

Article

« Analyse et amélioration d'un indice pluviométrique mensuel régional pour les grandes plaines du sud des États-Unis »

F. Rossel et J. Garbrecht

Revue des sciences de l'eau / Journal of Water Science, vol. 13, n° 1, 2000, p. 39-46.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/705379ar>

DOI: 10.7202/705379ar

Note : les règles d'écriture des références bibliographiques peuvent varier selon les différents domaines du savoir.

Ce document est protégé par la loi sur le droit d'auteur. L'utilisation des services d'Érudit (y compris la reproduction) est assujettie à sa politique d'utilisation que vous pouvez consulter à l'URI <https://apropos.erudit.org/fr/usagers/politique-dutilisation/>

Érudit est un consortium interuniversitaire sans but lucratif composé de l'Université de Montréal, l'Université Laval et l'Université du Québec à Montréal. Il a pour mission la promotion et la valorisation de la recherche. Érudit offre des services d'édition numérique de documents scientifiques depuis 1998.

Pour communiquer avec les responsables d'Érudit : info@erudit.org

Analyse et amélioration d'un indice pluviométrique mensuel régional pour les grandes plaines du sud des États-Unis

Analysis and improvement of a divisional monthly precipitation index for the southern Great Plains of the United-States

F. ROSSEL* et J. GARBRECHT

Reçu le 2 décembre 1998, accepté le 13 septembre 1999**

SUMMARY

The NCDC monthly precipitation index is computed as a simple average of the monthly precipitation at several stations within a climate division. The influences of the discontinuities in records used by NCDC are quantified for the central climate division of Oklahoma. An improvement of the calculation method is proposed. The number of stations used is fixed and the missing monthly data values are filled. The monthly averages of the absolute values of the differences between the two indices vary from 6% (May) to 13% (August) of the mean monthly precipitation and from 9% (November) to 24% (August) of their mean temporal variations. These values demonstrate that the discontinuities in station records of the NCDC divisional precipitation index can be relevant and that research results on regional precipitation variability should be interpreted with consideration of the approximation errors introduced.

Key-words: regional precipitation index, temporal variability, U.S. Great Plains.

RÉSUMÉ

L'indice pluviométrique mensuel proposé par le National Climatic Data Center (NCDC) est égal à la moyenne arithmétique des précipitations observées à certaines stations de la division climatique. Les différents problèmes d'homogénéité des données prises en compte par le NCDC pour le calcul de l'indice sont quantifiés pour la région climatique centrale de l'Oklahoma. Une amélioration de la méthode de calcul est proposée. Le calcul de ce nouvel indice utilise un nombre fixe de stations et fait appel à une méthode d'estimation des données manquantes. L'estimation des valeurs manquantes permet de disposer d'un jeu de données complet, ce qui augmente la représentativité de l'in-

GRL-ARS-USDA, 7207 West Cheyenne Street, El Reno, Ok 73036, USA.

* Correspondance. E-mail : rossel-frederic@hotmail.com

** Les commentaires seront reçus jusqu'au 15 février 2001.

dice. Les moyennes mensuelles des valeurs absolues des différences entre l'indice NCDC et l'indice proposé sont comprises entre 6 % (mai) et 13 % (août) des précipitations moyennes et entre 9 % (novembre) et 24 % (août) des écart-types mensuels. Ces valeurs démontrent que les problèmes liés à la méthode de calcul d'un indice pluviométrique mensuel régional utilisée par le NCDC peuvent être importants. Les résultats de recherches sur la variabilité temporelle des précipitations utilisant un indice pluviométrique régional devraient être interprétés en connaissance de ces différences.

Mots-clés : indice pluviométrique régional, variabilité temporelle, grandes plaines des USA.

1 – INTRODUCTION

Un de nos objectifs de recherches sur le climat est de quantifier les variations inter-annuelles des précipitations et de déterminer l'influence de plusieurs phénomènes climatiques de grande échelle sur les précipitations des grandes plaines du sud des États-Unis. Pour cela un indice pluviométrique mensuel régional à l'échelle des divisions climatiques est nécessaire. L'analyse réalisée ici met en évidence les problèmes liés à la méthode de calcul utilisée par le NCDC. Nous proposons quelques alternatives permettant une meilleure représentation des variations temporelles des précipitations de l'ensemble d'une division climatique. L'amplitude des différences entre l'indice du NCDC et l'indice proposé ici est comparée aux précipitations moyennes et aux variations temporelles des précipitations. Ceci permettra une meilleure interprétation des résultats de recherches sur la variabilité temporelle des précipitations utilisant les indices pluviométriques des divisions climatiques.

