# OBSERVATION REÇUE PAR VOIE ÉLECTRONIQUE

- M. Avrillier :

Conformément à la note du ministère de la Transition Écologique et Solidaire du 20 février 2018, cette observation a été supprimée du rapport par le commissaire-enquêteur. Les observations de M. Avrillier sont intégrées dans l'annexe non diffusable de ce rapport.

# OBSERVATION REÇUE PAR VOIE ÉLECTRONIQUE

- ARP2C:

- périmètre du PPRT sous-estimé
- calcul des dangers non respecté
- forte augmentation des risques par temps calme en cas de fuite

AR2PC - Association des Riverains de la Plateforme Chimique de Pont-de-Claix
Avis porté au registre d'enquête publique en avril 2018
sur le projet de PPRT ISOCHEM - VENCOREX

Le 30 novembre 2017, M. le Préfet de l'Isère a soumis le projet de PPRT de la Plateforme Chimique de Pont-de-Claix au vote des membres de la CSS[1]. Ce PPRT a été l'occasion d'importants investissements de sécurité. Nous nous en réjouissons, car les riverains sont maintenant beaucoup mieux protégés.

Cependant, malgré ces progrès, notre association, l'AR2PC, à voté contre ce projet de PPRT. Plusieurs raisons ont motivé notre opposition :

1/ **Ce PPRT sous-estime les distances à risques** : bien que nous ayons depuis longtemps[2] attiré l'attention de la Préfecture sur ce point et sur bien d'autres, notamment par deux documents-alertes[3],[4], les calculs de dangers ont été effectués par vent de 3m/s, en ignorant les risques bien supérieurs par vents faibles, majoritaires à Pont-de-Claix.

2/ Malgré nos demandes à l'INERIS, au CETE de Lyon (aujourd'hui CEREMA), à la DREAL, et **malgré la demande formelle de M. le Préfet au DGPR**[5], nos documents n'ont jamais fait l'objet d'une expertise sérieuse. Pour toute réponse à M. le Préfet, le 02/08/2017, le DGPR part d'un à priori irrecevable et de données partielles pour extrapoler une conclusion visant à invalider nos documents, sans en examiner les points fondamentaux.

3/ Nous avons transmis à M. le Préfet une critique de cette réponse du DGPR en soulignant son caractère biaisé et l'inconsistance de sa conclusion. Nous regrettons que cette critique n'ait pas été jointe aux documents présentés à l'enquête publique, alors que la réponse inacceptable du DGPR a été jointe, qui laisse supposer qu'elle clôt le débat – qui en réalité n'a pas eu lieu. M. le Préfet a transmis notre critique au DGPR, mais attendrait encore son retour et surtout l'expertise demandée.

---

[1] CSS Commission de Suivi du Site sud grenoblois, dont l'AR2PC est membre

[2] Dès l'année 2003, nous avons alerté la Préfecture sur cette **évidence : lorsque le vent est faible, voire nul, les toxiques atmosphériques sont moins dilués que par vent fort**. Chaque habitant de la cuvette grenobloise en fait l'expérience, en hiver, lors des épisodes anticycloniques où le vent est faible ou nul, phénomène renforcé s'il y a inversion des températures atmosphériques. La pollution atmosphérique devient alors si concentrée que l'on voit une couche bleuâtre stagner sur Grenoble. Or à Pont-de-Claix et dans la cuvette grenobloise, le vent est en moyenne <1m/s, très inférieur à la plupart des autres installations chimiques françaises, et souvent nul, notamment la nuit.
Les conditions d'accident les plus défavorables (probabilité ~ 6%) sont ignorées dans le PPRT : rejet de gaz toxique par vent du sud faible diluant peu le toxique, suivi d'une stagnation du nuage toxique peu dilué sur Grenoble. Les doses inhalées pourraient être considérables, très supérieures à celles qui sont calculées par vent de 3m/s pour servir de base au PPRT. La sous-estimation des risques est évidente, comme le montre en outre la note 3, qui s'appuie sur les mesures de concentrations des toxiques atmosphériques chroniques par l'ASCOPARG

[3] « **PPRT de Pont-de-Claix et mesures ASCOPARG : sous-estimation des risques par vents faibles** » AR2PC Association des Riverains de la Plate forme Chimique de Pont de Claix. Janv. 2012

[4] « **PPRT de Pont-de-Claix : Le confinement nous protège-t-il contre un nuage toxique** » AR2PC – Association des Riverains de la Plateforme Chimique de Pont-de-Claix Version 2 – Sept. 2015

[5] DGPR – Directeur Général de la Prévention des Risques

4/ Malgré nos demandes répétées en CSS, et malgré la promesse de le faire, nos documents-alertes n'ont pas été communiqués aux membres de la CSS. Ils ont voté pour le projet de PPRT en ignorant les raisons profondes de nos alertes.

5/ Nous regrettons que l'enquête publique ait été lancée avant que M. le Préfet ait obtenu une expertise sérieuse de nos documents-alertes et qu'il en ait été discuté en CSS.

6/ **La doctrine officielle française[6] prudente en matière de calculs de dangers à la base de ce projet de PPRT n'est pas respectée.**

7/ Lors de la réunion CLIC Agglomération Grenobloise et Sud-Isère du 28/05/2010, le Directeur de la DREAL a promis que « les conséquences de l'étude de la dispersion par vent faible seraient intégrées dans des travaux complémentaires à conduire, qui sont prévus, mais à un horizon plus lointain ». **Après 8 ans, cette promesse n'est pas tenue !**

8/ Lors de l'enquête publique sur le projet EAGLE, L'AR2PC a émis une réserve en raison de la non prise en compte de l'augmentation des risques par vents faibles et nuls. Le Commissaire Enquêteur nous a déclaré que **ce sujet devrait être traité dans le cadre du PPRT**. **Pourquoi n'est-ce pas le cas ?**

9/ Contrairement à l'enquête publique EAGLE, **le dossier ne présente pas les fiches de risques par scénarios**. On ne peut donc connaître que les conclusions globales. Il est par exemple impossible de savoir ce qu'il en est des risques phosgène. Il nous serait aujourd'hui impossible d'évaluer les risques réels comme nous avons pu le faire lors de l'enquête EAGLE (voir l'annexe intitulée « 170131 - Risques dus à l'installation d'électrolyse à Pont-de-Claix - projet EAGLE »). Cette évaluation montre une **grande différence entre distances à risques officielles et distances à risques réalistes tenant compte de la probabilité de survenue d'un rejet par vent faible suivi d'une stagnation, ce qui devrait conduire à exclure ces risques**. Il est tout à fait probable que d'autres risques devraient être exclus, mais l'absence de ces fiches par scénarios nous empêche de le savoir.

10/ Les **mesures de protection par confinement** prescrites dans le projet de PPRT, si elles peuvent être très utiles dans certains cas particuliers, sont largement insuffisantes, et peuvent même se révéler **contre-productives**. Des protections complémentaires sont indispensables, comme le montre notre deuxième document (cité en note 4).

---

[6] Voir cette **doctrine officielle française** dans le {Guide PPRT – complément technique relatif à l'effet toxique – MAJ du 03/10/2013 - pages 68-69} : « *Les conditions atmosphériques (défavorables)* ***''généralement retenues''*** *dans le cadre des … études réglementaires de dangers sont de type… F3 pour des rejets au niveau du sol* ». « ***Dans certaines configurations de rejet … les conditions défavorables peuvent être différentes de …F3…*** »

Remarques sur cette doctrine française :

A) F3 signifie atmosphère stable et vent de 3 mètres par seconde.

B) Nous estimons malhonnête et scandaleux que de hauts responsables des services de l'Etat affirment ou écrivent que les conditions F3 sont les plus défavorables, alors qu'elles ne sont que « généralement retenues » comme telles. Plus grave, ils imposent aux industriels de faire les calculs de dangers en conditions F3, et nos pas dans les conditions les plus défavorables.

C) **Les séquences de vents faibles puis nuls (stagnation sur Grenoble) sont fréquentes à Pont-de-Claix (probabilité ~6%). Un rejet toxique dans ces conditions est beaucoup plus défavorable que F3** (voir note 2 et notre document 3). **Le PPRT aurait dû les prendre en compte**.

AR2PC Association des riverains de la Plateforme Chimique de Pont-de-Claix.

## 170131 - Risques dus à l'installation d'électrolyse à Pont-de-Claix (projet EAGLE).

### 1/ Echelle de gravité à l'extérieur des installations (rappel)

| Niveau de gravité des conséquences ↓ | SEI<br>Seuil des Effets Irréversibles<br>≤ 1% de décès | SEL<br>Seuil des Effets Létaux<br>De 1 à 5 % de décès | SELS<br>Seuil des Effets Létaux Sup<br>Plus de 5% de décès |
|---|---|---|---|
| Désastreux | > 1000 personnes exposées | > 100 | > 10 |
| Catastrophique | De 100 à 1000 | De 10 à 100 | < 10 |
| Important | De 10 à 100 | De 1 à 10 | ≤ 1 |
| Sérieux | ≤ 10 | ≤ 1 | 0 |
| Modéré | < 1 | | |

### 2/ Distances (ou rayons) à risques dues à l'installation EAGLE.

- **Distances officielles**, calculées par l'industriel dans les conditions habituelles, à savoir par vent de 3m/s avec inversion des températures atmosphériques.

- **Distances réalistes**, si rejet toxique lors d'une inversion des températures atmosphérique, par vent faible suivi d'une stagnation. La probabilité d'occurrence de ces conditions est évaluée à environ **0.06**, arrondie à 0.1 pour la commodité des calculs. Dans l'hypothèse où la durée de stagnation serait 10 fois supérieure à la durée du rejet ou à la durée de l'exposition introduite dans les calculs officiels, la distance réaliste serait égale à la distance officielle multipliée par environ **20**. Ces valeurs sont extraites du **document AR2PC de janvier 2012** : **« PPRT de Pont-de-Claix et mesures Ascoparg – Sous-estimation des risques par vents faibles ».**

Le tableau ci-dessous compare les distances à risques officielles et réalistes :

| Mode de calcul | Probabilité de rejet toxique par an | Distances à risques | | |
|---|---|---|---|---|
| | | SEI<br>Effets irréversibles<br>≤ 1% de décès | SEL<br>De 1 à 5 % de décès | SELS<br>Plus de 5% de décès |
| Officiel ⇨<br>Réaliste ⇨ | A = Au moins 1 chance /100<br>B Au moins 1 chance/1000 | 280 m<br>5600 m | 57 m<br>1140 m | 49 m<br>980 m |
| Officiel ⇨<br>Réaliste ⇨ | C = De 1/10.000 à 1/1000<br>D De 1/100.000 à 1/10.000 | 500 m<br>10 km | 180 m<br>3.6 km | 135 m<br>2.7 km |
| Officiel ⇨<br>Réaliste ⇨ | D = De 1/100.000 à 1/10.000<br>E inférieure à 1/100.000 | 640 m<br>12.8 km | 240 m<br>4.8 km | 185 m<br>3.7 km |

Conformément à l'échelle de gravité à l'extérieur des installations, sachant qu'un habitat dense se trouve dès 600 mètres des installations, les distances à risques réalistes sont si grandes que dans chacun des 6 premiers cas ci-dessus le niveau de gravité des conséquences est **très largement « désastreux »**. Les trois cas de la dernière ligne peuvent être exclus en raison de leur faible probabilité (E, inférieure à 1/100.000 par an).

### 3/ Positionnement des « accidents majeurs » dans la grille Gravité/Probabilité inclus dans le périmètre PPRT (cf. annexe V de l'arrêté du 10 mai 2000 modifié).

| Probabilité ⇨<br>Gravité ↓ | E | D | C | B | A |
|---|---|---|---|---|---|
| Désastreux | MMR rang 2 | NON | NON | NON | NON |
| Catastrophique | MMR rang 1 | MMR rang 2 | NON | NON | NON |
| Important | MMR rang 1 | MMR rang 1 | MMR rang 2 | NON | NON |
| Sérieux | Risque moindre | Risque moindre | MMR rang 1 | MMR rang 2 | NON |
| Modéré | Risque moindre | Risque moindre | Risque moindre | Risque moindre | MMR rang 1 |

Conformément au positionnement des accidents majeurs dans la grille gravité/probabilité, les 6 premiers cas sont situés dans des cases [NON]. Ils doivent donc être absolument exclus, ou faire l'objet d'importantes mesures de protection supplémentaires de façon à descendre à des niveaux acceptables.

