



Résumé

La méthode d'analyse et d'estimation de la variable « précipitation », faisant appel à un certain nombre d'outils statistiques et cartographiques, nous offre l'opportunité de réaliser certaines manipulations pour représenter les champs pluviométriques de la région des hauts plateaux Est Algérien.

L'analyse comparative de la carte des précipitations annuelles réalisées dans cette étude a montré qu'il existe une certaine conformité dans le tracé de ces isohyètes comparativement à la carte de Chaumont et Paquin sauf pour l'isohyète 400 mm qui n'est pas conforme. Par ailleurs, l'utilisation de la régression multiple et la géostatistique ont montré l'intérêt de la prise en considération d'autres paramètres géographiques dans la conception de ces cartes climatiques.

Mots clés : Cartographie numérique, Précipitation, Changement climatique, S.I.G., Algérie, Hautes plaines de l'Est.

Abstract

The method of analysis and estimation of the variable "precipitation", involving a number of statistical and cartographic data, gives us the opportunity to perform some operation to represent the rainfall fields of Highlands East Algerian.

The comparative analysis of the annual rainfall map made in this study has shown that there is some compliance in the course of these compared to the isohyets map of Chaumont and Paquin except for the 400 mm isohyet which does not comply. Moreover, the use of multiple regression and geostatistics has shown the interest of taking into account other parameters (altitude and constant) in the design of these map.

Key words : Digital mapping, Precipitation, Climate Change, GIS, Algeria, Eastern High Plains.

Détection des changements Hydro-climatiques dans la région céréalière des hautes plaines de l'Est de l'Algérie.

M. Bachir H¹, Smadhi D M.Semar A.²

1- Institut National de la Recherche Agronomique / M.A.D.R. - Mahdi boualem, Alger- (Algérie), Email : akm7.62@hotmail.fr
2 - Ecole Nationale Supérieure d'agronomie, El Harrach - (Algérie)

INTRODUCTION

La nécessité de prendre en compte la variabilité temporelle et spatiale des données et les éventuelles erreurs et limitations des échantillons disponibles ont contribué à choisir une approche stochastique de la modélisation des précipitations dans sa dimension spatio-temporelle.

L'approche stochastique considère le champ pluviométrique comme une réalisation d'un processus aléatoire et la modélisation des champs cherche à reproduire le phénomène, en respectant les propriétés statistiques et géométriques observées. Dans ce contexte, plusieurs méthodes ont été mises en place, selon le type de données disponibles et l'application envisagée.

