



## Variabilité Spatio-Temporelle des Précipitations dans le Bassin Versant de l'Oued Lahdar (Prérif Oriental, Maroc)

**<sup>1</sup> Mohamed BENZAHIR, <sup>2</sup> Pr. Abdelkhalek GHAZI**

*<sup>1</sup> Étudiant chercheur en doctorat au (Laboratoire : LATGED), Université Ibn Tofail.*

*Faculté des Sciences Humaines et Sociales. Kénitra. Maroc.*

*<sup>2</sup> Professeur chercheur en géographie, Université Ibn Tofail. Faculté des Sciences*

*Humaines et Sociales. Kénitra. Maroc.*

### **Résumé :**

Le bassin versant de l'Oued Lahdar, localisé dans le Prérif oriental, s'inscrit dans le domaine méditerranéen ; son contexte bioclimatique se caractérise par la dominance du climat semi-aride. La répartition des précipitations est liée à la topographie et à l'exposition des versants. Ce travail est une analyse de la variabilité spatio-temporelle des précipitations en se basant sur les données de plusieurs stations de mesure réparties sur le bassin et ses environs. Les résultats mettent en évidence une distribution inégale des pluies due à l'effet de l'altitude, à l'exposition ouest des versants, ainsi qu'au phénomène continental. La variabilité entre les années se manifeste par des alternances d'années humides et sèches, avec l'enregistrement de tempêtes pluvieuses provoquant des inondations fréquentes.

Mots-clés : variabilité spatio-temporelle, précipitations, bassin versant de l'Oued Lahdar, Had msila, climat semi-aride, inondations.

**Abstract :**

The watershed of Oued Lahdar, located in the eastern Prérif, falls within the mediterranean region; its bioclimatic context is characterized by the dominance of a semi-arid climate. The distribution of precipitation is linked to the topography and the exposure of the slopes. This study analyzes the spatio-temporal variability of precipitation based on data from several measurement stations distributed across the basin and its surroundings. The results highlight an uneven distribution of rainfall due to the effects of altitude, to the western exposure of the slopes and to the continental phenomenon. Interannual variability is manifested through alternations of wet and dry years, with the recording of rainstorms causing frequent floods.

**Keywords:** spatio-temporal variability, precipitation, Oued Lahdar watershed, Had Msila, semi-arid climate, floods.

---

## 1. Introduction

L'analyse du régime pluviométrique constitue un élément essentiel pour comprendre le mécanisme de l'écoulement des bassins méditerranéens. En se référant au cas du bassin de l'oued Lahdar, situé dans la région du Rif oriental, les précipitations jouent un rôle fondamental dans la genèse des crues et la dynamique de l'érosion hydrique. Le climat prédominant, semi-aride, se caractérise par une irrégularité des précipitations, tant sur le plan temporel que spatial, ce qui accélère les phénomènes d'écoulement de surface violent et d'érosion hydrique. Cette étude vise à caractériser la répartition des précipitations dans le bassin de Lahdar et à mettre en évidence leurs effets hydrologiques.

## 2. Cadre géographique et climatique du bassin versant

Le bassin versant de l'Oued Lahdar se situe dans le pré rif oriental. La superficie du BV étudié est estimée à 610 Km<sup>2</sup>. Au Nord, il est limité par la commune rurale Bni âmarte, au Sud par la ville de Taza, à l'Est par le bassin versant de Larbaâ, et à l'Ouest par la commune urbaine de Dhar-souk.

Administrativement, il appartient à la région de Taza, il se caractérise par un relief accidenté, des pentes raides, et des sols argileux et argilo-marneuse généralement imperméables. Ces facteurs, combinés à la régression du couvert végétal, augmentent les risques d'inondations et de ruissellement concentré.

