

Article

« Puissance des crues au Canada »

Maurice Pardé

Cahiers de géographie du Québec, vol. 3, n° 6, 1959, p. 179-191.

Pour citer cet article, utiliser l'information suivante :

URI: <http://id.erudit.org/iderudit/020177ar>

DOI: 10.7202/020177ar

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

PUISSANCE DES CRUES AU CANADA

par

Maurice PARDÉ

professeur aux Facultés des sciences et des lettres, université de Grenoble

Sur les crues des rivières canadiennes, les géographes du Québec ont déjà une information assez étendue ou, en tous cas, il sera assez facile de se renseigner lorsque des études hydrologiques prendront dans ce pays l'ampleur que justifieraient à la fois l'intérêt de ces recherches et la grande abondance des documents disponibles sur les rivières et leurs débits.¹

Il n'y a pas de rapport direct entre le module absolu et le débit de pointe. Le Saint-Laurent, par exemple, a une abondance fluviale relativement élevée alors que les valeurs du débit maximum restent modestes. Il en est souvent ainsi ailleurs au Canada où les gonflements sont moins caractérisés par leur volume que par les contrastes subits qui les affectent.

Pour étudier cette modération des débits de crue et, surtout, pour tenter une étude comparative de ceux-ci d'un bassin à l'autre malgré la différence dans les valeurs des surfaces réceptrices, nous nous servons du quotient A.

« A » est un coefficient qui a pour but de rendre les comparaisons d'un bassin à l'autre plus significatives en diminuant l'influence de la dimension variable des surfaces réceptrices. La formule est $Q = \sqrt{S}$ « Q » correspond au débit maximum de pointe en m³s. « S » est la surface en km². Malgré ses insuffisances, cette formule est préférable à celle des débits spécifiques. Les valeurs exceptionnelles d'« A » peuvent atteindre 300 ; un coefficient supérieur à 50 est « élevé » ; une valeur de 20 à 25 est « modérée ».

a) Crues élémentaires dans la région orientale du Saint-Laurent

Considérons d'abord dans le tiers oriental du bassin du Saint-Laurent les crues élémentaires, c'est-à-dire celles qui affectent les divers éléments du réseau (voir tableau I).

Au Sud de Québec, le record enregistré de la Chaudière, le 4 mai 1926, à savoir 1,825 m³ pour 6,000 km² (64,497 pi. cu. pour 2,316 m.c.), représente 302 lit./sec. par km² (27.5 pi. sec. par m. c.) et 23.5 pour A ; puis, pour la rivière Montmorency qui se jette dans le Saint-Laurent un peu à l'aval de Québec sur la rive gauche, A vaut 23.4. On trouve assez sensiblement plus dans le même secteur, de chaque côté de la Montmorency, donc sur les rivières qui viennent sur les hauteurs appelées les Laurentides : 29.6 pour la rivière Saint-Anne de Beaupré (932 km², [360 m.c.]), 30.4 pour la rivière Sainte-Anne de la Pérade, et 25.8 pour la rivière Jacques-Cartier. Les crues de ces quatre derniers cours d'eau ont eu

¹ Nos renseignements sur les débits canadiens sont empruntés aux annuaires hydro-métriques du Dominion. Ceux-ci s'intitulent *Water Resource Papers*, et sont publiés par la division des travaux techniques et des ressources hydrauliques du ministère du Nord canadien et des ressources nationales. Ces publications, dont chacune en général donne les chiffres de 2 années, paraissent au nombre de 4 pour autant de régions canadiennes.

lieu en septembre ou octobre 1924 par l'effet de grosses averses, tandis que le record de la Chaudière devait avoir pour cause au moins partielle la fonte des neiges. Mais nous savons, grâce aux études de Monsieur le professeur Hamelin, que la Chaudière monte encore assez fortement sous l'effet d'averses de pleine saison chaude.² Nous trouvons encore 24.8 pour la Saint-François, tributaire méridional du Saint-Laurent, entre Québec et Montréal, à l'issue de 9,950 km² (3,840 m.c.) ; événement survenu le 15 mars 1936, peu avant une crue célèbre dans le Nord-Est des États-Unis, et qui eut une origine à la fois pluviale et nivale.

