

Accroissement récent de l'intensité des fortes averses dans la banlieue bruxelloise

par A. LAURANT et J. ALEXANDRE

En étudiant les précipitations de la station d'Uccle (1934-1973) du point de vue de leur intensité, de leur durée et de leur fréquence à des fins de géomorphologie appliquée, l'un d'entre nous (A.L.) a découvert que les fortes averses étaient manifestement plus nombreuses au cours des vingt dernières années (1954-1973), que pendant les vingt années précédentes. Il convenait d'analyser cette tendance, de vérifier si elle est significative et de tenter de lui donner une explication.

Pour mener cette analyse, nous avons à notre disposition la liste des intensités maximums de précipitations rangées par ordre décroissant et pour des « intervalles de référence » de 15, 30, 60, 120, 180 et 360 minutes notamment (A. Laurant [3]) (1). Connaissant par ailleurs la date d'occurrence de chaque intensité maximum, nous disposions ainsi, pour chaque année de la période considérée, du nombre d'averses ayant atteint une intensité déterminée.

Pour chacun des intervalles de référence, les deux séries de valeurs n'ont pas une distribution normale, même après transformation. Il a donc fallu utiliser un test non paramétrique : le test sur le t de Kendall (R. Sneyers [6]).

Le calcul se fait de la façon suivante (voir Annexe) : les valeurs de la série sont remplacées par le nombre n de valeurs précédentes inférieures à la valeur de l'année, celles qui lui sont égales comptant pour 0,5. Le total de ces nombres est le t de Kendall. On démontre que ce dernier a une distribution normale dont la moyenne est $\bar{t} = \frac{N(N+1)}{4}$ et la variance

$\sigma_t^2 = \frac{N(N-1)(2N+5)}{72}$, N étant le nombre d'années prises en considération.

(1) Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie *in fine*. — La liste a été établie d'après des dépouillements précis des pluviogrammes, effectués à l'aide d'un coordinomètre. Ce dépouillement, d'un coût non négligeable, a été réalisé dans le but d'une recherche portant sur l'érosivité des sols et subsidiée par l'I.R.S.I.A. auquel nous sommes très redevables pour nous avoir donné accès aux documents mécanographiques.

Le test $u_t = \frac{t - \bar{t}}{\sigma_t} > Z_{(\alpha/2)}$ permet de vérifier si la tendance est significative : Z est pris dans une table de distribution normale pour le niveau α ; par exemple Z vaut 1,96 au niveau 0,05. La tendance est croissante ou décroissante suivant le signe de u_t .

Voici les valeurs de u_t calculées pour les différentes séries retenues :

Durée	Maximum d'intensité u_t	I_0 en mm/h	Nombre de fortes averses T	u_t
15 min	+ 2,31 *	6,0	600	+ 2,55 *
30 min	+ 2,46 *	5	620	+ 2,50 *
60 min	+ 2,49 *	3,9	604	+ 1,06
120 min	+ 2,20 *	2,7	622	+ 1,84
180 min	+ 2,20 *	2,2	589	+ 2,42 *
360 min	+ 1,62	1,4	629	+ 1,44

I_0 = intensité minimum considérée pour chaque intervalle de temps; T = nombre total d'averses d'intensité supérieure à I_0 ; * = test significatif au niveau 0,05.

Il existe donc bien, au cours de la période envisagée, une tendance généralisée à l'augmentation du nombre des fortes averses et de leur intensité maximum. Remarquons toutefois que la tendance n'est significative, pour ce qui concerne le premier phénomène, que pour de courtes durées (15 et 30 minutes) ou, au contraire, pour des intervalles de trois heures, comme si les averses affectées appartenaient à deux types bien différents, l'un de progression rapide, l'autre plus stationnaire, comme cela se produit dans les marais barométriques.

Pour situer dans le temps cette évolution, il est possible d'effectuer le test u_t progressivement après chaque année de la période 1934-1973. On peut aussi effectuer le test en progressant à rebours à partir de 1973 (u_t ; voir Annexe). Portées en graphique, les valeurs de u_t et de $-u_t$ se croisent approximativement au moment où a commencé la tendance (R. Sneyers, [6]). On voit sur la figure 1a, relative au nombre de fortes averses dans un intervalle de 30 minutes, que la tendance est apparue aux environs de 1950. Il en est de même pour les autres intervalles de temps et pour les maximums d'intensité.