# PPRT de Pont de Claix et mesures ASCOPARG : Sous-estimation des risques par vents faibles ?

AR2PC
Association des Riverains de la Plate forme Chimique de Pont de Claix.
Janvier 2012

## Résumé

Le PPRT de Pont de Claix, Plan de Prévention des Risques Technologiques en cours d'élaboration, s'appuie notamment sur le risque maximal auquel la population pourrait être exposée en cas de rejet atmosphérique accidentel. A cette fin, l'administration recommande de calculer les risques lorsque simultanément l'atmosphère est stable et la vitesse du vent de 3 m/s, conditions généralement considérées comme les plus pénalisantes.

Cela ne semble que partiellement vérifié si l'on s'en réfère aux mesures des concentrations des divers polluants atmosphériques effectuées par l'ASCOPARG (ASsociation pour le Contrôle et la Préservation de l'Air en Région Grenobloise).

En effet, ces mesures montrent qu'en moyenne dans l'agglomération grenobloise, les concentrations des toxiques industriels ou routiers sont plus élevées par vent faible ou calme que par vent de 3 m/s. Par malchance, les vitesses de vents sont particulièrement faibles à Pont de Claix, avec une forte proportion du temps de vent inférieur à 1 mètre par seconde.

En conséquence, en cas de rejet accidentel, le risque maximum pourrait lui aussi être plus élevé par vent faible que par vent de 3 m/s, ce que le logiciel utilisé dans le cadre du PPRT n'est pas apte à calculer.

Un autre type de logiciel tel ALOHA, cohérent avec les mesures, donne une clé de passage entre rejet continu et accidentel, et interroge sur les distances à risques. Une explication des écarts est avancée.

S'appuyant d'abord sur les calculs de l'industriel et sur les mesures de l'ASCOPARG, puis partiellement sur ALOHA, et en cohérence avec un modèle simple présenté en annexe, une méthode d'évaluation du risque maximal en cas de rejet accidentel est proposée.

Avertissement :

Cette note reprend et prolonge le document AR2PC de décembre 2009 intitulé :
« *Pollution atmosphérique à Grenoble et Pont de Claix mesurée par l'ASCOPARG : Effets aggravants des vents particulièrement faibles.* »

# Introduction

Evaluer les risques dus aux toxiques atmosphériques par vents faibles pose question depuis longtemps dans l'agglomération Grenobloise comme en France.

Sur le site Athanor d'incinération des ordures ménagères à La Tronche (38), la vitesse du vent n'a pas dépassé 1 m/s près de 70% du temps de Juillet 2002 à Octobre 2005. ''La Métro'' (Grenoble Alpes Métropole) a commandé une étude de dispersion des émissions de cet incinérateur à un cabinet allemand, qui devant les difficultés liées à la spécificité du site (faible vitesse des vents), a développé un modèle adéquat.

Le 12/06/09, lors d'une réunion en préfecture de l'Isère, un représentant de l'INERIS a signalé que des programmes d'essais sont montés par son institut pour mieux appréhender la simulation de la diffusion des polluants dans les conditions de vents faibles, notamment pour utiliser des modèles de calculs pour les vitesses de vent inférieures à 1 m/s.

Dans un courrier de février 2010 adressé à la préfecture, l'ASCOPARG note que « … les modèles réglementairement utilisés dans le cadre des PPRT sont évidemment plus basiques, et, par leur conception même, prennent mal en compte les vents faibles, ce que personne ne conteste aujourd'hui ».

Faute de pouvoir le faire par vent faible, on peut comprendre que, par souci d'homogénéité et pour que les PPRT soient comparables, l'administration recommande que les risques soient calculés partout en France dans les mêmes conditions d'atmosphère stable et de vent de 3 m/s, conditions généralement considérées comme les plus pénalisantes.

Or les mesures de l'ASCOPARG semblent montrer qu'il n'en est rien, et que c'est par vent faible que les conditions sont les plus pénalisantes, surtout à Pont de Claix où les vitesses de vent sont exceptionnellement faibles !

Dans ce contexte, l'AR2PC souhaite apporter à nouveau sa contribution à la réflexion.

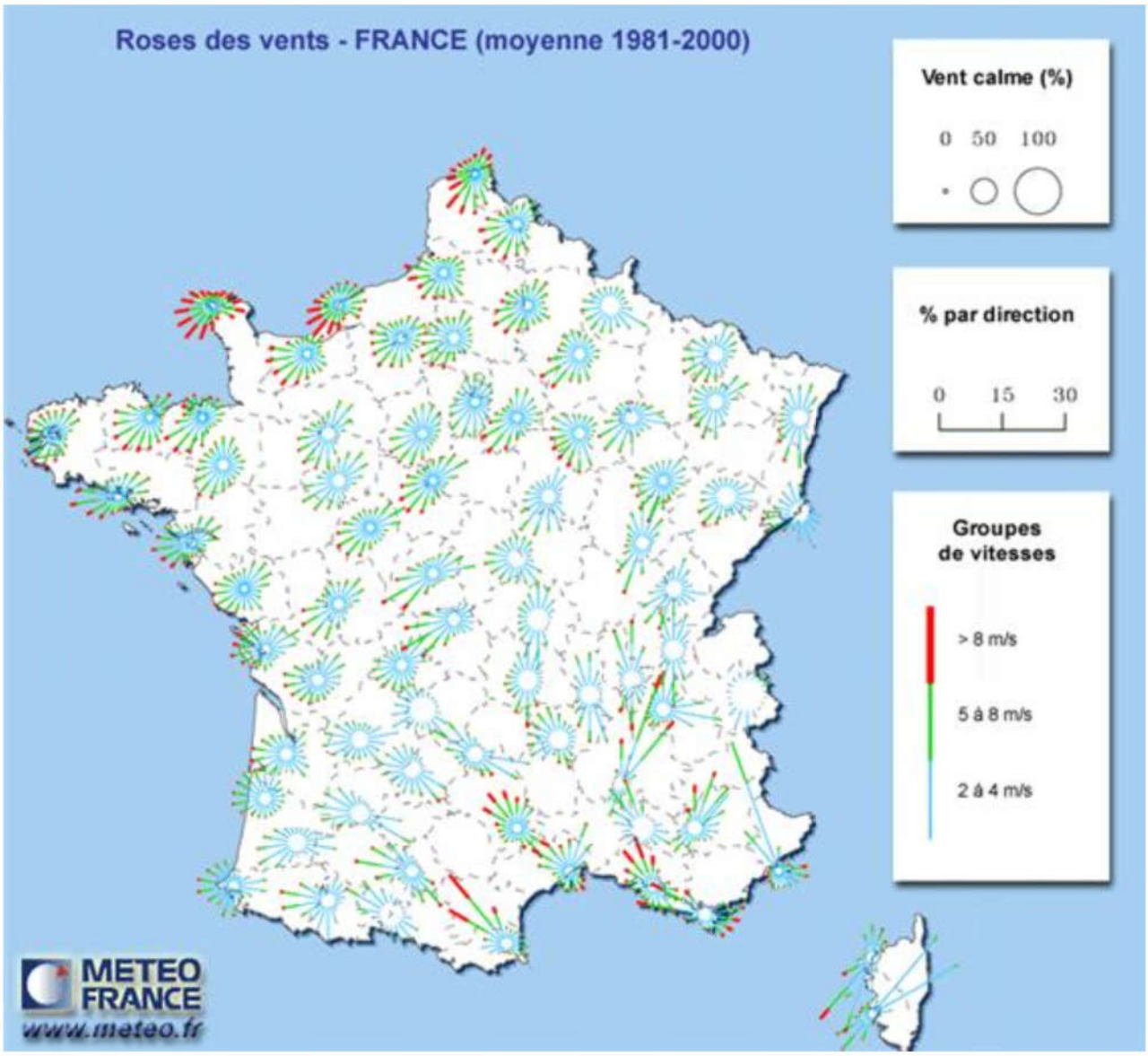
Cette note examine d'abord les statistiques sur les vents à Pont de Claix, d'après ce qui est disponible sur Internet, en particulier les résultats des nombreuses mesures de l'ASCOPARG. Puis les mesures de pollutions, lorsqu'elles sont classées en fonction de la vitesse du vent ou de la stabilité atmosphérique.

Une méthode d'évaluation des doses et des distances à risques en cas de rejet atmosphérique accidentel est alors élaborée à partir des mesures ASCOPARG et de calculs, tout en interrogeant sur les divergences entre logiciels au sujet des distances à risques. Un modèle simple d'évaluation des concentrations, des doses et des distances à risques présenté en annexe* peut aider à se familiariser avec les phénomènes en cause.

* Une lecture préalable de cette annexe peut faciliter la compréhension de cette note.

# PREMIERE PARTIE :
# Analyse des mesures des vents dans la cuvette Grenobloise.

Considérons d'abord les vents hors agglomération grenobloise : Planche 1




*« Pour chacune des stations :*

*La direction du vent est la direction d'où vient le vent….*

*La dimension du cercle central est proportionnelle à la fréquence moyenne (en %) des vents calmes (vitesse inférieure à 2 m/s), toutes directions confondues. …*

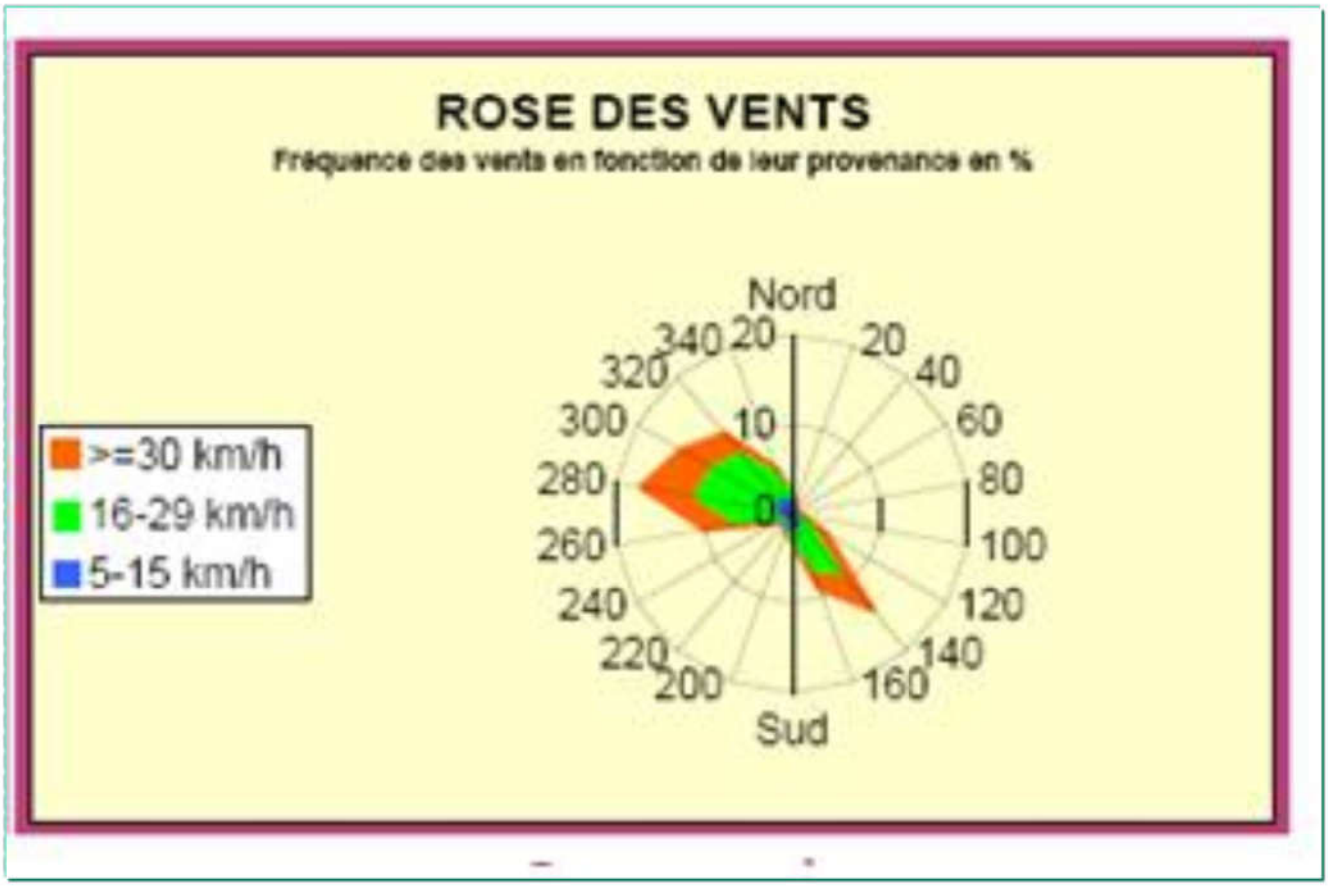
*Sur les demi-droites correspondant à chacune des directions d'une rose de 18 secteurs, on a porté des rectangles de longueur proportionnelle à la fréquence moyenne (en %) des vents de 3 groupes de vitesses : 2-4 m/s (rectangles de couleur bleue), 5-8 m/s (couleur verte), plus de 8 m/s (couleur rouge). »*

Remarque : La définition de vent calme (parfois appelé vent faible) varie selon les documents, et correspond souvent aux vents dont la direction n'a pas pu être précisée quand le vent est faible. La limite supérieure de la vitesse du vent calme est soit de 2 m/s comme sur la planche 1, soit de 1.4, soit de 1 ou encore de 0.5 m/s comme nous le verrons plus loin.

