23403 RM

Grand Nancy
communauté urbaine

Agence de l'eau
Rhin-Meuse

NANCIE
CENTRE INTERNATIONAL DE L'EAU

ETUDE DES PARAMETRES CLIMATIQUES DANS L'AGGLOMERATION NANCEIENNE

Programme d'Etudes et de Recherche 1996-1998
(convention du 29 mars 1996)

université HENRI POINCARÉ NANCY 1

CEREG

PARTIE 1

ANALYSE DU CLIMAT URBAIN DE L'AGGLOMERATION NANCEIENNE

Agence de l'eau Rhin-Meuse
n° 23403

SOMMAIRE

Le cadre de l'étude 2

1. la validation des données du réseau de mesures 3

2. la campagne de mesures de mai 1997 5

3. caractéristiques climatiques des trois années étudiées 8

a. l'année 1995 : une année très chaude 8
b. l'année 1996 : une année fraîche 8
c. l'année 1997 : une année contrastée 8

4. la classification des champs de vent 11

a. analyse des classes de champs de vent 11
b. occurrence des champs de vent 13
c. étude d'une journée caractéristique 15

Conclusion 16

Bibliographie 16

Annexes 18

Le cadre de l'étude :

Notre travail s'inscrit plus dans une connaissance globale du climat urbain de la ville de Nancy, avec plus particulièrement l'analyse des relations entre les conditions de surface et les phénomènes convectifs à l'échelle urbaine, dont la connaissance peut être importante pour l'explication des précipitations et aussi pour la dispersion des polluants.

Ce travail est réalisé en collaboration avec le Centre International de l'Eau (NANCIE) dans le cadre d'un projet intitulé « Apport des paramètres climatologiques ». Depuis 1986, la Communauté Urbaine du Grand Nancy (CUGN) s'est dotée petit à petit d'un réseau pluviométrique comprenant 23 postes. Ces données ont été validées et exploitées dans le cadre d'une thèse (Hammouda 1995), permettant de dégager des informations utiles sur les champs pluviométriques observés dans l'agglomération nancéienne. Pour aller plus loin dans la compréhension des mécanismes pluviogènes et en particulier dans l'estimation de la thermoconvetion, il est indispensable d'évaluer les bilans énergétiques locaux. La connaissance de ceux-ci est nécessaire pour évaluer l'influence de l'agglomération dans la détermination des ascendances qui contribuent à la recrudescence des fortes intensités pluviales. Une meilleure estimation de la pluie dite « efficace » est importante pour une bonne gestion des volumes d'eau à faire transiter et à traiter. Pour cela, une bonne connaissance des processus climatiques en milieu urbain est primordiale.

La ville de Nancy se situe dans une cuvette naturelle, le long de la vallée de la Meurthe. Elle est dominée à l'Ouest par le plateau de la Haye dont l'altitude culmine à 414 m. Le dénivelé entre la vallée et le plateau est de l'ordre de 200 m. La CUGN s'est dotée depuis 1994 de 6 stations de mesures météorologiques auxquelles ont été ajouté pour notre recherche, les données des stations météorologiques de Météo-France (Tomblaine) et de AIRLOR (Brabois) :Fig.1. Les différents paramètres météorologiques mesurés pour l'ensemble des stations sont résumés dans le tableau 1.

