

Variabilité de la répartition spatiale des précipitations sur l'agglomération de Liège

Analyse de quelques cas (1)

par M. ERPICUM

Chercheur-doctorant à la Fondation Universitaire luxembourgeoise
à Arlon

Résumé. — L'analyse du contexte climatique et de la répartition spatiale des lames d'eau précipitées lors de courtes périodes pluvieuses nous a permis de mettre en évidence, pour l'agglomération liégeoise, les facteurs influençant la répartition des précipitations. Parmi ceux-ci, les îlots de chaleur urbains ou industriels ont spécialement retenu notre attention.

Summary — The author analyzed the climatic context and the spatial distribution of precipitation in the Liège area during short spells of rain. He pointed out the factors which influence precipitation amounts, and particularly the urban and industrial hot islands.

INTRODUCTION

Aucune cartographie statistique censée représenter la répartition normale mensuelle, saisonnière ou, à plus forte raison, annuelle des hydrométéores ne peut se targuer de donner une idée correcte de leur variation dans l'espace. L'explication et l'interprétation des répartitions des lames d'eau mensuelles saisonnières ou annuelles reposent sur l'intégration des répartitions de chaque précipitation ou période de précipitation alors que celles-ci sont très irrégulières.

S'il est bien connu que la répartition spatiale des lames d'eau précipitées varie très fortement d'une précipitation à une autre et même parfois de façon tout à fait contradictoire, trop rares sont alors les auteurs qui, à notre connaissance, se sont préoccupés, du moins pour nos régions, d'une analyse fine des précipitations prises séparément en les rattachant à leur contexte climatique propre.

(1) Cette étude fut effectuée dans le cadre d'un mémoire en Sciences géographiques. Nos plus vifs remerciements s'adressent à M. J. Alexandre, professeur associé, qui a dirigé notre travail.

M ERPICUM

Nous avons souvent eu l'occasion de remarquer que bruine, pluie continue, orage, averses de pluie, de neige ou de grêle se répartissent différemment dans l'espace (voir [1] (2)).

