



**HAL**  
open science

## Aperçu sur le climat du littoral Syrien

Myriam Traboulsi

► **To cite this version:**

Myriam Traboulsi. Aperçu sur le climat du littoral Syrien. Valérie Matoïan. RAS SHAMRA – OUGARIT XXVI ARCHÉOLOGIE, PATRIMOINE ET ARCHIVES LES FOUILLES ANCIENNES À RAS SHAMRA ET À MINET EL-BEIDA II, Peeters Publishers., 2019, 978-90-429-3994-3. hal-04878157

**HAL Id: hal-04878157**

**<https://hal.science/hal-04878157v1>**

Submitted on 9 Jan 2025

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

This pdf is a digital offprint of your contribution in V. Matoïan (ed.), *Archéologie, patrimoine et archives. Les fouilles anciennes à Ras Shamra et à Minet el-Beida II*, ISBN 978-90-429-3994-3.

The copyright on this publication belongs to Peeters Publishers.

As author you are licensed to make printed copies of the pdf or to send the unaltered pdf file to up to 50 relations. You may not publish this pdf on the World Wide Web – including websites such as academia.edu and open-access repositories – until three years after publication. Please ensure that anyone receiving an offprint from you observes these rules as well.

If you wish to publish your article immediately on open-access sites, please contact the publisher with regard to the payment of the article processing fee.

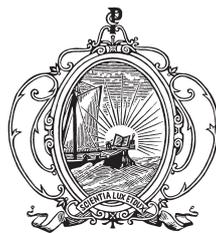
For queries about offprints, copyright and republication of your article, please contact the publisher via [peeters@peeters-leuven.be](mailto:peeters@peeters-leuven.be)

RAS SHAMRA – OUGARIT XXVI

ARCHÉOLOGIE, PATRIMOINE ET ARCHIVES

LES FOUILLES ANCIENNES À RAS SHAMRA  
ET À MINET EL-BEIDA II

Sous la direction de  
Valérie Matoïan



PEETERS  
LEUVEN – PARIS – BRISTOL, CT

2019

## TABLE DES MATIÈRES

AVANT-PROPOS .....	V
REMERCIEMENTS .....	VII

### HISTORIOGRAPHIE

Valérie MATOÏAN « Évocation des fouilles à Ugarit : vues et dessins inédits » .....	3
Michel AL-MAQDISSI « Notes d'Archéologie Levantine LXIII Ugarit et Minet el-Beida avant Schaeffer, documents conservés au Département des Antiquités Orientales (Musée du Louvre) » .....	17
Béatrice ANDRÉ-SALVINI « Quatre lettres du fonds Claude Schaeffer au Collège de France. À propos de quelques tablettes des archives retrouvées dans le Palais royal d'Ugarit (XVI <sup>e</sup> et XVII <sup>e</sup> campagnes 1952-1953) » .....	35

### ÉTUDES ARCHÉOLOGIQUES ET ÉPIGRAPHIQUES

Béatrice ANDRÉ-SALVINI, Mirjo SALVINI « Note sur une bulle scellée de Ras Shamra (RS 19.160) » .....	59
Bérénice LAGARCE-OTHMAN « Deux petits objets au non d'Hatchepsout à Ugarit » .....	63
Anne-Sophie DALIX, Valérie MATOÏAN « La tête de masse décorée d'un scorpion RS 24.57 découverte en 1961 : un document inédit de la "Tranchée Sud-acropole" d'Ugarit » .....	81
Valérie MATOÏAN, Juan-Pablo VITA « Les <i>harpès</i> d'Ugarit » .....	113

Jean-Claude BESSAC, Valérie MATOÏAN « Étude des stèles RS 3.487 (Louvre AO 14919) et RS 9.226 (Louvre 20.382) d'Ougarit » .....	137
Sophie MARCHEGAY, Valérie MATOÏAN « À propos de la Tombe 1 [67] de la « Ville Basse ouest » : des archives inédites documentant l'une des tombes à chambre construite voûtée en encorbellement d'Ougarit » .....	167

### ÉTUDES GÉOGRAPHIQUES

Nicolas JACOB-ROUSSEAU, Bernard GEYER « La campagne aux alentours de Ras Shamra vue au travers des documents d'archive, de la fin du XVII <sup>e</sup> siècle au début du XXI <sup>e</sup> ».....	191
Myriam TRABOULSI « Aperçu sur le climat du littoral Syrien ».....	223
Bernard GEYER, Valérie MATOÏAN, Marie-Laure CHAMBRADÉ « La région de Ras Shamra en cartes II - Les particularités d'une région » .....	243
LES DOSSIERS CARTOGRAPHIQUES DE RAS SHAMRA – OUGARIT .....	253
Bernard GEYER, Marie-Laure CHAMBRADÉ « Une lithologie simplifiée de la région de Ras Shamra – Ougarit » .....	255
Bernard GEYER, Marie-Laure CHAMBRADÉ « Hydrographie et bassins-versants dans la région de Ras Shamra – Ougarit » .....	265
Bernard GEYER, Marie-Laure CHAMBRADÉ, Valérie MATOÏAN « Les sources dans la région de Ras Shamra – Ougarit » .....	279
TABLE DES MATIÈRES .....	295

## APERÇU SUR LE CLIMAT DU LITTORAL SYRIEN

Myriam TRABOULSI \*

### RÉSUMÉ

Le littoral syrien, grâce à ses caractéristiques géographiques, enserré entre la mer et le Djebel Ansariyé, bénéficie de la douceur du climat méditerranéen et a constitué un cadre favorable au développement du royaume d'Ougarit. Ce travail se propose d'étudier le climat actuel de la région, afin de fixer des bases solides pour des reconstitutions du climat passé, de réaffirmer ses fondamentaux méditerranéens et ainsi de mieux approcher les conditions de vie de la population, notamment à l'âge du Bronze récent. Pour cette étude inédite, les données thermiques et pluviométriques quotidiennes de la station de Lattaquié sont utilisées pour la période 1970-71/2009-10, ainsi que les données disponibles de la station montagnarde de Slenfa. Des tendances significatives à la hausse des températures maximales et minimales, notamment aux échelles annuelle et saisonnière (automne et été pour les premières et été seulement pour les deuxièmes), sont mises en évidence. Les précipitations affichent une tendance significative à la baisse à l'échelle annuelle et au printemps, confirmée par la tendance au raccourcissement de la saison pluvieuse qui connaît une fin plus précoce. Ces tendances sont associées à une évolution de la circulation atmosphérique qui tend vers des conditions inhibitrices des précipitations, et qui se matérialise par des corrélations significatives positives entre les températures de surface et les paramètres d'altitude à 500 hPa et négatives entre les précipitations et ces derniers. Les caractères fondamentaux du climat méditerranéen seront remis en cause si les tendances actuelles se confirment sur le long terme.

### ABSTRACT

*The Syrian coast, thanks to its geographical characteristics, sandwiched between the sea and Jebel Ansariyé, benefits from the mildness of the Mediterranean climate and was a favorable framework for the development of the kingdom of Ugarit. This work aims to study the current climate of the region, in order to lay a solid foundation for reconstructions of the past climate, to reaffirm its Mediterranean fundamentals and thus to better approach the living conditions of the population, especially at the Late Bronze Age. For this unpublished study, daily thermal and rainfall data from the Latakia station are used for the period 1970-71/2009-10, as well as data available from the Slenfa mountain station. Significant upward trends in maximum and minimum temperatures, particularly at annual and seasonal scales (autumn and summer for the former and summer only for the second), are highlighted. Precipitation shows a significant downward trend on an annual and spring basis, confirmed by the tendency to shorten the rainy season to an earlier end. These trends are associated with an evolution of the atmospheric circulation that tends towards precipitation inhibiting conditions, and which is materialized by significant positive correlations between surface temperatures and altitude parameters at 500 hPa and negative between precipitation and these latter. The basic characteristics of the Mediterranean climate will be challenged if current trends are confirmed in the long term.*

---

\* Université libanaise, Beyrouth et UMR 5133 – Archéorient, Maison de l'Orient et de la Méditerranée, Université Lumière-Lyon 2 – CNRS.

**ميريم طرابلسي:** " نظرة عامة على مناخ الساحل السوري". يستفيد الساحل السوري، بفضل موقعه الجغرافي، بين البحر والجبال الساحلية، من المناخ المتوسطي المعتدل، إذ شكل في الماضي إطاراً مؤقتاً لتشكل مملكة أوغاريت وتطورها. يطرح هذا العمل دراسة المناخ الحالي للمنطقة، من أجل وضع أسس متينة لإعادة تصور المناخ في الماضي، وللتأكد من خصائصه المتوسطية، بالإضافة إلى التعرف بشكل جيد على الظروف المعيشية للسكان، ولا سيما خلال عصر البرونز الحديث. لقد اعتمدت هذه الدراسة على البيانات الحرارية والمطرية اليومية لمحطة اللاذقية خلال الفترة الممتدة من 1970 إلى 1971 ولغاية 2009 2010، وكذلك على البيانات المتاحة لمحطة أرصاد صنف الجبلية.

لقد بينت هذه الدراسة وجود اتجاهات واضحة ذات دلالة احصائية لتزايد ارتفاع درجات الحرارة القصوى والدنيا، لاسيما على المستوى السنوي والفصلي (الخريف والصيف بالنسبة للأولى وفي الصيف فقط بالنسبة للثانية). أما المتساقطات، فهي تظهر اتجاهها واضحاً ذو دلالة احصائية نحو التناقص على المستوى السنوي وخلال فصل الربيع. ويظهر تناقص الأمطار الربيعية بشكل جلي من خلال تناقص مدة الفصل الماطر الذي ينتهي بشكل مبكر.

وترتبط هذه الاتجاهات بتغيرات الدورة الهوائية الإقليمية التي تنزع نحو خلق شروط غير مؤاتية للتساقط، وهذا ما يظهر من خلال معامل الارتباط ذو الدلالة الإحصائية، الإيجابي بين درجات حرارة السطح وخصائص سطح الضغط الجوي 500 هيكثوباسكال (درجة حرارته وارتفاعه) والسلبى بين هذه الأخيرة والمتساقطات. وهكذا، ستصبح الخصائص الأساسية للمناخ المتوسطي محط تساؤل إذا ما استمرت الاتجاهات الحالية على المدى الطويل.