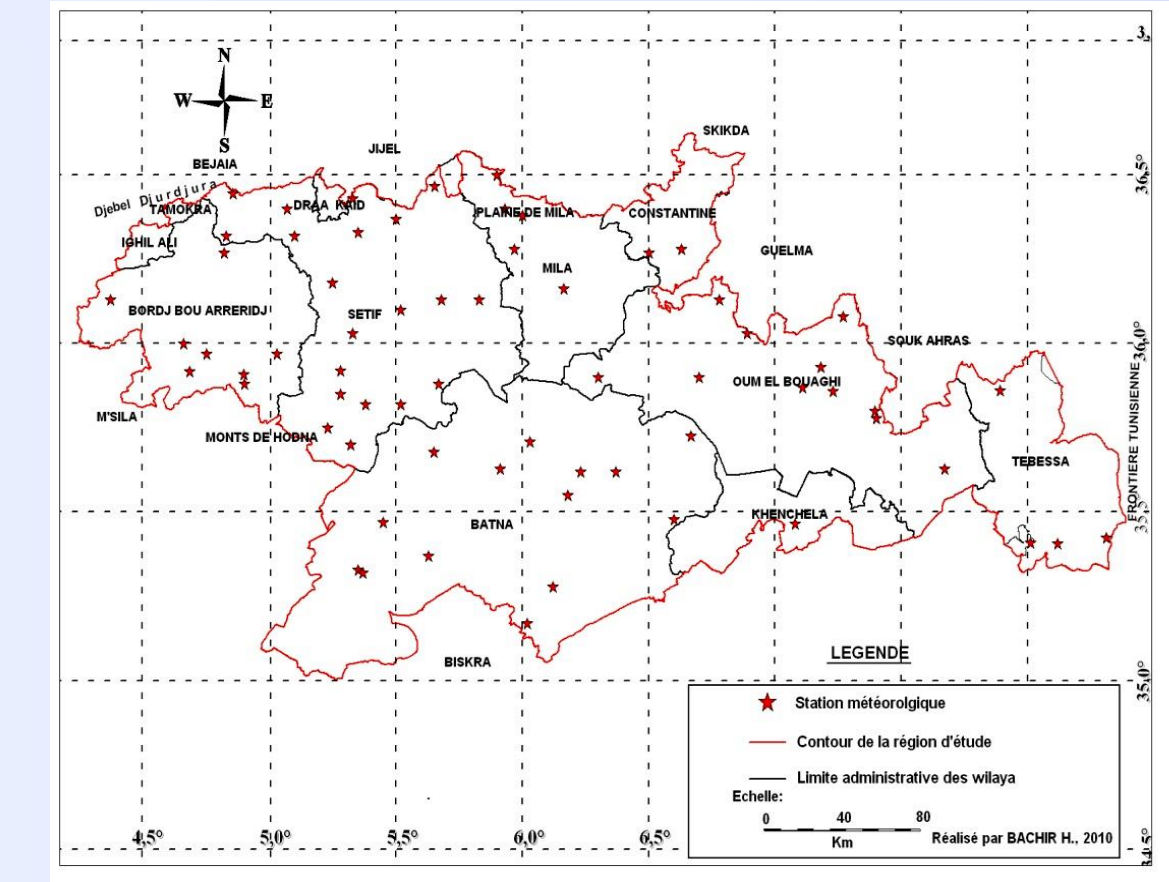
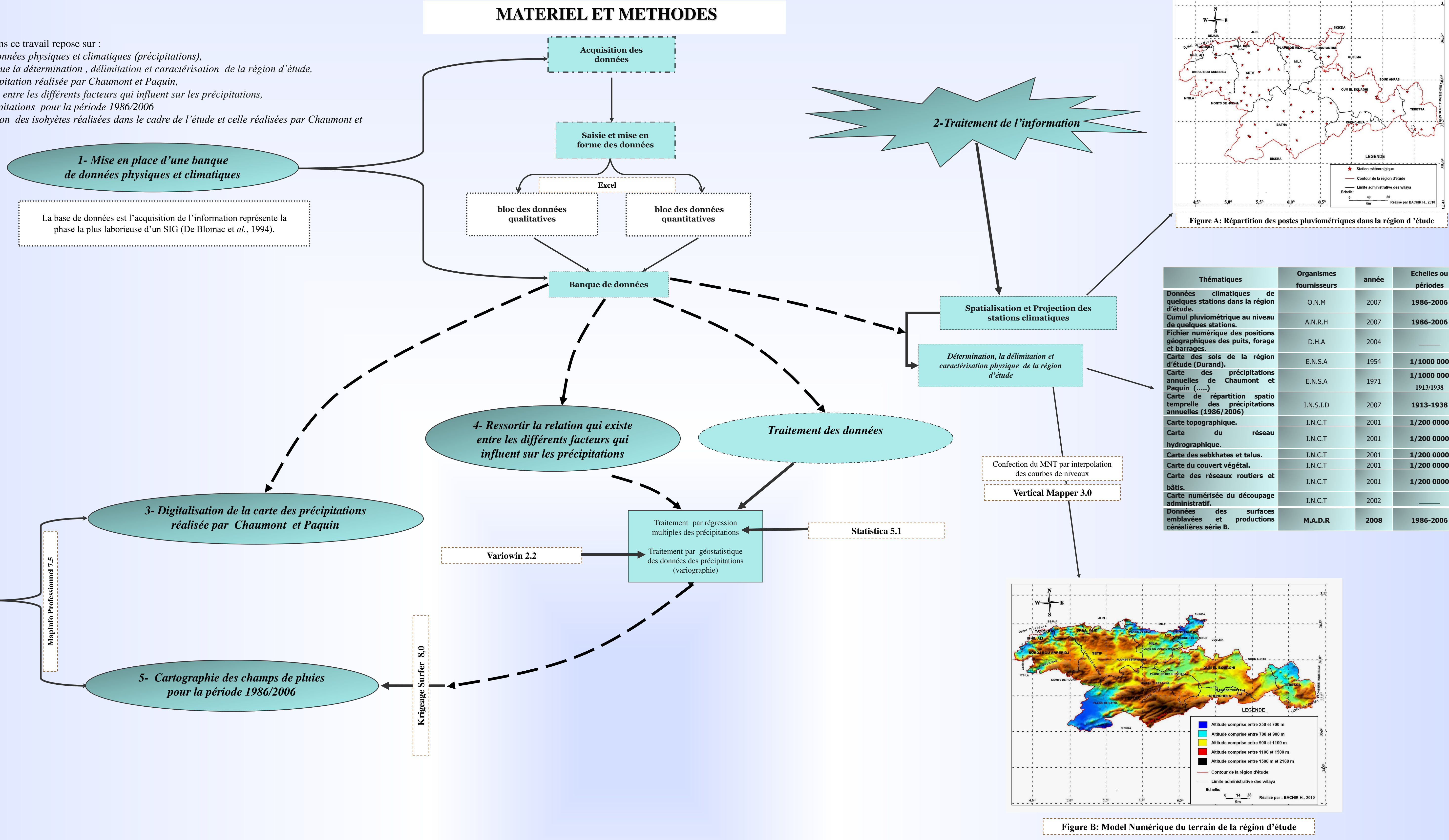
Dans ce travail on s'intéresse à reproduire les propriétés observées des champs de pluie, à travers les outils numériques de la simulation (régression multiple et géostatistique). L'objectif étant de présenter un outil qui nous permettra d'estimer les précipitations en n'importe quel point de l'espace et qui va nous permettre de réaliser une Analyse comparative des précipitations annuelles en Algérie de deux périodes différente (1986-2007)/(1913-1939). Cas des hauts plateaux Est.

Les précipitations sont considérées comme l'un des facteurs essentiels des régimes hydrologiques, puisqu'elles constituent la matière première des débits des cours d'eau (Palecki et al., 2005; Roche, 1963; Skoda et al., 2003). Elles sont le résultat d'un changement thermique ou atmosphérique, comme elles constituent la principale entrée des grands systèmes hydrologiques continentaux que sont les bassins versants.