Si l'on exclut une modification importante dans l'appareillage de mesure (impensable à la station d'Uccle), l'accroissement d'intensité et de

fréquence des fortes averses peut être attribué soit à l'occurrence de types de temps propices, soit à une modification de l'occupation du sol susceptible d'accentuer les phénomènes convectifs qui engendrent les averses.

Il ne nous était pas possible, pour cette courte note, de passer en revue toutes les cartes de temps relatives aux averses considérées. Il existe cependant un moyen indirect d'apprécier l'évolution de la fréquence des types de temps favorables aux averses : A. Bodeux (*in* M. Erpicum [2]) a montré que les années pluvieuses étaient dues à un nombre restreint de jours avec de forts abats. Il existe, de fait, à Uccle, une bonne corrélation entre le nombre de fortes averses et les précipitations annuelles (fig. 1b) à condition que l'on sépare les années avant et après 1950 (fig. 2). Comme il n'existe aucune tendance significative dans les montants annuels de précipitations ($u_t = + 0,30$), c'est donc la seule intensité des averses et non le nombre de situations météorologiques qui leur sont favorables qui doit être mis en cause dans l'évolution observée.

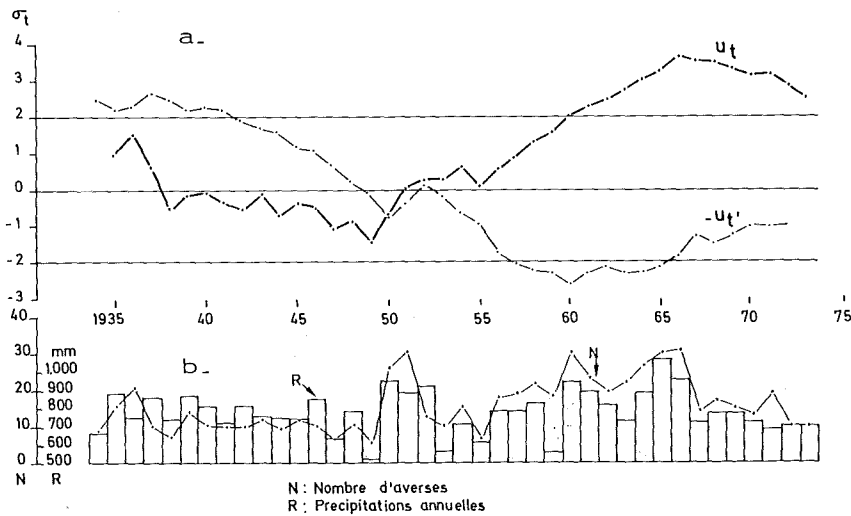


FIG. 1. — a) Tests (u_t, u_t') progressifs sur le t de Kendall appliqués aux averses ayant connu une intensité de plus de 5,0 mm/h pendant 30 minutes. (Pluviographe de la station d'Uccle-Bruxelles; période 1934-1973). — b) Valeurs annuelles du montant des précipitations et du nombre de fortes averses à Uccle-Bruxelles (intensités supérieures à 5 mm/h pendant 30 min; période 1934-1973).

D'autre part, le début de l'augmentation de l'intensité des averses coïncide avec la reprise, après une période de crise puis de guerre, de la construction dans la zone suburbaine bruxelloise. L'augmentation de

