de celle proposée par Vigneau (1986) et adoptée par ses étudiants (Bouslam. 1989 et El baye 1990). Cette méthode considère le jour comme unité de base, il est traité en individu isolé " ***nous ne parlons pas de l'évolution d'un jour à l'autre, il paraît d'autant plus important de traiter le jour en individu isolé*** ". (Vigneau. 1986). Il est à rappeler aussi que la méthode fait une distinction entre le jour civil et le jour climatique: le jour climatique est décalé de quelques heures par rapport au jour civil, il commence à 06h TU et se termine 24h 00 plus tard à la même heure. Le choix du jour climatique nous a été imposé puisqu'il s'accorde avec les documents mis à notre disposition. La méthode consiste à faire une typologie de trois grands ensembles (Tabl. 38 ).

- la circulation en altitude au niveau de 500 hPa,
- la situation au sol,
- la direction des flux.

La méthode se heurte à une difficulté, comme le constate Vigneau et les autres auteurs, qui est la subjectivité " ***...la subjectivité est largement présente: celle du météorologiste qui trace la carte, comme de l'observateur qui examine le ciel, ainsi que le coefficient personnel du chercheur qui interprète le tout*** " (Vigneau. 1986 p.95).

Certaines cartes synoptiques n'ont pas posé de difficulté, mais d'autres, notamment les B.Q.R.M en altitude, étaient trop complexes. Il convient de signaler qu'il existe parfois une différence entre les B.Q.R.M et les B.M.E au niveau du tracé des isobares et des isohypes.

Pour mener à bien l'analyse des cartes synoptiques et réduire le degré de subjectivité, il est souhaitable de travailler en groupe. Ce n'est pas le cas dans cette typologie. Les tableaux de la classification et les éléments climatiques employés, se trouvent dans l'annexe du chapitre V (Tabl. 34 à 39).

LES CIRCULATIONS EN ALTITUDE	LES SITUATIONS AU SOL	LES FLUX REGIONAUX
<p><b>La circulation zonale, code: Z</b>                      Zn= Circulation zonale au nord de la région                      Zr= Circulation zonale sur de la région                      Zs=Circulation zonale au sud de la région</p> <p><b>Les crêtes, code : C</b>                      Ca= Crête très large, comme un courant zonal                      Cb= Crête large, bien développée en latitude                      ( grande longueur d'onde et forte amplitude)                      Cc= Crête large, peu développée en latitude                      ( grande longueur d'onde et faible amplitude)                      Cd= Crête courte, bien développée en latitude                      ( faible longueur d'onde et forte amplitude)                      Ce= Crête courte, peu développée en latitude                      ( faible longueur d'onde et faible amplitude)</p> <p><b>Le passage de la crête à vallée, code: N</b>                      Nf= Courant d'ouest à nord-ouest                      Ng= courant de nord-ouest à nord                      Nh= Courant de nord diffluent                      Nm= Courant issu d'une crête</p> <p><b>Les vallées, code : V</b>                      Va= Vallée très large, comme un courant zonal                      Vb= Vallée large, bien développée en latitude                      ( grande longueur d'onde et forte amplitude)                      Vc= Vallée large, peu développée en latitude                      ( grande longueur d'onde et faible amplitude)                      Vd= Vallée courte, bien développée en latitude                      ( faible longueur d'onde et forte amplitude)                      Ve= Vallée courte, peu développée en latitude                      ( Vallée longueur d'onde et faible amplitude)</p> <p><b>Le passage de vallée à crête, code: S</b>                      Sf= Courant d'ouest à sud-ouest                      Sg= Courant de sud-ouest à sud                      Sh= Courant de sud diffluent                      Sm= Courant issu d'une vallée</p> <p><b>Les gouttes froides, code : G</b>                      Ga= Goutte centrée sur l'Atlantique                      Gt= Goutte centrée sur la Méditerranée                      Gi= Goutte centrée sur l'Ibérie                      Gm= Goutte centrée sur le Maghreb                      Gs= Goutte centrée sur le Sahara                      Ge= Goutte centrée sur l'Europe</p>	<p><b>Les situations anticycloniques, code : A</b>                      Aa= Anticyclone centré sur l'Atlantique                      At= Anticyclone centré sur la Méditerranée                      Ai= Anticyclone centré sur l'Ibérie                      Am= Anticyclone centré sur le Maghreb                      As= Anticyclone centré sur le Sahara                      Ae= Anticyclone centré sur l' Europe</p> <p><b>Les dorsales, code : O</b>                      Oa= Dorsale liée à l'anticyclone atlantique                      Oe= Dorsale liée à l'anticyclone européen</p> <p><b>Les situations de transition, code: T</b>                      Tu= Passage d'une dépression à anticyclone                      Tv= Passage d'un anticyclone à une dépression                      Tw= Marais barométrique                      Tx= Pression entre 1020 et 1015 hPa                      Ty= Pression entre 1015 et 1010 hPa                      Tz= Pression = à 1015 hPa</p> <p><b>Les situations dépressionnaires, code: D</b>                      Da= Aire dépressionnaire centrée sur l'Atlantique                      Dt= Aire dépressionnaire centrée sur la Méditerranée                      Di= Aire dépressionnaire centrée sur l'Ibérie                      Dm= Aire dépressionnaire centrée sur le Maghreb                      Ds= Aire dépressionnaire centrée sur le Sahara                      De= Aire dépressionnaire centrée sur l'Europe</p> <p><b>La circulation sans vigueur, code: M</b>                      Mj= dôme chaude                      Mk= configuration sans gradient                      Ml= Air froid infiltré à travers une crête                      Mo= Anticyclone subtropical, marqué par l'isohypse 592 dam</p>	<p>0 = Flux faible ou nul                      S= Flux de secteur sud                      SW= Flux de secteur sud-ouest                      W= Flux de secteur ouest                      NW= Flux de secteur nord-ouest                      N= Flux de secteur nord                      NE= Flux de secteur nord-ouest                      E= Flux de secteur est                      SE= Flux de secteur sud-est</p> <p><b>LES DIFFERENTS ETAT DU CIEL</b></p> <p>* Ciel clair ou pur                      * Ciel peu nuageux = 1 et 2 octas                      * Ciel semi-nuageux = 3,4 et 5 octas                      * Ciel très nuageux = 6 et 7 octas                      * Ciel couvert = 8 octas</p>

Source: El baye. 1990 avec modification

### ***5-4-1 Les principaux types de circulation en janvier***

L'analyse dynamique des cartes d'altitude (500 hPa) et au sol du mois de janvier pour la période 1986-1988, permet de distinguer les types de circulation suivants (Tabl. 39. a).

#### **5-3-1-1 En altitude (500 hPa)**

Les circulations zonales sont moins fréquentes pendant le mois de janvier. Elles sont de 7 cas sur Al-Hoceima, de 6 cas sur Oujda et Errachidia. Cette situation traduit l'absence et la disparition des hautes pressions subtropicales. Elle dénote également que le courant jet se trouvant sur les régions méditerranéennes est actif. Sur le total des cas relevés, le type majeur qui domine est celui de la circulation zonale du nord sur à Al-Hoceima (5 cas) et celui de la circulation zonale régionale passant sur Oujda et Errachidia.

La circulation méridienne est nettement dominante durant ce mois. Il est à signaler que le courant jet est rapide dans ce cas. Les ondes ont une faible amplitude et forment des crêtes et des vallées. Quand le courant jet ralentit, l'amplitude des ondes augmente et peut devenir si grande que des tourbillons se détachent du courant principal et forment des circulations secondaires d'altitude en donnant des gouttes. On a affaire à une vallée dans le cas où l'air d'altitude pénètre loin vers le sud et vient augmenter l'instabilité de l'air. Si au contraire il ondule vers le nord, il y a une montée d'air chaud et l'apparition d'une crête. Durant ce mois le nombre des vallées repérées surmontant notre région et le reste du Maroc, est légèrement supérieur au nombre des crêtes. Ceci est une indication que notre région se situe souvent en marge des vallées qui se dessinent sur l'Atlantique et le nord-ouest du Maroc (13 cas / 93). Deux types de vallées apparaissent: les vallées larges (Vb) ou courtes (Vd) bien développées s'étendant jusqu'au Sahara marocain. Faute de radiosondages on ne peut pas affiner l'analyse précise des masses d'air, mais on peut affirmer que les advections froides d'origine septentrionale sont importantes et on peut relever quelques incursions d'air arctique (Delannoy et al. 1979). Les crêtes prédominantes sont de faible longueur d'onde et de faible amplitude; elles sont de 8 cas sur Al-Hoceima, 10 cas sur Oujda et Errachidia.

Le ralentissement du courant jet et la régression des masses d'air du nord donnent naissance à des gouttes froides. Le nombre totalisé est significatif (22 cas / 93) dont 10 se trouvent sur l'Atlantique, 9 sur le Maghreb et on note l'absence des gouttes froides sur le Sahara. Le passage de la crête à vallée représente le 1/3 des cas observés. La circulation sans vigueur est rarissime durant l'hiver; l'air froid infiltré à travers la crête (MI) présente 6 cas / 93.