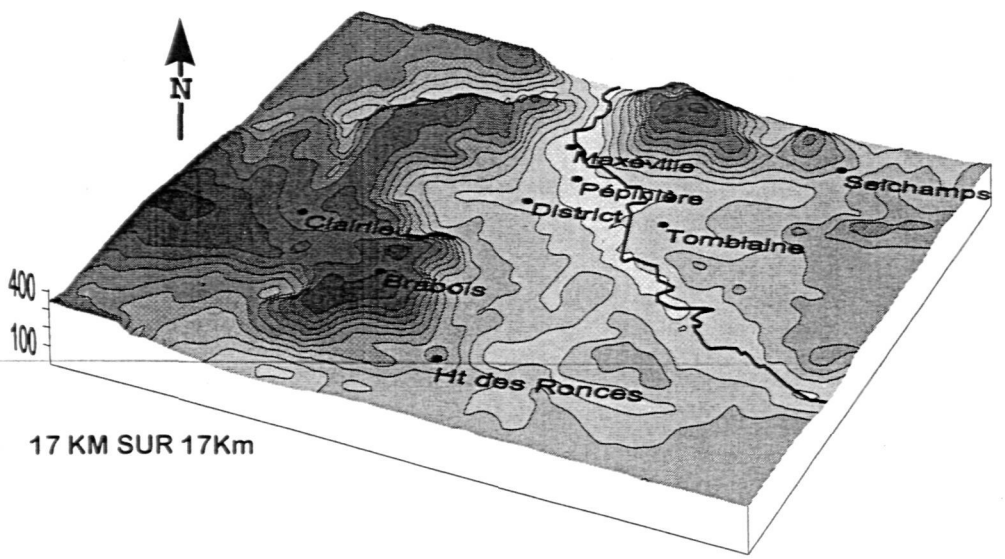


Fig.1 : Localisation des stations de mesures dans l'agglomération nancéienne

Stations	Type de station	températures	Humidité	vent (vitesse et direction)	Rayonnement
Clairlieu	péri - urbaine	X	X	X	X
District	urbaine	X	X	X	X
Pépinière	urbaine (parc)	X	X		
Maxéville	péri - urbaine	X	X	X	
Haut des ronces	campagne				
Seichamps	campagne	X	X	X	
Brabois (Airlor)	Péri - urbaine	X	X	X	X
Tomblaine (Météo-France)	Péri - urbaine	X	X	X	X

Tableau1 : Les stations météorologiques à Nancy

La première étape de notre travail a consisté dans la validation des données mesurées par la Communauté urbaine du Grand Nancy et de vérifier l'adéquation entre les mesures des différents organismes. Une fois les données validées, les premiers traitements ont pu être réalisés. Ils ont consisté à caractériser les conditions climatiques des trois années étudiées (95, 96 et 97) puis à analyser les différents paramètres météorologiques mesurés.

1. La validation des données du réseau de mesures

Les données du réseau de mesure météorologique, opérationnel en Septembre 94 n'avait fait l'objet d'aucun traitement, ni de validation avant notre travail (avril 1996). Nous disposions donc d'un certain nombre de données qu'il a fallu valider afin d'obtenir une base de données opérationnelle et relativement fiable pour la compréhension des processus climatiques de la ville de Nancy. Par ailleurs, comme cela a été mentionné dans l'introduction, au réseau de mesure de la Communauté Urbaine du Grand Nancy ont été ajouté les données de Météo-France ainsi que les données mesurées par Airlor. Tous au long de ce travail, les données de Météo-France sont servent de base de référence.

Différentes techniques de validation ont été appliquées en fonction du type de données mesurées et des paramètres anciens disponibles. Dans un premier temps, pour la température, les données mesurées dans la CUGN ont été confrontées aux données mensuelles (minima absolus, moyennes et maxima absolus) de la normale climatique de 1961-1990. Pour cela, nous avons extrait ou calculé les températures minimales, moyennes et maximales journalières pour chaque station. Ces données sont intégrées dans un graphique comprenant les normales mensuelles. Si les données journalières dépassent les températures minimales et maximales absolues de la normale climatique, on considère ces données douteuses, voire fausses. Cette technique permet donc de voir s'il existe des données aberrantes dans la base de données, mais ceci uniquement au niveau des valeurs journalières (c'est-à-dire pour les minima et les maxima).

L'homogénéité des données a ensuite été vérifiée par la méthode des doubles cumuls. Cette méthode consiste à reporter sur un graphique XY le cumul de deux stations dont l'une d'elle est une station de référence ; dans notre cas Tomblaine, il s'agit de la station gérée par Météo-France. Les dérives éventuelles de la station testée se matérialisent par une déviation de la droite.

L'alternance des deux types de champs de vents, diurnes et nocturnes, ressort essentiellement en été et, plus particulièrement par situations de type anticyclonique. Elle met en évidence l'effet de processus thermiques avec des vents qui remontent vers le plateau pendant la journée (vents anabatiques) et qui descendent vers la vallée pendant la nuit (vents catabatiques). Ces brises thermiques cycliques journalières apparaissent sur l'ensemble des stations de la Communauté Urbaine du grand Nancy. L'existence de deux classes nocturnes a permis de déterminer un seuil de 5 m/s à la station synoptique de Tomblaine, en deçà duquel on a de fortes chances d'avoir des vents thermiques. L'analyse des champs de vents de 1996 et 1997 permettra de définir les champs de vents typiques existants sur l'agglomération nancéienne et de confirmer le seuil de 5 m/s.