Étant donnée sa position en latitude, entre les déserts subtropicaux et la zone tempérée, le littoral syrien, comme toute la région proche-orientale <sup>1</sup>, connaît un climat méditerranéen caractérisé par des précipitations hivernales et une sécheresse estivale. Les températures élevées de la saison sèche (même si elles restent plus clémentes que celles des régions intérieures), et la douceur de l'hiver, saison de pluie, donnent au climat méditerranéen son originalité <sup>2</sup>.

Durant la saison pluvieuse (l'hiver particulièrement), la zone tempérée fait sentir son influence qui apparaît par la circulation atmosphérique d'ouest matérialisée par le *Jet Stream* subtropical, amenant sur la région des vents humides et par conséquent des précipitations. Cette humidité atmosphérique est accompagnée par un maximum de nébulosité, une baisse des températures et un minimum d'évaporation. L'été, cette circulation perturbée est remplacée par des hautes pressions subtropicales en altitude empêchant tout mouvement d'ascendance qui pourrait engendrer des précipitations : la sécheresse sévit alors avec un maximum d'insolation, une hausse des températures et par conséquent une intense évaporation qui dessèche le sol et la végétation même si l'humidité atmosphérique élevée dans la région littorale durant cette saison atténue ces conditions.

En se basant sur les précipitations, élément climatique fondamental dans les régions méditerranéennes, cette région est considérée comme typiquement méditerranéenne (elle reçoit une moyenne annuelle supérieure à 600 mm) par rapport aux régions intérieures, au climat méditerranéen dégradé, qualifié de semi-aride quand la pluie moyenne annuelle est comprise entre 600 et 400 mm, aride supérieur entre 400 et 300 mm, aride moyen entre 300 et 200 mm, aride inférieur entre 200 et 100 mm et désertique si cette moyenne est inférieure à 100 mm <sup>3</sup>. Subissant directement les influences maritimes, c'est la région la plus arrosée de la Syrie (*fig. 1*).

1. Traboulsi 2004.
2. Bolle 2002.
3. D'après Le Houërou 1995.

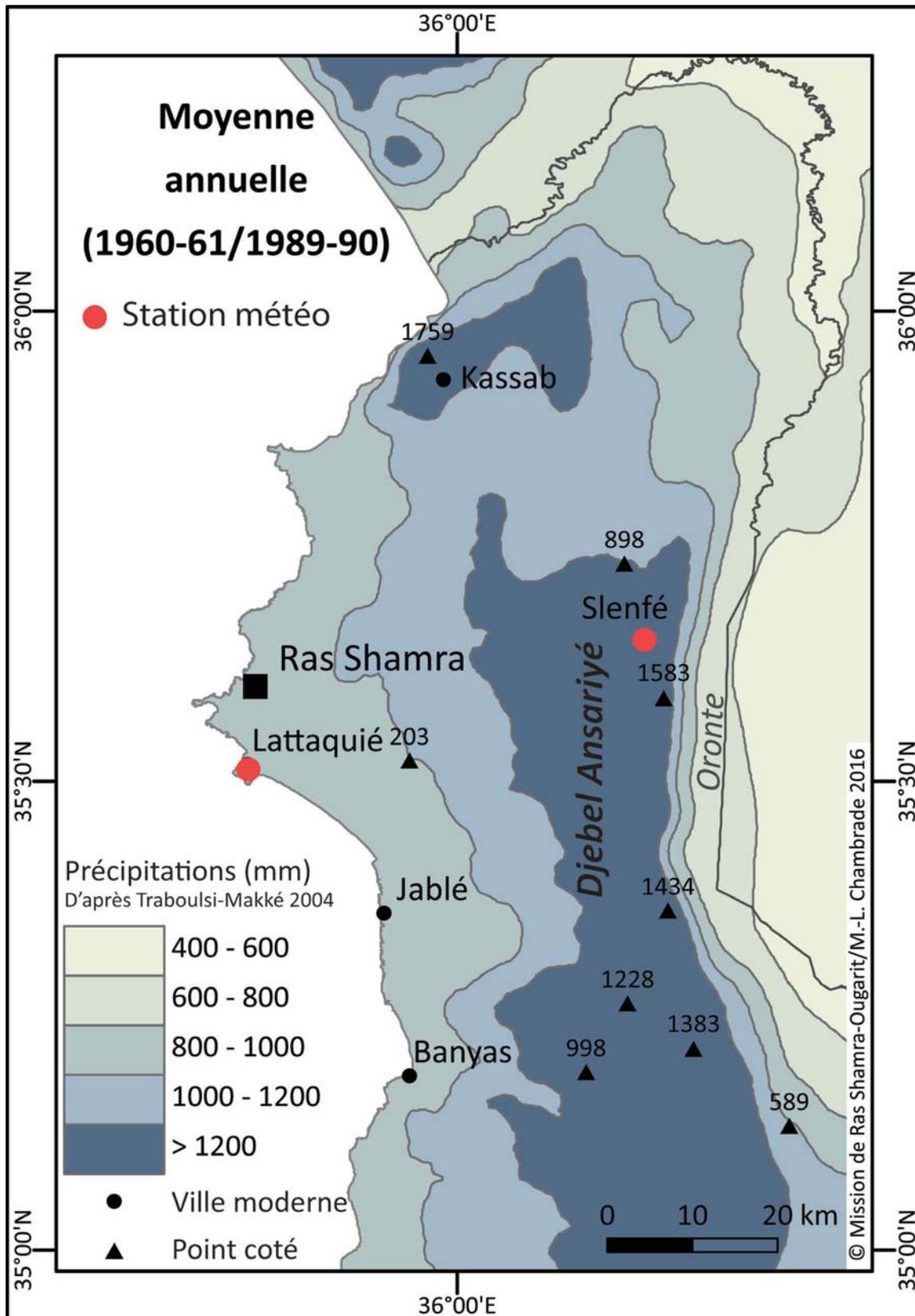


Fig. 1 – Carte des précipitations (période 1960-61/1989-90) et localisation des stations (d'après Geyer, RSO XXV, 2017, sur des données de M. Traboulsi).

La région littorale est une bande étroite enserrée entre la mer et la montagne et ouvrant sur la Méditerranée orientale. C'est la seule fenêtre de la Syrie sur la Méditerranée. Elle s'étend sur 175 km de longueur et s'élargit aux extrémités nord (plaine de Lattaquié) et sud (plaine d'Akkar). Au centre, la montagne domine directement la mer.

Cette position en latitude (entre 34°45' et 36° N), conjuguée aux facteurs géographiques (enserré entre la mer Méditerranée et la montagne littorale), donne au climat du littoral syrien ses caractéristiques, qui apparaissent surtout dans les deux éléments principaux qui sont les températures et les précipitations. La douceur de son climat et sa richesse en eau liée à la présence de la chaîne littorale culminant à 1583 m, la fertilité de sa terre, ont fait de cette région une terre d'accueil et le siège du royaume d'Ougarit. Malgré les fluctuations climatiques qu'a connues le Moyen-Orient durant l'Holocène <sup>4</sup> le climat méditerranéen aurait toujours été une réalité, assurant à la région sa richesse <sup>5</sup>. D'après G. Blanchet, P. Sanlaville et M. Traboulsi <sup>6</sup>, c'est autour de 5000 ans BP que se serait établi le climat que connaît actuellement le Moyen-Orient. Dès lors, la région a certes connu encore des oscillations mais qui eurent une amplitude moindre qu'au Néolithique. Rappelons que la quête et la maîtrise de l'eau ont toujours été et continuent à être, avec la sécurité, parmi les problèmes majeurs de cette région, au cœur des préoccupations humaines <sup>7</sup>.

La présente étude concerne le climat actuel dont la « méditerranéité » règle largement la vie des habitants, aujourd'hui comme hier <sup>8</sup>. Une meilleure connaissance de ce climat nous permet de mieux appréhender ses caractéristiques dans le passé et de mieux comprendre ainsi les conditions de vie de la population locale, notamment à l'époque d'Ougarit.

## LES TEMPÉRATURES

La position en latitude détermine le régime thermique de la zone d'étude qui est caractérisé par un maximum estival situé au mois d'août : la température moyenne de ce mois est de 27,3°C, alors que le minimum, intervenant au mois de janvier, est de 12°C. La proximité de la mer détermine la douceur du climat du littoral syrien, la température moyenne annuelle est autour de 19,6°C (période de référence : 1970-71/2009-10). Cette moyenne décroît en altitude, elle est autour de 12,5°C à Slenfa <sup>9</sup> (1100 m) avec une moyenne de janvier qui se tient autour de 3,8°C.

La région est protégée par la montagne, la chaîne côtière du Djebel Ansariyé, des vents froids continentaux soufflant en hiver (en provenance de Russie) et la moyenne des températures minimales est toujours supérieure à 8°C. Elle est inférieure à 10°C seulement aux mois de décembre, janvier et février (successivement 9,9, 8,3 et 9,1°C). Le gel est très rare, le minimum absolu pour la période 1970-71/2009-10 étant de 0°C alors que ce minimum était de -3,1°C pour la période 1960-61/1973-74 <sup>10</sup>. Ces influences maritimes s'atténuent à mesure que l'on va vers l'est ; l'éloignement de la mer conjugué avec l'altitude apparaît dans les températures basses enregistrées dans la montagne où l'on note une moyenne de 1,5°C en janvier pour les températures minimales. Le gel y est un phénomène habituel, qui se produit entre les mois de novembre et avril (16,4 jours par an à Slenfa pour la période 1960-61/1973-74).

4. Rognon 1982, 1987 ; Finné *et al.* 2011.

5. Neumann *et al.* 2007 ; Riehl 2009 ; Sorrel *et al.* 2016.

6. Blanchet *et al.* 1997.

7. Sanlaville 1981.

8. Geyer 2017.

9. Slenfa est la seule station de montagne pour laquelle nous disposons de données suffisantes pour les intégrer à nos analyses.

