

# ANNÉES ARROSÉES ET ANNÉES SÈCHES AU PROCHE-ORIENT. RELATION AVEC LA CIRCULATION ATMOSPHÉRIQUE RÉGIONALE

M. TRABOULSI <sup>(1)(2)</sup> et P. CAMBERLIN <sup>(3)</sup>

(1) Université libanaise, Faculté des Lettres, Beyrouth, Liban

(2) ARCHEORIENT (FRE 2654), Maison de l'Orient Méditerranéen, Lyon, France  
traboulsim@yahoo.fr

(3) Centre de Recherches de Climatologie, Université de Bourgogne, Dijon, France  
camber@u-bourgogne.fr

## Résumé

Les précipitations au Proche-Orient (Liban, Syrie, Jordanie, Territoire Autonome Palestinien, Israël) sont caractérisées par une grande variabilité, que ce soit à l'échelle interannuelle ou à l'échelle mensuelle. Pour cerner et expliquer cette variabilité, trois ensembles régionaux de co-variation ont été définis en utilisant les données mensuelles de 116 stations pour la période 1960-61/1989-90. Nous avons analysé la relation entre les années exceptionnellement arrosées ou sèches et la circulation atmosphérique régionale (données de réanalyses). Les précipitations dans les trois régions apparaissent très dépendantes de l'occurrence et de la position d'un talweg en altitude à l'est de la Méditerranée.

**Mots-clés :** Variabilité interannuelle, Précipitations, Proche-Orient, Circulation atmosphérique, Analyse composite.

## Abstract

### Rainy and dry years in Near-East Relationships with the regional atmospheric circulation

Rainfall in the Near-East (Lebanon, Syria, Jordan, Palestinian Autonomous Territory, Israel) is characterized by a strong variability, at both inter-annual and monthly time-scale. In order to assess and explain this variability, three regional units of co-variation have been defined using monthly data for 116 stations on the period 1960-61/1989-90. We have analyzed the relationship between the exceptionally wet and dry years and the atmospheric circulation (reanalysis data). Rainfall in the three regions is strongly dependant of the occurrence and location of an upper trough over the eastern Mediterranean Sea.

**Keywords :** Inter-annual variability, Rainfall, Near-East, Atmospheric circulation, Composite analysis.

## Introduction

La variabilité interannuelle est l'une des caractéristiques essentielles du climat du Proche-Orient<sup>1</sup> ; elle met en péril les ressources hydrauliques de la région ainsi que l'économie agricole et pastorale de certains pays. L'isohyète 200 mm, limite de la culture pluviale fixée par le ministère de l'agriculture syrien par exemple, est très fluctuante selon les années (humides ou sèches). Cette limite mord sur le désert vers le sud lors des années humides, alors qu'elle se rétrécit vers le nord lors des années sèches. La variabilité des cumuls mensuels est la plus frappante : un mois particulièrement pluvieux pendant une année peut être totalement sec l'année d'après. Cette variabilité est très grande au début et à la fin de la saison pluvieuse. La forte variabilité des saisons intermédiaires, automne et printemps, condamne les activités agricoles et pose le problème de la durée de la saison pluvieuse. Cette variabilité n'est pas exceptionnelle ; elle fait plutôt partie intégrante du climat méditerranéen, mais elle se fait sentir différemment dans les régions selon la configuration du relief qui introduit de fortes différences régionales.

Dans cette étude, nous allons essayer d'expliquer les causes de cette variabilité et d'identifier puis interpréter les liens entre les années exceptionnellement humides ou sèches d'une part et la circulation atmosphérique au-dessus du Proche-Orient d'autre part. Durant les dernières années, les recherches se sont multipliées sur la relation entre la variabilité de la pluviométrie et la circulation atmosphérique (Alpert et al., 1990 ; Kutiel et al., 1998 ; Kutiel et Paz, 1998 ; Maheras et al., 1999 ; Krichak et al., 2000). Tous ces travaux concernent la circulation atmosphérique au-dessus de la Méditerranée, notamment le bassin oriental, et son influence sur les précipitations ; mais l'application concerne de petites régions (Grèce, Israël).

Cette étude propose une démarche proche de celles proposées dans les travaux antérieurs, notamment celui de Krichak, mais elle diffère déjà par le jeu de données et la période : Krichak et al. (2000) utilisent des précipitations calculées par le modèle sur l'est de la Méditerranée (réanalyses de la NASA), donc, assez logiquement, très dépendantes des champs de pression et de géopotentiel. Notre étude considère, au contraire, deux jeux de données indépendants : les précipitations observées (non intégrées dans les réanalyses) et les champs atmosphériques réanalysés du NCEP/NCAR. D'un autre côté, ce travail concerne une région beaucoup plus étendue, le Proche-Orient, dont la variabilité pluviométrique n'a, jusqu'à maintenant, jamais été étudiée à cette échelle spatiale.