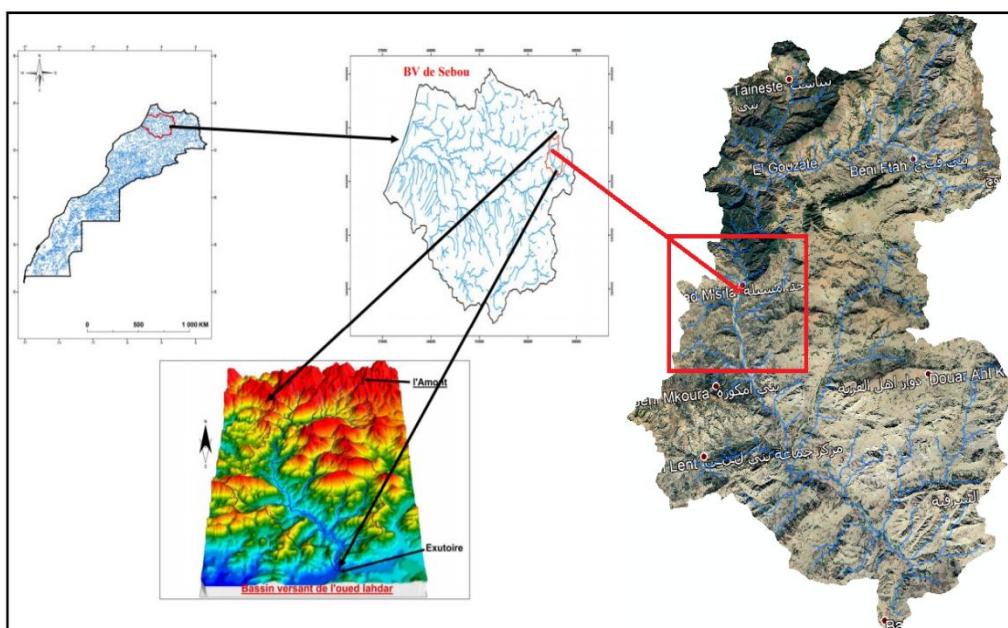


Figure 1 : Carte de Localisation du bassin hydrologique de l'oued Lahdar.

## 3. Données et méthodologie

Les précipitations constituent la matière première des débits des cours d'eau. (Roche.M, 1969). Pour étudier les caractéristiques pluviométriques, on s'est basé sur les données de onze stations météorologiques, dont six situées à l'intérieur du bassin (Tainast, Bab Chhoub, Had M'Sila, Beni Fattah, Taïfa et Bab El Mrouj) et cinq autres

dans les régions avoisinantes (Taza, Oued Amelil, Bab Merzouga, Merticha et Ain Bouklal). Ces données couvrent principalement la période de 1970 à 2011, avec des lacunes comblées par interpolation spatiale.

Les études statistiques et cartographiques (lignes isohyètes, graphiques et diagrammes ombrothermique) ont contribué à l'analyse de la variabilité des précipitations en fonction de l'altitude et de l'exposition des versants.

**Tableau 1:** Coordonnées et données annuelles des stations choisies. (Direction régionale de l'agriculture, 2011)

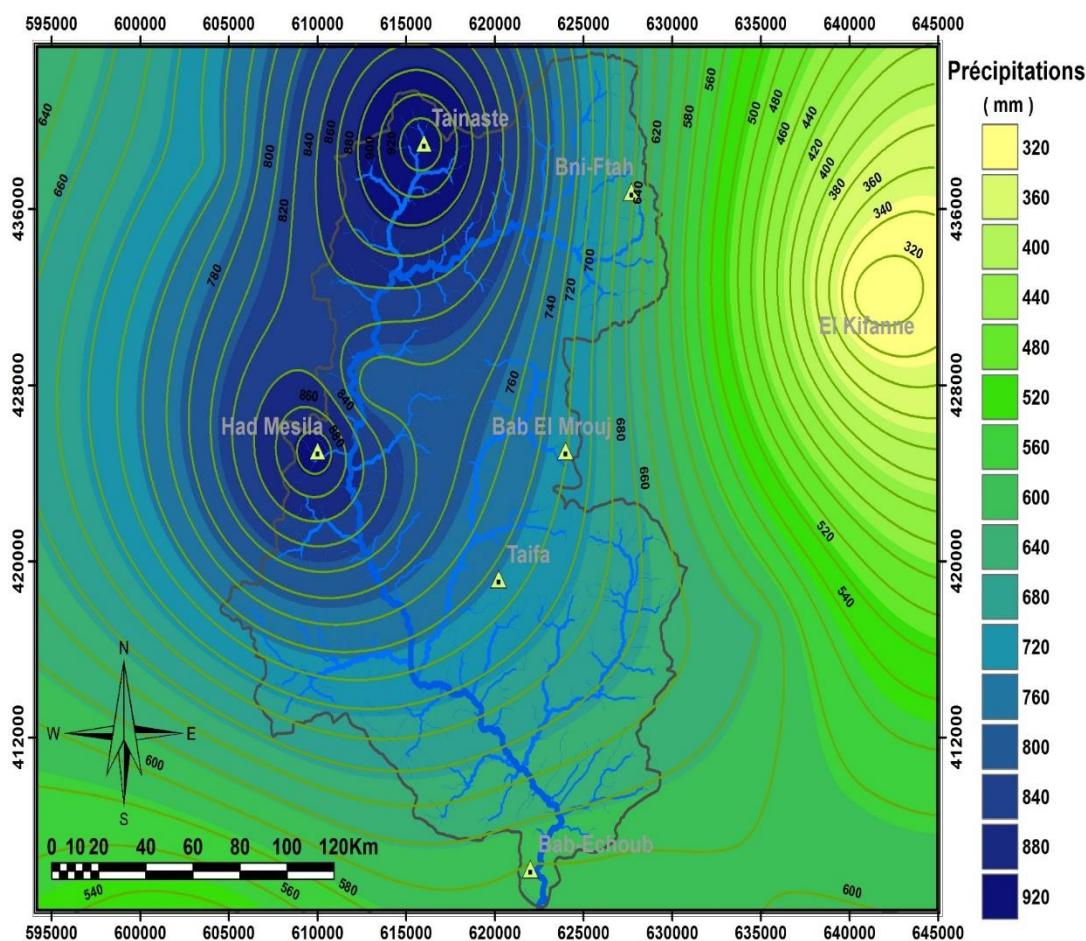
Station	Période d'observation	Coordonnées			Précipitations		
		X (m)	Y (m)	Z (m)	P (mm)	Max (mm)	Min (mm)
Oued amilil	1978/2011	603000	399000,2	300	478,07	1027,5	191,2
Taza	1931/2013	628000	405000	510000	589,12	1044,6	274,7
Bab El Mrouj	1953/1963	624000,5	425000	1050	722	1367	512
Bab Echoub	1992/2011	622000,47	406000,25	410	597,61	1151	247
Baba Marzouka	1970/2011	615000,84	400000,84	365	562,58	987	300
Tainaste	1973/2007	616000,2	439000,6	1250	942,18	1098,05	294,06
Marticha	1962/1982	613000,89	428000,15	700	783,89	1165,5	387,7
Bab El khmise	1973/1984	604000,64	438000,76	1210	724,5	907,7	518,3
El Kifane	1973/2007	641000,64	432000,44	800	301,4	433,4	116,1
Had Mesila	1970/2011	610000,9	425000,1	600	900,27	1000	289,3
Ain Bouklal	1977/1993	635000,3	417000,6	550	619	975	263

