

Contribution à l'étude de l'occurrence des phénomènes lithométéores sur le sud-ouest algérien : Classification en types de temps par la méthode de Jenkinson-Collison

Hakim ABANE ^{1*}, Abd El Aziz KONSEIBO ²

Abstract

Le présent article est dédié à l'étude de la relation qui peut exister entre les types de temps de Lamb déterminer à partir des configurations barométriques à grande échelle et l'occurrence des phénomènes lithométéores sur le sud-ouest de l'Algérie durant la saison estivale. Les situations de grande échelle ont été obtenues à partir des champs de réanalyses ERA intérim fournies par l'European Centre of Medium Range Weather Forecasts (ECMWF). Les données ERA intérim accessibles via le site: <http://www.ecmwf.int/products/data/archive/descriptions/e4/index.html>. Une méthode de classification en type de temps de Jenkinson et Collinson a été utilisée afin de dissocier 27 types de temps définis par des conditions barométriques. Ces derniers ont mis en évidence des interactions entre l'occurrence des phénomènes lithométéores et de la circulation atmosphérique. Les types de temps d'Est et de Nord Est semblent être liés à l'occurrence des phénomènes lithométéores durant la saison estivale sur le sud-ouest de l'Algérie.

Keywords

types de temps de Lamb ; réanalyses ERA intérim ; Jenkinson et Collinson, phénomènes lithométéores.

¹ Office national de la météorologie, Dar El Beida, Alger

² Institut Hydrométéorologique de Formation et de Recherches. Oran .Algérie

*Correspondant:hakim73_a@yahoo.fr

Contents

Introduction	1
1 Données et outils utilisés	1
1.1 Réanalyses ERA-Intérim	1
1.2 Outils	2
1.3 Choix de la saison	2
1.4 Choix du domaine géographique	2
1.5 Principe de la méthode	2
2 Résultats et discussion	4
3 Conclusion	4
References	5

L'analyse de la circulation atmosphérique à grande échelle par classification en types de temps a été largement étudiée durant ces dernières décennies. Les méthodes de classification de l'atmosphère ont prouvé leur efficacité et leur contribution à une meilleure compréhension de la relation existant entre atmosphère et conditions climatiques en surface. Ce qui ne fait qu'accroître l'intérêt que portent les chercheurs à leur égard. La notion de classifications synoptiques vise à simplifier le continuum de la circulation atmosphérique en un nombre réduit de catégories représentatives [1]. Par conséquent, la variabilité atmosphérique peut être analysée en termes de changements de fréquences de types de temps synoptiques spécifiques [2]. Il existe de nombreuses classifications qui ont déjà été employées dans bon nombre de domaines d'applications entre autres la mortal-

ité humaine [3], la climatologie: pour des variables comme la température ou les précipitations [4], les phénomènes extrêmes comme les sécheresses [5], ou les tempêtes [6], en environnement : pour l'occurrence des feux de brousses, ou pour la qualité de l'air [7] Le présent article est dédié à l'application de la méthode de classification de Jenkinson and Collison (JC) [8];

[9], [10], [11], [12] afin de caractériser le lien existant entre l'occurrence de phénomènes lithométéores et circulation atmosphérique à grande échelle, notamment pour le cas de la wilaya de Béchar dans le sud-ouest algérien.

1. Données et outils utilisés

Réanalyses ERA-Intérim

Les modèles de prévision numérique du temps ont pour objectif la prévision de l'état futur de l'atmosphère. Pour y arriver avec une certaine précision, il leur faut préalablement bien représenter l'état actuel (initial) de cette atmosphère qui est sujette à une perpétuelle évolution. A cet effet, des méthodes dites d'assimilation de données, très performantes, ont été élaborées pour produire des séries de données de très bonne qualité : les analyses, à partir de données issues des stations météorologiques, les satellites, les bouées ...etc. Cependant, ces séries peuvent être incomplètes, moins renseignées (exemple : certaines stations envoient les données après l'heure de l'analyse), d'une profondeur insuffisante ou surtout non-homogènes à cause de l'évolution rapide et continue des modèles et des données assimilées. Les analyses fournies par les modèles, du fait de

