

Méthodologie pour utiliser l'étude d'occurrence de brouillard sur les aéroports de la métropole

Régine Laffargue DIRO CM/Nantes

1) Contexte:

L'environnement d'un aéroport peut jouer un rôle déterminant dans le processus de formation du brouillard par **apport d'humidité ou refroidissement de l'air selon la direction du vent**. Ainsi, la proximité d'une zone très urbanisée, d'une forêt, de l'océan, d'un lac, d'un espace potentiellement humide ou d'un relief peut agir sensiblement sur l'humidité et la température de l'air en favorisant ou contrariant la formation du brouillard.

L'objectif de cette étude est d'apporter aux prévisionnistes aéronautiques des **informations statistiques** sur le risque de brouillard sur un aéroport en fonction de la direction et de la force du vent **dès lors que la situation météorologique se révèle propice à la formation de brouillard (humidité > 90%)**

Remarque importante: la visibilité représentée dans cette étude n'est pas la visibilité aéronautique (VA) mais la **POM** (Portée Optique Météorologique). La POM était la référence de la visibilité aéronautique notifiée par la France mais, depuis le 1er juin 2015, la France applique la définition de l'annexe 3 de l'OACI :

La visibilité aéronautique (VA) est la plus grande des deux valeurs suivantes :

- la POM (visibilité par contraste)
- la visibilité de sources lumineuses fixées à 1000 Cd.

Conséquences importantes: la nuit ou par faible visibilité, la VA est beaucoup plus élevée que la POM. Par exemple, la nuit, pour une **POM de 500 m**, la **VA est voisine de 1100m**.

Un tableau de **comparaison POM/VA** est accessible sur **EXPAIR** dans la page de rédaction de TAF ou à l'adresse : http://pelican.meteo.fr/expair/doc/fr_FR/POM-VA.htm

2) Utilisation des tableaux statistiques:

a) Répartition moyenne annuelle des occurrences de brouillard par mois et par heure UTC

Exemple de lecture de ce tableau pour Brest (LFRB) :

