

## Le pluviographe centenaire du plateau d'Uccle : son histoire, ses données et ses applications

*The centennial recording Raingauge of the Uccle Plateau : its History, its Data and its Applications*

Gaston R. Demarée

Département de la Recherche météorologique et Développement, Institut Royal Météorologique de Belgique, Avenue Circulaire, 3 B-1180 Bruxelles, Belgique e-mail : [Gaston.Demaree@oma.be](mailto:Gaston.Demaree@oma.be)

*The Hellmann-Fuess recording raingauge at the Plateau of Uccle, the site in the south of Brussels where are located the Royal Observatory of Belgium (ORB) and the Royal Meteorological Institute of Belgium (IRM), is more than one hundred years old. Indeed, it was in May 1898, that an instrument of that type was installed on these grounds. Since more than a century such instruments have been functioning at this location without appreciable interruption. This means that these observations constitute one of the longest high frequency (every 10 minutes) time-series of precipitation in the world.*

*The present paper draws the history of the recording raingauges in use at the above-mentioned scientific institutions. However, the Hellmann-Fuess recording raingauge was preceded by, at least, three other types of instruments. At first, a "météographe universel", invented by F. Van Rijsselberghe, was put in function in 1879. It was followed, in January 1893, by a recording raingauge constructed by H.J. Walravens of the Royal Observatory of Belgium. Finally, in September 1896, a Swiss Hottinger recording raingauge was installed. This latter one continued to function in parallel with the Hellmann-Fuess recording raingauge until the twenties.*

*What makes the history of the Hellmann-Fuess recording raingauge so interesting, is the fact that nearly all charts had been stored in the archives of the IRM. Recently, a project funded partially by the Ministry of the Flemish Community, has led to files in computer readable form (CRF) of the information. The data set comprising now more than five and a half million of precipitation data with a time step of 10 minutes constitutes a unique set of information on the precipitation climate at Uccle over more than one hundred years.*

### I ■ LA PRÉHISTOIRE DU PLUVIOGRAPHE DE L'IRM

L'observation des quantités de précipitations remonte à la nuit des temps. Des récipients ouvert sur le haut ont rempli cette fonction, il y a des siècles et même des millénaires, dans plusieurs pays d'Extrême-Orient. Le pluviographe ou pluviomètre enregistreur en est la version enregistrante ; on le dénomme aussi ombromètre ou hyétographe. Le premier pluviographe fut construit par Christopher Wren (1632-1723) qui bâtit aussi la cathédrale Saint Paul à Londres (Hellmann, 1920 ; Middleton, 1969).

Depuis, plusieurs types de pluviographes furent construits. Dans le dernier quart du dix-neuvième siècle, la nécessité de la construction et de la fabrication en série d'un pluviographe fiable est apparue. En effet, le besoin est né de compléter le

pluviomètre non enregistreur par un appareil enregistrant qui permettait de connaître la distribution temporelle des cotes pluviométriques journalières. Un des moteurs de cette évolution fut la problématique des intensités des précipitations et le dimensionnement des égouts en milieu urbain. Plusieurs instruments furent introduits et recommandés dans des revues météorologiques ainsi que des revues spécialisées de l'industrie du bâtiment et de la construction (voir par exemple : Maurer, 1884a, b ; Gerhardt, 1890, 1901 ; Pollack, 1894 ; Hellmann, 1897 ; Marvin, 1888 ; Sg., 1897 ; Anonymus, 1899 ; Gradenwitz, 1903).

L'Observatoire Royal de Bruxelles (ORB), fondé en 1826 par Guillaume I<sup>er</sup>, Roi des Pays-Bas (Alexandre et Denoyelle, 1996), a participé activement à cette évolution. Depuis 1879, les quantités bihoraires des précipitations sont publiées dans les Annales de l'ORB. Les observations

étaient faites avec un appareil enregistreur construit par François Van Rijsselberghe (voir les Annales de l'ORB, 1885, p. 129). L'ouverture circulaire de l'appareil avait une superficie de 0,1 m<sup>2</sup>, correspondant à un diamètre de 0,357 m. Van Rijsselberghe (1846-1893) fut l'inventeur du « *Météorographe universel* » tandis que l'appareil fut construit par Théodore Schubart, ingénieur-mécanicien, rue du Marais, 27, à Gand. Le météorographe de M. Van Rijsselberghe fonctionnait d'abord, sans interruption, à l'Observatoire de Bruxelles tandis qu'un appareil d'essai fonctionna pendant plusieurs années dans la tour de l'hôtel de ville d'Ostende. L'appareil définitif, dont plusieurs exemplaires furent achetés par des institutions étrangères, valut à son inventeur un diplôme d'honneur à l'*Exposition internationale de Géographie* de Paris en 1875. Par la suite, Van Rijsselberghe transforma son météorographe en « *télé-météorographe* » qui fonctionna pendant plusieurs années entre Bruxelles et Ostende. À l'*Exposition internationale d'électricité de Paris* en 1881, le Météorographe et le télé-météorographe de M. Van Rijsselberghe ainsi que le Projet de télé-météorographie internationale représentent l'Observatoire Royal de Bruxelles dans la Classe 12 : instruments de précision, électro-aimants et aimants, boussoles et horlogerie électrique (Anonymous, 1881a, b ; Gariel, 1881). On y découvrit cette chose étonnante pour l'époque : un appareil qui gravait automatiquement, dans les locaux de l'exposition, les observations météorologiques de Bruxelles. Les appareils conçus par Van Rijsselberghe sont les précurseurs lointains des sondes atmosphériques actuelles (Dufour, 1950, 1958).