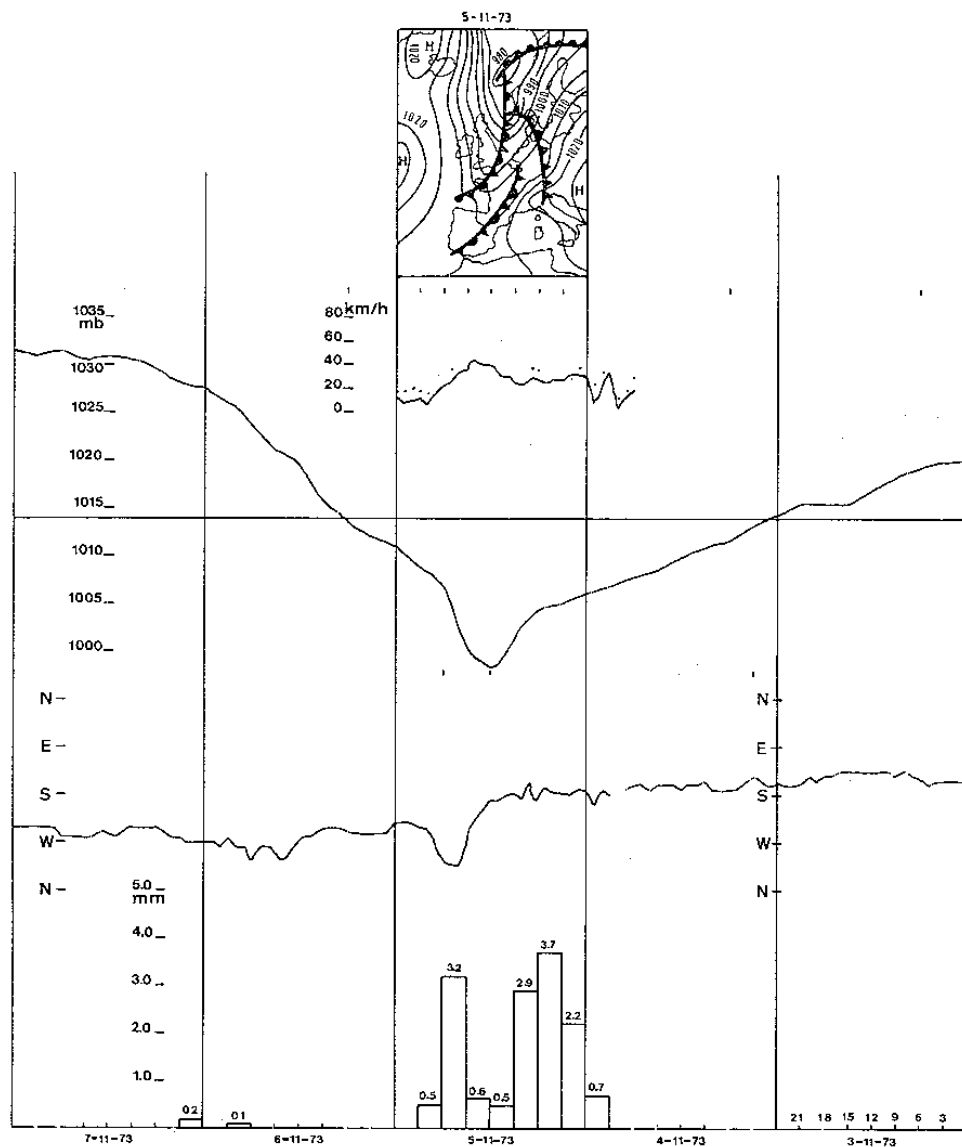


FIG. 1

La répartition spatiale des précipitations n'est pas uniquement fonction des paramètres physiques du milieu, mais elle est également fonction de

(2) Les chiffres entre crochets renvoient à la bibliographie *in fine*.

Nous nous proposons d'apporter quelques compléments à la connaissance des précipitations en milieu urbanisé et cela spécialement pour l'agglomération liégeoise

Il n'entre pas dans notre intention de rappeler les caractéristiques statistiques des précipitations sur l'agglomération liégeoise (voir [3] et [4]). Nous nous consacrerons uniquement à l'analyse fine de quelques courtes périodes de précipitations (3) ayant donné des distributions spatiales de lames d'eau assez différentes. Ensuite, nous passerons en revue les quelques facteurs du milieu qui contrôlent dans un sens comme dans l'autre la distribution des précipitations.

I — ANALYSE DE QUELQUES COURTES PÉRIODES DE PRÉCIPITATION

Le réseau de pluviomètres apparaît sur chaque carte de précipitations. En outre, pour permettre de déterminer les heures approximatives de début et de fin de précipitation et d'évaluer les intensités instantanées des précipitations sur la majeure partie du réseau étudié, nous avons installé un pluviographe de référence en Publémont, centre du réseau

A. — PÉRIODE PLUVIEUSE DU 5/11/1973 : AIR POLAIRE DE RETOUR (4)

1 *Contexte climatique* — C'est le thalweg dirigé vers le nord de la France (fig. 1) et issu du centre de la dépression située à l'ouest de la Scandinavie qui a influencé le temps sur la Belgique au cours de cette journée.

Jusqu'à 8 h 30 TU, le vent était de secteur sud à Bierset et l'agglomération liégeoise subissait les pluies accompagnant le front chaud. Après le passage du front chaud au niveau du sol, on ne constate plus aucune pluie jusqu'à 12 h; l'agglomération liégeoise est dans le secteur chaud. A 12 h TU, on note à la station de Bierset l'arrivée d'averses modérées à fortes accompagnant le front froid

De 12 h à 16 h TU, la direction du vent passe progressivement de sud au nord-ouest. De 16 h à 20 h, celle-ci passe du nord-ouest à l'ouest-sud-ouest pour rester dans ce secteur pendant plus d'une semaine. La vitesse moyenne du vent est restée constamment entre 20 et 40 km/h avec toutefois comme rafale maximale 80 km/h lors du passage du front froid entre 12 et 13 h TU.

(3) Nous avons traité les données après groupement des mesures effectuées lors de jours de pluie consécutifs pour obtenir ainsi des totaux par période de pluie; deux périodes de pluie différentes étant séparées par au moins un jour sec.

(4) Les cartes du temps que nous utilisons sont des réductions des cartes synoptiques quotidiennes dressées à 6 h TU par les prévisionnistes de l'Institut Royal Météorologique (voir [5])

PRÉCIPITATIONS SUR L'AGGLOMÉRATION DE LIÈGE

A Bierset, à 9 h TU la veille, l'observateur notait l'apparition de *cirrus* dans le ciel serein. Il s'agissait des premiers nuages annonçant l'arrivée du front chaud. A 15 h TU, le même jour, on remarquait l'apparition de nuages bas stratiformes et une pluie faible était enregistrée dans la soirée de 20 à 21 h TU.

Le 5/11/1973, de 1 h 45 à 8 h 30 TU, il tombe 8 mm d'eau sur le Publémont au centre du réseau. Ce sont des averses d'intensité instantanée variant entre 1 et 4 mm/h. Ces pluies sont provoquées par le passage du front chaud sur la région. De 8 h 30 à 12 h TU, la région est dans le secteur chaud; aucune précipitation n'est enregistrée par le pluviographe du Publémont, alors que la pression atmosphérique mesurée à Bierset et réduite au niveau de la mer descend de manière continue pour atteindre le minimum à 12 h TU (998 mb).

A partir de 12 h, la pression augmente rapidement; à 18 h TU, elle atteint déjà 1 004 mb. La pression continue, ensuite, à croître progressivement jusqu'au 7/11/1973, date à laquelle elle atteint 1 030 mb.