## Planche 2 : Rose des vents à Toulouse

Regardons le cas particulier de l'ancienne plate forme chimique de Toulouse :

METEO FRANCE LE CLIMAT DE TOULOUSE METEO FRANCE




Il faut remarquer que sur cette rose des vents ne figurent pas les vents calmes, inférieurs ici à 5 km/h soit 1.4 m/s.

Cette rose des vents montre que mis à part les vents calmes,

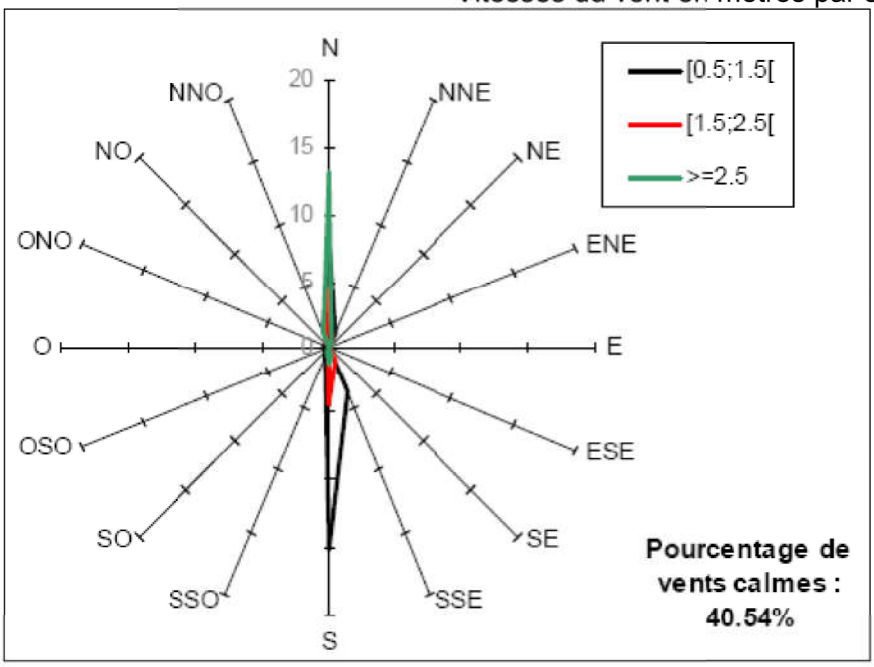
- environ 9% des vents ont une vitesse comprise entre 1.4 et 4 m/s,
- 55% entre 4 et 8 m/s,
- et 36% au dessus de 8 m/s.

En moyenne en France, et en particulier à Toulouse, les vents sont beaucoup plus forts que dans la cuvette grenobloise, comme nous allons le voir maintenant.

Planche 3 : Rose des vents à Pont de Claix campagne 1

Copie d'un extrait du document « Observatoire PDU 2006 : simulations SIRANE »
Mesures effectuées par l'ASCOPARG du 7.01 au 16.02.04 (campagne d'hiver)

Vitesses du vent en mètres par seconde

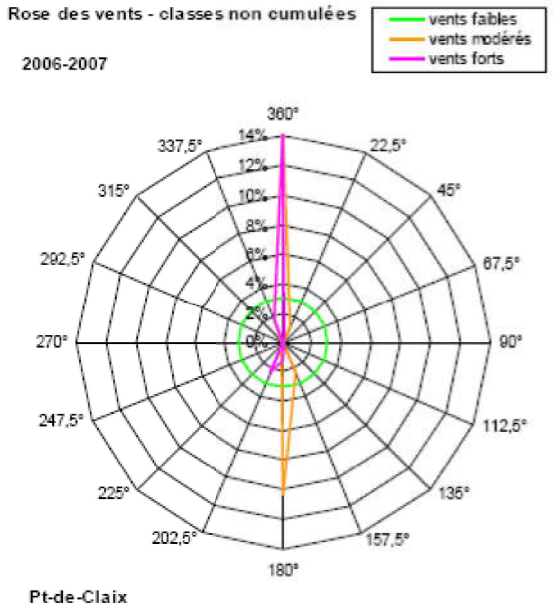



Cette rose des vents établie par l'ASCOPARG d'après 40 journées de mesures en hiver montre que pendant 40% du temps le vent est calme, inférieur à 0.5 m/s. Le reste du temps, il vient pour moitié du Sud, menaçant Grenoble avec une vitesse moyenne faible d'environ 1 m/s, et pour l'autre moitié du Nord, avec une vitesse moyenne un peu plus forte.

Planche 4 : Deuxième rose des vents pour Grenoble Sud (Pont de Claix)
mesurée en 2006-2007 par l'ASCOPARG :

***Roses des vents sur les 3 zones pour une année complète (entourant les campagnes) avec 3 classes de vitesses (non cumulées)***

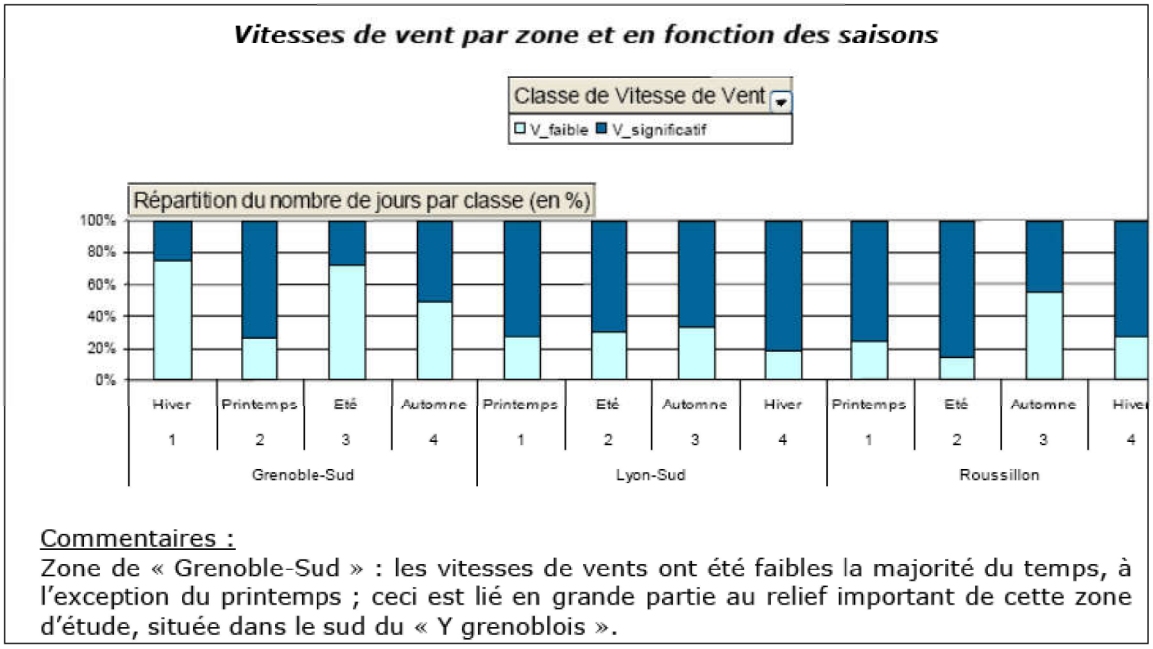
Vents faibles : Vitesse <= 1m.s$^{-1}$
Vents modérés : 1 < Vitesse <= 3m.s$^{-1}$
Vents forts : Vitesse > 3m.s$^{-1}$



D'après cette rose des vents, il y a environ 50% de vents faibles inférieurs à 1 m/s (les directions n'étant pas définies, elles sont probablement réparties sur les 16 directions retenues pour cette rose des vents proportionnellement aux pourcentages de vents > 1 m/s), 30% de vents modérés (de 1 à 3 m/s) et 20% de vents forts (supérieurs à 3 m/s).

Cette rose des vents confirme l'ordre de grandeur des valeurs de la planche 3, bien que les classes de vents soient un peu différentes.

Planche 5 : Vents à Grenoble-Sud, Lyon-Sud et Roussillon en fonction des saisons




Commentaires :
Zone de « Grenoble-Sud » : les vitesses de vents ont été faibles la majorité du temps, à l'exception du printemps ; ceci est lié en grande partie au relief important de cette zone d'étude, située dans le sud du « Y grenoblois ».

Cette planche établie par l'ASCOPARG montre que les vents faibles (<1m/s) sont très majoritaires en hiver et en été à Grenoble Sud (dont Pont de Claix). L'importance du relief particulier de l' « Y » grenoblois est soulignée.

Planche 6 : Inversions de températures à Grenoble en 2004

*ASCOPARG COPARLY SUP'AIR – Octobre 2006* *Pour en savoir plus sur la qualité de l'air*

**Les inversions de température sont plus fréquentes l'hiver** ; en 2004, 68% des inversions ont eu lieu en janvier et février, en novembre et décembre (Figure 1.24).
Les inversions les plus fréquentes ont lieu le matin à 7h00 (seulement 6% d'inversions de température entre 12h00 et 18h00). La journée, l'inversion de température est rompue grâce au brassage de l'atmosphère par le vent (94% des inversions ont lieu lorsque le vent est inférieur à 2m/s) et la hausse des températures (phénomène de convexion).

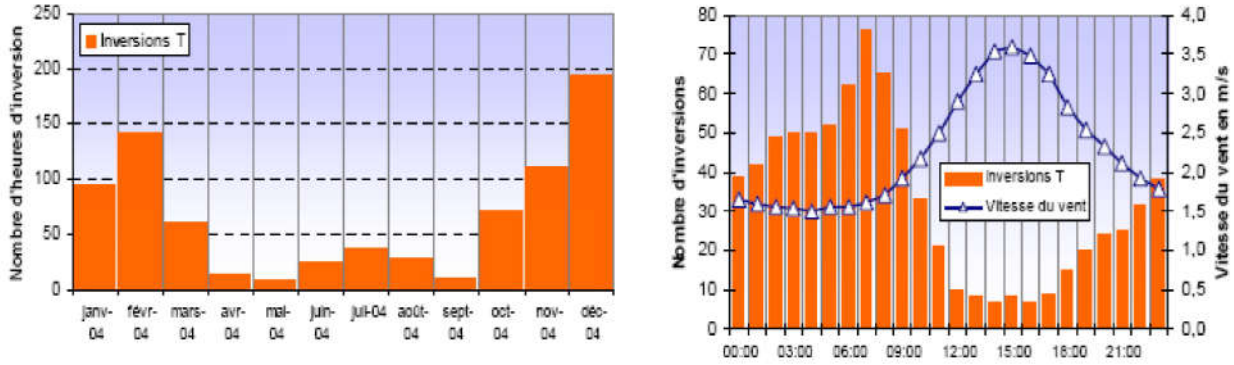



**Figure 3.13 Répartition des inversions de températures à Grenoble en 2004**

D'après ces mesures de l'ASCOPARG, les inversions des températures ont lieu surtout les nuits d'hiver, par vent inférieur à 2 m/s, couvrant à Grenoble une durée cumulée de un mois en 2004. C'est une proportion du temps importante.