---

<sup>1</sup> Liban, Syrie, Jordanie, territoires autonomes palestiniens et Israël.

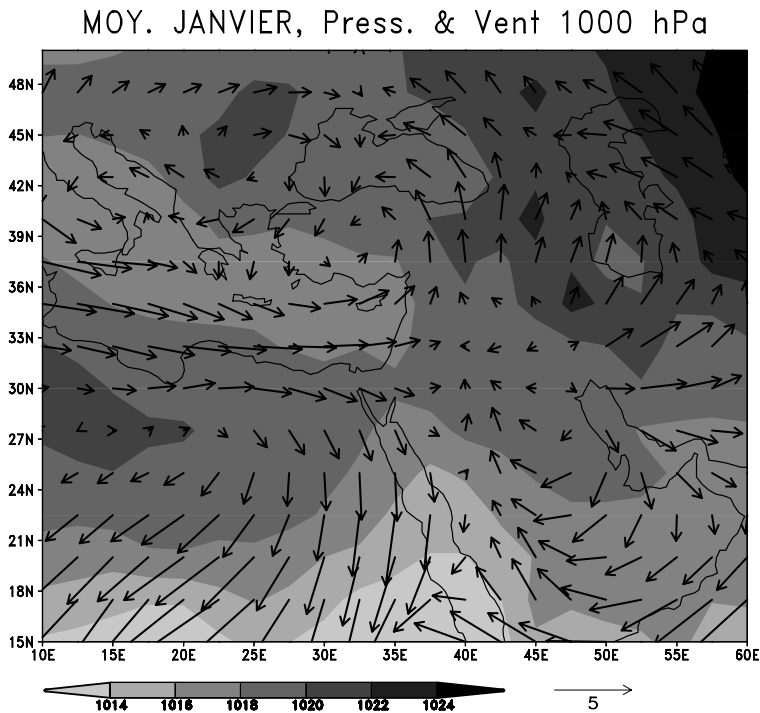
## 1. Grands traits du climat

Le Proche-Orient est soumis à un climat méditerranéen de transition ; il est situé entre les marges méridionales de la zone tempérée, fréquemment balayées par les perturbations frontales, et les marges nord de la zone subtropicale. La zone tempérée est considérée comme le domaine des vents d'ouest (« westerlies ») qui circulent entre les 35° et 65° parallèles. En surface, la zonalité de ces vents d'ouest est perturbée par le substratum géographique. En altitude, la circulation moyenne est beaucoup plus simple : les vents d'ouest sont très réguliers à partir de 700 hPa (figure 1). Mais l'anneau des vents d'ouest comprend des couloirs d'accélération, le plus important d'entre eux et le plus constant étant le courant-jet subtropical (Pagney, 1993). Ce flux planétaire d'ouest subit une translation méridienne selon les saisons. En hiver, il atteint des latitudes basses (30-35° parallèle) (Pagney, 1994). En été, selon le mouvement apparent du soleil, il se rétracte vers le nord pour occuper des latitudes plus élevées ; les invasions d'air froid se font rares. Bien que la Méditerranée orientale soit alors, en surface, sous l'influence des basses pressions thermiques, les hautes pressions subtropicales présentes en altitude à cette époque de l'année empêchent toute ascendance et, par suite, toute formation de pluie, ce qui explique la sécheresse estivale de cette région.

Les cartes synoptiques quotidiennes montrent des ondulations dans la circulation zonale grâce auxquelles s'effectuent les échanges thermiques méridiens entre les hautes et les basses latitudes. A ces ondulations sont associées des variations de vitesse du flux d'altitude. Lorsqu'il est rapide, la circulation est franchement zonale. Les ondulations prennent naissance à partir du moment où le jet-stream diminue de vitesse ; ce sont les dorsales chaudes (types de circulation anticycloniques) et les talwegs froids (types de circulation perturbés, donc pluvieux) qui font alterner les différentes masses d'air sur la région. Souvent, les talwegs se détachent du courant planétaire, ils s'individualisent en formant des gouttes froides dont l'importance sur le temps au Proche-Orient est très grande. Elles provoquent un temps instable, froid et très pluvieux avec des orages (Blanchet, 1976 ; Maheras, 1976, 1979 ; Traboulsi, 1981). Donc, la circulation zonale d'ouest n'apparaît qu'à l'échelle moyenne et l'analyse du climat de cette région nous montre d'ailleurs que les temps perturbés générateurs des précipitations sont liés souvent aux circulations méridiennes grâce auxquelles les coulées froides d'air polaire arrivent au-dessus de la Méditerranée, mer continentale chaude, favorisant la cyclogénèse.