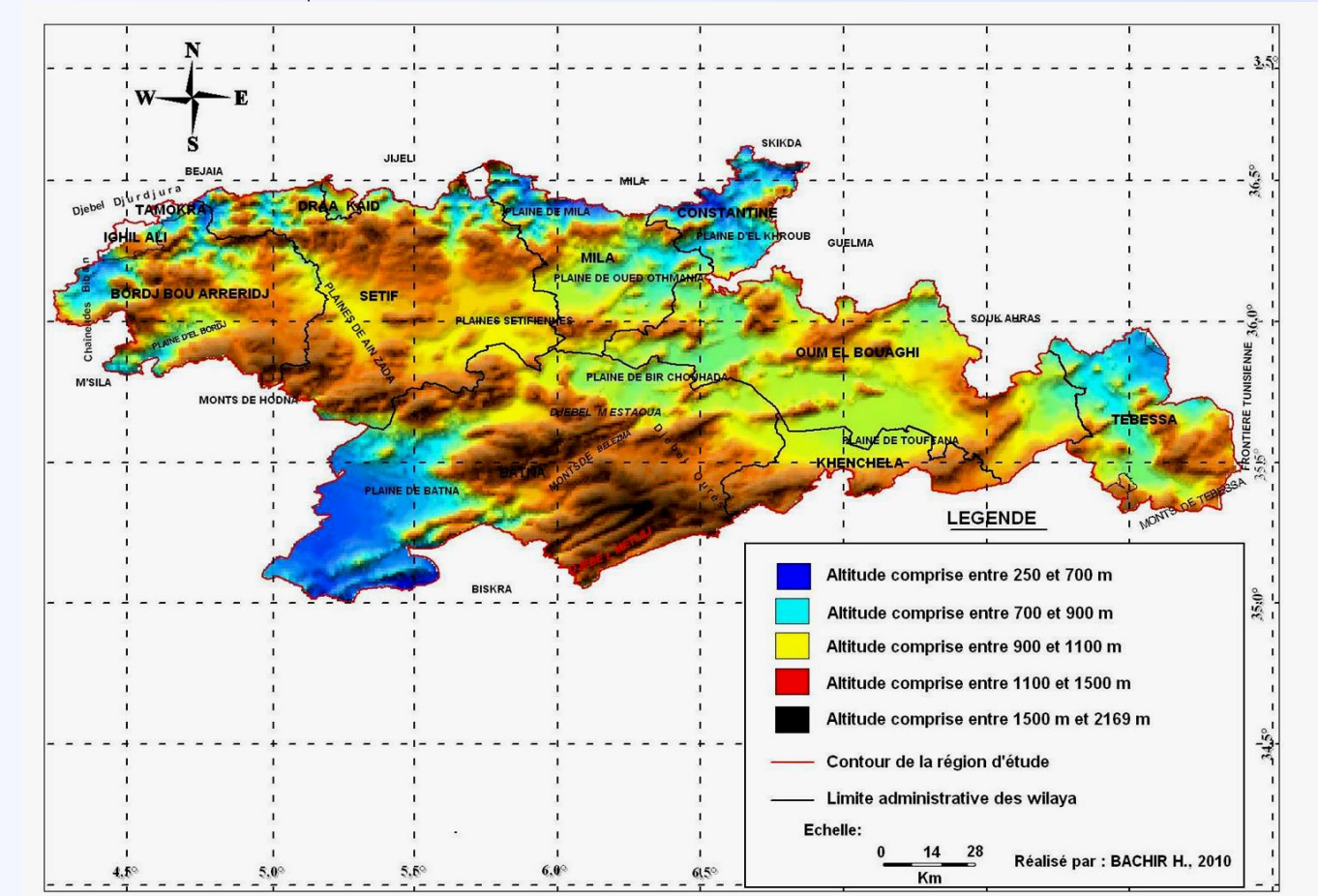
A l'échelle mondiale, il faut rappeler que les précipitations sont classées en plusieurs régimes pluviométriques, lesquels sont définis à partir des précipitations moyennes annuelles ou moyennes mensuelles. Il importe d'ajouter que les précipitations sont l'un des paramètres climatiques les plus variables. D'une part, elles sont caractérisées par une grande variabilité dans l'espace et ceci quelle que soit l'échelle spatiale prise en compte (nationale, régionale, locale,...etc.). D'autre part, elles sont caractérisées par une grande variabilité dans le temps, aussi bien à l'échelle annuelle qu'à celle d'un événement pluvieux (Musy, 2005). De manière générale, il faut retenir que l'analyse des précipitations en hydrologie s'est développée autour de l'analyse des mesures, par contraste avec l'analyse des processus générateurs que l'on a suivi en météorologie (Bertrand-krajewski et al., 2000).

La démarche méthodologique adoptée dans ce travail repose sur :

- 1- Mise en place d'une banque de données physiques et climatiques (précipitations).
- 2- Traitement de l'information ainsi que la détermination, délimitation et caractérisation de la région d'étude.
- 3- Digitalisation de la carte des précipitations réalisée par Chaumont et Paquin.
- 4- Faire ressortir la relation qui existe entre les différents facteurs qui influent sur les précipitations.
- 5- Cartographier les champs des précipitations pour la période 1986/2006.
- 6- Réalisation de la carte de comparaison des isohyètes réalisées dans le cadre de l'étude et celle réalisées par Chaumont et Paquin



Thématiques	Organismes fournisseurs	année	Echelles ou périodes
Données climatiques de quelques stations dans la région d'étude.	O.N.M	2007	1986-2006
Cumul pluviométrique au niveau de quelques stations.	A.N.R.H	2007	1986-2006
Fichier numérique des positions géographiques des puits, forage et barrages.	D.H.A	2004	---
Carte des sols de la région d'étude (Durand).	E.N.S.A	1954	1/1000 000
Carte des précipitations annuelles de Chaumont et Paquin (...)	E.N.S.A	1971	1/1000 000 1913/1938
Carte de répartition spatiale temporelle des précipitations annuelles (1986/2006)	I.N.S.I.D	2007	1913-1938
Carte topographique.	I.N.C.T	2001	1/200 000
Carte du réseau hydrographique.	I.N.C.T	2001	1/200 000
Carte des solides et talus.	I.N.C.T	2001	1/200 000
Carte du couvert végétal.	I.N.C.T	2001	1/200 000
Carte des réseaux routiers et bâtis.	I.N.C.T	2001	1/200 000
Carte numérisée du découpage administratif.	I.N.C.T	2002	---
Données des surfaces emblavées et productions céréalières série B.	M.A.D.R	2008	1986-2006