leur qualité incomparable, sont également très exploitées par les climatologues pour des études poussées. Cependant, les analyses prises à l'état brut ne conviendraient pas pour cette fin. Ainsi, pour assurer une bien meilleure qualité, l'homogénéité et une certaine stabilité des séries, des modèles spécialement adaptés ont vu le jour et produisent des séries de données maintenant appelées des réanalyses. De grands centres dans le monde produisent des réanalyses en continue. Entre autres on a l'ECMWF (European Center for Medium-Range Weather Forecasts, Europe), le NCEP (National Centers for Environmental Prediction), le NCAR (National Center for Atmospheric Research, USA), le Japanese Meteorological Agency, la NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration, USA), la NASA (National Aeronautics and Space Administration, USA) ...etc. Des éléments d'inter-comparaison sont disponibles sur le site de Kevin Trenberth : <http://www.cgd.ucar.edu/cas/Topics/reanalyse-s.html>]. Pour notre étude, ce sont des réanalyses ERA-Intérim [13] de l'ECMWF qui ont été utilisées car plus récentes et à haute résolution. ERA-Intérim est une base de données de réanalyses couvrant tout le globe sur la période allant de 1979 à nos jours. Le système d'assimilation de données utilisé pour produire ERA-Interim est basé sur la révision 2 du cycle 31 du modèle IFS (Integrated Forecasting System –Cy31r2–) incluant la méthode d'analyse variationnelle à 4 dimensions (4D-Var) avec une fenêtre horaire de 12 heures. La résolution spatiale d'ERA-Interim est d'environ 0.72° (soit 80 km et T255 dans le domaine spectral) sur 60 niveaux sur la verticale, depuis la surface jusqu'à 0.1 hectopascal (la mésosphère). Les données d'ERA-Interim sont disponibles en téléchargement sur le site <http://apps.ecmwf.int/datasets> ou depuis l'interface MARS (Meteorological Archival and Retrieval System) en utilisant un script python tout en précisant les champs « class=ei » et « expver=1 ». [Source: ECMWF/Forecasts/Datasets/Archive datasets/Reanalysis datasets/ERA-Interim]

Observations station: Pour réaliser notre travail, nous avons fait usage de données d'observations météorologiques que fournit quotidiennement la station météorologique de Béchar à l'office national de la météorologie (ONM, Algérie). Rappelons que Béchar est l'une des wilayas (villes) les plus affectées par les phénomènes poussiéreux en Algérie. La wilaya est située au sud-ouest du pays et plus précisément à 32°37' nord et 2°13' ouest. Notre travail a nécessité uniquement l'utilisation de l'occurrence des phénomènes de poussière que ce soit de type chasses-sable, tempête de sable ou brume sèche. La série s'étend sur la période allant de 1980 à 2014.

Outils

Comme outils, nous avons utilisé principalement le logiciel R (<https://cran.r-project.org/>), un environnement de développement gratuit, libre (open-source) qui est de l'un des plus célèbres langages de programmation utilisés pour le traitement de données et l'analyse statistique. Précisons

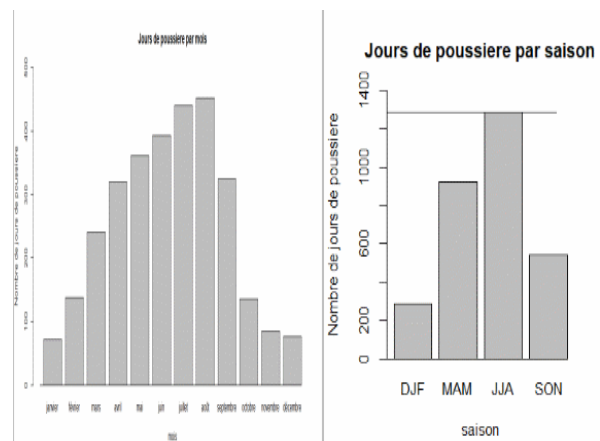


Figure 1. Fréquence d'occurrence des phénomènes poussiéreux.

toutefois l'utilisation du package « jcect » sur R, qui nous a été d'une grande utilité.

