

# Les vents au Sart Tilman et leur incidence sur la pollution atmosphérique

A. Laurent

Volume 12, numéro 25, 1968

URI : <https://id.erudit.org/iderudit/020791ar>

DOI : <https://doi.org/10.7202/020791ar>

[Aller au sommaire du numéro](#)

Éditeur(s)

Département de géographie de l'Université Laval

ISSN

0007-9766 (imprimé)

1708-8968 (numérique)

[Découvrir la revue](#)

Citer cet article

Laurent, A. (1968). Les vents au Sart Tilman et leur incidence sur la pollution atmosphérique. *Cahiers de géographie du Québec*, 12(25), 123–139. <https://doi.org/10.7202/020791ar>

Résumé de l'article

L'auteur a analysé en détail les anémogrammes d'une station météorologique pendant une année. Les vents sont classés suivant leur persistance et leurs directions pendant les heures de la journée et des corrélations sont établies entre leurs vitesses, leurs directions et leurs fréquences.

Ce mode de dépouillement statistique original présente un grand intérêt pour les études de pollution de l'air.

# LES VENTS AU SART TILMAN <sup>1</sup> ET LEUR INCIDENCE SUR LA POLLUTION ATMOSPHERIQUE \*

par

**A. LAURANT**

*Université de Liège*

## INTRODUCTION

Les premiers renseignements statistiques sur les caractéristiques du vent au Sart Tilman ont déjà fait l'objet d'études antérieures.<sup>2</sup>

La première de ces études, réalisée par A. Hufty en 1965, a permis tout d'abord de voir dans quelle mesure une courte série statistique pouvait fournir des renseignements valables sur le vent. L'anémomètre installé sur le plateau du Sart Tilman et à 20 mètres du sol ne fonctionnait en effet que depuis deux ans seulement. Une comparaison a donc été faite avec un autre appareil installé depuis une vingtaine d'années dans le champ d'aviation de Bierset situé sur le plateau de rive gauche de la Meuse, au nord de la ville de Liège.

Le second volet de cette étude portait sur les vents enregistrés à 2m du sol par des anémomètres placés dans différents sites du domaine universitaire (plateau, versant, vallée) et sur la comparaison de ces vents avec ceux qui soufflent à 20 m de hauteur sur le plateau.

Enfin, le même auteur, dans une thèse de doctorat présentée en 1966, reprenait le problème en l'intégrant dans un ensemble plus vaste, la région liégeoise.<sup>3</sup>

Cependant une connaissance plus approfondie des caractéristiques du vent s'avère à présent nécessaire, à cause de l'intérêt pratique qu'elle présente.

En effet, une centrale de chauffe est en construction dans le domaine universitaire. Une première recherche a été entreprise dans le but de déterminer la hauteur minimale de la cheminée et son emplacement le moins mauvais possible. Ces données étant acquises et la cheminée étant construite, il reste à envisager les remèdes à apporter dans les cas de forte pollution malheureusement toujours à craindre.

---

\* Monsieur Maçar a bien voulu relire ce texte et y apporter de judicieuses remarques. Nous tenons à l'en remercier vivement. Monsieur Hufty nous a également fait profiter de ses observations personnelles et du fruit de ses travaux dans ce domaine.

<sup>1</sup> Sart Tilman: vaste domaine à une dizaine de kilomètres au sud de la ville de Liège où la nouvelle université est actuellement en construction.

<sup>2</sup> HUFTY, A., *Recherches sur les vents au Sart Tilman*, dans *Bull. de la Soc. géogr. de Liège*, n° 1, 1965, p. 33-44.

<sup>3</sup> HUFTY, A., *Les climats de la région liégeoise*, thèse à l'impression; *Cahiers climatologiques de la Régie des Voies aériennes*, Bruxelles, 1968.

Les études poursuivies actuellement<sup>4</sup> tendent principalement :

- 1° à connaître la distribution statistique de certains caractères du vent ;
- 2° à en déduire les conséquences sur certains types de bâtiments ;
- 3° à prévoir, à très courte échéance, l'évolution de situations météorologiques données et à remédier éventuellement à une pollution temporairement excessive.

Dans cet article, nous avons dû nous limiter à la première phase tout en suggérant à titre d'exemple quelques applications pratiques. Nous y avons analysé en détail les vents enregistrés à la station du Sart Tilman pendant treize mois, par un anémographe Fuess situé sur le plateau à 20 mètres du sol.<sup>5</sup>

#### CONTEXTE DE L'ÉTUDE

La pollution atmosphérique causée par les fumées d'une centrale thermique a fait l'objet d'études théoriques nombreuses. Des modèles de dispersion des fumées et de concentration des polluants ont été mis au point. Les plus connus sont ceux de Sutton,<sup>6</sup> Bosanquet et Pasquill. L'application pratique de ces modèles théoriques suppose la connaissance de certains paramètres météorologiques, principalement du vent et du gradient de température.

Au Sart Tilman, une tour métallique de 36 mètres de hauteur a été dressée à peu de distance de la centrale. Des fumées artificielles sont émises périodiquement au sommet de cette tour. Des photos aériennes<sup>7</sup> verticales et obliques sont prises simultanément à l'émission ; leur analyse permet de déterminer les dimensions et les coordonnées des sections successives du panache de fumée, en fonction de l'éloignement de la source.

<sup>4</sup> Une vaste enquête multidisciplinaire est en cours sous la direction du professeur Heusghem (Centre de toxicologie), avec la participation du D<sup>r</sup> Rondia (pollution de l'air), du D<sup>r</sup> Wilmet (analyse de photos aériennes), du laboratoire de géographie physique (D<sup>r</sup> Hufty et A. Laurant, climatologie) aidés par des physiciens (cf. *infra*, contexte de l'étude).

<sup>5</sup> L'étude en cours se poursuit. Elle envisagera les rapports entre le vent à différentes hauteurs et les autres éléments météorologiques, pression, température, humidité, ensoleillement, ... de plus elle approfondira la question de la variabilité du vent, notion importante dans une étude de pollution de l'air. Toutes les possibilités d'exploitation des anémogrammes sont loin d'être épuisées.

<sup>6</sup> Formule de Sutton pour une source unique :

$$X = \frac{2 Q}{\pi \cdot C_y \cdot C_z \cdot u \cdot x^{2-n}} \cdot e^{-\frac{1}{x^{2-n}} \left[ \frac{y^2}{C_y^2} + \frac{(Z-H)^2}{C_z^2} \right]}$$

dans laquelle :

X = concentration en polluants au sol au point de coordonnées x, y, z (l'origine O du trièdre trirectangle o, x, y, z, coïncide avec le pied de la cheminée, oz est vertical, ox parallèle au vent)

Q = débit de polluants

n = paramètre (compris entre 0.2 et 0.5 habituellement) qui dépend des conditions météorologiques

u = vitesse du vent

C<sub>y</sub>, C<sub>x</sub>, C<sub>z</sub> = coefficients de diffusion

H = hauteur effective de la cheminée, H vaut Hg (hauteur géométrique) + ΔH (effet des fumées)

ΔH (d'après Holland) =  $\frac{1,5v d + 4,1 \cdot 10^2 q}{U}$

ou v = vitesse de sortie des gaz

ou d = diamètre intérieur du haut de la cheminée

q = débit calorique.