RÉSULTATS ET DISCUSSION

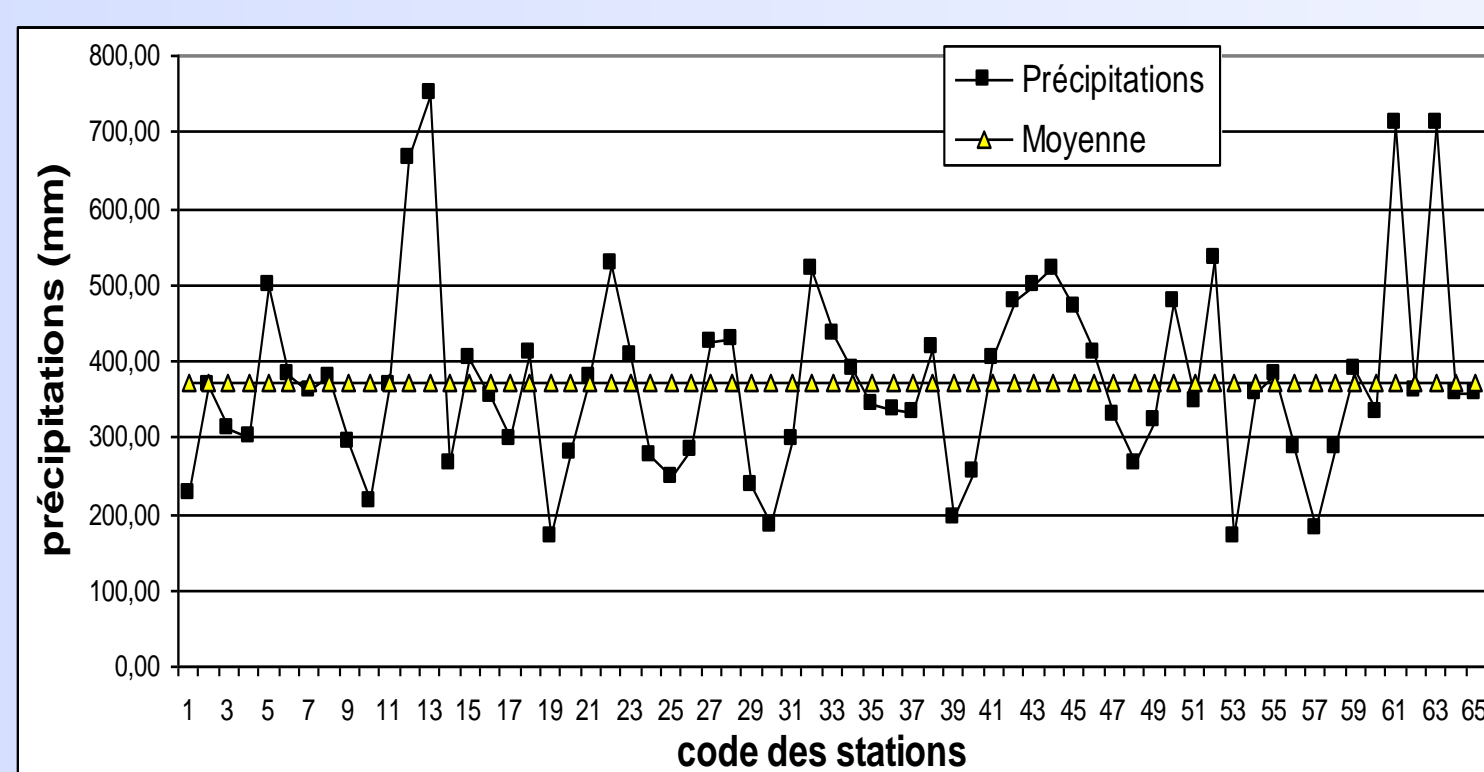
La région d'étude s'étend sur une superficie de 33610 Km² et présente un périmètre de 1872 Km. Elle se situe entre les longitudes X1= 4,2° ; X2= 8,3°, et entre les latitudes Y1= 35,00° ; Y2= 36,6° Est.

La réalisation de cette présente étude nous a demandé d'identifier le maximum de stations de mesures des précipitations, mais nous avons utilisé que 65, disposant de données complètes et fiables, dans ma mesure ou nous avons remarqué qu'il existe de nombreuses lacunes, pour des raisons différentes, la plupart de ces lacunes sont identifiées particulièrement durant la période 1990- 2000. Cette situation de disponibilité de données nous a orienté vers l'analyse des précipitations de la période de 1986 à 2007.

Les hauteurs moyennes des précipitations annuelles observées dans la région d'étude au cours de la période choisie, pour les 65 stations sont portées sur la figure A.

Les mesures des hauteurs des pluies de la période 1986-2007 relevées, au niveau du réseau pluviométrique retenu, ont montré que la hauteur des précipitations moyennes annuelles varie d'une façon considérable d'une station à une autre.

Les hauteurs des précipitations moyennes annuelles de toutes les stations sont comprises entre 168,5 mm et 752,2 mm



La couverture spatiale des stations pluviométriques n'est pas suffisante en tenant de la particularité locale. Afin de combler le déficit en stations pluviométriques dans la région d'étude nous avons opté pour le krigeage/réaliser pour réaliser une cartographie des champs de pluies (Choisnel et Seguin, 1986). Cette procédure n'a pas été faite aléatoirement mais suivant la procédure de bien définie et en utilisant des programmes informatiques.