Tabl. 39. a.- Les types de circulations en altitude  
janvier 1986-1988

Circulation	Al-Hoceima	Oujda	Errachidia	Nombre de circulation analysées
Zn	5	3	3	
Zr	1	3	3	
Zs	1	0	0	
Ca	0	0	0	
Cb	2	3	3	
Cc	1	2	2	
Cd	1	1	1	
Ce	4	4	4	
Nf	9	9	14	
Ng	12	11	7	4
Nh	1	3	2	
Nm	9	7	11	
Va	3	3	2	2
Vb	5	5	5	
Vc	1	1	1	
Vd	4	4	4	
Ve	0	0	0	
Sf	0	0	0	
Sg	1	1	0	
Sh	1	1	1	
Sm	5	4	4	3
Ga	10	10	10	2
Gt	3	3	3	2
Gi	0	0	0	
Gm	9	9	9	5
Gs	0	0	0	
Ge	0	0	0	
Mj	0	0	0	
Mk	0	0	0	
Ml	6	6	4	
Mo	0	0	0	

### 5-4-1-2 *En surface*

Les situations anticycloniques sont largement majoritaires (59%) (Tabl. 39. b). On trouve en premier lieu les dorsales liées à l'anticyclone atlantique ou des Açores, 30 cas / 93. L'anticyclone atlantique permanent vient en deuxième position avec 14 cas et ceux installés sur le Maroc et les autres pays du Maghreb ne présentent que 7 cas / 93 observations. Ce sont donc les conditions anticycloniques lointaines qui sont fréquentes. Les anticyclones centrés sur la région ou le Maroc, sont de moindre importance mais responsables des changements brusques et considérables des températures, particulièrement les minima. Les anticyclones de la Méditerranée et du Sahara sont absents.

Les situations nettement dépressionnaires sont au nombre de 16 et parmi elles les dépressions surmontant l'Atlantique, la Méditerranée et la péninsule ibérique. Ces situations sont associées à des perturbations "*...le Maroc appartient en hiver au domaine affecté par les perturbations du front polaire ou dérivé, celles-ci n'atteignent souvent notre région que marginalement par circulation zonale ou en fin de cours par circulation méridienne*" (Delannoy et al. 1979)

Les situations de transition ne totalise que 16 cas et les plus remarquées sont celles où la région est située entre les isobares 1020 et 1015 hPa (Tx). Les marais barométriques (Tw) viennent en seconde place.

### 5-4-1-3 *Les flux d'air en surface*

Selon les isobares des cartes au sol, nous avons pu distinguer les flux d'air et déterminer leurs directions, mais sans évoquer leur force. A partir de cela nous avons établi une confrontation ou une relation entre les flux et les températures minimales et maximales quotidiennes (Tabl. 40. a, b).

Les tableaux font tout d'abord apparaître une grande inégalité des fréquences des diverses directions. Les secteurs Nord, Nord-Ouest et Nord-Est sont particulièrement sur-représentés.

**Le secteur Nord:** il a une fréquence de 27 cas / 93 à Al-Hoceima dont 18 cas correspondent à des minima qui se distribuent dans l'intervalle de 8 à 10°C et 12 cas pour des maxima allant de 18 à 20°C. Ce secteur présente 17 cas à Oujda, 11 des cas correspondent à des minima compris dans un intervalle un peu large de 2 à 6°C et 13 cas concerne des maxima de 14 à 18°C. A Errachidia, la fréquence du Nord est de 18 cas dont 16 se rapportent à des minima de 0 à 6°C et 12 pour des maxima de 14 à 20°C.

**Tabl. 39. b. Les types de situations en surface  
janvier 1986-1988**

Situation	Al-Hoceima	Oujda	Errachidia	Nombre de situations analysées
Aa	14	14	14	
At	0	0	0	
Ai	3	3	3	
Am	7	7	7	
As	0	0	0	
Ae	0	0	0	
Oa	29	29	30	
Oe	7	7	6	4
Tu	0	0	0	
Tv	0	0	0	
Tw	4	4	4	
Tx	9	9	9	5
Ty	3	3	3	
Tz	0	0	0	
Da	6	6	6	1
Dt	5	5	5	2
Di	4	4	4	3
Dm	1	1	1	1
Ds	0	0	0	
De	1	1	1	1

**Le secteur Nord-Ouest:** ce secteur est un peu moins représenté que le premier (22 cas). Parmi les 22 cas, 14 d'entre eux ont un rapport avec des minima compris dans une gamme de 8 à 12°C et 13 cas sont liés aux maxima de 16 à 20°C. Le Nord-Ouest a une fréquence plus élevée à Oujda (26 cas). Dix-sept cas ont un lien avec des minima qui varient de 4 à 10°C et 16 pour des maxima de 10 à 16°C. A Errachidia, on a repéré 16 cas, 13 parmi eux correspondent à des minima qui s'échelonnent de 0 à 6°C et 9 cas pour des maxima compris de 14 à 18°C.

**Le secteur Nord-Est:** il ne présente que la moitié du précédent à Al-Hoceima (11 cas) et correspondent tous à des minima localisés entre 4 et 10°C et 10 pour des maxima entre 14 et 20°C. Il est à signaler que le secteur Ouest a la même fréquence que le Nord-Est. A Oujda, ce secteur avec le Sud-Est constituent l'origine des minima inférieur à 0°C. Sept cas parmi 15 ne dépassent pas 2°C et 9 cas sont en relation avec des maxima qui se distribuent dans l'intervalle de 12 et 16°C. A Errachidia, ce secteur a la même fréquence que le Nord et la même caractéristique que nous lui avons attribué lorsque nous avons parlé d'Oujda, et bien évidemment on ajoute le Sud-Est, quoique ici les minima soient plus négatifs qu' Oujda. Les maxima dont l'intervalle est de 14 à 20°C ont une fréquence de 11 cas.

Les autres secteurs ont presque la même fréquence, mais ils correspondent à des intervalles différents.

Deux remarques méritent d'être faites:

La première: la direction des vents suit fidèlement celle des flux dans la plupart des cas (Sbai et al. 1992).

La deuxième: les minima thermiques les plus fréquents à Al-Hoceima sont compris entre 8 et 12°C (56 cas), à Oujda entre 2 et 6°C (38 cas) et à Errachidia 53 cas correspondent à des minima dont l'intervalle est de 0 à 4°C.

La fréquence dominante à Al-Hoceima est celle des maxima localisés entre 16 et 20°C avec 63 cas, alors que à Oujda et à Errachidia on a 42 cas correspondent à des maxima qui se distribuent entre 14 et 18°C.

#### ***5-4-2 Les principaux types de circulation en août***

A la diversité des situations d'hiver s'oppose la monotonie de la circulation atmosphérique d'été. Le mois août et l'été dans sa grande partie se caractérise par la remontée en latitude de l'anticyclone subtropical et la présence quasi permanente de la dépression thermique saharienne (Tabl. 41. a).

**Tabl. 40. a.- Rapport entre directions des flux au sol et températures  
durant les mois de janvier 1986-1988 à 00TU**

## Al-Hoceima

## Minima

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
2 à 4	1	0	0	1	0	0	0	0	0	2
4 à 6	3	3	0	2	1	0	3	2	0	14
6 à 8	2	4	0	2	1	0	1	2	1	13
8 à 10	18	4	0	1	1	4	2	8	1	39
10 à 12	3	0	0	0	1	1	4	6	2	17
12 à 14	0	0	0	0	1	1	1	3	0	6
14 à 16	0	0	0	0	0	1	0	1	0	2
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>93</b>

## Maxima

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
10 à 12	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
12 à 14	1	1	0	0	0	0	0	1	0	3
14 à 16	3	2	0	2	1	1	2	5	1	17
16 à 18	8	4	0	4	2	3	3	4	1	29
18 à 20	12	4	0	0	1	2	5	9	1	34
20 à 22	2	0	0	0	0	1	1	2	1	7
22 à 24	1	0	0	0	1	0	0	0	0	2
<b>Total</b>	<b>27</b>	<b>11</b>	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>22</b>	<b>4</b>	<b>93</b>

## Oujda

## Minima

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
-4 à -2	0	0	0	1	0	0	1	0	0	2
-2 à 0	1	4	0	1	1	0	0	2	0	9
0 à 2	1	3	0	2	3	0	0	2	0	11
2 à 4	6	4	0	2	0	1	1	4	1	19
4 à 6	5	4	0	1	0	0	0	8	1	19
6 à 8	3	0	0	0	0	2	5	2	0	12
8 à 10	0	0	0	0	1	2	4	7	1	15
10 à 12	1	0	0	0	1	0	0	1	1	4
12 à 14	0	0	0	0	0	2	1	0	0	3
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>93</b>

## Maxima

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
8 à 10	0	1	0	0	0	0	0	2	0	3
10 à 12	1	2	0	0	0	0	1	4	0	8
12 à 14	2	4	0	2	1	0	2	4	1	16
14 à 16	8	5	0	1	3	2	0	8	0	27
16 à 18	5	2	0	2	0	0	3	3	0	15
18 à 20	1	1	0	2	1	4	0	3	1	13
20 à 22	0	0	0	0	1	1	3	2	2	9
22 à 24	0	0	0	0	0	0	2	0	0	2
<b>Total</b>	<b>17</b>	<b>15</b>	<b>0</b>	<b>7</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>11</b>	<b>26</b>	<b>4</b>	<b>93</b>

**Tabl. 40. b .- Rapport entre directions des flux au sol et températures  
durant les mois de janvier 1986-1988 à 00TU**

**Errachidia**

**Minima**

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
-4 à -2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
-2 à 0	1	4	1	3	1	0	1	1	1	13
0 à 2	5	4	2	0	1	2	0	5	1	20
2 à 4	7	7	3	2	2	3	5	4	0	33
4 à 6	4	2	1	0	1	3	0	4	1	16
6 à 8	1	1	1	0	2	1	0	0	0	6
8 à 10	0	0	0	0	0	0	1	2	0	3
10 à 12	0	0	0	0	0	0	1	0	0	1
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>93</b>