La connaissance des caractéristiques du vent (et du gradient de la température) pendant les expériences est capitale. La vitesse du vent notamment est un paramètre des différentes formules.<sup>8</sup>

On voit de suite qu'il importe beaucoup de savoir avec quelle fréquence se reproduisent les conditions météorologiques observées lors des expériences, ainsi que l'ordre de grandeur de la durée moyenne de ces conditions. Il convient également de déterminer si, au cours des expériences, on a assisté à des cas moyens ou extrêmes de pollution ou de dilution. On peut d'ailleurs remarquer que les techniques utilisées (photographies aériennes du panache) ne permettent pas de rendre compte de la dilution nocturne, qui est théoriquement la plus défavorable à cause des inversions thermiques.

## LES RÉSULTATS

### 1. Direction générale des vents (figure 1)

La rose générale des vents pour la période de mai 1966 à mai 1967 (13 mois) est très semblable à celles qui ont été dressées antérieurement pour des périodes plus longues. Elle montre une nette prédominance des vents de S. à W. tandis que les fréquences d'E.N.E. à S.E. et de N.N.W. sont les plus faibles. Cette constatation est d'ailleurs de nature à renforcer la valeur à accorder aux résultats antérieurs et montre qu'une période d'une année offre un échantillonnage statistiquement valable.

### 2. Persistance du vent

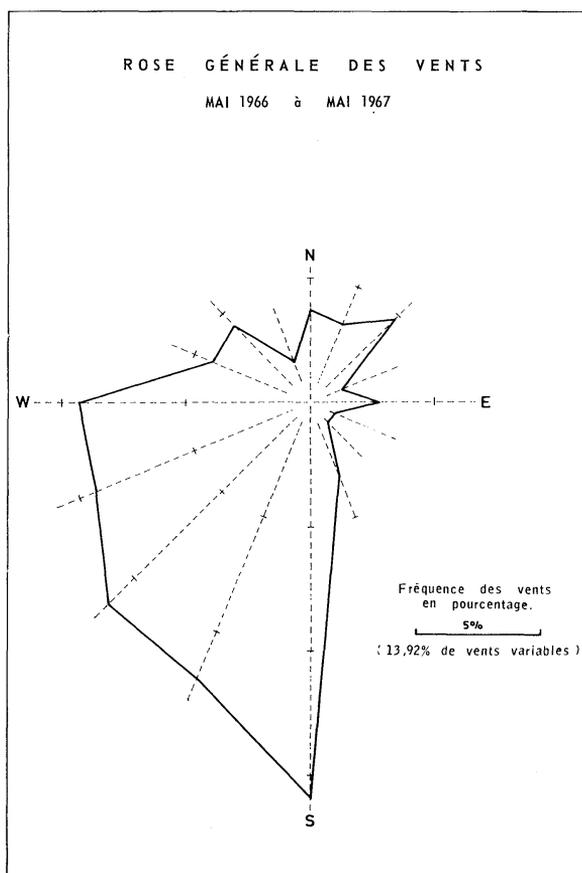
Dans l'étude des prévisions de retombées de poussières ou de concentration des gaz dans le lit d'une cheminée, on s'est contenté jusqu'à présent des approximations fournies par les formules de Sutton ou par celles qui en sont dérivées.

Sauf pour les centrales atomiques, où la prévention comporte des impératifs beaucoup plus absolus qu'en matière de pollution de l'air, on n'a guère cherché à chiffrer la fréquence avec laquelle les concentrations maximales admissibles sont atteintes. Dans le cas de sources industrielles de nocivité plus faible (SO<sub>2</sub> et poussières des centrales électriques), ces concentrations maximales obtenues

<sup>7</sup> Force aérienne belge, base de Bierset.

<sup>8</sup> On se rend compte intuitivement qu'un vent violent conduit en principe à une pollution plus faible puisque les gaz sont dilués dans une plus grande masse d'air. Mais en même temps le vent diminue la hauteur du panache au-dessus de la cheminée, rabat la fumée et contribue à une plus grande pollution au sol.

Figure 1



nues à partir de la formule de Sutton et des caractéristiques de l'émission peuvent être évaluées d'après les paramètres fournis par le vent.

Mais comme la législation<sup>9</sup> s'achemine vers la définition d'une norme d'exposition continue et une norme d'exposition exceptionnelle de durée limitée, il est intéressant d'analyser une composante du régime des vents: la persistance.

Nous la définissons ici comme étant le nombre *entier* d'heures au cours desquelles la direction moyenne du vent est restée dans un même secteur de 22°30' soit 1/16<sup>e</sup> de 360°.

Lorsque, par contre, la direction moyenne a balayé un secteur de plus de 22°30' au cours d'une heure entière, les vents sont considérés comme *variables*; ils peuvent évidemment persister comme tels pendant un certain nombre d'heures et il convient dès lors d'envisager également la persistance des vents variables.

L'histogramme des persistances considérées globalement présente une allure hyperbolique décroissant avec la durée de la persistance, mais avec un maximum secondaire de 9 heures. Quelle est la signification de ce maximum secondaire? Nous ignorons s'il correspond à un cycle journalier. Mais on peut dire que ces vents persistant plus de 9 heures ne sont pas des vents locaux car ils ont une vitesse moyenne supérieure à celle de la valeur maximale observée pour les vents locaux. Il s'agit de vents régionaux essentiellement.

L'examen du détail porte tout d'abord sur la figure 2 où sont représentées respectivement:

- en a) la rose des vents ne persistant qu'une heure entière dans une même direction. On relève en plus 392 fréquences de vents « variables » dont la persistance est aussi d'une heure mais qui ne peuvent être représentés ici;
- en b) rose des vents persistant 2 heures entières. Les vents variables persistant 2 heures représentent un total de 212 heures;
- en c) rose des vents persistant 3 heures entières avec 138 fréquences de vents variables;
- en d) rose des vents persistant 4 heures avec 124 fréquences de vents variables;
- en e) rose des vents persistant 5 et 6 heures avec 113 fréquences de vents variables;
- en f) rose des vents persistant de 7 à 9 heures avec 131 fréquences de vents variables;
- en g) rose des vents persistant de 10 à 13 heures avec 75 fréquences de vents variables;
- en h) rose des vents persistant de 14 à 16 heures;
- en i) rose des vents ayant persisté plus de 16 heures.

L'ensemble des vents « variables » représente 13.92% du total des fréquences. Ces différentes roses permettent de voir la disparition de plusieurs directions au-delà d'une certaine persistance qui, dans certains cas et notamment pour la direction E.S.E, est étonnamment brève.

<sup>9</sup> Actuellement aucune législation n'existe encore dans ce domaine en Belgique.