Pendant ces inversions de températures, l'atmosphère est stable.

Les inversions sont le plus souvent rompues pendant la journée.

## Conclusion de la première partie

sur l'analyse des mesures des vents dans la cuvette grenobloise :

Comparés à la moyenne nationale, les vents sont particulièrement faibles dans la cuvette grenobloise :

➔ 1/ L'effet de vallée Sud-Nord est déterminant, pouvant menacer Echirolles et Grenoble.

➔ 2/ Les vitesses de vents sont faibles à Pont de Claix, avec une moyenne très inférieure à 3 mètres par seconde, et une forte proportion du temps (40-50%) de vent calme (inférieur à 0.5-1 mètre par seconde), surtout en hiver.

➔ 3/ Les inversions des températures, par vent inférieur à 2 m/s, ont lieu surtout les nuits d'hiver pendant une durée cumulée d'environ un mois par an. Elles sont le plus souvent rompues pendant la journée.

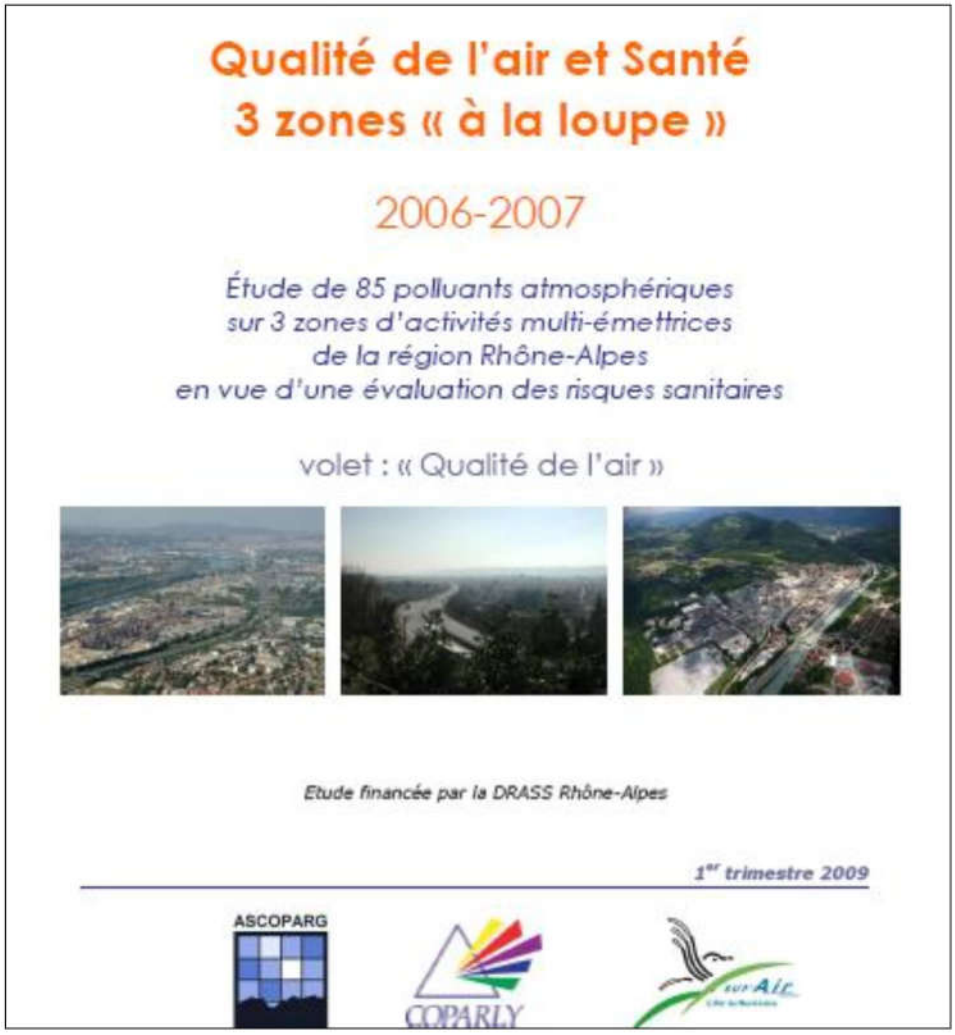
Cette observation invite à elle seule à la prudence en matière de « pires conditions atmosphériques ». Ce sont en effet ces nuits d'hiver qui conduisent probablement au maximum de risques : la faible vitesse du vent n'est pas favorable à la dilution des toxiques, la stabilité atmosphérique empêche le brassage de l'air qui pourrait diluer les toxiques, les vents calmes favorisent la stagnation du nuage pollué et donc l'accumulation des toxiques et des doses, et enfin les différences de températures hivernales entre intérieur et extérieur favorisent la pénétration de l'air pollué dans les logements.

# DEUXIEME PARTIE :
# Analyse des mesures des concentrations de polluants en fonction de la vitesse du vent et de la stabilité atmosphérique.

L'augmentation des concentrations de polluants atmosphériques par vents faibles est affirmée d'une manière qualitative dans cet extrait de la conclusion du document ASCOPARG « Surveillance du mercure gazeux dans le sud grenoblois V2 Novembre 2008 » :

« Le vent joue un rôle essentiel, en particulier lors des épisodes de vents faibles menant à la stagnation et l'accumulation des concentrations du mercure ».

Pour déterminer la valeur quantitative de cette augmentation des concentrations, nous avons utilisé, parmi les nombreuses publications de l'ASCOPARG disponibles sur Internet, toutes celles que nous avons trouvées qui présentent des résultats de mesures classées en fonction de la stabilité atmosphérique ou de la vitesse des vents, à savoir essentiellement le document suivant, en format PDF :


Qualité de l'air et Santé
3 zones « à la loupe »

2006-2007

*Étude de 85 polluants atmosphériques sur 3 zones d'activités multi-émettrices de la région Rhône-Alpes en vue d'une évaluation des risques sanitaires*

volet : « Qualité de l'air »

*Etude financée par la DRASS Rhône-Alpes*

*1er trimestre 2009*

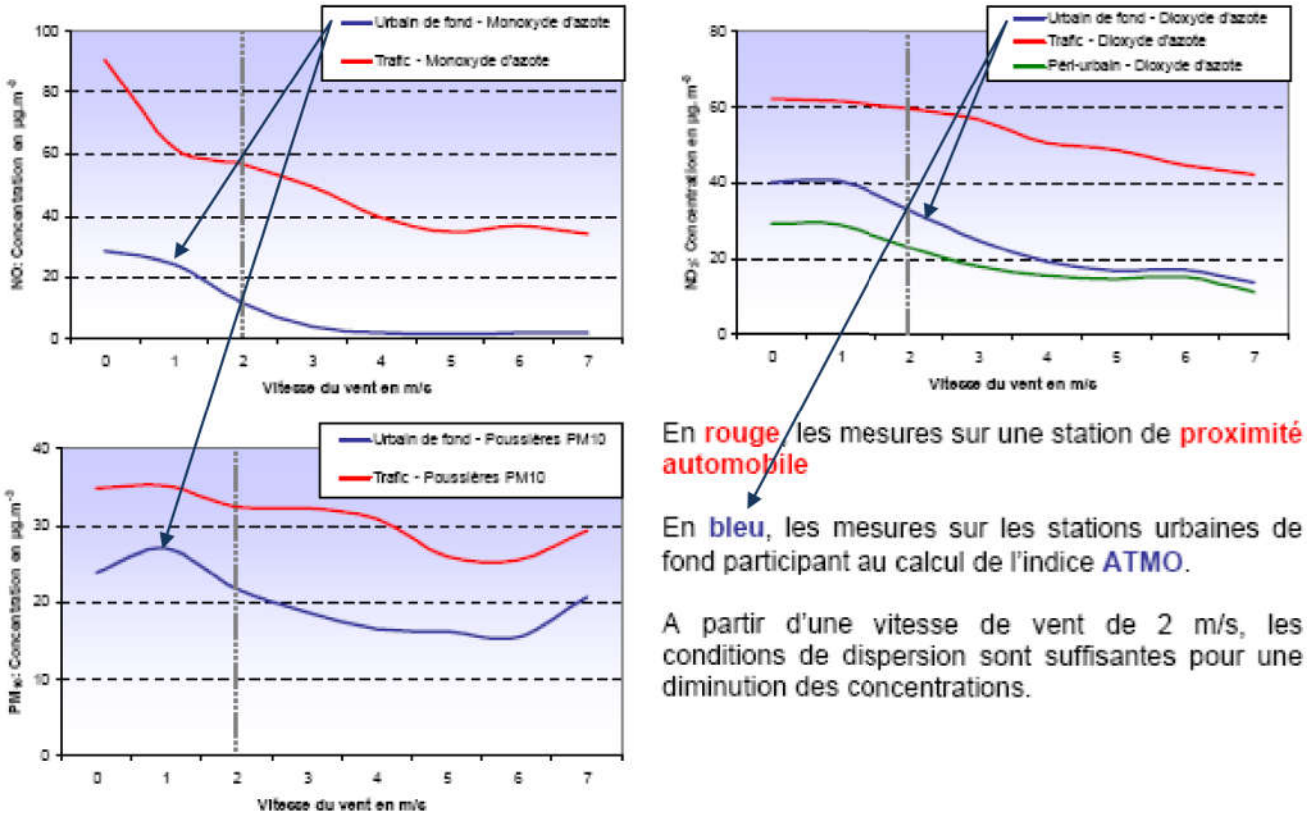
ASCOPARG COPARLY

Nous présentons ci-dessous des copies d'extraits de ces documents sous forme de planches, à la suite desquelles nous avons chiffré les rapports des concentrations évalués à partir des graphiques de l'ASCOPARG.

Planche 7 : Concentrations en NO et NO2 en fonction de la vitesse du vent

Le vent induit des phénomènes de brassage de l'atmosphère et intervient donc dans la dispersion horizontale des polluants:

- Entre 0 et 1 m/s : la vitesse du vent est trop faible pour que la direction soit significative
- Entre 1 et 2 m/s : la direction du vent est significative, mais sa force ne génère pas des conditions de brassage et de dispersion notables.
- Supérieur à 2 m/s : la force du vent devient suffisamment significative pour induire un brassage de l'atmosphère et créer à partir de 4-5 m/s de bonnes conditions de dispersion des polluants atmosphériques.




En **rouge**, les mesures sur une station de **proximité automobile**

En **bleu**, les mesures sur les stations urbaines de fond participant au calcul de l'indice **ATMO**.

A partir d'une vitesse de vent de 2 m/s, les conditions de dispersion sont suffisantes pour une diminution des concentrations.

