

## Research Article

### RAINFALL AND CYCLICITY IN SOUTH-WESTERN SAUDI ARABIA BETWEEN 1987-2017

\*Ansar Allaoua<sup>1</sup> and Azaiez Naima<sup>1,2,3</sup>

<sup>1</sup>King Khalid University, Faculty of Human Sciences, Abha, Saudi Arabia.

<sup>2</sup>Preparatory Institute for Literary Studies and Human Sciences of Tunis I (IPELSHT), Tunis, Tunisia 3 Research.

<sup>3</sup>Laboratory: "Biogeography, Applied Climatology and Environmental Dynamics" (BICADE), Faculty of Arts and Humanities of Manouba, Tunis, Tunisia.

Received 15th June 2021; Accepted 16th July 2021; Published online 24th August 2021

#### ABSTRACT

South-west Saudi Arabia represents a physio-climatic duality. Indeed, this space is composed of two opposing spaces. The first western, bordering the red sea, higher and relatively humid, while the second eastern. At the edge of the Rub El-Khali, lower and drier. The objective of this study is to take stock of this duality by calculating rainfall degrees using the rainfall averages at the three scales, annual, seasonal and monthly for the period 1987-2017 of seven stations representing the two spaces. After statistical, graphical and cartographic processing, it appears that this area, the southwest of Saudi Arabia, is effectively divided into two sub-areas; the eastern part more marked by rainfall and where the non-rainy cycles are longer and more numerous unlike the western part less affected by the fruit of rainy cycles which are, however, short and less numerous. This will lead to differential erosion. It is more wind in the east and water in the west. The consequences confirm this duality.

**Keywords:** southwest, Saudi Arabia, rainfall degrees, rainfall, cyclicity, erosion.

#### INTRODUCTION

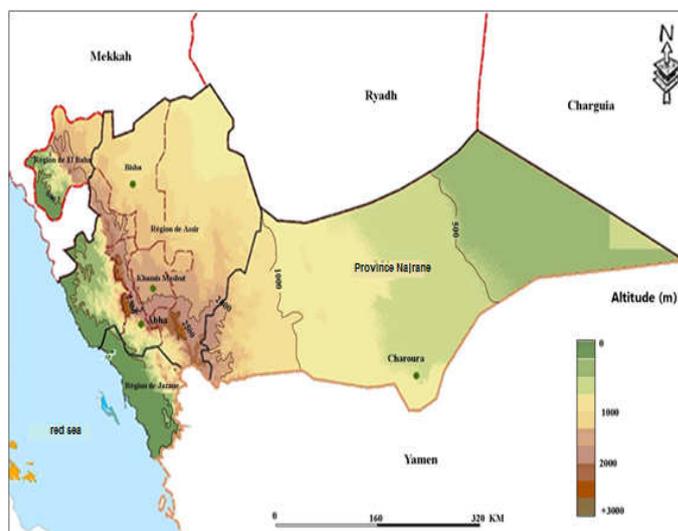
Avec une superficie égale à 2 149 690 km<sup>2</sup>, l'Arabie Saoudite représente 80 % de la superficie totale de la péninsule arabique. Au Nord elle est limitée par la Jordanie et l'Irak tandis qu'au Sud elle est bordée par le Yémen et Oman. Elle est coincée entre le golfe arabe à l'Est et la mer Rouge à l'Ouest. Le premier, 236 835 km<sup>2</sup>, est entouré de vastes superficies continentales dont l'Iran à l'Est, l'Arabie Saoudite à l'Ouest, les Emirats Arabes Unies au Sud et l'Irak au Nord. Le second, 449 000 km<sup>2</sup>, qui longe la partie orientale de l'Arabie Saoudite, du nord au sud. Sa largeur très réduite, moins de 40 kms au-devant de Gizan, est située entre la côte Est du continent africain et les chaînes du Hedjaz au Nord et Asir au Sud. Par leurs superficies, ces deux unités maritimes, n'influent que faiblement sur les précipitations que reçoit plus particulièrement le sud-ouest de l'Arabie Saoudite. Cet espace, le sud-ouest, se caractérise par la présence des chaînes du Hedjaz et de Asir dont l'altitude est supérieure à 2500 m. Cependant, ces deux unités perdent de l'altitude du nord au sud. Le point culminant à Sawdah avec 3133 m dans la province d'Asir. Le reste du pays est constitué de vastes étendues de dunes de sable (Fig. 1).

Fig. n°1: Localisation géographique de l'Arabie saoudite



Par sa position astronomique, entre 16 ° et 33 ° Nord de l'équateur et 34 ° et 56 ° à l'Est de Greenwich, L'Arabie Saoudite est un pays tropical très souvent touché par une sécheresse générée par un climat sec et chaud. Les températures sont habituellement très élevées. Celles-ci dépassent 45°0 c en été (AL-JERASH. 1992) contrairement aux pluies qui sont très faibles qui sont souvent au-dessous de 100 mm (AL-JERASH. 1981). Cependant, le sud-ouest, composé de quatre provinces administratives, ASIR, AL-BAHA, JIZAN et NAJRAN, échappe partiellement à cette règle. En effet, la partie orientale, notamment, les monts du HEDJAZ et ASIR enregistrent des températures relativement basses alors que les hauteurs pluviométriques sont plus élevées. Cette esquisse climatique est le résultat d'une réalité altitudinale. En effet, les altitudes dépassent 2000 m sur les monts du HEDJAZ et de ASIR et perdent de leur importance vers l'est et l'ouest pour atteindre 500 m voire moins de 100 m (Fig. 2).

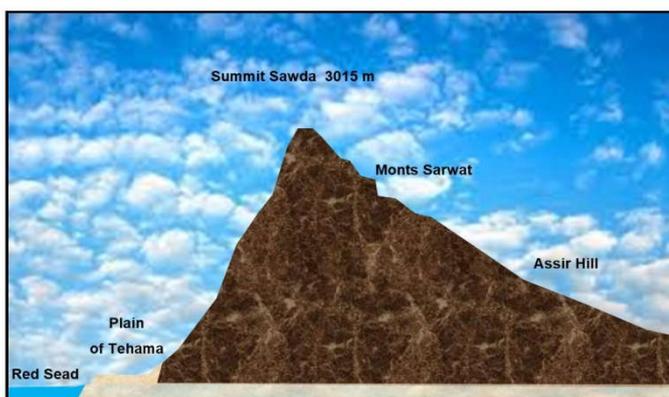
Figure 2 - Provinces et altimétrie du Sud-Ouest de l'Arabie Saoudite



Source: Saudi Arabian of Geological Survey

Dans le détail, les altitudes sont diverses ;elles commencent par des valeurs basses au niveau de la côte symbolisée par la station de Gizan (06 m). Elles augmentent d'une façon relativement rapide pour atteindre 3015 m à Sawda. Sur la partie amont du versant oriental, les altitudes diminuent graduellement d'une manière faible ;Abha et Al-Baha, situées sur la lignée nord-sud enregistrent respectivement 2090 m et 1652 m. Elles sont relayées par Khamis Mushait située à 2066 m qui représente le plateau d'Aseer. Bisha (1167 m), Najran (1212 m) et Sharorah (720 m) symbolisent les régions désertiques et subdésertiques. Le profil topographique, est-ouest, de l'Arabie Saoudite ressemble à un "dos de chameau" aux versants dissymétriques; le versant orientale est court et dont la déclinaison est accentuée. On passe de plus de 3000 m sur les parties sommitales à 0 m sur le littoral sur une distance de 50 kms à vol d'oiseau. Contrairement au versant occidentale, plus allongé (300 kms) et du coup moins incliné (Fig. 3). Les quantités pluviométriques moyennes annuelles relatives à la période 1987-2017 traduisent, en gros, la diversité des milieux physiques. Cette vérité apparait à travers les moyennes pluviométriques annuelles enregistrées sur les sept stations situées dans cet espace. Sur la côte à Gizan, on enregistre un peu plus de 100 mm/an plus exactement 136.5 mm/an. Le milieu montagnard représentées par Abha et Al-Baha enregistrent respectivement 229.5 mm/an et 125.6 mm/an.