# PERSISTANCE DES VENTS SUIVANT LA FRÉQUENCE

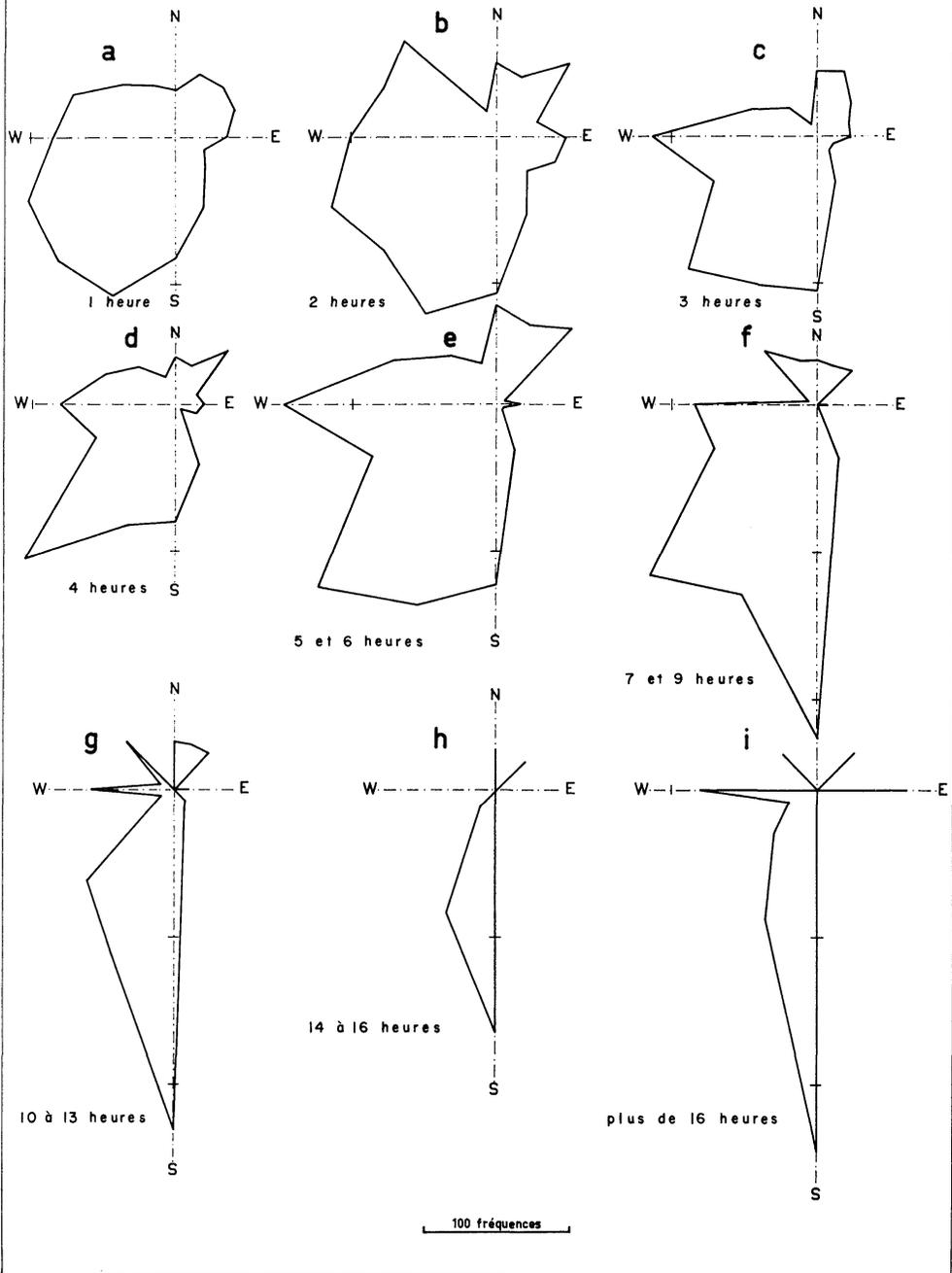


Figure 2

La rose des vents n'ayant persisté qu'une heure contraste par sa forme massive avec les autres roses. On observe encore que le secteur S.W. perd progressivement son importance relative pour la céder, dès la persistance de 7 heures, à la direction Sud tandis que la moitié Nord est très maigrement représentée déjà à partir de 7 heures.

Nous avons cherché à synthétiser l'ensemble des résultats sur la figure 3. Cette dernière est un graphique polaire de pourcentages cumulés et représente d'heure en heure, les différentes valeurs de persistance suivant chacune des directions. Le centre du cercle et sa circonférence correspondent respectivement à 0 et à 100% des vents suivant chacune des directions. Les points représentant les pourcentages attribués à une même valeur de persistance ont été reliés par la courbe la plus vraisemblable. Par exemple, la courbe la plus centrale figure la persistance de 1 heures, la suivante celle de 2 heures et ainsi de suite.

Cette figure apporte plusieurs enseignements :

a) elle montre le pourcentage élevé de persistances faibles, par exemple pour le secteur E.N.E. à S.E. où les vents ne persistant pas plus de 2 heures dépassent 60% et atteignent même 70% des vents enregistrés dans ces directions (le secteur E, cependant, a accusé une persistance exceptionnelle de 62 heures). Pratiquement, on peut donc prévoir que, lorsque le vent souffle de ce secteur, la gêne due à une émission de la cheminée n'est généralement pas de longue durée.

b) dans la direction sud, par contre, la distribution des permanences est très homogène. En comparant cette figure avec la rose générale des vents (figure 1) le vent du sud apparaît comme un « grand routier » se présentant avec la plus grande fréquence et la répartition la plus homogène des persistances. Traduite en coordonnées cartésiennes, cette dernière propriété du vent du sud se traduirait par une courbe se rapprochant de la diagonale joignant 0 à 100% tandis que les autres directions montreraient d'abord un plus grand coefficient angulaire.

c) Pour certaines directions, par exemple pour le N.N.W., la distribution est moins régulière. Ceci peut être attribué à la brièveté de la période envisagée compte tenu de la faible fréquence observée dans ces directions.

### 3. Vitesses suivant les directions

Nous avons envisagé ici des classes de vitesses de 5 en 5 km/h.<sup>10</sup> Ce mode de classement statistique est plus avantageux que l'emploi des simples moyennes et permet une analyse plus fouillée.

La répartition des vitesses suivant les directions est représentée sur la figure 4 qui est à nouveau un graphique polaire de pourcentage cumulés. Mais ici les courbes correspondent aux pourcentages des différentes classes de vitesse; la courbe la plus centrale, marquée *a*, désigne les vents de 0 à 5 km/heure; en *b*, vents de 5.5 à 10 km/heure, en *c*, 10.5 à 15 km/heure etc. . . ., la dernière classe considérée, *j*, représentant les vents de plus de 45 km/heure. Une vue globale du graphique permet de constater un aplatissement des courbes parallèlement à une droite orientée grossière-

<sup>10</sup> Vitesse = nombre de km de vent passé en une heure.