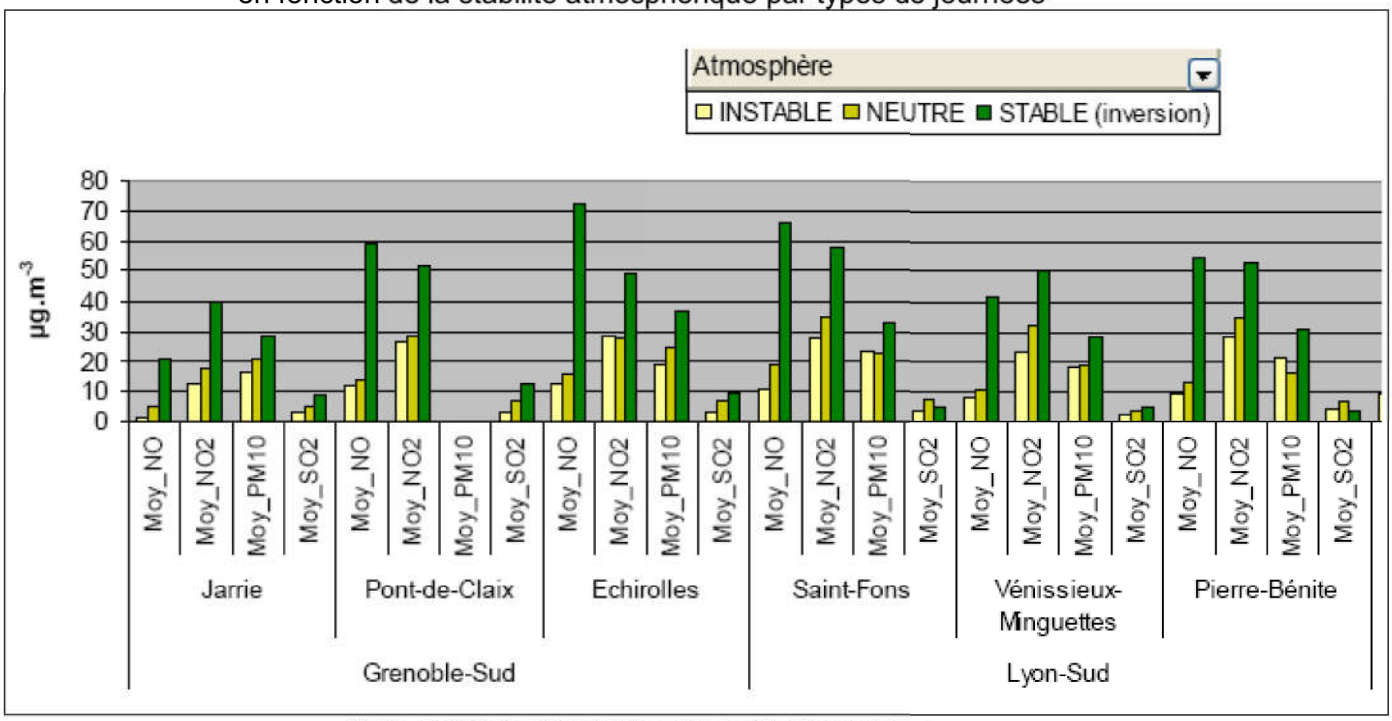
**Figure 3.16 Influence de la vitesse du vent sur la qualité de l'air à Grenoble**

Ces courbes montrent des concentrations de NO et de NO2 d'autant plus grandes que la vitesse du vent est plus faible. Il en est de même pour les poussières (figure du bas), mais dans une moindre mesure (remise en suspension par vent fort). Il faut que la vitesse du vent soit supérieure à 2 m/s pour brasser l'air et diminuer les concentrations des polluants. La catégorie « urbain de fond » est la plus représentative, car les points de mesures sont éloignés des sources de pollution. C'est elle qui en effet entre dans le calcul de l'indice ''ATMO''.

On observe dans cette catégorie que le NO est environ 6 fois plus et le NO2 1.6 fois plus concentré par vent faible que par vent de 3 m/s.

**Les oxydes d'azote sont en moyenne environ 4 fois plus concentrés par vent faible que par vent de 3 m/s**.

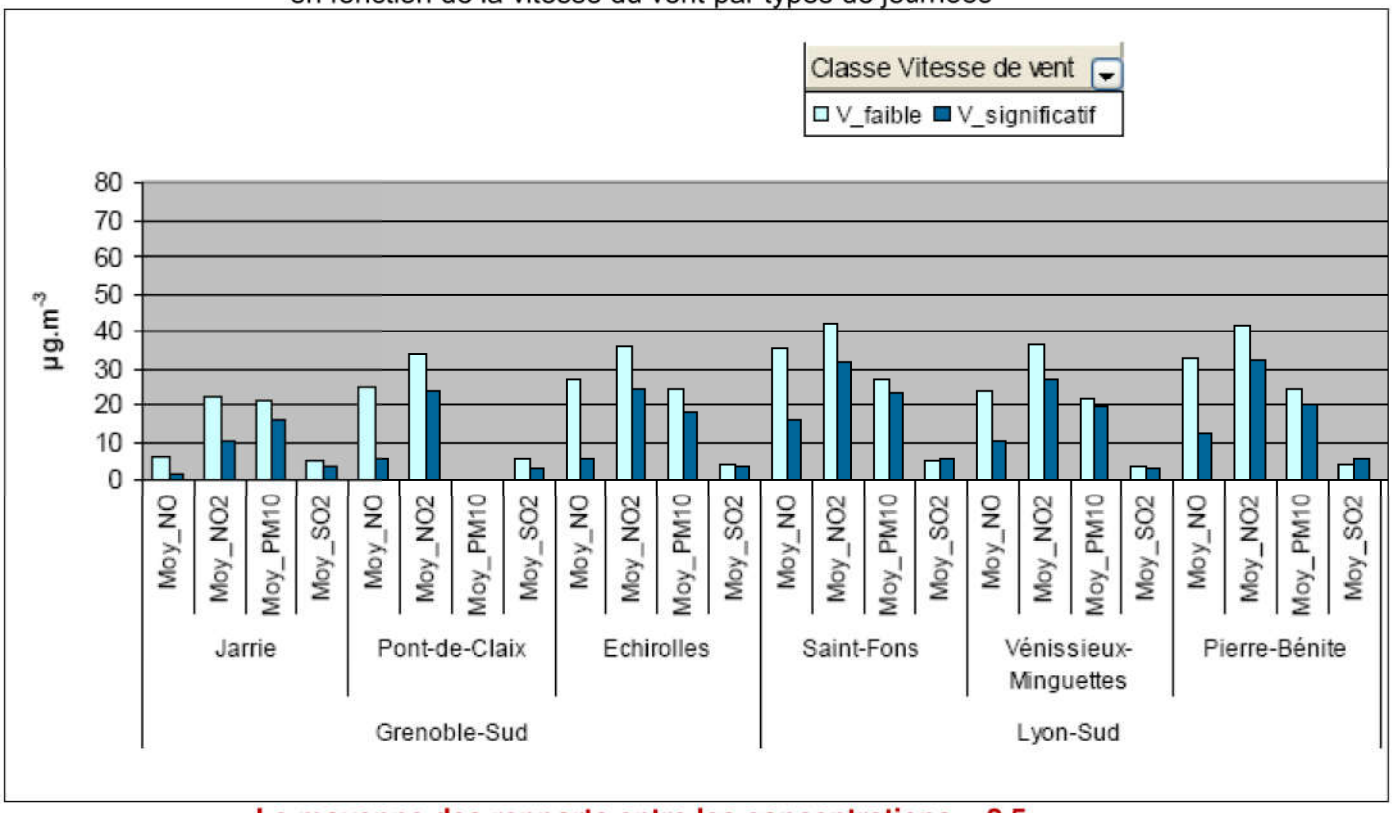
Planche 8 : Moyennes des concentrations de polluants classiques à Pont de Claix
en fonction de la stabilité atmosphérique par types de journées




Nota : PM10 = Particules fines (< 10 microns)

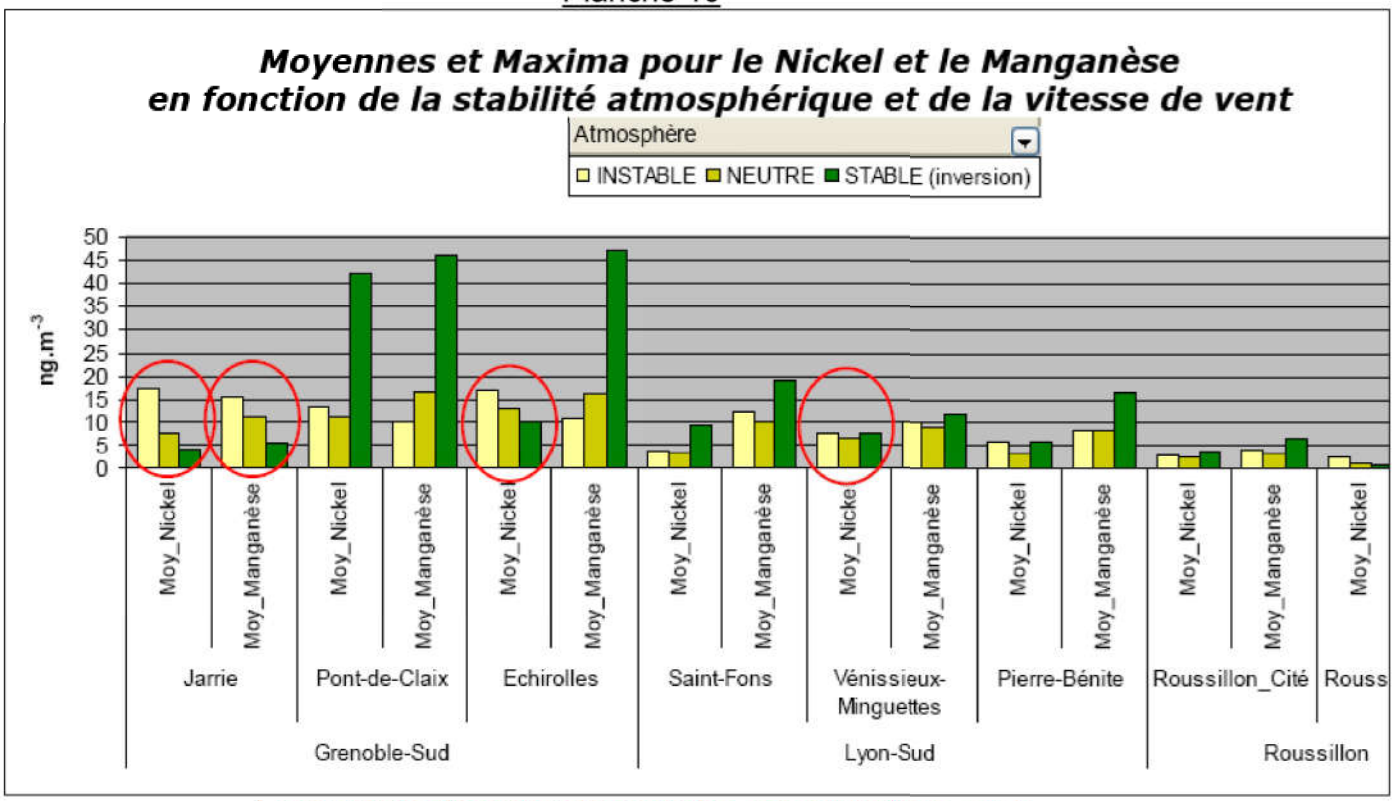
**Moyenne des rapports entre les concentrations = 3**
entre atmosphère stable et atmosphère neutre ou instable à Pont de Claix.

Planche 9 : Moyennes des concentrations de polluants classiques
en fonction de la vitesse du vent par types de journées