**Figure 3** - profil topographique est-ouest du sud-ouest



Source: Autorité royale de la météorologie

Sur le versant est, de Abha à Sharorah, soit environ 500 kms, les quantités pluviométriques moyennes annuelles passent de 229.3 mm à 59.0 mm; Najran et Sharorah enregistrent respectivement 69.3 mm et 59.0 mm. Au nord-est, Khamis Mushait et Bisha marquent 172.3 mm et 81.8 mm. (Tab. 1). Nous constatons que la station d'Abha constitue un point à partir des moyennes pluviométriques annuelles décroissent dans tous les sens. Le calcul des gradients de décroissance horizontale est de l'ordre de 0.7 mm/km, 0.6 mm/km et 0.3 mm/km respectivement en direction du nord-est, à l'ouest et sud-est. Après un bref aperçu relatif aux traits topo-pluviométriques du sud-ouest. Nous allons essayer de nous pencher sur la thématique relative à cette étude à savoir la pluviosité au sud-ouest de l'Arabie Saoudite à travers le triple traitement, statistique, graphique et cartographique, des données pluviométriques de la période 1987-2017 soit un total de trente et un ans des sept stations situées dans cette région soit un total de 2604 observations mensuelles. La pertinence de ces données et leur disponibilité nous a encouragées à aborder ce thème et du coup faire ressortir les différents degrés pluviométriques ainsi que leur cyclicité. Ces deux paramètres, très importants, vont nous permettre de comprendre la dynamique de cette région où la pluviométrie outre sa faiblesse se caractérise par une variabilité prononcée.

**Tableau1-** caractéristiques géographiques des stations du sud-ouest

Stations	Coordonnées géographiques		Altitude en m	Pluviométrie annuelle moyenne en mm
	Longitude	Latitude		
Gizan	42°58	16°86	06	136.5
Al Baha	41°63	20°3	1652	125.6
Abha	42°65	18°23	2090	229.3
Khamis Mushait	42°8	18°3	2066	172.3
Bisha	42°66	19°96	1167	81.8
Najran	44°43	17°61	1212	69.3
Sharorah	47°11	17°46	720	59.0

Source: Autorité royale de la météorologie.

Les études antérieures, que nous avons pu réunir, se sont intéressées à l'étude des différents paramètres pluviométrique. Spatialement, elles se regroupent en trois échelles distinctes;

- Certaines ont privilégié le Sud-ouest de l'Arabie Saoudite, elles sont plus nombreuses. Ce fait s'explique par l'originalité de cette région qui est la plus pluvieuse de l'Arabie Saoudite. Toutefois nous ne sommes intéressés qu'aux plus importantes. La répartition spatiotemporelle des pluies (AL-UHAIDAB. 2000), les caractéristiques mensuelles et saisonnières des précipitations (ABOU ZAID. M. 2006), la dynamique aérienne a montré l'importance et la fréquence des orages pluvieux (AL-MUSHAIT. A. 2017) ont essayé de faire ressortir les particularités pluviométriques de la région d'Asir. Nous avons pu mettre la main sur quelques études qui se sont penchées sur l'impact des précipitations sur les différents secteurs d'activités telle l'agriculture, le tourisme... nous avons recensées trois études. Deux ont essayé de montrer l'impact des pluies sur l'agriculture à Gizan (AL-ARISHI. A.2009) et à Asir (AL-QAHTANI. S et autres 2019). La troisième a mis l'accent sur l'influence des températures sur le tourisme (AL-QAHTANI. S. 2019).
- D'autres se sont intéressées à la totalité de l'Arabie Saoudite où à certaines de ses provinces, cependant, elles sont plus générales. Certaines se sont penchées sur l'impact des facteurs géographiques et astronomiques et leur influence sur les quantités pluviométriques au niveau d'une soixantaine de stations représentant les différentes unités physiques de l'Arabie Saoudite (AL-JERRASH. M. 1981). D'autres se sont intéressées aux des oscillations spatio-temporelles des précipitations de ce pays (AL-BEHILAD. A 1986). La corrélation entre les quantités pluviométriques et les facteurs aérologiques révèle une diminution des pluies d'ouest en est (MUHAMED. A.1996). Certaines études ont été réalisées à l'échelle de certaines provinces. C'est ainsi que l'influence des facteurs géographiques notamment l'altitude qui a joué un rôle important dans la répartition spatiale des précipitations dans la région de Najran, située au sud de pays, qui est souvent confrontée aux courants de l'est généralement secs (AHMED. B. 2010). La région d'El-Gassim, au centre du pays, a fait l'objet d'une étude qui a montré les disparités spatiales des précipitations annuelles (BOUROUBA. M. 2015).
- Quelques études sont relatives aux espaces extra Arabie Saoudite. En Irak, pays qui a des similitudes avec l'Arabie Saoudite, nous avons choisi deux études qui sont relativement en relation avec notre étude. La première a trait aux oscillations spatio-temporelles (AL-SHAIR. H. 1986) et aux facteurs explicatifs des précipitations dans ce pays (AL-

\*Corresponding Author: Ansar Allaoua,

1King Khalid University, Faculty of Human Sciences, Abha, Saudi Arabia.

MATHLOUTHI. S. 2005). En Algérie, nous avons pu avoir sous la main deux études ; La première s'est intéressée à l'évolution des pluies moyennes annuelles en Algérie du nord pour la période 1913-1995 et a montré l'existence d'une décroissance pluviométrique de l'ordre de 20 % (ANSAR. A. 1998) tandis que la seconde s'est intéressée à la même thématique au bassin du Chélif, situé en Algérie du nord (TAIBI. S. 2015).