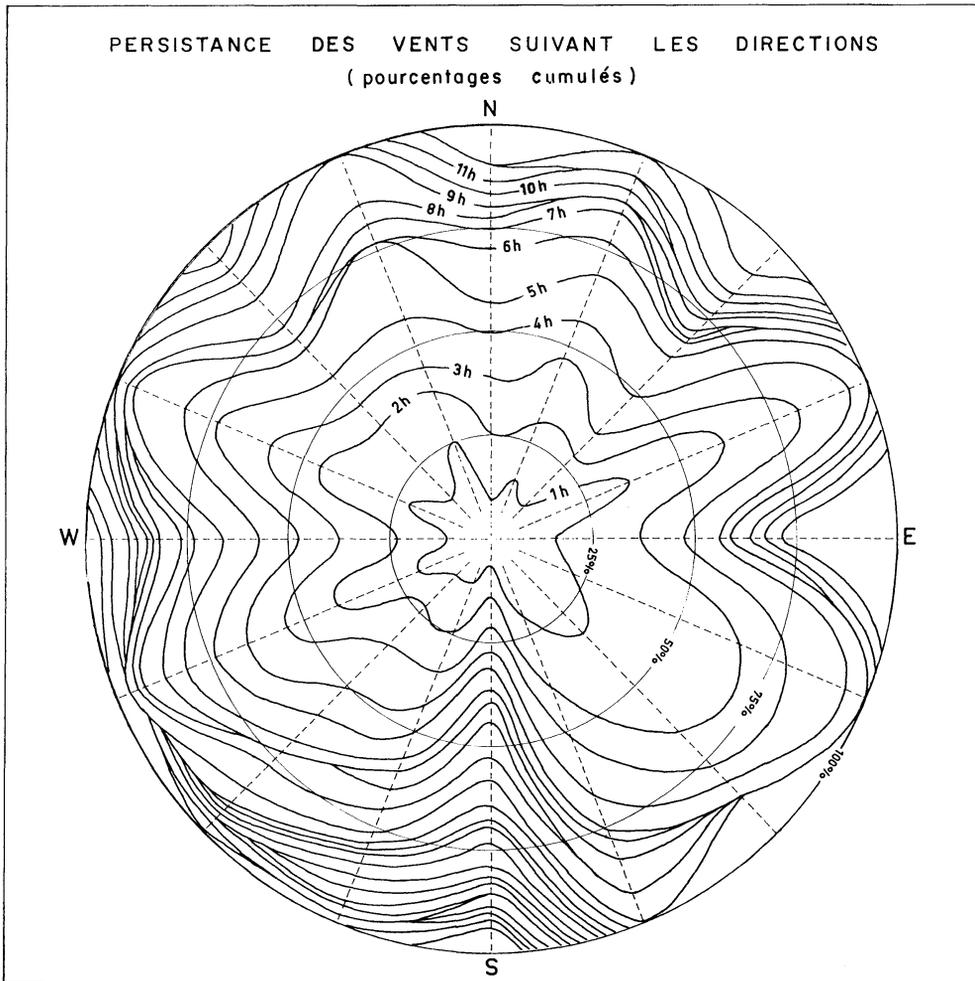
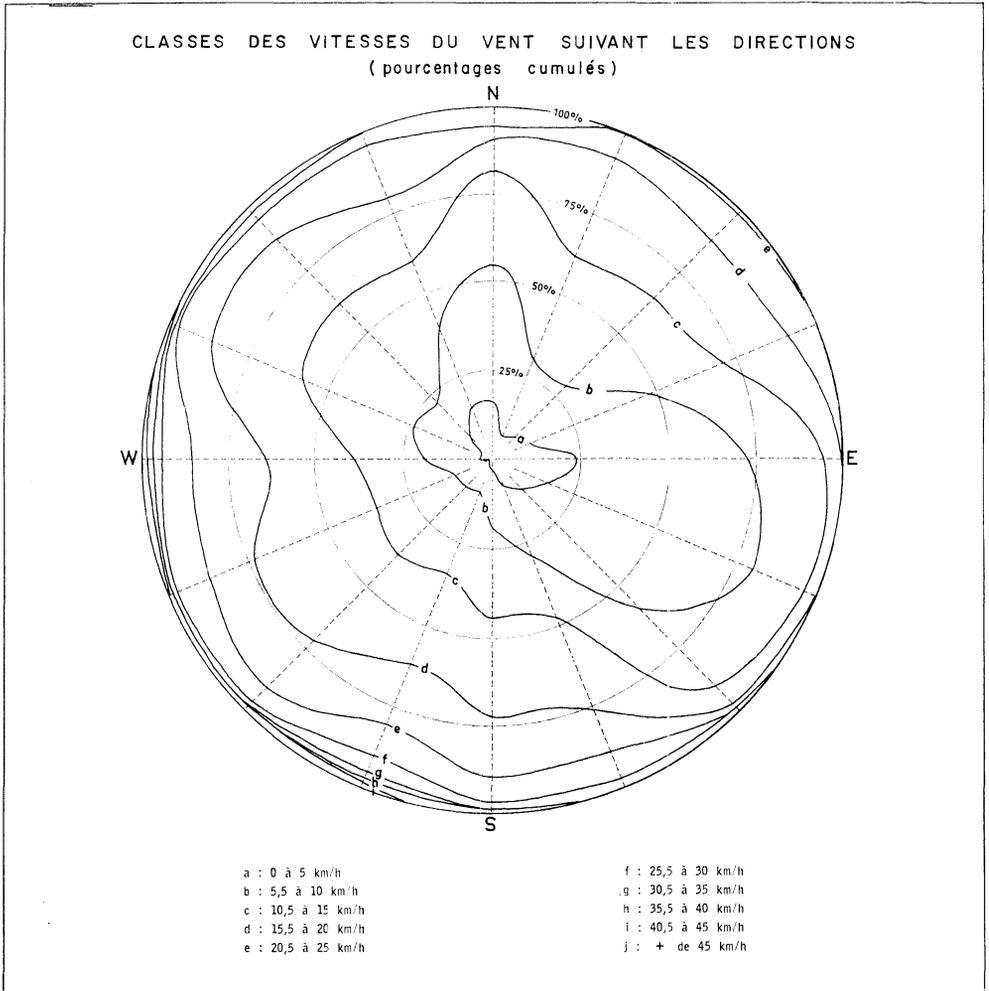


Figure 3

ment S.E.-N.W. Le secteur S. à W.N.W. montre une proportion remarquablement faible de vents de la classe *a* (0 à 5 km/h). C'est dans ce même secteur qu'on trouve les vents les plus rapides. Dans la direction E.S.E., par contre, on constate que plus de 80% des vents n'ont pas dépassé 10 km/h de moyenne sur une heure.

Du point de vue de la pollution, il convient de remarquer que la vitesse du vent n'est pas le seul paramètre qui intervient. En effet, la pollution atmosphérique la plus grave se produit par vent *faible* combiné à une forte inversion de température. Mais on obtiendra la meilleure dilution avec un vent *faible* ou moyen soufflant au moment où se présente un gradient superadiabatique.<sup>11</sup> Il faut toutefois noter que cette conjoncture donne de faibles valeurs moyennes de pollution mais, aussi des

<sup>11</sup> C'est-à-dire supérieur à 1°C/100 mètres.