10. Traboulsi 1981.

La région est aussi abritée des vents chauds et les températures maximales ne sont pas excessives. La moyenne des températures maximales est supérieure à 20°C pendant 8 mois, d'avril à novembre. Elle reste supérieure à 15°C pendant les autres mois, décembre, janvier, février et mars. Le maximum moyen se tient autour de 30°C au mois d'août malgré des sautes de température importantes qui se produisent pendant les saisons intermédiaires lors des types de temps de *khamsin*<sup>11</sup> qui affectent beaucoup plus le sud du Levant. Le maximum absolu à Lattaquié, 39,6°C (39°C pour la période 1955-1974), a été enregistré en juin (période 1970-71/2009-10), alors que celui de Beyrouth se place en avril (43°C)<sup>12</sup>. La fraîcheur de la montagne, notamment estivale, est un atout pour la région côtière car elle favorisait et favorise toujours l'installation des hommes : les températures maximales dépassent les 20°C seulement durant les mois de juin, juillet, août et septembre, tout en restant inférieures à 27°C.

Grâce aux influences maritimes, les contrastes thermiques ne sont pas grands. L'amplitude diurne est située autour de 7°C (7,5°C pour la période 1955-1974). Son minimum se place en été (4,8°C en août) alors que le maximum intervient pendant les saisons intermédiaires et particulièrement en automne (8,5°C en octobre et novembre). Ceci reflète l'alternance des masses d'air froid ou chaud qui se succèdent sur la région lors des types de temps perturbés ou anticycloniques. L'amplitude annuelle se tient autour de 15,3°C (fig. 2). Notons que les contrastes thermiques s'accroissent avec l'altitude et l'éloignement de la mer ; l'amplitude annuelle à Slenfa est de 16,1°C.

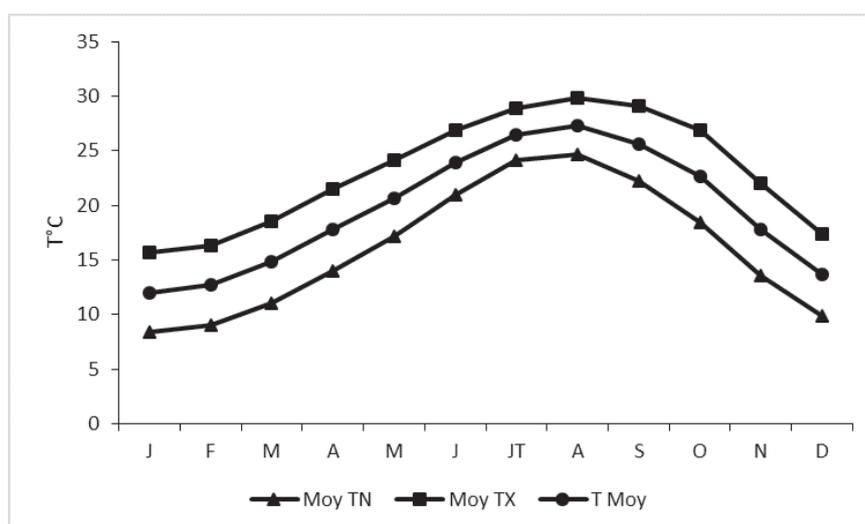


Fig. 2 – Le régime thermique à Lattaquié (1970-71/2009-10), avec TX = température maximale et TN = température minimale (© M. Traboulsi).

11. Le *khamsin* est un type de temps caractéristique du Moyen-Orient qui se manifeste par une température élevée, une humidité relative très faible (généralement inférieure à 20 % et même 10 %), un vent plus ou moins violent et une atmosphère chargée de sable ou de poussière réduisant fortement la visibilité. Le phénomène est dû généralement au passage sur la Méditerranée orientale d'une dépression originaire du sud de la Méditerranée occidentale, le plus souvent du Sahara.

12. Blanchet et Traboulsi 1999.

À l'échelle annuelle, les températures maximales et minimales montrent une tendance à la hausse qui est significative statistiquement au seuil de 5 % selon le test Mann Kendall <sup>13</sup> comme le montre la figure 3.

Les températures annuelles moyennes connaissent elles aussi cette tendance à la hausse qui est également significative au seuil de 5 % (Ktest = 3,1923) (non illustré).

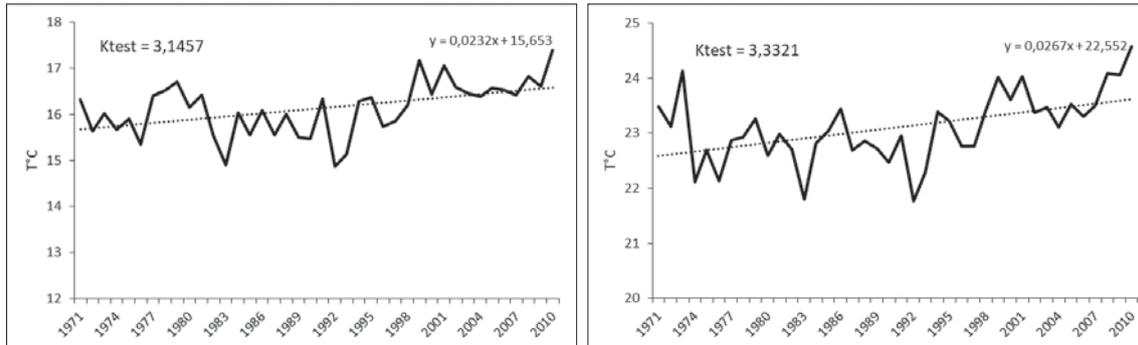


Fig. 3 – Évolution des températures annuelles minimales (à gauche) et maximales (à droite) à Lattaquié (période 1970-71/2009-10) (© M. Traboulsi).

À l'échelle saisonnière, la hausse est généralisée que ce soit pour les températures maximales ou minimales mais la tendance n'est significative qu'en automne et en été (successivement  $K_{test} = 2,0272$  et  $3,4487$ ) pour les températures maximales, et en été seulement pour les minimales ( $K_{test} = 4,9633$ ). La région montagneuse devrait connaître la même tendance (nous ne possédons pas de séries complètes pour cette région) puisque l'étude que nous avons menée sur l'évolution des températures dans la région proche-orientale durant la période 1970-71/2009-10 <sup>14</sup> a montré une hausse presque généralisée aux échelles spatiale et temporelle et significative au seuil de 5 % (selon le test Mann Kendall).

Malgré les influences maritimes matérialisées par la brise de mer, les fortes chaleurs <sup>15</sup> ne sont pas absentes. La moyenne annuelle des jours de forte chaleur (toutes chaleurs confondues) se situe autour de 3,1 jours à Lattaquié (contre 5,3 jours à Beyrouth). La moyenne annuelle des jours de très forte chaleur, de 0,4 jours, est faible. Cette faible fréquence ainsi que l'absence des jours torrides sont expliquées par le rôle modérateur joué par la mer Méditerranée.

Les jours de forte chaleur se répartissent sur les mois de la saison chaude au sens large. Le maximum d'août est doublé par deux maximums secondaires situés en mai et octobre (fig. 4).

Cette distribution reflète à la fois les mécanismes de la circulation atmosphérique régionale et les facteurs géographiques.

Durant l'été, la région est sous l'influence des advections <sup>16</sup> des masses d'air chaud associées à la présence des hautes pressions subtropicales en altitude, niveau 500 hPa (branche subsidente de la cellule de Hadley). En revanche, c'est au cours des saisons intermédiaires que le *khamsin*, générateur des flux chauds, est le plus actif dans les régions littorales <sup>17</sup>.

13. Le test Mann Kendall est un test non paramétrique sur les rangs permettant de détecter la signification d'une tendance. La tendance est significative au seuil de 5 % si  $K_{test} \geq |1,96|$ . Sneyers 1990.

14. Traboulsi 2014.

15. Les jours de forte chaleur correspondent à une somme  $TX + TN > 53^{\circ}C$ , avec  $TX > 33^{\circ}C$  et  $TN \geq 20^{\circ}C$ . Les jours de très forte chaleur correspondent à une somme  $TX + TN$  comprise entre  $60^{\circ}C$  et  $66^{\circ}C$ . Enfin, les jours torrides correspondent à une somme des  $TX + TN$  supérieure ou égale à  $67^{\circ}C$ .

16. Déplacement d'une masse d'air dans le sens horizontal.

17. Blanchet 1976 ; Traboulsi 1981 ; Blanchet et Traboulsi 1999.

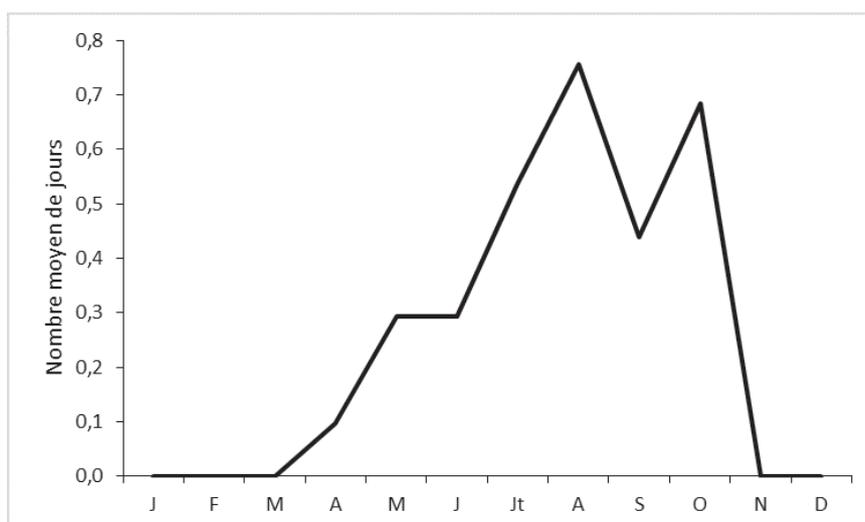


Fig. 4 – Fréquence moyenne mensuelle des jours de forte chaleur à Lattaquié (1970-71/2009-10).

