Zeitschrift: Archives des sciences [1948-1980]

Herausgeber: Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève

Band: 33 (1980)

Heft: 1-3

Artikel: Du brouillard dans une des boucles du Rhône à Loëx, Genève : à propos d'un aménagement autoroutier

Autor: Cupelin, François / Landry, Jean-Claude

DOI: https://doi.org/10.5169/seals-739480

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften auf E-Periodica. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen sowie auf Social Media-Kanälen oder Webseiten ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Mehr erfahren

Conditions d'utilisation

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. La reproduction d'images dans des publications imprimées ou en ligne ainsi que sur des canaux de médias sociaux ou des sites web n'est autorisée qu'avec l'accord préalable des détenteurs des droits. En savoir plus

Terms of use

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. Publishing images in print and online publications, as well as on social media channels or websites, is only permitted with the prior consent of the rights holders. Find out more

Download PDF: 15.07.2025

ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, https://www.e-periodica.ch

DU BROUILLARD DANS UNE DES BOUCLES DU RHÔNE À LOËX, GENÈVE À PROPOS D'UN AMÉNAGEMENT AUTOROUTIER

PAR

François CUPELIN, Jean-Claude LANDRY *

INTRODUCTION

Les divers tracés de l'autoroute Nl, section 8 prévoient la traversée du Rhône en viaduc (Landry et coll. 1980). Cette région est connue pour être couverte fréquemment par des nappes de brouillard.

L'étude des microclimats nécessitant au moins une année d'observation, il n'a pas été possible d'effectuer des mesures météorologiques significatives dans le temps où l'Etat de Genève devait donner son préavis.

Des observations archivées, dont certaines d'entre elles ont un caractère météorologique, ont permis l'approche de ce problème: Les ordures ménagères de la ville sont collectées puis acheminées par voie fluviale à l'usine d'incinération des Cheneviers au bord du Rhône. Les pilotes de la barge transportant les ordures verbalisent les conditions météorologiques relatives à la visibilité horizontale. Celle-ci est essentielle pour la sécurité de la navigation. Le pousseur de la barge est équipé d'un système radar qui permet au pilote de naviguer par visibilité horizontale nulle. Le temps d'utilisation du radar est également verbalisé.

Nous avons utilisé ces données pour répondre à deux questions relatives à la sécurité routière:

a) Quelle est la fréquence du brouillard dans la région où sera implanté le viaduc autoroutier de Loëx ?

b) Existe-t-il une corrélation entre les périodes de brouillard dans la région de Loëx et les conditions météorologiques mesurées à l'aéroport de Genève-Cointrin ?

* Institut d'hygiène, Service de toxicologie industrielle, d'analyse de l'air et de protection contre le bruit, Case postale 109, 1211 Genève 4.