D'après nos chiffrages précédents, ce sont des crues modérées, comme par exemple celles du Neckar, de la Moselle, etc. Mais cependant, une autre comparaison va nous faire apparaître ces phénomènes comme moins anodins. Si les crues des affluents de la Seine révélaient des débits spécifiques et des coefficients A aussi forts, il en résulterait de vraies catastrophes. Par exemple, le record de l'Yonne à Sens représenterait environ 2,500 à 3,000 m³ (88,300 à 105,960 pi. cu.) et 250 à 300 lit./sec. par km² (22.8 à 27.4 pi. cu. sec. par m.c.), alors que la crue cependant célèbre de janvier 1910 n'a point dépassé là 1,200 m³ (42,384 pi. cu.). C'est que dans cette région laurentienne, pas trop éloignée de l'océan ni des zones tièdes d'où peuvent venir de gros afflux humides, les averses doivent être encore vigoureuses. Plus au sud-est dans la même région et pour plus d'exactitude, dans la partie de la Nouvelle-Angleterre (États-Unis) qui envoie ses eaux au lac Champlain, c'est-à-dire encore au Saint-Laurent par la rivière Richelieu, les averses peuvent avoir une puissance quasi diluvienne. Car dans ce secteur pénètrent, en certaines circonstances, les cyclones tropicaux qui ont envahi la Nouvelle-Angleterre, en s'aventurant à des altitudes anormales pour eux. Le plus remarquable de ces événements fut celui de novembre 1927, marqué par une crue célèbre du Connecticut, et surtout de son affluent, la White River. Le 4 novembre 1927, à la suite d'une montée très rapide, elle a roulé à Essex-Jonction, pour 2,707 km², 3,200 m³ (1,045 m.c. et 113,024 pi.c.), ce qui fait 61.5 pour A, soit une crue presque égale au cataclysme de l'Agout, affluent du Tarn en mars 1936. Il y eut dans cette vallée 55 morts. On peut admettre qu'alors la pluie a pu atteindre en certains endroits ou dépasser 250 à 300 mm. (10 à 12 po.) en moins d'un jour. D'ailleurs, il s'agissait d'une région située aux États-Unis. Cependant, il n'est point impossible que des précipitations aussi fortes puissent atteindre, au Canada même, les secteurs voisins. Mais ce ne sont de toute manière que des exceptions dans l'immense étendue du Dominion. Lors de la même crue, la Missisquoi, un peu plus au nord, fut relativement terrible. Cependant, son coefficient A ne dépassa point 36.2 (1,275 m³ pour 1,240 km², [45,033 pi. cu.]). Quant au cyclone tropical,³ dévastateur plus au sud, des 21-22 septembre 1938, il produisit la crue la plus forte connue de l'Otterkreek, affluent très méridional du lac Champlain. Mais A ne dépassa point ici 13.72.

² HAMELIN, Louis-Edmond, *Observations concernant les crues de la Chaudière*, dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 4 (septembre 1958), pp. 217-232, 2 figures, 2 tableaux, 3 photos.

³ Et le 16 octobre 1954 des pluies torrentielles consécutives à la pénétration du cyclone Hazel à travers le continent gonflèrent de façon démesurée des ruisseaux dans la banlieue de Toronto. Il y eut de nombreuses victimes. Mais nous ignorons ce que furent les débits et les coefficients A.

Si l'on considère, en d'autres dates, d'autres affluents du Saint-Laurent inférieur, on trouve pour eux des valeurs plus faibles que pour la Montmorency, les rivières Sainte-Anne, etc. Et surtout pour celles de ces rivières qui ont traversé des lacs, on sait qu'alors les maxima des crues sont très réduits. Mais même sans ce facteur d'affaiblissement, A vaut seulement 9.2 pour la rivière Bécancourt, au sud-ouest de Québec, 13.2 pour la rivière Etchemin. Pour la Richelieu elle-même, grâce au lac Champlain, le record de mars 1936, à savoir 1,300 m³ pour 22,000 km² (45,916 pi. cu. pour 8,492 m.c.) ne représente que 8.75 pour A. Rappelons qu'en la même circonstance, le Potomac vers Washington a débité 13,600 m³ pour environ 25,000 km² (480,352 pi. cu. pour 9,650 m.c.). Quant à l'Ottawa supérieure à Témiskaming, par l'effet de nombreux lacs, son record d'octobre 1928 (donc dû à des pluies) implique seulement 12.6 pour A à l'issue de 55,560 km² (21,446 m.c.). Sur le Saint-Maurice, autre affluent septentrional du Saint-Laurent qui débouche à mi-chemin entre Montréal et Québec, le record à Grand-Mère, à savoir 5,200 m³ le 25 mai 1947 pour 42,000 km² (184,664 pi. cu. pour 16,212 m.c.) donne 123 lit/sec. par km² (11.2 pi. cu. sec. par m.c.), et 25.4 pour A, chiffre relativement élevé.

Une crue beaucoup plus forte a été celle du Saguenay à l'île Maligne, c'est-à-dire en aval du grand lac Saint-Jean. Le débit de 9,250 m³ pour 77,700 km² (326,720 pi. cu. pour 29,992 m.c.) donnerait 33.2 au coefficient à l'issue d'une grande surface lacustre. Ce phénomène est en son genre remarquable et ne peut s'expliquer, nous semble-t-il, que par une accumulation tout à fait extraordinaire, dans le lac, d'eau provenant des neiges fondues et sans doute aussi de pluies anormales.

b) Versant du Pacifique

Nous nous attendions à trouver des crues sensiblement plus fortes sur le versant du Pacifique, où nous savons que les rivières ont des débits moyens annuels de 5 à 10 fois supérieurs à ceux des rivières laurentiennes en général. Effectivement, on rencontre dans ces parages des crues vigoureuses mais point du tout effroyables. Et le fait nous montre une fois de plus qu'on ne doit point rattacher dans son esprit la puissance possible des averses et des crues à l'abondance moyenne des pluies annuelles et des modules fluviaux. Donc, pour la Nanaïmo à l'issue de 646 km² (248 m.c.), la valeur record de A, 29 octobre 1921, est 45.5. Pour le Seymour Creek à North-Vancouver (166 km², [64 m.c.]), A ne dépasse point 47.1 ni 50.5 à l'issue d'une même surface sur le Capilano-Creek. Pour les 271 km² (105 m.c.) de la Nascall, le coefficient égale 54.