Nous avons tenté d'ajuster un modèle explicatif des précipitations (P) par régression multiple. Les variables présent en considération sont la longitude (X), la latitude (Y) et l'altitude (Z).

$$P(mm) = aX + bY + cZ + d$$

Avec : a, b, et c : coefficients relatifs aux variables X, Y et Z ;

d : constante.

L'équation précipitation annuelle obtenue s'écrit comme suit :

L'estimation des pluies P nous avons opté pour la méthode d'interpolation géostatistique (krigeage)

Selon Arnaud et Emery (2000), l'étape d'ajustement est l'étape la plus délicate de l'interpolation spatiale. En effet, le choix d'une fonction servant de modèle est des plus importants, du fait que les résultats de cette modélisation sont utilisés par le krigeage (voir figure D, E et F)

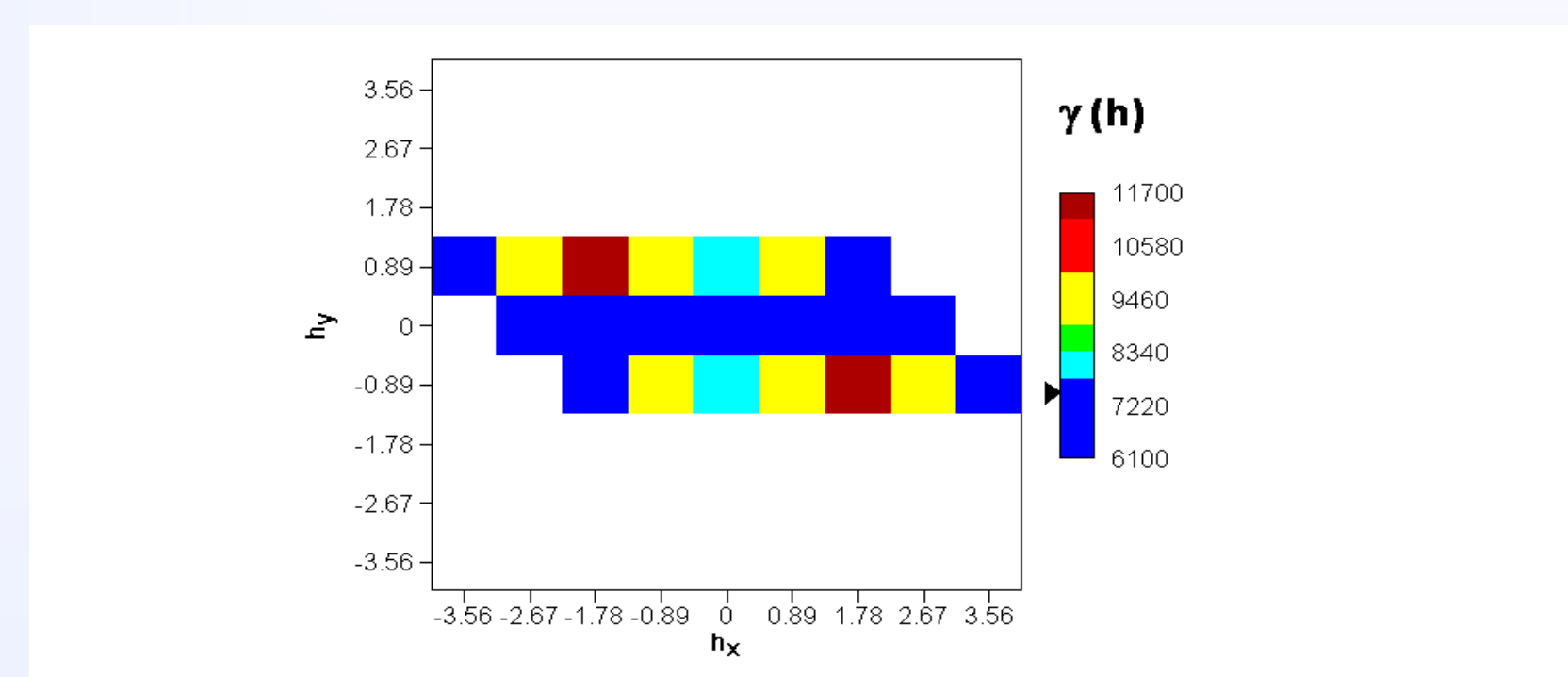


Figure D: Variogramme de surface des résidus des précipitations annuelles

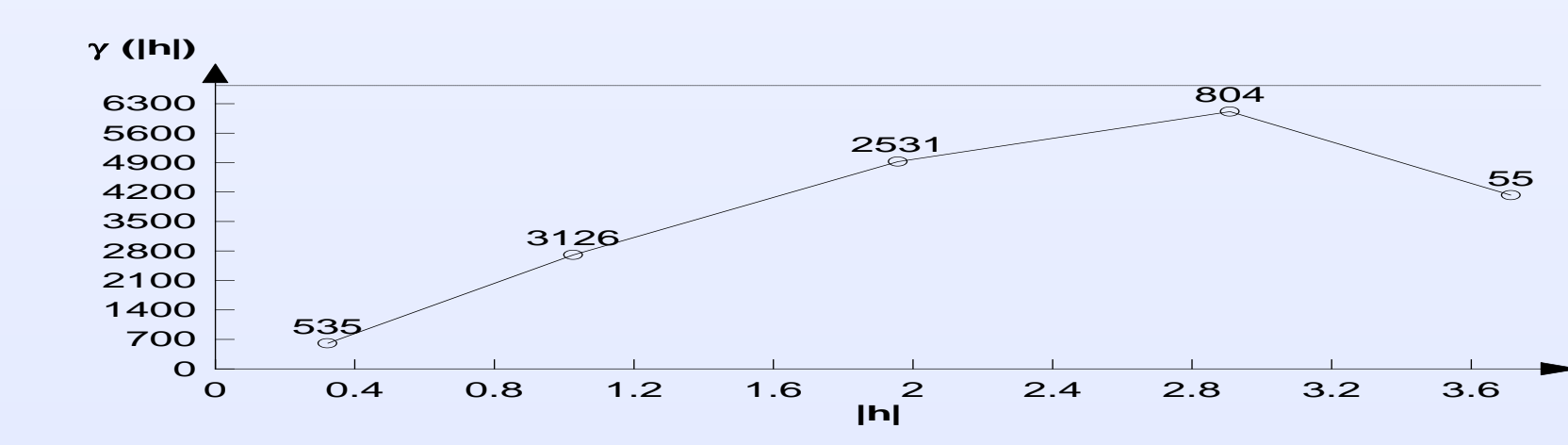