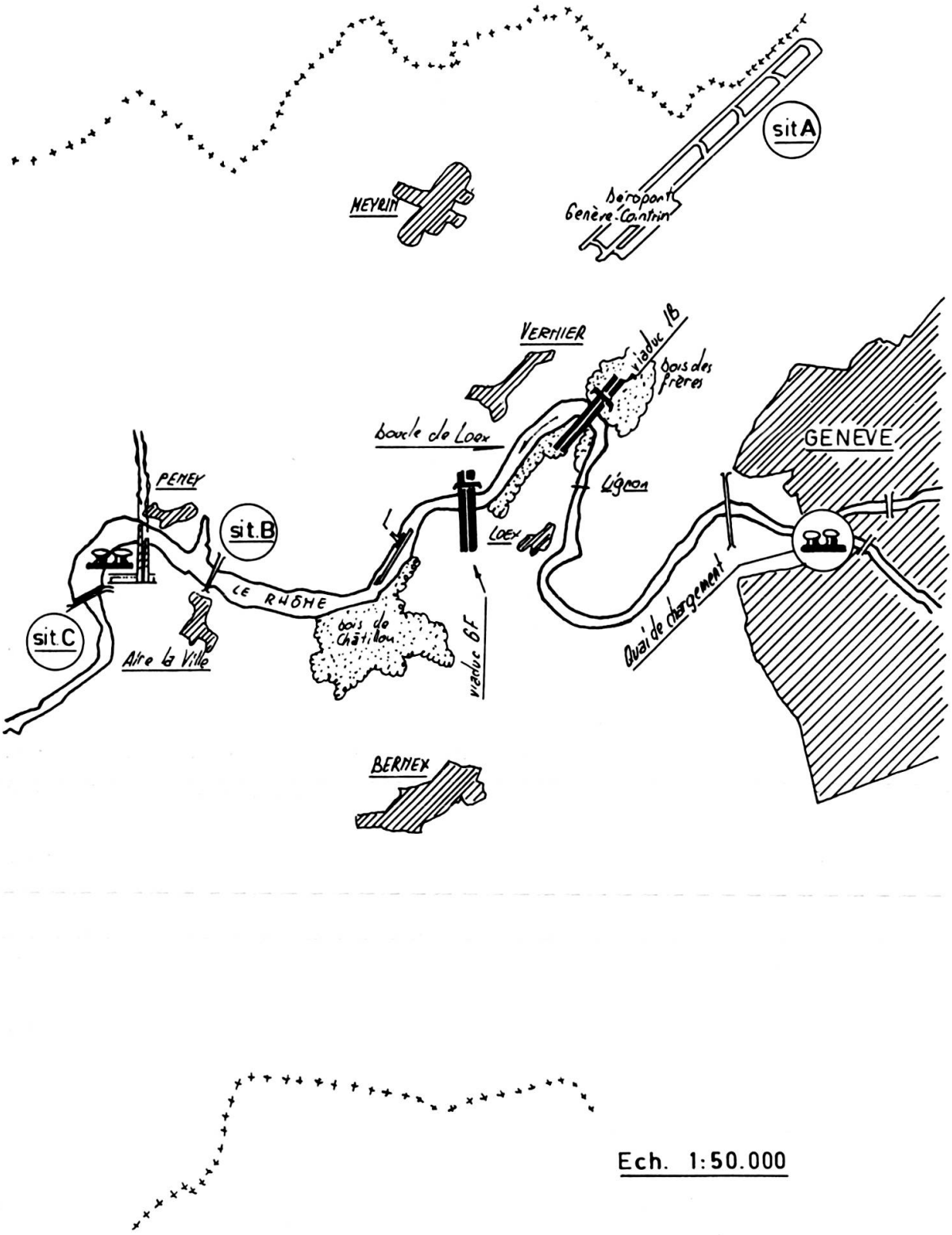

FIG. 1.

Situation des points de mesure.

DESCRIPTION DES DONNÉES

Orographie de la région concernée

La région concernée par le tracé autoroutier sujette aux inconvénients du brouillard est constituée principalement par la boucle que forme le Rhône en définissant la presqu'île de Loëx (fig. 1). Celle-ci est orientée approximativement dans l'axe des vents dominants. L'érosion provoquée par le Rhône a donné naissance à une configuration typique: Une rive droite assez abrupte exposée à l'érosion fluviale, une rive gauche formant la presqu'île de Loëx dont la pointe est constituée de dépôts alluvionnaires.

La rive droite constitue le versant le plus élevé de cette configuration. La hauteur moyenne du plateau de Vernier est de 30 m par rapport au niveau du fleuve. Le plateau de la presqu'île de Loëx descend en pente douce du village de Loëx jusqu'à son extrémité nord-est.

Mesures synoptiques de l'aéroport de Genève-Cointrin

Nous disposions des observations météorologiques synoptiques relevées toutes les trois heures à l'aéroport de Genève-Cointrin. Elles ont été effectuées de façon standard selon la recommandation de l'Organisation Météorologie Mondiale en vigueur sur les aéroports internationaux (réf. 2).

L'étude de C. Aubert (réf. 3) « Climat of Airport Geneva-Cointrin » découle de l'exploitation de ces mesures et s'étend sur une période de 10 ans. Elle permet de dégager les éléments importants caractérisant le microclimat de Genève-Cointrin. La fig. 2 donne les variations saisonnière et journalière de la fréquence des observations pour lesquelles la visibilité horizontale est inférieure ou égale à 200 m et la visibilité verticale (ou plafond) inférieure ou égale à 33 m.

Au cours de la journée on constate un maximum de fréquence au lever du soleil et au cours de l'année un maximum de fréquence en hiver. En octobre, les fréquences d'observation passent la nuit par un maximum. Le phénomène s'atténue en novembre. Les fréquences les plus élevées sont atteintes en décembre. La fréquence de la visibilité minimum est corrélée avec les vents faibles ou les périodes de calme. Sont également données dans la fig. 2 les heures GMT du lever et du coucher du soleil (signe O).