Répartition moyenne annuelle des occurrences de brouillard par mois et par heure

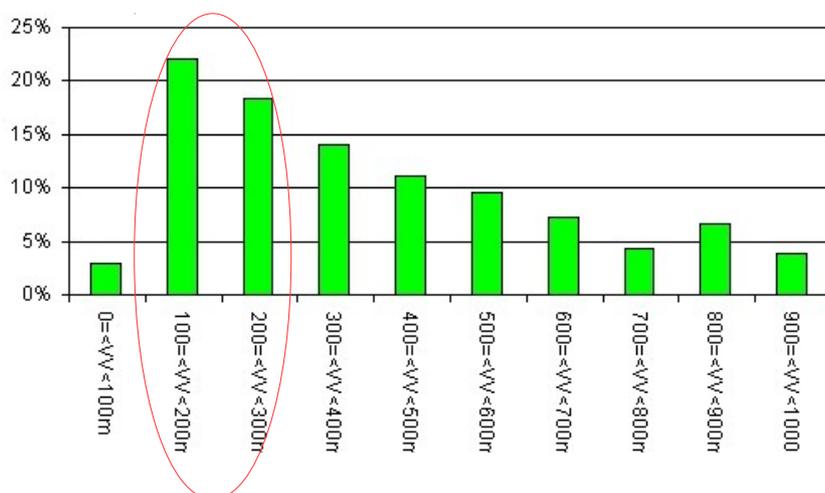
Mois\ Heure	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	Total	
1	0.7	0.6	0.5	0.7	0.7	0.6	0.5	0.6	0.3	0.3	0.3	0.4	0.1			0.1	0.2	0.1	0.3	0.5	0.7	0.9	0.8	1.0	10.9	
2	2.0	1.6	1.8	1.8	1.6	1.3	1.2	1.0	0.7	0.6	0.5	0.3	0.2	0.3	0.1	0.1	0.2	0.4	0.4	0.2	0.5	1.0	1.9	2.1	21.8	
3	1.3	2.3	2.3	2.2	2.3	2.6	2.3	2.5	1.9	1.1	0.5	0.2	0.1	0.1					0.1		0.4	0.8	1.1	1.0	1.4	26.5
4	1.3	1.7	1.4	1.8	2.1	1.6	1.7	0.8	0.3		0.1			0.1	0.1		0.1	0.1	0.2	0.3	0.4	0.6	0.9	0.9	16.5	
5	1.4	1.7	1.7	2.4	2.3	2.4	1.5	0.6	0.2	0.2	0.1	0.1								0.2	0.1	0.3	1.0	1.3	17.5	
6	1.5	2.1	3.0	2.9	3.2	3.2	2.6	1.5	0.6	0.2	0.2	0.1				0.1				0.1	0.1	0.8	1.1	1.0	24.3	
7	1.9	2.5	2.7	2.7	2.8	2.6	2.3	1.2	0.3	0.1							0.1	0.1		0.2	0.2	0.4	0.5	1.6	22.3	
8	1.3	1.7	3.1	2.5	3.0	2.9	3.1	1.2	0.7	0.4		0.1	0.1			0.1	0.1	0.1	0.3	0.4	0.6	0.6	1.0	1.2	24.9	
9	2.4	2.7	2.6	3.1	3.3	3.1	2.7	2.0	0.7	0.1			0.1					0.1	0.1	0.4	0.7	1.1	2.0	2.0	29.2	
10	1.5	2.1	2.3	3.1	3.2	2.2	2.4	2.7	1.9	0.8	0.3	0.2	0.1		0.1	0.1	0.3	0.3	0.6	1.1	1.4	1.7	2.2	1.7	32.3	
11	0.5	0.5	0.5	0.8	0.9	0.8	0.3	0.6	0.3	0.3	0.1							0.1	0.2	0.4	0.7	0.3	0.5	0.7	8.5	
12	1.1	1.2	1.4	1.1	1.1	1.2	1.0	0.9	1.0	0.6	0.6	0.3	0.4	0.4	0.2	0.2	0.1	0.3	0.5	0.9	1.0	1.1	1.3	1.0	18.1	
Total	16.9	20.7	23.3	25.7	26.6	24.5	21.6	15.6	8.9	4.7	2.7	1.7	1.1	0.9	0.5	0.7	1.1	1.7	2.6	5.1	7.2	9.9	14.2	15.5	253.8	

Ce tableau révèle que le risque de brouillard sur LFRB est plus important en été qu'en hiver. Ainsi, à 4hUTC au mois de décembre, il y a en moyenne **1,1** observations horaires avec brouillard (sur 31 observations au total) alors qu'au mois d'août, à la même heure, il y a en moyenne **3,0** observations horaires avec brouillard. Dans l'année, il y a en moyenne **253,8** observations horaires avec brouillard.

b) Fréquence des visibilité par tranche de 100 m en présence de brouillard

Exemple de lecture de ce tableau pour Brest (LFRB) :

Fréquence des visibilités par tranche de 100 m en présence de brouillard



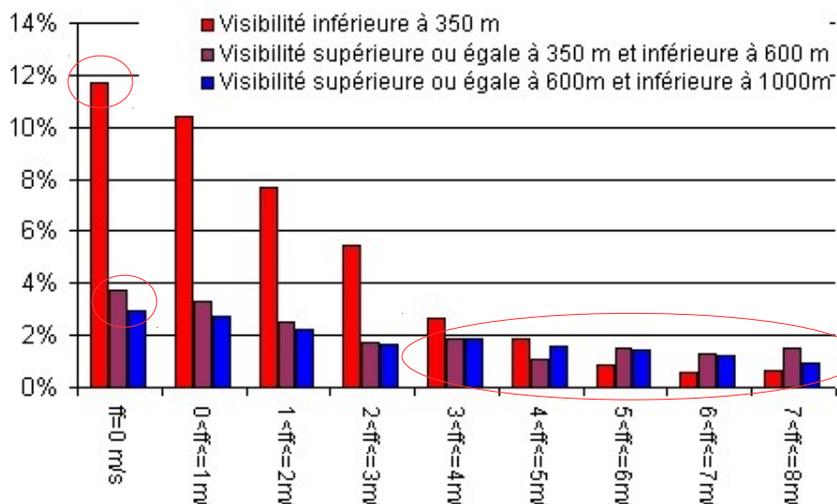
Sur ce graphique, on constate que les Portées Optiques Météorologiques mesurées en cas de brouillard sont le plus souvent (40%) comprises entre 100 et 300m ce qui correspond à une VA comprise entre 150 et 350m le jour ou entre 300 et 750m la nuit.