CONCLUSION

L'ensemble des travaux réalisés jusqu'à présent, ont permis de mettre en évidence l'existence d'un îlot de chaleur urbain à Nancy ainsi que l'influence de la topographie sur les vents locaux. Lors d'une campagne de mesures à l'aide de ballons stabilisés (juillet 94) l'existence des ces brises de pentes n'a pu être constatée (Annexe 4). Grâce à la classification ascendante hiérarchique, on peut retrouver de façon très rapide par le diagramme d'occurrence des champs de vent, les journées pendant lesquelles ces brises se sont produites. Cet apport non négligeable nous permet non seulement de retrouver les journées les plus propices à la mise en place de l'îlot de chaleur urbain mais aussi, elle nous permettra d'analyser les interactions entre ces vents locaux et l'îlot de chaleur ainsi que ces relations avec les champs de précipitations, de températures et de pollutions. Les premiers travaux réalisés dans ce sens donnent des résultats encourageant qu'il est nécessaire de poursuivre afin de mieux connaître la climatologie de la ville de Nancy.

Bibliographie:

ARNFIELD, A. J. :1976: "Urban reflection coefficients: the role of multiple reflection and spatiale variations of surface materials", Proceeding of the Association of American Geographers 8, 1-4.

ARNFIELD, A. J. :1982: "An approach to the estimation of the surface radiative properties and radiation budgets of cities", Physical geography 3, 97-122.

CHANDLER, T.J. :1964, « City growth and urban climate », Weather 19, pp.170-71.

ESCOURROU, G. ; DACHARRY, M. : 1984, "Climatologie et hydrologie urbaine, quelques remarques sur la climatologie urbaine", Bulletin de l'Association des Géographes Français, n° 500, pp 83-95.

GOLDREICH, Y. : 1984, « Urban topoclimatology », Progress in Physical Geography, Vol.8, n°3, pp.336-364.

KAMENETSKY, E. ; VIERU, N. : 1995, "Model of air flow and air pollution concentration in urban canyons", Boundary - Layer Meteorology, 73, 203-206.

KASTENDEUCH, P ; KAUFMANN, P. : 1996a, "Classification of summer wind fields over complex terrain", Intern. Journal of Climatology, 17,521-534.

KASTENDEUCH, P ; KAUFMANN, P. : 1996b, "Classification des champs de vents horaires dans une vallée vosgienne", Publ. Asso. Intern. Climatologie, 9, 341-348.

KASTENDEUCH, P. : 1996c, "Analyse à plusieurs échelles et modélisation des régimes de vent d'été dans le Fossé Rhénan méridional", Thèse de Doctorat de l'Université Louis Pasteur, Strasbourg, 175 pages.

PARTIE 2

APPORTS D'UNE CAMPAGNE DE MESURES A TRAVERS L'AGGLOMERATION NANCEIENNE

U.F.R. DE GÉOGRAPHIE ET D'AMÉNAGEMENT

USTL

Université des Sciences et Technologies de Lille
Bâtiment 2
59655 VILLENEUVE D'ASCQ CEDEX

Janvier 1997

I.Roussel

Les apports d'une campagne de mesures à travers l'exemple de la campagne des 11 et 12 juillet 1994 à travers l'agglomération nancéienne

Il existe essentiellement de types d'outils d'investigation en climatologie urbaine:
-Des mesures en continu qui permettent de dégager une véritable climatologie de la ville par rapport à la périphérie voisine,
-Des mesures complémentaires, plus ponctuelles mais ayant un apport plus spécifique
La combinaison de ces deux approches permet d'aboutir à une modélisation des champs thermiques et des champs de vents avec, entre autre, comme application, une meilleure compréhension des phénomènes de dispersion des polluants.

1) Les mesures en continu représentent un apport incontournable. Leur validation et leur exploitation permet d'aboutir à une véritable climatologie urbaine. Cependant ces mesures présentent des limites:

-Les sites de mesures en milieu urbain sont, par définition, installés dans des milieux hétérogènes et les mesures effectuées ne peuvent pas s'appuyer sur les prescriptions de l'OMM selon lesquelles, à moins de mettre les villes à la campagne, il n'y auraient pas de bonnes mesures en ville.

-Le nombre de ces sites de mesures est nécessairement limité même si, Nancy, avec 4 stations de mesures, le réseau présente un intérêt scientifique évident. L'interpolation des résultats est nécessaire et une simple interpolation statistique est insuffisante dans un milieu aussi hétérogène que celui de la ville. Il est donc nécessaire de mettre en place des outils d'interpolation supervisée qui intègrent le relief (M.N.T.) et des données urbanistiques.