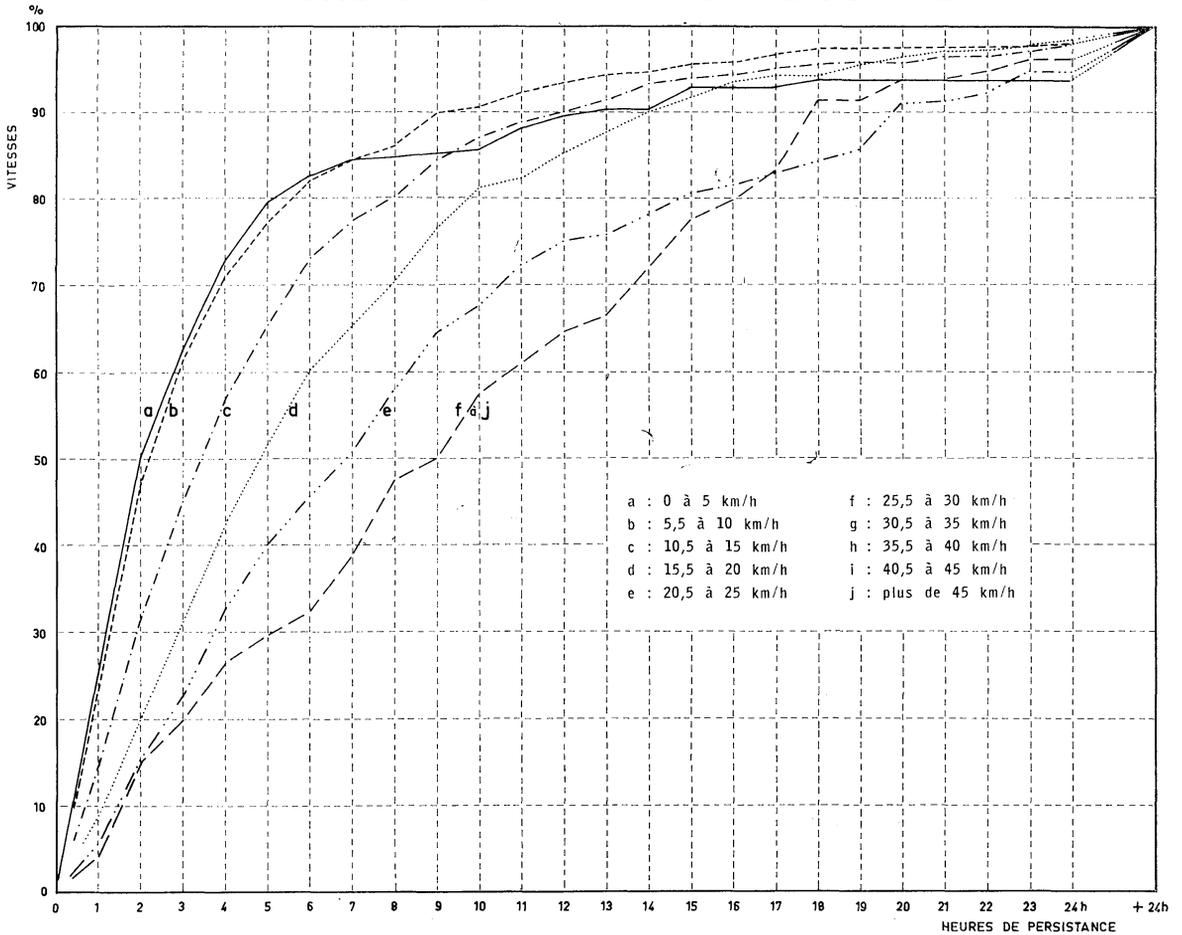
**Figure 4**

fortes concentrations instantanées au sol avec une répartition à caractère aléatoire due au phénomène de *looping*.<sup>12</sup> Une vitesse élevée donnera une dilution d'autant meilleure que souvent elle est associée à une oscillation incessante de la direction du vent autour d'une moyenne. Mais cette dilution se fait à une hauteur trop faible au-dessus du sol.

On ne peut manquer de comparer entre elles les figures 3 et 4 car, dans l'ensemble, sauf pour le secteur N, elles présentent une similitude certaine. Ce fait suggérerait donc qu'il existe une relation entre la vitesse et la persistance. La figure 5 montre cette relation d'une manière évidente. Sur ce graphique, on peut lire en abscisse

<sup>12</sup> Comportement d'un panache tel que celui-ci affecte, suivant un plan vertical, une allure sinusoïdale.

## VITESSE DU VENT SUIVANT LA PERSISTANCE



**Figure 5**

les heures de persistance et en ordonnée les pourcentages de chaque classe de vitesse prise isolément. Les lettres *a, b, c, . . . , j* désignent les classes de vitesses de vent définies précédemment.<sup>13</sup> Dans ce graphique, les heures totalisées appartenant à chaque classe (par exemple *a*) sont considérées comme étant 100% et réparties suivant les séries d'heures de persistance d'où elles sont extraites.

L'examen de ce graphique montre, dès le premier abord, qu'il existe une nette relation entre vitesse et persistance: les vitesses faibles se situent de préférence dans les faibles valeurs de persistance; c'est l'inverse pour les vents forts. C'est ainsi que 80% des vents soufflant à moins de 5 km/h se présentent dans des séries de persistance inférieure à 5 heures; par contre les vitesses de plus de 30 km/h (*f* à *j*) s'observent pour plus de 70% dans des persistances supérieures à 5 heures.

D'une façon plus générale, on observe que, pour les petites persistances, les courbes sont de moins en moins redressées au fur et à mesure qu'on passe des faibles aux grandes vitesses. Ceci signifie qu'un vent, soufflant dans une direction déterminée, a plus de chance de continuer dans cette direction s'il atteint, même de façon

<sup>13</sup> Il convient dès à présent de souligner qu'il ne s'agit pas d'heures de persistance en vitesse mais bien en direction. C'est, rappelons-le, le nombre d'heures au cours desquelles le vent a soufflé dans une même direction sans que la valeur moyenne de celle-ci s'écarte de plus de 22°30'.

temporaire, des vitesses horaires élevées. L'aspect pronostique de cette conclusion n'est pas à négliger.

#### 4. Relations vitesses – fréquences

La comparaison des figures 1 (rose générale des vents) et 4 (distribution des vitesses suivant les directions) suggère l'idée selon laquelle il existerait une relation entre les vitesses et les fréquences. En effet, c'est dans les secteurs de plus haute fréquence qu'on rencontre les moyennes horaires les plus élevées. A. Hufty, d'ailleurs, remarquait déjà que « les vitesses des vents varient à peu près comme leurs fréquences ».<sup>14</sup> Cette observation est confirmée par la figure 6. Cette dernière représente des courbes cumulatives exprimées en pourcentages; chaque classe de vitesse est encore considérée comme 100%; en abscisse, les directions sont rangées dans l'ordre (c'est-à-dire celles figurées sur la rose générale des vents — S.E. ayant la plus basse fréquence et S. la plus élevée).

Globalement, on voit que l'hypothèse énoncée ci-dessus est exacte; plus les vents sont violents, plus ils se distribuent dans les fréquences élevées. C'est ainsi que près de 90% des vents ayant une vitesse supérieure à 25 km/h (courbe *f* à *j*) se destinent à 5 directions seulement (les 5 directions possédant les plus hautes fréquences) sur les 16 envisagées.

Nous remarquons par ailleurs que sur cette figure comme sur la précédente (figure 5), les classes *a* et *b* (moins de 10 km/h) se dissocient des autres. Peut-être faut-il y voir l'apport des vents locaux: ceux-ci en effet, de par leur origine, ne peuvent avoir une persistance élevée et leurs directions sont sans relation directe avec les grands centres de pression.

Enfin, l'observation des pentes de chaque courbe pour une direction donnée conduit à l'idée d'une sorte de spécialisation des vitesses.

Par exemple, les vents qui viennent du S.S.W. ou d'W.S.W. marquent une préférence croissante pour les vitesses les plus élevées. Par contre, ceux qui soufflent de l'est ou du nord sont lents, tandis que ceux d'ouest ou de S.S.E. ont des pentes semblable c'est-à-dire qu'ils se montrent indifférents au choix dans l'éventail des différentes classes. Les conséquences de ces observations sont immédiates: si le vent commence à souffler faiblement de S.S.W., par exemple, il aura tendance à prendre de la vitesse dans les heures qui vont suivre et à persister longtemps dans cette direction. Si, par contre, cette succession se présentait pour S.E., on pourrait alors prévoir que la vitesse et la persistance accuseraient des valeurs moindres et qu'une telle situation se présenterait moins souvent.

#### 5. Distribution circadienne des vents

Dans l'optique de ce travail, la distribution circadienne<sup>15</sup> des vents relativement à une direction déterminée n'offre d'intérêt que dans la mesure où elle présente une asymétrie marquée et certaine. De plus, dans cette même optique de la pollution atmosphérique, nous n'avons pris en considération que les directions où les vents

<sup>14</sup> HUFTY, A., cf. note 2, page 34.

<sup>15</sup> Suivant les heures de la journée.