C'est donc le 5/11/1973 à 12 h, que le front froid atteint Bierset; la direction du vent change et les nuages cumuliformes bas apparaissent. Il recommence à pleuvoir. De 12 h à 17 h 20 TU, on enregistre environ 5 mm de pluie. Jusqu'à 15 h, il pleut finement de manière quasi continue, mais de 15 h à 15 h 10 TU une averse d'intensité instantanée égale à 10 mm/h est enregistrée par le pluviographe de Publémont. Cette averse est provoquée par le *cumulo-nimbus* dont la base est à 150 m du sol et qui est signalé à Bierset.

Cette situation résulte donc du passage d'une perturbation bien isolée dont nous avons pu décomposer ses effets propres.

2. *Analyse de la répartition spatiale de la lame d'eau précipitée* (fig 2). — Au niveau régional, il est tombé environ 16 mm de pluie, mais on constate qu'il existe deux minima et deux maxima. Il s'agit, semble-t-il, du résultat de l'influence des îlots de chaleur du milieu industriel sidérurgique de Tilleur, Ougrée et Seraing dans la vallée de la Meuse et du noyau urbain du centre-ville. Ces deux sources de calories provoquent une évaporation partielle des gouttes de pluie dans l'atmosphère proche du sol. Il est clair que leur influence est plus forte à proximité des points d'émission et qu'elle se dilue progressivement dans la direction où s'écoule le vent.

Pour cette période de pluie, lors des premières précipitations, le vent était de secteur sud et les influences des sources de chaleur se sont donc reportées vers le nord. Ceci semble donc pouvoir expliquer les lames d'eau minimales enregistrées en aval des points chauds. Il existe un effet général de vallée semblable à celui du *foehn* qui fait qu'il y a moins de précipitations dans le fond de la vallée, exception faite pour certains secteurs entre Huy et Liège.

M. ERPICUM

Le promontoire de Coïnte a enregistré des précipitations très peu influencées par les foyers de chaleur; la masse d'air arrivant de secteur sud provenait directement des milieux boisés et peu humanisés du Sart Tilman et contenait donc moins de calories qu'ailleurs sur l'agglomération.

Le minimum étalé du centre ville jusqu'au nord-est de Monsin s'explique par le couloir offert par la vallée de la Meuse pour canaliser le vent du secteur sud à sud-sud-ouest emportant avec lui les calories émises par le milieu très urbanisé que constitue la ville de Liège