-Les mesures au sol doivent être complétées par des mesures en basse altitude car l'extension verticale de l'îlot de chaleur est un phénomène tout à fait essentiel mais limité dans la basse troposphère, là où les indications des radiosondages sont encore peu pertinentes.

Des mesures complémentaires ponctuelles sont donc indispensables.

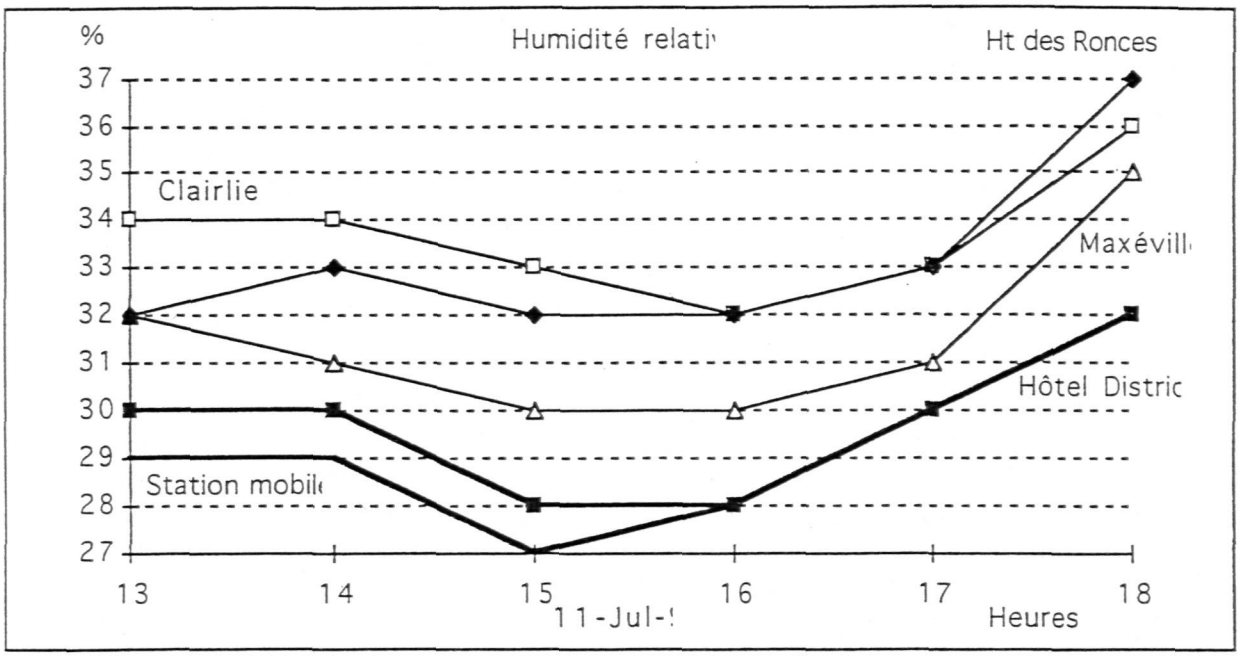
2) Des mesures ponctuelles complémentaires.

Ces investigations sont ponctuelles dans le temps et/ou dans l'espace.

-2-1 L'interprétation des images satellitaires est un outil intéressant parce que présentant une vision spatiale du champ thermique; toutefois les difficultés dans l'utilisation de ce type de document sont nombreuses:

Tél. : 20.43.46.82 - Télécopie : 20.43.44.41 - Telex USTL : 136339 F

vent fort, elle est nettement plus sèche pour des raisons évidentes (forte minéralisation, absence de végétation, eau canalisée..)



Conclusion: Ces campagnes ne se justifient que par une analyse effectuée rigoureusement en complément des données enregistrées par les stations fixes. Néanmoins, compte tenu des variations topographiques et de la diversité du bâti, il est nécessaire de mieux connaître les variations spatiales du champ thermique. Dans la mesure du possible, ces campagnes climatiques devraient être accompagnées de mesures de pollution de l'air. Pour l'instant des appareils portables de mesures de poussières et de CO sont disponibles et pourraient être utilisés, leurs indications viendraient en complément des observations effectuées lors de la campagne sur les oxydes d'azote qui avaient montré quelles pouvaient être les nuances de la répartition spatiale des polluants dans l'agglomération nancéenne.