Les chaleurs très intenses ne sont donc que peu connues sur le littoral levantin grâce à la présence de la Méditerranée. Comme le montre la figure 5, la durée des fortes chaleurs n’excède pas 5 jours sur la côte si l’on exclut l’année 2010 où la station de Lattaquié a enregistré un épisode de sept jours consécutifs pour une intensité cumulée <sup>18</sup> de 40,8°C.

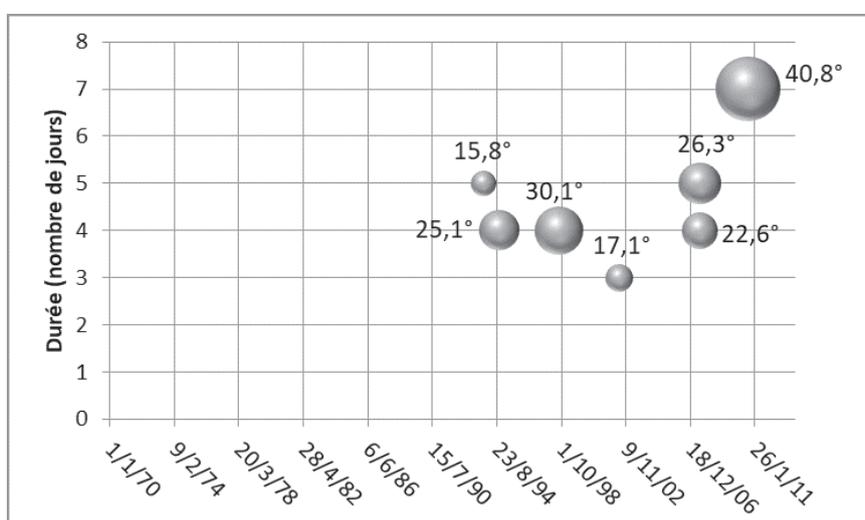


Fig. 5 – Intensité des épisodes de fortes chaleurs (durée ≥ 3 jours) observées à Lattaquié durant la période 1970-71/2009-10 <sup>19</sup>(© M. Traboulsi).

18. Intensité cumulée : cumul des surplus journaliers au seuil de chaleur choisi (TX + TN > 53°C, avec TX > 33°C et TN ≥ 20°C).

19. D’après Traboulsi 2014.

Ces fortes chaleurs constituent un vrai risque pour la région. Leur tendance à la hausse associée à la diminution des précipitations (cf. ci-dessous) pose la question du manque des ressources en eau et de la forte demande en consommation d'énergie pour une démographie galopante. Tout plan d'aménagement devrait prendre en compte cette réalité.

Les effectifs de forte chaleur accusent une nette augmentation vers la fin de la décennie 2000 (fig. 6). Ils présentent une tendance à la hausse qui est significative au seuil de 5 % selon le test Mann Kendall.

Ces fortes chaleurs sont associées à une humidité relative forte particulièrement en été. La moyenne annuelle de l'humidité relative se tient autour de 67 % à Lattaquié. Cette moyenne ne descend guère au-dessous de 60 % grâce aux influences maritimes sachant que le maximum (73 %) est placé au cœur de l'été, conjugué au maximum des températures ce qui rend l'atmosphère très lourde pendant cette saison même si cette humidité est bénéfique à la vie végétative. Le Djebel Ansariyé reste le refuge des habitants de la côte en été, grâce non seulement à la fraîcheur de ses températures mais aussi à l'humidité relative qui est moins forte que sur la côte, particulièrement durant cette saison ; elle se situe autour de 65 % alors qu'elle dépasse les 80 % en hiver.

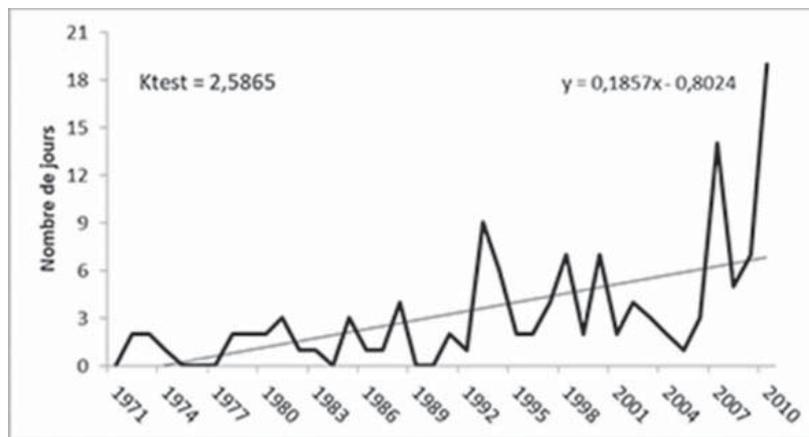


Fig. 6 – Évolution du nombre de jours de forte chaleur à Lattaquié (© M. Traboulsi).

## LES PRÉCIPITATIONS

La proximité de la mer détermine non seulement la douceur des températures mais représente aussi une source d'humidité pour la région littorale. Cette influence maritime, conjuguée à la présence de la chaîne côtière frappée en plein fouet par les vents humides d'ouest circulant à cette latitude, se manifeste par des totaux pluviométriques annuels relativement élevés en comparaison avec le reste du pays.

En dehors de la région montagneuse (ici, l'ensemble de la chaîne côtière) qui enregistre une moyenne annuelle dépassant 1200 mm, c'est la région la plus arrosée de la Syrie ; avec une moyenne annuelle des précipitations qui se tient autour de 800 mm (la station de Lattaquié enregistre 702,5 mm pour la période allant de 1970-71 à 2009-10 contre une moyenne de 752,2 mm pour la période allant de 1968-69 à 2003-2004 et 813,5 mm pour la période 1960-61/1973-74).

Donc, le littoral syrien jouit d'un climat franchement méditerranéen. La saison des pluies va d'octobre à mai avec une concentration sur les trois mois d'hiver (décembre, janvier et février) qui représentent 54 % du total annuel alors que les pluies automnales représentent 23,4 %. Les pluies printanières n'entrent que pour 21 % dans la dotation globale. La part de ces dernières prend de l'importance à mesure que l'on va vers l'est du pays au détriment des pluies d'hiver comme c'est le cas de Slenfa, station de montagne.

L'été est la saison sèche, mais des orages éclatent pour perturber cette sécheresse. Juin, juillet et août ne totalisent toutefois que 1,6 % du total annuel.

La pluie commence au mois de septembre, mais de fait ce n'est qu'à partir du mois de novembre qu'elles deviennent significatives ( $CPR > 1$ )<sup>20</sup>. Janvier enregistre le maximum de l'année avec 20,5 % du total annuel à Lattaquié. Les précipitations commencent à diminuer à partir du mois de mars (11,9 % du total annuel), diminution qui devient plus marquée en avril (6,3 %). Le mois de mai marque pratiquement la fin de la saison pluvieuse.

Les précipitations sont caractérisées par une grande variabilité interannuelle qui est de l'ordre de 27 %<sup>21</sup> alors qu'elle est de l'ordre de 19 % en montagne. Bien que la région montagneuse connaisse les totaux pluviométriques les plus élevés et les précipitations les plus régulières, elle apparaît comme une région « sèche », quasi dépourvue d'écoulement superficiel du fait de sa géologie<sup>22</sup>. Cette eau ressort sur les piémonts de la montagne, du côté de la mer à l'ouest, alimentant les *nahrs* de la plaine littorale, et de la plaine du Ghab à l'est<sup>23</sup>.

La variabilité mensuelle est beaucoup plus importante, particulièrement durant les mois des saisons intermédiaires, automne et printemps où elle dépasse les 100 % : un mois pluvieux une année peut être complètement sec l'année suivante. Or ce sont les mois les plus utiles pour la vie végétative. Cette grande variabilité des précipitations est l'une des caractéristiques du climat méditerranéen qui voit se succéder des années « pluvieuses » et d'autres « moins pluvieuses »<sup>24</sup>. Mais comme le montre la figure 7, les années « sèches » sont devenues très fréquentes depuis 2004 (indice de variabilité  $\geq |1|$ )<sup>25</sup>.

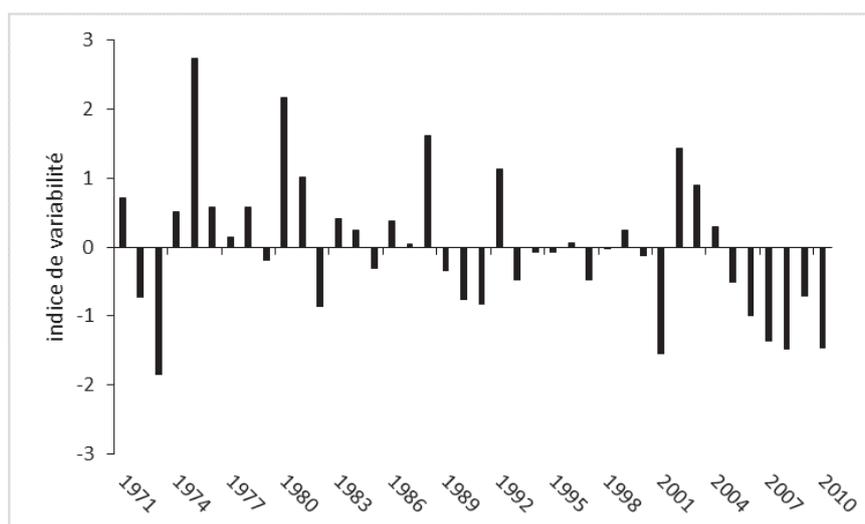


Fig. 7 – Variabilité interannuelle des précipitations à Lattaquié (1970-71/2009-10) (© M. Traboulsi).

- 
20. Le CPR ou coefficient pluviométrique relatif correspond au rapport de la moyenne pluviométrique mensuelle réelle à la moyenne pluviométrique mensuelle fictive.
  21. La variabilité annuelle et mensuelle est exprimée par le coefficient de variation représenté par la formule suivante : écart type/moyenne et multiplié par 100.
  22. Voir la carte *Une lithologie simplifiée de la région de Ras Shamra – Ougarit*, dans ce volume, p. 255-263.
  23. Traboulsi 1981.
  24. La variabilité interannuelle est exprimée par l'indice standardisé des précipitations SPI, représentée par la formule suivante :  $SPI = \frac{(P_i - P_m)}{\sigma}$  où  $P_i$  = Précipitation de l'année  $i$  (en mm),  $P_m$  = précipitation moyenne historique de la période (en mm),  $\sigma$  = écart-type historique des précipitations de la période (en mm).
  25. Mckee *et al.* 1993 ; OMM 2012.