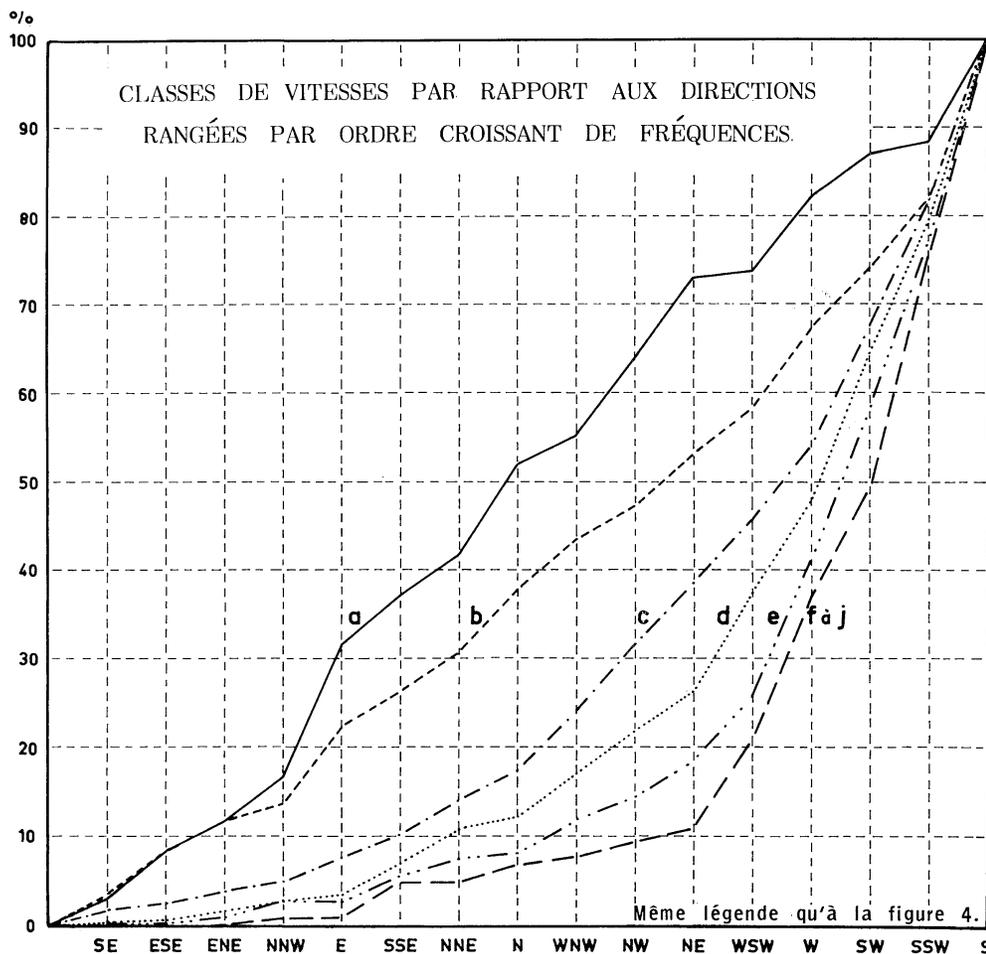


Figure 6

soufflent pour plus de 50% avec une persistance supérieure à 4 heures. Il convient, évidemment, d'y ajouter les vents variables.

La distribution circadienne des vents offre, par rapport à la distinction un peu sommaire jour-nuit, l'avantage de faire apparaître toute asymétrie et surtout la durée de celle-ci. Sur le type de graphique adopté à la figure 7, le nombre de cas est généralement représenté par des surfaces. Ici toutefois le nombre de cas est proportionnel au rayon de chaque arc de cercle (les surfaces des secteurs sont donc proportionnelles au carré des cas). On a attiré l'attention sur la distinction jour-nuit en mettant en grisé les heures nocturnes, le midi vrai étant indiqué par une flèche vers le soleil.

a) Les vents variables

Les vents variables sont de plusieurs types. Ils diffèrent principalement quant à leur origine et quant à l'ouverture d'angle qu'ils couvrent. Et, sous cet aspect, leur

# DISTRIBUTION CIRCADIENNE DES VENTS

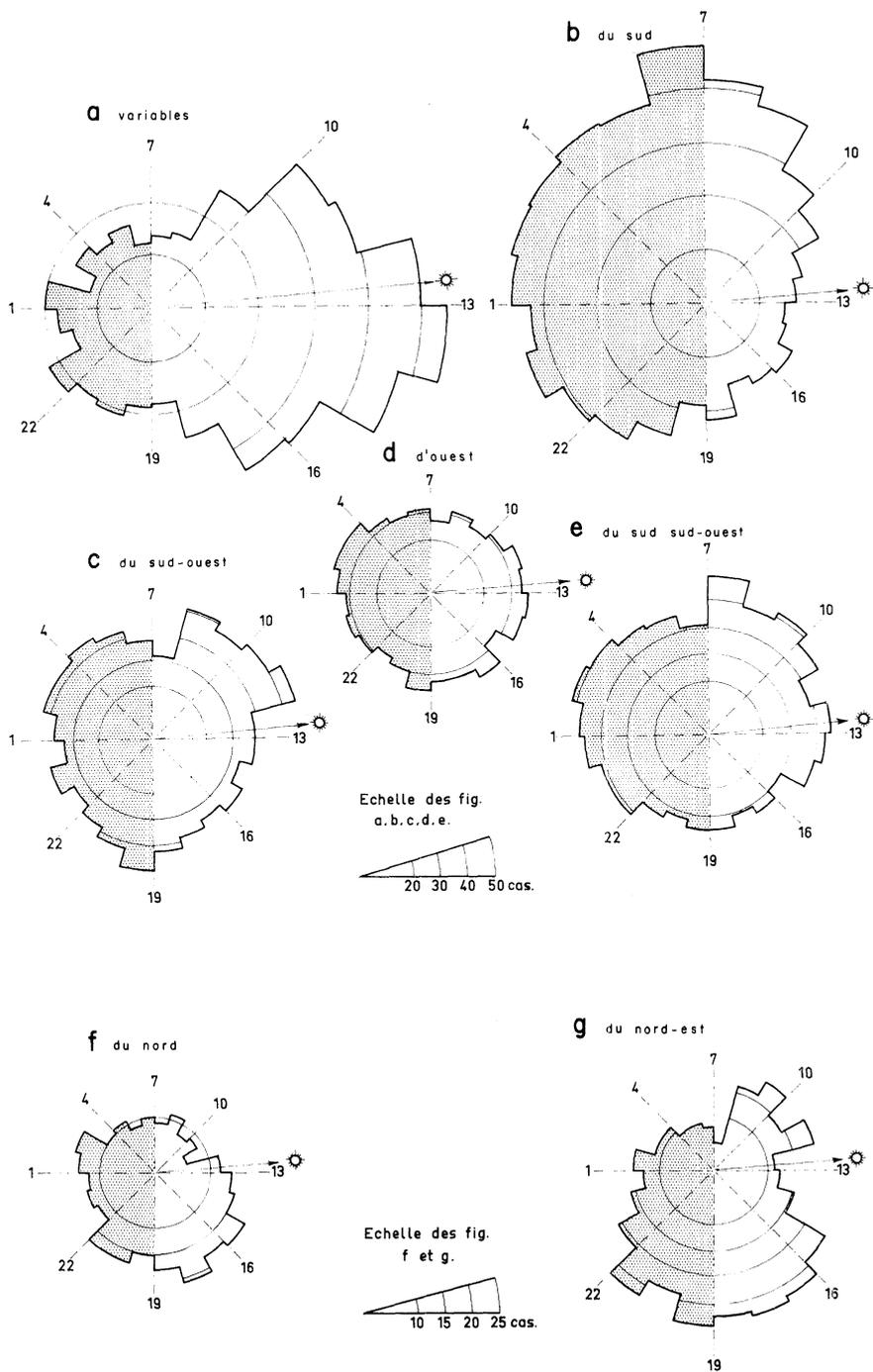


Figure 7

étude détaillée ne peut être dissociée des vents orientés et ne sera pas présentée ici. Pour les vents orientés comme pour les vents variables en effet, l'ouverture d'angle est l'expression du type de turbulence de l'air. Contentons-nous donc des grands traits.