La position de la région proche-orientale à l'est de la Méditerranée orientale, ajoutée à la présence des reliefs méridiens situés à quelques dizaines de kilomètres du littoral (figure 2), induit une gradation climatique ouest-est. S'y superpose un gradient nord-sud traduisant le passage du domaine tempéré au domaine subtropical aride. Il en résulte que le climat méditerranéen se limite à la frange occidentale du secteur étudié alors qu'il se dégrade vers l'aride à me

sure que l'on va vers l'est, le sud et le sud-est. La quantité pluviométrique annuelle varie de plus de 1500 mm sur les versants ouest des chaînes levantines à moins de 50 mm dans le Néguev et le sud-est jordanien.



**Figure 1** : Pressions moyennes réduites au niveau de la mer (hPa) et vent moyen dans les basses couches (1000 hPa, en m/s), en janvier. Moyennes 1968-1990. Source : réanalyses NCEP/NCAR. *Mean sea-level pressure (hPa) and mean low level wind (at 1000 hPa, in m/s), for January. Averaged from 1968-1990. Source : NCEP/NCAR reanalyses.*

Les précipitations sont concentrées sur la saison fraîche, alors que l'été est marqué par une sécheresse absolue qui se prolonge aux intersaisons vers l'est et le sud-est. Les pluies se répartissent entre octobre et mai mais elles ne deviennent significatives qu'à partir du mois de novembre. Elles diminuent très vite après le mois de mars dans les régions littorales, mais restent soutenues à l'intérieur, surtout à l'est. Le maximum moyen se place en hiver (décembre ou janvier, un deuxième maximum s'esquisse au printemps dans les régions est). Les pluies hivernales représentent de 55 à 70% du total annuel dans les régions occidentales (moins de 50% à l'est), les pluies printanières viennent en second lieu et les pluies automnales en troisième. En été, les pluies sont considérées comme des phénomènes rares à cause de la présence des hautes pressions

subtropicales en altitude (Traboulsi, 1981, 1990, 1993, 1994 ; Alpert et al., 1990a). Nous nous limiterons donc à l'étude du semestre hivernal (octobre à mai).

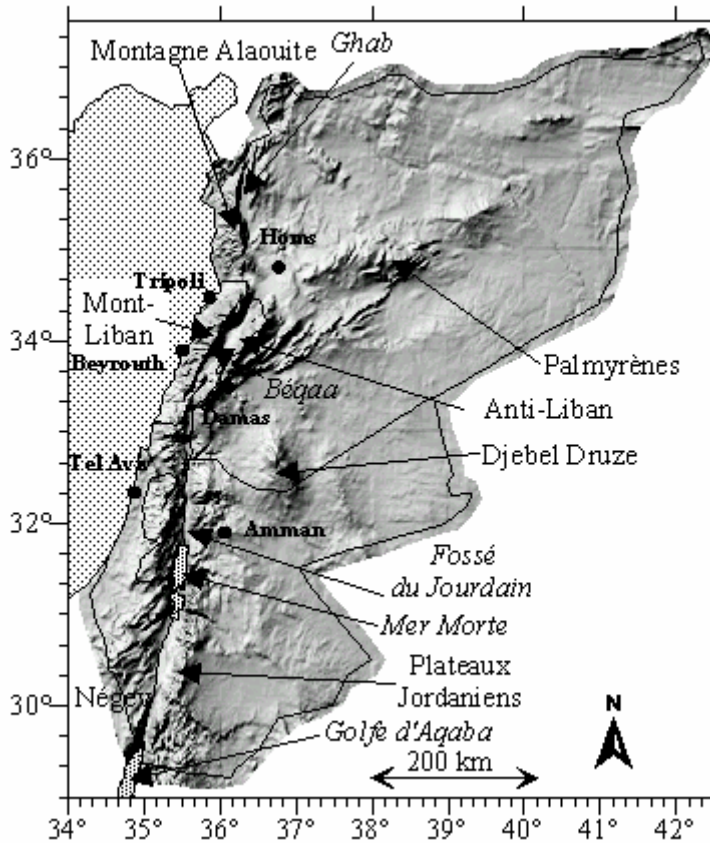


Figure 2 : Relief du Proche-Orient. Relief map of the Near-East.

## 2. Données et méthodes

Pour les données atmosphériques, nous avons utilisé les réanalyses du modèle américain de circulation générale atmosphérique NCEP/NCAR (Kalnay et al., 1996) sur la période 1968-1990. Les données sont mensuelles en points de grille de 2,5 degrés en latitude et en longitude, et sur plusieurs niveaux d'atmosphère. Nous avons sélectionné pour cette étude, et pour les deux niveaux géopotentiels 500 et 1000 hPa, les paramètres suivants : les trois composantes du vent (zonale, méridienne et verticale), la température et l'humidité spécifique. Les données sont disponibles de 1948 à aujourd'hui. Sur les vingt premières années, pour certaines régions et certains paramètres, il existe des lacunes dans l'assimilation des données observées (Poccard et al., 2000), ce qui pose des problèmes d'homogénéité pour l'étude de la variabilité

interannuelle ou interdécennale. C'est pourquoi, dans le cadre de ce travail, seule la période 1968-1990<sup>2</sup> a été utilisée. Donc la période la plus sèche au Proche-Orient qui a eu lieu à la fin des années 1950 et au début des années 1960 ne sera pas examinée.