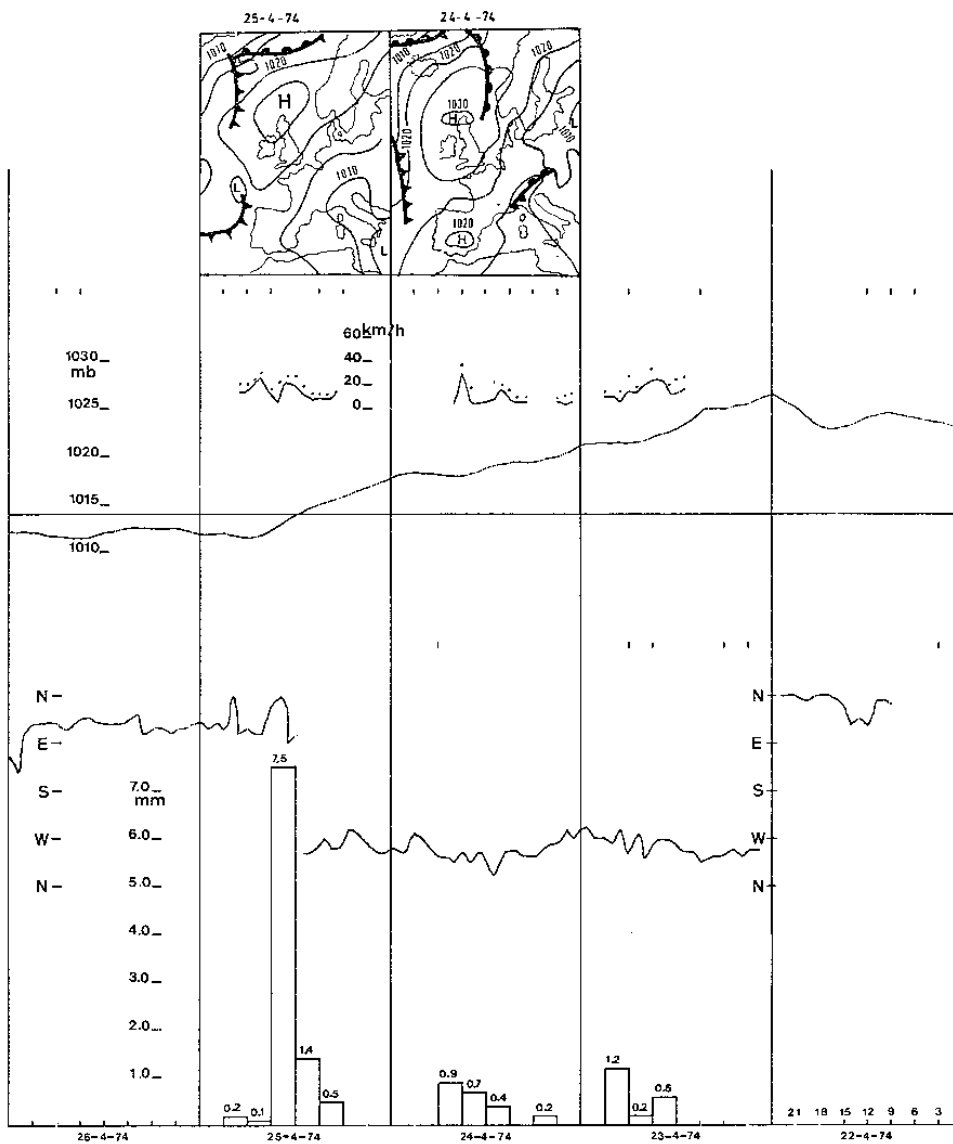


FIG. 3.

PRÉCIPITATIONS SUR L'AGGLOMÉRATION DE LIÈGE

Ce vent a ainsi pu favoriser la dissipation dans l'atmosphère proche du sol, d'une partie des précipitations issues des nuages *stratiformes* accompagnant le front chaud.

B — PÉRIODE PLUVIEUSE DU 23 AU 25 AVRIL 1974 : AIR FRAIS, POLAIRE INSTABLE

1. *Contexte climatique* (fig. 3). — Au cours de ces trois jours, c'est l'anticyclone centré sur les Iles Britanniques qui a surtout influencé notre temps. Le 23, il contribue à nous amener des courants maritimes frais. Le 24 et le 25, ce sont des courants polaires instables qu'il dirige sur notre pays.

Pendant toute cette période pluvieuse, le vent a été constamment de secteur nord-ouest jusqu'au 25/4 à 12 h TU, moment à partir duquel le vent s'est fixé au secteur nord-est. La vitesse moyenne du vent a été d'environ 20 km/h avec rafales à 40 km/h maximum. Le changement de direction du vent et le passage de la pression atmosphérique (réduite au niveau de la mer), en dessous de 1 014 mb à Bierset, ont été accompagnés de fortes averses. Le 25, de 11 h 20 à 13 h 30 TU, le pluviographe installé sur le Publémont a enregistré au total 8 mm de précipitation.

Le 23 de 16 h à 18 h 30 TU et le 25, de 7 h à 8 h 40 TU, on a enregistré sur le Publémont chaque fois environ 1,5 mm d'eau seulement. Les autres pluies, au nombre de cinq, ne participent chacune que pour moins de 0,5 mm d'eau. Elles interviennent faiblement dans la lame d'eau totale précipitée au cours de cette période.

2. *Analyse de la répartition spatiale de la lame d'eau précipitée* (fig. 4). — La répartition spatiale de la lame d'eau tombée lors de cette période de précipitation ne correspond pas du tout à la répartition annuelle. En effet, nous constatons la présence d'un maximum sur la Hesbaye au nord-ouest de Liège et d'un minimum sur le Pays de Herve.

Nous pensons que le maximum de précipitation enregistré au nord-ouest de la ville de Liège serait dû à l'arrêt prolongé d'une cellule convective dont les mouvements ascendants ont été alimentés en énergie par les flots de chaleur du centre urbain et de la zone sidérurgique de Seraing et Tilleur.

La quantité d'eau précipitable contenue dans la masse d'air a été quasi épuisée par les précipitations causées par le soulèvement provoqué par les deux foyers de chaleur, dont les effets se diluaient avec la distance. De ce fait, le Pays de Herve et probablement le Condroz ont pu être épargnés par les précipitations importantes. Les données pour le Condroz nous font malheureusement défaut.

C — PÉRIODE PLUVIEUSE DU 19/10/1973 AU 23/10/1973 : AIR MARIITIME INSTABLE

1. *Contexte climatique* (fig. 5). — Cette période a été influencée par le passage, sur le flanc nord de l'anticyclone centré sur le golfe de Gascogne,