Cette grande variabilité des précipitations est associée à une tendance à la baisse à l'échelle annuelle, qui est significative au seuil de 5 % selon le test Mann Kendall (non illustré). Les précipitations saisonnières présentent elles aussi une tendance à la baisse mais elle n'est significative que durant le printemps (fig. 8). Nous avons trouvé le même résultat pour la station de Beyrouth-AIB au Liban <sup>26</sup>.

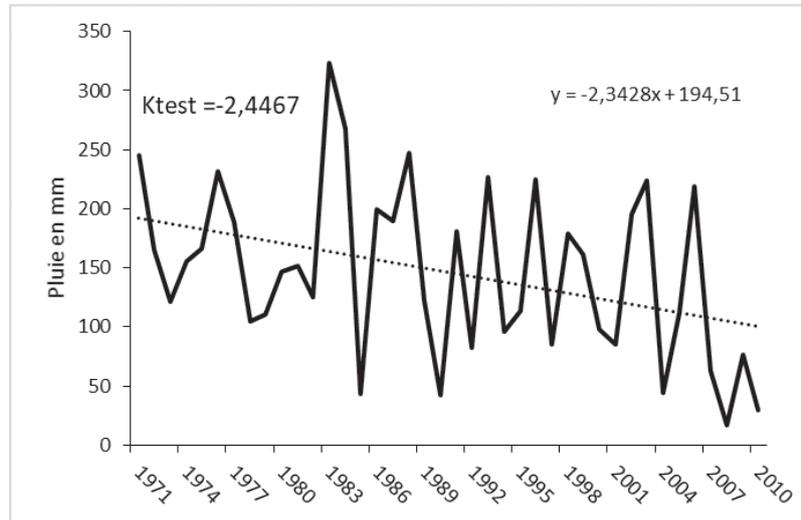


Fig. 8 – Tendence des précipitations printanières à Lattaquié (1970-71/2009-10) (© M. Traboulsi).

Cette variabilité apparaît aussi dans la durée de la saison pluvieuse qui est théoriquement de 7 mois en moyenne, d'octobre à avril, si l'on adopte la méthode de Gausson ( $P = 2T$ ) (fig. 9).

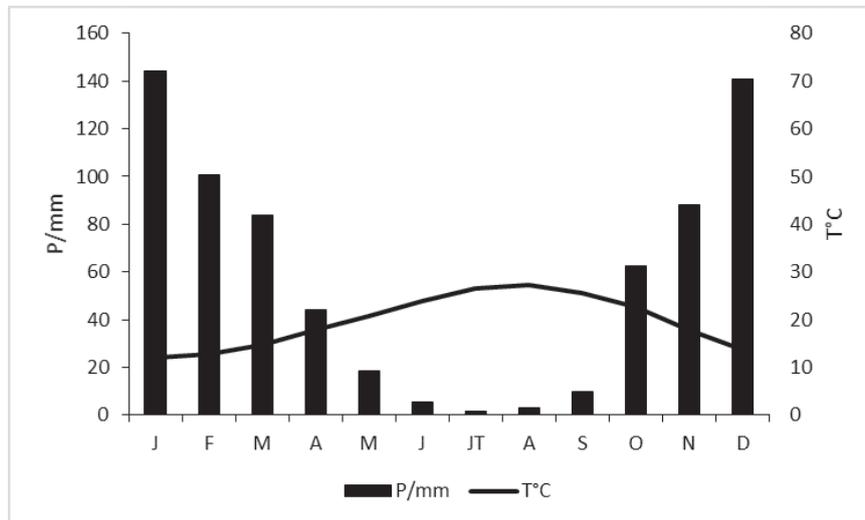


Fig. 9 – Diagramme ombro-thermique de la station de Lattaquié (période 1970-71/2009-10) (© M. Traboulsi).

26. Traboulsi *et al.*, sous presse.

La durée de la saison pluvieuse, selon cet indice, varie aussi selon les années. Elle présente une tendance à la baisse durant la période étudiée (fig. 10) qui est significative statistiquement. Cette tendance à la baisse de la durée de la saison pluvieuse engendre parallèlement une tendance à la hausse de la durée de la saison sèche qui a varié entre 5 et 9 mois durant la période étudiée (non illustré).

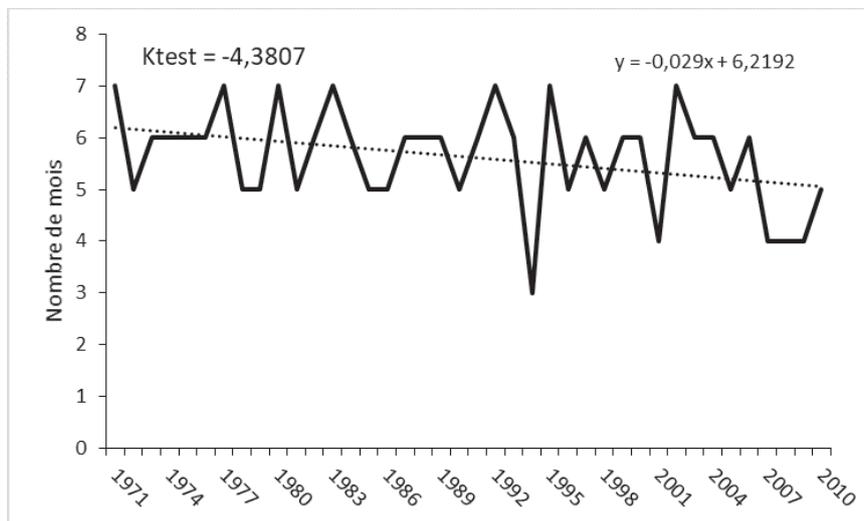


Fig. 10 – Variabilité de la durée de la saison pluvieuse à Lattaquié selon l'indice de Gaussien (1970-71/2009-10) (© M. Traboulsi).

La durée de la saison pluvieuse est beaucoup moins longue si on se base sur la méthode des cumuls des données pluviométriques quotidiennes standardisées (SPI, cité plus haut). Elle est de 109 jours en moyenne (soit un peu plus de 3 mois et demi), et est aussi caractérisée par une grande variabilité, liée à la variabilité des dates de démarrage et de fin de cette saison (fig. 11 et 12). La date moyenne du début de la saison pluvieuse pour la période étudiée se situe autour du 15 novembre, alors que la date moyenne de fin de cette saison est placée vers le 4 mars. Ces dates varient d'une année à l'autre tout en montrant une tendance « à la hausse » pour la date de démarrage de la saison des pluies (le début de la saison a tendance à se produire plus tard) et une tendance « à la baisse » pour la date de sa fin (tendance à se produire plus précocement) mais cette tendance est significative statistiquement au seuil de 10 % seulement pour la date de fin de cette saison. La tendance de ces dates apparaît dans la tendance de la durée de la saison pluvieuse qui se raccourcit (non illustré) et qui est significative également au seuil de 10 %.

Ces précipitations tombent en un petit nombre de jours, 74,8 jours en moyenne par an (contre 84,2 jours par an en moyenne pour la période 1960-61/1973-74, et 89,8 jours à Slenfa pour la même période). Les jours qui totalisent une quantité supérieure ou égale à 10 mm sont de l'ordre de 22,3 jours par an en moyenne (contre une moyenne de 24 jours pour la période 1960-61/1973-74, 48 jours à Slenfa) tandis que les pluies intenses,  $\geq 25$  mm ou  $\geq 50$  mm, tombent respectivement 7,6 et 1,5 jours en moyenne. Ces pluies intenses se produisent dans la plupart de cas au cœur de la saison pluvieuse sans être absentes durant les autres saisons, particulièrement pour les jours recevant une quantité supérieure ou égale à 50 mm.

Le nombre de jours des précipitations ( $\geq 0,1$  mm) présente aussi une tendance à la baisse, comme pour les totaux annuels, significative au seuil de 5 % (fig. 13). Les jours de pluie « intense » recevant une quantité  $\geq 10$  et  $\geq 25$  mm présentent aussi une tendance à la baisse qui est significative au seuil de 5 % selon le test Mann Kendall (successivement  $k_{test} = -2,9593$  et  $-2,9127$ ). Les jours recevant une quantité  $\geq 50$  mm ne présentent aucune tendance durant la période étudiée.

Cette tendance à la baisse du nombre de jours de pluie va de pair avec la diminution des totaux annuels et l'augmentation des températures annuelles qu'elles soient maximales, minimales ou moyennes. L'explication résiderait en grande partie dans la circulation atmosphérique régionale.

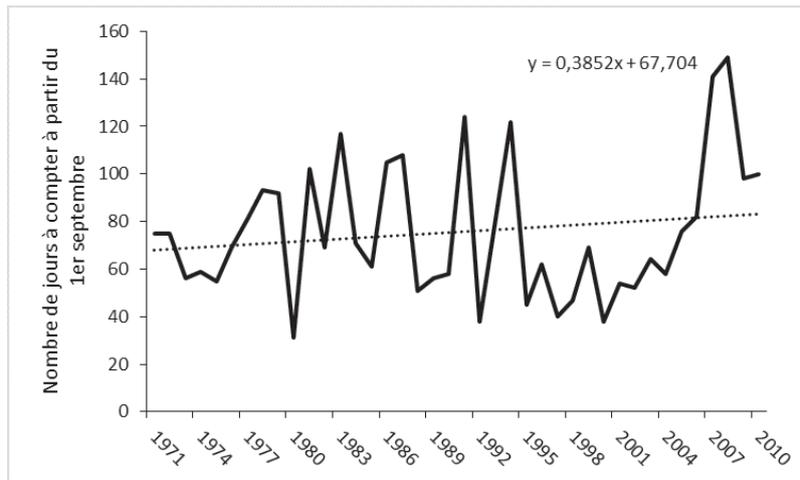


Fig. 11 – Dates de démarrage de la saison pluvieuse à Lattaquié (de septembre 1970 à juin 2010) (© M. Traboulsi).