Observations effectuées par les pilotes des barges

Le chef-pilote du pousseur a aimablement mis à notre disposition son livre de bord. Celui-ci a été établi dès 1966. Il ne concerne que les jours de travail effectif, c'est-à-dire du lundi au vendredi entre 07 h. 00 et 17 h. 00 pendant toute l'année. Les

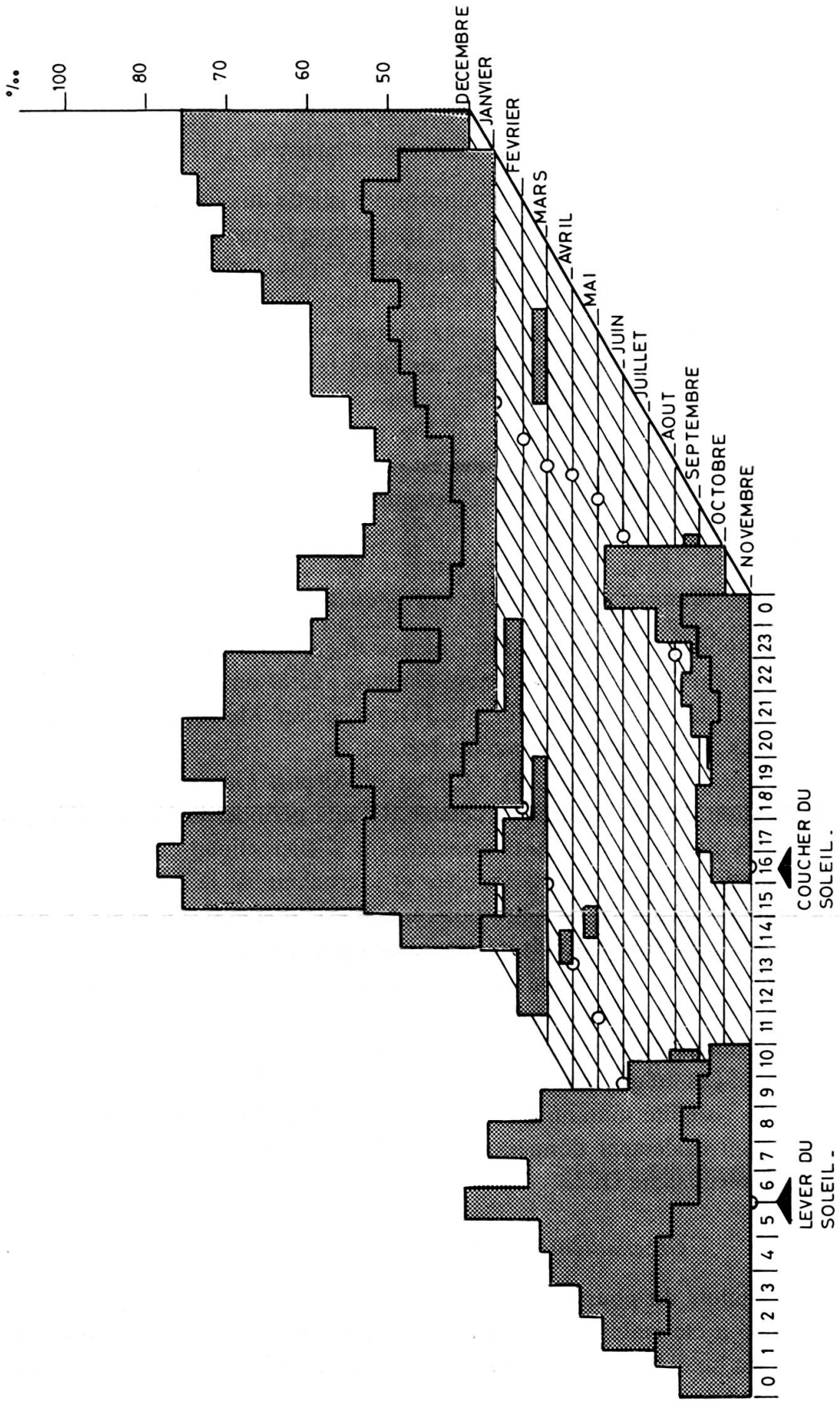

FIG. 2.