Il est important de noter qu'en cas de brouillard, pour une même POM, la VA est BEAUCOUP PLUS BASSE le jour que la nuit.

c) Fréquence des forces de vent horaires en cas de brouillard :

Exemple de lecture de ce tableau pour Brest (LFRB) :

Fréquence des forces du vent horaire en cas de brouillard



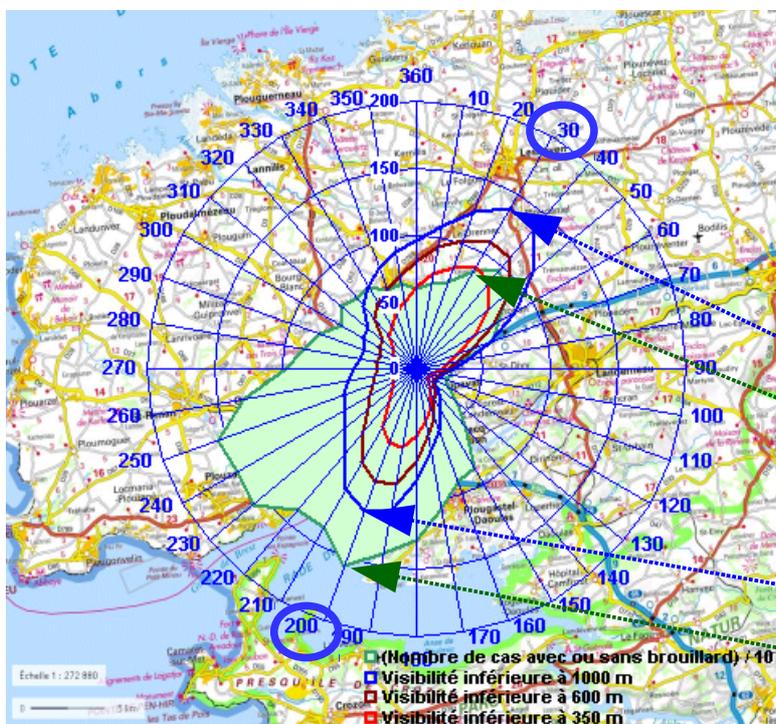
Sur ce graphique, on remarque qu'en cas de brouillard, un vent très faible génère des visibilités plus basses qu'un vent modéré

Interprétation: Par vent nul, 12% des visibilités sont inférieures à 350m, 4% sont comprises entre 350 et 600m, 3% sont comprises entre 600 et 1000m, le reste des visibilités (près de 81%) étant supérieure à 1000m.

A noter qu'à Brest, le risque de brouillard avec des visibilités comprises entre 350m et 1000m varie peu en fonction de la force du vent. C'est une caractéristique du brouillard d'advection qui semble relativement fréquent à Brest par vent de secteur Nord-Nord-Est et Sud-Sud-Ouest.

3) Utilisation des graphiques annuels:

- Graphique répartition des directions du vent en cas de brouillard



Le graphique "**Répartition**" montre la fréquence moyenne annuelle d'occurrence de brouillard par direction de vent faible et humide. Le tracé en vert clair correspond à la fréquence moyenne annuelle des vents faibles et humides, avec ou sans brouillard. Il faut multiplier par 10 cette valeur pour obtenir la valeur réelle.