Toutes ces études ont pu mettre l'accent sur le caractère indigène des totaux pluviométriques moyens annuels du sud-ouest de l'Arabie Saoudite. La région d'Asir fait relativement exception à cette règle. La faiblesse des totaux pluviométriques moyens annuels conjuguée aux moyennes thermiques souvent fortes notamment à Bisha, Gizan, Najran et Sharorah l'évapotranspiration d'où une forte tendance à la sécheresse. L'apport que nous essayons d'apporter dans cette étude est de mettre l'accent sur la notion de degrés pluviométriques qui est une autre manière d'appréhender le phénomène de la sécheresse. Cependant, dans ce pays, comme dans les autres pays arabes, où la sécheresse est une donnée fondamentale, aucune définition de sécheresse n'est évoquée. En France, ce phénomène est déclaré s'il y'a absence de pluies pendant 15 jours consécutifs. Cette fourchette passe à 21 jours aux Etats Unis si le total pluviométrique est inférieur à 30% du total habituel. Cette proportion descend à 10% en Australie sans pour autant préciser la durée affectée, contrairement à l'Inde qui prône le seuil de 75 % du total pluviométrique pour parler de sécheresse (Centre de l'information sur l'eau www.cieau). Les définitions ci-dessus évoquent la notion de cyclicité. Un cycle est une « suite de phénomènes se renouvelant dans un ordre immuable » (www.larousse.fr). En climatologie, on parle souvent de cycle des saisons pour décrire les différentes caractéristiques (pluviométriques, thermiques...) propres à chaque saison. Ceci peut nous mener à introduire la cyclicité relative à la sécheresse. La définition du mot « degré » diffère selon son domaine d'utilisation ; il signifie « chacune des positions intermédiaires dans un ensemble hiérarchisé » (www.larousse.fr). En climatologie, et plus particulièrement pour les températures, le mot degré est usuellement utilisé pour signifier une unité de mesure thermique ; Degré Celsius, degré Fahrenheit, degré Kelvin... il décrit une hiérarchie particulière où les températures s'ordonnent graduellement en ordre croissant ou décroissant. Ces définitions nous ont inspiré pour utiliser le mot « degré » en pluviométrie pour décrire une hiérarchie spécifique aux pluies mensuelles en fonction de la moyenne mensuelle de chaque mois. Pour mener à bien cette étude, nous avons essayé, en vain, de rechercher des références bibliographiques relatives à ce thème (les degrés pluviométriques). L'absence de celles-ci nous a handicapé dans notre démarche méthodologique. Elle nous a, en outre, privé de toute comparaison pour bien mesurer ces deux phénomènes à savoir les degrés pluviométriques et leur cyclicité dans ces stations situées au Sud-ouest de l'Arabie Saoudite. Pour atteindre, ce double objectif, au niveau de ces stations pour la période 1987-2017, nous utilisons la méthode des rapports. Celle consiste à faire la distinction entre les mois en fonction de leurs degrés pluviométriques mensuels. Ceux-ci sont un rapport entre le total pluviométrique mensuel d'un mois donné et sa moyenne calculée pour la période étudiée. Initialement, cette méthode définit quatre degrés pluviométriques qui se présentent de la manière suivante :

1. 0.01- 0.60: peu pluvieux (PP).
2. 0.61-1.00 : mi pluvieux (MP).
3. 1.01-2.00 : pluvieux (P).
4. 2.01-300 : très pluvieux aux initiales TP (Halimi. A. 1980).

Cependant, et après traitement des données mensuelles des sept stations pour la période 1987-2017 soit 2604 observations, nous avons jugé utile d'ajouter deux autres degrés à savoir :

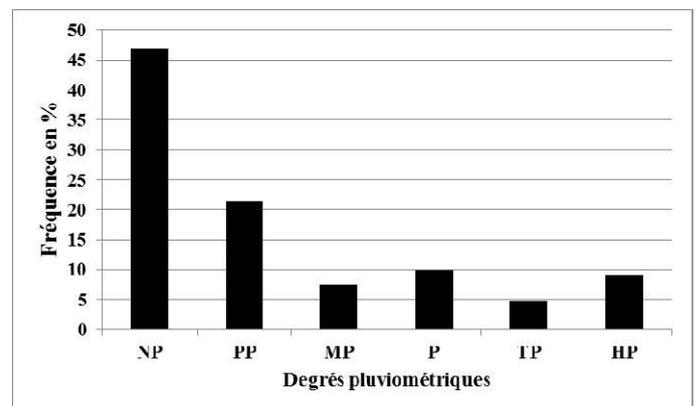
- 0.00: non-pluvieux (NP).
- >3.01: hyper-pluvieux (HP).

Cet ajout se justifie par l'importance de ces deux degrés qui sera confirmée ultérieurement. Ces six degrés seront parfois résumés en fonction de leur signification. En effet, les degrés Non Pluvieux, Peu Pluvieux et Mi Pluvieux sont synonymes de non pluviosité contrairement aux Pluvieux, Très Pluvieux et Hyper Pluvieux synonymes de pluviosité. Nous tenons à signaler la qualité des relevés météorologiques bien gérés par l'Autorité royale de la météorologie et protection de l'environnement. La pertinence de ces données et leur disponibilité nous a encouragées à aborder ce thème.

### A propos des degrés pluviométriques :

**1.1. Spatialement:** Le traitement statistique des données pluviométriques mensuelles montre la prédominance des degrés pluviométriques synonymes de non pluviosité ; le degré dit non pluvieux (NP) marque 46.8 % des mois que compte la période 1987-2017. Ajouté aux deux degrés indicateurs de sécheresse à savoir le peu et le mi pluvieux, la non-pluviosité marque les 3/4 des mois de la période étudiée. Les degrés synonymes de pluviosité touchent seulement le 1/4. Deux degrés s'individualisent le pluvieux 9.9% et l'hyper pluvieux 9.2%. Ce dernier résultat traduit le caractère orageux de ces pluies (Fig.4).

Figure 4 - Degrés de pluviosité au sud-ouest de l'Arabie Saoudite



Source: traitement des données 1987-2017

Dans ce qui suit, nous allons mettre le point sur chaque degré pluviométrique au niveau spatial.

**Le non pluvieux:** ce degré, nous le rappelons touche 46.8 % des observations mensuelles, se manifeste essentiellement à Sharorah, Najran et Bisha. Stations situées aux confins du désert. Les moins touchées sont Abha, Khamis Mushait et Al Baha. Stations montagnardes.

**Le peu pluvieux:** s'individualise à Abha. Khamis Mushait et Al Baha et à un degré moindre Gizan et Bisha qui sont moins touchées. Ce degré ne se manifeste que très peu à Sharorah et Najran.

**Le mi pluvieux:** nous assistons à une répétition relative du scénario précédent. En effet, Abha s'individualise par sa mi pluviosité. Khamis Mushait *et al.*, Baha se manifestent fortement. Les autres stations, Gizan, Bisha, Najran et Sharorah, sont peu touchées. Pour l'ensemble des trois de degrés synonymes de non-pluviosité, nous constatons que quatre stations sont très touchées par cette nuance. Il s'agit de Najran, Sharorah et à un degré moindre Bisha et Gizan. Une station côtière (Gizan) et trois stations aux confins du désert. Al Baha,