#### 4. Résultats et discussion

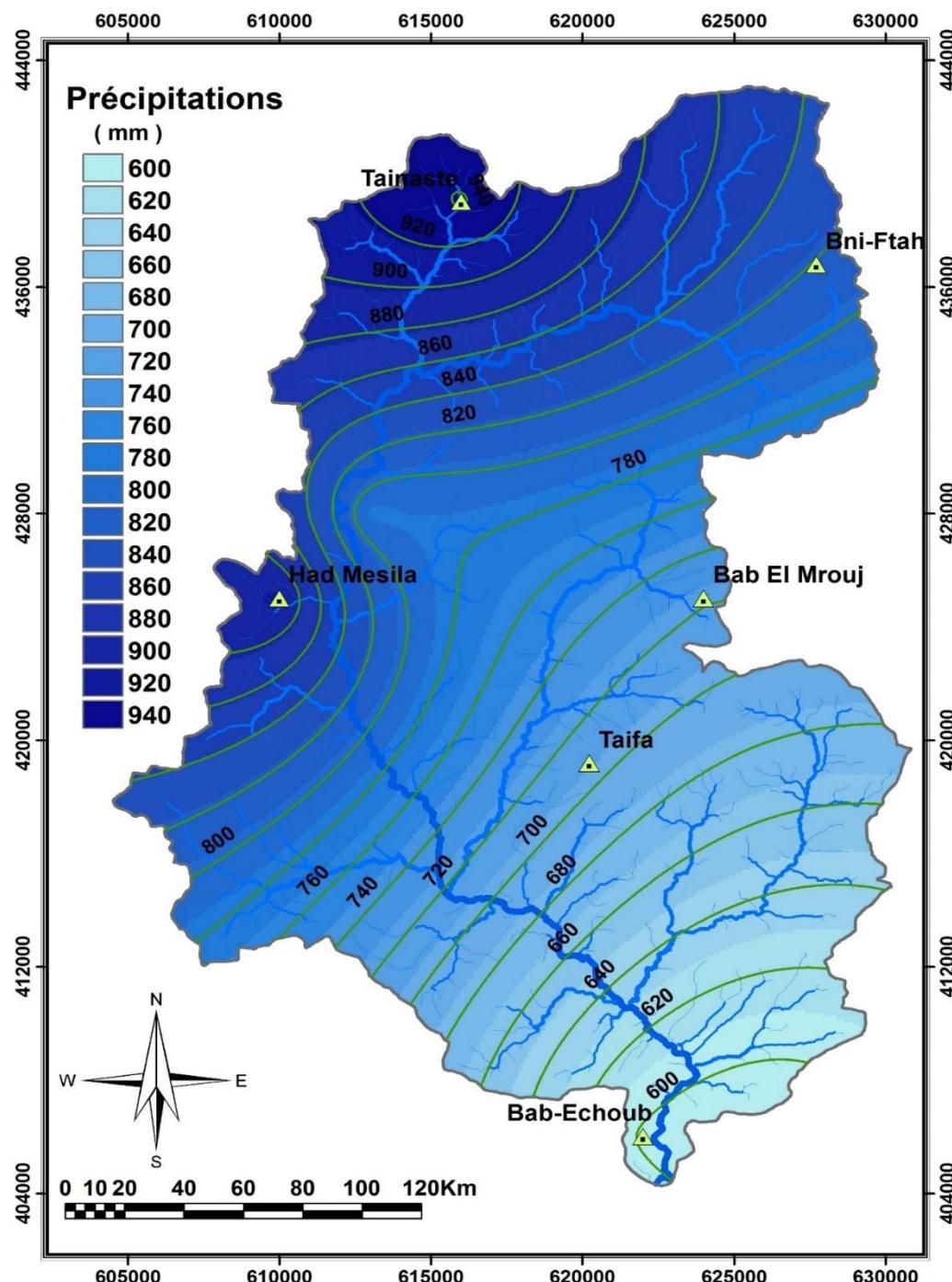
##### 4.1. La répartition spatiale des précipitations