Pour certaines de ces rivières, les observations ne couvrent qu'un petit nombre d'années et les observations étendues à 30 ou 40 ans indiqueraient des chiffres plus forts. Cependant, sur certains petits cours d'eau des même parages, A au cours de périodes assez longues, n'a point atteint 30 ni même 20. Ces chiffres semblent montrer que les bassins considérés, quoique très proches de l'océan Pacifique et très exposés aux vents pluvieux, ne reçoivent guère des averses supérieures, pour leurs valeurs-types, à 100 ou 120, peut-être 150 mm. (4, 4.6, 5.8 po.) en un jour (averses possibles surtout en octobre-novembre à ce qu'il

paraît). Nous remarquerons à ce sujet que lorsqu'on descend le long de la côte du Pacifique jusqu'à la Californie, on trouve des précipitations annuelles peu à peu décroissantes au sud des monts Olympiens, mais des averses de plus en plus redoutables, par exemple 200 à 300 mm. (8 à 12 po.) en un jour au sud de l'Orégon et au nord de la Californie, et jusqu'à 400 à 500 mm. (16 à 20 po.) dans la Californie méridionale. De ce côté, comme dans la zone Atlantique, le Canada subit des averses beaucoup moins dangereuses que celles qui frappent les États-Unis.

Considérons maintenant, toujours du côté du Pacifique, des bassins beaucoup plus vastes que ceux des petites rivières précédentes. Un chiffre relativement remarquable est le record de la Skeena, fleuve côtier, qui débouche dans l'océan, vers Prince-Rupert. Le record de $9,350 \text{ m}^3$ pour $38,500 \text{ km}^2$ (330,242 pi. sec. pour 14,861 m.c.) vaut 47.5 pour A, chiffre qui rappelle les crues records de la Dordogne ou de la Durance pour des bassins moindres. La date du 26 mai 1948 dénote presque certainement une prépondérance de la fusion nivale comme cause du phénomène. Et aussi bien savons-nous qu'à cette date, il y eut un gonflement fluvial relativement grandiose et très dommageable dans toute cette zone occidentale de l'Amérique du Nord, à savoir comme nous allons le voir aussitôt, le record du Fraser et le deuxième maximum connu de la Columbia. Mais sans doute un appoint pluvial assez sensible a-t-il renforcé le maximum de la Skeena.

Sur le Fraser et la Columbia plus au sud, on trouve des chiffres relativement de plus en plus élevés pour les records, en fonction de bassins croissant en étendue. Par exemple, pour $32,400 \text{ km}^2$ (12,506 m.c.) du Fraser en juin 1950, A vaut 20.6 (juin 1950); et pour $203,000 \text{ km}^2$ (78,358 m.c.) à Hope, le flot du 31 mai 1948 a donné 33.6 pour A. Le fait de records égalant 17.85 pour $92,800 \text{ km}^2$ (35,820 m.c.) et 14.4 pour un bassin plus grand ($139,000 \text{ km}^2$, [53,554 m.c.]) n'infirme que dans le détail le principe, posé plus haut, de A croissant quand le bassin augmente; car, pour deux stations situées à l'amont de Hope, les observations ne couvrent que 2 ou 3 années, et si elles s'appliquaient à 30 ou 40 ans, A représenterait peut-être au même lieu 20, puis 25, contre 33.6 à Hope ainsi que nous l'avons vu. Pour la Colombie, observée en de nombreux points depuis plus longtemps, nous n'avons pas les chiffres records de mai-juin 1894 sur le bassin supérieur. Mais nous ne sommes pas sûrs qu'ils aient dépassé à Surprise ($14,050 \text{ km}^2$, [5,423 m.c.]) 16.2 pour A (valeur trouvée en juin 1948). Beaucoup plus loin, à Grand-Coulée, aux États-Unis, on note 46.6 pour A et à la station principale des Dalles ($614,000 \text{ km}^2$, [237,004 m.c.]), le flot de $35,000 \text{ m}^3$ et 57 lit./sec. par km^2 (5.2 pi. sec. par m.c.) (mai-juin 1894) donnait 44.6 pour A.

Comme sur le Fraser, nous trouvons en gros de l'amont vers l'aval, pour les maxima, une évolution assez comparable à celle que l'on observe sur les grands fleuves russes: A augmente beaucoup, comme de 1 à 2 ou même 3 depuis les 10,000 ou 20,000 premiers km^2 (3,860 ou 7,720 m.c.), jusqu'à 300,000, 500,000 km^2 (115,800 et 119,300 m.c.) et plus. Or, pour beaucoup de bassins fluviaux, dans les régions soumises à d'autres climats, A diminue plutôt, malgré d'assez nombreuses exceptions, quand la surface réceptrice augmente. Il faut attribuer l'augmentation de A pour la Volga, l'Iénisséi, la Dvina ou le Fraser et la Colum-