2 – DONNÉES

Cette étude est réalisée pour la division climatique centrale de l'Oklahoma. Les données utilisées sont les valeurs mensuelles de l'indice pluviométrique défini par le NCDC et les séries pluviométriques mensuelles des 12 stations (*figure 1*) dont les séries comptent plus de 90 % des 996 valeurs mensuelles des 83 ans de la période 1914-1996. Le régime des précipitations est bimodal avec un maximum principal en mai et un deuxième généralement moins important en septembre (*tableau 1*). Pendant la période hivernale (novembre-mars) qui est la moins pluvieuse, les masses d'air présentes sur l'Oklahoma proviennent généralement des régions du nord du continent. Cet air relativement froid et sec ne favorise pas les précipitations qui sont généralement de faible intensité mais qui s'étendent sur l'ensemble de la division climatique. Pendant l'été, les masses d'air proviennent généralement du Golfe du Mexique ; cet air chaud et humide, relativement instable, est propice au développement d'orages convectifs qui peuvent être relativement localisés. Les précipitations moyennes

Division climatique centrale de l'Oklahoma

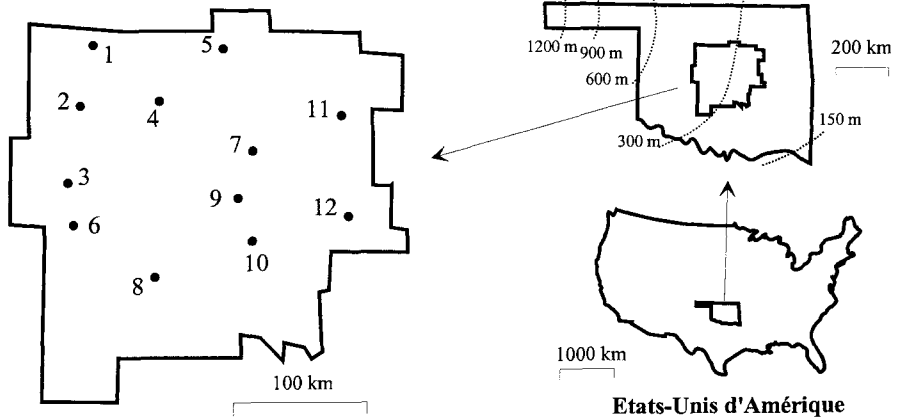


Figure 1 Situation des 12 stations pluviométriques de la division climatique centrale de l'Oklahoma.

Situation map for the 12 rainfall stations in the central climate division of Oklahoma.

annuelles présentent un gradient croissant du nord-ouest (750 mm) au sud-est (1 000 mm). L'Oklahoma, qui fait partie des grandes plaines des États-Unis, présente des paysages de grandes étendues légèrement vallonnées avec une faible pente ascendante vers l'ouest. Ces reliefs ne constituent pas un obstacle majeur pour les circulations des masses d'air.

3 – ANALYSE DE LA MÉTHODE UTILISÉE PAR LE NCDC

L'indice pluviométrique mensuel proposé par le NCDC est égal à la moyenne arithmétique des précipitations observées aux stations qui disposent d'enregistrement de précipitations et de températures (GUTTMAN et QUAYLE, 1995). Au fil des ans, le nombre de stations utilisées pour le calcul de l'indice a varié en fonction de la fermeture ou de l'ouverture de stations ou du changement du critère de sélection des stations. Les séries présentent également des interruptions ponctuelles dues à des dysfonctionnements des appareils de mesure. Ces différents problèmes d'homogénéité des données prises en compte pour le calcul de l'indice réduisent la représentativité régionale de l'indice. Les problèmes d'homogénéité que présente l'indice du NCDC sont quantifiés pour la région climatique centrale de l'Oklahoma en altérant artificiellement les séries complètes de dix stations pour simuler les différents dysfonctionnements. La période considérée est 1930-1946 ; c'est la plus longue période sur laquelle les séries de dix des stations ne présentent pas de lacune. La moyenne arithmétique des séries des dix stations qui sont également réparties à l'intérieur de la division climatique est

considérée comme la meilleure représentation des variations temporelles régionales de la pluie. Cette moyenne est appelée « indice de référence ». Les paragraphes suivants montrent les différences entre l'indice régional calculé avec la méthode utilisée par le NCDC et l'indice de référence.