Il existe plusieurs méthodes de spatialisation des données à titre d'exemples: Krigeage (P, 1988). Les résultats obtenus par la méthode d'interpolation, montrent l'hétérogénéité de l'organisation spatiale des pluies d'ouest en est. Les stations situées en altitude et influencées par les courants humides atlantiques ont enregistré les valeurs les plus élevées ; Tainaste : 942,18 mm/an (1973–2007), Had M'sila : 900,27 mm/an (1970–2011).

De plus, les versants orientés vers l'est et plus continentaux du bassin reçoivent moins de précipitations, souvent moins de 600 mm/an. Cette différence peut s'expliquer par la variation topographique ; les versants occidentaux exposés aux vents atlantiques favorisent la condensation et les précipitations orographiques, tandis que les versants orientaux se trouvent dans une zone protégée des pluies. (figure: 2, 3 et 4 ).



**Figure 2 :** Répartition des précipitations moyennes annuelles en (mm) dans le bassin versant de l'Oued Lahdar et les alentours.



**Figure 3:** Répartition des précipitations moyennes annuelles en (mm) dans le bassin versant de l'Oued Lahdar.

La carte d'exposition des versants montre qu'environ 38 % de la superficie du bassin est orientée vers l'ouest, ce qui augmente les variations pluviométriques internes. (figure: 5).