Henri-Joseph Walravens (1859-1913), assistant au Service Météorologique de l'Observatoire Royal de Belgique, était chargé de l'entretien et de la réparation des instruments. En octobre 1894, il obtient une médaille d'or à l'*Exposition universelle d'Anvers* pour la construction d'un pluviographe. Dès janvier 1893, les Annales de l'ORB publient les quantités horaires des précipitations au Plateau d'Uccle, observées à l'aide de ce pluviographe (Annales de l'ORB, 1901). L'instrument était du type à augets basculeurs : lorsque l'augette a reçu une quantité d'eau correspondant à une hauteur d'un dixième de millimètre, elle bascule et se vide, et la plume qui enregistre la pluie remonte brusquement d'une graduation. La trace laissée par la plume sur le papier est une droite horizontale lorsqu'il ne pleut pas et se compose de petits escaliers, lorsqu'il pleut. Chaque fois que la quantité d'eau atteint 10 mm, la plume revient à son point de départ, au bas du diagramme. Les quantités de précipitations observées au pluviographe de Walravens ne semblent pas avoir été réduites au pluviomètre. Le relevé des observations météorologiques de janvier 1896 (Annales de l'ORB, 1902, p. 20) mentionne que « *L'instrument ayant été volé pendant la nuit du 26 au 27 janvier, les indications manquent à partir de cette date* » tandis qu'à partir du mois de février jusqu'en août 1896, les tableaux affichent la mention suivante : « *Les indications du pluviographe manquent, l'instrument n'ayant pas fonctionné* ». Nous allons vivre, un siècle plus tard, la répétition de cette aventure. Curieusement, Walravens (1909) ne parle plus de son propre pluviomètre dans un article où il décrit un hyétographe construit par Halliwell et commercialisé par la maison Negretti et Zambra de Londres.

À partir du mois de septembre 1896, on a fait usage d'un pluviographe Hottinger (Annales de l'ORB, 1902, p. 252). L'instrument est logé dans une caisse protectrice surmontée

d'un collecteur cylindrique. L'eau tombant dans ce récipient s'écoule dans une augette suspendue au haut d'une tige verticale, attachée elle-même, vers le bas, aux extrémités inférieures de trois ressorts. Lorsqu'il pleut, le poids de l'eau amenée dans l'augette fait descendre la tige d'une certaine quantité, en allongeant les ressorts. Lorsque la tige arrive au bas de sa course, l'augette bascule et se vide ; la tige et l'augette ainsi délestées remontent brusquement à leur point de départ. Une plume inscrit continuellement la position de la tige sur un papier gradué, enroulé autour d'un cylindre faisant un tour en vingt-quatre heures. Maurer (1884a, b) donne une description accompagnée d'une planche de l'instrument fabriqué à Zurich. Curieusement, le pluviographe Hottinger n'est pas mentionné par Middleton dans son livre, qui fait néanmoins autorité, sur les instruments météorologiques. Des pluviographes de Hottinger furent mis en service dans d'autres instituts météorologiques comme, par exemple, à Cracovie en Pologne vers 1886 (Twardosz, 1997). À l'Institut Royal Météorologique de Belgique, le pluviographe de Hottinger continua à fonctionner en parallèle avec le pluviographe de Hellmann-Fuess jusque dans les années 1920. Les pluviogrammes se sont conservés en grande partie et se sont révélés très précieux comme doublets quand les pluviogrammes du pluviographe Hellmann-Fuess faisaient défaut.

Il fut constaté à l'ORB qu'un grand nombre de pluies très faibles ne laissent aucune trace dans le pluviographe. Pour enregistrer l'heure de leur chute et leur durée, on se sert d'un pluvioscope du type de Hervé Mangon (1821-1888). L'appareil, construit par Henri Walravens, se compose d'un mouvement d'horlogerie entraînant un disque métallique de 40 cm de diamètre, sur lequel est fixé une feuille de papier de même dimension, préalablement plongée dans une solution de sulfate de fer et, après dessiccation, enduite de noix de galle en poudre. Le tout se trouve abrité dans une boîte dont le couvercle est pourvu d'une fente de 54 mm de longueur sur 3 mm de largeur, sous laquelle passent successivement, en vingt-quatre heures, les parties marginales du disque de papier. Les gouttes de pluie passant par la fente du couvercle tombent sur le papier, et laissent, après dessiccation, des taches d'encre plus ou moins espacées suivant l'intensité de la pluie (Mangon, 1860 ; Annales de l'ORB, 1902, p. 253 ; Poncelet, 1952 ; Dufour et Poncelet, 1954 ; Demarée, 1981). Le pluvioscope fonctionna à l'IRM, au Plateau d'Uccle, jusqu'au début de l'année 1983 quand il fut lamentablement sacrifié dans une grande opération de simplification et de nettoyage.

## II ■ LE PLUVIOGRAPHE HELLMANN-FUESS DU PLATEAU D'UCCLE

En février 1897, le professeur Gustav Hellmann (1854-1939), Directeur de l'Institut Royal de Prusse, lance un nouveau pluviographe (Hellmann, 1897). Ce pluviographe fut construit par le mécanicien R. Fuess (1838-1917) à Steglitz, près de Berlin, qui en devient le constructeur exclusif. Le pluviographe Hellmann-Fuess est un pluviographe à flotteur. La pluie, rassemblée dans un entonnoir, est amenée dans un cylindre. Dans ce cylindre se trouve un flotteur surmonté d'une tige guidée qui porte une plume. Toute montée du flotteur se traduit par une montée verticale de la plume devant le tambour de l'enregistreur. Il en résulte sur le graphique un trait d'autant plus proche de la verticale que la pluie est intense. Mais la plume ne monte pas indéfiniment.

Le fond du cylindre communique avec un tube recourbé vers le bas de telle façon que l'eau y monte en même temps que dans le cylindre. Lorsque l'eau atteint la partie horizontale du coude, elle commence brusquement à s'écouler et, par le principe du siphon, le réservoir se vide en même temps ; le flotteur redescend et la plume revient à zéro. La vidange a lieu tous les 10 mm d'eau tombée. En raison d'une hauteur de construction plus importante, le pluviographe Hellmann-Fuess ne donne pas la quantité d'eau observée au pluviomètre (entre autres aussi à cause des pertes durant le siphonnage), mais est déficitaire de 5 à 10 %. Il en résulte que les quantités observées au pluviographe doivent être réduites aux observations du pluviomètre généralement installé à ses côtés.