Choix de la saison

Le soulèvement de poussières est observable tout au long de l'année avec des fréquences différentes en fonction du mois ou de la saison. Ainsi, sur la station de Béchar et pour la période 1980-2014, les trois mois les plus poussiéreux sont Juin, Juillet et Août correspondant d'ailleurs à la saison estivale (JJA). Cette saison totalise à elle seule 1285 jours de poussière sur 3035 soit environ 42.3%, suivie de la saison mars-avril-mai (MAM) avec 30.4%, septembre-octobre-novembre avec 17.9% et enfin décembre-janvier-février (DJF) avec 9.4% (Fig. 1). Nous avons donc trouvé pertinent de mener l'étude sur la saison estivale, un choix qui s'impose de lui-même.

Choix du domaine géographique

Le domaine retenu pour l'étude s'étale de 20° Ouest à 15° Est et de 20° à 45° Nord, centré sur la wilaya de Béchar comme l'indique la Figure (2). Nous avons cependant, jugé intéressant d'avoir une idée sur la circulation atmosphérique sur l'ensemble de la région. Cela pourrait nous aider dans la compréhension du phénomène.

Principe de la méthode

Le catalogue original a été défini pour les îles britanniques, en utilisant un MSLP journalier grossièrement quadrillé sur une grille de 16 points (de p1 à p16) avec une résolution de 10° dans la direction zonale et une résolution de 5° dans la direction méridienne, pour un point central situé à 55° nord de latitude et 5° ouest de longitude(13). De par ce schéma, le type de circulation pour un jour donné est décrit en se basant sur la position des points de haute et de basses pressions déterminant la direction du flux géostrophique. On voit bien l'unique nécessité de la pression atmosphérique réduite au niveau de la mer comme donnée d'entrée pour cette méthode. Le principe pour l'identification des types

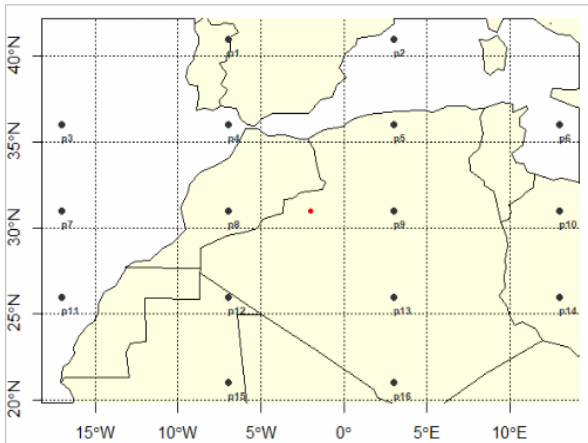


Figure 2. Distribution des 16 points de grille autour de la station de Béchar (en rouge)

de circulation est basé sur l'analyse de l'intensité et de la direction du flux de vent et du type de système de pression (dépressionnaire ou anticyclonique). Comme autre avantage de cette méthode, il y a surtout la simplicité pour l'interprétation des indices de flux d'air sous-jacents pour les types de temps qui en résultent. Bien que cette méthode ne tienne pas compte de l'évolution temporelle des situations météorologiques et que l'analyse du flux soit basée sur le point central spécifique de la zone définie pour les 16 points, elle peut en théorie être appliquée n'importe où sur les latitudes moyennes [6]. Selon le schéma, la circulation atmosphérique du jour est caractérisée par l'utilisation d'un ensemble de 6 indices associés à la direction et à la rotation du flux géostrophique. Ainsi, nous pouvons distinguer :