**Maxima**

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
8 à 10	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10 à 12	0	1	0	2	1	2	0	2	0	8
12 à 14	2	4	4	1	2	1	2	0	1	17
14 à 16	2	4	1	0	2	4	0	4	0	17
16 à 18	8	3	1	2	1	0	4	5	1	25
18 à 20	2	4	1	1	1	1	1	1	1	13
20 à 22	3	1	1	0	0	1	1	4	0	11
22 à 24	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2
<b>Total</b>	<b>18</b>	<b>18</b>	<b>8</b>	<b>6</b>	<b>7</b>	<b>9</b>	<b>8</b>	<b>16</b>	<b>3</b>	<b>93</b>

### ***5-4-2-1 En altitude (500 hPa)***

Les situations souvent présentes sur notre région, voire tout le Maroc, est la circulation sans vigueur, 44 cas / 93 sur Al-Hoceima, Oujda et 45 cas sur Errachidia. L'anticyclone subtropical marqué par l'isohypse 592 dam (Mo) domine dans cette situation. Le reste est partagé entre les configuration sans gradient (Mk) et les dôme chaudes (Mj). En deuxième position viennent les gouttes froides faibles (16 cas), sans aucune influence, car nous n'avons pas constaté de temps perturbé et instable durant ce mois, à l'exception de déclenchement de quelques orages dans le Sud. Les vallées occupent la troisième place, 9 cas sur Al-Hoceima, Oujda et 6 cas sur Errachidia. La circulation zonale totalise 10 cas, dont 7 sont celles qui passent sur Al-Hoceima, Oujda et qui est considérée comme circulation zonale du nord pour Errachidia.

### ***5-4-2-2 En surface (Tabl. 41. b)***

La situation s'inverse au sol, le Maroc est en contact avec la dépression thermique saharienne bien marquée. De ce fait, les caractéristiques thermiques des principales situations dépendent essentiellement de l'agencement de l'anticyclone des Açores et de la dépression saharienne, d'où résultent l'origine, l'orientation et la vitesse des flux.

Les situations de transition (T), sont les plus fréquentes avec 68 cas à Al-Hoceima, à Oujda et 62 cas à Errachidia. Et c'est la situation (Ty), c'est-à-dire celle où la région se trouve entre les isobares 1010 et 1015 hPa qui domine ici, en totalisant 46 cas à Errachidia, 32 cas à Oujda et 30 cas à Al-Hoceima. La situation (Tz) présente 8 cas à Errachidia, 21 à Oujda et 23 à Al-Hoceima. Les situations nettement dépressionnaires sont de 19 à Al-Hoceima, 20 à Oujda et 30 à Errachidia. La plupart de ces situations sont dues à la présence quasi permanente de la dépression saharienne. Les situations perturbées fréquentes en hiver, sont quasi inexistantes. Les rares perturbations se réduisent aux types cyclogénèses locales et à des situations perturbées d'altitude qui se produisent sur la Haute Moulouya et la bordure du Sahara.

### ***5-4-3-3 Les flux d'air en surface***

Nous constatons d'emblée une prédominance des secteurs Nord-Est et Est pour nos trois stations et un peu moins pour le Nord à Al-Hoceima (Tabl. 42. a, b ).

**Le secteur Nord-Est:** il représente 27 cas dont 24 correspondent à des minima compris dans un intervalle un peu large de 18 à 24°C et 25 pour des maxima oscillant de 26 à 32°C. Ce secteur est observé 37 fois à Oujda, il totalise 34 cas pour des minima limités entre 16 à 22°C et

**Tabl. 41. a. - Les types de circulations en altitude  
août 1986-1988**

Circulation	Al-Hoceima	Oujda	Errachidia	Nombre de circulations analysées
Zn	3	3	7	1
Zr	7	7	3	3
Zs	0	0	0	
Ca	0	0	0	
Cb	1	1	1	1
Cc	2	2	4	
Cd	2	2	2	
Ce	1	1	1	
Nf	3	3	1	
Ng	0	0	0	
Nh	0	0	0	
Nm	0	0	0	
Va	1	1	0	
Vb	3	3	2	
Vc	0	0	0	
Vd	5	5	4	
Ve	0	0	0	
Sf	0	0	1	
Sg	4	4	4	2
Sh	0	0	0	
Sm	1	1	1	
Ga	5	5	5	
Gt	3	3	3	
Gi	2	2	2	
Gm	6	6	6	
Gs	0	0	0	
Ge	0	0	0	
Mj	4	4	4	
Mk	4	4	4	
MI	0	0	0	
Mo	36	36	37	11

**Tabl. 41. b. - Les types de situations en surface  
août 1986-1988**

situation	Al-Hoceima	Oujda	Errachidia	Nombre de situations analysées
Aa	1	1	0	
At	2	2	0	
Ai	0	0	0	
Am	1	1	1	
As	0	0	0	
Ae	0	0	0	
Oa	2	1	0	
Oe	0	0	0	
Tu	0	0	0	
Tv	0	0	0	
Tw	2	2	2	2
Tx	13	13	6	
Ty	30	32	46	7
Tz	23	21	8	5
Da	0	0	0	
Dt	1	1	1	1
Di	4	4	2	1
Dm	2	2	2	1
Ds	12	13	25	3
De	0	0	0	

24 se rapportent à des maxima localisé entre 30 à 36°C. Le Nord-Est est souvent présent à Errachidia (42 cas) dont 35 ont une relation avec des minima de 22 à 28°C et 39 avec des maxima de 34 à 40°C.

**Le secteur Est:** parmi les 33 cas que nous avons classé à Al-Hoceima, il existe 26 qui correspondent à des minima de 20 à 24°C et 25 pour des maxima qui varient de 26 à 32°C. La même fréquence est obtenue à Oujda avec 29 cas ont un rapport avec des minima inférieur a ceux d'Al-Hoceima, 16 à 22°C. Alors que 21 cas ont un lien à avec des maxima de 34 à 40°C. Ce secteur a presque la même fréquence que le Nord-Est à Errachidia, avec également 35 pour des minima de 22 à 28°C et 38 pour des maxima de 34 à 40°C.

Ce secteur avec parfois le Sud-Est constitue l'origine des températures élevées notamment les maxima qui correspondent aux jours de chergui, c'est-à-dire qu'il y a advection d'air continental chaud et sec venant des hauts plateaux algériens.

**Le secteur Nord:** il est présent uniquement à Al-Hoceima et il est d'une fréquence moyenne par rapport aux secteurs précédents. Parmi les 15 directions classées, on a 14 qui sont en relation avec des minima qui varient de 18 à 24°C et des maxima de 26 à 32°C.

Nous constatons que les minima sont très concentrés à Al-Hoceima dans l'intervalle de 16 à 24°C alors qu'à Errachidia ils se distribuent dans un intervalle de 14 à 32°C. Oujda, par ses minima est considérée comme une station intermédiaire.

Les maxima au contraire sont compris dans une large gamme à Al-Hoceima, mais ils ne dépassent pas le stade de 38°C; la majorité sont de 30°C. Tandis qu'à Errachidia, les maxima sont limités dans un intervalle réduit de 30 à 42°C et souvent ils atteignent 40°C. Cela montre la distribution inégale des températures dans l'Est du Maroc.

L'essai de la classification de types de circulation permet de préciser la diversité de la circulation en janvier et la monotonie en août. Il s'avère que les trois stations, Al-Hoceima, Oujda, et Errachidia subissent les mêmes conditions météorologiques. Les différences repérées se font au niveau de la position de la station par rapport à l'isohypse et l'isobare. Ce sont les flux en surface qui déterminent en grande partie la distribution inégale des températures journalières.

**Tabl. 42. a - Rapport entre directions des flux au sol et températures  
durant les mois août 1986-1988 à 00TU**

## Al-Hoceima

## Minima

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
16 à 18	1	3	0	1	0	0	0	0	0	5
18 à 20	6	8	7	2	0	0	0	1	2	26
20 à 22	4	9	14	1	1	0	1	5	0	35
22 à 24	4	7	12	3	0	0	0	1	0	27
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>93</b>

## Maxima

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
22 à 24	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2
24 à 26	1	1	4	0	0	0	0	0	0	6
26 à 28	4	14	12	1	0	0	0	3	0	34
28 à 30	4	8	9	2	0	0	1	2	1	27
30 à 32	4	3	4	2	0	0	0	2	1	16
32 à 34	2	0	3	0	0	0	0	0	0	5
34 à 36	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
36 à 38	0	1	0	1	0	0	0	0	0	2
<b>Total</b>	<b>15</b>	<b>27</b>	<b>33</b>	<b>7</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>7</b>	<b>2</b>	<b>93</b>

## Oujda

## Minima

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
12 à 14	0	2	0	0	0	0	0	0	0	2
14 à 16	2	0	2	1	0	0	1	0	0	6
16 à 18	0	11	6	2	0	0	0	2	0	21
18 à 20	2	17	16	2	0	0	0	2	1	40
20 à 22	2	6	7	1	0	0	0	1	1	18
22 à 24	1	0	2	2	0	0	0	0	0	5
24 à 26	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>37</b>	<b>33</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>93</b>

## Maxima

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
26 à 28	0	2	1	0	0	0	0	0	0	3
28 à 30	1	4	1	0	0	0	0	0	0	6
30 à 32	1	6	4	2	0	0	0	1	0	14
32 à 34	2	14	5	2	0	0	1	2	1	27
34 à 36	3	4	7	1	0	0	0	2	0	17
36 à 38	0	4	11	0	0	0	0	0	1	16
38 à 40	0	0	3	1	0	0	0	0	0	4
40 à 42	0	2	1	2	0	0	0	0	0	5
42 à 44	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>7</b>	<b>37</b>	<b>33</b>	<b>8</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>2</b>	<b>93</b>

