

## Note

---

« Les "pluies maximales probables" au Québec »

Raymond Perrier

*Cahiers de géographie du Québec*, vol. 12, n° 27, 1968, p. 421-428.

Pour citer cette note, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/020830ar>

DOI: 10.7202/020830ar

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](mailto:info@erudit.org)

## NOTES ET NOUVELLES

---

### Les « pluies maximales probables » au Québec

Chaque année, on construit au Québec des dizaines d'ouvrages hydrauliques sur de petits et de grands cours d'eau. Chacun de ces ouvrages d'adduction ou de contrôle doit être conçu en tenant compte des débits à être conduits ou contrôlés. Comme ces débits des cours d'eau sont souvent mal connus, en particulier ceux des petits cours d'eau, on les évalue en partant des données de précipitation s'échelonnant sur de longues périodes.

Les évacuateurs de crue sont essentiels à la sécurité d'un barrage; ils doivent être suffisamment grands pour que ce dernier ne soit pas débordé lors d'une forte crue. Cet énoncé est particulièrement vrai des barrages de terre construits en amont d'une région habitée. Au moment de la mise en plan, l'ingénieur se demande qu'elle est la crue la plus forte que la nature est en mesure de produire sur la rivière où un barrage est prévu. La réponse à cette question, c'est ordinairement le météorologiste qui doit la fournir. Cette idée de faire appel à la météorologie pour obtenir une évaluation de la limite supérieure des chutes de pluie n'est pas nouvelle; elle est née aux États-Unis vers le milieu des années trente (1 et 9).

Bien qu'il n'existe pas de limite certaine à la violence des phénomènes atmosphériques, le météorologiste doit évaluer la limite supérieure des pluies d'orage sur le bassin versant étudié; il doit déterminer la hauteur maximale des accumulations de neige et estimer le plafond des taux de fonte de neige. Ces estimations sont ensuite utilisées pour calculer le ruissellement subséquent à l'aide de la méthode de l'hydrogramme unitaire. Enfin, le ruissellement maximal calculé sert de critère dans le choix des dimensions des évacuateurs.

Deux méthodes servent à évaluer ces plafonds: la méthode physique et la méthode statistique.

#### *La méthode physique*

Elle requiert l'analyse systématique de toutes les perturbations atmosphériques ayant affecté le bassin versant qui alimente le cours d'eau à l'étude et les bassins adjacents s'ils sont jugés homogènes du point de vue météorologique. Pour chaque orage, on établit les courbes « hauteur - superficie - durée » des pluies observées. Puis on « maximalise » ces valeurs en utilisant un facteur qui tient compte du contenu en eau de l'air au moment de l'orage et du contenu maximal en eau de l'air observé au-dessus de la région, à la même époque de l'année, au cours des années antérieures.

Enfin, on trace l'enveloppe de toutes les courbes précédentes et on obtient les courbes « hauteur - superficie - durée » de l'orage maximal possible sur le bassin versant étudié, compte tenu du climat actuel.

#### *La méthode statistique*

Elle est basée sur l'analyse de longues séries de pluies ponctuelles. Hershfield (5) a déterminé à partir de l'analyse de plus de 2 600 stations climatologiques

de longue durée aux U.S.A. que la pluie maximale probable d'une durée donnée pouvait être estimée pour chaque station en utilisant l'équation