PARTIE 3

INFLUENCE DU SITE
SUR LA MESURE DES PRECIPITATIONS
DANS L'AGGLOMERATION NANCEIENNE

mémoire présenté par G. Jans

INTRODUCTION **9**

CHAPITRE I :ANALYSE DES SITES PLUVIOGRAPHIQUES **15**

I.1. PRESENTATION DE L'AGGLOMERATION DE NANCY 17
I.2.. LES DONNEES 17
I.3. DESCRIPTION DU SITE ET DE L'ENVIRONNEMENT DES 23 POSTES 27
I.3.1. Caractéristiques générales *27*
I.3.2 Sources d'erreurs de mesure des précipitations *31*
I.3.3 Représentativité des pluviographes *33*
I.3.4 Exposition des sites, orientation et pente des terrains *37*
I.3.5 Description du site et de l'environnement des 23 postes *37*
I.4 TRAITEMENT DES PHOTOS HEMISPHERIQUES. ETABLISSEMENT D'UNE TYPOLOGIE DE SITES 57
I.4.1 Typologie des sites *59*
I.4.2 Regroupement par masques à l'horizon. *61*
I.5 CONCLUSIONS 63

CHAPITRE II : ANALYSE DES EFFETS DE SITE SUR LA MESURE DES PRECIPITATIONS AU COURS DE L'ANNEE **67**

II.1 INFLUENCE SAISONNIERE 69
II.1.1 Introduction *69*
II.1.2 Année *69*
2.1.3 Semestre estival (avril-septembre) *71*
II.1.4 Semestre hivernal (octobre-mars) *71*
II.1.5 Hiver (Décembre-Février) *73*
II.1.6 Printemps (Mars-Mai) *73*
II.1.7 Eté (Juin-Août) *75*
II.1.8 Automne (Septembre-Novembre) *75*
II.1.9 Conclusions *75*
II.2 INFLUENCE MENSUELLE 77
II.2.1 Introduction *77*
II.2.2 Janvier *77*
II.2.3 Février *77*
II.2.4 Mars *77*
II.2.5 Avril *79*
II.2.6 Mai *79*
II.2.7 Juin *79*
II.2.8 Juillet *81*
II.2.9 Août *81*
II.2.10 Septembre *81*
II.2.11 Octobre *83*
II.2.12 Novembre *83*
II.2.13 Décembre *83*
II.2.14 Conclusions *85*
II.3. INFLUENCE DE LA DIRECTION DE VENT 85
II.3.1 Introduction *85*
II.3.2 Vents de secteur Nord *87*
II.3.3 Vents de secteur Nord-Est *89*
II.3.4 Vents de secteur Est *89*
II.3.5 Vents de secteur Sud-Est *89*
II.3.6 Vents de secteur Sud *91*
II.3.7 Vents de secteur Sud-Ouest *91*
II.3.8 Vents de secteur Ouest *93*
II.3.9 Vents de secteur Nord-Ouest *93*
II.3.10 Conclusions *93*
II.4 INFLUENCE DE LA VITESSES DE VENT 97
II.4.1 Introduction *97*
II.4.2 Vents de >8 m/s *99*
II.4.3 Vents de [6,8[m/s *99*

II.4.4 Vents de [4,6[m/s *101*
II.4.5 Vents de [2,4[m/s *101*
II.4.6 Vents inférieurs à 2 m/s *101*
II.4.7 Conclusions *103*
II.4.8 Comparaisons entre le semestre hivernal et le semestre estival *105*
II.5. EVOLUTION DES CORRELATIONS AVEC LA DISTANCE 107
II.5.1 Année *107*
II.5.2 Semestre hivernal *107*
II.5.3 Semestre estival *109*
II.5.4 Conclusions *109*
II.6. SYNTHESE 111

CHAPITRE III : ANALYSE DES CHAMPS PLUVIOMETRIQUES A PARTIR D'UNE SELECTION D'EVENEMENTS PLUVIEUX SANS DONNEES MANQUANTES 115