- i) Les séries pluviométriques des stations ne disposant pas de relevés de température ne sont pas utilisées par le NCDC. Pour simuler ceci, les séries de cinq stations sont écartées pour le calcul de l'indice. Les différences entre ce nouvel indice et l'indice de référence varient entre - 31,5 mm et + 22,9 mm avec une valeur absolue moyenne de 5,5 mm. La différence absolue moyenne est plus faible pendant les mois d'hiver (novembre à mars) que pendant l'été. Elle est comprise entre 2,2 et 9,1 mm soit 5 à 13 % des pluies mensuelles moyennes et 7 à 22 % des écarts-types mensuels de l'indice de référence.
- ii) Certaines stations ne sont utilisées par le NCDC que pendant certaines périodes. Pour simuler ceci, les périodes 1930-1936 de la station n° 2, 1939-1946 de la n° 5, 1930-1934 de la n° 6 et 1937-1946 de la n° 12 n'ont pas été prises en compte pour le calcul de l'indice. Les différences entre ce nouvel indice et l'indice de référence varient entre - 27,8 mm et + 16,8 mm avec une valeur absolue moyenne de 3,2 mm. La différence absolue moyenne est plus faible pendant les mois d'hiver que pendant l'été. Elle est comprise entre 1,5 et 5,3 mm soit 3 à 6 % des pluies mensuelles moyennes et 5 à 10 % des écarts-types mensuels de l'indice de référence.
- iii) Afin de quantifier l'influence de la présence de lacunes sur les valeurs de l'indice, 10 % des valeurs observées ont été aléatoirement écartées. Les différences entre l'indice ainsi calculé et l'indice de référence varient entre - 29,0 mm et + 18,8 mm avec une valeur absolue moyenne de 1,9 mm. La différence absolue moyenne est plus faible pendant les mois d'hiver qu'en été. Elle est comprise entre 0,4 et 3,9 mm soit 1 à 4 % des pluies moyennes et 1 à 7 % des écarts-types de l'indice de référence. Les différences les plus élevées sont observées lorsque les valeurs manquantes correspondent aux stations les plus humides ou aux plus sèches.

Cette analyse montre que la méthode de calcul de l'indice pluviométrique régional utilisée par le NCDC peut entraîner des différences relativement importantes avec l'indice de référence. Ces différences sont plus élevées pendant la période estivale lorsque la variabilité spatiale des précipitations est plus importante.

4 – ALTERNATIVE ET AMPLITUDE DES DIFFÉRENCES

Le paragraphe précédent a montré les problèmes causés par la méthode de calcul utilisée par le NCDC. Une méthode permettant de réduire les problèmes d'inconsistances de l'indice pluviométrique régional mensuel est ici proposée. L'amplitude des différences entre l'indice du NCDC et l'indice proposé est

quantifiée sur la période 1914-1996 et comparée aux valeurs absolues et aux variations temporelles des précipitations.

4.1 Une nouvelle méthode de calcul de l'indice pluviométrique régional

Afin de supprimer ou de réduire les problèmes que présente l'indice proposé par le NCDC nous proposons i) d'utiliser un nombre fixe de stations sur toute la période d'étude, ii) de prendre en compte toutes les séries pluviométriques qui présentent moins de 10 % de lacune sur la période d'étude et iii) d'estimer les valeurs manquantes. Ceci permet de disposer d'un jeu de données complet pour le calcul de l'indice pluviométrique régional. La présence d'un gradient pluviométrique relativement important sur la division climatique centrale de l'Oklahoma nous a conduits à envisager l'utilisation de la moyenne arithmétique des anomalies standardisées de chaque station. Cependant, aux vues des faibles différences entre les indices et dans le souci de concentrer notre attention sur les différences liées à la méthode de sélection des stations, l'indice est égal à la moyenne arithmétique des cumuls des stations.

La méthode d'estimation des valeurs manquantes utilisée est basée sur l'hypothèse de pseudo-proportionnalité entre les variations temporelles des précipitations mensuelles à l'intérieur des divisions climatiques (KARL et KNIGHT, 1985). Les valeurs manquantes sont remplacées par la moyenne arithmétique des anomalies standardisées des stations où une mesure existe ; le cumul manquant est recalculé avec la moyenne et l'écart-type de la station pour le mois considéré. Cette méthode de reconstitution a été élaborée en fonction d'études antérieures (ROSSEL, 1997 ; ROSSEL *et al.*, 1999) qui utilisaient la méthode du vecteur régional mise au point par BRUNET-MORET (1979) adaptée par Le GOULVEN et ALEMÀN (1992). L'objectif principal de cet article étant d'analyser l'indice pluviométrique régional proposé par le NCDC, nous ne nous étendons pas sur la comparaison de la méthode de reconstitution de valeurs manquantes utilisée avec les méthodes de CONRAD et POLLACK (1944), de DIXON (1945) ou plus récentes comme le Krigeage.