$$P.M.P. = P_M + K_M \sigma \dots \dots \dots (I)$$

où P.M.P. signifie la pluie maximale probable,  $P_M$  représente la pluie maximale moyenne en pouces d'eau,  $\sigma$ , l'écart type évalué à l'aide de la série des pluies maximales observées et  $K_M$  représente le nombre d'écarts types qu'il faut ajouter à la moyenne pour obtenir la pluie maximale probable. Dans cette équation,  $K_M$  prend la valeur 15 pour l'ensemble des États-Unis. C'est cette deuxième méthode, la méthode statistique, qui a servi à préparer une carte montrant la répartition des pluies maximales probables de 24 heures au Québec. Nous avons pu vérifier que, pour l'ensemble du Québec méridional, une valeur de  $K_M$  égale à 15 est amplement suffisante, compte tenu des observations officielles de la pluie (10). Pour tenir compte de certaines mesures non officialisées prises dans des récipients divers et notées au cours d'enquêtes faites sur le terrain (*bucket-surveys*) après des averses catastrophiques, il y aurait lieu de prendre plus de 20 écarts types ( $K_M = 20$ ) en première approximation. Mais ces observations ne sont pas très sûres; de plus, elles ont été notées à des endroits où il n'y a pas toujours une station de référence vraiment représentative permettant le calcul adéquat de la valeur de  $K_M$ .

Notre carte de la précipitation maximale probable au Québec a donc été construite en utilisant une valeur de  $K$  égale à 15 dans l'équation I. Une telle valeur de  $K$  correspond à un intervalle de récurrence de 108 années environ. Ce qui revient à dire que les pluies maximales probables indiquées sur la carte ont la faible chance de se produire une fois en cent millions d'années . . .

À titre d'exemple, prenons les observations de la station de la ville de Sherbrooke. L'analyse de la série de 50 ans de relevés pluviométriques (1916-1965) donne une valeur moyenne de la pluie maximale de 24 heures de 1,86 pouce de pluie. L'écart type évalué à l'aide de l'échantillon de 50 ans est de 0,72 pouce de pluie. Donc, la pluie maximale probable de 24 heures à Sherbrooke est de l'ordre de 13 pouces d'eau soit:

$$P.M.P. = 1,86 + 15 (0,72) = 12,66 \text{ pouces d'eau}$$

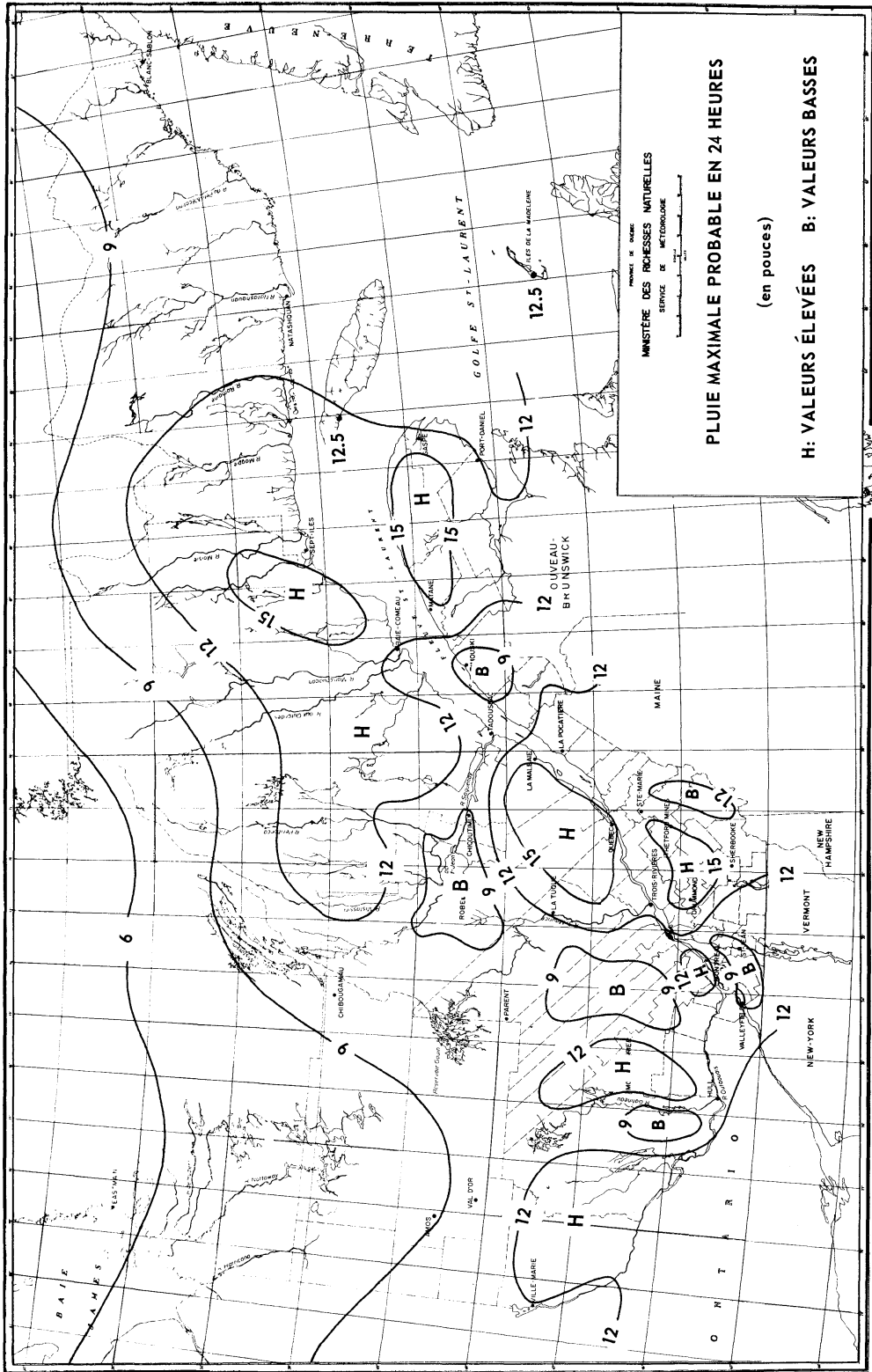
Les calculs résumés ici pour la station de la ville de Sherbrooke ont été effectués pour 191 stations météorologiques du Québec méridional. Les résultats de ces calculs ont été portés sur une carte géographique du Québec et ont été analysés. Les isolignes présentées sur cette carte (carte 1) sont discutées plus loin.