Fréquence des observations de brouillard à l'Aéroport de Genève-Cointrin. Visibilité > 200 m, plafond (visibilité verticale) > 33 m.
D'après C. Aubert (réf. 3).

renseignements qu'on y trouve ont trait essentiellement aux conditions de visibilité horizontale et à l'utilisation du radar. Il n'y a pas, sauf à de rares exceptions près, de données sur la visibilité en fonction du lieu d'observation. Le chef-pilote, au cours d'entretiens, nous a fait remarquer que la visibilité horizontale était la plupart du temps constante tout au long du trajet des barges. Nous émettons donc l'hypothèse que les observations consignées sont relatives à l'ensemble du trajet de la barge. L'heure des observations faisant défaut, nous n'avons pas examiné la répartition journalière de la présence du brouillard.

Pour des raisons de sécurité routière, seuls les cas où la visibilité horizontale est inférieure à 100 mètres sont à considérer. Dans des conditions analogues, la sécurité de la navigation est gravement compromise: l'emploi du radar est impératif. La table I donne le nombre de jours ouvrables entre 07 h. 00 et 17 h. 00 où la visibilité horizontale sur le Rhône était inférieure à 100 mètres pour la période 1968-1978. La moyenne est de 12 $\pm$ 6 jours.

TABLE I.

Nombre de jours où la visibilité est $\leqslant$ 100 m pendant au moins 2 heures (du lundi au vendredi entre 07 h. 00 et 17 h. 00).

Observations effectuées par les pilotes de la barge naviguant de la Jonction à l'UIOM des Cheneviers.

Année	1968	1969	1970	1971	1972	1973
nombre de jours	19	9	3	6	9	9
Année	1974	1975	1976	1977	1978	
nombre de jours	11	26	10	13	15	

La fig. 3 représente la fréquence annuelle du nombre d'heures d'utilisation du radar (durée de navigation au radar/nb d'heures d'ouverture de la navigation) en fonction des mois. Le calcul a été effectué pour la période 1968-1978. Les valeurs maximales sont obtenues pour le mois de janvier et octobre, les minimales pour le mois de juillet. Par extrapolation, on admet que la répartition de ces fréquences est la même pour la semaine entière: Il n'y a pas de cause à effet entre l'horaire des mariniers et la météorologie.