4.2 Différences entre l'indice proposé et l'indice du NCDC

Afin de quantifier les différences entre l'indice du NCDC et l'indice proposé, les différences entre les valeurs mensuelles des deux indices sont calculées tous mois confondus d'une part (*figure 2*) et individuellement pour chacun des douze mois de l'année d'autre part (*tableau 1*). Sur la période 1930-1996, les différences sont généralement inférieures à 20 mm et la moyenne de leurs valeurs absolues est de l'ordre de 6 mm (*figure 2*). Ces différences sont aléatoirement distribuées entre les valeurs positives et négatives ; il n'y a pas de tendance. On remarquera que les différences sont plus importantes pendant la période initiale (1914-1930) au cours de laquelle les valeurs de l'indice du NCDC ont été calculées avec des régressions linéaires entre l'indice et certaines stations (GUTTMAN et QUAYLE, 1995). On remarquera également que les différences sont plus élevées de mai à septembre (*tableau 1*), période pendant laquelle les orages convectifs relativement localisés sont la principale source de précipitations (JOHNSON et DUCHON, 1995). C'est pendant cette période que la prise en compte ou l'exclusion de certaines stations a le plus d'influence sur le calcul de la moyenne.

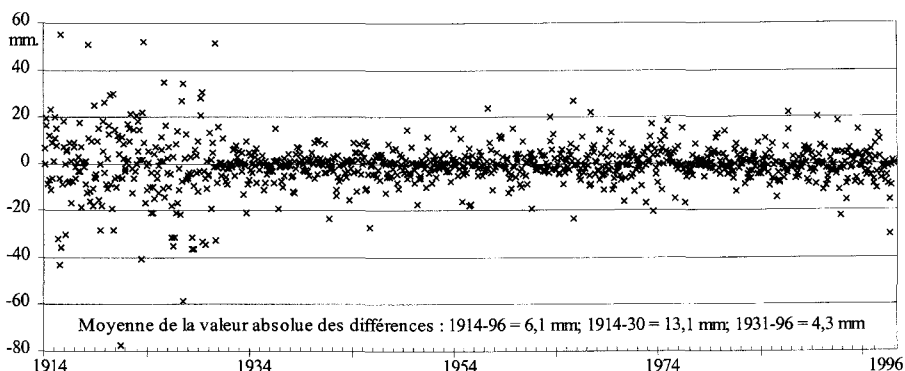


Figure 2 Différence entre notre indice et l'indice proposé par le NCDC.
Difference between our index and the NCDC index.

Tableau 1 Caractéristiques moyennes de notre indice pluviométrique de la division climatique centrale de l'Oklahoma et différences avec l'indice du NCDC.

Table 1 *Mean characteristics of our precipitation index for the central climate division of Oklahoma and differences with the NCDC index.*

Mois	jan.	fév.	mars	avr.	mai	juin	juil.	août	sep.	oct.	nov.	déc.
Moy	31	42	71	79	134	106	64	68	108	78	61	39
Var	24	31	45	37	64	48	37	36	57	59	40	34
CV	0,77	0,72	0,64	0,47	0,48	0,46	0,57	0,54	0,53	0,75	0,66	0,88
Min	-30	-12	-13	-22	-36	-77	-58	-35	-36	-24	-17	-11
Max	21	20	28	21	51	27	29	55	52	35	26	16
Diff	3,3	2,9	4,8	5,6	8,5	10,2	6,7	8,7	9,1	5,5	4,3	3,1
Rap1	11	7	7	7	6	10	10	13	8	7	7	8
Rap2	14	9	11	15	13	21	18	24	16	9	11	9

Moyenne (Moy), écart-type (Var) et coefficient de variation (CV) de notre indice pluviométrique régional, différence minimale (Min), maximale (Max) et absolue moyenne (Diff) entre notre indice pluviométrique et l'indice du NCDC, rapport de la différence moyenne à la moyenne en pourcentage (Rap1 = Diff / Moy \times 100) et rapport de la différence moyenne à la variation moyenne en pourcentage (Rap2 = Diff / Var \times 100).