bia au rôle prépondérant de la fonte des neiges dans la genèse des crues. Ce phénomène est incapable de libérer en un ou deux ou trois jours des lames d'eau à beaucoup près aussi fortes que celles qui peuvent provenir des averses. Mais il peut se produire presque en même temps sur d'énormes étendues, par exemple 500,000 ou 1,000,000 km² (119,300 ou 386,000 m.c.), et alors il équivaut à la chute des pluies de l'ordre de 120, 150 mm. (4.6 et 5.8 po.) ou plus sur les énormes superficies susdites en 10 ou 15 jours ; et la neige fondante ruisselle le plus souvent sur des sols saturés ou gelés, ce qui rend la fourniture d'eau atmosphérique très efficace. Or, nous avons vu que les plus grandes crues, à l'issue de bassins très vastes, proviennent, non de pluies extrêmement violentes et concentrées dans le temps et l'espace, mais de précipitations nulle part formidables et en contrepartie durables et très étendues. En conséquence de ces phénomènes, tous les éléments hydrographiques d'un très vaste bassin peuvent subir des gonflements, et il en résulte des concordances, elles aussi très efficaces à tous les confluent sur l'artère principale. Voilà comment les débits maxima, vraiment peu remarquables sur les divers petits cours d'eau, à l'issue de 10,000 ou 20,000 km² (3,860 ou 7,720 m.c.) s'aggravent beaucoup en puissance relative de l'amont vers l'aval. Certainement, la chose a eu lieu pour la Columbia et le Fraser. Cependant, il est à peu près certain qu'elle donne des résultats plus grandioses dans le régime nival de plaine que dans le régime nival de montagne, comme celui des fleuves nord-américains en question. En effet, lorsque le relief est très différent, il est difficile que la neige fonde partout à la fois à toutes les altitudes ; la liquéfaction est en retard dans les parties les plus hautes. Lorsque le relief est uniforme, une brusque invasion de chaleur peut généraliser la fonte sur toute l'étendue d'un très vaste bassin comme celui de la Volga ; d'où la supériorité probablement constitutionnelle des crues des fleuves russes, sur celle des grandes rivières canadiennes et états-uniennes occidentales à l'issue de quelques centaines de milliers de km².

c) Les crues dans le Canada central

Pour cette raison, certains pourraient s'attendre à voir des crues imposantes à l'issue des grands bassins dans la région basse, généralement peu accidentée, que constitue le bouclier canadien à l'ouest du lac Huron, et encore plus, à l'ouest du lac Supérieur. Mais le lecteur aura pu deviner que dans cette région les facteurs d'alimentation lors des crues sont beaucoup plus favorables à des maxima fluviaux puissants qu'en Russie. En effet, dans toute une partie nord-occidentale, entre le lac Winnipeg et l'océan Arctique, les précipitations annuelles sont plus faibles qu'en Russie, et cette infériorité affecte les accumulations de neige durant la saison froide autant que les chutes d'eau liquides. Dans ce pays, le nombre immense des lacs produit partout des rétentions qui affaiblissent énormément les maxima déjà modérés à leur entrée dans les dites surfaces lacustres.

Et, pour mieux mettre cette relation de cause à effet en évidence, nous allons faire d'abord une digression ou plutôt un retour en arrière, en caractérisant les crues du Saint-Laurent lui-même qui draine des lacs dont la surface totale dépasse 250,000 km² (96,500 m.c.). À Montréal, il se peut que nous exagérions le record de plusieurs siècles en lui attribuant 17,000 m³ (600,440 pi. cu.). Or, à

l'issue de 960,000 km² (370,560 m.c.) ce chiffre n'implique pas plus de 17.4 pour A. Cependant, il est déjà, grâce aux affluents qui débouchent en aval du lac Ontario, beaucoup plus fort qu'à l'amont. Pour le Saint-Laurent à Ogdensburg (728,000 km² (281,008 m.c.) A ne doit point dépasser 10. Or, on trouve sensiblement moins dans la région centrale à laquelle s'applique surtout cette partie de notre étude. Et, en particulier, la crue célèbre de mai 1950 sur la Red-River du Nord à Emerson, c'est-à-dire à la frontière canado-états-unienne, a débité 2,710 m³ pour 95,000 km² (95,717 pi. cu. pour 36,670 m.c.), soit 8.4 pour A. Sans doute le record connu sur le même cours d'eau en mai 1826 n'a pas comporté sensiblement plus de 10 pour A, et cependant la crue de 1950 a causé un véritable désastre à Winnipeg. Mais une autre grande rivière qui rejoint la rivière Rouge du Nord à Winnipeg même, à savoir l'Assiniboine, a des crues infiniment plus faibles. À Headingley, le record remontant à plusieurs dizaines d'années n'aurait point dépassé 1.53 pour 161,500 km² (63,339 m.c.) ; les 615 m³ (21,721 pi. cu.) de ce maximum ne donnant même pas 4 lit./sec. par km² (.3 pi. sec. par m.c.) c'est-à-dire que leur équivalent spécifique ne dépasse guère la moitié du plus faible débit d'un jour connu sur l'Isère à Grenoble. On se figure d'après cela l'infinité des débits moyens annuels spécifiques de la rivière,⁴ et, chose assez curieuse, on ne peut attribuer la faiblesse fantastique de ces crues à la rétention lacustre, car les lacs couvrent des surfaces peu étendues dans ce bassin, comme d'ailleurs dans celui de la rivière Rouge du Nord. Ils jouent un plus grand rôle dans le bassin de la Churchill qui se jette dans la baie d'Hudson. Et cependant, les crues de la Churchill sont plus de 2 fois supérieures, en puissance relative, à celles de l'Assiniboine, puisque le coefficient A du record pour 184,000 km² (101,024 m.c.) atteint 3.98 : c'est de toutes façons un chiffre extraordinairement mesquin et nous sommes certains que dans la même vaste région, d'autres rivières dont les bassins contiennent beaucoup plus de surfaces liquides ont des crues records aussi ridicules. Tel doit être le cas, supposons-nous, pour la Nelson, émissaire du lac Winnipeg, lequel reçoit l'ensemble composé par la Red River du Nord et l'Assiniboine, puis la Saskatchewan. Celle-ci, peu avant son entrée dans le lac Winnipeg à Le Pas, pour 386,000 km² (148,986 m.c.) présente un record de 3,000 m³ (105,960 pi. cu.) ou 4.8 pour A.