Les données pluviométriques comprennent un réseau de 116 stations, situées entre 29 et 38° de latitude nord et 34 et 43° de longitude est. A partir des totaux mensuels bruts couvrant la période 1960-1990<sup>3</sup>, nous avons effectué pour chaque mois une analyse en composantes principales avec rotation (Varimax), afin de détecter les grandes régions de co-variabilité des pluies. L'échelle mensuelle a été retenue étant donné la grande variabilité de la pluviométrie à cette échelle et surtout le fait que les mécanismes pluviogènes ne sont pas identiques d'un bout à l'autre de la saison. On enregistre de plus une faible persistance, aux échelles intermensuelle, intersaisonnière comme interannuelle. Avec cette méthode, on obtient, pour chacun des huit mois analysés (la saison pluvieuse s'étend d'octobre à mai) et pour le total annuel, trois grandes régions de covariation pluviométrique annuelle. Sachant que la configuration de la plupart des mois de la saison pluvieuse est semblable à la configuration obtenue pour le total annuel, nous présentons seulement cette dernière (figure 3). Une région nord-ouest (26,1% de la variance à l'échelle annuelle) englobe le nord-ouest de la Syrie et le Liban. Elle reçoit des précipitations relativement abondantes, bien centrées sur l'hiver. Une région est (21,7% de la variance) décrit la grande partie de la Syrie intérieure, l'est et le sud de la Jordanie et le sud d'Israël. Elle se signale par une part souvent importante de précipitations tombant au printemps. Le sud-ouest (14,9% de la variance) couvre le sud-ouest de la Syrie, la Cisjordanie et le nord d'Israël. Une quatrième région est résiduelle (non montrée) et englobe quelques stations syriennes situées en hauteur sur les versants est de l'Anti-Liban.

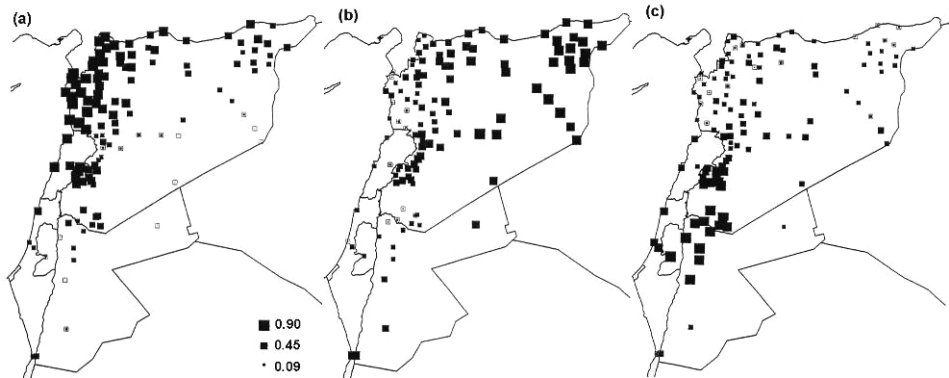
Dans le cadre d'une analyse composite, nous avons utilisé les chroniques mensuelles obtenues par l'analyse en composantes principales, et décrivant la variabilité des précipitations dans chacune des trois régions. Pour chaque mois, les valeurs sont rangées par ordre croissant afin d'identifier les 6 années les plus humides et les 6 années les plus sèches. A partir des réanalyses NCEP/NCAR, nous avons calculé les différents champs moyens mensuels des paramètres cités sur chacun des deux échantillons de 6 années. Les différences entre les champs correspondant aux années humides et sèches sont testées grâce au test de Student. Ce test permet de comparer la moyenne de deux échantillons. Cette analyse a été répétée pour chaque région et pour tous les mois de la saison pluvieuse. Les cartes présentées montrent la différence entre les années humides et les années sèches. Pour en faciliter la lecture et l'interprétation, nous

---

<sup>2</sup> Le choix de 1990 est en liaison avec la période disponible des données pluviométriques.

<sup>3</sup> Il s'agit des années hydrologiques (ex : 1990 s'étend de septembre 1989 à août 1990).

considérons que les anomalies qu'elles décrivent correspondent à la configuration de l'atmosphère lors des années pluvieuses.