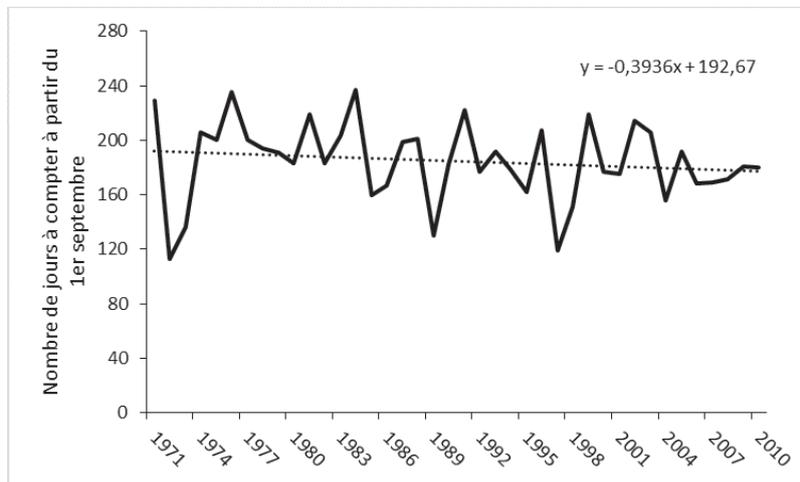


Fig. 12 – Dates de fin de la saison pluvieuse à Lattaquié (de septembre 1970 à juin 2010) (© M. Traboulsi).

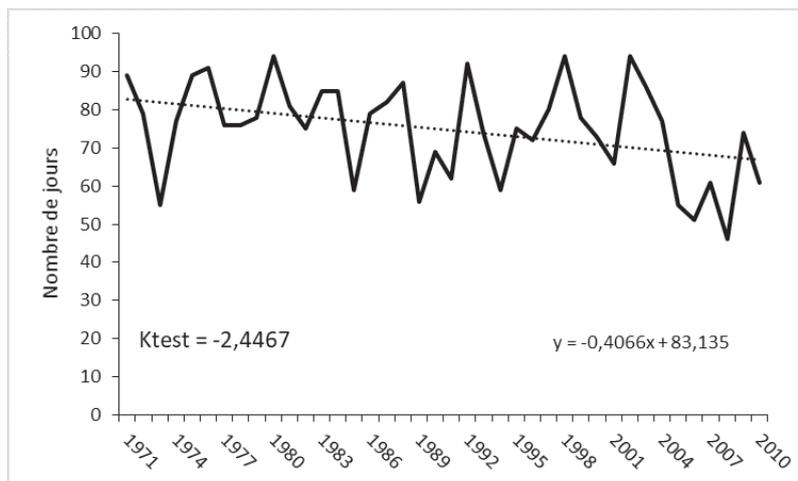


Fig. 13 – Évolution du nombre de jours de pluie ( $\geq 0,1$  mm) à Lattaquié pour la période 1970-71/2009-10 (© M. Traboulsi).

## RELATION ENTRE LES ÉLÉMENTS CLIMATIQUES ET LA CIRCULATION ATMOSPHÉRIQUE RÉGIONALE

Les études antérieures, basées sur les données de réanalyses NCEP/NCAR <sup>27</sup>, que nous avons menées sur l'évolution de la circulation atmosphérique <sup>28</sup>, ont montré une tendance à la hausse des températures et des hauteurs du géopotential 500 hPa à l'échelle annuelle (saison pluvieuse : de septembre à mai) et à l'échelle saisonnière (automne, hiver, printemps et été) sur la Méditerranée orientale et le Proche-Orient. Cette tendance positive, significative au seuil de 5 % selon le test Mann Kendall, au-dessus de la Méditerranée orientale et de la région proche-orientale, n'est que l'expression d'une évolution de la circulation atmosphérique régionale vers des conditions de stabilité atmosphérique matérialisée par une persistance de la branche subsidente de la cellule de Hadley <sup>29</sup> et la diminution de fréquence des vallées planétaires d'air froid générant la cyclogenèse (formation des dépressions) au-dessus de la Méditerranée orientale. En effet, l'évolution des éléments climatiques tels que les températures et les précipitations ne sont que les conséquences de ces nouvelles conditions atmosphériques.

L'examen des corrélations entre ces éléments (à tendance significative) d'une part et les hauteurs et températures d'altitude d'autre part nous donne une image réelle de l'évolution du climat du littoral syrien qui fait partie intégrante de la région proche-orientale.

Les corrélations entre les températures du géopotential 500 hPa et les minimales et maximales de surface (à tendance significative à la hausse) durant la saison pluvieuse sont fortes (successivement  $r = 0,7$  et  $0,6$ ), matérialisées par un pôle positif sur la Méditerranée orientale et le Proche-Orient (*fig. 14*). Nous obtenons presque la même configuration des corrélations avec les hauteurs du géopotential 500 hPa (non illustré).

À l'échelle saisonnière, les corrélations entre les paramètres d'altitude (hauteurs et températures du géopotential 500 hPa) et les températures maximales d'automne et d'été (à tendance significative) sont positives ( $r = 0,5$ ), formant un pôle positif couvrant la Méditerranée orientale et le Proche-Orient en automne et s'étendant jusqu'à la Russie en été (non illustré).

Ces corrélations sont plus fortes pour les températures minimales que ce soit avec les températures ou les hauteurs du géopotential 500 hPa (*fig. 15*).

Les corrélations entre les précipitations annuelles à tendance significative et les températures du géopotential 500 hPa sont négatives mais très faibles, alors qu'elles sont relativement plus fortes avec les hauteurs de ce géopotential. Les précipitations diminuent dans le sens inverse des hauteurs du géopotential 500 hPa (*fig. 16*). Dans tous les cas de figures, l'évolution des températures et des précipitations reste conforme à la modification de la circulation atmosphérique régionale où toute tendance à la hausse des paramètres d'altitude engendre une tendance à la hausse des températures et à la baisse des précipitations.

La faible corrélation entre les précipitations et les paramètres d'altitude en comparaison avec celles des températures de surface est liée surtout à la nature des précipitations qui sont très variables dans le temps en relation surtout avec la fréquence des types de temps perturbés méridionaux notamment (types de nord direct, nord-ouest et gouttes froides) <sup>30</sup>. Mais pour le même type de circulation, on peut avoir des totaux pluviométriques quotidiens très contrastés, qui peuvent varier du simple au double et davantage même. L'explication réside dans la nature des propriétés thermiques, hygrométriques et thermodynamiques de la masse d'air en place et dans l'environnement de la station <sup>31</sup>.

---

27. Kalnay *et al.* 1996.

28. Traboulsi 2016b.

29. Les hautes pressions subtropicales.

30. Traboulsi *et al.* 2018.

31. El Melki 2014 ; Traboulsi et El Melki 2018.

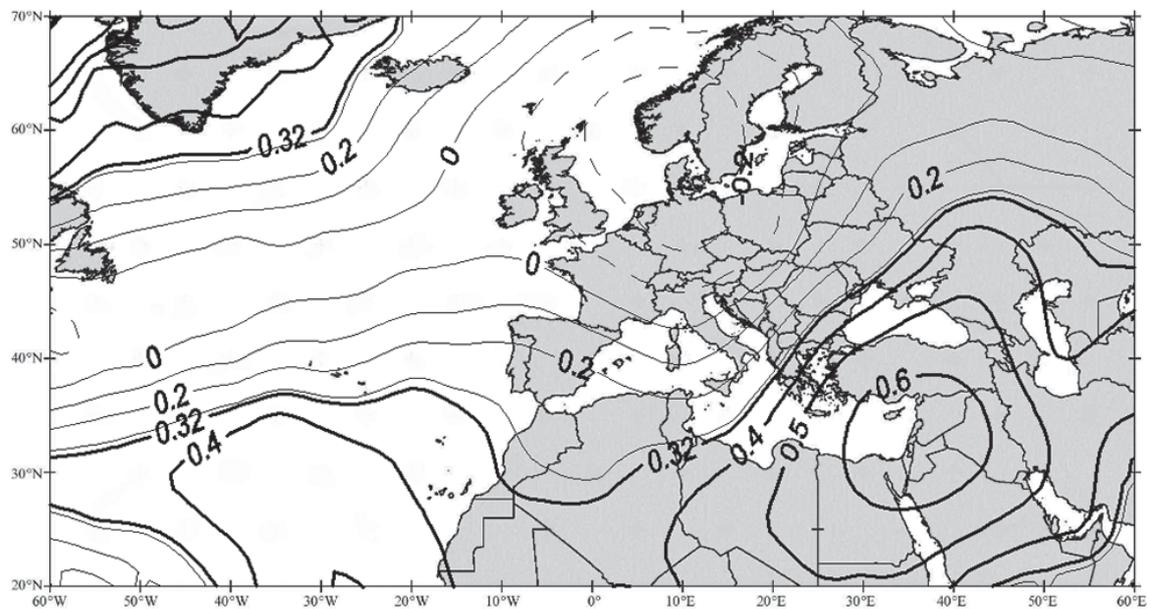
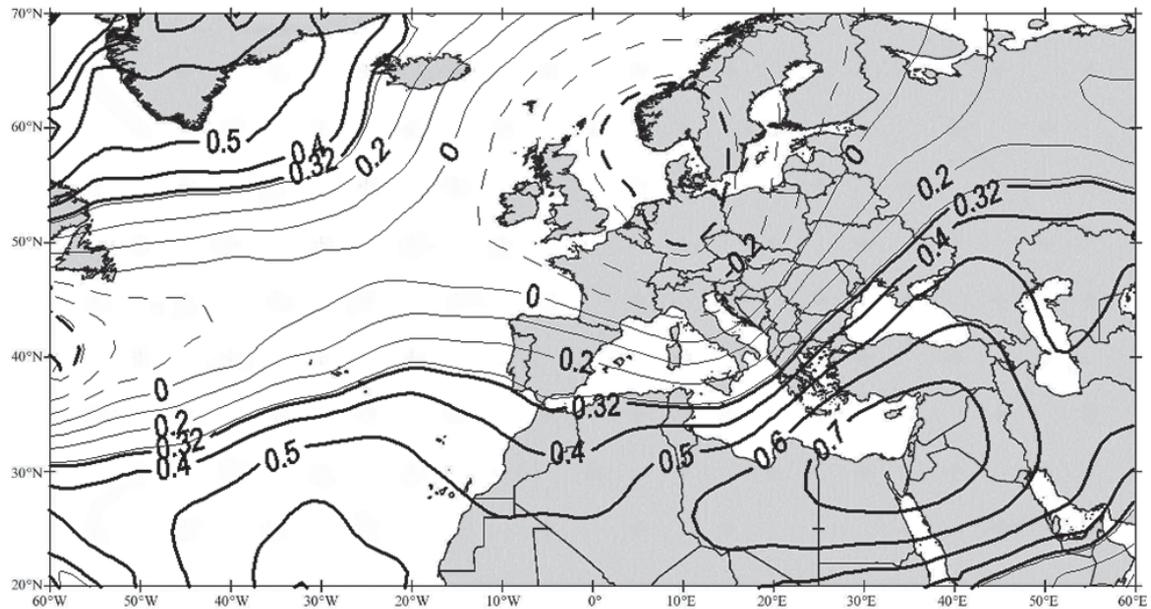