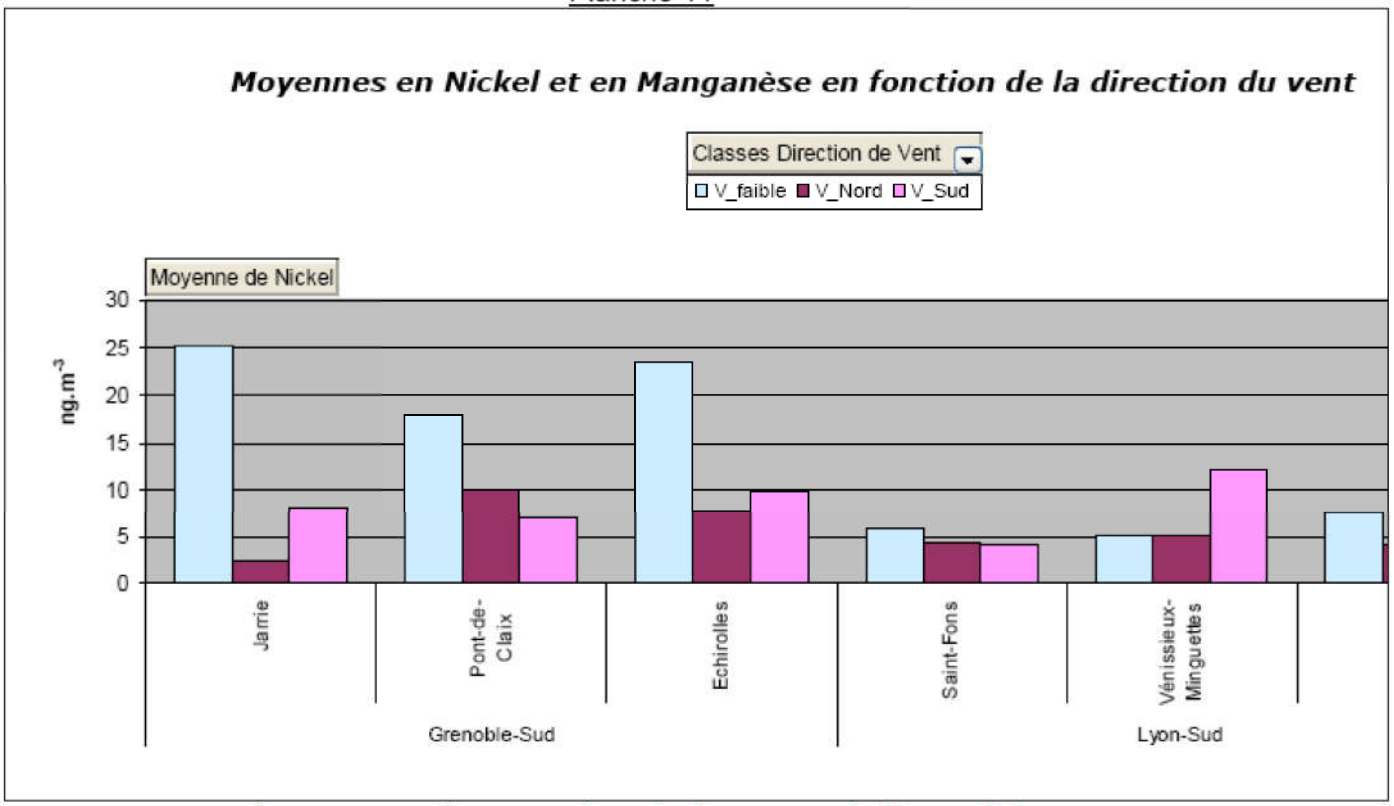

**La moyenne des rapports entre les concentrations = 2.5**
entre vent faible et vent significatif à Pont de Claix.

Planche 10



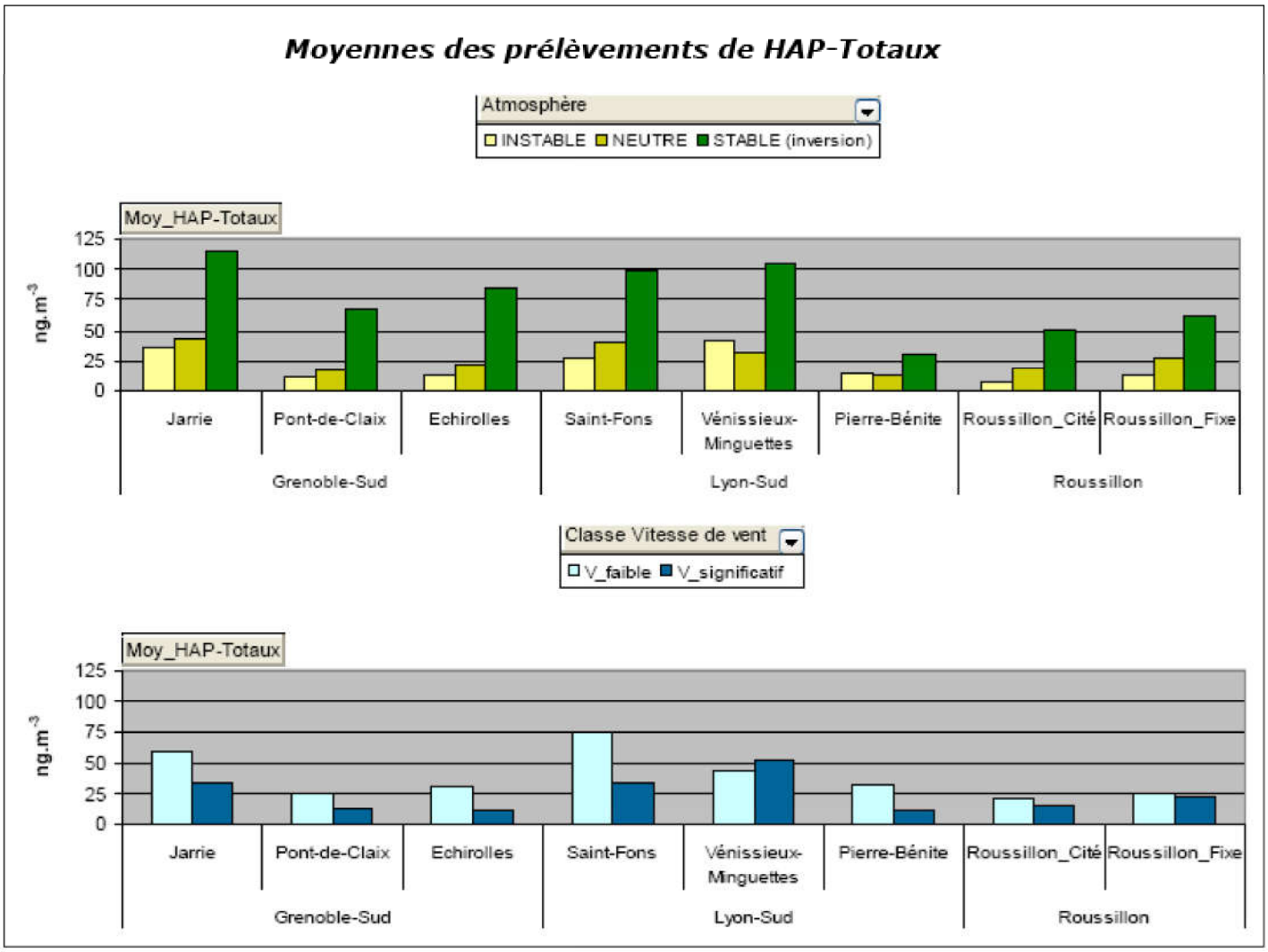

**La moyenne des rapports entre les concentrations = 3.2**
entre atmosphère stable et atmosphère neutre ou instable à Pont de Claix.

Planche 11




**La moyenne des rapports entre les concentrations = 2.1**
entre vent faible et vent significatif à Pont de Claix.
(Ces rapports sont bien supérieurs à Jarrie et Echirolles)

Planches 12 et 13

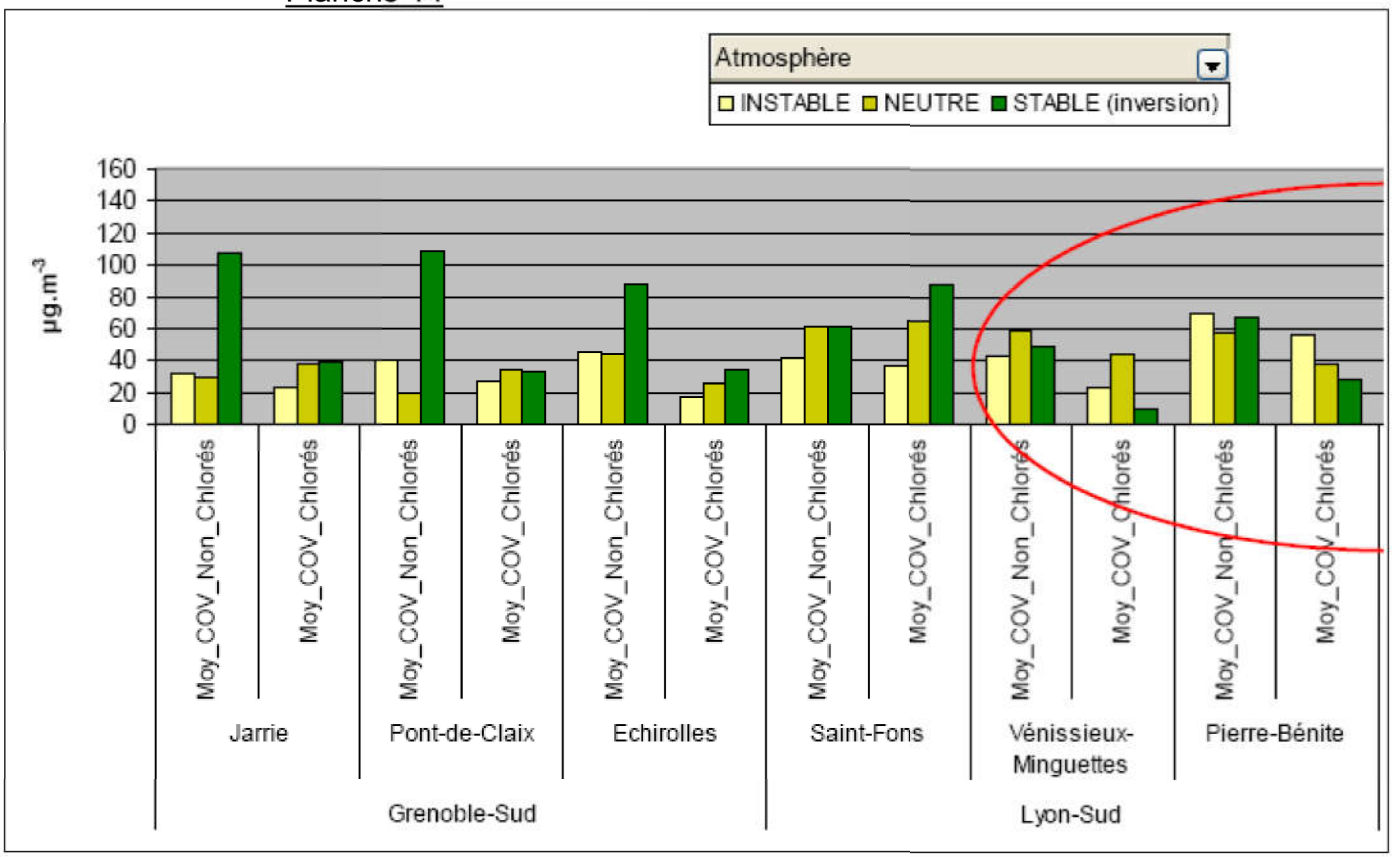



Nota : HAP = Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques

**La moyenne des rapports entre les concentrations = 5.5**
entre atmosphère stable et atmosphère neutre ou instable à Pont de Claix.

**La moyenne des rapports entre les concentrations = 2**
entre vent faible et vent significatif à Pont de Claix.

Planche 14




Nota : COV = Composés Organiques Volatils.

Rapport = 5.5 pour les COV non chlorés et = 1 pour les COV Chlorés à Pont de Claix.
**La moyenne des rapports entre les concentrations = 3.2**
Entre atmosphère stable et atmosphère neutre et instable à Pont de Claix.

## Conclusion de la deuxième partie

sur l'analyse des mesures des concentrations de polluants :

A Pont de Claix, les mesures de l'ASCOPARG montrent que la moyenne des concentrations moyennes des polluants atmosphériques chroniques industriels et routiers est :

- environ 2.6 fois plus grande par vent faible (ou calme) que par vents de 1 à 3 m/s. Ce rapport serait supérieur si la comparaison avait été faite *avec vent de 3 m/s au lieu de 1 à 3 m/s,* et s'il était mieux tenu compte du dépôt et de l'instabilité des polluants au cours du temps. Un minimum de 3 peut être retenu.

- environ 3.7 fois plus grande lorsque l'atmosphère est stable, notamment en régime d'inversion des températures atmosphériques, comparativement aux atmosphères neutres ou instables. Ce rapport serait plus grand si les concentrations correspondaient à des intervalles de temps plus courts, de nuit, au lieu d'être moyennés par types de journées au cours desquelles les conditions atmosphériques sont changeantes, et s'il était mieux tenu compte du dépôt et de l'instabilité des polluants au cours du temps. Un minimum de 4 peut être retenu.

# TROISIEME PARTIE :

## Evaluation des doses et des distances à risques en cas de rejet atmosphérique accidentel par vent faible.

L'objectif des PPRT est notamment d'estimer les risques en cas de rejet atmosphérique accidentel dans les situations les plus pénalisantes, afin de mettre en œuvre les mesures de prévention suffisantes.

A cette fin, l'administration recommande d'effectuer les calculs de risques dans les conditions **''F3''** au sens de Pasquill, c'est-à-dire en atmosphère la plus stable caractérisée par la lettre **''F''** et par vent de **''3''** m/s.

Tout en donnant ses recommandations, l'administration se veut néanmoins prudente et met en garde : « *Dans certaines configurations de rejet …, les conditions défavorables peuvent être différentes de celles caractérisées par le couple (F, 3 m/s) généralement admises comme conduisant aux distances les plus pénalisantes pour les rejets à proximité du sol* » (circulaire DPPR/SEI2/CB-06-0388 du 28/12/06. Voir aussi la circulaire du ministère de l'écologie du 10 mai 2010 récapitulant les règles méthodologiques applicables aux études de dangers, à l'appréciation de la démarche de réduction du risque à la source et aux plans de prévention des risques technologiques (PPRT) dans les installations classées en application de la loi du 30 juillet 2003).