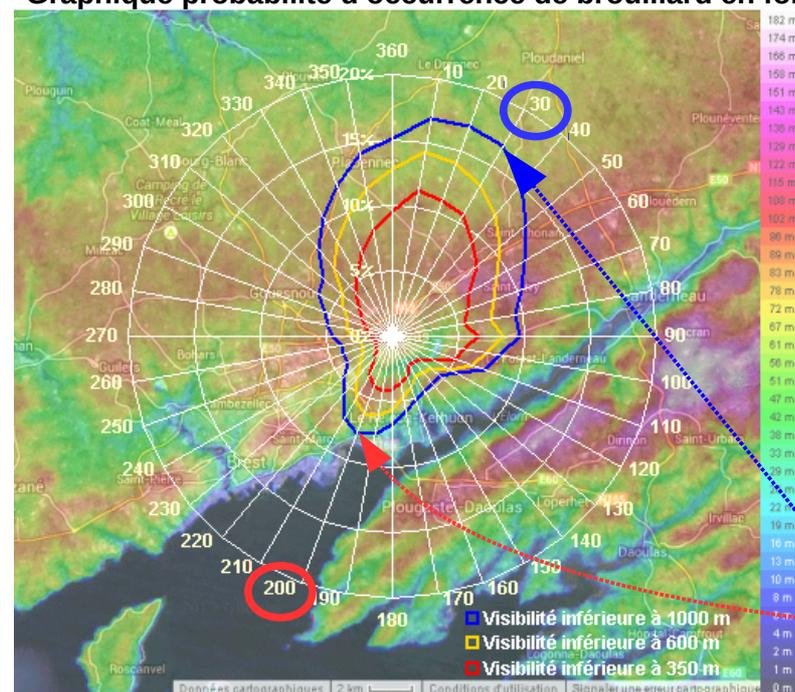
Ainsi, par vent de direction **030**, il y a **140** cas de brouillard (**ligne bleue**) pour **900** cas (90×10) de vents faibles et humides (**ligne verte**). Cela correspond à une probabilité de 140 cas sur 900 cas ($140/900$) soit environ **16 %**.

En revanche par vent de direction **200**, il y a **130** cas de brouillard pour **1500** cas (150×10) de vents faibles et humides soit une probabilité de **8 %** ($130/1500$).

Interprétation de ce graphique :

- Les vents faibles et humides sont très fréquents lorsqu'ils viennent du secteur sud-ouest à ouest, moyennement fréquents lorsqu'ils viennent du nord-est et rares lorsqu'ils viennent de l'est.
- La fréquence des brouillards est plus importante par vent de nord-nord-est et sud-sud-ouest.

- Graphique probabilité d'occurrence de brouillard en fonction de la direction du vent



Le graphique "**Probabilité**" montre la probabilité moyenne annuelle d'occurrence de brouillard par direction de vent faible et humide. La probabilité de présence de brouillard est le rapport entre le nombre d'heures de brouillard et le nombre d'heures où les vents faibles et humides ont soufflé dans cette direction.

Interprétation de ce graphique :

La probabilité de formation de brouillard est sensiblement plus importante par vent venant du nord à nord-est. On retrouve la probabilité de **16%** par vent venant du secteur 030. Par contre, elle est nettement plus faible par vent de sud-ouest (**8%**).

4) Utilisation des graphiques par saison:

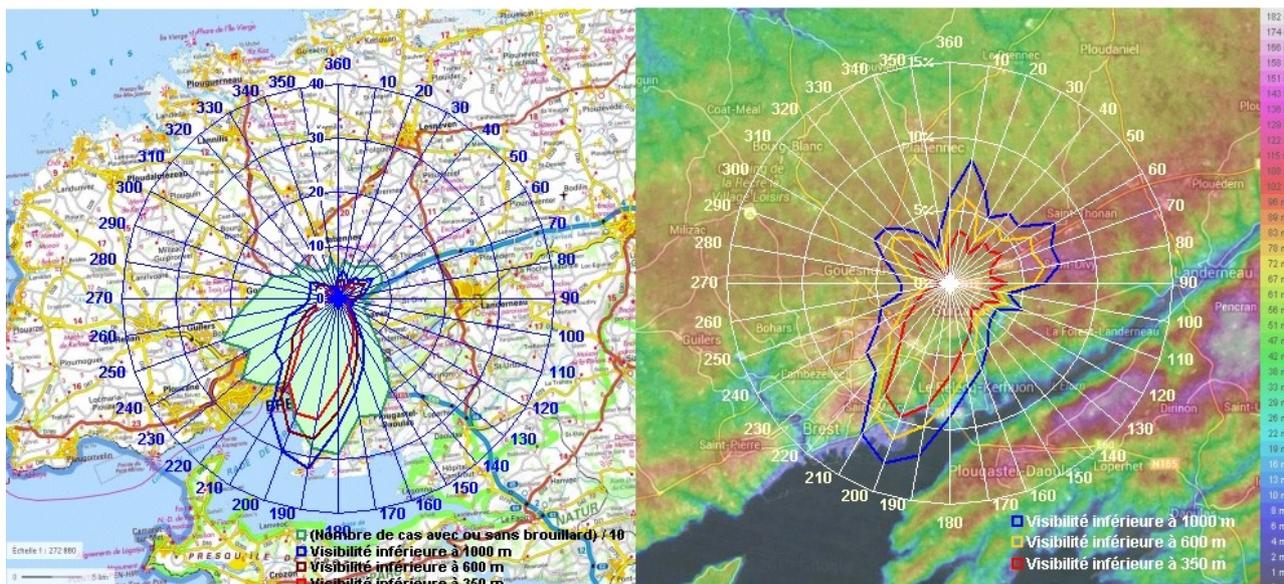
La variabilité de l'environnement au cours de l'année (température de l'eau ou humidité des prairies) peut engendrer des différences notables de répartition des occurrences de brouillard en fonction de la direction du vent. C'est le cas en particulier des aéroports en bord de mer.