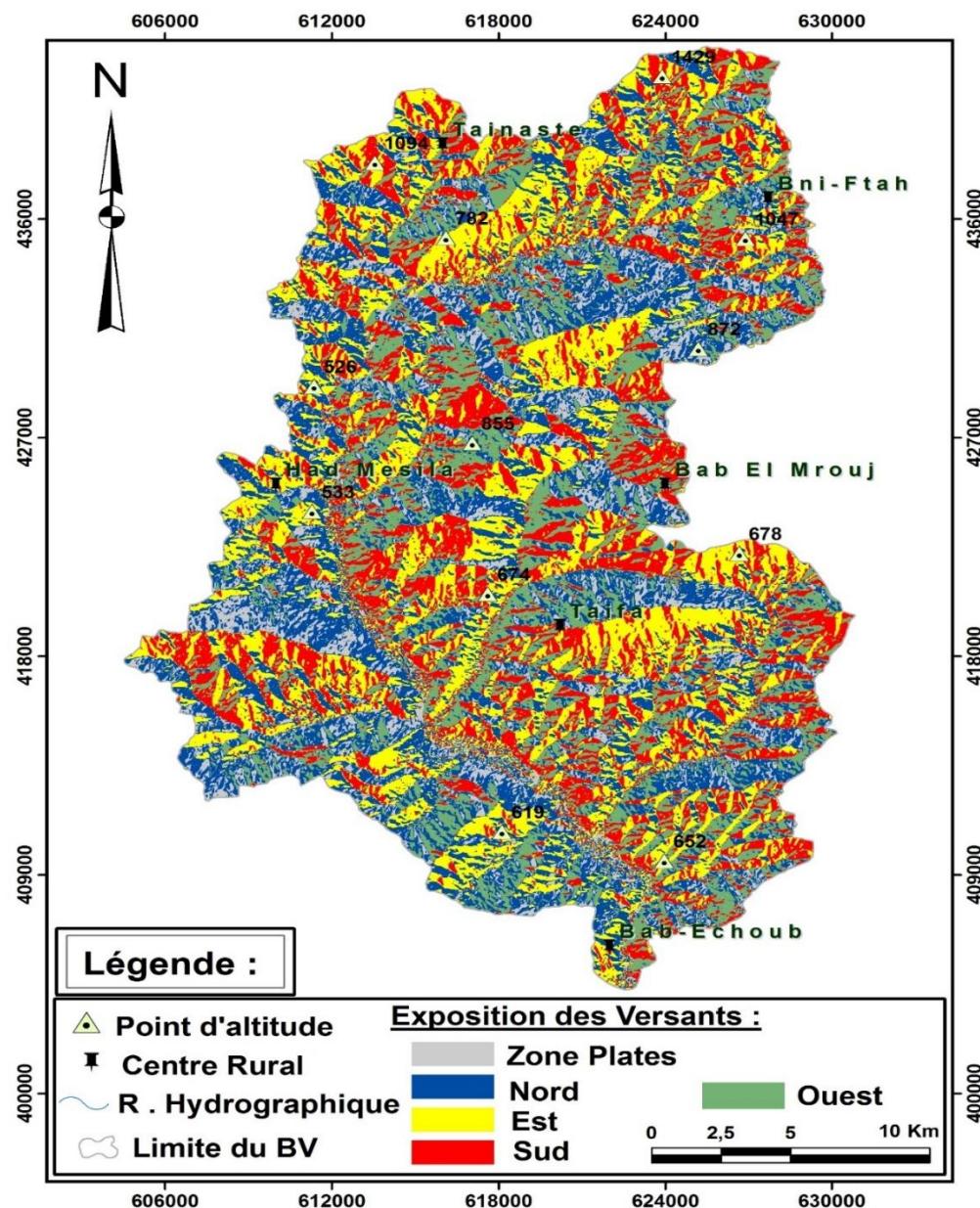
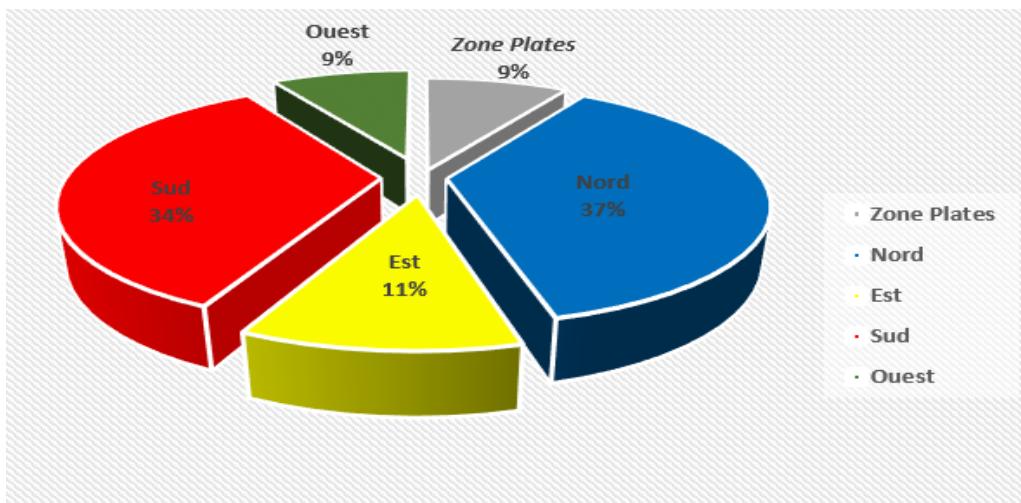


Figure 4 : Carte d'exposition des versants.

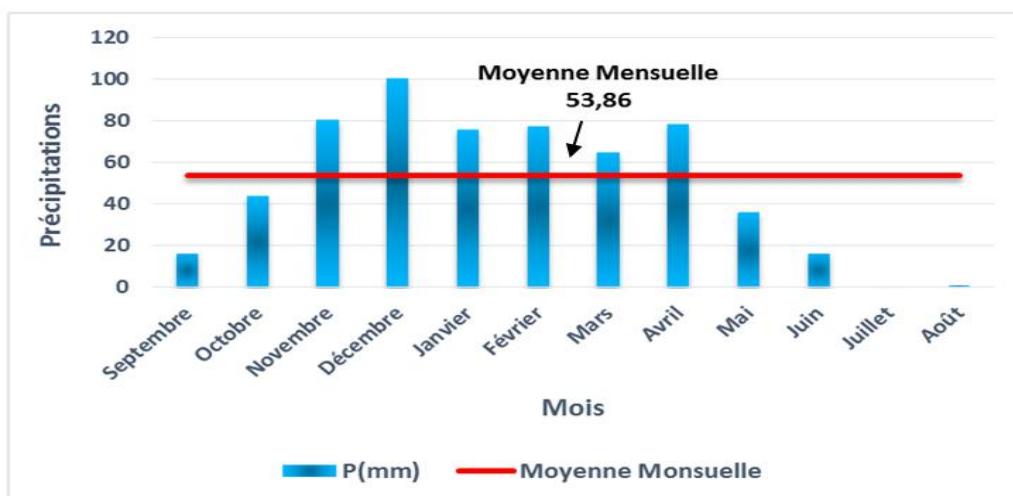


**Figure 5:** La superficie (en %) en fonction de la répartition d'orientation des versants dans le bassin versant de l'Oued Lahdar.