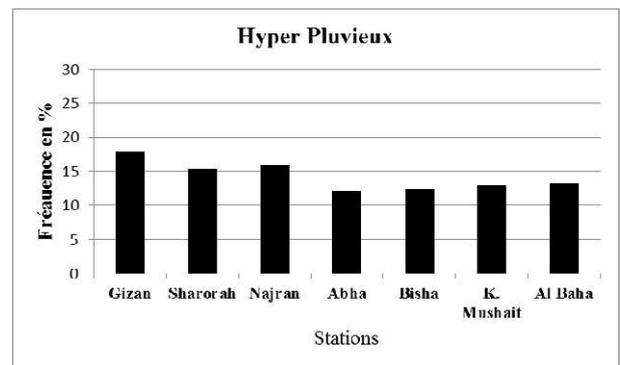
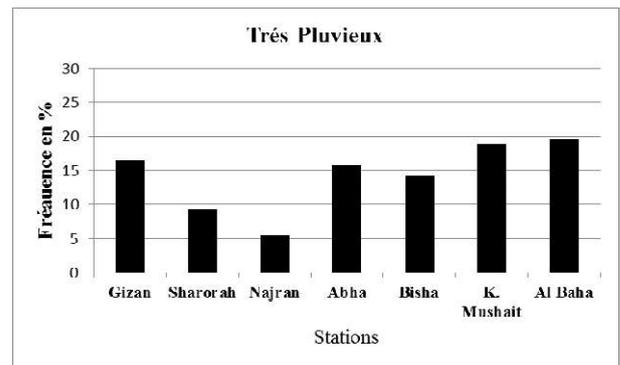
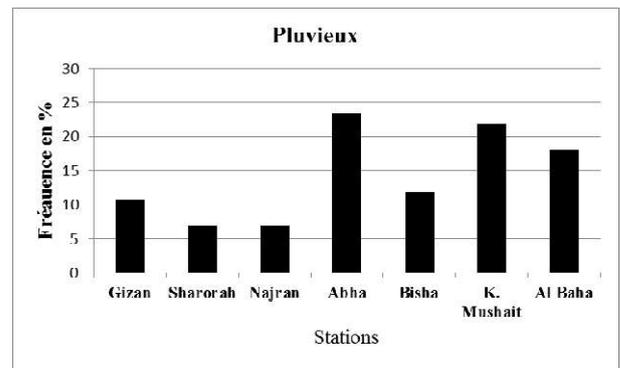
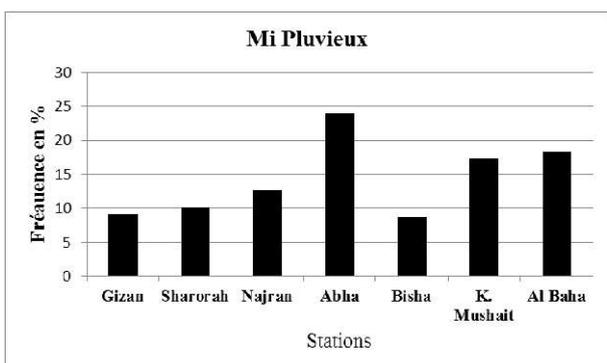
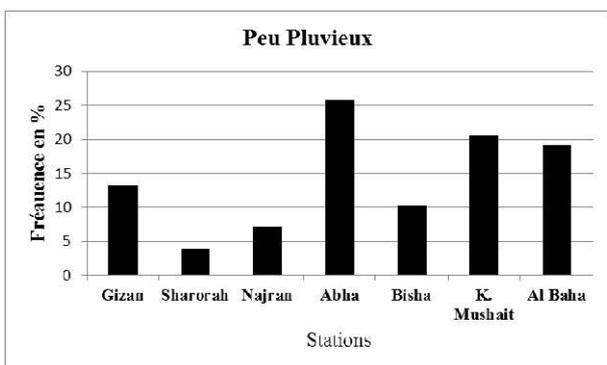
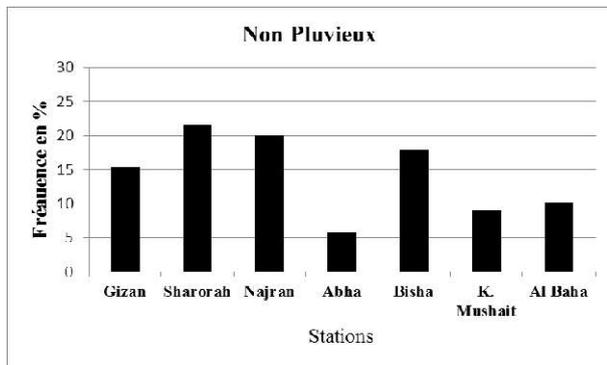
Abha et Khamis Mushait sont relativement moins marquées. Ces stations sont situées en milieu montagnard.

**Le pluvieux:** se manifeste essentiellement à Abha, Khamis Mushait et à un degré moindre Al Baha. Bisha et Gizan sont moyennement touchées. Najran et Sharorah sont les moins touchées par ce degré.

**Le très pluvieux:** cinq stations sur sept sont très marquées par ce degré (Al Baha, Khamis Mushait, Gizan, Abha et Bisha). Seules Sharorah et Najran sont peu marquées. Nous constatons l'intégration de Najran et Bisha dans ce degré.

**L'hyper pluvieux:** ce degré marque toutes les stations. Ceci s'explique par l'importance des pluies orageuses dû aux courants méridionaux souvent chauds et humides. Pour l'ensemble des trois degrés synonymes de pluviosité, nous remarquons que les stations situées en milieu montagnard Abha, Khamis Mushait et Al Baha ainsi que Gizan sont marquées par la pluviosité contrairement à celles situées aux confins du désert à savoir Sharorah, Bisha et Najran qui sont peu touchées (Fig.5). A l'échelle mensuelle à travers la traduction graphique de leurs valeurs mensuelles. Ils se présentent comme suit:

Figure 5 - Rainfall levels in the southwes



Source : traitement de données.

**1.2. Temporellement:** nous essayons de suivre les différents degrés pluviométriques

**Le non pluvieux:** la traduction graphique des valeurs mensuelles relatives à ce degré montre que l'année est divisée en deux semestres ; le premier fortement touché par ce degré et est constitué de février 10.1 %, septembre, octobre et décembre avec 8.6 % chacun, novembre 7.1 % et janvier 6.5 %. Le second semestre, dont les valeurs sont inférieures à 5 %, est composé de mars 4.5 %, juin 3.5 %, juillet 2.5 %, mai 1.5 %, août 1.0 % et avril 0.5 %.

**Le peu pluvieux:** les fréquences relatives à ce degré oscillent entre 1.0 % et 8 %. Des valeurs relativement rapprochées. Cependant certains mois ont des valeurs faibles comme c'est le cas de février 1.0 %, octobre et décembre avec 2.0 %.... D'autres au contraire enregistrent des valeurs sensiblement élevées ; août 7.6 %, avril 7.1 %, juin 6.5 %....