### Définitions

Le terme « pluie ponctuelle » signifie: la pluie qui tombe sur la petite surface où elle est ramassée et mesurée; dans le cas qui nous occupe, il s'agit de la surface collectrice du pluviomètre. Cette surface est de 10 pouces carrés dans le cas du pluviomètre normalisé du Service météorologique du Canada. La surface collectrice peut être considérée comme ponctuelle par rapport à la superficie qu'elle est censée représenter. En général, les hauteurs de pluie mesurées par un pluviomètre sont représentatives de la pluie qui tombe sur une superficie environnante de 10 à 25 milles carrés en région de plaine. En région montagneuse, la superficie représentée par un pluviomètre est inférieure à 10 milles carrés.

On appelle *pluie de 24 heures* ou *pluie journalière* la hauteur de pluie tombée au cours d'une période fixe de 24 heures, c'est-à-dire le total de la pluie tombée entre les observations du matin de journées consécutives. Les observations du matin ont lieu à 8 heures a.m., heure normale du lieu.

La « pluie décadaire de 24 heures » est la plus forte pluie journalière susceptible de se produire en moyenne une fois en dix ans. La « pluie centenaire de 24 heures »



Carte 1

est la plus forte pluie journalière susceptible de se produire en moyenne une fois en cent ans.

La « pluie maximale probable de 24 heures » est la plus forte pluie journalière susceptible de tomber en un point donné. On peut également parler de pluie décennale, de pluie centenaire et de pluie maximale probable de 2 heures, de 6 heures, de 12 heures, de 48 heures ou de toute autre durée.

Enfin, quand nous parlons de « pluie d'été » ou plus simplement de « pluie », il s'agit toujours de la précipitation liquide mesurée aux stations météorologiques au cours de la période de six mois allant du premier mai au premier novembre. L'été dont il est question dans l'expression « pluie d'été » n'a donc rien de commun avec la saison d'été entendue dans son sens astronomique: période allant du solstice de juin à l'équinoxe de septembre.