M. ERPICUM

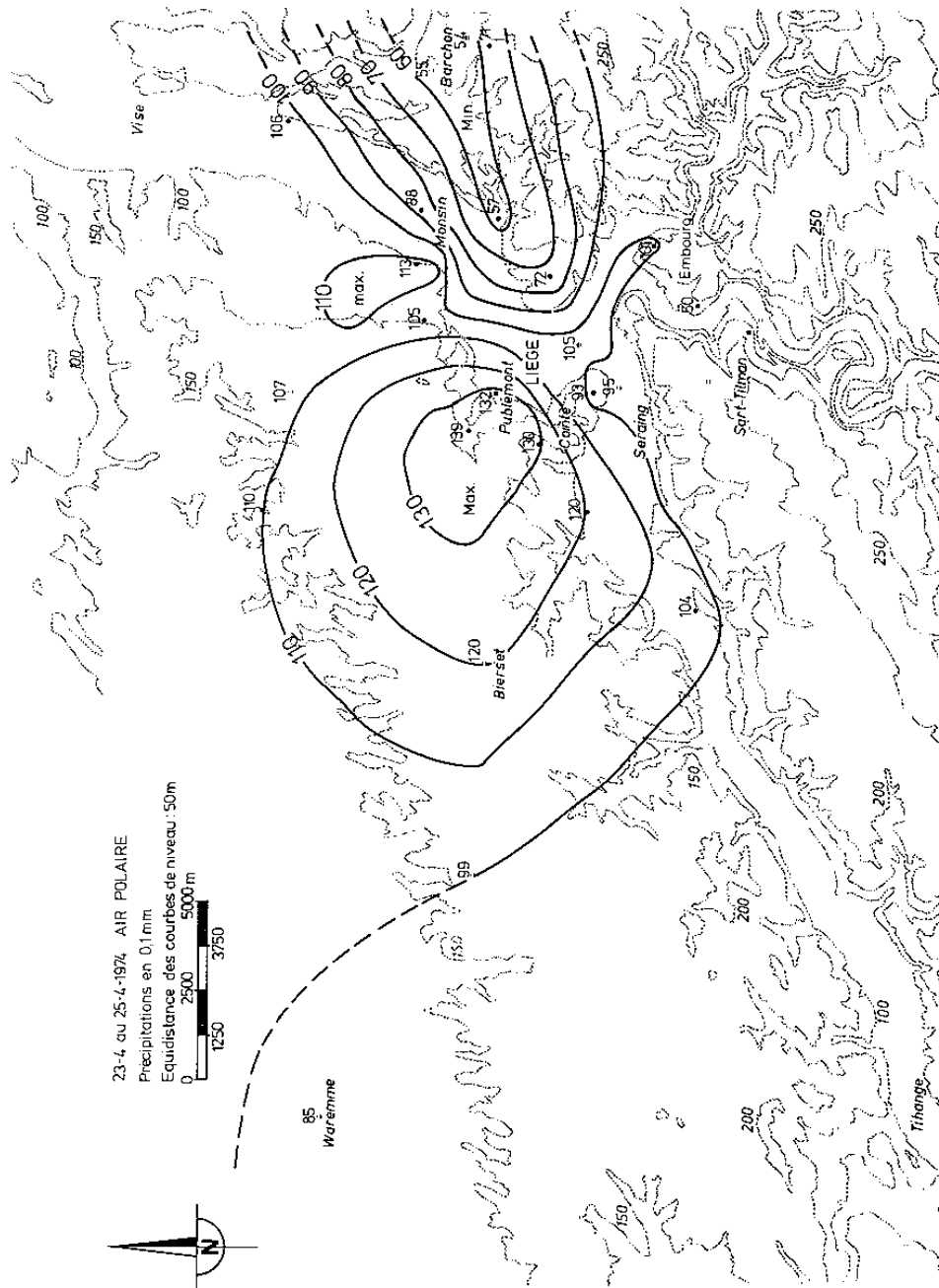


FIG. 4.

de trois zones pluvieuses du sud-ouest. Chacun des trois creux dans l'évolution au cours du temps de la pression atmosphérique au dessus de Bierset correspond au passage d'une zone de pluie. Les trois zones pluvieuses ont provoqué des minima de pressions atteignant respectivement 1 011 mb,