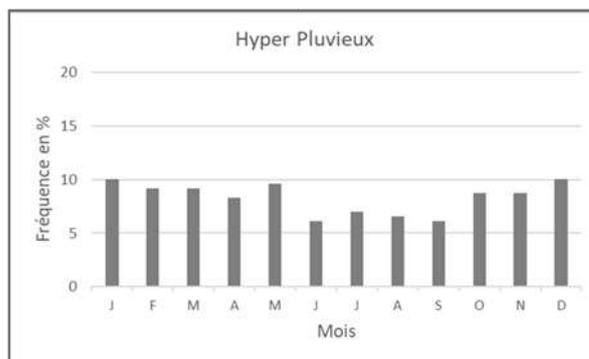
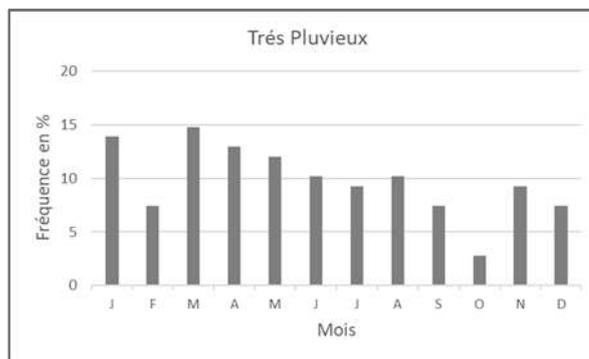
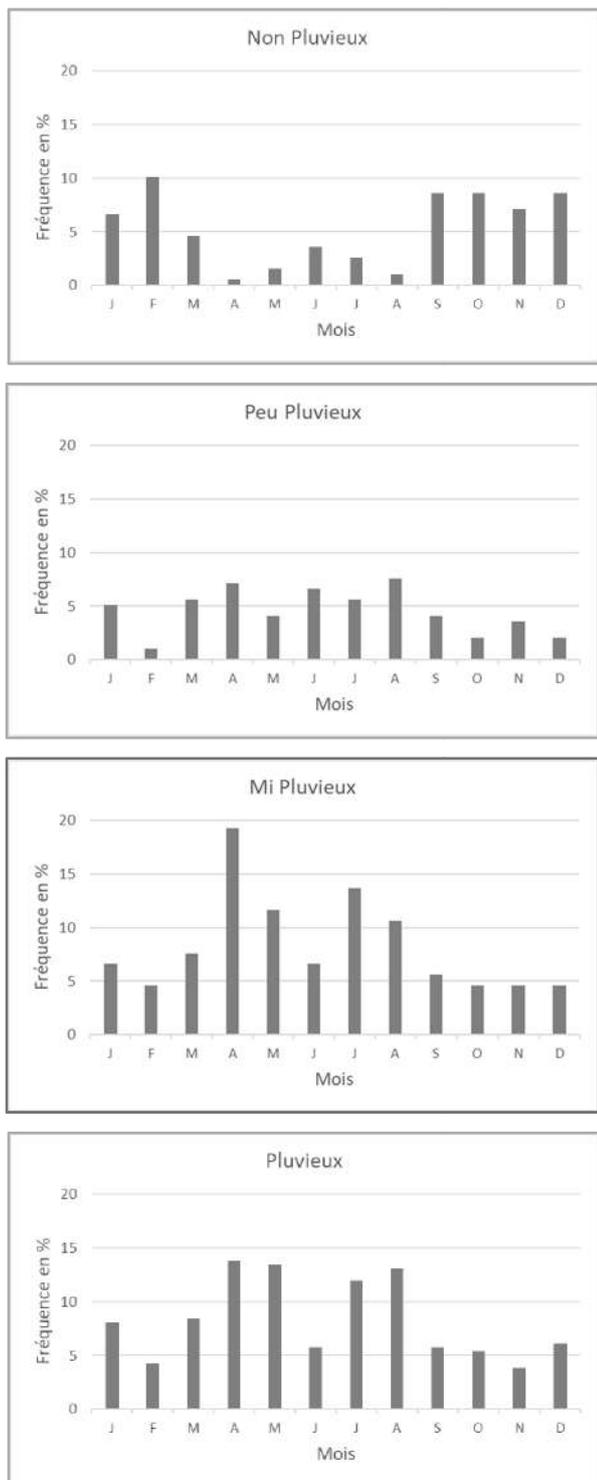
**Le mi pluvieux:** le mois d'avril se distingue par une fréquence élevée de ce degré. Elle est de 19.2 %. Juillet, mai et août enregistrent respectivement 13.7 %, 11.6 % et 10.6 %. Février, octobre, novembre et décembre avec 4.5 % chacun. Nous constatons qu'hormis deux mois printaniers et autant de mois estivaux, le reste des mois est faiblement marqué par ce degré.

**Le pluvieux:** quatre mois se distinguent par des fréquences supérieures à 10 %. Il s'agit d'avril et mai 13.4 % chacun, août 13.0 %

et juillet 11.9%. Février et novembre sont en dessous de 5%. Le reste des mois enregistrent des fréquences qui oscillent entre 5 et 10%.

**Le très pluvieux:** les fréquences enregistrées pour ce degré sont très disparates. Elles varient de 2.7% en octobre à 14.8% en mars. Le seuil de 10% est franchi en six mois ; mars, janvier, avril, mai, juin et aout. Octobre est le seul mois où la fréquence est inférieure à 5%.  
**L'Hyper pluvieux :** les valeurs relatives mensuelles aux fréquences de ce degré sont très rapprochées et oscillent entre 5 et 10%. Elles sont indicatrices de pluies orageuses (Fig.ure. 6).

Fig. 6 - répartition temporelle des degrés pluviométriques

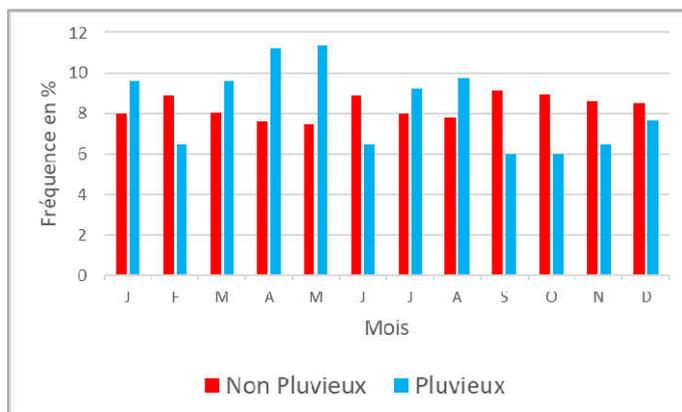


Source : traitement de données

La traduction graphique des valeurs relatives à la fréquence de l'ensemble des trois degrés synonymes de non-pluviosité d'une part et des trois degrés synonymes de pluviosité d'autre part montre que celles-ci sont très rapprochées. La comparaison de ces valeurs fait ressortir quelques faits:

- Les fréquences relatives à la non-pluviosité et à la pluviosité oscillent entre 5 et 10% et ne dépassent ce seuil qu'en deux mois seulement à savoir avril et mai pour la pluviosité. Autrement dit ces deux mois sont plutôt pluvieux que non pluvieux.
- En plus de ces deux mois la pluviosité l'emporte en janvier, mars, juillet et aout.
- Ces deux phénomènes s'organisent en cycles. Deux cycles pour la pluviosité et un seul pour la non-pluviosité.
- Les deux cycles pluvieux ont lieu en mars, avril et mai soit trois mois et juillet et aout.
- Septembre, octobre, novembre et décembre constituent un cycle non pluvieux (Fig. 7).