#### *Les données utilisées*

Tous les relevés pluviométriques disponibles dans les archives du Service de météorologie de Québec ainsi que dans le *Monthly Record of Meteorological Observations in Canada* ont été utilisés. La période de 47 ans allant de 1916 à 1962 a servi de période de base. Après avoir mis de côté plusieurs stations météorologiques où les relevés étaient incomplets, il est resté, pour l'analyse, 191 stations réparties comme suit: 63 stations régulières de 40 ans et plus, 16 stations régulières ayant entre 30 et 40 ans de relevés, 19 stations régulières ayant entre 20 et 30 ans de relevés et 93 stations saisonnières de 20 ans et plus.

À chacune de ces 191 stations météorologiques, la valeur maximale de la « pluie de 24 heures » au cours de chaque « saison d'été » a été retenue et la série des valeurs maximales a servi à l'analyse.

#### *Analyse*

Pour chacune de ces 191 séries de valeurs extrêmes de la pluie, nous avons calculé la pluie maximale moyenne (PM) et l'écart type ( $\sigma_M$ ). La valeur de l'écart type a été corrigée en suivant la méthode suggérée par Hershfield, dans le cas où la série des maxima observés contenait une valeur exceptionnellement forte. Ces valeurs ainsi qu'une valeur de KM égale à 15, utilisées dans l'équation I, ont fourni les pluies maximales probables des 191 stations analysées.

Afin de vérifier qu'une valeur de KM égale à 15 fournirait un estimé ni trop faible ni exagérément fort des pluies maximales probables au Québec, nous avons procédé de la façon suivante.

Pour chacune des stations de 40 ans et plus, nous avons enlevé de la série des pluies maximales de 24 heures, la plus forte pluie observée. Puis nous avons calculé pour chacune des séries ainsi amputées de leur plus forte valeur une nouvelle moyenne ( $P_i$ ) et un nouvel écart type ( $\sigma_i$ ). En substituant, dans l'équation I, la pluie maximale observée à la pluie maximale probable,  $P_i$  à PM et  $\sigma_i$  à  $\sigma_M$ , nous avons calculé pour chaque station une valeur indépendante de KM dénotée  $KM_i$  en utilisant l'équation II suivante:

$$\text{Pluie maximale observée (P.M.O.)} = P_i + KM_i \sigma_i \dots \text{(II)}$$

Ces valeurs de  $KM_i$  correspondent dans chaque cas au nombre d'écart types qui doivent être ajoutés à la moyenne pour obtenir la pluie maximale observée. Elles permettent de comparer les extrêmes observés à chaque station sur une base probabiliste. On pourra donc dire, à l'aide des  $KM_i$ , si la pluie maximale observée à une station est un événement plus rare que la pluie maximale observée à une autre station.

Dans cette façon de calculer les  $KM_i$ , tout se passe comme si on observait la pluie maximale observée (P.M.O) après le calcul de  $P_i$  et de  $\sigma_i$ .

*Valeurs des  $K_{Mi}$  indépendantes et aléatoires*

Si on pointe sur une carte du Québec méridional les valeurs de  $K_M$ , on voit immédiatement qu'elles n'ont aucune espèce de relation avec la géographie, des valeurs élevées voisinant avec des valeurs basses sans qu'il soit possible de faire apparaître un quelconque groupement.

Il n'y a pas de relation non plus entre les valeurs élevées de pluie enregistrées simultanément à plusieurs stations au cours d'orages exceptionnels et les valeurs de  $K_M$ . Ainsi, l'orage du 29 septembre 1924 a produit la pluie maximale de 24 heures observée à sept stations météorologiques de la région comprise entre Trois-Rivières et Québec, sur la rive nord du Saint-Laurent. Pourtant, les  $K_{Mi}$  associés à ces valeurs maximales varient de 3,24 à 6,90.

Il semble donc bien certain que les  $K_{Mi}$  se présentent de façon aléatoire à l'intérieur du réseau de pluviomètres du Québec méridional. L'échantillon des 191  $K_{Mi}$  disponibles peut donc être considéré comme un échantillon aléatoire provenant d'une population commune de données pluviométriques, peu importe le rapprochement entre les stations et peu importe l'orage responsable des pluies maximales observées (P.M.O.).