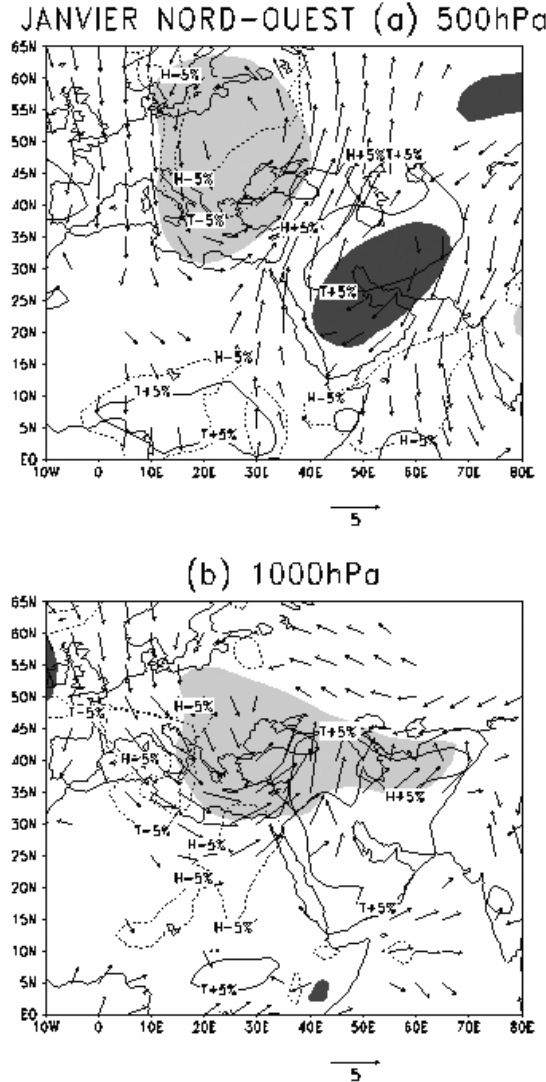
**Figure 3 :** Régionalisation de la variabilité pluviométrique interannuelle. Trois premières composantes d'une Analyse en Composantes Principales avec rotation Varimax des précipitations annuelles : (a) CP1 ; (b) CP2 ; (c) CP3. Les symboles sont de taille proportionnelle à la valeur des composantes principales. Les valeurs négatives sont représentées par des carrés clairs. *Spatial patterns of interannual rainfall variability. First three components of a Principal Component Analysis with Varimax rotation, performed on annual precipitation : (a) PC1 ; (b) PC2 ; (c) PC3. The size of the symbols is proportionate to the PC loadings. Negative values are shown as light grey squares.*

### 3. Circulation atmosphérique en années pluvieuses

#### 3.1 Région Nord-ouest

Dans le nord-ouest, comme nous pouvons le constater sur les cartes de janvier (mois le plus représentatif ; figure 4), les années excédentaires sont caractérisées par la présence d'anomalies négatives de géopotential en altitude au-dessus de la Méditerranée orientale (figure 4a, plages gris clair). Ce talweg dépressionnaire qui s'étend jusqu'à la mer Noire ou aux Balkans est accompagné d'anomalies négatives de températures (figure 4a, tirets noirs) témoignant l'origine polaire des masses d'air. Des anomalies positives de géopotential (figure 4a, plages gris sombre) se trouvent sur le nord de l'Europe occidentale ou le proche Atlantique. Le Proche-Orient se situe alors sur la marge avant (est) du talweg. Des anomalies positives significatives d'humidité spécifique (figure 4a, isolignes noires) s'observent sur et au nord-est de la zone d'étude.

En surface (niveau 1000 hPa), la pression est normale ou bien elle présente des anomalies négatives sur la Méditerranée orientale (figure 4b) ou la région comprise entre la mer Caspienne et la mer Noire. Le Proche-Orient est couvert par des anomalies positives d'humidité spécifique.



**Figure 4 :** Anomalies atmosphériques correspondant à une composite années pluvieuses moins années sèches pour janvier dans la région nord-ouest : (a) moyenne troposphère (500 hPa) ; (b) basse troposphère (1 000 hPa). Seules sont représentées les anomalies significatives au seuil de 5%. Vecteurs : vents. Grisé : géopotentiel (gris sombre : anomalies positives ; gris clair : anomalies négatives). Isolignes épaisses : humidité spécifique ; isolignes fines : température (trait plein : anomalies positives ; tiretés : anomalies négatives). *Atmospheric anomalies corresponding to a wet minus dry composite for January in the north-western region : (a) mid-troposphere (500 hPa), (b) lower troposphere (1 000 hPa). Only those anomalies significant at the 5% level are shown. Vectors : winds. Shaded : géopotential heights (dark grey : positive anomalies ; light grey : negative anomalies). Bold contours : specific humidity ; light contours : temperature (solid : positive anomalies ; dashed : negative anomalies).*