Et maintenant nous allons, par contraste, signaler des crues réellement fortes, pour des rivières qui débouchent dans le Bouclier canadien, mais en venant des Montagnes Rocheuses, où certainement, il y a, grâce à l'altitude, plus de neige à fondre sous de plus fortes pluies que dans l'immense plaine lacustre sous-jacente. En outre, les pentes encore assez vives jusqu'à une certaine distance des montagnes, rendent pour de mêmes écoulements totaux les maxima plus puissants que dans la région basse. Et par exemple, la branche nord de la Saskatchewan pour 10,760 km² (4,153 m.c.) a débité le 27 juin 1915, 4,120 m³ (145,518 pi. cu.) soit 39.7 pour A ; puis 5,780 m³ (201,149 pi. cu.) à Edmonton pour 27,200 km² (10,499 m.c.) soit encore 35 pour A. Il nous étonnerait bien qu'un tel débit, qui évoque presque des crues déjà grandes de la Durance, ait été causé

⁴ 0.252 lit./sec. par km², soit un indice d'écoulement moyen annuel de 8.2 mm. en 40 ans à Headingley.

TABLEAU I

CRUES CANADIENNES RECORDS					
S : Surfaces réceptrices en km ² . Q : Débits maxima bruts en mc./sec.					
q : Débits maxima spécifiques en lit./sec. par km ² . $A = \frac{Q}{\sqrt{S}}$					
RIVIÈRES ET STATIONS	DATE	S	Q	q	A
BASSIN ORIENTAL DU SAINT-LAURENT					
Chaudière à Saint-Lambert de Lévis.....	4 mai 1926	6,040	1,825	302	12.5
Sainte-Anne-de-Beaupré à Saint-Ferréol...	11 septembre 1924	932	905	972	29.6
Sainte-Anne-de-la-Pérade à Saint-Alban...	1 ^{er} octobre 1924	1,748	1,272	728	30.4
Jacques-Cartier à Saint-Gabriel.....	1 ^{er} octobre 1924	1,915	1,130	590	25.8
Montmorency.....	1 ^{er} octobre 1924	1,082	771	711	23.4
Saguenay à l'île Maligne.....	31 mai 1928	77,700	9,250	119	33.2
Rivière des Outardes à la chute Outarde..	29 mai 1943	18,600	2,800	151	20.5
Saint-Maurice à Grand'Mère.....	25 mai 1947	42,000	5,200	123	25.4
Saint-François à la chute Hemming.....	15 mars 1936	9,550	2,420	254	24.8
Châteauguay à Primeauville.....	28 mars 1944	2,380	788	330	15.8
Missisquoi à Richford.....	4 novembre 1927	1,240	1,275	1,028	36.2
Winooski à Essex Junction.....	4 novembre 1927	2,707	3,200	1,182	61.5
Richelieu à Saint-Jean.....	mars 1936	22,000	1,300	62	8.75
Etchemin à Jean-Guérin.....	18 novembre 1927	1,087	440	403	13.35
Bécancourt à Lyster.....	18 juin 1922	1,447	505	349	9.2
Loup à Poupore.....	13 mai 1928	9,570	940	98.3	9.6
Lièvre à Mont-Laurier.....	13 mai 1936	5,420	740	136	10.0
Genesee à Sainte-Hélène.....	mai 1916	2,635	1,255	475	24.4
Chagrin à Willoughby.....	juin 1931	650	580	894	22.8
	(plus en mars 1913)				
Ottawa à Temiskaming.....	octobre 1928	46,000	2,700	58.5	12.6
Ottawa à Grenville.....	17 avril 1951	144,000	8,400	58.1	22.2
Saint-Laurent à Montréal.....	(?)	960,000	17,000	17.7	17.4

TABLEAU I (suite)

CRUES CANADIENNES RECORDS (suite)					
S : Surfaces réceptrices en km ² . Q : Débits maxima bruts en mc./sec.					
q : Débits maxima spécifiques en lit./sec. par km ² . $A = \frac{Q}{\sqrt{S}}$					
RIVIÈRES ET STATIONS	DATE	S	Q	q	A
BASSIN DU SAINT-LAURENT PARTIE OCCIDENTALE					
Sturgeon à Crystal-Falls.....	19 avril 1922	6,665	560	84	6.85
Spanish à High-Falls.....	28 juin 1930	6,620	673	101.5	8.26
Mississagi.....	mai 1928	9,430	1,040	110	10.5
Mattawin du lac Supérieur.....	mai 1938	2,570	191	743	3.65
Nipigon à Pine-Portage.....	31 mai 1950	23,300	638	26.4	4.17
Wolf à New-London.....	mai 1922	5,800	440	76	5.77
CANADA-CENTRE OCCIDENTAL					
<i>a) Région lacustre</i>					
Rivière Rouge du Nord à Emerson....	13 mai 1950	104,000	2,710	26	8.4
Assiniboine à Brandon.....	7 mai 1923	92,000	650	7.1	2.14
Assiniboine à Headingley.....	27 avril 1916	161,500	615	3.80	1.53
Winnipeg et Assiniboine réunies.....	crue centenaire	270,000 (?)	3,500 à 4,000 ?	13 à — 14.8	6.7 à — 7.7
Churchill à Island-Falls.....	9 septembre 1932	184,000	1,705	9.25	3.98
Saskatchewan inférieure à Le Pas.....	11 juin 1948	386,000	3,000	7.8	4.8
South Saskatchewan à Saskatoon.....	6 juin 1923	132,000	3,710	28.2	10.4
<i>b) Voisinage des Rocheuses</i>					
North Saskatchewan à Rocky Mountain-House.....	27 juin 1915	10,760	4,120	350	39.7
<i>idem</i> à Edmonton.....	28 juin 1915	27,200	5,780	213	35.0
Bow-River à Calgary.....	3 juin 1932	8,110	1,520	187	16.9
Peace-River à Taylor.....	31 mai 1948	99,200	10,750	118.5	34.2