La distribution des  $K_{Mi}$ , pour les 63 stations de 40 ans d'observation et plus, est présentée en tableau I:

**Tableau 1** *Distribution des  $K_{Mi}$*   
(série de 40 ans et plus)

<i>Intervalle de classe des <math>K_{Mi}</math></i>	<i>Nombre de cas</i>
1,00 à 1,99	0
2,00 à 2,99	14
3,00 à 3,99	22
4,00 à 4,99	18
5,00 à 5,99	4
6,00 à 6,99	3
7,00 à 7,99	1
8,00 à 8,99	0
9,00 à 9,99	1

Dans ce groupe de 63 stations de 40 ans et plus, le  $K_{Mi}$  maximal observé est de 9,40. Il a été obtenu des données de la station de Mont-Laurier où une pluie de 24 heures atteignant 6,07 pouces d'eau a été observée en juillet 1939. On obtient des  $K_{Mi}$  quelque peu inférieurs à 10, en analysant les séries de valeurs extrêmes de stations de courte durée (20 ans); par ailleurs, le nombre des  $K_{Mi}$  dépassant des valeurs de cinq, six et sept est proportionnellement plus élevé dans les séries de courte durée que dans le groupe des séries de longue durée.

Il apparaît donc qu'une valeur de  $K_M$  égale à dix (10,00) enveloppe toutes les valeurs de  $K_{Mi}$  telles que calculées aux 191 stations officielles ayant une série convenable de pluies maximales de 24 heures. Cependant, cet échantillon de 191 séries de valeurs maximales est

bien peu considérable. Le fait qu'un  $K_M$  de dix enveloppe toutes les pluies maximales officiellement observées jusqu'à maintenant, n'est pas une garantie qu'il contienne également la pluie maximale probable, l'enveloppe des pluies records connues étant susceptible de nouvelles majorations avec l'amélioration du réseau de mesure. En effet, si Hershfield a pu raisonnablement montrer que les 2 654 valeurs de  $K_{Mi}$  qu'il a calculées, étaient non seulement aléatoires, indépendantes, influencées ni par la géographie ni par l'orage qui le produit ni par la densité du réseau de mesure, mais qu'en plus elles formaient un échantillon adéquat permettant d'établir un  $K$  maximal, nous ne pouvons être aussi sûr des résultats tirés de notre faible échantillon de 191 stations. C'est pourquoi nous avons attaché beaucoup d'importance, dans la recherche du  $K$  maximal, aux variations saisonnières et aux mesures non officielles de la pluie.

*Variation saisonnière des pluies*

Une critique fort judicieuse de la méthode de Hershfield a été faite par Guillet (5); un point en particulier dans cette critique, ayant trait à la variation

saisonnaire des fortes pluies, mérite d'être retenu. La définition de pluie maximale probable (P.M.P.) de Hershfield étant basée sur l'utilisation de la pluie journalière maximale de l'année, elle ne fait aucune distinction de saison. Or, il est bien certain que si le risque de fortes pluies varie avec la latitude, il varie également avec la saison. Il nous a donc semblé utile de calculer les valeurs de  $K_{Mi}$  sur une base saisonnière (pluies de printemps, orages d'été, pluies d'automne). Ceci a amené une majoration des  $K_{Mi}$ , en particulier dans le cas de valeurs déjà élevées comme il apparaît en tableau II.