Hellmann (1897) mentionne que le prix de son pluviographe et de ses accessoires est de 150 DM ; les pluviogrammes coûtent 5 DM pour 100 pièces. L'auteur se fait fort de préciser que le pluviographe concurrent de Hottinger ne coûte pas moins que 217,6 DM. La brochure publicitaire qui recommande le produit est conservée à la bibliothèque de l'Observatoire. En marge de la page de titre se trouve l'annotation suivante écrite à la main : « Fonctionne à l'obs. D'Uccle depuis mai 1898 ». Les Annales de l'ORB (1904, p. 252) mentionnent qu'au mois de mai 1898, un pluviographe de Hellmann-Fuess fut installé à côté du pluviographe de Hottinger. En cas de désaccord entre les données fournies par les deux instruments, on a utilisé, pour la confection des tableaux, celles qui paraissent les plus exactes (quoique cela ne veuille rien dire !).

Depuis le mois de mai 1898, un pluviographe de Hellmann-Fuess fonctionne de manière permanente. Une interruption brève a eu lieu au mois de mai 1940 lors de l'invasion des troupes allemandes, quand le personnel de l'IRM reçut l'ordre de se retirer avec les troupes alliées vers Dunkerque. Il a fait très beau et la distribution temporelle des rares précipitations a pu être reconstruite sur base des cotes pluviométriques des stations climatologiques en région bruxelloise. Dans la nuit du mardi 7 au mercredi 8 juin 1994, le pluviographe de l'époque fut dérobé dans le parc climatologique du Plateau d'Uccle et alla probablement rejoindre la collection privée d'un amateur d'instruments météorologiques. Celui-là croyait à tort avoir affaire à un instrument centenaire. Néanmoins, l'IRM est toujours en quête de son instrument malgré la diffusion, à cette époque, d'un avis de recherche (Gesquiere, 1994 ; La Dernière Heure, 1994). Immédiatement, un nouvel appareil semblable fut commandé chez Wintgens à Eupen et fut installé sans délai dans le parc climatologique.

Un pluviographe Hellmann-Fuess se trouve depuis plus de cent ans sur le Plateau d'Uccle. En quoi est-ce si remarquable (Demarée, 1997 ; Van Balberghe, 1998 ; Demarée *et al.*, 1998) ? Qu'un instrument identique ait fonctionné sur le même site est certainement exceptionnel mais ce qui rend le fait absolument extraordinaire est que nous ayons réussi l'élaboration d'une série unique dans le monde entier ! La série temporelle des quantités des précipitations à haute résolution temporelle devrait refléter des aspects du climat pluviométrique à l'échelle décadaire et centenaire du site du Plateau d'Uccle. Il ne faudrait pas perdre de vue que le site du Plateau a connu des aménagements importants et que l'agglomération bruxelloise, elle aussi, a subi les effets d'une urbanisation sans cesse croissante. En effet, à la fin du dix-

neuvième siècle, le Plateau d'Uccle était une plaine rase. Actuellement, le site s'est urbanisé et on note la présence de bâtiments en altitude. Cette urbanisation a probablement induit une hausse de la température qui, à son tour, a influencé les processus des précipitations. De plus, la pollution atmosphérique engendrée par la présence d'aérosols d'origine industrielle ou naturelle (entre autres des éruptions volcaniques) influence probablement aussi ces processus (Tempels et Joukoff, 1995).

La production de la série centenaire des quantités de dix en dix minutes en provenance du pluviographe Hellmann-Fuess du Plateau ouvre de très grandes perspectives de recherches tant fondamentales (Schmitt, 1998) qu'appliquées. Cette banque de données a déjà permis un grand pas en avant dans le dimensionnement des réseaux d'égouts.

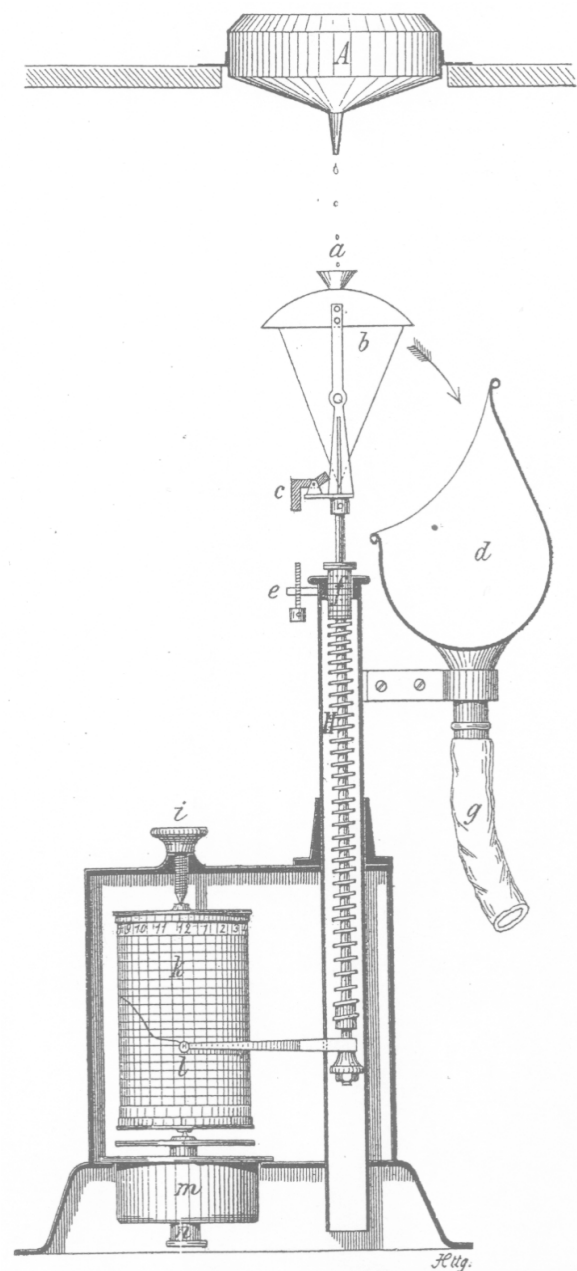


Figure 1.