PRÉCIPITATIONS SUR L'AGGLOMÉRATION DE LIÈGE

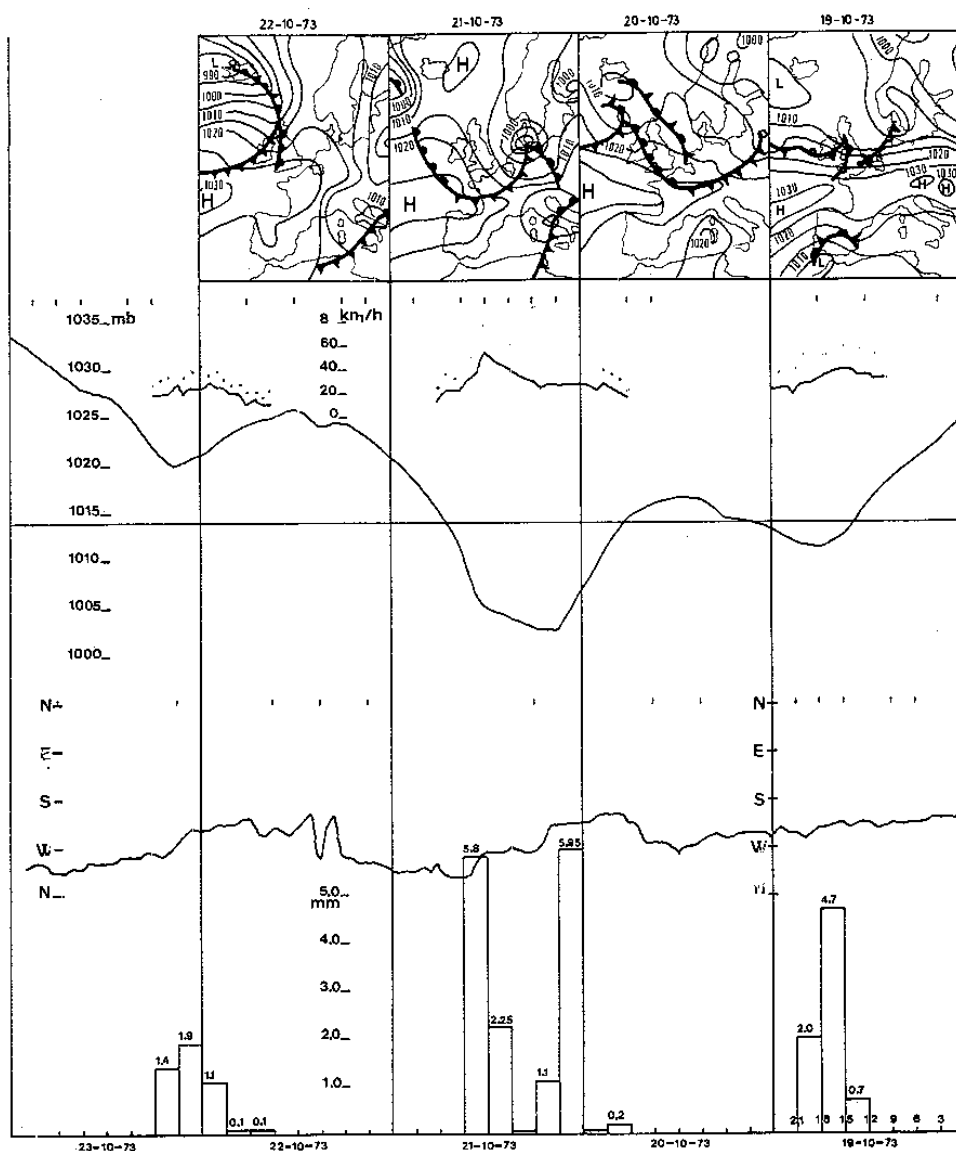


FIG. 5

1 004 mb et 1 020 mb Le pluviographe installé sur le Publémont a enregistré respectivement lors du passage de chacune de ces trois perturbations : 7,4 mm, 15,4 mm et 4,6 mm d'eau.

Le 19/10/1973, de 13 h à 20 h TU, on note une pluie continue d'intensité instantanée comprise entre 2 mm/h et 0,5 mm/h. Cette pluie a donné au total 7,4 mm.

M. ERPICUM

Le 21/10/1973, de 0 h à 14 h TU, on observe des précipitations continues :

- de 0 h à 3 h TU : 7,0 mm d'eau (intensité maximale égale à 5 mm/h);
- de 3 h à 9 h 30 TU : 0,2 mm d'eau; il s'agit d'une bruine;
- de 9 h 30 à 14 h TU : 8,0 mm d'eau; il s'agit d'une pluie modérée d'intensité maximale égale à 4 mm/h.

Le 22/10/1973 de 16 h 20 à 22 h TU, on note une pluie faible de 0,5 mm. De 22 h TU ce jour-là à 3 h TU le lendemain, plusieurs averses d'intensité variable donnent au total environ 4 mm d'eau sur le Publémont.

Cette situation résulte donc du passage successif de trois zones pluvieuses de sud-ouest ayant chacune des caractéristiques propres en relation avec leur contexte barométrique.

2. *Analyse de la répartition spatiale de la lame d'eau précipitée* (fig. 6). — Les averses de cette période pluvieuse ont provoqué des lames d'eau maximales sur le Pays de Herve situé face au vent du sud-ouest. Les lames d'eau recueillies sur la Hesbaye, à l'ouest de Bierset, ont été supérieures à 31 mm, tandis qu'à l'est de Bierset, les lames d'eau ont été inférieures à 30 mm. Les précipitations sur cette partie orientale de la Hesbaye liégeoise ont été influencées par les pôles industriels et urbains de l'agglomération liégeoise, dont les effets dissipateurs d'une partie de l'eau contenue dans l'atmosphère proche du sol se prolongent dans la direction dans laquelle s'écoule le vent.

Nous pensons que le maximum de précipitation enregistré sur le Pays de Herve serait dû au déclenchement de l'instabilité de l'air par le fait d'ascension forcée, provoquée par le relief, des masses d'air provenant de l'ouest et connaissant une instabilité convective latente

III — FACTEURS INFLUENÇANT LA RÉPARTITION DES PRÉCIPITATIONS

Pour chaque période de précipitations, il existe tout d'abord une répartition régionale qui ne dépend que de la structure des masses d'air importées. Cette structure ne dépend donc pas des conditions locales du milieu. D'autre part, elle est aléatoire et une moyenne calculée sur une période de temps suffisamment longue donnerait, pour l'ensemble des stations, des valeurs ponctuelles pratiquement semblables.