Fig. 14 – Corrélation entre les températures du géopotiel 500 hPa et les températures de surface à Lattaquié (minimales en haut et maximales en bas durant la saison pluvieuse (septembre à mai) pour la période 1970-71/2009-10. Lignes continues : corrélation positive ; lignes discontinues : corrélation négative ; les valeurs négatives sont en gras (© M. Traboulsi, fond des cartes C. Norrant 2004).

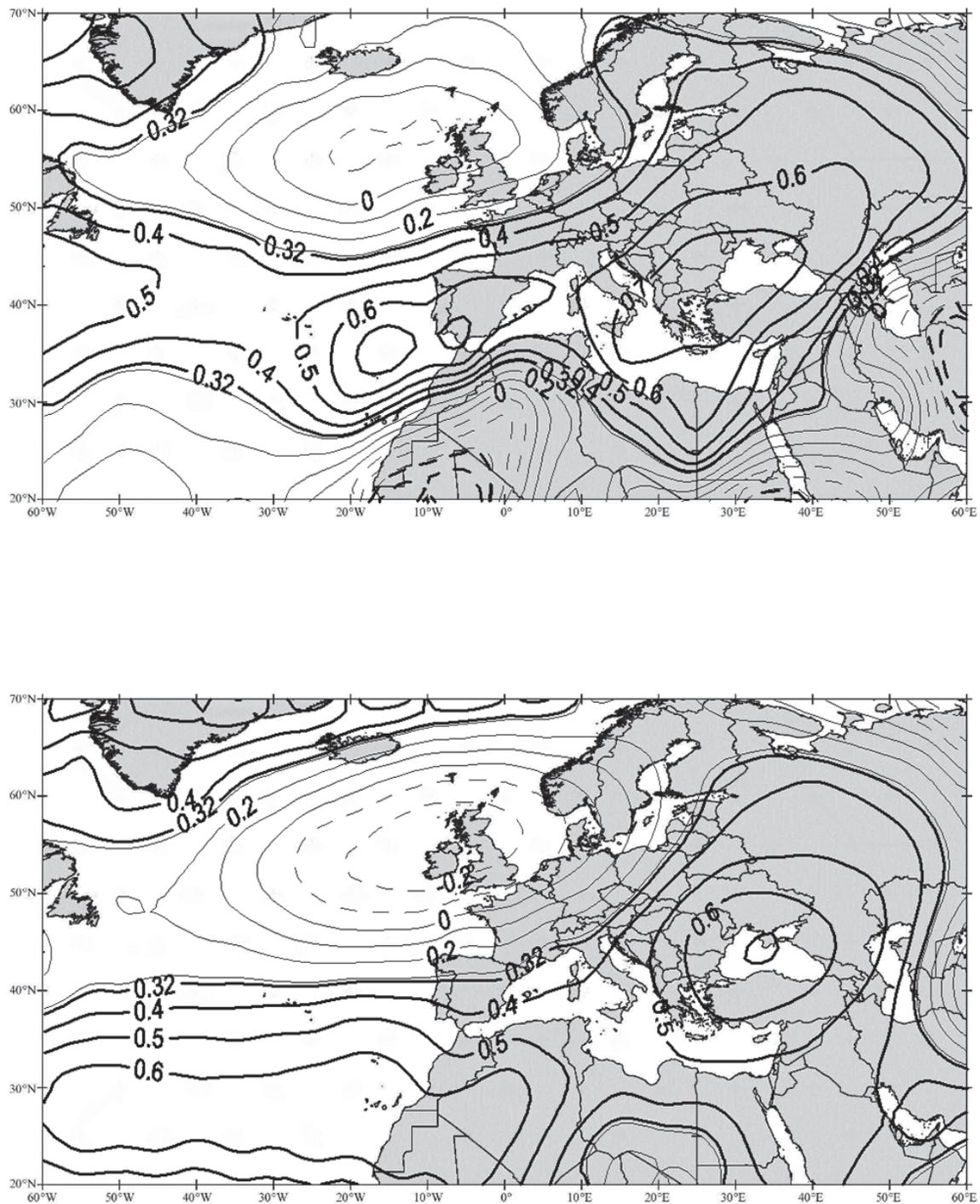
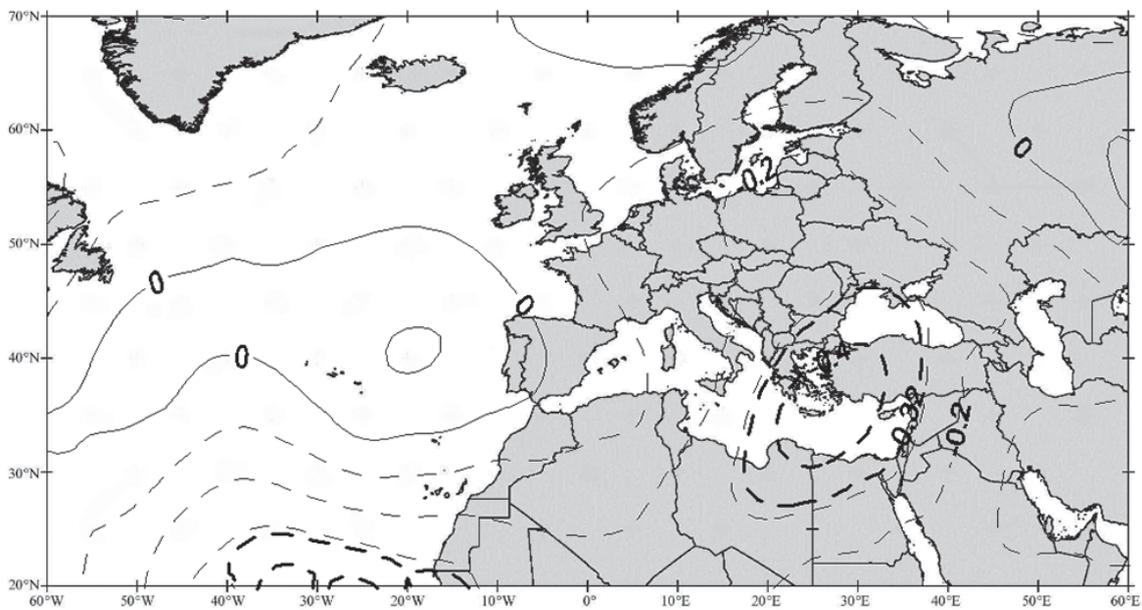
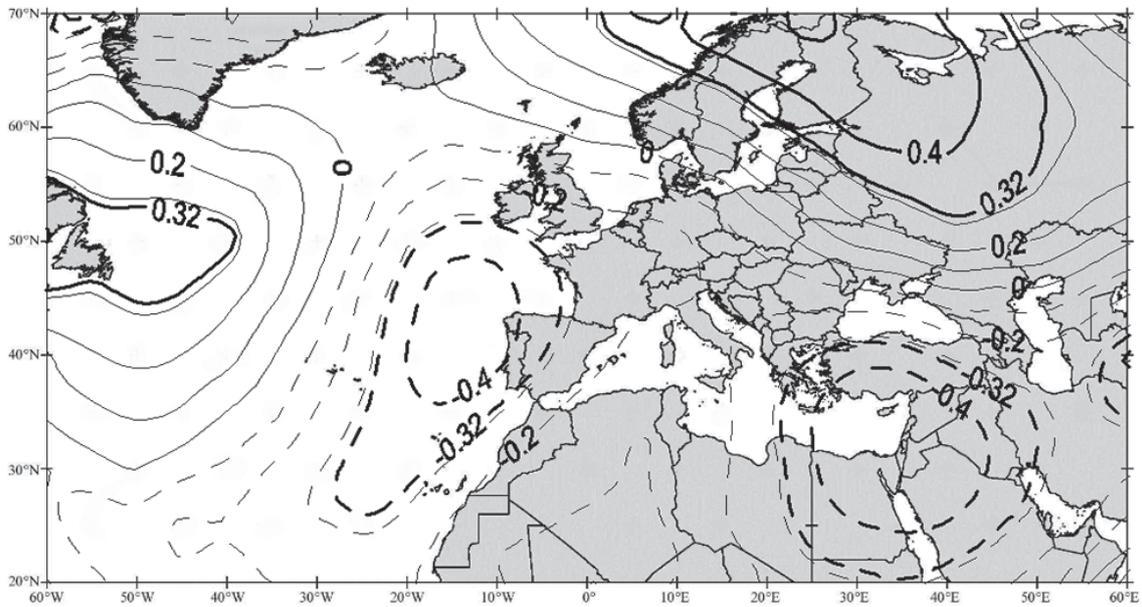


Fig. 15 – Corrélation entre les températures minimales à Lattaquié en été et les paramètres d'altitude (températures du géopotiel 500 hPa en haut et hauteurs en bas).  
 Lignes continues : corrélation positive ; lignes discontinues : corrélation négative ; les valeurs négatives sont en gras  
 (© M. Traboulsi, fond des cartes C. Norrant 2004).