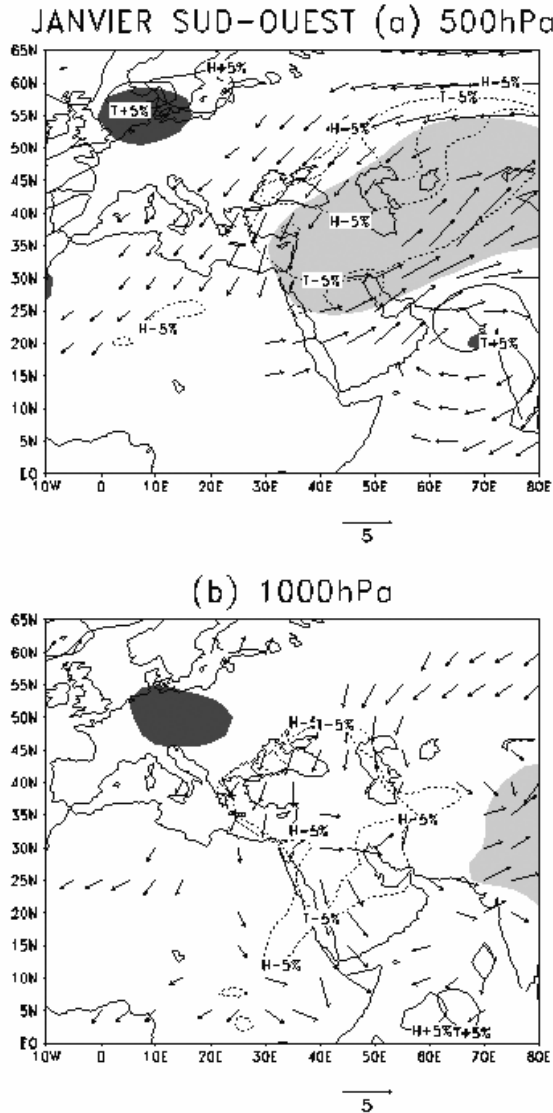
La circulation est franchement méridienne (types de circulation de « nord direct »). Les coulées d'air polaire arrivent directement sur la Méditerranée qui est une mer relativement chaude ; les contrastes thermiques entre les couches supérieures de l'atmosphère et la surface sont très grands. On trouve plus ou moins la même situation durant tous les mois de la saison pluvieuse mais le talweg dépressionnaire d'altitude est moins étendu spatialement au début et à la fin de la saison (octobre et mai).

Cette région Nord-ouest est la plus arrosée du secteur étudié. Les trois mois d'hiver (décembre, janvier et février) concentrent 50 à 70% du total annuel en moyenne. Cette saison présente la fréquence moyenne la plus élevée de circulations méridiennes (types de circulation de nord) et des gouttes froides : Blanchet, 1976, 1993, Traboulsi, 1981), faisant intervenir directement les coulées d'air polaire au-dessus d'une mer chaude qu'est la Méditerranée et créant une forte instabilité et par la suite des fortes précipitations.

Cette circulation se fait sentir différemment dans la zone d'étude selon différents paramètres: latitude, altitude et continentalité. En effet cette circulation méridienne se traduit, en altitude au niveau de 500 hPa, par des talwegs froids au-dessus de la Méditerranée orientale souvent accompagnés en surface par une zone dépressionnaire située aux alentours de Chypre. Selon les facteurs géographiques cités plus haut, la position de ces talwegs introduit des différences dans les quantités pluviométriques reçues : une année très arrosée dans le nord-ouest de la région ne l'est pas forcément à l'est ou au sud-ouest du secteur étudié. L'hiver 1968-69 et notamment le bimestre décembre-janvier, a été exceptionnel au Liban où les précipitations ont dépassé les 280 % de la normale. Ces totaux pluviométriques sont dus à la fréquence élevée des types de circulation de nord et des gouttes froides. Cet hiver n'était pas remarquable dans l'intérieur syrien (Blanchet, 1972). L'année 1988 est un autre exemple : l'est de la région étudiée a reçu des fortes pluies alors qu'ailleurs, la pluviométrie était normale. L'année 1992 qui a été anormalement arrosée à l'ouest (les deux régions nord-ouest et sud-ouest) était normale à l'est (Blanchet et Traboulsi, 1993).

### **3.2 Région Sud-ouest**

Les années excédentaires sont aussi associées aux circulations méridiennes (présence d'un talweg dépressionnaire en altitude) comme dans la région du nord-ouest, mais la zone d'anomalies négatives de géopotentiel associées à des anomalies froides se trouve décalée vers l'est (figure 5), avec une orientation nord-est / sud-ouest, de la mer Caspienne à la Méditerranée orientale. Dans le même temps la dorsale (haut géopotentiel) associée aux anomalies positives de température est bien présente sur l'Europe occidentale. Cette position du talweg dépressionnaire d'altitude, fait profiter la région sud-ouest (nord d'Israël, nord-ouest jordanien et sud-ouest syrien) de l'instabilité engendrée par l'arrivée des coulées d'air polaire.