III.1 INTRODUCTION 117
III.2 TRAITEMENTS DES CUMULS : ANALYSE DE TOTAUX CUMULES 119
III.2.1 Période 1987-1989 ..... *119*
III.2.2 Période 1990-1995 ..... *121*
III.2.3 Conclusions *123*
III.3 TRAITEMENT ET CLASSEMENT DES PRECIPITATIONS PAR SAISON, DUREE ET CUMUL : ANALYSE DES DONNEES DE 1987 A 1989 123
III.3.1 Jardin Botanique (n°1) *123*
III.3.2 Centre technique (n°2) *123*
III.3.3 Foch Hardeval (n°3) *125*
III.3.4 La Fallée (n°4) *125*
III.3.5 La Justice (n°5) *125*
III.3.6 La Fallée (n° 6) *125*
III.3.7 Laneuveville (n°7) *125*
III.3.8 Seichamps (n°8) *127*
III.3.9 Heillecourt (n°9) *127*
III.3.10 Haut des ronces (n°10) *127*
III.3.11 Maxéville (n°11) *127*
III.3.12 Aiguillettes (n°12) *129*
III.3.13 Clairlieu (n°13) *129*
III.3.14 Maréville (n°14) *129*
III.3.15 Sapinière (n°15) *129*
III.4. TRAITEMENT ET CLASSEMENT DES PRECIPITATIONS PAR SAISON, DUREE ET CUMUL : ANALYSE DES DONNEES DE 1990-1995. 131
III.4.1 Haut de Chèvre (n°16) *131*
III.4.2 Pépinière (n°17) *131*
III.4.3 Préville (n°18) *131*
III.4.4 Albertin (n°19) *133*
III.4.5 Fléville (n°20) *133*
III.4.6 Messein (n°21) *133*
III.4.7 Hôtel Districal (n°22) *133*
III.4.8 Conclusions *135*
III.5. INFLUENCE DE LA DIRECTION DU VENT SUR LES CUMULS 135
III.5.1 Secteur NE et E *137*
III.5.2 Secteur SE *137*
III.5.3 Secteur S *137*
III.5.4 Secteur SW *139*
III.5.5 Secteur W *139*
III.5.6 Secteur NW à N *139*
III.5.7 Conclusions *139*
III.6 INFLUENCE DE LA VITESSE DU VENT SUR LES CUMULS 141
III.6.1 Vents de 4 m/s ou moins *141*
III.6.2 Vents de plus de 4 m/s *141*
III.6.3 Conclusions *143*
III.7. COMPARAISON AVEC LES PHOTOS FISH-EYE 143
III.7.1 Ouverture du site et direction du vent *143*
III.7.2 Typologie du site et vitesse de vent *145*

III.7.3 Conclusions *147*

CONCLUSIONS GENERALES **149**

BIBLIOGRAPHIE **157**

TABLE DES FIGURES **161**

LISTE DES TABLEAUX **167**

Cette étude a été initiée par le Centre International de l'Eau (NANCIE), le District de l'Agglomération Nancéienne (l'actuelle Communauté Urbaine du Grand Nancy), l'Agence de l'Eau Rhin Meuse, l'Institut de Géographie de l'Université de Liège, et l'U.F.R. de Géographie de l'Université des Sciences et Technologies de Lille. Elle s'intègre dans le droit fil de nombreuses études effectuées au sein de l'agglomération tant sur le phénomène pluviométrique lui même que sur l'opportunité et les difficultés de sa mesure dans le milieu urbain. Pour procéder à l'étude détaillée des sites des pluviographes, nous avons effectué un stage de 3 semaines au NANCIE. Ce stage nous a permis de mener efficacement une campagne de terrain pour la caractérisation des sites de mesures en collaboration avec le Service Gestion Technique Centralisée de la Communauté Urbaine du Grand Nancy et le Centre de Recherche en Automatique de Nancy (dans le cadre de la thèse de M. S. Giuliani).

Les problèmes d'hydrologie urbaine, rencontrés au cours des années 60, sont à l'origine de l'installation de ce réseau de stations dans l'agglomération de Nancy. Ils étaient provoqués par une urbanisation croissante et une imperméabilisation progressive des surfaces, empêchant l'eau de pluie de pénétrer dans le sol. Le volume des eaux pluviales à évacuer est devenu de plus en plus important. Il a donc fallu installer un système d'évacuation des eaux de pluie pour éviter les inondations systématiques de certains quartiers de la ville. Au fur et à mesure de l'évolution de l'urbanisation autour du centre ville de l'agglomération nancéenne, le réseau d'assainissement est devenu de plus en plus complexe et la gestion des différents organes (collecteurs, bassin de rétention, déversoir d'orage, etc.) nécessite une bonne connaissance du phénomène de la pluie En 1977, le **District de l'Agglomération Nancéenne** mit en place quatre pluviographes avec enregistrement sur papier pour l'étude des précipitations et de leur variabilité spatio-temporelle. Le nombre insuffisant d'appareils d'enregistrement et le manque de synchronisation sont les raisons principales qui ont poussé le **District de l'Agglomération Nancéenne** en 1986 à l'installation d'un réseau de pluviographes plus complet. Ce réseau a débuté en 1986 avec 15 appareils, puis est passé à 18 en 1989, et à 23 en 1993.