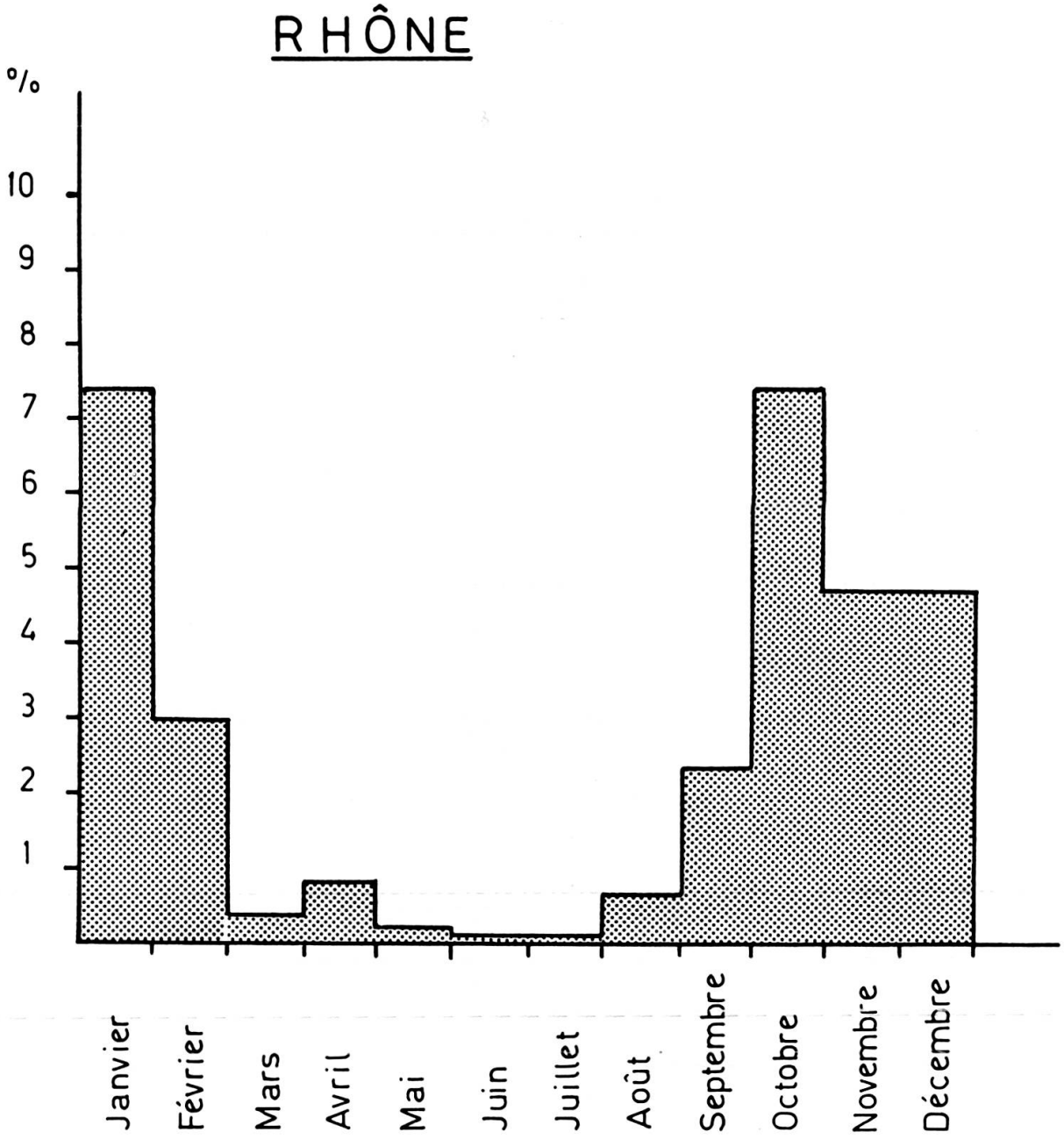

FIG. 3.
Fréquence annuelle du nombre d'heures d'utilisation du radar (%) des barges des ordures ménagères: Durée d'utilisation du radar × 100/nombre total d'heures (de 07 h. 00 à 17 h. 00, les jours ouvrables).

Vents

Nous avons entrepris une campagne de mesures du régime des vents en 1975 à Peney-Dessous, situé au bord du Rhône en aval de la boucle de Loëx (site *b* de la fig. 1). La proximité de ce lieu mesures permet, dans une certaine mesure, une approximation du régime des vents dans la région concernée. La fig. 4 donne la