Exemple pour Brest (LFRB)

Répartition horaire des directions de vent sur la période 2008-2017 de janvier à février

Répartition des directions de vent en cas de brouillard

Probabilité d'occurrence de brouillard en fonction de la direction du vent

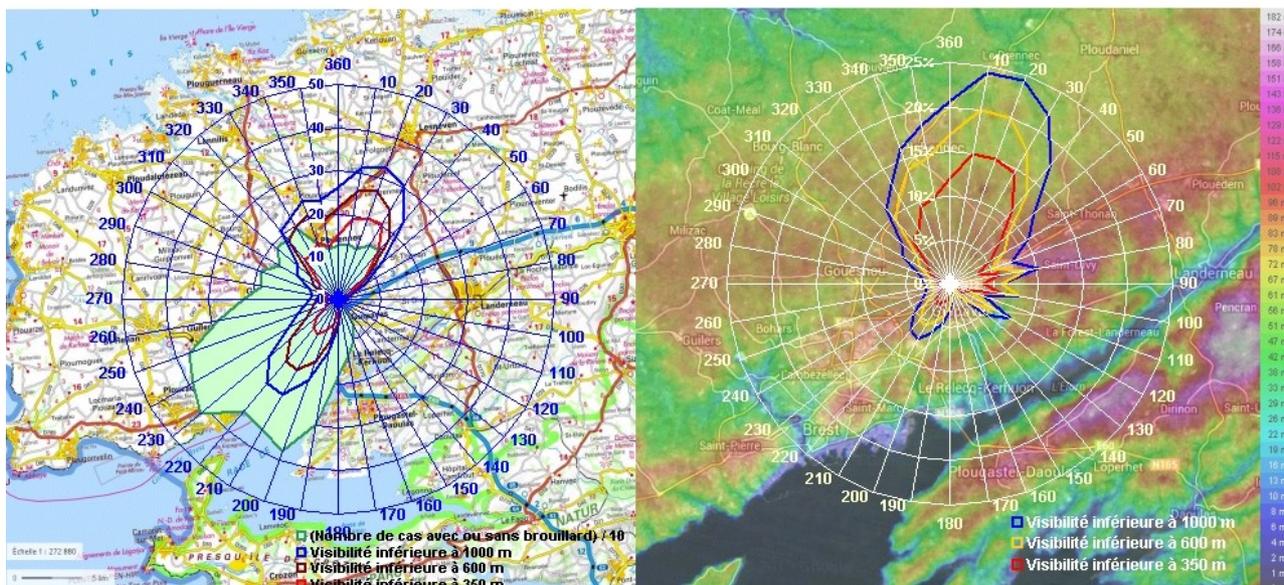


En janvier- février le brouillard se forme essentiellement par vent de sud-sud-ouest et rarement par vent de nord-nord-est

Répartition horaire des directions de vent sur la période 2008-2017 de juillet à août

Répartition des directions de vent en cas de brouillard

Probabilité d'occurrence de brouillard en fonction de la direction du vent



En juillet-août, c'est par vent de nord-nord-est que la probabilité de brouillard est la plus élevée. En revanche, elle est très faible par vent de sud-sud-ouest