Toutefois, le milieu géographique influence assez fortement la distribution spatiale des lames d'eau de chaque période de précipitations

1. L'effet qui se répercute dans presque tous les cas est celui qui est dû à la présence d'un *îlot de chaleur*. Une forte évaporation des gouttes de pluie dans les couches d'air les plus basses a pu être observée à partir de l'étude comparative des précipitations récoltées à 30 m au-dessus du sol sur la plate-forme d'un bâtiment et celles mesurées au pied de ce bâtiment

PRÉCIPITATIONS SUR L'AGGLOMÉRATION DE LIÈGE

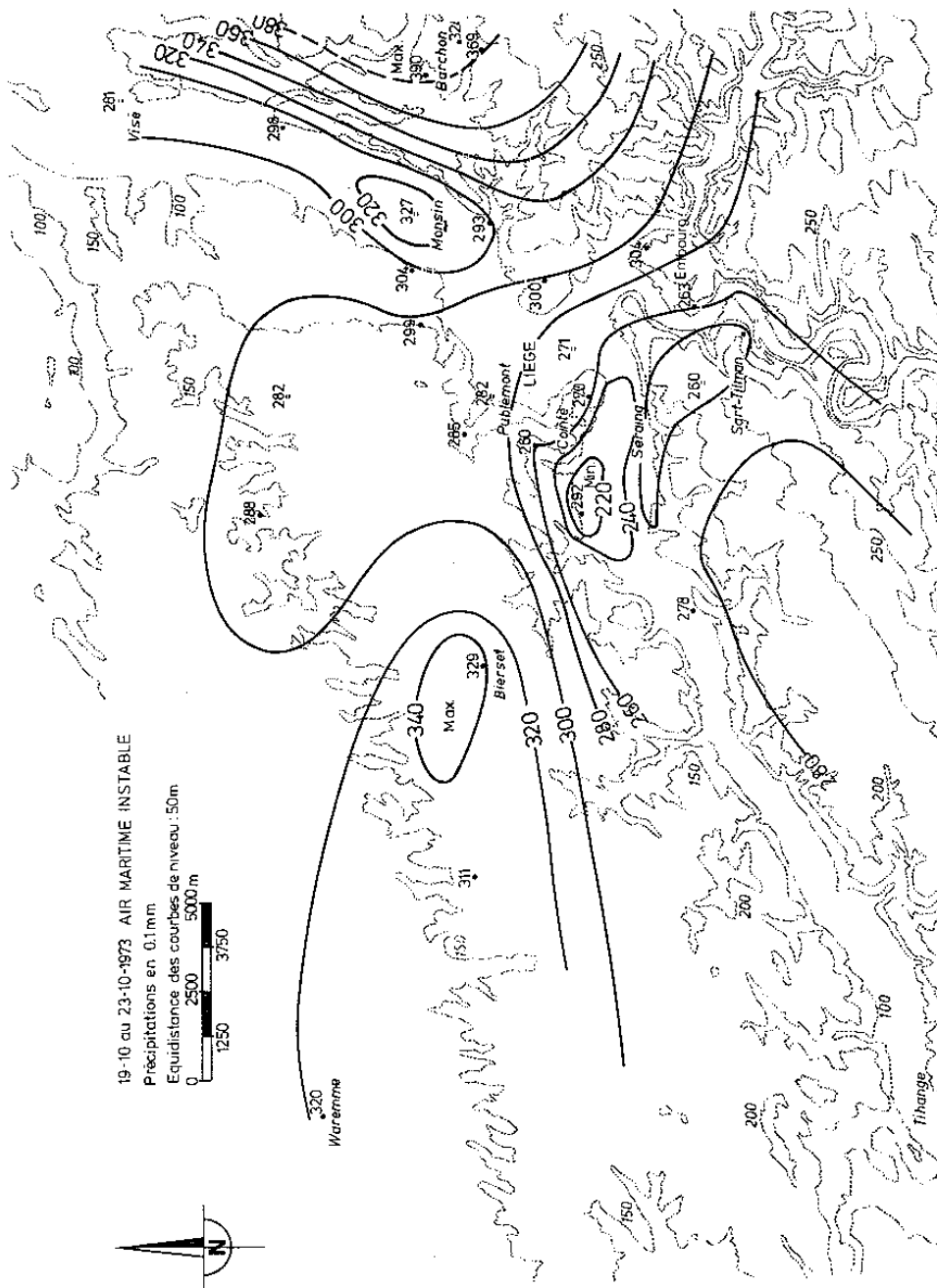


FIG. 6.