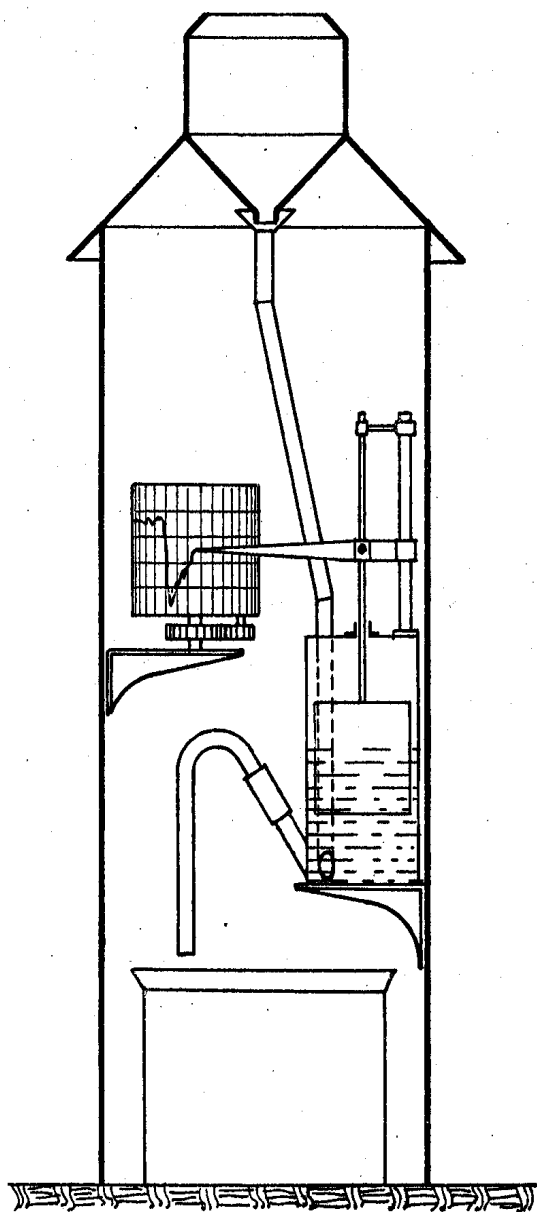


Figure 2 : Schéma de fonctionnement du pluviographe Hellmann-Fuess d'après Dufour et Poncelet (1954).

### III ■ LA DIGITALISATION DES DIAGRAMMES DU PLUVIOGRAPHE HELLMANN-FUESS

Heureusement, les archives de l'Institut Royal Météorologique de Belgique conservaient la quasi-totalité des pluviogrammes du pluviographe Hellmann-Fuess. Nous avons déjà mentionné la présence d'un pluviographe Hottinger dans le parc climatologique. Depuis la réorganisation d'après-guerre de la Section de Climatologie générale en 1951, un pluviographe à siphon Richard fonctionna de pair avec le pluviographe Hellmann-Fuess (Poncelet, 1952 ; Dufour et Poncelet, 1954). Ce dernier instrument disparut dans les mêmes tristes conditions que le pluvioscope.

Les cotes pluviométriques journalières observées par les pluviomètres standard du parc climatologique ont joué un rôle important. Comme déjà dit ci-dessus, la cote pluviométrique journalière a servi à réduire les quantités de pluie en

provenance du pluviographe maintes fois déficitaire. Ainsi, pour la période la plus éloignée, quand aussi bien les pluviogrammes du pluviographe de Hellmann-Fuess que ceux du pluviographe Hottinger faisaient défaut, l'information synoptique et climatologique consignée dans les livrets des observateurs permettait de reconstituer les précipitations avec une grande précision. Dans les années 1930 et 1950, l'utilisation adéquate de pluviogrammes en provenance d'autres stations du réseau climatologique belge — les diagrammes étaient conservés dans les archives climatologiques de l'IRM — consistait à sélectionner une pluie d'averse similaire dans une station proche et à la moduler en s'en référant à la cote pluviométrique journalière de la station d'Uccle.

La digitalisation des diagrammes se fait à l'aide d'une machine spécialement conçue pour l'IRM par la firme Macq @ de Bruxelles. Au fil des ans, cet appareil fut adapté aux nouvelles exigences informatiques du traitement des données et est actuellement relié à l'aide d'un PC et du réseau LAN aux ordinateurs du Centre de Calcul de l'IRM. Des tests ont révélé que la digitalisation à l'aide de la machine Macq est plus ergonomique et plus rapide qu'avec des systèmes modernes.

La digitalisation des diagrammes anciens a été réalisée dans le cadre du projet « Overstorten (Déversements) » financé par le Ministère de la Communauté Flamande (Coordinateur du projet : Prof. Dr. Jean Berlamont, KULeuven). La digitalisation s'est effectuée sur base de 10 minutes temps horloge (= *clock-time data*), c'est-à-dire la quantité de pluie tombée entre 12h00 et 12h10, de 12h10 à 12h20, et ainsi de suite. Le résultat est exprimé en dixièmes de mm. Ce système présente le désavantage que les averses intenses peuvent se produire à cheval sur deux intervalles de dix minutes successifs ce qui signifie que l'intensité maximale n'est donc pas correctement représentée. Le même argument, mais de moins en moins fort, se retrouve pour des intervalles composés de plusieurs cases de dix minutes consécutives. D'un autre côté, il est possible de tenir compte de cette imperfection en calculant sur base de modèles statistiques perfectionnés le coefficient de Hershfield *H* qui représente la proportion des quantités de pluie en durées « vraies » par rapport aux quantités de pluie en intervalles de même longueur mais comptées en temps horloge.