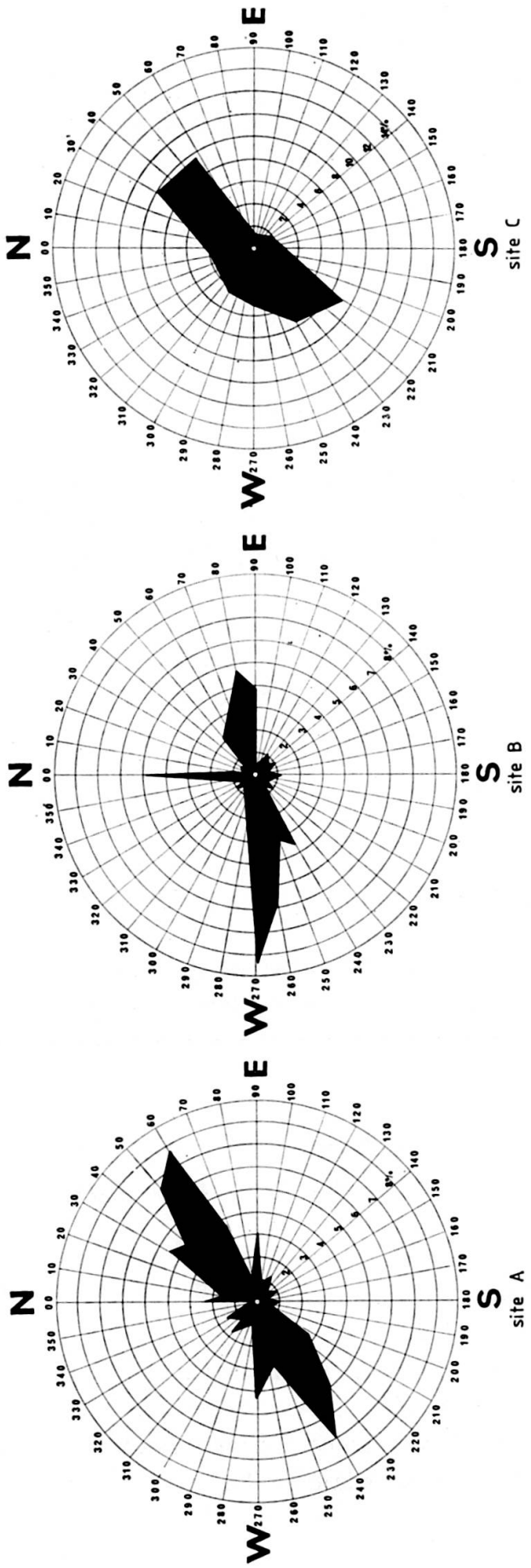

FIG. 4.

Roses des vents pour les sites:
a. de l'aéroport de Genève-Cointrin; b. Peney-Dessous; c. Verbois.

rose des vents pour trois sites d'observation: Genève-Cointrin, Peney-Dessous et Verbois.

La fréquence annuelle des périodes de calme (vent inférieur à 1 nœud) est de 28% pour Cointrin et de 29% pour Peney. Il y a donc similitude entre l'aéroport de Genève-Cointrin et Peney-Dessous pour les périodes calmes.

DISCUSSION

Introduction

Le caractère fragmentaire et ponctuel des observations effectuées sur le Rhône ne permet pas de connaître la fréquence annuelle du brouillard. Les observations synoptiques de l'aéroport de Genève-Cointrin ne peuvent être sans autre étendues à la région de Loëx. Seule une corrélation entre les deux source d'observation permet une évaluation des probabilités d'apparition du brouillard.

Il est difficile de comparer des mesures dont les objectifs sont différents. La notion de sécurité du trafic est toutefois commune à ces mesures (trafic aérien, fluvial, routier). On admettra que, pour la sécurité routière, le critère d'utilisation du radar par les pilotes de la barge est analogue à celui de l'adaptation de la conduite à des conditions restreintes du champ de vision à cause du brouillard.

Estimation de la fréquence de brouillard

La méthode consiste à rechercher les conditions météorologiques synoptiques caractéristiques prévalentes à Cointrin au moment où l'utilisation du radar par les pilotes de la barge indique que la visibilité horizontale sur le Rhône est inférieure à 100 m.

L'étude des données météorologiques synoptiques de Cointrin montre qu'il y a des conditions caractéristiques: Chaque fois qu'il y a du brouillard à Cointrin (type de temps = 5), il y a du brouillard sur le Rhône. La réciproque n'est pas vraie.

Afin de déterminer avec plus de précision ces conditions, nous avons optimalisé un modèle de prévision de brouillard sur le Rhône à l'aide de caractéristiques météorologiques. La précision du modèle est vérifiée en comparant la prévision de ce dernier et les observations effectuées par les mariniers.

Parmi plusieurs modèles, le plus précis a été retenu.

Les caractéristiques météorologiques des observations synoptiques de Cointrin ainsi sélectionnées sont données dans la table II.

TABLE II.

Critères d'apparition de brouillard sur le Rhône, par observation à l'aéroport de Genève-Cointrin.

I Temps au moment de l'observation	— pas de précipitation — brouillard sans précipitation
II Vent	— < 3 nœuds
III Humidité relative	— W > 98% — 98% > W > 95% avec visibilité horizontale < 3500 m

La table III donne le nombre d'observations synoptiques effectuées à Cointrin répondant simultanément aux critères définis ci-dessus. En d'autres termes, ce nombre d'observations correspond au nombre prévisible d'observations de brouillard sur le Rhône.

TABLE III.

Nombre d'observations positives effectuées à l'Aéroport de Genève-Cointrin répondant au critère d'apparition de brouillard sur le Rhône.

Année	68	69	70	71	72	73
Nombre d'observations	382	152	122	188	123	157
Année	74	75	76	77	78	
Nombre d'observations	153	174	123	150	189	

La probabilité de brouillard peut se calculer en divisant le nombre prévisible d'observations de brouillard par le nombre total d'observations.