**Tabl. 42. b .- Rapport entre directions des flux au sol et températures  
durant les mois d'août 1986-1988 à 00TU**

**Errachidia**

**Minima**

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
14 à 16	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
16 à 18	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1
18 à 20	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
20 à 22	1	5	2	0	0	0	0	1	0	9
22 à 24	0	14	9	0	0	0	0	1	2	26
24 à 26	1	12	15	2	0	0	0	0	0	30
26 à 28	1	9	11	0	0	0	0	0	0	21
28 à 30	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
30 à 32	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>93</b>

**Maxima**

Classe en °C	N	NE	E	SE	S	SW	W	NW	0	Total
30 à 32	0	2	0	1	0	0	0	0	0	3
32 à 34	0	0	2	0	0	0	0	0	0	2
34 à 36	0	7	1	0	0	0	0	0	0	8
36 à 38	0	17	16	1	0	0	0	1	2	37
38 à 40	3	15	21	1	0	0	0	2	0	42
40 à 42	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1
<b>Total</b>	<b>3</b>	<b>42</b>	<b>40</b>	<b>3</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>93</b>

## *Conclusion de la deuxième partie*

La variabilité quotidienne dans le temps affecte l'ensemble des stations à des degrés divers. C'est en se dirigeant vers le Sud qu'elle augmente. Les mêmes stations caractérisées par une forte variabilité structurelle, connaissent une variabilité temporelle prononcée. Il s'avère que les maxima ont pour effet d'accentuer la variabilité des moyennes. Les saisons intermédiaires et l'hiver témoignent d'une forte variabilité. Le réchauffement observé dans la région, à partir de 1982, ne dépasse pas 1°C et il est dû à un relèvement des minima.

L'analyse en composantes principales des températures journalières aux différents niveaux, dégage une régionalisation thermique difficile à définir. La variance des températures dans le même sens se manifeste durant toutes les saisons en particulier au printemps et en automne où elle dépasse le seuil de 80%. Un contraste Nord-Sud se dessine, illustrant les limites des influences maritimes et continentales, ainsi se distinguent certaines stations en raison de leur situation géographique ou de la qualité de leurs données.

L'analyse des jours typiques en hiver, montrent que la région et le Maroc en général se trouvent en altitude en face des masses d'air de l'Islande et de l'Europe. Ceci est dû à la descente de la cellule anticyclonique subtropicale vers le sud. Au sol, la région est située dans une situation intermédiaire: entre la dépression de la Méditerranée et l'anticyclone atlantique au sud. Les centres cyclogénèses se développent sur l'Europe et la péninsule ibérique. L'origine et la trajectoire des masses d'air marquent le caractère thermique de cette Saison.

Le coeur de l'été se caractérise par la monotonie de la circulation atmosphérique. L'anticyclone subtropical remonte vers notre région en atteignant la péninsule ibérique. La situation s'inverse au sol, le Maroc est en contact avec la dépression thermique saharienne qui s'étend parfois jusqu'à l'Ibérie. L'anticyclone atlantique est sur les Açores. Il se prolonge par une dorsale vers le Maroc, le Maghreb et l'Europe. L'autre caractéristique du mois, est le recul brusque de l'anticyclone subtropical vers le sud, l'apparition des marais barométriques et les flux faibles.

A l'opposé de la netteté de la circulation atmosphérique pendant l'hiver et l'été, les saisons intermédiaires connaissent une alternance des masses d'air et une diversité de situations synoptiques qui persistent sur la région et engendrent de vrais changements dans les températures.

Les principaux caractères de la circulation d'altitude en janvier sont l'absence de l'anticyclone subtropical. La circulation méridienne est nettement dominante. Le courant jet est rapide et la région se trouve souvent à la marge de différentes vallées dues aux influences du Nord. Au sol, les situations anticycloniques sont d'origines lointaines, celles localisées sur la région et le Maroc en général sont responsables des changements brusques des températures. Les situations dépressionnaires ne sont pas négligeables et entraînent souvent un temps perturbé et instable. La direction des vents suit celle des flux d'air en surface. Ce sont les flux des secteurs N, NW et NE qui dominent durant le mois de janvier, toutefois une différence remarquable distingue les trois stations étudiées, Al-Hoceima, Oujda et Errachidia .

En août, l'anticyclone subtropical est présent sous nos latitudes. La circulation sans vigueur est très fréquente, elle est marquée par l'isohypse 592 dam qui passe parfois sous l'Ibérie. Au sol, la situation de transition est largement présente. Notre région se trouve entre la dorsale de l'anticyclone des Açores situé au nord et la dépression saharienne. Les flux responsables des températures élevées viennent des secteurs NE, E et SE.

## ***CONCLUSION GENERALE***

Notre ambition dans cette recherche était de dégager les caractères thermiques du climat de l'Est du Maroc, sans évoquer les méthodes de recherches en climatologie puisqu'elles sont exposées et débattues dans beaucoup de travaux.

L'étude dénote que la région est dotée d'un réseau de stations thermiques peu dense. Il y a un manque de stations d'altitude et l'espace entre deux stations n'est pas constant. Les observations n'y sont faites que depuis peu de temps, si bien que les séries ne sont pas synchrones et présentent des lacunes. L'élaboration d'une base de données fiable, a nécessité l'élimination des stations où les lacunes sont trop nombreuses (Taourirt, Garet) et le comblement des valeurs manquantes des stations que nous avons conservées. Le recours à des tests de contrôle statistique a permis de déceler une hétérogénéité faible et inévitable dans les données des stations climatiques. La qualité des données se manifeste dans les résultats de ces stations. Le nombre des stations utilisables est limité pour la description, l'essai d'interprétation et d'explication du climat thermique de cette région.

La corrélation non linéaire entre les valeurs annuelles et l'altitude, l'hétérogénéité du terrain et le nombre limité des stations dont la série de données est courte, rendent la tâche difficile pour présenter une carte thermique précise et détaillée et établir un modèle du gradient thermique. L'installation de stations en altitude peut répondre à certaines interrogations, mais l'absence de données des radiosondages risque d'entraver une telle étude.

Le régime thermique annuel, illustré par des stations étalons de différentes régions géographiques, annonce une diversité thermique. Les propriétés méditerranéennes, continentales et la situation latitudinale pèsent sur le profil thermique de ces stations.

Il est difficile de découper la région en sous-régions homogènes d'un point de vue thermique, en s'appuyant sur l'analyse en composantes principales portée sur des valeurs annuelles et mensuelles. Il nous a fallu regrouper les stations selon les unités naturelles de la région. L'esquisse thermique que nous présentons au début ne constitue qu'une hypothèse de départ.

La variabilité structurelle à grande échelle de temps ne dégage pas de régionalisation des stations. C'est à l'échelle quotidienne que se dessine un véritable découpage des stations qui confirme notre hypothèse de départ. L'étude fréquentielle des températures quotidiennes confirme le découpage saisonnier adopté. Elle dégage en plus, une différence spatiale d'une grande

importance concernant les maxima du mois de mai qui ont tendance à rejoindre ceux des mois d'été dans les stations de l'intérieur. Cette tendance est évidente dans les stations de la bordure du Sahara. Les mois chauds dans le Nord sont août, juillet, septembre et juin; tandis que dans le Sud ce sont les mois de juillet, août, juin et septembre. Ce sont précisément les saisons intermédiaires et l'hiver qui enregistrent la variabilité structurelle la plus importante et la plus significative. Il s'avère que les maxima déterminent la variabilité des moyennes qui est accentuée dans les stations secondaires. Cette variabilité augmente du Nord vers le Sud où convergent les influences sahariennes, la latitude et l'altitude. L'évolution horaire des températures est un autre critère illustrant la différenciation stationnelle.

Les résultats de la variabilité temporelle suggèrent de modifier les groupes stationnels des plaines des Triffa et de Oujda-Driouch. Dans ce cas, la station de Berkane est insérée dans le groupe de Oujda-Driouch et la station de Nador rejoint les stations de Slimania et Boughriba. Les faibles valeurs que présente le coeur de l'été est un signe de la stabilité des températures. Le trait commun entre l'ensemble des stations est qu'elles affichent les mêmes années où la variabilité est forte (1973, 1984) et les mêmes années où elle faible (1977, 1987). Les mêmes constatations concernant la variabilité structurelle s'appliquent à la variabilité temporelle. La variabilité prononcée dans l'espace et dans le temps n'est pas liée uniquement à des facteurs géographiques, mais aussi à la qualité des mesures.

Le coefficient  $\rho$  (rho) de Spearman fait apparaître une élévation des températures qui se manifeste à partir de 1982. Ce réchauffement, sensible au mois de septembre est surtout lié aux minima. Envisagé sur la période 1961-1988, il n'est pas significatif d'une tendance. Ce sujet peut faire l'objet d'une recherche ultérieure très détaillée.

L'analyse en composantes principales portant sur les températures quotidiennes aux différentes échelles, exprime un effet d'ensemble. Les températures varient le plus souvent dans le même sens par rapport à la moyenne de chaque station, notamment en automne et au printemps, d'une manière modérée en hiver et moindre en été. Ainsi, la deuxième composante avant rotation oppose deux ensembles spatiaux, le Nord et le Sud, séparés par une zone intermédiaire. Ce contraste est expliqué par la dualité influences maritimes / continentales. Le comportement aberrant de certaines stations qui se manifeste à partir de la troisième et de la quatrième composante est probablement dû à des facteurs locaux et éventuellement à l'intervention de l'observateur. La rotation des axes n'a rien apporté de nouveau à ce nous avons déjà constaté.