### IV ■ LES DONNÉES DU PLUVIOGRAPHE HELLMANN-FUESS ET APPLICATIONS

La digitalisation des pluviogrammes du pluviographe Hellmann-Fuess a produit un fichier de 100 années X 365,25 jours X 24 heures X 6 cases de dix minutes = 5 1/4 millions de données. Malgré le fait que la plupart d'entre nous s'imaginent facilement que nous avons affaire à un climat maritime éternellement pluvieux, le fichier consiste en pas moins de 94% de zéros. Cela veut dire que dans l'immense majorité des cases de 10 minutes, une pluie mesurable, c'est-à-dire un dixième de mm, ne fut pas observée. Néanmoins, ce sont les pluies très intenses de courte durée (à partir de la demi-heure jusqu'à plusieurs heures) et les pluies de longue durée (un ou plusieurs jours jusqu'à la dizaine de jours selon la superficie du bassin hydrographique) qui peuvent donner lieu aux inondations bien connues de nos régions. Ce sont très précisément les valeurs fortes des intensités et de leur succession dans la série temporelle des quantités des précipi-

tations qui sont étudiées en détail par les mathématiciens, les statisticiens et les ingénieurs. Ceux-ci utilisent la théorie des distributions des valeurs extrêmes et des techniques connexes. Les données du pluviographe du Plateau d'Uccle ont déjà donné lieu à de nombreuses publications (voir par exemple : Sneyers, 1961 ; Sneyers et Van Isacker, 1972 ; Sneyers, 1977 ; Demarée, 1985, 1989, 1990 ; Demarée et Sneyers, 1986 ; Buishand et Demarée, 1990 ; Vaes *et al.*, 1994 ; Vaes *et al.*, 1997 ; Willems, 2000 ; Delbeke, 2001 ; Vaes *et al.*, 2002 ; Gellens, 2002).

En moyenne, il pleut 5,99 % du temps dans la période de référence 1934-1997. Les cases de 10 minutes où la quantité de pluie égale ou excède 5,0 mm ne représentent que 0,006 % du temps. Néanmoins, c'est cette infime petite fraction du temps qui contient les risques d'inondation. La durée de pluie, exprimée en cases de 10 minutes pluvieuses, varie d'un côté entre des valeurs basses de 3,83 % et de 4,21 % du temps pour les années déficitaires en pluie — 1953 et 1949 — avec des totaux annuels de 555,7 mm et de 522,3 mm et d'un autre côté les valeurs élevées de 7,56 % et de 7,85 % du temps pour les années pluvieuses — 1965 et 1966 — qui totalisent 1073,9 mm et 1055,6 mm. On en déduit, en première approximation, qu'au cours des années pluvieuses, il pleut deux fois plus longtemps que pendant les années déficitaires.

Comment se présente la queue de la distribution des quantités de pluie en dix minutes à Uccle ? A cette fin, on regarde la fréquence des quantités égales ou plus grandes que 40 dixièmes de mm. La valeur maximale enregistrée à Uccle au cours de la période de référence 1898-2000 était de

196 (0,1 mm) et se rapporte au 10 septembre 1902, entre 17h10 et 17h20.

*Tableau 1. Fréquence des cases de 10 minutes de pluies intenses au cours de la période de référence 1898-2000, enregistrées par le pluviographe Hellmann-Fuess du Plateau d'Uccle. La ligne supérieure représente les intervalles de 40 jusqu'à 49 (0,1 mm), et ainsi de suite. La ligne inférieure représente le nombre de cases de 10 minutes avec une quantité de pluie comprise dans l'intervalle.*

int	40	50	60	70	80	90	100	110
nombre	219	120	72	51	23	24	9	8

int	120	130	140	150	160	170	180	190
nombre	6	4	4	2	1	0	0	1

La figure 3 représente le graphique Quantile-Quantile exponentiel (QQ-plot) (ronds) et le modèle exponentiel ajusté (courbe continue) de toutes les valeurs des cases de 10 minutes supérieures à 40 (0,1 mm) observées lors de la période 1898-2000. Le coefficient de corrélation égal à 0,9981 (ce qui est très proche de 1) suggère un bon ajustement global du modèle exponentiel aux données expérimentales (Beirlant *et al.*, 1996).

Entre 1998 et 2000, dans le cadre d'un projet financé par la Section Water du Département AMINAL du Ministère de la Communauté Flamande, la série temporelle plus que cente-

