

No. 72

SITUATIONS MÉTÉOROLOGIQUES ET ACCIDENTS DE LA ROUTE

(Etude statistique)

par

J.D. Altherr

Centre météorologique Genève-Cointrin

Juin 1977

Biométéorologie
Statistique

551.586
656.08

**Arbeitsberichte der Schweizerischen Meteorologischen Anstalt
Rapports de travail de l'Institut Suisse de Météorologie
Rapporti di lavoro dell'Istituto Svizzero di Meteorologia
Working Reports of the Swiss Meteorological Institute**



No. 72

SITUATIONS METEOROLOGIQUES ET ACCIDENTS DE LA ROUTE

(Etude statistique)

par

J.D. Altherr

Centre météorologique Genève-Cointrin

Juin 1977

Biometeorologie
Statistik

551.586
656.08

Résumé:

A l'aide de tests statistiques, on montre, dans cette brève étude, que le nombre d'accidents de la route dans la région genevoise varie significativement lors de certaines situations défavorables du point de vue biométéorologique.

Zusammenfassung:

Aus einer statistischen Analyse geht hervor, dass die Zahl der Verkehrsunfälle im Kanton Genf in signifikanter Weise von der Wetterlage abhängt, wobei sich bestimmte Wetterlagen als besonders gefährlich herausstellen.

Riassunto:

Con l'aiuto di tests statistici, in questo breve studio, si dimostra che il numero degli incidenti della strada nella regione ginevrina varia in modo significativo durante determinate situazioni sfavorevoli dal punto di vista meteorologico.

Summary:

A statistical analysis shows that the number of road accidents in the Canton of Geneva depends significantly on the meteorological situation. Certain weather types seem to be potentially dangerous.

INTRODUCTION.

Chacun a pu le constater: certaines situations météorologiques agissent comme autant de stimuli sur le corps humain.

Ces stimuli peuvent être positifs ou négatifs, ce qui amène immédiatement à penser qu'il doit exister des situations météorologiques biologiquement favorables et d'autres qui seraient biologiquement défavorables.

Mais les réponses de l'être humain à ces stimuli sont difficilement quantifiables: comment pourrait-on chiffrer le fait d'être en "bonne" ou en "mauvaise forme"? Les chercheurs ont donc dû se rabattre sur des éléments directement mesurables, soit d'ordre physiologique (tension artérielle, fréquence d'apparition de certains troubles), soit d'ordre réactionnel (rapidité des réflexes, nombre d'accidents de travail ou d'accidents de la circulation).

De nombreuses recherches portant sur la seconde de ces deux options ont déjà été effectuées. En 1953, à l'occasion de l'Exposition Internationale des Transports de Munich, les temps de réaction de 118 000 personnes ont été testés puis mis en corrélation avec les situations météorologiques (Reiter). Toujours en rapport avec les types de temps, la fréquence des accidents de travail a été étudiée par Brezowsky et Weisser (1961) ainsi que par Daubert (1956), de même que la fréquence des accidents de la circulation dans plusieurs villes d'Allemagne: Munich (Spann, 1956), Stuttgart (King, 1961), Hambourg (Kohn, 1956), etc.

Et toutes ces études ont montré avec une unanimité étonnante qu'il existe deux situations météorologiques particulièrement défavorables provoquant une augmentation du temps de réaction et, par voie de conséquence, une augmentation du nombre des accidents; ces deux

situations sont les suivantes:

- a) advection d'air tropical chaud à l'avant d'une dépression;
- b) dans une moindre mesure, proximité immédiate d'une coulée d'air froid à l'arrière d'une dépression.

(Note technique O.M.M. No 65: "A Survey of Human Biometeorology").

* * *

RECHERCHE D'UNE CORRELATION ENTRE SITUATIONS
METEOROLOGIQUES ET ACCIDENTS DE LA ROUTE DANS
LA REGION GENEVOISE.

Nous avons voulu vérifier, à l'aide de tests statistiques simples, si cette corrélation entre les situations météorologiques et la fréquence des accidents de la route se vérifiait également dans la région genevoise.