**Figure 5 :** idem figure 4, pour le mois de janvier dans la région sud-ouest. *Same as figure 4, but for the month of January in the south-western region.*

En surface, des anomalies positives de géopotential sont présentes sur l'Europe occidentale, s'étendant jusqu'à l'Afrique du nord ; elles induisent une composante nord marquée du vent dans les basses couches sur la Méditerranée orientale.

Les trois mois d'hiver présentent des configurations assez similaires. L'élément le plus récurrent est à 500 hPa la présence d'un talweg dépressionnaire s'étendant de la Méditerranée orientale à la mer Caspienne (en

février) ou à la Russie (décembre et janvier). Ce talweg est couplé avec des anomalies thermiques négatives et d'humidité spécifique témoignant l'origine polaire continentale des masses d'air. En effet, le déplacement de l'ondulation planétaire du Jet Stream vers l'est signifie que la trajectoire des masses d'air polaire est plus continentale que dans le premier cas (région nord-ouest).

### **3.3 Région Est**

Cette région présente des caractéristiques différentes en terme de circulation atmosphérique lors des années excédentaires. Le talweg de la mer Rouge joue un rôle primordial. En altitude (exemple de janvier, figure 6), la circulation atmosphérique est caractérisée par une zone d'anomalies négatives de géopotential et de température sur la mer Rouge lors des années très arrosées, alors que le nord de l'Europe occidentale ou de l'Atlantique se trouve sous l'influence d'une zone d'anomalies positives de géopotential (dorsale chaude).

En surface, la pression atmosphérique ne présente pas d'anomalies significatives sur la Méditerranée orientale (à l'exception du mois de mars). Des anomalies positives d'humidité spécifique sont remarquées sur le Proche-Orient (octobre, novembre, janvier et mars).

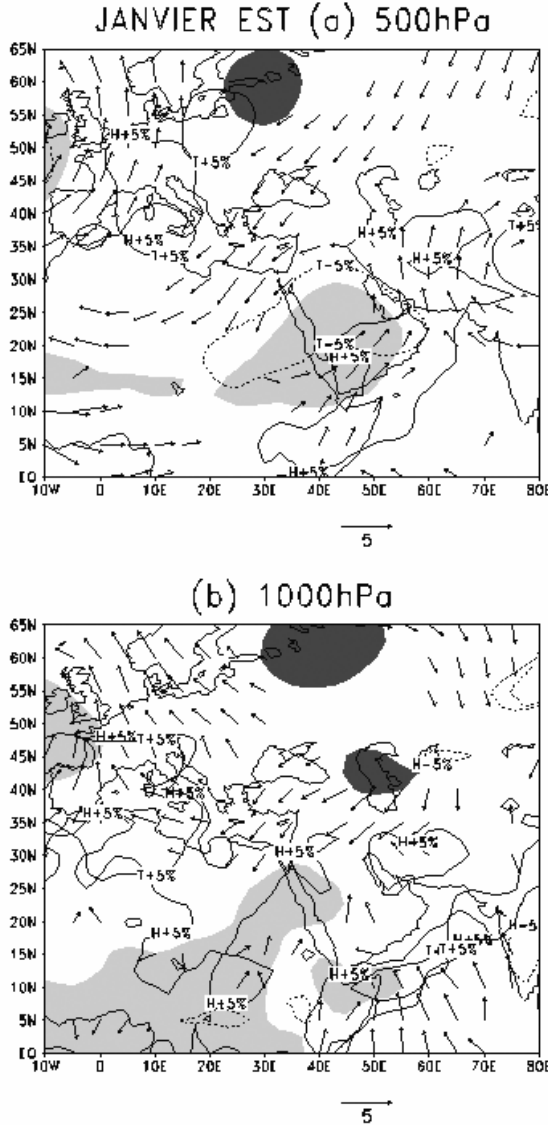
Le rôle du talweg de la mer Rouge est confirmé par plusieurs auteurs : Kutiel et Paz (1998) montrent que les stations du sud d'Israël (Eilat et Sedom, située dans la vallée du Jourdain) sont caractérisées par un régime de précipitation lié à l'activité du talweg de la mer Rouge. Dans notre travail le sud d'Israël fait partie de la région Est, pour la majorité des mois considérés. Krichak et al. (2000) démontrent l'importance de ce talweg comme lieu d'interaction entre les latitudes tropicales et extratropicales.

### **Conclusion**

Ce travail a permis de mettre en évidence au Proche-Orient trois régions distinctes quant à la variabilité interannuelle des précipitations entre 1960 et 1990, pour chacun des mois du semestre hivernal (octobre-mai). Les années les plus arrosées y sont associées à des anomalies de circulation atmosphérique distinctes et bien identifiables sur les cartes mensuelles, surtout de décembre à février. Ces 3 mois sont en effet souvent les plus arrosés dans la région ; aux intersaisons, les événements pluvieux étant plus rares, la circulation atmosphérique ne se trouve pas modifiée sur des périodes de temps suffisamment longues pour que cela apparaisse dans les données mensuelles.