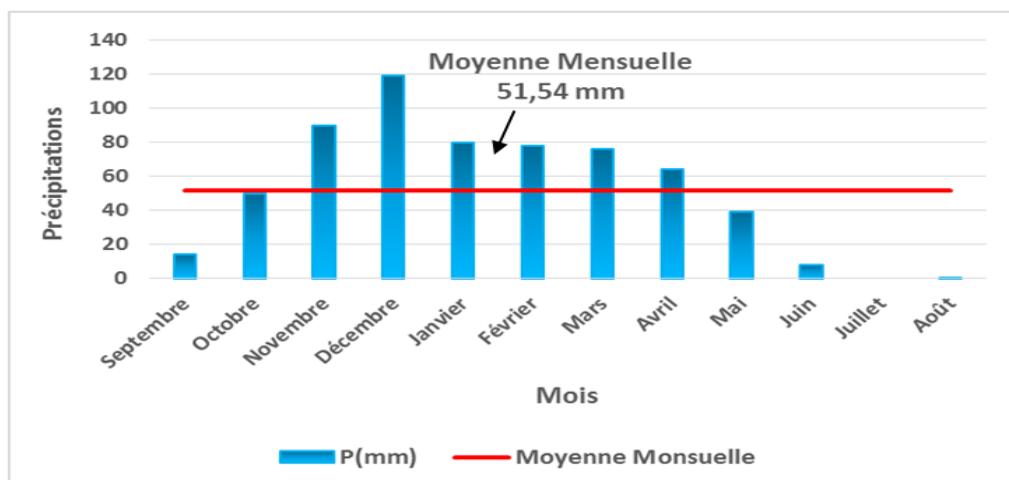
#### 4.2. Variabilité annuelle et saisonnière

Toute étude statistique doit s'appuyer avant tout sur un réseau d'informations fiables et contrôlées. Le contrôle des séries retenues est une étape préalable, à toute analyse. (Castellani, 1986). L'analyse du régime des précipitations mensuelles des stations de Tainaste, Had msila et Bab Chhoub révèle une forte saisonnalité. On remarque que les précipitations maximales ont été enregistrées en décembre dans les régions de Tainaste et Had msila, et en novembre à Bab Chhoub, tandis que les quantités les plus faibles ont été observées en juillet.

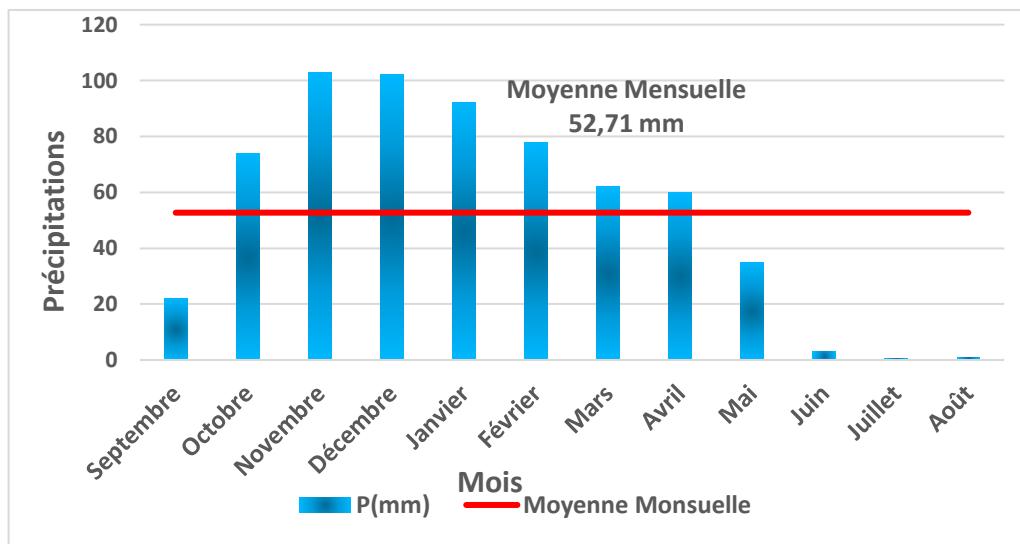
La période avril-octobre est généralement sèche, avec des précipitations importantes en hiver (de novembre à février). Cependant, certaines années connaissent des tempêtes intenses au printemps ou en automne, entraînant souvent des inondations rapides. (figure: 6, 7 et 8).