Figure. 7 - Pluviosité et non pluviosité mensuelle au Sud-Ouest

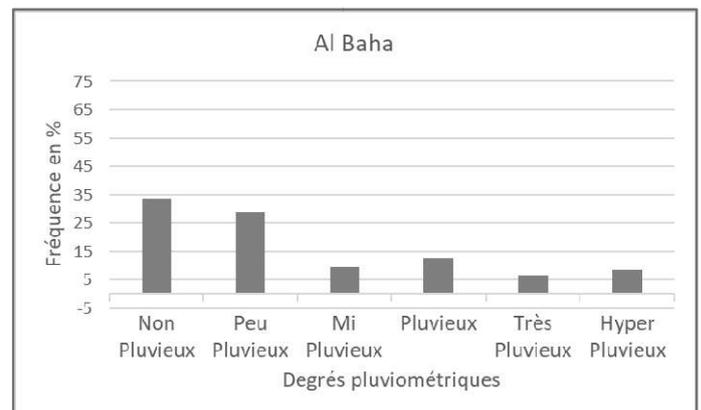
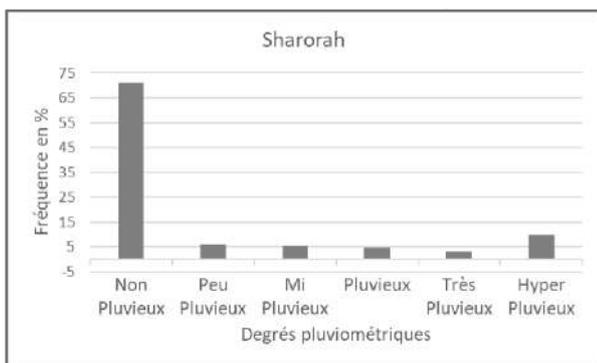
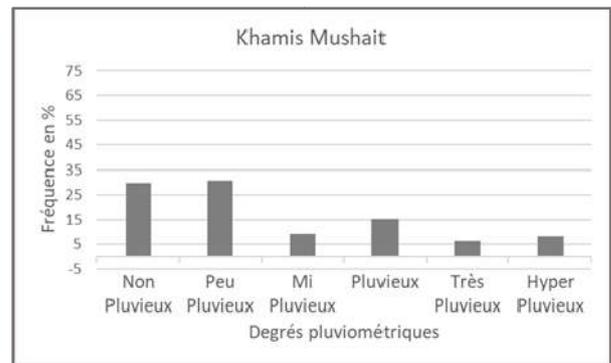
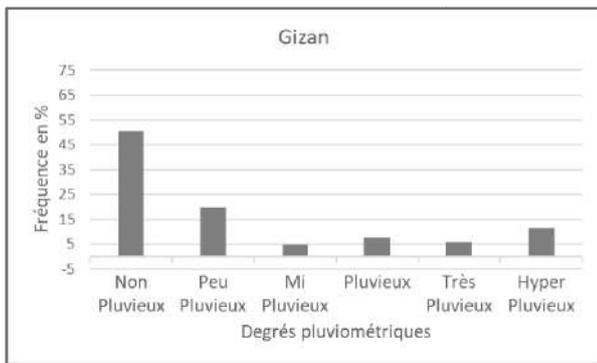
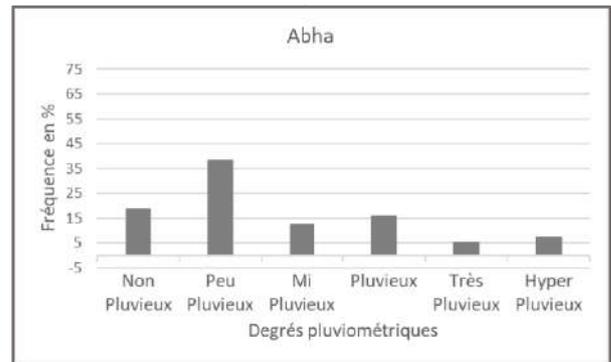
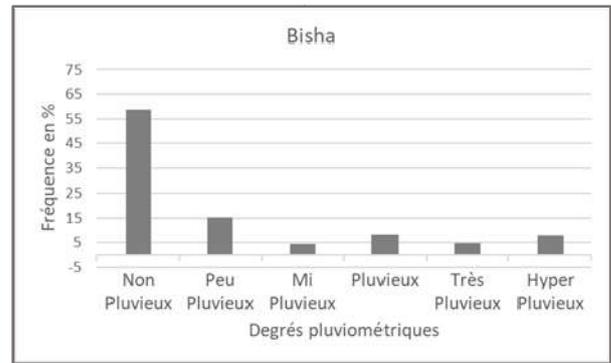
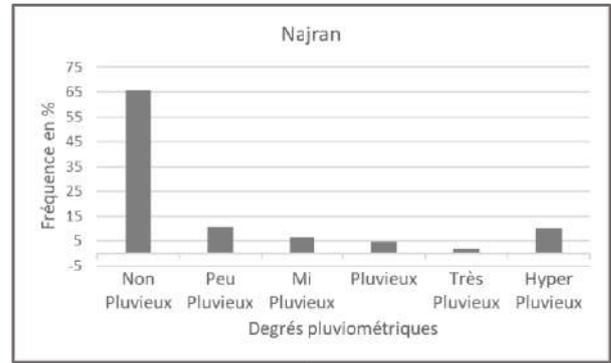


Source: traitement de données

Nous rappelons qu'à l'échelle du Sud-Ouest de l'Arabie Saoudite la non-pluviosité touche les 3/4 contrairement à la pluviosité qui ne marque que le 1/4 de la période étudiée. Cette situation globale ne traduit pas, d'une manière exacte, les situations particulières au niveau de chaque station. La traduction graphique des fréquences pour chaque station fait ressortir deux groupes qui sont relativement opposés.

- Le premier qui se caractérise par la force du degré dit non pluvieux et la faiblesse des autres degrés contrairement au second où ce déséquilibre est relativement atténué. Ce premier groupe est constitué de quatre stations à savoir Sharorah, Najran, Bisha (stations désertiques) et Gizan (station côtière). Tandis que le second est composé de Khamis Mushait, Abha et Al Baha (stations de montagne). Pour le premier groupe, le degré non pluvieux est prédominant. Nous enregistrons 70.9% à Sharorah, 65.5% à Najran, 58.8% à Bisha et 50.5% à Gizan. Il est suivi du peu pluvieux où il se manifeste d'une manière relativement forte à Gizan 19.8% et Bisha 15.3%. Il est moyen à Najran 10.7% et est relativement faible à Sharorah 5.9%. Notons l'importance de l'hyper pluvieux où enregistre 11.5% à Gizan, 10.2% à Najran, 9.9 M à Sharorah et 8% à Bisha.
- Le second groupe où le degré dit non pluvieux est relativement moins important enregistre des fréquences inférieures à 35%; 33.6 à Al Bah, 29.8% à Khamis Mushait et seulement 19% à Abha. Toutefois nous signalons l'importance de deux degrés pluviométriques à savoir le peu pluvieux où l'on note des fréquences importantes ; 38.7% à Abha, 30.9% à Khamis Mushait et 28.7% à Al Baha et le pluvieux où l'on enregistre 16.3% à Abha, 15.6 à Khamis Mushait 12.6% à Al Baha. L'hyper pluvieux quoiqu'important est moins présent dans ces stations ; 8.6% à Al Baha, 8.3% à Khamis Mushait et 7.7% à Abha (Fig. 8).

Figure 8 - Degrés pluviométriques par station



## Spatialement

La non-pluviosité touche essentiellement les stations situées aux confins du désert (Sharorah, Bisha et Najran) contrairement à la pluviosité qui caractérise les stations sises en milieu montagnard (Abha, Al Baha et Khamis Mushait). Gizan s'apparente tantôt au premier groupe tantôt au second.

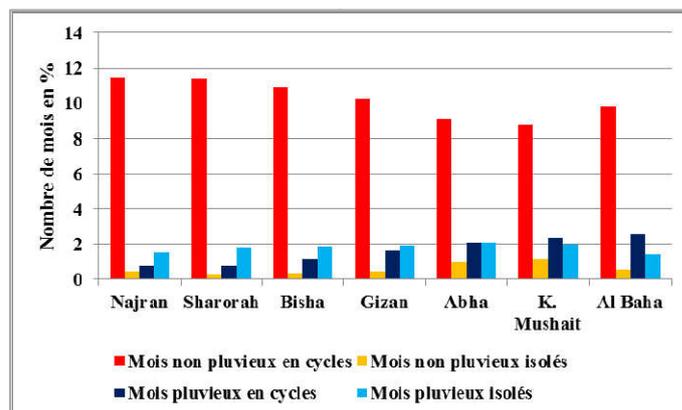
## Temporellement

Avril et mai sont plus pluvieux que janvier, mars, juillet et août. Les autres mois, notamment Septembre, octobre, novembre et décembre se distinguent par la non-pluviosité. Une organisation cyclique semble prendre forme.

- **La cyclicité:** un cycle est une suite d'au moins deux mois successifs. Au Sud-ouest de l'Arabie Saoudite la longueur d'un cycle est variable. Elle dépend essentiellement des degrés pluviométriques (pluvieux ou non pluvieux). Pour mettre le point sur ce phénomène nous avons regroupé les six degrés pluviométriques en deux classes:
- La non-pluviosité est composée de trois degrés à savoir le Non Pluvieux (NP), Peu Pluvieux (PP) et le Mi Pluvieux (MP).
- La pluviosité est composée d'autant de degrés c'est-à-dire trois, le Pluvieux (P), Très Pluvieux (TP) et l'Hyper Pluvieux (HP).