Mean (Moy), standard deviation (Var) and coefficient of variation (CV) of our regional precipitation index, minimum value (Min), maximum value (Max) and average of the absolute values (Diff) of the difference between our index and the NCDC index, ratio of the mean difference to the mean value (Rap1 = Diff / Moy \times 100) and ratio of the mean difference to the mean variation (Rap2 = Diff / Var \times 100).

4.3 Rapport entre les différences et les variations temporelles

Les variations inter-annuelles des totaux mensuels sont élevées ; les écarts-types mensuels sont compris entre 24 et 64 mm, ce qui correspond à des coefficients de variation compris entre 0,46 et 0,88. Les différences moyennes mensuelles entre l'indice du NCDC et l'indice proposé sont comprises entre 6 et 13 % des valeurs absolues des précipitations et entre 9 et 24 % de leurs variations temporelles moyennes (*tableau 1*). Dans le cas de la région centrale de l'Oklahoma, les différences entre les deux indices pluviométriques régionaux sont donc significatives si on les compare aux valeurs absolues des précipitations ou à leurs variations temporelles.

5 – CONCLUSION

Un des objectifs de nos recherches sur le climat est de quantifier les variations inter-annuelles des précipitations et de déterminer l'influence de plusieurs phénomènes climatiques de grande échelle sur les précipitations des grandes plaines du sud des États-Unis. Pour cela un indice pluviométrique mensuel régional à l'échelle des divisions climatiques est nécessaire.

Cette analyse montre que la méthode de sélection des stations utilisées par le NCDC pour le calcul de l'indice régional est à l'origine d'inconsistances qui entraînent des différences importantes avec l'indice de référence. Ces différences sont principalement dues au fait que le NCDC n'utilise pas toutes les stations pluviométriques disponibles et que certaines stations ne sont pas utilisées sur toute la période. Pour réduire ces différences, le nombre de stations et les stations utilisées pour le calcul de l'indice doivent être identiques sur toute la période d'étude afin que l'indice représente la même information sur l'intégralité de la période. La présence de lacunes dans les séries observées peut également entraîner des erreurs relativement importantes, surtout dans des régions présentant un fort gradient de précipitations. Leur reconstitution permet de réduire leur influence sur les valeurs de l'indice régional.

La moyenne des valeurs absolues des différences entre l'indice du NCDC et l'indice proposé est supérieure pendant la période estivale à 10 % des précipitations moyennes et à 20 % des variations temporelles moyennes des précipitations mensuelles. Ces résultats montrent l'importance du choix de la méthode de calcul de l'indice pluviométrique régional pour l'étude de la variabilité temporelle des pluies et de l'influence de phénomènes climatiques globaux tel l'ENSO sur les précipitations des grandes plaines du sud des États-Unis.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

BRUNET-MORET Y. 1979. Homogénéisation des précipitations. *Cahier ORSTOM, série Hydrologie*, 16, 3-4, 147-170.

CONRAD W., POLLACK L. 1944. *Methods in climatology*, Harvard University Press, Cambridge, MA, USA.

- DIXON F. 1945. Climatological comparison by differences or ratios, *Bull Am. Soc.*, 26, 293-294.
- GUTTMAN N., QUAYLE R., 1995. A historical perspective of U.S. climate divisions. NCDC, Asheville, NC, USA, 25 p.
- JOHNSON H., DUCHON C. 1995. The Atlas of Oklahoma Climate. University of Oklahoma Press, Norman, OK, USA, 80 p.
- KARL T., KNIGHT R. 1985. Atlas of Monthly and Seasonal Precipitation Departures from Normal (1895-1985) for the Contiguous United States. NESDIS, NCDC, Asheville, NC, USA, *Historical Climatology Series 3-12*.
- LE GOULVEN P., ALEMÀN M. 1992. Régionalisation climatique (pluie et ETP) dans les Andes équatoriennes, méthodologie, résultats et application. In : « Régionalisation en hydrologie : application au développement », LE BARBÉ E. et SERVAT E. [éd.], 59-83.
- ROSSEL F. 1997. Influence du Niño sur les régimes pluviométriques de l'Équateur. *Th. Doct. Univ.*, Montpellier II, n° 122, 280 p.
- ROSSEL F., LE GOULVEN P., CADIER E. 1999. Répartition spatiale de l'influence de l'ENSO sur les précipitations annuelles de l'Équateur. *Rev. Sci. Eau*, 12(1), 183-200.