L'interprétation de quelques jours typiques, obtenus à partir de l' A.C.P., montre de quelle manière une situation météorologique donnée influence les températures; elle montre aussi que les situations synoptiques durant les quatre saisons sont différentes:

En hiver, les situations météorologiques sont assez diversifiées. La région et le Maroc en général sont influencés en altitude (500 hPa) par les masses d'air venant de l'Islande et de l'Europe. Ceci est dû la descente de système de pression subtropical vers des latitudes méridionales. Au sol, l'anticyclone atlantique est situé au sud des Açores. La région se trouve parfois dans une situation intermédiaire entre la dépression de la Méditerranée et l'anticyclone atlantique. Les centres d'action qui intéressent la région se trouvent sur l'Europe et l'Ibérie . Le temps présente une évolution très rapide. L'origine et la trajectoire des masses d'air ainsi que le rayonnement solaire marquent le caractère thermique de cette saison.

Le coeur de l'été se caractérise par une monotonie de la circulation atmosphérique. L'anticyclone subtropical remonte vers notre région en atteignant la péninsule ibérique. La situation s'inverse au sol, le Maroc est en contact avec la dépression thermique saharienne quasi permanente qui s'étend parfois jusqu'à l'Ibérie. L'anticyclone atlantique est centré sur les Açores et se prolonge par une faible dorsale sur le Maroc, le Maghreb et l'Europe. Le flux établi sur la région est souvent faible. Le temps en cette saison est souvent clair et l'ensoleillement est maximum. Les températures sont généralement conditionnées par la position de l'anticyclone atlantique, sa dorsale, la dépression thermique saharienne et le talweg qui la prolonge.

A l'opposé de la netteté de la circulation atmosphérique de l'hiver et de l'été, les saisons intermédiaires témoignent d'une diversité de situations synoptiques et d'une alternance des masses d'air. Ceci explique la forte variabilité des températures durant ces saisons.

Le mois de janvier se caractérise par l'absence de l'anticyclone subtropical. La circulation méridienne est nettement dominante. Le courant jet est rapide et la région se trouve souvent en marge de différentes vallées associées à des gouttes froides centrées sur l'Europe. Au sol, les situations anticycloniques localisées sur la région et le nord du Maroc, sont responsables des changements brusques des températures. Les situations dépressionnaires ne sont pas négligeables et entraînent souvent un temps perturbé et instable. Selon le tracé des isobares, les directions des vents suivent celles des flux d'air. Ce sont les flux des secteurs N, NW et NE qui dominent durant le mois de janvier. Certes, il existe une différence entre les trois stations représentant le littoral, l'intérieur et la bordure du Sahara.

En août, l'anticyclone subtropical surmonte l'Afrique du nord, l'Ibérie et la Méditerranée. La circulation sans vigueur vient en première position. Cette situation se traduit en surface par la dorsale de l'anticyclone atlantique situé au nord des Açores. La région se situe fréquemment entre les isobares 1010, 1015 hPa qui passent parfois sur l'Ibérie et 1015, 1020 hPa. Les flux responsables des températures élevées viennent des secteurs NE, E et SE.

Le rôle de la circulation atmosphérique apparaît très limité dans la variabilité structurelle, mais très déterminant dans la variabilité temporelle. L'environnement local, la proximité de la mer, les influences continentales, le rayonnement solaire et l'état du ciel, sont des facteurs importants dans l'explication des fluctuations des températures quotidiennes.

L'Est du Maroc présente des sous-régions lorsqu'il s'agit de la variabilité des températures quotidiennes. En revanche, il forme une unité thermique si on considère l'évolution globale des températures.

Par cette recherche, nous espérons avoir participé à une connaissance de la géographie des températures dans cette partie du Maroc. Nous pensons qu'elle peut constituer une introduction à des recherches très approfondies à grande échelle. Notre souhait est que les responsables marocains équipent et installent de nouvelles stations pour étudier d'autres paramètres et mieux connaître le potentiel éolien et solaire pour développer l'énergie.

**LISTE DES TABLEAUX****Chapitre I**

Tabl. 1 - Présentation géographique des stations	14
Tabl. 2 - Présentation de données des températures quotidiennes	16
Tabl. 3 - Nombre de mois de corrélation significative entre les températures mensuelles des stations prises deux à deux au seuil de 0.05	19
Tabl. 4.a - Estimation des températures minimales de septembre: année 1983	21
Tabl. 4.b - Estimation des températures maximales de septembre: année 1983	21
Tabl. 5 - Test d'homogénéité de Conrad pour la période 1976-1988 moyennes quotidiennes Mélilia / Nador	23
Tabl. 6.a - Test d'homogénéité de Conrad pour l'année 1982 moyennes quotidiennes Oujda / Berkane	25
Tabl. 6.b - Test d'homogénéité de Conrad pour l'année 1983 moyennes quotidiennes Oujda / Berkane	25
Tabl. 6.c - Test d'homogénéité de Conrad pour l'année 1982 moyennes quotidiennes Oujda / Slimania	26
Tabl. 6.d - Test d'homogénéité de Conrad pour l'année 1983 moyennes quotidiennes Oujda / Slimania	26

**Chapitre II**

Tabl. 7 - Ecart moyen en °C entre les températures moyennes de deux mois consécutifs 1975-1988	34
--	----

**Chapitre III**

Tabl. 8 - Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe littoral	44
Tabl. 9.a - Moyennes et médianes des températures mensuelles groupe littoral	46
Tabl. 9.b - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles groupe littoral	47
Tabl. 10.a - Moyennes et médianes des températures quotidiennes groupe littoral	49
Tabl. 10.b - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes groupe littoral	50
Tabl. 11 - Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe des plaines des Triffa	52
Tabl. 12.a - Moyennes et médianes des températures mensuelles groupe des plaines des Triffa	53

Tabl. 12.b - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles groupe des plaines des Triffa	54
Tabl. 13.a - Moyennes et médianes des températures quotidiennes groupe des plaines des Triffa	56
Tabl. 13.b - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes groupe des plaines des Triffa	57
Tabl. 14 - Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe d'Oujda-Driouch	60
Tabl. 15.a - Moyennes et médianes des températures mensuelles groupe d'Oujda-Driouch	61
Tabl. 15.b - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles groupe d'Oujda-Driouch	62
Tabl. 16.a - Moyennes et médianes des températures quotidiennes groupe d'Oujda-Driouch	64
Tabl. 16.b - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes groupe d'Oujda-Driouch	65
Tabl. 17 - Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe du couloir Taza-Guercif	68
Tabl. 18.a - Moyennes et médianes des températures mensuelles groupe du couloir Taza-Guercif	69
Tabl. 18.b - Indicateurs de la variabilité des températures: mensuelles groupe du couloir Taza-Guercif	70
Tabl. 19.a - Moyennes et médianes des températures quotidiennes groupe du couloir Taza-Guercif	72
Tabl. 19.b - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes groupe du couloir Taza-Guercif	72
Tabl. 20 - Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe de la Haute Moulouya	76
Tabl. 21.a - Moyennes et médianes des températures mensuelles groupe de la Haute Moulouya	77
Tabl. 21.b - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles groupe de la Haute Moulouya	78
Tabl. 22.a - Moyennes et médianes des températures quotidiennes groupe de la Haute Moulouya	80
Tabl. 22.b - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes groupe de la Haute Moulouya	81
Tabl. 23 - Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe des Hauts plateaux	83
Tabl. 24.a - Moyennes et médianes des températures mensuelles groupe des Hauts plateaux	84
Tabl. 24.b - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles groupe des Hauts plateaux	85
Tabl. 25.a - Moyennes et médianes des températures quotidiennes groupe des Hauts plateaux	87
Tabl. 25.b - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes groupe des Hauts plateaux	88
Tabl. 26 - Moyennes, valeurs extrêmes et écart-types des températures annuelles groupe du Sud	90
Tabl. 27.a - Moyennes et médianes des températures mensuelles groupe du Sud	91
Tabl. 27.b - Indicateurs de la variabilité des températures mensuelles groupe du Sud	92

Tabl. 28.a - Moyennes et médianes des températures quotidiennes groupe du Sud	94
Tabl. 28.b - Indicateurs de la variabilité des températures quotidiennes groupe du sud	95

#### Chapitre IV

Tabl. 29 - Variabilité temporelle des moyennes annuelles	106
Tabl. 30.a - Variabilité temporelle des moyennes annuelles minimales	109
Tabl. 30.b. - Variabilité temporelle des moyennes annuelles maximales	110
Tabl. 31.- Variabilité temporelle des moyennes mensuelles	113
Tabl. 32.a.- Variabilité temporelle des moyennes mensuelles minimales	115
Tabl. 32.b.- Variabilité temporelle des moyennes mensuelles maximales	115
Tabl. 33. - Variabilité temporelle des moyennes quotidiennes	117
Tabl. 34.a - Variabilité temporelle des minima quotidiens	120
Tabl. 34.b - Variabilité temporelle des maxima quotidiens	120
Tabl. 35. - Le coefficient (rhô) de Spearman	123