TABLEAU I (fn)

CRUES CANADIENNES RECORDS (fn)					
S : Surfaces réceptrices en km ² . Q : Débits maxima bruts en mc./sec.					
q : Débits maxima spécifiques en lit./sec. par km ² . $A = \frac{Q}{\sqrt{S}}$					
RIVIÈRES ET STATIONS	DATE	S	Q	q	A
VERSANT DU PACIFIQUE					
<i>Grandes rivières</i>					
Yukon à Carmacks.....	2 juillet 1952	87,000	2,200	25.2	7.45
Stewart-River à Mayo.....	27 juin 1949	32,600	2,460	75.4	13.6
Fraser à Shelly-Station.....	17 juin 1950	32,400	3,710	114.5	20.6
Fraser à Hope.....	31 mai 1948	203,000	15,160	74.5	33.6
Columbia à Donald.....	9 juin 1948	21,280	3,160	148	21.6
Columbia à Grand-Coulée.....	juin 1894	192,000	20,500	106	46.6
Columbia aux Dalles.....	6 juin 1894	603,000	35,000	57	44.6
Pend-Oreille à Metalline-Falls.....	13 juin 1948	65,300	4,850	74.3	18.9
Kootenay à Nelson.....	28 juin 1916	46,900	4,140	88	19.2
VERSANT DU PACIFIQUE					
<i>Rivières petites et moyennes</i>					
Skeena à Uska.....	26 mai 1948	38,800	9,350	211	47.5
Lilloet à Pembarton.....	19 octobre 1949	2,075	1,640	783	36.0
Nanaïmo (b).....	29 octobre 1921	646	1,155	1,784	45.5
Sproat à Alberni.....	2 janvier 1927	332	314	945	17.2
Stamp à Alberni.....	10 février 1918	870	780	895	27.4
Campbel à Campbell-River-Station.....	19 novembre 1953	1,461	835	570	21.8
Seymour-Creek à North-Vancouver.....	26 novembre 1949	176	625	3,525	47.1
Capilano-Creek à North-Vancouver.....	26 novembre 1949	176	670	3,800	50.5
Nascall à Ocean-Falls (Module annuel d'au moins 150 lit./sec. par km ²).....	25 octobre 1947	271	890	3,280	54.0

par la fonte seule des neiges. Quant à la branche sud de la Saskatchewan, son coefficient A record, pour 53,400 km² (20,612 m.c.) ne dépasse point 17.7 (3 juin 1923) et à Saskatoon, lors des mêmes phénomènes, il représentait seulement 10.4. Mais d'après cette évolution qui se termina comme on l'a vue pour les 2 branches réunies vers le lac Winnipeg, par un flot très aplati, puisque A record ne dépasserait point 4.8 à Lelas, on peut supposer que la branche sud de la Saskatchewan, comme la branche nord, est susceptible de fortes crues pour 5,000 à 10,000 km² (1,930 à 3,860 m.c.) ou plus, au débouché des Rocheuses, ou un peu au-delà. Et le rôle stimulant des mêmes montagnes, en ce qui concerne la puissance des crues, apparaît encore si l'on considère les débits de la Peace-River qui aboutit au lac Athabaska, dont l'émissaire traversant ensuite le grand lac des Esclaves devient le fleuve Mackenzie. Donc, la Peace-River à Taylor d'après les observations de 6 années, aurait débité le 31 mai 1948, soit lors de la crue nivale canadienne déjà citée pour la Columbia et le Fraser, 10,750 m³ (379,690 pi. cu.) à l'issue de 99,-200 km² (35,251 m.c.), soit 34.2 pour A ; c'est-à-dire presque autant que le record du Rhône à Beaucaire, à l'issue d'une surface réceptrice presque identique à celle qu'on vient d'indiquer pour la Peace-River.

Certes, ces puissances relatives réellement imposantes, s'expliquent par le caractère remarquablement concentré avant Taylor du réseau qui descend des Rocheuses. Mais enfin, il semble établi par ces exemples, qu'au débouché de ces montagnes et même plus loin, le coefficient A des crues records peut atteindre et dépasser 30 ou 35 sur les cours d'eau les plus importants, soit un contraste extraordinaire avec la chétivité logique et malgré tout stupéfiante des rivières situées dans la plaine plus à l'Ouest.