Figure E: Variogramme de surface des résidus des précipitations annuelles

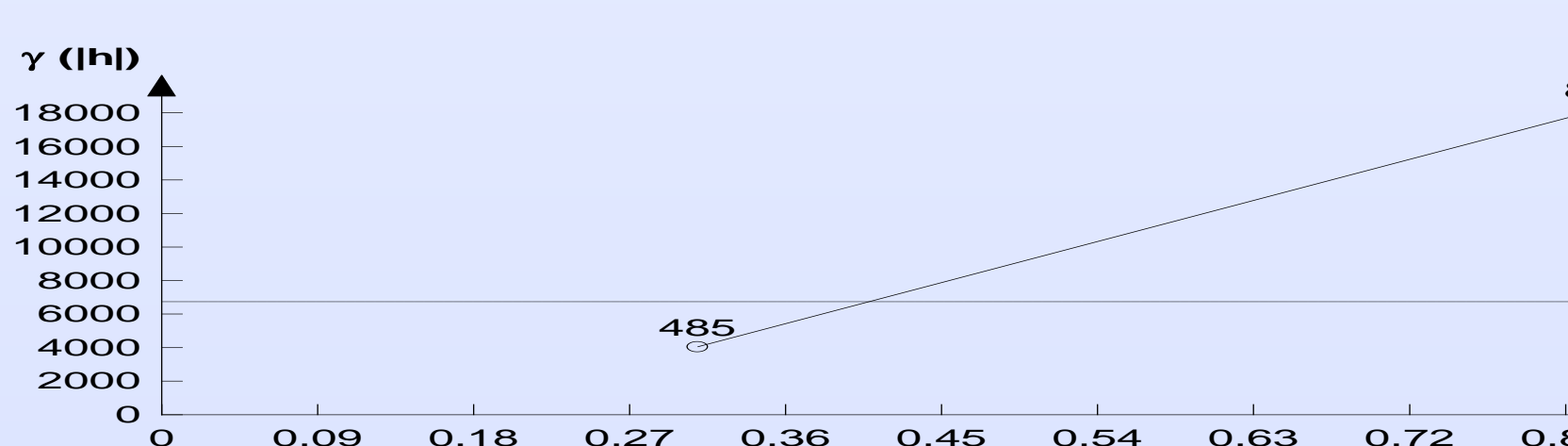


Figure F: Variogramme directionnel des précipitations annuelles selon la direction 90°

L'analyse de la dépendance spatio-temporelle des observations par la géostatistique permet l'extension des techniques développées typiquement dans le seul contexte spatial (ou temporel) et d'inclure le temps (ou l'espace) comme une dimension additionnelle (Kyriakidis et Journel, 1999).

Une fois fini avec la régression multiple et avec la variographie des erreurs et c'est elle des précipitations annuelles, les données estimées de ces dernières (155 stations fictives) ainsi que les paramètres des variogrammes sont introduits dans le logiciel de cartographie pour subir une interpolation par krigeage (Ali M. S, 2004). Cette dernière étape, nous a permis de réaliser la carte de répartition spatio-temporelle des précipitations à l'échelle annuelle.