Tableau 2

Station	$K_{Mi}$ annuel	$K_{Mi}$ saisonnier
Beauceville	7,52	9,45
La Galette	6,16	10,10
La Malbaie	6,33	9,05
Mont-Laurier	9,40	9,60
Nicolet	6,53	7,60
Notre-Dame-du-Laus	7,72	7,80
Saint-Tite	6,90	9,05

### Mesures non officielles et transpositions

Les mesures non officielles de la pluie, relevées au cours d'enquêtes menées sur le terrain à la suite de crues catastrophiques liées à des tempêtes exceptionnelles, sont dans bien des cas nettement plus élevées que les mesures effectuées à l'aide du pluviomètre officiel aux stations régulières du Service de météorologie. La

qualité de ces observations est très inégale; pourtant nous avons attaché de l'importance à ces valeurs, du moins à toutes celles qui paraissaient plausibles et qu'il était possible de rattacher à une série d'observations officielles. Dans la région de Thetford Mines, la tempête du 3 août 1957 a permis de mesurer sur le terrain une pluie de 9,10 pouces à Saint-Pierre-Baptiste (3). Cette pluie nécessite l'addition de 11 écarts types à la moyenne à long terme des maxima annuels de la pluie journalière de Thetford Mines. Une autre pluie non officielle de 15 pouces d'eau a été mesurée à quelques milles au nord-est de Thetford Mines lors de la même tempête. Il faudrait ajouter plus de 20 écarts types à la moyenne des maxima de Thetford Mines pour en tenir compte.

Nous avons également transposé dans la région de Montréal - Ottawa une valeur exceptionnellement élevée de pluie mesurée dans le sud de l'Ontario, le 15 octobre 1954, lors du passage de l'Ouragan Hazel, soit 7,15 pouces d'eau à Snelgrove. La transposition de cette pluie a donné des  $K_{Mi}$  variant de 6,98 à 12,70, ce maximum provenant de Sainte-Agathe-des-Monts.

Ces quelques cas nous ont convaincus qu'il est raisonnable d'utiliser, pour l'estimation de la pluie maximale probable (P.M.P.), la valeur de  $K_{M}$  égale à 15 proposée par Hershfield. Enfin, pour être rigoureux, nous aurions dû multiplier les données climatologiques par un facteur de 1,13 (8) afin de ramener les données de la journée climatologique fixe de 24 heures à la journée mobile de 1 440 minutes. Nous avons considéré que le fait d'utiliser un facteur  $K_{M}$  égal à 15 au lieu de 12,70, qui est la valeur enveloppe des records connus, tiendrait compte de cette majoration de 13%.

### La pluie maximale probable en 24 heures

Les valeurs de la pluie maximale probable en 24 heures, calculées en utilisant l'équation I et en suivant la procédure décrite, ont été pointées sur une carte du Québec méridional; c'est la carte I que nous allons décrire brièvement.

On note d'abord une variation graduelle de la pluie maximale avec la latitude. Des valeurs de plus en plus faibles de la P.M.P. correspondent aux latitudes plus élevées, sans doute à cause de la diminution de l'eau « précipitable » dans l'at-

mosphère aux latitudes élevées, l'eau précipitable dans l'atmosphère étant elle-même liée à la température et à l'éloignement des régions sources d'humidité.

Sans vouloir tenter d'expliquer toutes les particularités de la carte I, nous notons des valeurs maximales dépassant 15 pouces d'eau en 24 heures dans quatre régions. Ce sont quatre zones montagneuses: la région des Cantons-de-l'Est centrée sur les monts Notre-Dame, la région de Québec correspondant au versant sud et sud-est du massif laurentien, un secteur particulier du nord de la Gaspésie correspondant au flanc sud du massif des Shickshocks et un secteur du plateau laurentien à l'ouest de Sept-Îles sur la Côte-Nord. Ces régions, en particulier celle de Québec, ont le plus fort potentiel en ce qui concerne l'occurrence de fortes pluies de 24 heures.

Des valeurs minimales de l'ordre de neuf pouces d'eau en 24 heures apparaissent dans les vallées et les régions de plaine. Notons la région au sud de Montréal, la vallée de la Gatineau, le versant sud-est des Laurentides au nord de Montréal, la région du lac Saint-Jean et un secteur du Bas du fleuve immédiatement autour de Rimouski. Plus au nord, dans le versant de la Baie James, les pluies maximales probables sont inférieures à six pouces d'eau.

Cette carte présente beaucoup de similitudes avec la carte des précipitations totales annuelles (4). Il est bien certain que les mêmes facteurs qui influencent les chutes de pluie sur une base annuelle (latitude, proximité des nappes d'eau, orographie) affectent également la pluie maximale probable en 24 heures.