Pour chaque station, après avoir déterminé les différents degrés et après les avoir regroupés en deux classes, nous essayons de mettre le point sur cette cyclicité. Pour ce faire nous suivons l'ordre chronologique en faisant une lecture horizontale. Ceci nous a permis de détecter à la fois les différents cycles et les mois isolés. Le traitement statistique des degrés pluviométriques en fonction de ces deux classes montre clairement la prédominance de la non-pluviosité. Nous avons noté 1977 mois non pluvieux (310 à Najran, 305 à Sharorah, 293 à Bisha, 279 à Gizan, 269 à Al Baha, 262 à Abha et 259 à Khamis Mushait) contre 627 mois pluvieux (113 à Khamis Mushait, 110 à Abha, 103 à Al Baha, 93 à Gizan, 79 à Bisha, 67 à Sharorah et 62 à Najran) soit respectivement 75.9% contre 24.0%. La prédominance de la non-pluviosité est commune à toutes les stations. Cependant, elle est plus accentuée pour les stations sises aux confins du désert à savoir Najran, Sharorah et Bisha contrairement aux stations de montagne qui sont Abha, Khamis Mushait et Al Baha. Gizan, située sur la côte s'apparente beaucoup plus aux stations désertiques. Ces mois, pluvieux et non pluvieux, s'organisent en cycles et en mois isolés. 1867 mois non pluvieux (soit 94.4% du total) s'organisent en cycles contre seulement 296 mois pluvieux (47.2%). Ce résultat est très révélateur. La non-pluviosité est quasi dominante. Elle marque la quasi-totalité des mois de la période étudiée. Pour les mois non pluvieux, nous avons noté 298 à Najran, 297 à Sharorah, 284 à Bisha et 267 à Gizan. Le nombre des mois non pluvieux descend à moins de 250 dans les autres stations ; 255 à Al Baha, 237 à Abha et 229 à Khamis Mushait. Pour les mois pluvieux, nous avons enregistré 66 à Al Baha, 61 à Khamis Mushait, 55 à Abha, 43 à Gizan, 31 à Bisha et 20 à Sharorah et Najran. Pour les mois isolés, le rapport est à l'avantage de la pluviosité. 329 mois pluvieux (55 à Abha, 55 à Khamis Mushait, 50 à Gizan, 48 à Bisha, 47 à Sharorah, 40 à Najran et 37 à Al Baha) contre 110 non pluvieux (30 à Khamis Mushait, 25 à Abha, 14 à Al Baha, 12 à Gizan et Najran, 9 à Bisha et 8 Sharorah). Au sud-ouest de l'Arabie Saoudite les cycles non pluvieux est une donnée fondamentale (Fig. 9). Les cycles non pluvieux sont très étendus temporellement et plus nombreux contrairement à leurs opposés plus courts et moins nombreux. En effet, nous avons compté 349 cycles non pluvieux et seulement 115 cycles pluvieux.

Figure 9 - Cyclicité pluviométrique



Source : traitement de données

Les cycles non pluvieux varient de 2 mois à 30 mois contrairement aux cycles pluvieux qui ne sont que de 2 à 5 mois seulement. Seuls les cycles de 02 mois sont sensiblement égaux ; 86 pluvieux contre 84 non pluvieux. Pour le reste des cycles le rapport est à l'avantage de la non-pluviosité. 63 contre 21 pour les cycles de 03 mois, 49 contre 5 pour ceux de 04 mois et 33 contre 02 pour ceux de 5 mois. L'ampleur de ces rapports est révélatrice de la non-pluviosité.

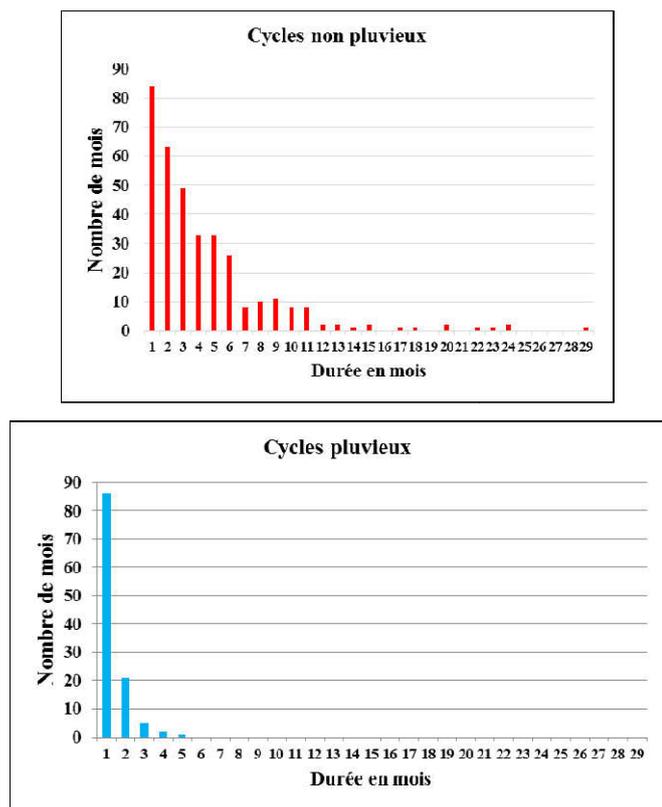
### Les cycles non pluvieux:

La longueur de ces cycles varie entre 2 et 30 mois. Les cycles de deux mois sont plus nombreux dans les stations de montagne (15 à Abha, 13 à Al Baha et 11 à Khamis Mushait) que dans les stations désertiques notamment à Najran avec cinq cycles seulement. Le nombre de cycles dont la longueur varie de trois à dix mois, est relativement équilibré entre la pluviosité et la non-pluviosité. Les plus longs, ceux qui dépassent 10 mois, sont enregistrés dans les stations désertiques ; les plus touchées sont Najran et Sharorah. En effet, nous avons noté un cycle de 30 mois (de février 2011 à juillet 2013), un autre de 25 mois (de juin 1993 à juin 1995), un troisième de 21 mois (de mars 1990 à novembre 1991) à Najran. A Sharorah, les plus longs cycles enregistrés sont 21 (juin 2013 à février 2015), 24 (05/2009 à 4/2011) et 25 mois (mars 1990 à mars 1992). A Bisha, ces cycles sont relativement courts. Nous n'avons enregistré qu'un seul cycle de 16 mois (de mars 2009 à juin 2010). Les stations de montagne ne sont pas épargnées. Nous citons 16 mois (décembre 2002 à mars 2004), 13 mois (août 2007 à août 2008), 12 mois (mai 1993 à avril 1994 et décembre 2008 à novembre 2009) ... à Al Baha et 18 mois (octobre 2014 à mars 2016) à Khamis Mushait.

### Les cycles pluvieux:

Sont moins nombreux et plus courts. Nous en avons compté 86 cycles de deux mois. Contrairement aux stations désertiques, les stations de montagne enregistrent les plus fortes valeurs, 22 à Khamis Mushait, 20 à Abha et 12 à Al Baha. Najran et Sharorah n'enregistrent respectivement que 7 et 8 cycles. Gizan s'apparente aux stations de montagne avec 17 cycles. Les cycles de trois mois, qui sont au nombre de 21, marquent beaucoup plus les stations de montagne ; 8 à Al Baha, 5 à Abha et 3 à Khamis Mushait. Najran n'enregistre que de 2 seulement. Aucun cycle de trois mois n'est noté à Sharorah. Les cycles de quatre mois ne se manifestent qu'à Al Baha, Khamis Mushait avec 2 cycles chacune et Sharorah avec un seul cycle. Deux cycles de 5 mois sont notés à Al Baha. La station de Bisha s'individualise par l'absence de cycles pluvieux (Fig. 10).