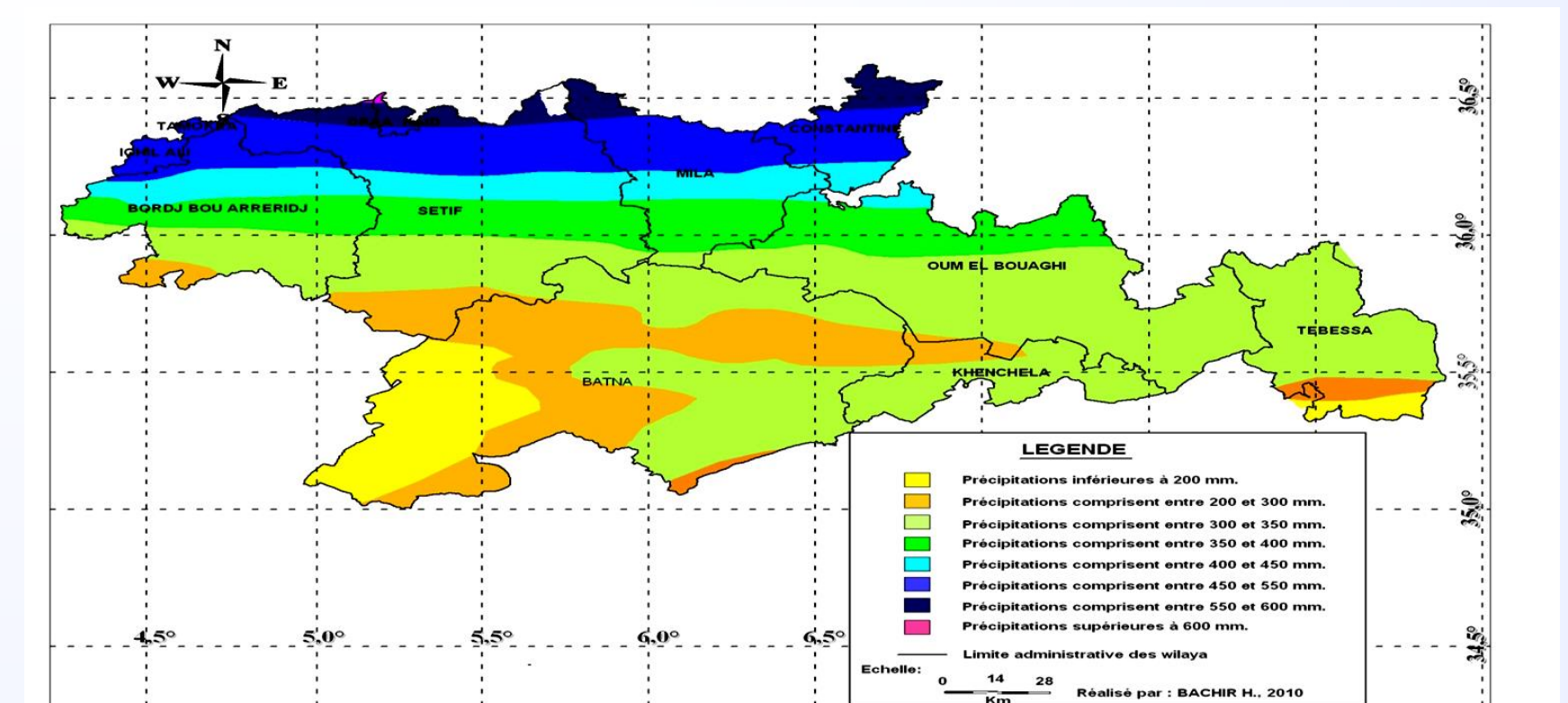


Figure D: Carte de répartition spatio-temporelle des précipitations annuelles moyennes (période 1986-2006)

La question qui se pose : Est ce que la région d'étude a connue des modifications concernant le cumul pluviométrique annuel durant les dernières 50 années ? Pour essayer de répondre à cette question, nous avons réalisé la carte de comparaison des isohyètes de précipitations annuelles confectionnées par Chaumont et Paquin (1971) traitant la période 1913 à 1938 par rapport à celle que nous avons réalisée dans le cadre de cette étude (figure G).