**Figure 6:** Régime annuel des Précipitations, Station Tainaste (1973/1974 – 2005/2006).



**Figure 7:** Régime annuel des Précipitations, Station Had Msila (1970/1971 – 2004/2005).



**Figure 8:** Régime annuelle des Précipitations, Station Bab Echoub (1992/1993 – 2013/2014).

#### 4.3. Intensité et concentration des précipitations

À certaines périodes, les valeurs maximales des précipitations quotidiennes dépassent 100 mm/jour dans plusieurs stations, ce qui illustre l'intensité des périodes pluvieuses. Les orages surviennent souvent en automne et au printemps, avec des intensités parfois supérieures à 35 mm/heure. Un exemple notable; les pluies exceptionnelles du 27 juillet 1997 ont donné une intensité de 102 mm/h, (Tribak, 2000) ainsi que le cas du 27 septembre 2000, lorsque des pluies exceptionnelles d'origine orageuse ont provoqué des inondations impressionnantes. Les débits maximaux enregistrés étaient les suivants :

**Tableau 2 :** Les débits maximums des principaux Oueds près de Taza au moment de la crue de 27/9/2000. (Service hydrologique)

Les Oueds :	Les débits :
Oued Larbaâ	1049 m <sup>3</sup> / s
Oued Bouljraf	115 m <sup>3</sup> / s
Oued Taza	129 m <sup>3</sup> / s
Oued Lahdar	550 m <sup>3</sup> / s
Oued Inaouene	1843 m <sup>3</sup> / s

Ces crues ont été déclenchées par le contact de deux masses d'air différentes (chaude et humide contre froide et dense), ce qui a entraîné une perturbation atmosphérique majeure et un développement vertical du nuage atteignant une épaisseur de 13 kilomètres au-dessus de Tainaste. qui a provoqué des précipitations d'origine orageuse.

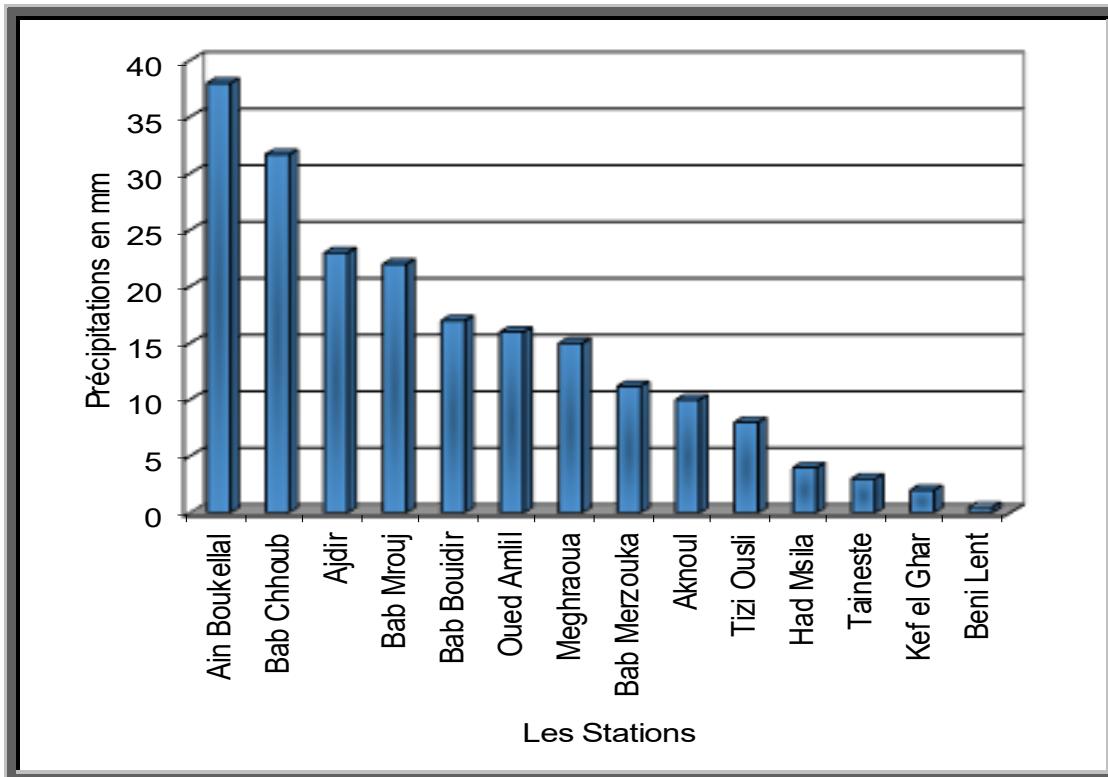


Figure 9: Répartition des précipitations du 27 septembre 2000.

#### 4.4. Influence de la température sur la dynamique hydrologique :

Les données de la station de Taza (1960–1981) montrent une variation thermique annuelle supérieure à 20°C, avec une moyenne maximale en juillet (34,8°C) et une minimale en janvier (5,5°C). Cette grande variation augmente l'intensité de l'évaporation estivale et assèchement du sol, ce qui conduit à la formation d'une croûte à la surface du sol lors des premières pluies hivernales, réduisant ainsi l'infiltration et la perméabilité et favorisant l'écoulement superficielle. Par conséquent, les températures élevées, le déficit de couverture végétale et les formations argilo-marneuses contribuent à une réponse hydrologique forte, même pour des précipitations d'intensité moyenne.