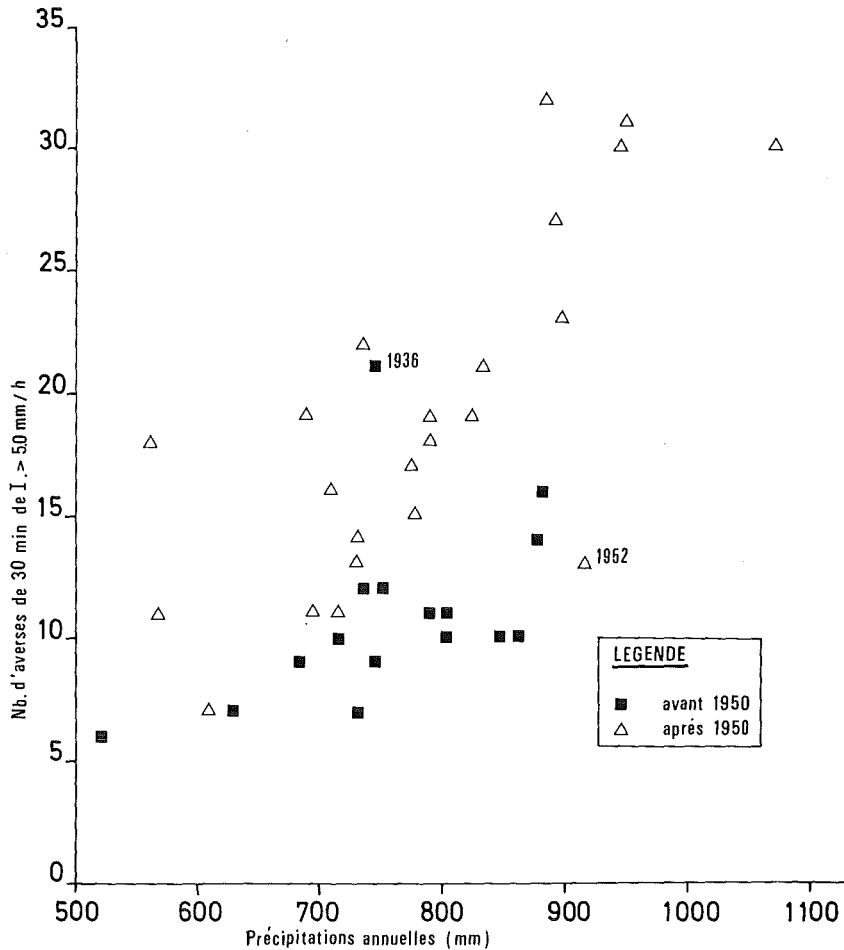


FIG. 2. — Diagramme de dispersion montrant le total annuel de précipitations à Uccle-Bruxelles et le nombre d'averses ayant connu une intensité supérieure à 5 mm/h pendant 30 minutes (période 1934-1973).

température qui a dû s'ensuire (2), a pu être la cause de vitesses ascensionnelles plus élevées, et par conséquent de précipitations occasionnelles plus intenses. J. W. Dettwiller et S. A. Changnon Jr, [1] arrivent à une conclusion semblable pour la ville de Paris en se fondant sur les précipitations journalières, observations moins appropriées au but poursuivi.

(2) B. J. MOFFITT [5], signale à l'observatoire de Kew, qui est à Londres ce que Uccle est à Bruxelles, une élévation de plus de 0,5 °C de la température mensuelle, à partir de 1950, même pendant les mois d'été.

L'urbanisation, dans nos régions tempérées océaniques, pourrait avoir pour effet d'augmenter les intensités momentanées (et quelquefois persistantes) des averses sans affecter cependant le montant annuel des précipitations. Uccle ne constituerait pas alors une bonne station de référence pour l'étude des intensités de pluie dans les régions rurales voisines.

* * *

ANNEXE. — Nombre de fortes averses (x_i), d'intensité supérieure à 5 mm/h, pour un intervalle de 30 minutes. — Test sur le t de Kendall (voir fig. 1).