- SF : flux méridien ou flux de sud (Southerly flow)
- WF: flux zonal ou flux d'ouest (Westerly flow)
- F : flux total, fonction de SF et WF (Total flow)
- ZS : tourbillon de cisaillement zonal (Southerly shear vorticity)
- ZW : tourbillon de cisaillement méridien (Westerly shear vorticity).
- Z : tourbillon de cisaillement total, fonction de ZS et ZW, (total shear vorticity) Les composantes ouest et sud du flux décrivent l'écoulement zonal et méridien de l'air sur la zone, tandis que le tourbillon de cisaillement total nous informe sur la rotation de l'air atmosphérique (14). La comparaison entre le flux total et le tourbillon total fixe les règles de définition du type de temps. Initialement, 27 types de temps sont obtenus comprenant :
 - 8 types de temps purement directionnels,
 - 2 types purement rotationnels (1 cyclonique et 1 anti-cyclonique)

Rotationnel	Directionnel	Hybride		non classifié
A	N	AN	CN	U
C	NE	ANE	CNE	
	E	AE	CE	
	SE	ASE	CSE	
	S	AS	CS	
	SW	ASW	CSW	
	W	AW	CW	
	NW	ANW	CNW	

Table 1. Acronymes des 27 types de temps obtenus après classification (avec les 11 principaux en gras).

- 16 types dits hybrides, combinaisons des deux premiers types 1 type non classifié présentant un flux faible ou chaotique.

De ces 27 types, uniquement les 11, autres que les types hybrides, sont retenus. En effet, selon le schéma original, les types hybrides sont comptés comme égaux à une part de l'occurrence des types majeurs dont ils dérivent. La procédure de classification est bien détaillée dans [14]. Le catalogue original définit les jours du type « non classifié » à partir d'un certain seuil pour le flux et le tourbillon, spécifique à chaque région [15]. Un test de sensibilité des jours non classés sur les tailles de grille et les résolutions a été réalisé dans [16], concluant que le nombre de ces jours diminuerait avec la résolution de la grille. Des études antérieures ont montré une augmentation significative de la part des jours non classifiés en été et en automne lors de l'application de la classification par cette méthode.

Les indices énoncés plus haut sont calculés par les formules suivantes (14)

$$WF = 0.5(p_{12} + p_{13}) - 0.5(p_4 + p_5) \quad (1)$$

$$SF = A[0.25(p_5 + 2p_9 + p_{13}) - 0.25(p_4 + 2p_8 + p_{12})] \quad (2)$$

$$F = \frac{SF^2 + WF^2}{2} \quad (3)$$

$$ZS = B[0.25(p_6 + 2p_{10} + p_{14}) - 0.25(p_5 + 2p_9 + p_{13}) - 0.25(p_4 + 2p_8 + p_{12}) - 0.25(p_3 + 2p_7 + p_{11})] \quad (4)$$

$$ZW = C[0.5(p_{15} + p_{16}) - 0.5(p_8 + p_9)] - D[0.5(p_8 + p_9) - 0.5(p_1 + p_2)] \quad (5)$$

$$Z = ZS + ZW \quad (6)$$

avec :

$$A = \frac{1}{\cos(\phi)}$$

$$B = \frac{\sin(\phi)}{\sin(\phi - 5)}$$

$$C = \frac{\sin(\phi)}{\sin(\phi + 5)}$$

$$D = \frac{1}{2\cos(2\phi)}$$

$\phi = 31^\circ$: latitude du point central.

Les variables : $p_1, p_2, p_3, \dots, p_{16}$ représentent la valeur du champ de pression sur chaque point de grille correspondant (Fig. 2). Le flux et le tourbillon ont une unité géostrophique s'exprimant en hpa par 10° de latitude à la latitude définie par celle du point central (31°N , 2°W). Les constantes A, B, C et D sont relatives aux différences entre espacements des points de grille suivant les directions zonale et méridienne. Les conditions (règles) appliquées à ces indices pour la classification selon (14) sont :

- La direction du flux est donnée par $\tan^{-1}\left(\frac{WF}{SF}\right)$, valeur à laquelle on rajoute 180° si $WF > 0$. La direction est établie sur une rose de vent à 8 secteurs (45° chacune).
- Si $|Z| < F$, le flux est essentiellement droit et correspond à un des 8 types de temps de Lamb purement directionnels.
- Si $|Z| > 2F$, cela correspond au type purement cyclonique (si $Z > 0$) ou anticyclonique (si $Z < 0$).
- Si $F < |Z| < 2F$, cela correspond à un des types hybrides, à la fois directionnel et rotationnel.
- Si $F < 6$ et $Z < 6$, cela correspond au type « non classifié » de Lamb.