Quant à ces derniers cours d'eau, leur maxima sont vraiment misérables à côté de ceux des fleuves russes. En réalité, on trouverait en Europe orientale des coefficients pas beaucoup plus élevés qu'au Canada pour les rivières russes ou finlandaises des régions lacustres autrefois englacées.

COMMENTAIRE DU TABLEAU PRÉCÉDENT

Les crues canadiennes offrent non seulement pour leurs origines météorologiques, mais encore pour leurs puissances, une variété si grande, et dans chaque catégorie des nuances si contrastées, qu'il aurait fallu décomposer le grand tableau considéré en plusieurs, si l'on avait voulu examiner ces phénomènes, selon le classement adopté pour cet article. Il s'en serait suivi dans la présentation des données, comme dans les sous-catégories de celles-ci, une dispersion rebutante et déconcertante pour le lecteur. Voilà pourquoi nous avons préféré mettre tous ces renseignements disparates en un seul tableau.

Et nous présenterons sur ces chiffres quelques commentaires.

Tout d'abord, nous ne connaissons pas avec certitude au Canada de crue énorme, même dans l'Est-Sud-Est entre le lac Ontario puis la région de Montréal, Québec et les hauteurs appalachiennes septentrionales. Pourtant des systèmes nuageux à potentiel humide encore gros pénètrent là, en venant du Nord-Est états-unien où les crues peuvent avoir une puissance redoutable. Certaines des

dites intempéries, particulièrement dangereuses pour les rivières, sont même des cyclones tropicaux qui achèvent en ces parages, loin de leur domaine habituel, une décadence bien plus sensible pour les vents que pour les averses.

Le 16 octobre 1954 il y eut sur les petites rivières et les ruisseaux dans le secteur de Toronto, par le fait du cyclone Hazel et de pluies atteignant 150 à 210 millimètres (5.8 à 8 po.) en moins d'un jour, des crues meurtrières. Mais nous ignorons si leur débit les classerait dans la catégorie des phénomènes formidables. Puis on doit accorder une attention spéciale aux crues point trop différentes par leur origine de novembre 1927, bien que les précipitations diluviennes soient alors tombées en Nouvelle-Angleterre. Deux affluents du lac Champlain, la Missisquoi et la Winooski, ont roulé des débits dévastateurs et même funestes (plus de 50 morts pour la Winooski). Mais pour 2,707 km² (1,044 m.c.) de cette rivière à Essex-Junction, A n'a point dépassé 61.5. C'est le record connu de nous, pour un maximum de crue au voisinage immédiat du Canada pour une rivière qui envoie ses eaux vers ce pays.

Plus au Nord les possibilités deviennent moindres pour l'intensité des averses. Cependant ce sont des pluies assez intenses encore qui causent les crues les plus marquantes, de chaque côté du bas Saint-Laurent, entre Montréal et Québec et surtout dans la moitié la plus nord-orientale de ce secteur.

Déjà les coefficients A les plus forts connus atteignent tout au plus 30 pour moins de 2,000 km² (772 m.c.) sur les rivières Sainte-Anne, Jacques-Cartier et Montmorency, affluents de gauche du Saint-Laurent, en septembre ou octobre 1924. Mais on peut admettre le risque de phénomènes moins modérés dans cette région, si vraiment la Chaudière, affluent méridional qui se jette dans le grand fleuve en face de Québec, a débité, le 31 juillet 1917, 3,500 m³ pour 6,040 km² (123,620 pi. cu. pour 2,331 m.c.) soit 45 pour A. Cette crue presque double de la plus forte poussée pluviale connue ailleurs dans cette région, évoque les très grandes eaux océaniques de la Dordogne, de la Truyère, du Lot, de l'Aveyron, de l'Agout, etc.

Mais déjà dans le domaine laurentien des crues ont lieu chaque année assez régulièrement lors de la fonte des neiges, souvent sans doute avec secours pluvial. Ici, nous voulons dire en aval du lac Ontario, les puissances relatives de ces phénomènes évoquent pour quelques dizaines de milliers de km² les records soviétiques (pas sans doute ceux de l'Oka, ni du Tom, ni de la Belaia cependant). Les coefficients A représentent en effet 24.8 sur la Saint-François (crue il est vrai assez fortement pluviale) 25.4 pour la Saint-Maurice, 22.2 pour l'Ottawa à Grenville (144,000 km² [55,584 m.c.]). Les chiffres sont d'ailleurs nettement réduits pour beaucoup de ces rivières, par les interpositions lacustres.

Chose remarquable, même ce facteur n'empêche point A d'atteindre 33.2 sur le Saguenay au débouché du vaste lac Saint-Jean. On supposera que dans ce dernier secteur, à savoir, au Nord du bas Saint-Laurent et de l'estuaire, les réserves nivales au début des printemps, égalent ou plutôt dépassent celles de la plaine russe septentrionale et que leur fonte peut se produire énergiquement. Pour le Saint-Laurent à Montréal, nous avons noté la valeur encore point méprisable de 17.7 pour un bassin aussi riche en lacs (28% de la surface totale). Mais plus

loin, vers le centre et l'ouest du Bouclier canadien, les coefficients A deviennent comme nous l'avons fait remarquer, bien moindres qu'en Russie ; sans doute faute de réserves nivales copieuses ou de fusions brusques et à cause des lacs.