#### Chapitre V

Tabl. 36 - La variance expliquée avant et après rotation températures quotidiennes	135
Tabl. 37.- Les moyennes des températures quotidiennes 1984-1988	140
Tabl. 38.- Explication de types de circulations en altitude et de situations au sol	204
Tabl. 39. a.- Les types de circulations en altitude: janvier 1986-1988	206
Tabl. 39. b.- Les types de situations en surface: janvier 1986-1988	208
Tabl. 40. a - Rapport entre directions des flux au sol et températures à Al-Hoceima et Oujda durant les mois janvier 1986-1988 à 00 TU	210
Tabl. 40. b - Rapport entre directions des flux au sol et températures à Errachidia durant les mois janvier 1986-1988 à 00 TU	211
Tabl. 41. a.- Les types de circulation en altitude: août 1986-1988	213
Tabl. 41. b. - Les types de situations en surface: août 1986-1988	214
Tabl. 42. a - Rapport entre direction des flux au sol et températures à Al-Hoceima et Oujda durant les mois août 1986-1988 à 00 TU	216
Tabl. 42. b - Rapport entre directions des flux au sol et températures à Errachidia durant les mois août 1986-1988 à 00 TU	217

**LISTE DES FIGURES****Introduction générale**

Fig. 1 - Croquis de localisation 2

**Chapitre I**

Fig. 2 - Réseaux des stations météorologiques 11

**Chapitre II**

Fig. 3.a - Le régime annuel des températures moyennes, 1975-1988 31

Fig. 3.b - Le régime annuel des températures minimales, 1975-1988 31

Fig. 3.c - Le régime annuel des températures maximales, 1975-1988 31

Fig. 4.a - Corrélation des moyennes annuelles avec l'altitude, 1981-1988 33

Fig. 4.b - Corrélation des minima annuels avec l'altitude, 1981-1988 33

Fig. 4.c - Corrélation des maxima annuels avec l'altitude, 1981-1988 33

Fig. 5 - L'écart thermique intermensuel des températures mensuelles, 1975-1988 36

Fig. 6 - Le découpage saisonnier en fonction des écarts intermensuels  
des températures moyennes mensuelles 38

**Chapitre III**

Fig. 7.a - Evolution de la température horaire moyenne: janvier 1988 98

Fig. 7.b - Evolution de la température horaire moyenne: août 1988 98

Fig. 8.a - Evolution des températures annuelles moyennes 100

Fig. 8.b - Evolution des températures minimales annuelles 100

Fig. 8.c - Evolution des températures maximales annuelles 100

**Chapitre IV**

Fig. 9 - Tendence des températures mensuelles: mois de septembre à Midelt 125

**Chapitre V**

Fig. 10 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en  
surface (00 TU) le 15.01.87 142

Fig. 11 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en  
surface (00 TU) le 18.01.87 142

Fig. 12 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en  
surface (00 TU) le 20.01.87 144

Fig. 13 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en  
surface (00 TU) le 1.07.88 146

Fig. 14 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en  
surface (00 TU) le 2.07.88 146

Fig. 15 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 5.07.88	147
Fig. 16 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 6.07.88	147
Fig. 17 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le .03.88	149
Fig. 18 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 6.03.88	149
Fig. 19 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 7.03.88	150
Fig. 20 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 8.03.88	150
Fig. 21 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 25.11.87	152
Fig. 22 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 26.11.87	152
Fig. 23 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 28.11.87	153
Fig. 24 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 29.11.87	153
Fig. 25 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 22.02.86	155
Fig. 26 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 23.02.86	155
Fig. 27 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 24.02.86	156
Fig. 28 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 26.02.86	156
Fig. 29 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 27.02.86	157
Fig. 30 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 28.02.86	157
Fig. 31 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 28.02.87	158
Fig. 32 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 2.08.88	160
Fig. 33 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 5.08.88	160
Fig. 33. c. - Régime d'Est type Chegui	162
Fig. 34 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 13.04.88	165
Fig. 35 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 14.04.88	165
Fig. 36 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 17.04.88	166
Fig. 37 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 20.04.88	166
Fig. 38 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 1.10.87	169
Fig. 39 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 3.10.87	169
Fig. 40 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 14.01.88	172

Fig. 41 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 16.01.88	172
Fig. 42 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 26.08.87	175
Fig. 43 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 29.08.87	175
Fig. 44 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 18.03.88	178
Fig. 45 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 20.03.88	178
Fig. 46 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 3.11.87	180
Fig. 47 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 5.11.87	180
Fig. 48 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 7.11.87	181
Fig. 49 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 9.11.87	181
Fig. 50 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 25.02.88	183
Fig. 51 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 27.02.88	183
Fig. 52 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 12.03.87	185
Fig. 53 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 14.03.87	185
Fig. 54 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 5.11.86	187
Fig. 55 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 7.11.86	187
Fig. 56 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 31.0.1.86	189
Fig. 57 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 2.02.86	189
Fig. 58 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 2.07.87	191
Fig. 59 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 4.07.87	191
Fig. 60 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 5.08.87	193
Fig. 61 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 10.08.87	193
Fig. 62 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 11.01.86	195
Fig. 63 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 19.02.88	195
Fig. 64 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 23.02.87	197
Fig. 65 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 15.02.86	197
Fig. 66 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 21.01.86	199
Fig. 67 . - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 27.02.87	199

Fig. 68. - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 4.07.87	200
Fig. 69. - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 22.08.87	200
Fig. 70. - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 11.07.88	202
Fig. 71. - Situation atmosphérique en altitude (12 TU) et en surface (00 TU) le 9.08.87	202

***DOCUMENTS METEOROLOGIQUES ET CARTOGRAPHIQUES*****METEOROLOGIQUES**

Bulletin quotidien de renseignements météorologiques - Maroc (B.Q.R.M)

Bulletin Météorologique Européen (B.M.E)

Tableau climatique mensuel (T.C.M)

Compte rendu quotidien (C.R.Q)

**CARTOGRAPHIQUES**

Carte topographique	Al-Hoceima	1 / 50 000
Carte topographique	Mélilia	1 / 50 000
Carte topographique	Nador	1 / 50 000
Carte topographique	M-Safsaf	1 / 50 000
Carte topographique	Berkane	1 / 50 000
Carte topographique	les Triffa	1 / 50 000
Carte topographique	Jerada	1 / 50 000
Carte topographique	Errachidia	1 / 50 000
Carte topographique	Taza	1 / 100 000
Carte topographique	Midelt	1 / 100 000
Carte topographique	Oujda	1 / 100 000
Carte topographique	Bouarfa	1 / 100 000
Feuille de	Oujda	1 / 500 000
Maroc forestier		1 / 2 000 000
Atlas des ressources naturelles	1984	
Planche 9	Etages bioclimatiques	
Planche 7	Températures extrêmes	

**BIBLIOGRAPHIE**

- ADOUK N.**, (1988) - Contribution à l'étude du bilan hydrique dans les plaines des Triffa 1964-1988, Maroc Oriental - Mémoire de D.E.A.
- ARLERY R., GRISOLLET H., et GUILMET B.**, (1973) - Climatologie, méthodes et pratiques - Edit. Gauthier-Villars, 2<sup>ème</sup> série Paris.
- ARSENI-PAPADIMITRIOU A.**, (1989) - Analyse des corrélations entre les températures annuelles et saisonnières et celles des années exceptionnelles dans le bassin méditerranéen - *Publ.Assoc.Interna.de climatologie, Vol 2*. pp.219-225
- AUDURIER-CROS A., IZARD J.L.**, (1980) - Types de temps en climat Méditerranéen français et conception architecturale bioclimatique - *Méditerranée, n°4, VI série*. pp.67-79.
- BAJOLLE R.**, (1974) - Evolution des températures au petit Luberon en 1970.71 et 71.72 - *Méditerranée, n°4*. pp.55-67.
- BARATHON J.J.**, (1987) - Les vents et leurs régimes dans les bassins du Rif oriental: l'exemple de la station météorologique de Nador-Taouima - Le climat, la montagne, l'homme.- *Mélange géographiques offerts à P.Estienne. Etude géographique*. Clermont-Ferrand. pp.17-23.
- BECKER F.**, (1992) - Peut-on mesurer la température terrestre ? - " Les mesures satellitaires" *La Recherche, n° 243*. pp.587-590.
- BELHOUI A.**, (1987) - Le temps à Casablanca dans le contexte de la circulation atmosphérique générale - *Colloque n°4 ; Faculté des lettres Casablanca*. pp 49-57.
- BELLICHI A.**, (1983) - Les climats thermiques du Maroc occidental - Thèse de 3ème cycle. Université d'Aix Marseille II, Institut de Géographie Aix-en-Provence. 219 p, 53 fig.
- BIDAULT G.**, (1953) - Notes sur les climats du Maroc oriental - *Maroc.médical, n° 342*. pp.1135-1145.
- BOUSLAM M.**, (1989) - Recherches sur les ambiances climatiques dans une région méditerranéenne, la Basse Moulouya (Maroc) - Thèse de doctorat de 3ème cycle Université de Toulouse le Mirail. Institut de Géographie.416 pp.19 annexes.
- BOUSNINA A.**, (1988) - Contribution à l'étude des variations et de la variabilité des températures moyennes à Tunis 1888-1987 - *Méditerranée, n° 2*. pp.68-77.
- CALVET C.**, (1979) - Interprétation hydrique de la notion d'étage de végétation selon L.Emberger: Application au Maroc - *Bull.Ass.Géog.Fra, n° 464*. pp.331-339.
- CALVET C.**, (1988) - Le risque calculé en climatologie - *Acte de colloque d'Aix-en-Provence*. pp.193-195.
- CARREGA P., DAUPHINE A.**, (1984) - Les températures décadales à Lisbonne et Marseille études de longues séries - *Rev de Géog.de L'Est, n° 1*. pp.65-78.
- CERON J.P., DESROZIERS M., et PERARNAUD J.**, (1987 a) - Les régions thermiques en France - *La Météorologie, n° 18, VII série*. pp.9-16.
- CERON J.P., DESROZIERS M., et PERARNAUD J.**, (1987 b) - Les saisons thermiques en France - *La Météorologie, n° 18, VII série*. pp.17-24.
- CHOISNEL E.**, (1984) - Notion d'échelle en climatologie - *La Météorologie, n° 4, VII série*. pp.44-52.
- CLAVAL P.**, (1972) - Les températures et les pluies en Franche-Comté - *Rev de Géog.de L'Est, n° 2-3*. pp.297-304.