Les mesures de pollution chronique effectuées par l'ASCOPARG à Pont de Claix et alentours ont montré (voir deuxième partie) que la stabilité de l'atmosphère est effectivement un facteur majeur conduisant à l'augmentation des concentrations de polluants (au moins 4 fois plus que sous atmosphère neutre ou instable), ce qui est parfaitement cohérent avec la condition ''F'' comme base des calculs pénalisants.

Par contre, ces mêmes mesures ont montré que les concentrations des toxiques atmosphériques chroniques sont en moyenne au moins trois fois plus élevées par vent faible ou calme (de 0 à 1 m/s), très fréquent (40% à 50% du temps) que par vent de 3 m/s, ce qui illustre pleinement la pertinence de la mise en garde ci-dessus.

La simple logique voudrait qu'en cas de rejet accidentel de courte durée ce soient les mêmes conditions atmosphériques qui conduisent aux plus hauts risques, conditions que l'on pourrait caractériser par **''F[0-1]''**. Il est donc très probable que les conditions ''F3'' comme base de calculs sous-estiment les risques.

Mais pourquoi l'administration n'a-t-elle pas recommandé de se baser sur les conditions ''F[0-1]'' ? C'est probablement parce que les calculs avec les logiciels connus, tout comme les mesures sur maquettes, sont inaptes à la prise en compte des vents faibles, comme cela a été évoqué dans l'introduction et rappelé dans la note ministérielle citée plus haut.

**Si les calculs effectués par vent faible ne semblent pas fiables, comment alors évaluer les doses et les distances à risques en cas d'accident quand à la fois l'atmosphère est stable et le vent faible ou calme ? Cette troisième partie tente d'y répondre.**

## 3.1 Evaluation de la dose en cas de rejet accidentel par vent faible ou quasi-nul.

### 3.1.1 Augmentation de la dose entre les conditions ''F[0-1]'' et ''F3''.

On tente ici en cas de rejet accidentel d'évaluer l'augmentation de la dose entre les conditions atmosphériques **''F[0-1]''** et **''F3''**, en s'appuyant sur l'augmentation des concentrations chroniques mesurées par l'ASCOPARG entre ces mêmes conditions.

A stabilité atmosphérique égale, ce qui varie entre ''F3'' et ''F[0-1]'', c'est uniquement la vitesse du vent qui passe de 3 m/s à un vent faible (0.5 - 1 m/s) ou à un vent quasi-nul (stagnation).

La dose en cas de rejet atmosphérique accidentel pourrait être simplement évaluée en se basant sur les calculs en conditions F3 considérés comme valides, et en multipliant le résultat par ''au moins 3'', pour tenir compte du rapport moyen entre les concentrations en conditions ''F[0-1]'' et ''F3'' mesuré par l'ASCOPARG.

Ce n'est pas aussi simple, car ce coefficient correctif supérieur à 3 est la combinaison des effets de deux paramètres qui n'influent pas nécessairement de la même manière sur les rejets chroniques et sur les rejets accidentels.

a) Le paramètre *vitesse du vent* agit pour sa part de la même manière sur les deux types de rejets : le vent faible dilue moins les toxiques que le vent de 3 m/s, et donc la concentration est plus élevée en conditions ''F[0-1]'' qu'en conditions ''F3''.

On peut faire l'hypothèse que la part d'augmentation de la concentration due strictement à la faible vitesse du vent est un facteur d'environ **au moins 2**.

Ce facteur 2 est inférieur au facteur global supérieur à 3 des mesures ASCOPARG, ce qui est normal puisque ce dernier inclue une part due à la stagnation. Il est également inférieur à ce que donne la loi en 1/(vitesse du vent) déduite des calculs ALOHA (voir ci-dessous en 3.2). Il est enfin proche du facteur 2.3 évalué par le modèle simple qui figure en annexe.

b) L'effet du paramètre *stagnation du nuage toxique* par vent quasi-nul n'est pas le même sur les concentrations dues aux rejets chroniques et sur les doses dues aux rejets accidentels.

b1) **En cas de rejet chronique long**, si la stagnation se produit au dessus de la source de rejet, le toxique s'accumule, ce qui augmente sa *concentration*. On peut parler de ''stagnation – accumulation'' ou ''stagnation - augmentation de concentration''. Le nuage pollué en *quasi-stagnation* va et revient se réalimenter en toxique au dessus du point de rejet, changeant souvent de direction, jusqu'à 180°, comme on l'observe aisément sur les écrans de la salle de contrôle de la plate forme chimique. Le jardinier amateur peut aussi l'observer quand il pulvérise de la bouillie bordelaise sur ses arbres fruitiers par vent calme. Il évite de se placer « sous le vent » pour ne pas recevoir de giclée en retour. Mais très vite le vent change, si léger soit-il, et il doit se placer d'un autre côté, et encore et encore…

La stagnation-accumulation augmenterait la **concentration d'environ 50% en moyenne**, complément nécessaire pour atteindre la valeur mesurée supérieure à 3 dans l'hypothèse où on a retenu le facteur « au moins 2 » ci-dessus en a).

b2) **En cas de rejet accidentel**, il faut distinguer deux séquences différentes de vents :

Première séquence : vent quasi-nul avec stagnation-accumulation au dessus de la fuite au moment du rejet, puis vent faible qui transporte le nuage toxique. La concentration est certes plus élevée, mais c'est dans un faible volume. La dose en aval en dehors de la plate forme chimique ne sera probablement pas plus forte que si le rejet avait eu lieu par vent faible, car pour passer au

dessus des personnes exposées, le volume contaminé, certes plus concentré mais plus petit, met d'autant moins de temps qu'il est plus petit.

Deuxième séquence : vent faible au moment du rejet, par exemple un vent de 0.5 m/s, puis vent quasi-nul entre zéro et environ six heures après le rejet. Le nuage toxique va alors stagner entre zéro et environ dix kilomètres de la fuite.

Dans ce cas, si par exemple la stagnation du nuage dure 30 minutes là où des personnes sont exposées, alors que la fuite avait duré 3 minutes, la durée d'exposition de ces personnes - et donc la dose - est multipliée par dix. Si la stagnation dure davantage, la dose croit d'autant plus. On peut parler ici d'une ''stagnation - augmentation de dose''. Le vent étant rarement strictement nul, la stagnation de 30 minutes correspondrait à un vent résultant moyen quasi-nul de 0.05 m/s qui ferait dériver lentement le nuage toxique.

On peut résumer sur ce tableau [1] les augmentations de concentration et de dose causées par le vent faible et par la stagnation comparativement aux conditions F3 en fonction des différents types de rejets :

| | sur la **concentration chronique** **si rejet chronique long** | sur la **dose** **si rejet accidentel bref** |
|---|---|---|
| Effet de la faible vitesse du vent | Multipliée en moyenne par au moins ~ 2 | Multipliée par au moins ~ 2 |
| Effet de la stagnation du nuage au dessus de la source de rejet | Multipliée en moyenne par ~ 1.5 | Probablement pas augmentée à l'extérieur de la plate forme chimique |
| Effet de la stagnation du nuage au dessus des personnes exposées | Sans effet | Multipliée par ~ 10 ou plus ? |
| Effet global de la vitesse et de la stagnation | Multipliée en moyenne par au moins 3 d'après les mesures ASCOPARG | Multipliée au minimum par ~ 2 au maxi. par ~ 20 ou + |

### 3.1.2 Probabilités de ces augmentations de doses.

Quelles sont les probabilités de survenue d'une part de périodes de vents faibles, et d'autre part de séquences « vent faible puis vent quasi-nul », en comparaison de la probabilité d'occurrence d'un vent de 3 m/s, vitesse recommandée pour les calculs de risques ? Une analyse des enregistrements des mesures de vents par l'ASCOPARG ou par la plate forme chimique permettrait sans doute de bien connaître ce rapport de probabilités, sans recourir à de nouvelles mesures. En attendant, on peut tenter de l'estimer approximativement.

Parmi les 50% du temps avec vent faible (</= 1 m/s) sur une année (voir planche 4), le vent est souvent faible pendant la journée et quasi-nul pendant la nuit. Le vent peut aussi s'annuler deux fois par jour lors des 'reverses' qui se produisent juste avant et après l'établissement de la brise de vallée. On peut estimer très approximativement cette probabilité d'alternance « vent faible – vent nul » à environ 80% de chance par jour de vent faible (plus de 100% n'est pas impossible).

Il faut également estimer la probabilité de ''stagnation - accumulation de dose'' sur l'agglomération grenobloise à moins de 10 km environ de la plate forme chimique. Dans ce cas, il faut que la fuite se produise entre 0 et 3 heures avant l'arrêt d'un vent de 1 m/s, ou entre 0 et 6 heures avant l'arrêt d'un vent de 0.5 m/s. Les jours où il y a alternance « vent faible – vent nul », la probabilité de survenue d'une séquence « vent faible (0.5 à 1 m/s) puis vent quasi-nul entre 0 et 3 à 6 heures après la fuite » est donc comprise entre environ (3 et 6)/24 soit 12 à 25%.

La probabilité pour que la vitesse du vent soit de 3 m/s peut être approximée à environ 10% du temps au plus, sachant que 30% du temps elle est comprise entre 1 et 3 m/s (planche 4).

Puisqu'au-delà de 2-3 m/s l'atmosphère ne peut plus être stable (voir planche 7), on peut faire l'hypothèse qu'il y a environ (facteur très approximatif) au moins 3 fois plus de chance pour que l'atmosphère soit stable par vent faible plutôt que par vent de 3 m/s. Il vient alors :

- $\frac{\text{Probabilité atmosphère stable et vent faible}}{\text{Probabilité atmosphère stable et vent 3 m/s}} > \frac{3 \times 0.5}{0.1}$ soit > **15**

- $\frac{\text{Probabilité atmosphère stable et vent faible puis nul}}{\text{Probabilité atmosphère stable et vent 3 m/s}} > \frac{3 \times 0.5 \times 0.8 \times (0.12 \text{ à } 0.25)}{0.1}$ soit > **2**.

3.1.3 Les éléments ci-dessus sont récapitulés sous forme de méthode proposée pour évaluer la dose maximale en cas de rejet atmosphérique accidentel, basée essentiellement sur les mesures de l'ASCOPARG :

**Suite à un rejet atmosphérique accidentel de courte durée se produisant à Pont de Claix sous atmosphère stable, les doses maximales peuvent être évaluées en multipliant les résultats des calculs de l'industriel effectués en conditions F3 :**
**- par au moins 2 pour tenir compte de la faible vitesse moyenne du vent, situation au moins 15 fois plus probable que la condition F3 ;**
**- par environ 20 ou plus pour tenir compte de la stagnation possible du nuage toxique sur les personnes exposées, situation au moins 2 fois plus probable que la condition F3.**

Cela est valable quel que soit l'endroit considéré, **notamment à longue distance** des points de rejets, puisque justement les stations de mesures ASCOPARG ''urbaines de fond'' participant au calcul de l'indice 'ATMO' sont volontairement éloignées des sources de pollution.

**Si à longue distance des points de rejets la dose est plus grande par vent faible ou quasi-nul comparativement au vent de 3 m/s, cela signifie que la distance à risques est repoussée plus loin**.

A ce stade, il n'est pas possible d'évaluer de combien la distance à risques est repoussée, car il faudrait connaître les lois de variation de la concentration en fonction de la distance. Elles ne peuvent pas être déduites des mesures ASCOPARG, mais elles peuvent l'être grâce au logiciel ALOHA (voir ci-dessous en 3.2).

## 3.2 Evaluation des doses et des distances à risques en cas de rejet accidentel par vent faible grâce au tandem « logiciel ALOHA - mesures de l'ASCOPARG ».

Le logiciel ALOHA permet des calculs assez éclairants dans la démarche d'évaluation de la dose maximale et des distances à risques en cas de rejet accidentel bref.

### 3.2.1 Présentation d'ALOHA.

ALOHA : Areal Locations Of Hazardous Atmospheres, freeware téléchargeable sous http://www.epa.gov/ceppo/cameo/aloha.htm, et utilisable sur PC.

Ce logiciel permet notamment d'effectuer des calculs des concentrations selon 6 degrés de stabilité atmosphérique (A à F), en particulier avec inversion des températures atmosphériques.