En effet, pour les records connus des rivières, A n'a point dépassé 9.2 sur la Bécancourt, 9.6 pour le Loup, 10 pour le Lièvre, 6.85 pour la Sturgeon, 8.26 pour la Spanish.

Et plus à l'ouest encore pour des bassins petits et moyens, le coefficient tombe généralement au-dessous de 8 et même de 5, ce qui implique pour ces crues nivales une médiocrité encore plus sensible que pour les crues pluviales de diverses rivières françaises ou anglaises de plaine. Et même, dans de grandes étendues, la faiblesse de précipitations, surtout en saison froide et donc celle des réserves nivales, puis la profusion des lacs, la lenteur de l'écoulement, voire peut-être certaines stagnations marécageuses rendent les crues nivales de plaine absolument ridicules par leur infimité relative.⁵ Dans une comparaison avec les maxima soviétiques nous avons cité pour les records de l'Assiniboine à Brandon (650 m³ émanant de 92,000 km² [22,958 pi. cu. pour 35,512 m.c.]), et à Headingley (615 m³ pour 270,000 km² [21,720 pi. cu. pour 104,220 m.c.]), les valeurs de A presque incroyables de 2.14 et 1.53. Et pour 184,000 km² (71,024 m.c.) de la Churchill, à Island Falls, et 386,000 km² (148,986 m.c.) de la Saskatchewan inférieure à Le Pas, les coefficients respectifs de 3.98 et de 4.8 sont au plus les sixièmes, ou plus communément les huitièmes ou les dixièmes de ceux qui s'appliquent aux crues sibériennes.

On retrouve des débits non pas énormes, mais rien moins que méprisables, au pied des Rocheuses dont le relief a régénéré les précipitations annuelles totales et nivales et doit aussi attirer des averses assez fortes. Peut-être les facteurs sont-ils ici un peu les mêmes que pour les montagnes sibériennes méridionales et leur avant-pays immédiat. A, donc, vaut plus de 30 pour la Peace-River à Taylor et, plus bas en latitude, pour la Saskatchewan du Nord, sans doute aussi pour celle du Sud. Plus en aval dans les hautes plaines et la région lacustre, ces maxima s'aplatissent misérablement, comme on l'a vu.

À l'intérieur du soulèvement montagneux occidental, il ne manque pas de plateaux abrités par des reliefs écrans contre les systèmes nuageux venus de l'Atlantique ou du Pacifique. Cependant, cet effet semble moins sensible qu'aux États-Unis. Et A, pour bien des maxima, doit dépasser 10 ou même 15. Puis, il augmente d'amont en aval à mesure que ces cours d'eau s'approchent du Pacifique, lors des crues nivales, les plus fortes de beaucoup sur les grandes rivières. On a sur le Fraser 20.6 pour 32,000 km² (12,352 m.c.) et 33.6 pour 203,000 km² (78,358 m.c.). Nous avons constaté une évolution de même genre sur l'importante Columbia (21.6 à Donald pour 21,280 km² [8,214 m.c.], 46.6 à Grand-Coulée pour [92,000 km² |72,112 m.c.]). Et la Skeena à Uska (38,800 km² [14,877 m.c.]) vers la frontière alaskienne a éprouvé une crue record de 9,350 km² (3,609 m.c.), soit 47.5 pour A. Peut-être est-ce le plus remarquable phénomène qui figure sur notre tableau, relativement aux débits maxima cana-

⁵ MINGASSON, Christian, *Observations sur l'influence hydrologique de la neige dans l'Est du Canada*, dans *Cahiers de géographie de Québec*, n° 3 (octobre 1957), pp. 75-87, 2 tableaux, 1 carte.

diens. Ici l'enseignement doit être très fort à cause de la situation très occidentale sur la partie la plus arrosée, au Nord du 54^e parallèle.

Enfin, sur de petits cours d'eau, dans une bande assez étroite de terrain, à savoir toute l'étroite façade occidentale, montagneuse mais d'altitude modérée, et surtout au Sud, vers Vancouver, nous retrouvons des crues manifestement pluviales, dont certaines peut-être renforcées par des fontes. En tout cas, les dates des records présentés au tableau annexe I pour ces phénomènes s'échelonnent toutes entre le 19 octobre et le 10 février. Rien de plus significatif. Mais aucune de ces crues n'est formidable ni même, selon notre classification, très forte, puisque A ne dépasse nulle part 54. Pourtant dans toute cette partie, les précipitations moyennes annuelles sont superbes, avec des lames d'eau de 4 à 5 mètres (13 à 16 pi.) et plus en certains points, et même sur la totalité de certaines petites surfaces réceptrices (100 à 200 km², [38 à 77 m.c.]). Il en résulte des modules spécifiques supérieurs pour divers cours d'eau à 100 ou à 150 lit./sec. par km² (9.1 et 13.7 pi. sec. par m.c.) soit plus de 3.15 m et de 3.70 m (10 et 12 pi.) de précipitations écoulées.

En somme, pour des alimentations moyennes annuelles doubles ou triples, les débits maxima locaux à proximité de la côte du Pacifique, au Canada, semblent à peu près les mêmes que les rivières vosgiennes, jurassiennes et pyrénéennes occidentales, c'est-à-dire modérés ; et bien des rivières écossaises occidentales ou norvégiennes paraissent connaître des caractères assez analogues. Ainsi se révèle une fois de plus l'absence fréquente de proportionnalité entre l'abondance moyenne annuelle et les maxima records des crues.