- DAHMANI M.**, (1986) - Interprétation des relevés pluvio-thermiques de la plaine des Triffa et flanc nord des Béni-Snassen orientaux - *Actes de colloque, Faculté des lettres Oujda*, du 13 au 15 mars. pp 51-78.
- DAIBOUN T.**, (1985/1986) - Recherches sur les bilans de l'eau: Climatologie et Agroclimatologie dans les plaines du couloir de Taza-Oujda (Maroc).- Thèse de doctorat de 3ème cycle 3 Tome. Paris IV.
- DAUPHINE A.**, (1973) - L'analyse factorielle: ses contraintes mathématiques et ses limites en Géographie - *Esp.Géog*, n° 1, pp.74-80.
- DAUPHINE A.**, (1980) - Démarches et mathématiques en climatologie - *Bull.Assoc.Géog.Fra*, n° 468. pp.139-144
- DELANNOY H.**, (1971) - Aspects du climat de Marrakech et sa région - *Rev.Géog.du Maroc*, n° 20. pp.69-125.
- DELANNOY H.**, (1980) - Remarques sur les brouillards d'été dans Quelques stations côtières du Maroc Atlantique - *Méditerranée*, n° 4, VI série. pp. 37-48.
- DELANNOY H.**, (1981) - Quelques réflexions à propos de l'analyse factorielle des correspondances des précipitations mensuelles de stations côtières marocaines - *Mélange: Eaux et climats*. pp.165-177.
- DELANNOY H.**, et **LECOMPTE M.**, (1975) - Méthode d'étude des régimes thermiques en liaison avec les situations météorologiques dans le Moyen Atlas - *Bull.Ass.Géog.Fra*, n° 422-423. pp.83-94.
- DELANNOY H.**, **LECOMPTE M.**, et **ROMANE F.**, (1979) - Géographie des températures quotidiennes dans le Moyen Atlas et ses bordures. analyse multivariée et situations atmosphériques - *Esp.Géog*, n° 1. pp.25-41.
- DE SAINTIGNON M.F.**, (1976) - Décroissance des températures en montagnes de latitude moyenne: exemple des alpes françaises du nord - *Rev Géog.Alpine*, Tome LXIV, n° 1. pp.483-494.
- DETTWILLER J.**, (1981) - Les températures annuelles à Paris durant les 300 dernières années - *La Météorologie*, n° 25, VI série. pp.103-109.
- DIRECTION DE LA METEOROLOGIE NATIONALE** (1990) - Classification des types de temps au Maroc - Casablanca. 10 p.
- DORIZE L.**, (1979) - Les mécanismes climatiques et oscillations actuelles du climat sur la bordure méditerranéenne du Sahara - *Bull.Ass.Géog.Fran*, n° 462. pp.193-203.
- DOUGUEDROIT A.**, (1980) - L'évolution des hypothèses de recherches et des méthodes quantitatives: exemple du gradient thermique en altitude - *Bull.Ass.Géog.Fra*, n° 468. pp.145-150.
- DOUGUEDROIT A.**, **DE SAINTIGNON M.F.**, (1974) - A propos des Alpes françaises du sud un nouveau mode de représentation des températures moyennes en montagne, l'orothemo-gramme - *Rev.Géog.Alpine*, n° 62. pp.205-217.
- DOUGUEDROIT A.**, **DE SAINTIGNON M.F.**, (1981) - Décroissance des températures mensuelles et annuelles avec l'altitude dans les alpes du sud et Provence (séries 1959-1978) - *Mélange: Eaux et climats*. pp.179-194.
- DOUGUEDROIT A.**, **DE SAINTIGNON M.F.** (1984) - Les gradients de température et de précipitation en montagnes - *Rev.Géog.Alpine*, Tome LXXII, n° 2-3. pp.225-240.
- DURAND-DASTES F.**, (1979 a) - La notion de système et la circulation atmosphérique- *Bull.Assoc.Géog.Fra*, n° 465. pp.391-398.
- DURAND-DASTES F.**, (1979 b) - Ordres de grandeur des systèmes de circulation atmosphérique et explication des climats: l'exemple de l'Inde - *Esp.Géog*, n° 1. pp.15-23
- EL BAYE A.**, (1990) - Recherches sur l'ambiance climatique dans le couloir d'Oujda-Taourirt (Maroc) - Thèse de doctorat. Université de Toulouse le Mirail, Institut de géographie. 488 p.331 fig pho,tab.30 annexes.

- ERPICUM M.**, (1980) - Les contrastes thermiques nocturnes entre vallée et plateau, esquisse de leur modélisation à partir de facteurs climatiques locaux et régionaux mesurés en haute Belgique - *Rech.Géog.Strasbourg*, n° 13-14. pp.107-113.
- ERPICUM M., ALEXANDRE J.**, (1988) - Caractérisation des types de temps ou ambiances climatiques à l'échelle locale ou régionale: proposition d'une méthode de travail - *Actes de colloque d'Aix-en-Provence*, 8-10 juin. Publ.Asso.Internat.de climatologie.
- ESCOURROU G.**, (1978) - Climatologie pratique - Paris, Masson, 172 p.
- ESCOURROU G.**, (1981) - Climat et environnement: les facteurs locaux du climat - Paris, Masson 182 p.
- ESCOURROU G.**, (1982) - Quelques particularité des brises marines - *Norais*.n° 116. pp.557-583.
- ESCOURROU G.**, (1986) - Climatologie appliquée et mesures des températures - *Physio.Géo*, n° 16. pp.3-9. 3 fig
- ESTIENNE P., GODARD A.**, (1970) - Climatologie - Edit.Armand Colin.365 p.
- GARNIER R.**, (1979) - Anomalies climatiques et circulation générale- La *Météorologie*, n° 18, VI série. pp.157-164.
- GROUPE CHADULE.**, (1987) - Initiation aux pratiques statistiques en géographie - Edit.Masson,2 édit. 189 p
- GORDAN A.H., et WELLS N.C.**, (1976) - Changes in température from month to month for central england for a quintile distribution - *Journ.of.appl.météo*,vol 15 sept. pp.928-932.
- HAZOUÏ A.**, (1988) - Caractéristiques solaires du climat du Maroc - Thèse de doctorat, Université d'Aix-Marseille II Aix-en-Provence. 160 p.
- HENIA L.**, (1988) - Contribution à l'étude de la variation spatiale et interannuelle de la températures en Tunisie - *Méditerranée*, n° 4. pp.15-23
- HERVADA C., SERRA C., PERIAGO A.C., et FERNANDEZ MILLS C.**,(1990) - La régionalisation thermique à partir de deux méthodes de classement - *Météo*, n° 35, VII série. pp.7-16.
- HUFTY A.**, (1968) - Les climats thermiques du Québec méridional - *Cah.de Géog.de Québec*, Avril. pp.25-47.
- HUFTY A.**, (1971) - Les types de temps dans le Québec méridional méthode pédagogique de description des climats - *Cah de Géog.de Québec*, n° 34. pp.29-52.
- HUFTY A.**, (1972) - Les types de temps synoptiques en Belgique - *Bull.Asso.Belg.d'étude Géographique*. n° 2. pp.201-231.
- HUFTY A.**, (1973) - Les types de temps synoptiques en Belgique - *Bull.Asso.Belg.d'étude Géographique*. n° 1. pp.125-172.
- HUFTY A.**, (1975) - Gradients verticaux de température et combinaisons des éléments du temps - *Annal.de géog*, n° 465. pp.526-542.
- HUFTY A.**, (1976) - Introduction à la climatologie - Paris. 264 p.
- HUFTY A.**, (1976) - Situations synoptiques et analyse multivariée des temps à Québec - *Cah.de Géog.de Québec*, Vol 20,n° 49. pp.69-92.
- HUFTY A.**, (1981) - Les types de temps à Alger: analyse multivariée - *La Météorologie*, n° 26, VI série. pp.93-100.
- HUFTY A.**, (1981) - Propos sur la climatologie - *Annal.de Géog*, n° 500. pp.428-443.
- HUFTY A.**, (1982) - Analyse en composantes principales des situations synoptiques au Québec - *Géog phys et quater*,n° 3. pp.307-314.
- HUFTY A.**, (1987) - Circulation atmosphériques journalières au Québec (juin 1969 - mai 1970) - *Géog phys et quater*,Vol XLI,n° 3. pp.387-396.
- HUFTY A.**, (1988) - Climatologie et géographie - *Cah.de Géog.de Québec*, Vol 32, n° 85. pp.67- 72.
- ISNARD H.**, (1958) - La répartition saisonnière des pluies au Maroc - *Rev.Géog. Maroc*, série 27, n° 359. pp. 39-42.
- ISNARD H.**, (1984) - Le Maghreb - 4 ème édition. Paris P.U.F coll Magellan. 274 p.