Pour la période 1968-1978, cette probabilité est de

$$\frac{1913 \text{ observations brouillard}}{32\,032 \text{ observations au total}} \times 100 = 6\%.$$

Il faut remarquer que la prévision du modèle ne peut être vérifiée sur les journées entières puisque les observations des pilotes de la barge ne sont pas effectuées de nuit. Il n'existe qu'une correspondance statistique globale et non une correspon-

dance événement à événement. Ce modèle partiel du microclimat permet de prévoir que 6% des observations météorologiques correspondent à un état de brouillard sur le Rhône. On peut le traduire comme l'équivalent de 22 jours par an pendant lesquels on effectuerait 8 observations de brouillard.

L'influence de paramètres locaux sur l'apparition du brouillard dans la boucle de Loëx intervient lorsque les vents sont faibles ou calmes (vent < 3 nœuds). A ce moment, la nature du terrain, par sa capacité thermique et son relief, influence directement la propagation de vents thermiques et l'apparition de bancs de brouillard.

La surface d'eau constituée par le Rhône est cause d'une augmentation supplémentaire d'humidité des masses d'air en contact avec elle. Dès que la température de l'air est plus basse que celle de l'eau, il y a possibilité d'arriver à saturation et de provoquer des bancs de brouillard. De jour, l'air reste plus froid au-dessus des nappes d'eau parce que les radiations solaires pénètrent plus profondément dans l'eau. Ces éléments sont confirmés par le fait qu'il y a possibilité de brouillard pour une humidité relative de 95 à 98% à Cointrin et pour un type de temps clair. A ce moment, la probabilité de formation de brouillard de rayonnement sur le Rhône et spécialement dans les zones « encaissées » est très élevée.

Il est intéressant de comparer la prévision de probabilité de brouillard pour le Rhône à celle mesurée pour d'autres régions (Bouët, 1972). Celles-ci sont données dans la table IV. La probabilité de brouillard sur le Rhône est équivalente à celle du Jorat.

TABLE IV.

Probabilité de brouillard en pour mille.
Moyennes de 1954-1969 (réf. 1).

	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	Année
Genève	57	32	12	3	2	3	1	3	14	59	43	45	23
Montreux	12	22	4	2	—	—	—	—	—	1	1	3	4
Neuchâtel	76	51	13	8	4	2	3	6	31	77	79	58	34
Mont-Soleil	68	65	70	81	47	38	25	33	42	62	130	114	65
Plateau frib.	95	43	27	10	5	3	7	12	31	81	122	91	44
Pays-d'Enhaut	16	7	5	4	3	2		2	7	15	32	15	9
Sion	38	9	2						2	7	32	30	10
Montana	36	34	25	47	54	24	19	25	32	66	74	61	42
Saint-Bernard	241	237	282	334	255	286	214	228	199	214	254	174	243

CONCLUSION

Du point de vue de la sécurité routière, l'aspect quantitatif du phénomène n'est pas alarmant. Par contre, qualitativement, l'existence de bancs de brouillard locaux, même par temps dégagé, exige à notre avis un dispositif efficace de signalisation de la traversée autoroutière du Rhône.

FIG. 5.

Boucle de Loëx. Vue de Vernier en octobre 1979 vers 06 h. 00.
(Photo F. Rochat.)

La fig. 5 montre quel est l'aspect à mi-octobre 1979 de la boucle de Loëx vers les six heures du matin. On distingue nettement un banc de brouillard localisé à cet endroit, alors qu'à l'extrême gauche de la photo, en direction duquel se trouve l'aéroport de Genève-Cointrin, la densité du brouillard est moindre.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les pilotes de la barge acheminant les déchets ménagers à l'Usine d'incinération des ordures ménagères des Cheneviers. Sans leurs observations, ce travail n'aurait pu être mené à chef.

BIBLIOGRAPHIE

[1] LANDRY, J.-Cl., et M. LEVENTAL (1980). Impact du bruit de l'autoroute Nl*a*/8 sur l'environnement, *Archives des Sciences*, vol. 33.

[2] Technical Regulations. Volume II — Meteorological Service for International Air Navigation. Ed. WMD, n° 49 (1976).

[3] AUBERT, C. (1963). *Climatology of Cointrin Airport*. Published by the Swiss Meteorological Institute. Zürich.

[4] BOUËT, M. (1972). *Climat et météorologie de la Suisse Romande*. Ed. Payot.