Figure 10 - cycles non pluvieux et non pluvieux



Source : traitement de données

Le traitement statistique et la traduction graphique et cartographique de plusieurs paramètres pluviométriques (la répartition spatio-temporelle des moyennes pluviométriques annuelles, les caractéristiques saisonnières et mensuelles, les différents degrés pluviométriques et leur cyclicité) a permis de faire la distinction entre les différentes stations situées au sud-ouest de l'Arabie Saoudite. En conséquence, elles peuvent être classées en deux groupes :

- Les unes se distinguent par des quantités pluviométriques annuelles relativement élevées, où dominent les degrés pluviométriques synonymes de pluviosité et dont les cycles pluvieux sont les plus présents sont moins affectées par la sécheresse. Ce groupe comprend essentiellement Abha, Al-Baha et à un degré moindre Khamis Mushait. Elles sont situées sur les hauteurs des monts de Asir et du Hedjaz et profitent des courants humides générés par la présence de la mer Rouge. Quoique l'influence de cette surface aquatique par sa surface et sa forme est faible.
- Les autres marquées par l'indigence des quantités pluviométriques annuelles et l'abondance des degrés et des cycles pluviométriques non pluvieux sont plus marquées par la sécheresse. Nous citons Bisha au nord-est, Najran et Sharorah au sud-est. Elles se localisent aux confins d'une gigantesque surface désertique qui favorise la sécheresse.

Deux espaces, où se confirme une dualité géo-climatique, qui nécessite deux approches différentes. En effet, le premier espace, est souvent confrontée à une érosion hydrique contrairement au second où l'érosion éolienne est dominante. L'étude et la connaissance des interventions anthropiques est fortement souhaitée pour des actions d'aménagement intégré qui serait le garant de tout développement durable.

## CONCLUSION

Au Sud-ouest de l'Arabie Saoudite, La partie orientale monoclinale et désertique se définit par les stations de Bisha, Najran et Sharorah, tandis que son opposée, montagnarde, l'est par Al Baha, Abha et Khamis Mushait. La station de Gizan s'apparente tantôt à l'Est tantôt à l'Ouest. L'étude spatio-temporelle de la pluviosité au Sud-Ouest de l'Arabie saoudite, à travers les moyennes pluviométriques mensuelles de sept stations tout au long de la période 1987-2017, montre que les 3/4 de cet espace sont marqués par la non-pluviosité. Ce phénomène est accentué par la présence de cycles longs et nombreux. Cependant, ce phénomène est moins accentué dans la partie occidentale où la pluviosité est prédominante avec des cycles pluvieux moins nombreux et plus courts. Les différents traits pluviométriques et géographiques relatifs à chaque espace peuvent engendrer une érosion différentielle ; éolienne à l'Est et hydrique à l'Ouest. Une dynamique qui requiert des aménagements adéquats d'où l'urgence d'études appropriées.

### Funding:

All authors are funded through the general research project from the Deanship of Scientific Research at King Khalid University under research grant number (RGP.1/241/1442).

### Acknowledgments:

The authors extend their appreciation to the Deanship of Scientific Research at King Khalid University for funding this work through General Research Project under grant number (RGP.1/241/1442) References.

## BIBLIOGRAPHIE

- ABU ZAID. M. 2006. Caractéristiques des précipitations dans la partie centrale de l'ouest de l'Arabie saoudite. Revue de l'Université roi Abdulaziz. Numéro 14. Djeddah. (En langue arabe).
- AHMAD. B. 2010. Caractéristiques des précipitations à Najran, sud de l'Arabie saoudite. Revue des sciences sociales. Faculté des sciences sociales. Université Umm Al Qura. Arabie Saoudite. (En langue arabe).
- AL-ARISHI.A. 2009. Caractéristiques des pluies dans la région de Jizan et leur impact sur le développement agricole. Lettres géographiques. Numéro 348. Koweït. (En langue arabe).
- AL-BEHILAD. A. 1986. Répartition et fréquence des pluies dans le Royaume d'Arabie saoudite. Numéro 1. Revue de la faculté des lettres. Université du Roi Saoud. Arabie Saoudite. (En langue arabe).
- AL-JERRASH. M. 1981. Les facteurs expliquant les quantités pluviométriques dans l'ouest et le sud-ouest du royaume d'Arabie saoudite. Revue de la faculté des lettres. No. 8. Université de Riyad. Arabie Saoudite. (En langue arabe).
- AL-MATHLOUTHI. S. 2005. Les fortes pluies à Djeddah, en Arabie Saoudite : causes et conséquences. Revue de recherche et d'études en arts, sciences et éducation. Vol 2, n° 3. Université King Abdelaziz. Teachers College. Arabie Saoudite. (En langue arabe).
- AL MUSHAIT, A. 2017. La distribution des précipitations dans les régions d'Al-Baha et d'Asir dans le Royaume d'Arabie saoudite. Messages géographiques. Numéro 451. Département de géographie. Faculté des sciences sociales. Université du Koweït. (En langue arabe).
- AL-QAHTANI. S. et autres. 2019. Le changement climatique et son impact sur les températures chaleur et les pluies dans la région d'Asir. Arabie saoudite. Institut d'études et de recherches. Université du roi Khalid. Arabie Saoudite. (En langue arabe).

- AL-QAHTANI, S. et autres. 2019. Indices de confort thermique et attraction touristique dans la région d'Asir. Arabie Saoudite. Revue géographique du Soudan. Volume 3, numéro 1. Faculté de géographie et des sciences de l'environnement. Université de Khartoum. Soudan. (En langue arabe).
- AL-UHAIDAB, M. 2000. Répartition des pluies dans le sud-ouest de l'Arabie saoudite. Bibliothèque nationale du roi Fahd. Riyad. Arabie Saoudite. (En langue arabe).
- AL-SHAIR. H 1986. Représentation spatiale et temporelle des fluctuations des pluies dans la région d'Al-Dimia en l'Irak pour la période 1981-2011. Revue de recherche géographique. N° 23. Iraq. (En langue arabe).
- ANSAR. A. 1998. La pluviométrie en Algérie du nord (Evolution et variabilité). Doctorat d'Etat. Département de géographie. Faculté des sciences de la terre, de la géographie et de l'aménagement du territoire. Université de Constantine. Algérie.
- BOUROUBA, M. 2012. Tendances quotidiennes des précipitations dans la région de Riyad, en Arabie Saoudite. Faculté des sciences sociales. Université Umm Al Qura. Arabie Saoudite. (En langue arabe).
- BOUROUBA, M. 2015. Analyse de la variance spatiale des pluies dans la région de Qassim, centre de l'Arabie saoudite. Lettres géographiques. Université du Koweït - Faculté des sciences sociales - Département de géographie. (En langue arabe).
- HALIMI. A. 1980. Climat et étages végétaux dans l'Atlas Blidéen. Office des Publications Universitaires. Alger.
- MUHAMMAD. A. 1996. La relation entre les pluies et quelques variables météorologiques et naturelles au Royaume d'Arabie saoudite. Revue des sciences sociales. Volume 24. Numéro 3. Université du Koweït. (En langue arabe).
- TAIBI. S. MEDDI. M, Mahé. G. 2015. Evolution des pluies extrêmes dans le bassin du Chélif (Algérie) au cours des 40 dernières années 1971-2010.

\*\*\*\*\*