*Fig. 16 – Corrélation entre les précipitations (annuelles en haut et printanières en bas) et les hauteurs du géopotential 500 hPa. Lignes continues : corrélation positive ; lignes discontinues : corrélation négative ; les valeurs négatives sont en gras (© M. Traboulsi, fond des cartes C. Norrant 2004).*

## CONCLUSION

Le littoral syrien, comme toute la région proche-orientale, subit l'évolution des conditions atmosphériques qui tendent vers la stabilité, engendrant une tendance à la hausse significative des températures maximales et minimales notamment aux échelles annuelle et saisonnière (automne et été pour les premières et été seulement pour les deuxièmes). En se basant sur les données de la station de Lattaquié, on constate que la tendance des températures à la hausse est généralisée à toutes les échelles temporelles même si elle n'est pas toujours significative, ce qui est conforme aux résultats obtenus à l'échelle de la région proche-orientale, où la tendance est significative même à l'échelle mensuelle <sup>32</sup>.

Quant aux précipitations, les totaux annuels diminuent significativement alors que les totaux saisonniers diminuent significativement seulement au printemps. La diminution de ces derniers apparaît dans la tendance à la baisse de la durée de la saison pluvieuse durant la période 1970-71/2009-10. Cette dernière constatation corrobore le résultat d'une étude sur la durée de la saison pluvieuse pour une période plus courte, 1970-2002 <sup>33</sup>.

Ce résultat mitigé pour la tendance des précipitations corrobore aussi la tendance des précipitations à l'échelle régionale <sup>34</sup>. Les « faibles » corrélations entre les précipitations et les paramètres d'altitude à l'échelle de la station (Lattaquié) comme à l'échelle régionale supposent l'exploration d'autres pistes de recherches comme les températures de la Méditerranée, la nature des propriétés dynamiques, hygrométriques et thermodynamiques de la masse d'air en place sans oublier les caractéristiques géographiques de la station en question.

Les conséquences du réchauffement climatique actuel qui se manifestent par une tendance à la hausse des températures et à la baisse des précipitations nous aident à mieux comprendre les fluctuations climatiques dans le passé, sachant que le Proche-Orient a connu (cf. ci-dessus) de nombreux changements climatiques depuis le dernier maximum glaciaire et que ce serait autour de 5000 ans BP que se serait établi le climat actuel, lorsque la Zone de Convergence Intertropicale a pris une position plus méridionale, proche de sa place actuelle.

Les tendances actuelles décelées sont associées à une modification dans la circulation atmosphérique régionale qui se manifeste par la diminution des fréquences des types de temps perturbés générateurs des précipitations. Il est vrai que la région proche-orientale est sous l'influence de la circulation zonale d'ouest (*Jet Stream* subtropical) en hiver mais elle n'est zonale en fait qu'en moyenne et les précipitations sont liées plutôt à la circulation méridienne matérialisée par des vallées planétaires froides amenant l'air polaire froid continental qui, lors de son passage au-dessus de la Méditerranée orientale se réchauffe par la base ce qui provoque une forte instabilité. C'est donc la fréquence de ces vallées qui est mise en cause et qui est liée à la dynamique des masses d'air froid en provenance des hautes latitudes. Si cette tendance à la baisse se poursuit, elle pourrait entraîner une persistance des crêtes chaudes et par la suite une subsidence atmosphérique et des conditions inhibitrices des précipitations. Sur le long terme ce sont les caractères méditerranéens du climat qui pourraient être remis en cause. Cette dernière hypothèse doit cependant être considérée avec prudence, la période étudiée étant courte.

---

32. Traboulsi *et al.* 2017.

33. Traboulsi 2012.

34. Traboulsi 2016a.

## BIBLIOGRAPHIE

- BLANCHET G. 1976, *Le temps au Liban, approche d'une climatologie synoptique*, Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Lyon.
- BLANCHET G., SANLAVILLE P., TRABOULSI M. 1997, « Le Moyen-Orient de 20000 à 6000 BP. Essai de reconstitution paléoclimatique », in P. Sanlaville (coord.), *Paléoenvironnement et sociétés humaines au Moyen-Orient de 20000 BP à 6000 BP*, *Paléorient* 23/2, p. 187-196.
- BLANCHET G., TRABOULSI M. 1999, « L'épisode de Khamsin de la mi-mars 1998 au Proche-Orient », *Publications de l'Association Internationale de Climatologie* 12, p. 387-395.
- BOLLE H.-J. 2002, *Mediterranean climate: variability and trend*, Springer-Verlag, Berlin.
- EL MELKI T. 2014, *Climatologie dynamique de la Tunisie*, Publications de la Faculté des Lettres, des Arts et des Humanités, Université de la Manouba.
- FINNÉ M., HOLMGREN K., SUNDQVIST H.S., WEIBERG E., LINDBLOM M. 2011, « Climate in the eastern Mediterranean, and adjacent regions, during the past 6000 years—A review », *Journal of Archaeological Science* 38, p. 3153-3173.
- GEYER B. 2017, « Climat et variabilité dans la région de Ras Shamra-Ougarit », in V. Matoïan (dir.), *Archéologie, patrimoine et archives I, Les fouilles anciennes à Ras Shamra – Ougarit XXV, à Minet el-Beida*, Ras Shamra – Ougarit XXV, Éditions Peeters, Leuven, p. 393-401.
- LE HOUÉROU H.N. 1995, *Bioclimatologie et biogéographie des steppes arides du Nord de l'Afrique*, Options Méditerranéennes B-10, Paris.
- MCKEE T.B., DOESKEN N.J., KLEIST J. 1993, « The relationship of drought frequency and duration to time scale », *Actes de la 8th Conference on Applied Climatology*, Anaheim, Californie, p. 179-184.
- NEUMANN F., SCHÖLZEL C., LITT T., HENSE A., STEIN M. 2007, « Holocene vegetation and climate history of the northern Golan heights (Near East) », *Vegetation History and Archaeobotany* 16, p. 329-346.
- NORRANT C. 2004, « Tendances pluviométriques indicatrices d'un changement climatique dans le bassin méditerranéen de 1950 à 2000. Étude diagnostique », Thèse de doctorat, Université Aix-Marseille I.
- Organisation Météorologique Mondiale 2012, *Guide d'utilisation de l'indice de précipitation normalisée*, OMM n° 1090, Genève.
- RIEHL S. 2009, « Archaeobotanical evidence for the interrelationship of agricultural decision-making and climate change in the ancient Near East », *Quaternary International* 197, p. 93-114.
- SNEYERS R. 1990, *On the statistical analysis of series of observation*, WMO, Technical Note no.143, Genève.
- SORREL P., MATHIS M. 2016, « Mid- to late Holocene coastal vegetation patterns in Northern Levant (Tell Sukas, coastal Syria): Olive tree cultivation history and climatic change », *The Holocene* 26/6, p. 858-873.
- TRABOULSI M. 1981, *Le climat de la Syrie : exemple d'une dégradation vers l'aride du climat méditerranéen*, Thèse de 3<sup>e</sup> cycle, Université Lyon II, Lyon.
- TRABOULSI M. 2004, *Les précipitations au Proche-Orient, variabilité spatio-temporelle et relations avec la dynamique de l'atmosphère (1960-61/1989-90)*, Atelier National de reproduction des thèses, Lille.
- TRABOULSI M. 2012, « La saison pluvieuse au Proche-Orient : une tendance au raccourcissement », *Climatologie, revue de l'Association Inter-nationale de Climatologie* 9, p. 9-29.
- TRABOULSI M. 2014, « Les fortes chaleurs au Proche-Orient et leurs relations avec la circulation atmosphérique régionale. Étude des tendances, indicatrices des changements climatiques », *Hannon, revue de géographie libanaise* 27, p. 48-83.
- TRABOULSI M. 2016a, « Évolution des précipitations au Proche-Orient. Relation avec les paramètres d'altitude (températures et géopotential 500 hPa) », *Actes du XXX<sup>e</sup> colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, Besançon, 6-9 juillet 2016, p. 375-380.
- TRABOULSI M. 2016b, « Modification de la circulation atmosphérique au-dessus du Proche-Orient », *ArchéOrient-Le Blog*, 30 septembre 2016. [En ligne : <https://archeorient.hypotheses.org/6627>]

- TRABOULSI M., EL MELKI T. 2018, « Circulation(s) atmosphérique(s) et événements pluviométriques exceptionnels à Beyrouth : étude de cas », *Actes du XXXI<sup>e</sup> colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, Nice (France), 4-7 juillet 2017, p. 140-145.
- TRABOULSI M., FILAHI S. sous presse, « Évolution des températures et des précipitations au Liban durant la période 1970-71/2009-10 », *Colloque de l'Association des géographes tunisiens 2016*, Hammamet.
- TRABOULSI M., HAJ HASSAN Z., MHANNA H. 2017, « Évolution des températures au Proche-Orient. Relation avec les paramètres d'altitude (températures et hauteurs du géopotential 500 hPa) », *Actes du XXX<sup>e</sup> colloque de l'Association Internationale de Climatologie*, Sfax (Tunisie), 3-6 juillet 2017, p. 235-240.
- TRABOULSI M., MHANNA H., HAJ HASSAN Z. 2018, « Évolution des types de temps perturbés au Liban (1970-71/2009-10) », *Actes du colloque Risques naturels dans le contexte du changement climatique*, 14-17 mars, 2018, Presse Universitaire de Cluj, p. 113-123.
- VILA E., GOURICHON L. 2007, « Apport de l'étude de la faune mammalienne et de l'avifaune à la réflexion sur l'environnement de Qatna à l'Âge du Bronze et à l'Âge du Fer », in D. Morandi Bonacossi (ed.), *Urban and natural landscapes of an ancient Syrian capital: settlement and environment at Tell Mishrifeh/Qatna and in Central Western Syria*, Studi archeologici su Qatna 1, Documents d'archéologie syrienne XII, Forum, Udine, p. 161-168.