Pour ce faire, nous disposions du matériel suivant:

- a) un relevé quotidien du nombre d'accidents de la circulation sur le territoire du Canton de Genève, relevé portant sur cinq ans (1969-1973);
- b) un relevé quotidien de la situation météorologique durant la même période à 12h00 GMT (00h00 GMT dans les cas douteux) selon le schéma ci-dessous emprunté à Brezowsky et légèrement modifié (voir également la figure 1.)

<u>Classe.</u>	<u>Type de temps.</u>
1	Marais barométrique (répartition uniforme de la pression): pas de sous-classes, un test préliminaire ayant montré qu'il n'existait pas de différences significatives entre les masses d'air stables ou instables, quant à la fréquence des accidents.

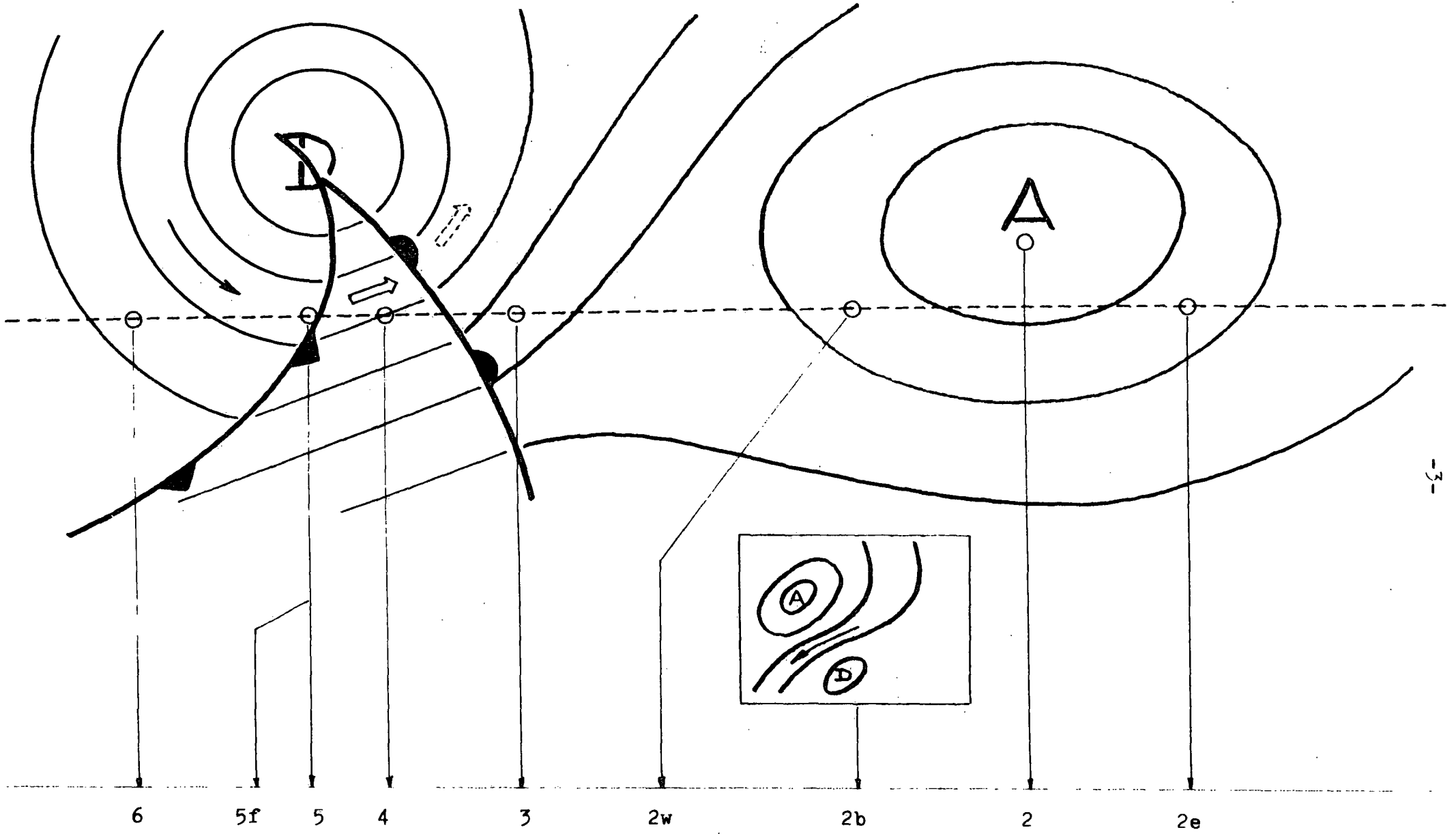


Figure 1

2	Centre d'un anticyclone.
2e	Flanc Est de l'anticyclone.
2b	Cas particulier de la bise.
2w	Flanc Ouest de l'anticyclone.
3	Arrivée d'air tropical chaud en altitude, passage à une circulation cyclonique.
4	Secteur chaud (air tropical à tous les niveaux).
5	Passage d'un front froid.
5f	Cas particulier d'un front froid précédé de foehn.
6	Temps de traîne (advection d'air maritime froid d'origine polaire ou arctique).

Partant de ces données, nous avons groupé les relevés quotidiens d'accidents par classes, chaque classe représentant une des situations météorologiques définies ci-dessus. *)

<u>Classe.</u>	<u>Nombre quotidien d'accidents.</u>	<u>Nombre de cas.</u>	<u>Moyenne.</u>
1	$x_{11}, x_{12}, x_{13} \dots x_{1n}$	n	\bar{x}_1
.			
.			
6	$x_{61}, x_{62}, x_{63}, \dots x_{6m}$	m	\bar{x}_6

Ces données ont alors été soumises à deux tests statistiques: une analyse de variance et un test de X^2 ("khi carré").

ANALYSE DE VARIANCE.

L'analyse de variance est un test qui permet de comparer des

*) Il eut été plus rigoureux de considérer le rapport entre le nombre quotidien d'accidents et la densité de la circulation, mais cette donnée n'était pas disponible.