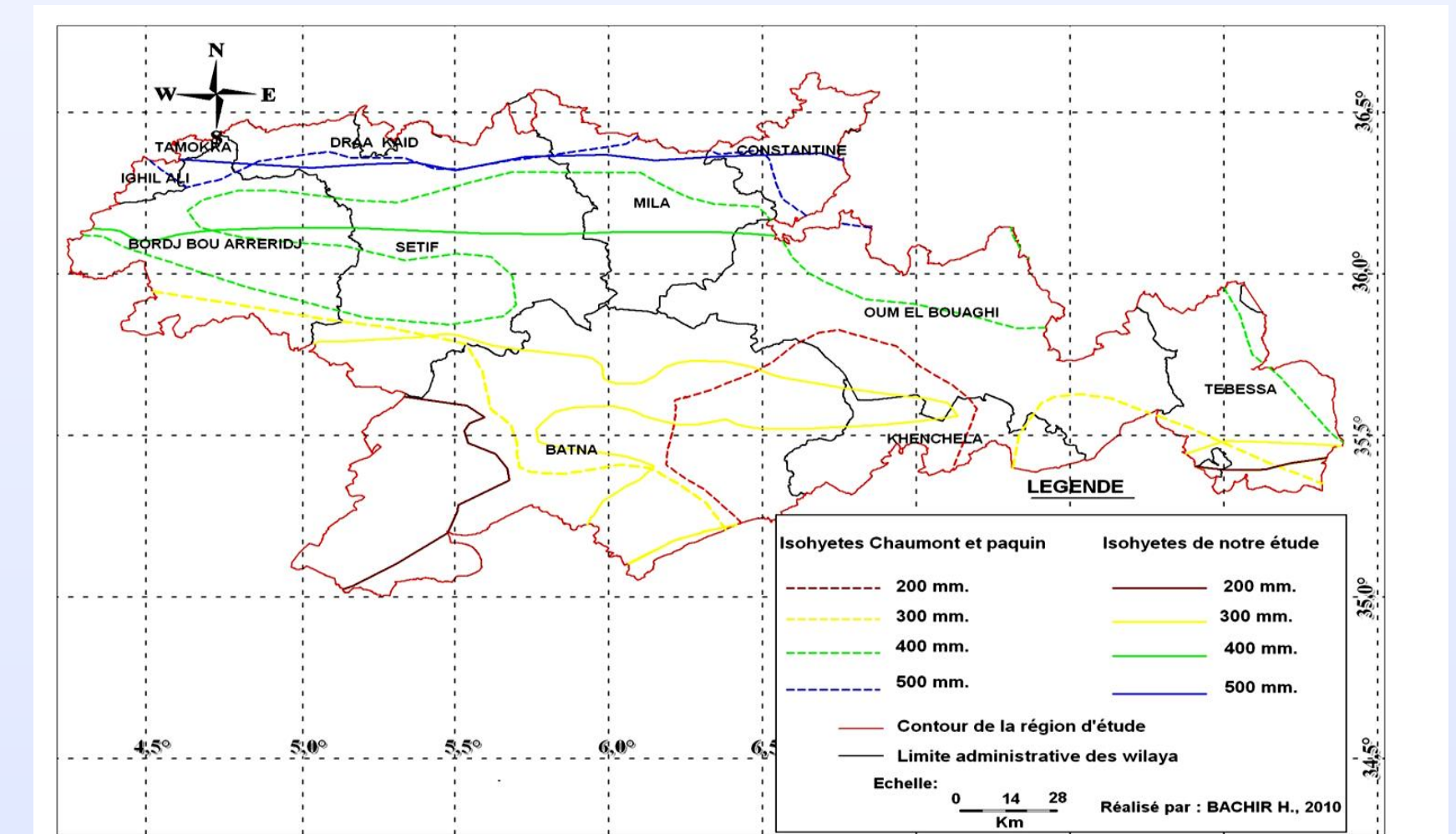


Figure G: Comparaison des isohyètes réalisées dans l'étude par rapport à celle réalisées par Chaumont et Paquin (1971)

On remarque qu'il n'existe pas de grand changement de l'isohyète 500 mm dans le temps. Le changement est clair au niveau de l'isohyète 400 mm qui auparavant touchait une aire plus importante car elle touchait jusqu'au sud de Sétif, le Sud de Bordj Bou Arridj et le nord de Oum El Bouagui ainsi que la partie Est de Tébessa.

Aussi, on remarque aussi que l'isohyète 300 mm a la même allure qu'auparavant, néanmoins, elle a pris plus d'espace, maintenant elle touche les wilayas de Batna et Khenchela. Par ailleurs, il y'a apparition d'une nouvelle isohyète (200 mm) à l'ouest de la wilaya de Batna et au sud de la wilaya de Tébessa. Cette situation montre que le sud de la région d'étude est devenu dans le temps plus aride.

CONCLUSION

La cartographie des champs pluviométriques, s'appuyant sur la géostatistique permet d'optimiser l'estimation de la pluviométrie en tout point d'une zone considérée. Cette méthode fournit une interpolation nettement meilleure que celle effectuée à partir des méthodes d'interpolation usuelles.

La méthode d'analyse et d'estimation de la variable « précipitation », faisant appel à un certain nombre d'outils statistiques (régression multiple, géostatistique), nous offre l'opportunité de réaliser la manipulation retenue. D'un point de vue général, elle nous a permis d'acquérir en des points non renseignés des valeurs de précipitations ressorties par estimation, à l'échelle spatio-temporelle.

L'analyse comparative a montré une certaine conformité dans le tracé de ces isohyètes comparativement à la carte de Chaumont et Paquin sauf pour l'isohyète 400 mm qui n'est pas conforme. Par ailleurs, l'utilisation de la régression multiple a montré l'intérêt de la prise en considération d'autres paramètres (l'altitude et la constante) dans la conception de ces cartes, ce qui constitue un avantage par rapport à la réalisation des cartes de précipitations à l'échelle régionale (Rosenberg, 1969). Nous pouvons dire aussi, que cette méthode peut être utilisée pour des données autres que des données pluviométriques.

Vu l'étendu de la région d'étude qui se caractérise par une diversité géomorphologique et même pédologique, les résultats obtenus nous conduisent à réfléchir sur l'importance du renforcement et l'extension du réseau climatique actuel en adoptant les méthodes statistiques et les outils S.I.G (cartes d'erreurs), tout en respectant les normes d'installations des stations météorologiques.

REFERENCES

Ali M. S, (2004) - Geostatistical study of annual and seasonal mean rainfall patterns in southwest Saudi Arabia, *Hydrological Sciences-Journal-des Sciences Hydrologiques*, 49(5), 803-817.

Arnaud M. et Emery X. (2000) - Estimation et interpolation spatiale, *Méthodes déterministes et méthodes géostatistiques*, Hermès science Europe, 219p.

Bertrand-Krajewski J-L., Laplace D., Joannis C. (2000)- *Mesures en hydrologie urbaine et assainissement*, Paris (France) ; Tec et Doc, 808 p.

Choisnel E. et Seguin B. (1986) - *Agrométéorologie des régions de montagnes. Problèmes d'échelle et réseaux météorologiques en zone de moyenne montagne*, Coll., INRA, publ., n° 3, Paris, pp. 37-49.

DE Blomac F., Gal R., Hubert M., Richard D. et Tourret C. (1994)- *Conception et application en géomatique*, Ed. Hermès, 248p.

Kyriakidis, P.C. et Journel, A.G., (1999) - *Geostatistical space-time models: a review*, *Mathematical Geology*, Vol. 31, No. 6, 651-684.

Musy A., (2005) - *Hydrologie générale : les précipitations*, Ed. Hermès science Europe, pp. 1-8.

Palecki, M. A., Angel, J. R., et Hollinger, S. E. (2005)- *Storm precipitation in the United States. Part I: Meteorological characteristics*, *J. Appl. Meteorol.*, vol. 44, 933-946.

Roche M. (1963) - *Hydrologie de surface*, Coll. Orstom and Gauthier, Villars Paris, 429p.

Skoda, G., Weiglmu, V., et Haiden, T. (2003) - *Heavy convective storms - Precipitation during 15, 60, and 180 minutes*, chap. 2, *Hydrological Atlas of Austria*, Bundesministerium für Land- und Forstwirtschaft, Umwelt und Wasserwirtschaft, 5-7.

Subyani, A. M. (1997) *Geostatistical analysis of rainfall in southwest Saudi Arabia*, PhD Thesis, Colorado State University, Colorado, USA.

Rosenberg M. (1969) - *Hydrologie. Choix d'un modèle régional expliquant la répartition des précipitations annuelles dans l'espace en fonction des facteurs climatiques et topographiques*, CRAC, Sci. pp 761-764.