(voir M. Erpicum, [4], pp. 69-75) Il est très probable que cet effet de dissipation se répartisse sur une épaisseur plus grande encore

Les flots de chaleur peuvent provoquer des réactions différentes suivant l'état dynamique de la masse d'air parcourant la région. C'est ainsi que,

sous l'influence des masses d'air relativement stables, les îlots de chaleur provoquent une évaporation non négligeable des précipitations et prolongent leur effet dans la zone placée sous le vent (exemple le 5/11/1973).

Dans le cas d'instabilité convective sélective (voir [6]), l'îlot de chaleur peut agir en tant que véritable source d'énergie soutenue, fixant — tout en l'alimentant — la convection d'un système nuageux et provoquant de fortes averses très localisées (exemple du 23 au 25/4/1974)

2. Le rôle des *massifs de végétation* (bois et même vergers) est double. La progression des cellules convectives peut être arrêtée par des étendues vertes ombragées et plus froides au départ que la rase campagne ensoleillée et, à plus forte raison, que l'agglomération urbaine et industrielle. Ceci a pu permettre d'expliquer le minimum enregistré sur le Pays de Herve lors de la période du 23 au 25/4/1974

D'autre part, les vents du secteur sud, canalisés par la vallée de l'Ourthe et franchissant le massif boisé du Sart Tilman peuvent importer dans l'agglomération des « lames d'air » plus fraîches où l'évaporation est moindre. C'est ce mécanisme qui peut expliquer le maximum relatif situé sur le promontoire de Cointe (exemple : 5/11/1973).

3 Des *tronçons de vallée étroite* peuvent être des sites d'abri pour certaines directions du vent. C'est ainsi que, comme nous avons pu le constater à partir de l'analyse de la période pluvieuse du 23 au 25/4/1974, par vent de nord-ouest à nord-est la station d'Embourg (bas), située dans la vallée de l'Ourthe, recueille moins d'eau qu'ailleurs. Elle est à l'abri du versant sud-sud-est situé dans le coude de la vallée tournant vers l'est.

Par contre, par vent de nord-ouest, la zone située juste à l'aval du confluent de l'Ourthe et de la Vesdre reçoit plus d'eau qu'aux alentours. Ce goulot, prolongé de quelques centaines de mètres vers le sud-est, provoque un couloir d'écoulement préférentiel pour les vents pluvieux du nord-ouest.

4. Le minimum accusé que connaît la ville de Liège est également dû à son *site encaissé* dont l'influence est accentuée par sa température constamment plus élevée que dans les sites ruraux voisins. Il s'y produit, par conséquent, une évaporation supplémentaire dans les couches d'air au contact du sol.

5. *Les versants exposés au sud-ouest* sont souvent trop vite déclarés être les versants les plus arrosés de la région liégeoise. Cette affirmation est certes vérifiée dans la majorité des cas, mais notre étude nous incite à signaler que lorsque ces versants sont sous le vent des îlots de chaleur, ils recueillent moins d'eau.

PRÉCIPITATIONS SUR L'AGGLOMÉRATION DE LIÈGE

CONCLUSION

Les facteurs influençant la distribution spatiale des lames d'eau précipitée peuvent donc avoir des effets très différents d'un type de temps à l'autre. Non seulement ils se conjuguent entre eux de façons très diverses, mais chacun d'eux peut, selon les circonstances, agir dans des sens opposés pour donner des distributions très variables des lames d'eau.

Rappelons que l'aire d'influence des îlots de chaleur que notre étude a mis en évidence pour l'agglomération liégeoise varie suivant la direction du vent; or celle-ci varie très fortement d'une période de pluie à l'autre et même au cours d'une même période de précipitation lors du passage des différents fronts.

Dès lors, on aura de plus en plus tendance à dissimuler l'influence de ces îlots de chaleur si l'on analyse la répartition des lames d'eau précipitée lors de périodes de durée de plus en plus longue.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] BODEUX A. — *Les principales caractéristiques des précipitations à Coxyde, Melsbroek et Saint-Hubert. Période de référence : 1952-1972.* Institut royal météorologique, 1975, 68 p.
- [2] BODEUX A. — *Approche d'une esquisse climatographique des types de temps en Belgique, Miscellanea*, dans Institut royal météorologique, série A-N° 2, 1972, 108 p.
- [3] HUFTY A. — *Les climats locaux dans la région liégeoise.* Thèse de doctorat, Université de Liège, 1966, pp. 289-324 (inédit).
- [4] ERPICUM M. — *Les précipitations dans l'agglomération liégeoise. Essai de climatologie régionale* Mémoire de licence, Université de Liège, 1974, 239 p (inédit)
- [5] INSTITUT ROYAL MÉTÉOROLOGIQUE. — *Bulletin quotidien du temps.*
- [6] TRIPLET J.-P. et ROCHE G. — *Météorologie générale.* Ecole nationale de la Météorologie, 1971, pp 98-114