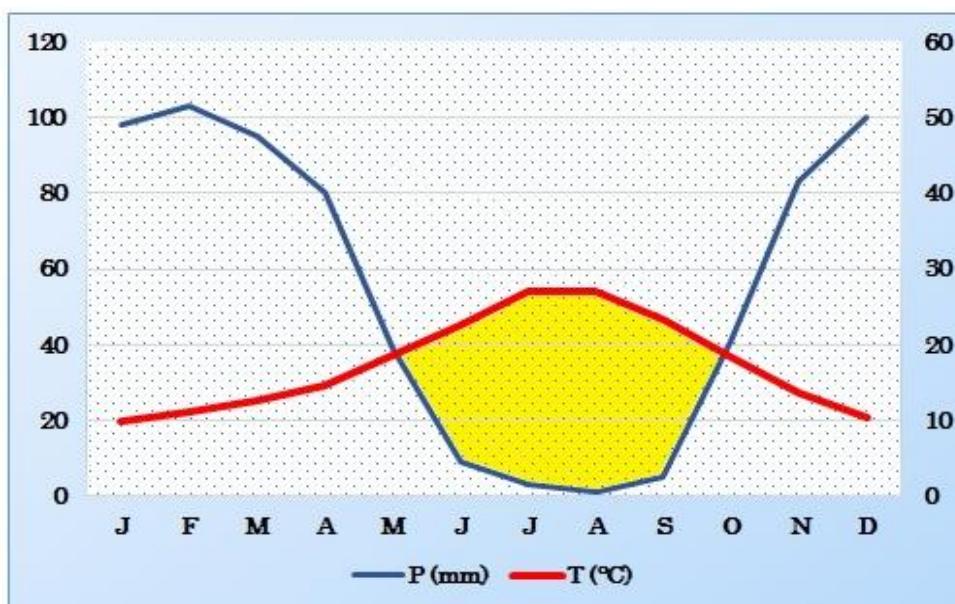


Figure 10: Diagramme Ombrothermique de la ville de Taza

#### 5. Conclusion

La variabilité spatio-temporelle des précipitations dans le bassin de l'oued Lahdar reflète la complexité du climat pré rifain et l'influence des facteurs topographiques. Les

précipitations y sont caractérisées par une irrégularité temporelle et une distribution inégale dans l'espace, ce qui accentue les risques d'inondation.

Les analyses montrent ce qui suit :

- Une intensité des précipitations élevée et une concentration saisonnière marquée en hiver.
- Des pluies orageuses abondantes avec des caractéristiques locales.
- Impact cruciale de l'exposition et de l'altitude.

De plus, le climat semi-aride saisonnier, caractérisé par une longue période de sécheresse et un hiver humide, entraîne une augmentation de la fragilité du sol. En été, l'intensité des températures provoque le dessèchement et la fissuration du sol, tandis que les premières pluies hivernales créent une croûte durcie qui limite l'infiltration. Ce phénomène augmente considérablement le coefficient de ruissellement, et donc le risque d'inondation.

Ainsi, la combinaison des variations pluvieuses et leur concentration saisonnière, également que les grandes variations thermiques, expliquent la fréquence et la violence des inondations dans la région.

Ces conditions climatiques, ainsi que la dégradation de la couverture végétale et l'imperméabilité des formations superficielles (sol argileuse), rendent le bassin de la vallée de l'Oued Lahdar particulièrement vulnérable aux phénomènes hydrologiques extrêmes. Une gestion intégrée, basée sur le reboisement, la conservation des sols et l'exploitation rationnelle des pentes des vallées, est nécessaire pour réduire les effets des futures inondations.

### Références bibliographiques.

- Castellani, C. (1986). Régionalisation des précipitations annuelles par la méthode de la régression linéaire simple: l'exemple des alpes du nord. *Rev. Geog. Alpine*, Vol. pp. 393–403.
- Direction régionale de l'agriculture. (2011). Taza.
- Label T. & Laborde P. (1988). A geostatistical approach for areal rainfall statistic assessment. *Stochast. hydrol. Hydraul.* pp 245-261.
- Roche.M. Les processus du raisonnement chez l'hydrologue, Bulletin de la section Géographique. Tome LXXX, 1969 11 P.
- Service hydrologique, 2001. Etude de délimitation du niveau des plus hautes eaux de l'Oued Taza (El Haddar), Ville de Taza. 13 P+annexes.
- Tribak, A. (2000). L'érosion hydrique en moyenne montagne du pré rif oriental (Maroc), Etude des agents et des processus d'érosion dans une zone de marnes Tertiaires. *Université chouaib Doukali.*, PP (1-73).