L'asymétrie des vents variables est extrêmement bien marquée (figure 7a) et montre une étroite relation avec le cycle journalier des températures. Le maximum situé entre 13 et 14 heures correspond en effet aux heures les plus chaudes de la journée. Il est intéressant également de voir que l'effet thermique ne se fait sentir qu'après 9 heures et cesse complètement après 18 heures. De plus, l'allure de la courbe est grossièrement symétrique par rapport au midi vrai et montre bien que l'asymétrie est en étroite relation avec le cycle thermique diurne. Ceci est valable aussi bien pour le maximum absolu de la courbe que pour l'heure de déclenchement du début et de la fin du phénomène.

Cette corrélation est facilement explicable: l'accroissement considérable des vents variables pendant la journée trouve son origine dans la turbulence créée par le gradient adiabatique ou suradiabatique dû à l'échauffement de l'air par le soleil au voisinage du sol. Dans ce type de vents variables, les changements de direction sont permanents et se répartissent fréquemment sur un angle de  $360^\circ$  au cours d'une même heure. La rose des vents est balayée de façon pratiquement non préférentielle. La plupart du temps ces fortes variations en direction sont associées à des vitesses de vent moyennes ou relativement faibles. Elles ne s'observent jamais la nuit et rarement en hiver.

Tous les vents variables même diurnes n'ont évidemment pas pour cause unique celle que nous avons décrite. C'est le cas notamment pour les vents dont les variations s'effectuent dans un angle d'environ  $90^\circ$  autour d'une moyenne *variable*, autrement dit, dont les fluctuations ne sont pas réparties uniformément autour d'une direction unique. Il s'agit alors de vents dus à une turbulence d'origine à la fois thermique et mécanique. Enfin, dans certains cas, les anémogrammes sont constitués non plus d'une ligne brisée mais d'une ligne continue caractéristique d'un écoulement laminaire. Les vents actifs surtout la nuit et par temps couvert peuvent prendre brutalement une direction faisant avec la précédente un angle de plusieurs dizaines de degrés. La persistance de ces nouveaux vents variables est le plus souvent peu élevée. L'enregistrement obtenu correspond parfois, par vent faible, au seuil de frottement de l'anémomètre ou à son inertie et est alors sans aucune valeur. Mais ceci n'est plus vrai au-delà d'une certaine limite de vitesse du vent.

Les vents variables sont, de façon générale, favorables à une bonne dilution moyenne. Le fait que leurs heures d'occurrence sont principalement diurnes entraîne une conséquence heureuse: les heures de l'activité humaine seront aussi, en général celles où la pollution sera la moins grande.

#### b) Vents orientés

L'asymétrie des vents du sud est tout aussi remarquable (figure 7b). On peut observer la décroissance progressive à partir de 7 heures jusqu'au minimum entre 13 et 14 heures, ce qui, comme dans le cas de vents variables, suggère une relation avec le cycle thermique diurne. A. Hufty estime que la fréquence anormalement

élevée des vents de S. à S.E. est un phénomène régional et non local, mais il souligne par ailleurs combien il est difficile et aléatoire de dissocier les effets locaux des effets régionaux. En l'occurrence, il s'agirait de vents de type brise de montagne descendant du plateau ardennais après le coucher du soleil. Dans cette hypothèse, il est alors curieux de voir que la brise diurne de vallée venant du secteur Nord (figure 7f), ne compense pas — et de loin — les écarts de fréquence dans la distribution circadienne du secteur sud.

L'asymétrie dans la répartition des vents à composante ouest (S.W., S.S.W., W.) est peu convaincante et pourrait correspondre à des causes diverses. Une étude portant sur une période plus longue le confirmera éventuellement.<sup>16</sup>

Enfin, le vent de N.E. tout comme celui de N. s'est présenté, pendant la période considérée, essentiellement comme un vent vespéral avec un net maximum entre 16 et 22 heures et un maximum secondaire pendant la matinée.

A. Hufty,<sup>17</sup> observant que le phénomène ne se produit que par temps clair, propose l'explication suivante: « l'air est plus chaud sur l'Ardenne, plus chaud qu'au-dessus de la plaine à la même altitude; ces différences de température au même niveau créent, au-dessus de l'Ardenne, une zone de basse pression relative vers laquelle se dirigent des courants de compensation ».

#### 6. *Distribution circadienne des vitesses*

Les différences dans la répartition des vitesses au cours de la journée dans les basses couches de l'atmosphère ont été maintes fois reconnues et expliquées. Elles consistent en un accroissement général des vitesses pendant les heures chaudes. Ce fait est illustré sur la figure 8 qui est un graphique polaire de pourcentages cumulés (0 et 100% correspondant respectivement au centre et à la circonférence du cercle).

Dans le détail, on observe que les vents de plus de 15 km/h (*d* à *j*) accusent un maximum relatif entre 10 et 16 heures. Le maximum est relayé à 16 heures par les vents *c* jusque 22 h. tandis que les vents faibles (*a* et *b*) accusent un net accroissement relatif pendant les heures nocturnes et le début de la matinée.

Notons qu'au-delà d'une certaine hauteur au-dessus du sol, le cycle des vitesses est l'inverse de celui obtenu dans le cas présent: à 100 m, le vent est plus rapide la nuit que le jour, tout en restant généralement plus rapide qu'au sol.

#### CONCLUSION

Le dépouillement des seuls anémogrammes d'une station unique permet de récolter un ensemble de renseignements et de relations que l'étude présente est loin d'avoir épuisés. La période d'observation choisie est relativement courte mais cependant seul compte de l'essentiel des phénomènes. Les moyennes établies sur une période plus longue auraient surtout régularisé l'allure de certaines courbes et nous comptons bien y aboutir grâce à l'utilisation d'un ordinateur.

<sup>16</sup> Ces vents accompagnent des dépressions cycloniques, qui passent indifféremment de jour et de nuit.

<sup>17</sup> Bibliographie 5, chap. 5.