2. Résultats et discussion

Après classification par la méthode de Jenkinson-Collison, voilà ce qui en ressort comme résultats : Durant la période allant de 1980 à 2014 (saison estivale JJA), le temps à Béchar a été caractérisé par des vents majoritairement d'Est avec en moyenne 38 jours par an sur les 92 jours de la saison estivale (40.93% de la saison). Les types Nord-Est, Hybride, Non-classifié et Cyclonique sont également observés en moyenne chaque année sur 24.81%, 16.71%, 11.89% et 5.18% de la saison estivale respectivement. Par contre, les types Anticyclonique, Nord et Sud-Est sont rarement présents.

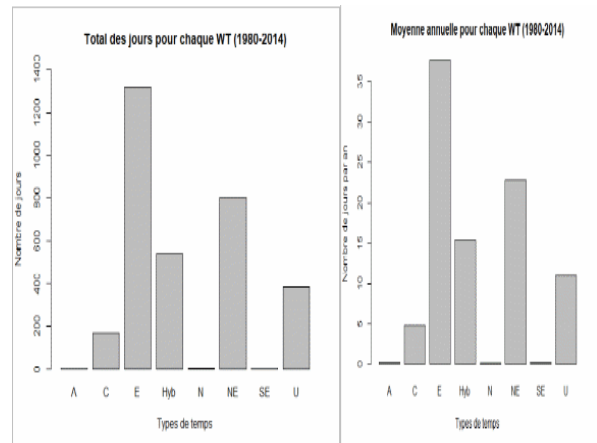


Figure 3. Total des jours et moyenne annuelle pour chaque type de temps (1980 – 2014).

Quant aux types Sud, Sud-Ouest, Ouest et Nord-Ouest, ils n'ont jamais été observés à Béchar pendant l'été et sur la période considérée.

De la classification Jenkinson and Collison (JC), nous déterminons également pour chaque type de temps, le nombre de jours où celui fut accompagné de soulèvement de poussière.

Le Tableau 3 nous renseigne sur la contribution de chaque type de temps au soulèvement de poussière. Il apparaît bien que le type de temps E est le plus grand contributeur, suivi du type Nord-Est. Cela exprime en réalité la probabilité qu'en situation météorologique donnée, la présence d'un type de temps particulier entraîne le soulèvement de poussière. A noter que ces types de temps sont associés à des circulations météorologiques à l'échelle supra synoptique, telles que l'oscillation du nord atlantique (NAO- ; NAO+), minimum atlantique et situation de blocage et chaque type de circulation peut contribuer à l'apparition d'un type de temps (WT) donné.

3. Conclusion

A travers cette étude, nous avons mis en évidence l'influence des conditions météorologiques locales sur le soulèvement d'aérosols désertiques. Le lien (statistique) entre les types de temps de Lamb (locaux) et les phénomènes lithométéores nous apporte plus de détails sur l'occurrence de ces phénomènes. Ainsi, nous avons pu énumérer des risques de occurrence des phénomènes lithométéores pour chaque type de temps établi.

	A	C	E	Hybride	N	NE	SE	U
Total	6	167	1318	538	2	799	7	383
Proportion	0.19	5.18	40.93	16.71	0.06	24.81	0.22	11.89
Moyenne (jours/an)	*	5	38	15	*	23	*	11

Table 2. Total des jours, proportion et moyenne annuelle pour chaque type de temps (1980 – 2014) ; le signe (*) signifie : négligeable.

WT	A	C	E	Hybride	N	NE	SE	U
Nombre de jours poussiéreux	0	107	445	241	1	330	5	156
Proportion de chaque type de temps	0	8.33	34.63	18.75	0.08	25.68	0.39	12.14

Table 3. Nombre de jours poussiéreux de chaque type de temps.