Nous avons procédé à l'analyse du site de chaque pluviographe. Un croquis des obstacles potentiels entourant les appareils a été esquissé (voir annexes 2a). Nous disposons d'un dossier de photographies horizontales classiques. Ceci permettra une analyse qualitative des sites. Chacun des vingt-trois appareils sera analysé à petite

échelle (position dans l'agglomération), par repérage sur un extrait de la carte IGN de Nancy. L'utilisation d'un appareil photographique « fish-eye » prenant des photos hémisphériques nous a permis d'entreprendre une étude quantitative des sites. La quantification de l'ouverture d'un site dans une direction donnée et la création d' une typologie de site sera réalisée par analyse statistique.

M. Hammouda a procédé à la sélection de 1706 événements pluvieux depuis la mise en service des pluviographes jusqu'en août 1995. Celles-ci seront traitées de deux manières différentes. Dans un premier temps, nous tenterons d'évaluer les relations entre les 23 postes pluviographiques selon des périodes différentes au cours de l'année (calculs de coefficients de détermination) : les saisons, les mois, les directions de vent et les vitesses de vent. Ces deux derniers éléments sont essentiels dans cette étude car le vent est la principale source d'erreur, difficilement contrôlable, intervenant dans les mesures pluviométriques (Harrang C., 1970). Chacune des périodes sera étudiée la même façon, pour permettre une comparaison aisée entre celles-ci. Nous pourrons ainsi observer le comportement de chaque station par rapport aux autres, détecter les anomalies dans les mesures et tenter d'émettre des propositions pour améliorer le réseau si nécessaire. Nous nous focaliserons également sur les événements pluvieux et nous calculerons pour chaque pluviographe les excès ou les déficits de mesure sur base d'écarts à la moyenne. Puis, nous étudierons l'influence de la direction et de la vitesse du vent sur les totaux pluviométrique. Ces analyses seront mis en parallèle avec les caractéristiques de sites afin de définir l'influence du site sur chacun des pluviographes.

CONCLUSIONS GENERALES

A l'issue de cette étude, nous pouvons à présent déterminer les effets de site sur la mesure des précipitations. Dans le cas où un pluviographe est placé en hauteur, cela peut réduire fortement la quantité des précipitations enregistrées par le pluviographe. Le cas le plus marquant dans l'agglomération de Nancy est sans conteste celui de l'Hôtel Districal, sur lequel se situe le pluviographe n°22. Cet appareil capte *systématiquement* moins de précipitations que tous les autres pluviographes. Cependant, la corrélation avec le réseau reste très bonne. Cela signifie que les conditions de vent restent constantes et que l'influence du site est prépondérante et continue. D'autres appareils sont dans des conditions semblables à celles de la station n° 22, mais dans une moindre mesure. Il s'agit des appareils n° 8 (Seichamps), n° 10 (Haut des ronces), n° 20 (Fléville) et n° 4 (La Fallée), qui sous-estiment également la lame d'eau. Ces pluviographes devraient être installés dans des endroits moins exposés aux vents forts.

Des sites confinés peuvent également entraîner une diminution de la lame d'eau mesurée, par effet de barrière. Cela est démontré à la station n° 11 (Maxéville) où les relations avec le réseau des pluviographe sont mauvaises (valeurs de r^2 très faibles), et de plus, le total cumulé y est nettement inférieur à la moyenne du réseau. La végétation entourant cet appareil est la cause de ces perturbations. La station de Foch Hardeval, située dans un environnement propice aux perturbations, constitue un autre exemple. Tout d'abord, son comportement du pluviographe est différent de celui des autres: cette station connaît les moins bonnes relations. De plus, les cumuls pluviométriques par événement sont perturbés, même si la somme totale de tous les événements reste proche des autres appareils. Les stations de La Justice (n° 5) et d'Albertin (n°19) enregistrent un déficit de cumuls pluviométriques. L'environnement de ces appareils semble influencer ces derniers de façon régulière: la végétation abondante présente sur ces sites provoque la sous-estimation systématique de la lame d'eau. Toutefois, les corrélations avec le reste des pluviographes restent bonnes. Il serait préférable de déplacer cet appareil vers un endroit plus dégagé, proche de son implantation d'origine, en raison de la grande valeur de sa surface représentative.