Nous constatons que les années arrosées dans la région nord-ouest sont caractérisées, en altitude, par la présence d'un talweg s'étendant surtout de la Méditerranée orientale à la mer Noire ou aux Balkans ; la circulation est particulièrement méridienne. Une zone de pression anormalement haute se trouve alors souvent sur le nord de l'Europe occidentale. En surface, ces années

sont caractérisées par des anomalies négatives de pression sur la Méditerranée orientale et l'Europe centrale notamment en hiver.



**Figure 6 :** idem figure 4, pour le mois de janvier dans la région est. *Same as figure 4, but for the month of January in the eastern region.*

Pour les années pluvieuses dans le sud-ouest, et particulièrement en hiver, on retrouve un talweg dépressionnaire d'altitude, mais souvent décalé vers l'est et en association avec des anomalies thermiques négatives. Les pressions sont renforcées sur l'Europe.

Pour la partie est du Proche-Orient, la situation est tout à fait différente : en altitude, lors des années arrosées, des anomalies négatives de géopotential sont présentes sur la mer Rouge, avec des anomalies thermiques négatives faisant ressortir l'arrivée des coulées d'air froid vers les basses latitudes. En surface, des anomalies négatives de pression sont aussi souvent présentes sur la mer Rouge, avec des anomalies négatives de températures sur le Proche-Orient et positives d'humidité spécifique.

La variabilité des précipitations au Proche-Orient constitue le problème majeur de l'économie de cette région. Cerner et expliquer ce problème est une étape nécessaire dans la recherche des solutions qui seront sans doute trouvées dans la prévision de cette variabilité.

### Bibliographie

- ALPERT P., ABRAMSKY R., NEEMAN B.U., 1990a : The prevailing summer synoptic system in Israel, *Israel J. Earth Sc.*, 39, pp. 93-102.
- ALPERT P., NEEMAN B.U., SHAY-EL Y., 1990b : Climatological analysis of Mediterranean cyclones using ECMWF data, *Tellus*, 42A, pp. 65-77.
- BLANCHET G., 1972 : Les précipitations exceptionnelles de décembre 1968 et janvier 1969 au Liban, *Hannon, revue libanaise de géographie*, vol. VII, pp. 3-27.
- BLANCHET G., 1976 : *Le temps au Liban : approche d'une climatologie synoptique*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Lyon. Tome I : 477 p. (texte et tabl.), Tome II : atlas.
- BLANCHET G., 1993 : Circulation atmosphérique et précipitations au Liban, *Publications de l'Association Int. de Climatologie*, volume 6, pp. 325-332.
- BLANCHET G. et TRABOULSI M., 1993 : Froid, pluie, neige et tempête au Proche-Orient durant l'hiver 1991-92, *Publications de l'Association Int. de Climatologie*, volume 6, pp. 433-441.
- KALNAY E. et al., 1996 : The NCEP/NCAR 40-years Reanalysis Projects, *Bull. Am. Met. Soc.*, 77, pp. 437-471.
- KRICHAK S.O., TSIDULKO M., ALPERT P., 2000 : Monthly Synoptic Associated With Wet/Dry Conditions in the Eastern Mediterranean, *Theor. Appl. Climatology*, 65, pp. 215-229.
- KUTIEL H., MAHERAS P., GUIKA S., 1996 : Circulation and extreme rainfall conditions in the Eastern Mediterranean during the last century. *Int. Journal of Climatology*, 16, pp. 73-92.
- KUTIEL H., MAHERAS P., GUIKA S., 1998 : Singularity of atmospheric pressure in the Eastern Mediterranean and its relevance to interannual variations of dry and wet spells, *Int. Journal of Climatology*, 18, pp. 317-327.

- KUTIEL H. et PAZ S., 1998 : Sea level pressure departures in the Mediterranean and their relationship with monthly rainfall conditions in Israel, *Theor. Appl. Climato.*, 60, pp. 93-109.
- MAHERAS P., 1976 : *Le climat de la mer Egée septentrionale*. Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université de Nancy, 266 p.
- MAHERAS P., 1982 : *Climatologie de la Mer Egée et de ses marges continentales. Étude de climatologie descriptive et de climatologie dynamique*. Thèse d'État, Dijon, 773 p.
- MAHERAS P., XOPLAKI E., KUTIEL H., 1999 : Wet and dry monthly anomalies across the Mediterranean basin and their relationship with circulation 1860-1990. *Theor. Appl. Climato.*, 64, pp. 189-199.
- PAGNEY P., 1993 : *La climatologie*. Que sais-je ? n° 171, PUF, 127 p.
- PAGNEY P., 1994 : *Les climats de la Terre*. Masson, 150 p.