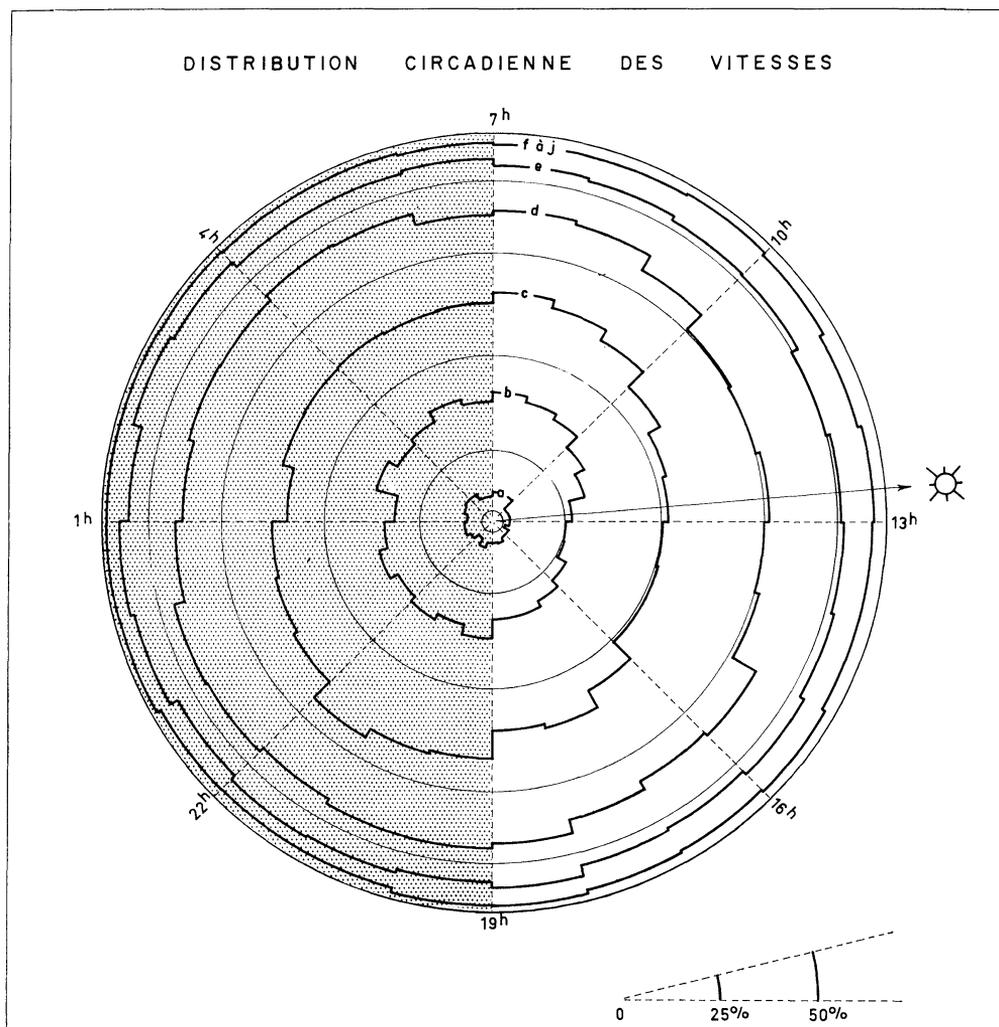


Figure 8

Dans le cadre de l'étude de la pollution engendrée par le fonctionnement d'une centrale de chauffe, les prévisions fournies par les formules théoriques peuvent être pondérées par les données rassemblées ici en ce sens qu'elles contribuent à connaître la fréquence avec laquelle les concentrations maxima sont atteintes et le risque réel couru par la population des différents secteurs autour de la source.

Considérée globalement cette étude permet-elle d'être optimiste au regard de la pollution? Dès qu'on parle d'émission polluante d'une cheminée, la dilution la meilleure n'est jamais que la moins mauvaise. Cela étant dit, l'emplacement de la centrale au Sart Tilman — dont les caractéristiques sont d'être sur le plateau et dans la partie N.-W. du domaine est certainement le plus favorable quels que soient

les inconvénients temporaires qu'aurait à subir tel ou tel secteur du campus. Son choix est en effet le fruit d'études patientes.

Le travail présenté ici ne porte que sur 13 mois. Mais au cours de cette période, il semble que le comportement du vent se serait en moyenne révélé favorable à une bonne dilution grâce à quelques caractéristiques heureuses. En effet, tout d'abord, sur la rose générale des vents, le secteur N.-W. montre une fréquence relativement faible par rapport à d'autres secteurs. Or, la centrale est située au N.-W. du domaine. Ensuite, les vents de directions variables dessinent un net maximum pendant les heures actives de la journée tandis que la nuit le vent du sud domine, diluant les fumées à l'extérieur du domaine.

Peut-être faut-il aussi considérer comme favorable le fait que les vents de plus haute fréquence sont aussi les vents les plus rapides et en même temps les plus turbulents en ce sens qu'ils sont le plus souvent associés à des coups de vent se succédant à un rythme rapide et dans une ouverture d'angle assez large autour de la direction moyenne.

On a vu également que les vents lents, par contre, soufflent dans des directions à faible fréquence et avec un faible temps de persistance. En face de la complexité du problème de la pollution, on ose à peine émettre l'idée que ces vents lents pourraient donner de jour et par temps clair d'été, la meilleure dilution et qu'ils donneraient aussi, dans les conditions contraires, la pollution la plus gênante.

Les quelques conclusions pratiques présentées ici à titre d'exemple ne se prétendent valables que pour une seule station et ne pourraient jamais être trop prudentes. La présente contribution servira à préciser le mode d'application des multiples remèdes que prévoit la technique. Il n'en reste pas moins vrai que « le seul remède efficace contre la pollution est la limitation pure et simple des émissions de polluants ».<sup>18</sup>

#### RÉSUMÉ

*L'auteur a analysé en détail les anémogrammes d'une station météorologique pendant une année. Les vents sont classés suivant leur persistance et leurs directions pendant les heures de la journée et des corrélations sont établies entre leurs vitesses, leurs directions et leurs fréquences.*

*Ce mode de dépouillement statistique original présente un grand intérêt pour les études de pollution de l'air.*

#### SUMMARY

*The author has made a detailed analysis of the anemogram at a single meteorological station for a period of one year. The direction winds are grouped according to their persistence and at given hours of the day, and correlations are established between their speed, direction and frequency.*

*This type of statistical analysis is of particular interest in the study of atmospheric pollution.*

<sup>18</sup> PÉDELABORDE, P., *Chronique météorologique*, dans *Annales de géographie*, n° 414, 1967.

## BIBLIOGRAPHIE

1. BOSANQUET, Ch., *Dust deposition from chimney stacks*, Londres, 1950. *Proc. Inst. Mech. Enegrs.*, pp. 355-368.
  2. BULTYNCK, H., de MÆRE, X., Van der PARREN, J., MALET, L., *Diffusion des rejets atmosphériques dans la région de Mol.* Bruxelles, 2 t. stencilés, C.E.N., 1965, BLG 365.
  3. HUFTY, A., *Climatologie*, Cahiers du Sart Tilman, t. II, 1964, pp. 443-52.
  4. HUFTY, A., *Recherches sur les vents au Sart Tilman* (Liège), dans *Bulletin de la société géographique de Liège*, n° 1, 1<sup>re</sup> année, 1965, pp. 33-44.
  5. HUFTY, A., *Les climats locaux dans la région liégeoise*, t. II, *Les éléments du climat*, 343 pages. Thèse de doctorat en sciences géographiques présentée à l'université de Liège, 1966. Inédit: conservé au Séminaire de géographie, Université de Liège.
  6. PASQUILL, F., *Atmospheric diffusion*. D. Van Nostrand, 1963.
  7. PONCELET, L., *Aspects météorologiques et climatologiques des pollutions atmosphériques*, I. R. M. Bruxelles, 1954, Contribution n° 16.
  8. SMITH, M. E., *The forecasting of micrometeorological variables*, *Meteorological Monographs*, vol. 1, n° 4; 1951, pp. 50-55.
  9. SUTTON, O. G., *Atmospheric turbulence and diffusion*. *Compendium of Meteorology*, Americ. Meteor. Soc., 1951, pp. 492-509.
  10. TASSOUL, J.-L., *La diffusion turbulente dans les basses couches de l'atmosphère*. F.A.T. Service météorologique. Applications série F., n° 6, 1965, 49 p.
  11. « LA MÉTÉOROLOGIE », Revue trimestrielle, 1963. Numéro spécial consacré à la pollution atmosphérique.
-