- JAHID M.**, (1992) - Climat et bilan de l'eau: étude des bilans agroclimatiques et de leurs conséquences sur les céréales d'automne dans le nord-est du Maroc - Thèse d'université de Paris X Nanterre, 3 tomes, 1006 p; 477 fig., 721 tabl.
- JAIL M.**, (1966) - Recherches sur les variations thermiques le long d'un adret - *Rev.Géog. Apline*, n° 2. pp.233-253.
- JAIL M.**, (1966) - Températures et types de temps le long d'un adret - *Rev.Géog.Alpine,Tome LIV*, n° 3. pp.443-456.
- JOLY D.**, (1987) - Le paysage climatique pour une formation systématique du climat - *Bull.Asso.de Géog.Fra*, n° 2. pp.175-184.
- JONES P.D.**, (1988) - Hemispheric surface air temperature variations: recent trends and an update to 1987 - *Journ.of climate*, vol 1, n° 6. pp.654-660.
- JONES P.D.**, (1990) - Le climat des milles dernières années - *La recherche*, n° 219. pp.304-312.
- KERGOMARD C.D.**, (1982) - Recherches sur les climats océaniques du secteur arctique européen: températures, circulation atmosphérique et glaces maritimes - Thèse de 3<sup>ème</sup> cycle. Lille I, 2 Tome.
- KHALIL S.**, (1986) - Contribution à l'étude des climats côtiers locaux du Maroc Atlantique, entre Casablanca et Agadir - Thèse de doctorat 3<sup>ème</sup> cycle; Paris IV, 2 Tome.
- LAMBERT G.**, (1992) - Les gaz a effet de serre - *La recherche*, n°243,mai, vol 23. pp.550-556
- LAOUINA A.**, (1987) - Le Maroc nord-oriental. reliefs modelés et dynamique du calcaire - Thèse d'Etat. Paris I. 542 p.
- LECOMTE M.**, (1986) - Biogéographie de la montagne marocaine: le Moyen Atlas - Edit.CNRS. 202 p.
- LECOMPTE M.**, (1988) - La phytoclimatologie dynamique: une approche différente de la nature du climat - *Esp Géog*, n°2. pp 109-121.
- LECOMPTE M.**, (1989) - La question des limites climatiques à travers la climatologie et la phytoclimatologie dynamiques - *La Météorologie*, n°29, VII série. pp 3-8.
- LE GOFF Y.**, (1985) - Evolution contemporaine de la température au Maroc 1936-1980 - *La Météorologie*, n° 6, VII série. pp 37-45.
- LITYNSKI J.K.**, (1970) - Classification numérique des types de circulation et types de temps en Pologne - *Cah.de géog.de Québec*, n° 14. pp.329-338.
- MAHERAS P.**, (1984) - Situations synoptiques et types temps journaliers à Thessalonique - *Rev. Annal.Géog*, n° 520 XCIII année. pp.649-665.
- MAHERAS P.**, (1988) - Les types de temps synoptiques au-dessus de la Méditerranée orientale - *Méditerranée*, n° 4. pp.35-42.
- MARCHAND B.**, (1972) - L'usage des statistiques en géographie - *Esp Géog*, n° 1. pp.79-100.
- MARCHAND B.**, et **OZMAN A.**, (1981) - Les méthodes mathématiques de classification en géographie - *Esp Géog*, n° 2. pp 79-100.
- MARTIN S.**, **DE SAINTIGNON M.F.**, (1974) - Application de l'analyse factorielle en composantes principales à l'étude de la variabilité régionale et interannuelle des précipitations Ardéchoises - *Rev.Géog.Lyon*, n° 1, vol 49. pp.47-92.
- MICHALET R.**, (1991) - Nouvelle synthèse bioclimatique des milieux méditerranéens. Application au Maroc septentrional - *Rev. Ecol. Alp*, tome I, pp. 60-80
- MILLOT C.**, (1989) - La circulation en Méditerranée occidentale: aperçu de nos connaissances et projets d'études - *Annal.Géog*, n° 549, XCVIII année. pp.497-515.
- MONTEIRO DE SOUSA.ANA M.R.**, (1988) - La régionalisation climatique portugaise par une analyse factorielle essai méthodologique - *Actes du colloque Aix-en-Provence*, 8-10 juin. Publ.Asso.Interna. de climatologie.

- MOUNIER J.**, (1977) - Le type de temps un choix pour le géographe: climatologie synoptique ou climatologie compréhensive - Cah de centre de rech de climat, n° 7. *Act des journ.natio.de climato.* pp.99-117. Dijon
- MOUNIER J.**, (1979) - Les climats océaniques des régions atlantiques de l'Espagne et du Portugal - Thèse d'Etat,Lille III, 2 tome,1221 p,1 Atlas 246 p et index,14 cartes, h Texte.
- NOIN D.**, (1953) - Types de temps d'été au Maroc - *Annal.Géog*, n° 389, pp.1-12.
- OFFICE NATIONAL D'IRRIGATION** (1964) - Aménagement de la basse Moulouya-
- PARKER D.E., FOLLAND C.K.**, (1992) - Peut-on mesurer la températures terrestre ? " Les mesures traditionnelles " - *La Recherche*, n° 243. pp. 584-587.
- PAUL P.**, (1980) - Topoclimats thermiques dans le vallon du Ringelbach - *Rech.Géog.à Strasbourg*, n° 13-14. pp.77-84.
- PEDELABORDE P.**, (1957) - Le climat du Bassin parisien - Essai d'une méthode rationnelle de climatologie physique. Edit.Génin, Paris 539 p.2 vol, texte et atlas.
- PEDELABORDE P.**, (1959) - Circulation atmosphérique sur les Pyrénées françaises - 57 p.
- PEDELABORDE P., et DELANNOY H.**, (1958) - Recherches sur les types de temps et le mécanisme des pluies en Algérie - *Annal.Géog*, n° 361. pp.216-244.
- PEGUY CH.**, (1970) - Précis de climatologie - Paris, Masson. 468 p.
- PEGUY CH.**, (1979) - Ordre et désordre des climats - *Esp.Géog*, n° 1. pp.5-14.
- PEGUY CH.**, (1978) - Un outil sémiologique au service des climatologues, les calendriers de probabilités - *Cah.Géog.de Besançon*, n° 18. pp.137-149.
- PEGUY CH.**, (1971) - Une nouvelle expression graphique de la variabilité interannuelles des climats: les calendriers de probabilités - *Bull.Asso.Fra*, n° 431. pp.5-16.
- PETIT-RENAUD G.**, (1986) - L'analyse des séries chronologiques en climatologie problèmes et méthodes - *Brouillons Dupont*, n° 14. pp. 26-40.
- PETIT-RENAUD G.**, (1990) - L'évolution récente du climat en France - *Rev.Géog.de Lyon*, n° 2, vol 65. pp.138-144.
- PETIT-RENAUD G.**, (1992) - Analyse des données climatologiques anciennes dans le nord de la France - *Hommes et Terres du nord*, n° 4. pp. 197-205.
- QUENEY P.**, (1974) - Elément de météorologie - Edit.Masson et Cie. 301 p.
- RAFAEL SOUSSA A.**, (1988) - Notas para una climatologia de Méliia - Ministerio de transportes turismo y comunicaciones Instituto nacional de meteorologia, n° 46 . Madrid
- RANDET J., et CAZALE H.**, (1953) - Les masses d'air au Maroc et son climat - *Maroc.médical*, n° 342. pp.1154-1162.
- RUFFRAY P., BRISSE H., et GRAVJEAN G.**, (1981) - Un procédé d'estimation des données manquantes fondé sur les corrélations climatiques entre postes voisins - *La Météorologie*,n°24,VI série. pp.47-59.
- SADOURNY R.**, (1992) - L'homme modifie-t-il le climat ? - *La Recherche*, n° 243. pp.522-531.
- SBAI A., PETIT-RENAUD G.**, (1989) - Les variations spatio-temporelles des précipitations au Maroc oriental: Application de l'analyse en composantes principales - *Rev.Géo du Maroc*, vol 13, n° 2. pp.27-40
- SBAI A., MOUSSAOUI F., et OUALIT N.**, (1992) - Les régimes des vents au Maroc oriental - *Méditerranée*. n° 3-4 pp.45-52
- SBAI A., MOUHDI A., ADOUK N ET PAUL F.**, (1994) - Modélisation de la vitesse du vent et calcul du potentiel éolien du Maroc Oriental - le cas d'Oujda-Angad - *La Météorologie*, n°5, VIII série. pp. 54-60
- SNEYERS R.**, (1975) - Sur l'analyse statistique des séries d'observations - *note technique n°143. O.M.M, Genève.* 192 p

- SNEYERS R.**, (1976) - La température en météorologie - *Inst.Roy.Météo de Belgique*.51 P.
- SUCHEL J.P.**, (1980) - Remarques concernant l'influence des circulations méridiennes boréales sur les types de temps de saison sèche au Cameroun - *Rech.Géog à Strasbourg*, n° 13-14. pp.143-150.
- VIGNEAU J.P.**, (1986) - Climat et climats des Pyrénées orientales - Recherches sur le climat de l'extrémité orientale des Pyrénées françaises - "Etude géoclimatologique" - Thèse d'Etat.Toulouse. 618 p.
- VIGNEAU J.P., EL BAYE A., BOUSLAM M., EL HAMMOUTI A., BNOUMOBAREK.A.** - (1988)- Deux exemples du fonctionnement aérologique original de l'oriental marocain - *Actes de colloques d'Aix-en-Provence*, 8-10 juin Publ.Asso.Interna.de climatologie.
- VOLLE M.**, (1978) - Analyse de données - *Economica 3ème édit* 324 P.
- ZHAR M.**, (1990) - Approche climatique de la region de la Haute Moulouya (Maroc Oriental) - *Revue de la Faculté des lettres -Oujda-* n°1. pp 7-37.



043819028