References

- [1] Andreas Philipp, Christoph Beck, Radan Huth, and Juncundus Jacobbeit. Development and comparison of circulation type classifications using the cost 733 dataset and software. *International Journal of climatology*, 36(7):2673–2691, 2016.
- [2] Radan Huth. An example of using obliquely rotated principal components to detect circulation types over europe. *Meteorologische Zeitschrift*, pages 285–293, 1993.
- [3] Pavlos Kassomenos, Alexandros Gryparis, Evangelia Samoli, Klea Katsouyanni, Spyros Lykoudis, and Helena A Flocas. Atmospheric circulation types and daily mortality in athens, greece. *Environmental Health Perspectives*, 109(6):591–596, 2001.
- [4] Ricardo M Trigo and Carlos C DaCamara. Circulation weather types and their influence on the precipitation regime in portugal. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 20(13):1559–1581, 2000.
- [5] Sergio M Vicente-Serrano, Juan I López-Moreno, Anita Drumond, Luis Gimeno, Raquel Nieto, Enrique Morán-Tejeda, Jorge Lorenzo-Lacruz, Santiago Beguería, and Javier Zabalza. Effects of warming processes on droughts and water resources in the nw iberian peninsula (1930- 2006). *Climate Research*, 48(2-3):203–212, 2011.
- [6] Markus G Donat, Gregor C Leckebusch, Joaquim G Pinto, and Uwe Ulbrich. European storminess and associated circulation weather types: future changes deduced from a multi-model ensemble of gcm simulations. *Climate Research*, 42(1):27–43, 2010.
- [7] Maria Grundstrom, Lin Tang, Mattias Hallquist, Hung Nguyen, Deliang Chen, and Hakan Pleijel. Influence of atmospheric circulation patterns on urban air quality during the winter. *Atmospheric Pollution Research*, 6(2):278–285, 2015.
- [8] AF Jenkinson and FP Collison. An initial climatology of gales over the north sea. *Synoptic climatology branch memorandum*, 62:18, 1977.
- [9] Pablo Sarricolea Espinoza and Óliver Mesegu. Climatic variability and tendencies in central chile in the 1950-2010 period by determination of the jenkinson y collison synoptic types. *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*, (64), 2014.
- [10] M Grimalt, M Tomàs, G Alomar, Javier Martin-Vide, and María del Carmen Moreno-García. Determination of the jenkinson and collison's weather types for the western mediterranean basin over the 1948-2009 period. temporal analysis. *Atmósfera*, 26(1):75–94, 2013.
- [11] Noelia Otero, Jana Sillmann, and Tim Butler. Assessment of an extended version of the jenkinson–collison classification on cmip5 models over europe. *Climate dynamics*, 50(5-6):1559–1579, 2018.
- [12] M Demuzere and M Werner. Jenkinson-collison classifications as a method for analyzing gcm-scenario pressure fields, with respect to past and future climate change and european simulated mineral dust deposition. *Short-term scientific mission (MPI-BGC Jena) in the framework of COST733*, 2006.
- [13] P Berrisford, D Dee, P Poli, R Brugge, K Fielding, M Fuentes, P Kållberg, S Kobayashi, S Uppala, and A Simmons. Era report series: The era-interim archive. *Version*, 2:1–27, 2011.
- [14] PD Jones, M Hulme, and KR Briffa. A comparison of lamb circulation types with an objective classification scheme. *International Journal of Climatology*, 13(6):655–663, 1993.
- [15] Clare M Goodess and Jean P Palutikof. Development of daily rainfall scenarios for southeast spain using a circulation-type approach to downscaling. *International Journal of Climatology: A Journal of the Royal Meteorological Society*, 18(10):1051–1083, 1998.
- [16] Matthias Demuzere, RM Trigo, J Vila-Guerau de Arellano, and Nicole Van Lipzig. The impact of weather and atmospheric circulation on o3 and pm10 levels at a rural mid-latitude site. *Atmospheric Chemistry and Physics Discussions*, 9(8):2695–2714, 2009.