QQ plot exponentiel et modèle exponentiel ajusté

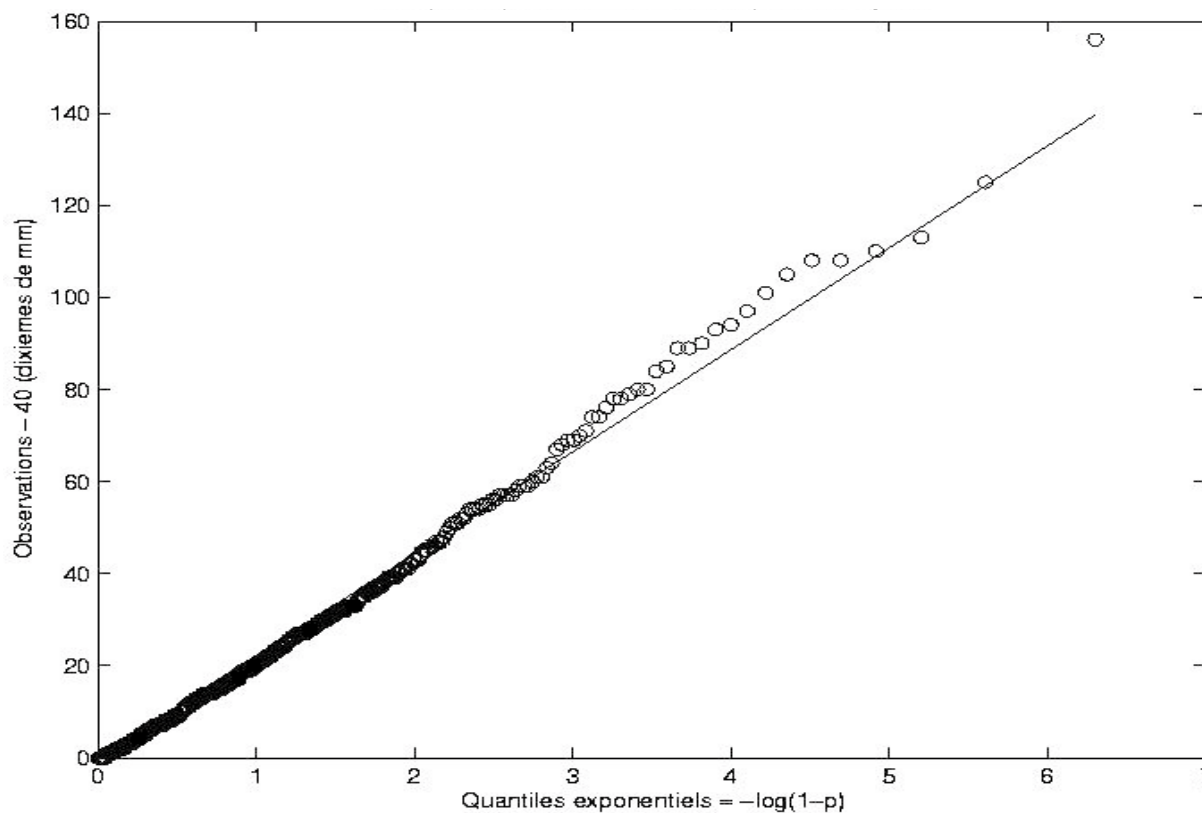
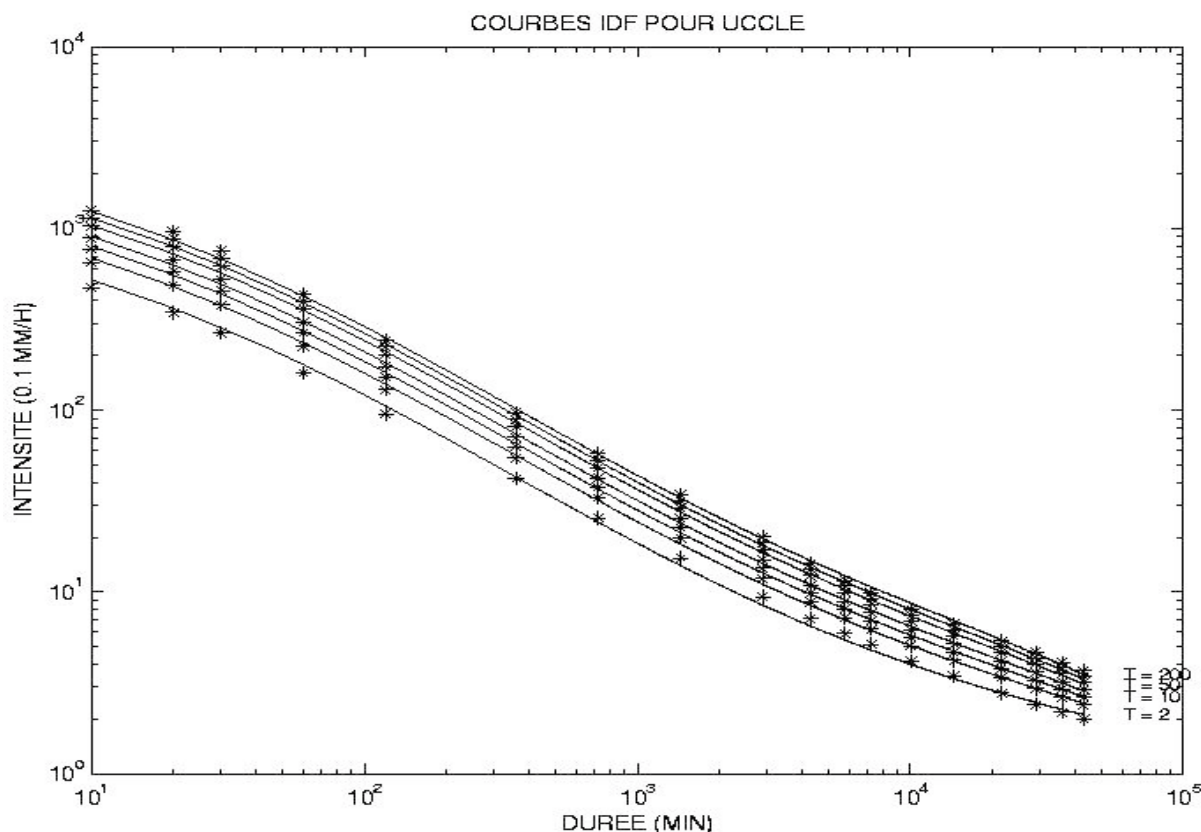


Figure 3 : Graphique QQ exponentiel (ronds) des valeurs des cases de 10 minutes de pluies supérieures à 40 (0,1 mm) et le modèle exponentiel ajusté (courbe continue) dans la série temporelle de 1898-2000. (Courtesy : Bernard Mohyont).



**Figure 4 : Courbe Intensité-Durée-Fréquence (IDF) des précipitations pour la station d'Uccle basée sur la période de référence 1898-2000 (Courtesy : Bernard Mohymont).**

naire des précipitations de 10 en 10 minutes du pluviographe du Plateau d'Uccle a servi à établir des nouvelles courbes d'Intensité-Durée-Fréquence (IDF) des précipitations (Delbeke, 2001). Plusieurs nouveautés scientifiques ont été introduites dans cette étude : (1) les courbes IDF sont représentées par une seule formule fermée comportant deux parties : une première partie qui représente les aspects dits physiques du phénomène ; une deuxième partie qui représente la dépendance en T, le temps de retour ; (2) la formule choisie permet une représentation des courbes IDF pour des durées ou temps d'agrégation allant de 10 minutes à une dizaine de jours ; (3) adéquation de la représentation des aspects physiques gouvernant les phénomènes sous-jacents, donc une borne supérieure des intensités pour des durées tendant vers zéro et des valeurs très petites pour des durées tendant vers des grandes valeurs de la durée ; (4) cette formule fut validée non seulement pour les données de la station d'Uccle mais aussi pour les données en provenance des stations pluviométriques de la Région Flamande ; (5) la formule fut trouvée adéquate tant pour les approches dites « maxima annuels » que pour « Peak-Over-Threshold (POT) ».

Dans le cadre d'un projet en cours financé par les Services fédéraux des affaires Scientifiques, Techniques et Culturelles (SSTC) et qui vise, à l'échelle du pays, à quantifier les quantités de précipitations qui, pour des durées différentes, pouvaient représenter un risque d'inondation. Une nouvelle formulation des courbes IDF est proposée. Celle-ci représente une gamme très large pour les durées allant de 10 minutes à 30 jours. La formulation tient encore plus explicitement compte des aspects physiques (valeurs asymptotiques pour la durée  $d$  tendant vers 0 et vers l'infini). Dans la formulation retenue les paramètres

du modèle ont une dimension physique et sont donc indépendantes d'un changement d'échelle. La *figure 4* représente les courbes IDF des précipitations pour la station d'Uccle, période de référence 1898-2000, obtenues avec la nouvelle formulation. (Mohymont, communication personnelle)

## REMERCIEMENTS

L'auteur remercie Madame Béatrice Libioule, Secrétaire au Département de Recherche météorologique et Développement à l'IRM, pour les soins très précieux qu'elle a apportés au texte. Les collègues de la Section ex-Hydrologie sont remerciés pour l'enthousiasme qu'ils ont manifesté pendant de longues années, ce qui a permis l'élaboration de cette série temporelle si unique.