Les valeurs présentées sur cette carte sont comparables à celles présentées par Hershfield qui sont de l'ordre de 15 pouces dans les États de la Nouvelle-Angleterre au sud de la frontière québécoise. Elles sont inférieures aux pluies maximales possibles en 24 heures évaluées par la méthode physique. En effet, Gagnon et Bruce (2) ont trouvé dans les Cantons-de-l'Est, pour des superficies de 100 milles carrés, une valeur de pluie « maximalisée » de 11,00 pouces en 24 heures.

### *Conclusion*

En conclusion, nous voulons insister sur le fait que ces valeurs de la pluie maximale probable de 24 heures ne sont que des estimations dont il n'est pas possible d'évaluer avec rigueur la précision. Qu'elles soient obtenues par la méthode physique ou par la méthode statistique, les pluies maximales calculées sont susceptibles d'être révisées à mesure que s'améliorent les réseaux de mesure des pluies et peut-être aussi à mesure que « la nature se chargera de nous montrer ce dont elle est capable ». Il faut se rappeler que les plus longues séries de données utilisées par l'auteur sont d'à peine 60 ans, et que l'utilisation de la méthode physique ne permet pas non plus de reculer plus d'une cinquantaine d'années en arrière.

Une pluie maximale probable est un événement extrêmement rare dont la probabilité de dépassement est extrêmement faible; malheureusement il n'est pas possible de graduer en probabilité de risque ces « plafonds » que constituent les pluies maximales probables.

Nous croyons que ces estimations ont la qualité d'être basées sur un volume considérable de données météorologiques officielles et non officielles et qu'elles se comparent aux pluies maximales probables calculées dans les régions voisines. L'ingénieur chargé de construire des ouvrages nécessitant le maximum de sécurité, pourra les utiliser avec avantage.

Raymond PERRIER  
*Chef de la division des études,  
Service de météorologie,  
ministère des Richesses naturelles, Québec.*



## BIBLIOGRAPHIE

1. BRUCE, J. P., et CLARK, R. H., *Introduction to Hydrometeorology*, Pergamon Press Limited, 1966, pp. 225-235.
  2. BRUCE, J. P., et GAGNON, R.-M., *Pluies maximales possibles dans les régions de la Beauce et de l'Estrie*, Feuillet météorologique, Vol. V, n° 4, avril 1966, pp. 73-79.
  3. CARTIER, L., et LECLERC, A., *Bassin de la rivière Bécancour, inondation du 3 août 1957*, Rapport 33-2, ministère des Richesses naturelles, oct. 1962.
  4. FERLAND, M.-G., et GAGNON, R.-M., *Climat du Québec méridional*, Publication MP-13, ministère des Richesses naturelles, Québec, 1967.
  5. GUILLOT, P., *Remarques sur la notion de « Pluie maximale probable » pour l'estimation des crues*, Électricité de France, Division technique générale, Grenoble, 1968 (communication personnelle).
  6. HERSHFIELD, David M., *Rainfall Frequency Atlas of the United States*, U. S. Weather Bureau, Hydrometeorological Report No. 40, Washington, D. C., 1961.
  7. JENKINSON, A. E., *The Frequency Distribution of the Annual Maximum (or Minimum) Values of Meteorological Elements*, dans *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, Vol. 81, pp. 158-171.
  8. PERRIER, Raymond, *Hauteur - Fréquence - Durée des précipitations dans la région de Québec*, Bulletin M-14, ministère des Richesses naturelles, Québec, 1965.
  9. SCHWARZ, Francis K., *Probable Maximum and TVA Precipitation over the Tennessee River Basin above Chattanooga*, U. S. Weather Bureau, Hydrometeorological Report No. 41, Washington, D. C., 1965.
  10. VILLENEUVE, G.-Oscar, *Sommaire climatique du Québec*, Publication M-24, ministère des Richesses naturelles, Québec, 1967.
-