Année	x_i	y_i	Test progressif			Test régressif		
			n_i	t_i	u_i	n'_i	t'_i	u'_i
1934	9	5.5	0	0	—	4.5	285	-2.45
1935	16	23.5	1	1	1.00	21.5	280.5	-2.18
1936	21	31	2	3	1.57	28	259	-2.33
1937	10	9.5	1	4	0.68	7.5	231	-2.67
1938	7	3	0	4	-0.49	2	223.5	-2.49
1939	14	20.5	3	7	-0.19	16.5	221.5	-2.16
1940	11	14	3	10	-0.15	10	205	-2.24
1941	10	9.5	2.5	12.5	-0.37	6	195	-2.14
1942	10	9.5	3	15.5	-0.52	5.5	189	-1.91
1943	12	16.5	6	21.5	-0.18	9.5	183.5	-1.67
1944	9	5.5	1.5	23	-0.70	3	174	-1.55
1945	12	16.5	7.5	30.5	-0.34	8	171	-1.20
1946	10	9.5	4.5	35	-0.49	4	163	-1.03
1947	7	3	0.5	35.5	-1.09	1.5	159	-0.69
1948	11	14	8.5	44	-0.84	4.5	157.5	-0.22
1949	6	1	0	44	-1.44	0	153	0.14
1950	27	35.5	16	60	-0.66	18.5	153	0.74
1951	31	39.5	17	77	0.04	21.5	134.5	0.42
1952	13	18.5	13	90	0.31	4.5	113	-0.14
1953	11	14	10	100	0.32	3	108.5	0.21
1954	16	23.5	16.5	116.5	0.69	6	105.5	0.68
1955	7	3	2	118.5	0.17	0	99.5	0.98
1956	18	26.5	19	137.5	0.58	6.5	99.5	1.74
1957	19	29	20	157.5	0.97	8	93	2.06
1958	22	32.5	22	179.5	1.38	9.5	85	2.25
1959	18	26.5	19.5	198.5	1.61	6	75.5	2.28
1960	30	37.5	25	223.5	2.02	11.5	69.5	2.63
1961	23	34	24	247.5	2.33	9	58	2.32
1962	19	29	21.5	269	2.49	6.5	49	2.19
1963	22	32.5	24.5	293.5	2.73	7	42.5	2.34
1964	27	35.5	27.5	321	3.03	7	35.5	2.33
1965	30	37.5	29.5	350.5	3.34	7	28.5	2.19
1966	31	39.5	31.5	382	3.67	7	21.5	1.86
1967	14	20.5	16.5	398.5	3.51	3	14.5	1.20
1968	17	25	20	418.5	3.45	4	11.5	1.50
1969	15	22	18	436.5	3.32	3	7.5	1.22
1970	13	18.5	15.5	452	3.13	2	4.5	1.02
1971	19	29	26	478	3.19	2	2.5	1.04
1972	10	9.5	8	486	2.81	0.5	0.5	0.00
1973	10	9.5	8.5	494.5	2.45	0	0	—

Les valeurs x_i sont rangées en ordre croissant (y_i). Pour le rang des valeurs *ex aequo*, on effectue une moyenne : n_i est le nombre de valeurs précédentes dans le temps, inférieures à la valeur de l'année; les valeurs précédentes égales à cette dernière comptent pour 0,5; t_i est la sommation progressive de n_i et $u_i = \frac{t_i - \bar{t}}{t}$ où \bar{t} et t sont calculés uniquement sur les valeurs de t jusqu'à l'année considérée. Dans le test régressif (les trois dernières colonnes), n'_i , t'_i et u'_i sont obtenus en effectuant les mêmes opérations que pour n_i , t_i et u_i , mais en progressant à rebours à partir de 1973.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] DETTWILLER J. W. et CHANGNON S. A. Jr. — Possible urban effects on maximum daily rainfall at Paris, St-Louis and Chicago, dans *Journal of Applied Meteorology*, 15, 5, 1976, pp. 517-519.
 - [2] ERPICUM M. — Les précipitations dans l'agglomération liégeoise. Mémoire de la licence en Sciences géographiques, Université de Liège, 1974 (ronéotypé).
 - [3] LAURANT A. — Nouvelles recherches sur les intensités maximums de précipitations à Uccle. Courbes d'intensité-durée-fréquence, dans *Annales des Trav. Publics de Belgique*, 1976, 4, pp. 320-328.
 - [4] LAURANT A. et BOLLINNE A. — L'érosivité des pluies à Uccle (Belgique), dans *Bull. Rech. Agr. Gembloux*, 1976 (sous presse).
 - [5] MOFFITT B. J. — The effects of urbanisation on mean temperatures at Kew Observatory, dans *Weather*, 1972, 3, pp. 121-129.
 - [6] SNEYERS R. — Sur l'analyse statistique des séries d'observations, dans *O.M.M.*, Genève, Note technique, 1975, n° 143, 192 p.
-