L'auteur remercie chaleureusement l'ir. Bernard Mohymont (IRM) pour son aide précieuse dans le traitement des données, les calculs et les graphiques concernant la série centenaire d'Uccle.

Ce texte s'est inspiré de la contribution que l'auteur a faite à l'occasion du Colloque International OH<sub>2</sub> « Origines et Histoire de l'Hydrologie » qui a été organisé par le regretté Jean-Pierre Carbonnel à Dijon en mai 2001.

## RÉFÉRENCES

- ALEXANDRE P. et DENOYELLE J. (Editeurs) (1996). — Bicentenaire de la naissance d'Adolphe Quetelet 1796-1874 Fondateur de l'Observatoire de Bruxelles. Bulletin Astronomique, Observatoire Royal de Belgique, Vol. XI, NE 1, 113 p.

- Annales de l'Observatoire Royal de Bruxelles (1885). — Deuxième série. Annales Météorologiques, Tome II. Bruxelles, Hayez, Imprimeur de l'Académie Royale.
- Annales de l'Observatoire Royal de Belgique (1901). — Nouvelle série. Annales Météorologiques, Tome VIII (1892-1893). Bruxelles, Hayez, Imprimeur de l'Académie Royale.
- Annales de l'Observatoire Royal de Belgique (1902). — Nouvelle série. Annales Météorologiques, Tome XIII (1896-1897). Bruxelles, Hayez, Imprimeur de l'Académie Royale.
- Annales de l'Observatoire Royal de Belgique (1904). — Nouvelle série. Annales Météorologiques, Tome XIV (1898-1899). Bruxelles, Hayez, Imprimeur de l'Académie Royale.
- Anonymous (1881a). — Exposition internationale d'électricité, Paris 1881. Catalogue général officiel, Commissariat général. France, Ministère des Postes et des Télégraphes. Paris, A. Lahure, Imprimeur-Editeur, 199 p.
- Anonymous (1881b). — L'Exposition d'Electricité. Météorographe universel de MM. Van Rysselberghe et Schubart. La Nature, Revue des Sciences. Neuvième Année, p. 358-363.
- Anonymous (1899). — Pluviomètre enregistreur (Oesterreichischen. Landwirthschaftlichen. Wochenblatt). Annales des Travaux Publics de Belgique. Fascicule de février 1899, p. 1150-1151.
- BEIRLANT J., TEUGELS J.L. and VYNCKIER P. (1996). — Practical Analysis of Extreme Values. Leuven University Press, 137 p., A.33.
- BUISSHAND T.A. and DEMARÉE G.R. (1990). — Estimation of the annual maximum distribution from samples of maxima in separate seasons. Journal of Stochastic Hydrology and Hydraulics, 4, p. 89-103.
- DELBEKE L. (2001). — Extreme Neerslag in Vlaanderen. Nieuwe IDF-curven gebaseerd op langdurige meetreeksen van neerslag. Brussel, Ministerie van de Vlaamse Gemeenschap, Afdeling Water, Deel 1. Volgens de methode van de jaarlijkse maxima, 156 p.; Deel 2. Volgens de Peak-Over-Threshold methode, 123 p.
- DEMARÉE G. (1981). — Het pluviometrische meetnet van het Koninklijk Meteorologisch Instituut van België. Water, Tijdschrift over de waterproblematiek, nr. 1, 19-23.
- DEMARÉE G. (1985). — Intensity-duration-frequency relationship of point precipitation at Uccle. Reference Period 1934-1983. Publicaties K.M.I., Reeks A, nr. 116, 52 p.
- DEMARÉE G. (1989). — Intensiteit van de neerslag en de theorie van de extreme waarden verdeling. In : « Hydrologie urbaine », Journée d'étude, Bruxelles, 28 février 1989, 10 p.
- DEMARÉE G.R. (1990). — Klimatologische en hydrologische aspecten van de intensiteit van de neerslag te Ukkel en de theorie van de extreme waarden verdelingen. Thèse de doctorat non publiée, Faculté des Sciences, Vrije Universiteit Brussel, Bruxelles.
- DEMARÉE G. (1997). — Het KMI in het Guinness Book of Records. Un record mondial à l'IRM ? kmi-news / irm-news, 1997-1.
- DEMARÉE G., DE CORTE M., DERASSE S., DEVORST M. and TRAPENARD Ch. (1998). — Een kranige honderdjarige : de Hellmann-Fuess pluviograaf van het Koninklijk Meteorologisch Instituut te Ukkel. Water, nr. 100, p. 145-148.
- DEMARÉE G. et SNEYERS R. (1986). — The intensity-duration-frequency curves of the annual maximum rainfall at Uccle (Brussels). In : K. Cihak (Ed.) "Proceedings of the Third International Conference on Statistical Climatology", Vienna, 23-27 June 1986, p. 163-168.
- DUFOUR L. (1939). — Un précurseur de la météorologie dynamique : François Van Rysselberghe (1846-1893). Ciel et Terre, 55, p. 459-473.
- DUFOUR L. (1950). — Esquisse d'une histoire de la météorologie en Belgique. Institut Royal Météorologique de Belgique. Miscellanées, Fascicule XL, 55 p.
- DUFOUR L. et VAN RYSSSELBERGHE F. (1958). — Biographie nationale. Supplément Tome II, Bruxelles, c. 753-758.
- DUFOUR L. et PONCELET L. (1954). — Observations et instruments météorologiques. Extrait de « L'Institut Royal Météorologique de Belgique », Chapitre I, p. 7-34.
- GARIEL C.M. (1881). — Le météorographe universel de MM. Van Rysselberghe et Schubart. L'Electricien, Paris, N° 11, p. 497-513.
- GELLENS Daniel (2002). — Combining regional approach and data extension procedure for assessing GEV distribution of extreme precipitation in Belgium. Journal of Hydrology, 268, p. 113-126.
- GERHARDT (1890). — Die selbstzeichnenden Regenmesser und ihre Benutzung zur Statistik der starken Niederschläge, insbesondere für Berlin von 1884 bis 1889. Zeitschrift für Bauwesen, Berlin, p. 503-514 & Jahrgang XXXX, Bl. 73.
- GERHARDT (1901). — Regenschreiber von Hellmann und Fuess. Centralblatt der Bauverwaltung, Berlin, No. 15, p. 92-93.
- GESQUIERE M. (1994). — KMI op zoek naar pluviograaf. Persbericht, 9 juni 1994, 1 p. - IRM à la recherche d'un pluviographe. Communication de Presse, 9 juin 1994, 1 p.
- GRADENWITZ A. (1903). — Das Lancetta'sche Pluviometer. Ein neuer Registrierapparat für Dauer und Unterbrechung von Regenfällen. Mechaniker, XI, XI, p. 62-63.
- HELLMANN G. (1897). — Ein neuer, registrierender Regenmesser von G. Hellmann. Meteorologische Zeitschrift, 2, p. 41-44.
- HELLMANN G. (1920). — Beiträge zur Erfindungsgeschichte meteorologischer Instrumente, Abhandlungen preußischer Akademie Wissenschaften, physik-mathematische Klasse, nr. 1.
- La Dernière Heure (1994). — Uccle : on a volé un appareil de l'IRM. juin 1994.
- MANGON H. (1860). — Note sur un nouveau pluvioscope. Comptes Rendus hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences. Tome 51, Paris, p. 936-938.
- MARVIN C.F. (1888). — Self-Recording Rain-Gauge. Science, Vol. XI, p. 97-98.
- MAURER (1884a). — Selbstregistrierender Pluviometer aus der mechanischen Werkstätte von Hottinger & Cie. in Zürich. Von Dr. Maurer in Zürich. Schweizerische Baustellung. Wochenschrift für Bau-, Verkehrs- und Maschinentechnik. Herausgegeben von A. Waldner, III. Band. Zürich, p. 15-17.
- MAURER (1884b). — Selbstregistrierender Regenmesser aus der mechanischen Werkstätte von Hottinger & Cie. in Zürich. Zeitschrift der Österreichischen Gesellschaft für Meteorologie, XIX Band, p. 179-181.
- MIDDLETON W.E. KNOWLES (1969). — Invention of the Meteorological Instruments. The John Hopkins Press, Baltimore, 362 p.
- POLLACK V. (1894). — Regenmesser mit directer Ablesung von Niederschlagshöhen. Zeitschrift des Österreichischen Ingenieur- und Architekten-Vereines, Nr. 3, p. 39-40.
- PONCELET L. (1952). — La nouvelle installation pluviométrique de l'Institut Royal Météorologique de Belgique. Association Internationale d'Hydrologie Scientifique - Assemblée Générale de Bruxelles 1951 — Extrait du Tome III. Louvain, Imprimerie Ceuterick, p. 52-58.
- Sg. (1897). — Ein neuer registrierender Regenmesser. Zeitschrift für Instrumentenkunde, Siebzehnter Jahrgang, p. 284.
- SCHMITT F. (1998). — Multifractal regimes of a long rainfall time series : application to downscaling and predictability. Abs-