moyennes afin de déterminer si certaines d'entre elles sont significativement différentes des autres. Dans le cas qui nous intéresse, il s'agissait de savoir si, dans certaines situations météorologiques, la moyenne du nombre quotidien d'accidents variait de façon significative ou si, au contraire, les types de temps n'avaient pas d'influence sur ces moyennes. Pour ce faire, on compare au moyen d'un test de Fisher la variabilité à l'intérieur de chacun des groupes et la variabilité entre les moyennes des groupes. S'il s'avère que cette dernière est significativement plus grande que la première, on doit admettre que les différents types de temps ont une influence sur les moyennes quotidiennes d'accidents.

Résultat de l'analyse de variance.

Variabilité	Somme des carrés	Degré de liberté	Carré moyen
-entre moyennes	29649.9	9	3294.43
-à l'intérieur	413270	1782	231.91
-totale	442920.5		

On obtient ici un coefficient de Fisher $F = 3294.43 / 231.91 =$
 \approx 14.01

Or, si les moyennes des groupes étaient identiques, il n'y aurait que 1 % de chance pour que F dépasse 2.43 (voir tables de la répartition de F, degrés de liberté 9 et 1782).

Conclusion: il est certain à 99 % que les moyennes des groupes sont significativement différentes; les types de temps ont donc une influence sur le nombre des accidents de la route.

* * *

TEST DE X^2 .

Nous avons alors soumis notre échantillon à un test de X^2 ("khi carré"). Pour chaque année, nous avons défini comme étant un "jour à accidents" les jours où le nombre N d'accidents était supérieur d'un écart-type ou plus à la moyenne annuelle du nombre des accidents.

$$\text{Jour à accidents: } N_a \geq \bar{x} + s$$

Leur fréquence d'apparition ainsi que la fréquence d'apparition des jours "normaux" pour lesquels $N_o < \bar{x} + s$ ont été reportées sur le tableau de la page 7.

On calcule alors les fréquences théoriques d'apparition des jours N_a et N_o .

- Par exemple: a) probabilité d'apparition de la classe 1 = $\frac{169}{1776}$
b) probabilité d'apparition de $N_a = \frac{276}{1776}$
c) probabilité d'apparition de (a) et (b) =
 $= \frac{169}{1776} \times \frac{276}{1776}$
d) fréquence d'apparition de (a) et (b) dans l'échantillon: $1776 \times \frac{169}{1776} \times \frac{276}{1776} = \underline{26.26}$

Ces fréquences théoriques sont également reportées dans le tableau de la page 7. Elles présentent des différences avec les fréquences réelles, et le test de X^2 permet de déterminer lesquelles de ces différences sont dues au hasard et lesquelles sont significatives.