Les sites confinés peuvent influencer les cumuls à la hausse, par effet d'entonnoir. Cela se remarque notamment pour les sites obstrués dans la direction des vents dominants véhiculant des précipitations (Sud-Ouest à Ouest). Les stations n° 13 (Clairlieu), 14 (Maréville) et 15 (Sapinière) se situent dans cette catégorie. Nous avons

observé pour ces stations un excès des cumuls pluviographiques, qui n'est pas observé dans les autres directions de vent. Les relations avec le reste du réseau sont médiocres; cela confirme l'effet perturbateur des obstacles. Seule, la station n° 19 (Albertin) constitue une exception à ces constations.

Pour certains sites, nous n'avons pas pu déduire l'effet du site sur la mesure des précipitations. Les stations n° 1 (Jardin Botanique), 9 (Heillecourt) et 12 (Aiguillettes) enregistrent une lame d'eau plus grande que la moyenne. Cela pourrait s'expliquer par leur position dans l'agglomération Nancéenne (effet de la diminution Ouest-Est expliqué au paragraphe III.2.2). Enfin, les pluviographes n° 2 (Centre technique) et 7 (Laneuveville) se distinguent par des valeurs de r^2 proche de 1. Leurs cumuls y sont proches de la moyenne. Cette remarque s'applique dans une moindre mesure à la station du Haut de Lièvre (moins bons coefficients de détermination). La station de Messein (n°21) occupe une position fort excentrée qui contribue sans doute à la mauvaise corrélation avec le reste du réseau. A cause de sa mise en service tardive, l'analyse des relevés du poste n°23 (L.R.P.C) n'a pu être menée de façon exhaustive. L'environnement de la station de la Pépinière (n°17), pourtant jalonné d'obstacles, ne semble étonnamment pas influencer les cumuls totaux, ni les corrélations avec les autres pluviographes.

Les postes les moins « fiables » semblent être les stations n° 3 et 11. Leur site y joue un rôle certain mais qui ne paraît pas être systématique. Pour cette dernière station, nous suggérons de dégager le masque de végétation entourant l'appareil. Les postes n° 2, 6 et 7 jouissent d'un site dégagé et se comportent de manière conforme à l'ensemble du réseau pluviographique. Ils sont les plus représentatifs du réseau pluviographique.

Nous avons pu constater que la disparité des totaux de précipitations cumulées n'est pas due seulement à l'influence des sites de mesure. Nous avons montré en effet qu'un gradient Ouest-Est des précipitations se dessine sur l'agglomération. Toutefois, vu le nombre restreint d'événements « complets », c'est-à-dire correspondant à un fonctionnement correct de toutes les stations pendant un épisode pluvieux complet, certains volets de l'étude n'ont pas pu être menés (ex: totaux de cumuls par direction et vitesse de vent données). Nos calculs de corrélations peuvent également être affectés

par un nombre de données manquantes trop important. L'enregistrement des directions et des vitesses de vent sur le site de chaque pluviographe aurait permis de préciser l'importance de ces paramètres sur les lames d'eau enregistrées et de définir de façon plus sûre les effets de site. Certaines stations sont équipées depuis peu de données météorologiques, une étude ultérieure permettra de comparer les fluctuations de vent avec la station de référence (Tomblaine) et ensuite de déterminer plus précisément les effets de l'environnement immédiat des pluviographes. Le relief de l'agglomération ne permet pas de dessiner de façon fiable les isohyètes et d'extrapoler les données de vent de Tomblaine aux autres stations car il induit des vents locaux; ceux-ci dépendant du moment de la journée et des type de temps.

La régression multiple n'a pas permis de quantifier l'influence respective de l'altitude et de l'ouverture du site sur la quantité d'eau recueillie dans l'agglomération de Nancy. Ceci témoigne de l'existence de nombreux facteurs perturbant cette relation dont un de ceux-ci pourrait être la diminution Ouest-Est des précipitations sur l'agglomération de Nancy.

Ce travail a abouti à un classement des sites et à la détermination, pour certains d'entre eux, d'une relation avec les cumuls mesurés. Il est donc préférable d'installer les pluviographes dans des endroits dégagés (pas d'arbres ni de bâtiments à proximité), mais pas trop exposé aux vents dominants. Les pluviographes doivent également être placés hors de portée du vandalisme et à l'écart des arbres à feuilles caduques, donc être mis à l'abri par des grilles et/ou sur des sites protégés. La plupart des pluviographes se trouvent déjà dans ces conditions; les y placer tous optimiserait le l'opérationnalité du réseau de mesure.