- tracts. Sixth International Conference on Precipitation : Predictability of Rainfall at the Various Scales, Mauna Lani Bay, Hawaii, June 29-July 1, 1998, p. 6-19.
- SNEYERS R. (1961). — On a special distribution of maximum values. Contributions nE 65, IRM, Bruxelles - Monthly Weather Review (1960), p. 66-69.
- SNEYERS R. (1977). — L'intensité maximale des précipitations en Belgique. IRM, Publications Série B, No. 86, Bruxelles, 15 p.
- SNEYERS R. et VAN ISACKER J. (1972). — Sur l'ajustement de la loi de répétition de Fisher-Tippett du type I au moyen des estimateurs de Kimball. Revue belge de Statistique, d'Informatique et de Recherche opérationnelle, 12, 1, p. 36-43.
- TEMPELS J. et JOUKOFF A. (1995). — Le trouble atmosphérique et l'activité volcanique. Nouvelles de la Science et des Technologies, Vol. 13, NE 2/3/4, p. 89-93.
- TWARDOSZ R. (1997). — Pomiar opadów atmosferycznych na Stacji Meteorologicznej w Krakowie. In : Janiny Trepinska (Ed.) Fluctuations of Climate in Cracow (1792-1995). Instytutu Geografii Uniwersytetu Jagiellońskiego, Cracow, p. 51-58 (in Polish).
- VAES G., WILLEMS P. & BERLAMONT J. (1994). — Een kritische kijk op de IDF-relaties. Water, 79, p. 229-236.
- VAES G., BERLAMONT J., VERHOEST N., TROCH P., DE TROCH F. (1997). — Synthetische neerslag voor riolemissieberekeningen. Water, 93, p. 41-46.
- VAES, G. WILLEMS P. & BERLAMONT J. (2001). — 100 years of Belgian rainfall : are there trends ? Water Science and Technology, 45(2), p. 55-61.
- VAN BALBERGHE L. (1998). — KMI-regenreeksen als basis dimensioneren overstorten en riolen. Rioleringssector. Onafhankelijk vakblad voor de rioleringssector. Jaargang 1, april 1998, p. 33-34.
- WALRAVENS H. (1909). — Le hyétographe. Ciel et Terre, 30, p. 433-440.
- VAN TRICHT VICTOR, S.J. (1882). — Les enregistreurs en météorologie. Description d'un nouveau météorographe électrique. Annales de la Société Scientifique de Bruxelles, 6<sup>e</sup> Année, p. 153-227.
- WILLEMS P. (2000). — Compound intensity/duration/frequency-relationships of extreme precipitation for two seasons and two storm types. Journal of Hydrology, 233, p. 189-205.