On définit pour ce faire un facteur $X^2 = \sum \frac{(f_i - \varphi_i)^2}{\varphi_i}$ où f représente la fréquence observée de l'événement et φ sa fréquence théorique.

Test de X^2

<u>Classe</u>	N_a		N_o		<u>Total</u>	<u>X^2</u>
	f	φ	f	φ		
1	21	26.26	148	142.74	169	1.25
2	12	25.64	153	139.36	165	8.59
2e	9	13.21	76	71.79	85	1.59
2b	18	38.23	228	207.77	246	12.67
2w	15	22.53	130	122.47	145	2.97
3	56	37.63	187	205.24	243	10.59
4	86	46.78	215	254.22	301	38.93
5	27	26.42	143	143.58	170	0.01
5f	2	4.66	28	25.34	30	1.80
6	30	34.50	192	187.50	222	0.69
TOTAL	276	276	1500	1500	1776	79.09

La table de répartition du X^2 fournit les critères suivants:

-si les fréquences d'apparition f et φ ne présentent pas de différences significatives, il n'y a que:

5 chances sur 100 pour que le X^2 dépasse 3.841

1 chance sur 100 pour que le X^2 dépasse 6.635

1 chance sur 1000 pour que le X^2 dépasse 10.827

-si ces valeurs de X^2 sont dépassées, on en déduit que f et φ sont significativement différentes, cette déduction étant entachée d'un risque d'erreur de 5, respectivement 1 ou 0.1 pour cent.

Le tableau ci-dessus montre clairement que, pour les jours à accidents N_a :

-f est significativement inférieur à ψ (risque d'erreur 0.01) dans la classe 2;

-f est significativement inférieur à ψ (risque d'erreur 0.001) dans la classe 2b;

-f est significativement supérieur à ψ (risque d'erreur 0.01) dans la classe 3;

-f est significativement supérieur à ψ (risque d'erreur 0.001) dans la classe 4.

* * *

CONCLUSIONS.

Les tests effectués amènent aux conclusions suivantes:

1. Les situations météorologiques ont une influence sur la fréquence des accidents de la route.
2. On remarque une diminution significative de la fréquence des accidents par situation 2 (centre d'un anticyclone) et 2b (bise).
3. On remarque une augmentation significative de la fréquence des accidents par situation 3 (arrivée d'air tropical chaud en altitude) et 4 (air tropical chaud à tous les niveaux - en termes météorologiques "temps de secteur chaud").
4. Les situations 5 (passage d'un front froid, donc précipitations pouvant être éventuellement importantes) et 6 (temps de traîne avec alternance d'éclaircies et d'averses) ne provoquent pas d'augmentation significative de la fréquence des

accidents, pas plus, d'ailleurs, que la situation de foehn typique 5f (il faut noter toutefois que le foehn lui-même ne se manifeste pas dans la région genevoise).

5. Si les phénomènes purement météorologiques tels que pluie, neige, brouillard, etc. exerçaient une influence prépondérante sur les moyennes des accidents de la route, cette influence devrait apparaître dans toutes les situations où ces phénomènes sont susceptibles de se produire, soit, en tous cas, dans les classes 4, 5 et 6.

6. Or, comme le montre nettement le test de X^2 , une augmentation significative de la fréquence des accidents ne se produit, en fait, que dans les situations 3 et 4; comme aucun phénomène météorologique tangible n'est particulier à ces deux classes-là, on doit donc admettre que ces situations d'advection d'air tropical chaud à l'avant d'une dépression correspondent à des types de temps biométéorologiquement défavorables qui modifient négativement le comportement, le pouvoir de concentration ou les temps de réaction d'un conducteur aux prises avec les problèmes de la circulation routière. Ces stimuli biométéorologiques négatifs sont donc particulièrement dangereux puisque, sans cause extérieure directement apparente, ils diminuent à son insu les performances d'un conducteur.

Cette brève étude n'avait pour but que de vérifier statistiquement un phénomène: nous laissons aux médecins ou aux biologistes le soin d'en déterminer les causes physiologiques.

J.D. ALTHERR

Centre météorologique
de Cointrin, mai 1977

Nous remercions ici les Services techniques de la Police genevoise qui nous ont fourni les données nécessaires à ce travail.