Ses limites : mise en garde sur les incertitudes aux faibles vitesses de vent, en atmosphère stable, et à proximité de la source. Il faut que la durée de rejet soit d'au moins une minute, et la vitesse du vent soit d'au moins 1 m/s. Le calcul s'arrête une heure après le rejet et à une distance de 10 km au plus.

Ses atouts : convivial, il peut être facilement téléchargé et utilisé par un amateur, à condition de connaître les données de rejets (nature, débit, durée, altitude du rejet etc…). Les calculs sont quasi-instantanés.

Quelle confiance lui accorder ?

- Il est recommandé par l'EPA – Environmental Protection Agency U.S.

- Selon l'INERIS, Institut National d'Etude des RISques, devenu l'Institut National de l'EnviRonnement Industriel et des riSques, (INERIS-DRA N° 46053 de Nov. 2006), il donne des ordres de grandeurs acceptables pour la dispersion atmosphérique.

- Il est en outre utilisé par la plate forme chimique de Pont de Claix pour les exercices en situation accidentelle.

### 3.2.2 Quelques résultats de calculs par ALOHA.

► En cas de rejet continu de polluants, les calculs ALOHA montrent que :

a) Suite à un rejet continu pendant 60 minutes (durée maximale d'un calcul ALOHA), la concentration en un point donné croit à partir d'un certain temps pour atteindre à l'équilibre un niveau constant (qui dépend des conditions de rejet).

b) Quand il y a stabilité atmosphérique avec ou sans inversion des températures, les concentrations en un point donné dans l'axe du vent sont inversement proportionnelles à la vitesse v du vent (**loi en 1/v**). Les concentrations sont donc plus élevées par vent faible que par vent de 3 m/s, en cohérence avec les mesures ASCOPARG.

c) Quand il y a stabilité atmosphérique sans inversion des températures, les concentrations à l'équilibre varient selon une loi proche de l'inverse carré de la distance (**loi en $1/d^{1.7}$**).

d) Quand il y a stabilité atmosphérique avec inversion des températures, les concentrations à l'équilibre sont inversement proportionnelles à la distance à la source (**loi en 1/d**).

►e) Dans le cas d'un rejet accidentel de courte durée, par exemple pendant 3 minutes, la dose (égale par exemple à la concentration en ppm multipliée par la durée en minutes) peut être connue en un point donné dans l'axe du vent. Il suffit d'intégrer la courbe des concentrations (ppm) en fonction du temps (mn) donnée directement par ALOHA.

3.2.3 Conséquences déduites de ces résultats.

f) En comparant la dose dans le cas e) et celle en 3 minutes à l'équilibre dans les cas a), on constate, comme on pouvait le deviner intuitivement, que :

**Suite à un rejet atmosphérique accidentel de courte durée, la dose en un point donné est exactement la même que si on suppose être exposé pendant la même courte durée à la concentration à l'équilibre produite par un rejet continu de même débit.**

g) Tout comme en cas de rejet continu, on peut déduire immédiatement de f) et de b) que :

**Suite à un rejet atmosphérique accidentel, le rapport entre les doses par vent faible ou calme (</= 1m/s) et par vent de 3 m/s est supérieur ou égal à 3**, quelle que soit la distance au point de rejet. Ce résultat, sans faire appel à la stagnation, va dans le même sens que les mesures ASCOPARG.

h) Augmentation de la distance à risques entre les conditions F3 et les conditions F[0-1] en cas de rejet atmosphérique accidentel bref : Tableau [2].

A partir des résultats c) et d), et en se basant sur l'augmentation de la dose donnée dans le tableau [1] en 3.1.1 ci-dessus, on peut évaluer le rapport entre d2, distance à risques en condition F[0-1], et d1 distance à risques en condition F3 :

| Tableau [2] : augmentation de la dose et de la distance à risques en passant des conditions F3 à F[0-1], et probabilités d'occurrences. | Effet de la vitesse du vent | Effet de la stagnation | Effets cumulés vitesse du vent + stagnation |
|---|---|---|---|
| Augmentation de la dose<br><br>Probabilité d'occurrence comparée aux conditions F3 | Multipliée par au moins 2<br><br>Multipliée par > 15 | Multipliée par ~ 10* ou plus** | Multipliée par ~ 20* ou plus**<br><br>Multipliée par > 2 |
| Stabilité atmosphérique sans inversion des températures<br><br>Rapport entre distances à risques | $(d2/d1)^{1.7} > 2$<br>**➔ d2/d1 > 1.5** | | $(d2/d1)^{1.7}$ **~** 20* ou +**<br>**➔ d2/d1 ~ 6* ou +**** |
| Stabilité atmosphérique avec inversion des températures<br><br>Rapport entre distances à risques<br><br>Probabilité absolue d'occurrence de novembre à février | **d2/d1 > 2** | | **d2/d1 = ~ 20* ou +****<br><br>**~** 6 % *** |

* Dans l'hypothèse où la stagnation durerait 10 fois plus longtemps que le rejet (par exemple 30 mn après un rejet de 3 mn). ** Si le rapport de ces durées est supérieur.

*** D'après la planche 6, il se produit 77 inversions à 7 heures du matin dans l'année, dont probablement au moins 68% pendant les 120 jours de novembre et février. Il faut en plus tenir compte du produit 0.8x(3à6)/24 comme ci-dessus en 3.1.2. D'où la probabilité :

((77 x 0.68)/120) x (0.8x(3à6)/24) = 4 à 8%, soit environ 6%.

## 3.3 Familles opposées de logiciels de calculs de dispersion atmosphérique.

En cas de rejet atmosphérique accidentel, doses et surtout distances à risques déduites du tandem « mesures ASCOPARG - calculs ALOHA » sont loin de celles qui sont calculées dans le cadre du PPRT. D'où vient le problème ?

Comme on l'a montré ci-dessus, une première raison du désaccord vient du fait que dans le cadre du PPRT les calculs sont effectués par vent de 3 m/s, faute de pouvoir le faire à 0-1 m/s.

Une autre raison vient peut-être de la grande dispersion des réponses des divers logiciels de calculs. En effet, tel responsable d'une installation nucléaire ne cache pas que selon les logiciels utilisés, les résultats des calculs peuvent varier d'un facteur supérieur à 10. Les ingénieurs et techniciens de la Plate Forme Chimique de Pont de Claix sont également perplexes, face aux logiciels qui montrent par exemple que la distance à risque est d'autant plus grande que la vitesse du vent est plus faible et ceux qui montrent le contraire.

**Comment expliquer l'opposition entre « distance à risque d'autant plus grande que le vent est plus fort » et « distance à risque d'autant plus grande que le vent est plus faible » ?**

Nous n'avons pas la capacité d'analyser le bien fondé comparé des divers logiciels, très nombreux, très divers, bourrés d'équations illisibles par le commun des mortels, plus ou moins validés dans certaines situations particulières, recommandés ou non. Il suffit de faire un petit tour sur Internet pour se rendre compte de l'étendue et de la complexité du sujet.

Par contre, un détail peut expliquer cette opposition. Nombre d'auteurs de logiciels précisent en effet que les résultats ne sont valables que « par vent bien établi », les utilisateurs prenant éventuellement la précaution de relativiser leurs résultats en signalant que dans la réalité la direction du vent varie sans cesse.

► Une observation pour illustrer le débat :

Par vent relativement fort, étant situé à 20 mètres d'un fumeur attendant son bus sur le trottoir, et étant par hasard exactement sous le vent, une forte bouffée de fumée de cigarette aussi concentrée qu'à 50 cm du fumeur m'est brièvement parvenue aux narines. Mais une seule bouffée, une seule fraction de bouffée.

De deux choses l'une :

- soit le vent est bien établi, sans le moindre changement de direction, et je devrais respirer toutes les bouffées de fumée à concentration élevée si je suis exactement sous le vent ;

- soit le vent « bat », change sans cesse (même légèrement) de direction, comme c'est toujours le cas, et je ne respire en moyenne qu'une faible proportion de fumée, voire rien du tout.

Remarque : par vent faible, les bouffées de fumées ont le temps de se diluer dans un grand volume avant d'arriver à grande distance ; elles y sont plus dilatées, moins concentrées, mais on ne peut pas y échapper si on est plus ou moins sous le vent.

On devine toute l'importance non seulement de la vitesse du vent, mais aussi de la durée du phénomène considéré, à laquelle est lié un volume balayé par le panache d'autant plus grand que la durée est plus grande, car le vent change sans cesse de direction ; la concentration moyenne au cours du temps diminue évidemment avec l'augmentation du volume dans lequel se déplace le panache.

Autant il est vrai que des « bulles » à concentration élevée peuvent être propagées d'autant plus loin que le vent est plus fort, tout en gardant leur concentration élevée, autant il est vrai qu'en moyenne les doses à longue distance sont d'autant plus élevées que le vent est plus faible.

► D'où deux traductions paradoxalement exactes mais opposées dans les logiciels de calculs : la concentration d'un polluant à une distance donnée est :

- soit d'autant plus grande que le vent bien établi est plus **fort**, comme le montrent par exemple les logiciels utilisés par le CEA et par la plate forme chimique de Pont de Claix dans le cadre du PPRT, quitte à ce que les volumes concernés soient très restreints, et que la probabilité d'être touché soit très faible,

- soit d'autant plus grande que le vent est plus **faible**, comme le montrent par exemple ALOHA et le modèle simple en annexe, comme le montrent surtout les moyennes des mesures de l'ASCOPARG, étalées sur de longues durées, dans de vastes volumes, et à forte probabilité d'être touché.

Quelle est la voie la plus réaliste ? Qui donne le résultat le plus probable ?

C'est la voie conforme à l'expérience qui s'impose, conforme aux moyennes des mesures de l'ASCOPARG, par ailleurs cohérente avec ALOHA et le modèle simple.

# CONCLUSION

L'objectif des PPRT est notamment d'estimer les risques en cas de rejet atmosphérique accidentel, afin de mettre en œuvre les mesures de prévention suffisantes. A cette fin, tout en mettant en garde sur d'autres conditions qui pourraient être plus défavorables, l'administration recommande d'effectuer les calculs de dangers dans les conditions généralement considérées comme les plus pénalisantes, à savoir les conditions ''F3'' au sens de Pasquill, c'est-à-dire en atmosphère la plus stable caractérisée par la lettre ''F'' et par vent de ''3'' m/s.

Les mesures des concentrations chroniques de polluants atmosphériques industriels et routiers, effectuées par l'ASCOPARG dans les conditions réelles moyennes observées sur l'agglomération grenobloise, montrent que la stabilité de l'atmosphère est effectivement un facteur majeur conduisant à l'augmentation des risques, au moins quatre fois plus que sous atmosphère neutre ou instable, ce qui justifie parfaitement la condition ''F'' comme base de calculs pénalisants.

Par contre, ces mesures montrent aussi que les concentrations sont en moyenne au moins trois fois plus élevées par vent faible (de 0 à 1 m/s, très fréquent, 50% du temps, ce qui est exceptionnel en France) que par vent de 3 m/s. En cas de rejet accidentel de courte durée, ce sont logiquement les mêmes conditions atmosphériques que l'on pourrait caractériser par ''F[0-1]'' qui conduisent aux plus hauts risques. Un PPRT basé sur les conditions F3 a toutes les chances de sous-estimer les risques.

Par ailleurs, aucun logiciel ni aucune mesure sur maquette ne sont adaptés à l'évaluation des risques en conditions ''F[0-1]'', en raison de l'imprécision des calculs par vent faible, et de la difficulté de prendre en compte, même en moyenne, la durée de stagnation des masses d'air qui favorise l'augmentation des doses lorsque le vent tombe.

A défaut d'autre solution, une *méthode d'évaluation* du risque maximal en cas de rejet toxique accidentel est proposée, basée sur les calculs de l'industriel ainsi que sur les mesures de l'ASCOPARG, avec l'appui du logiciel ALOHA et en cohérence avec le modèle simple présenté en annexe :

*« Suite à un rejet atmosphérique accidentel se produisant à Pont de Claix sous atmosphère stable, les doses et les distances à risques maximales peuvent être évaluées à partir des valeurs calculées par l'industriel en condition F3 conformément aux recommandations de l'administration, en leur appliquant les facteurs correctifs ci-dessous.*

*Pour tenir compte de la faible vitesse moyenne du vent, au moins15 fois plus probable que la condition F3, multiplier les doses par au moins 2, et les distances à risques par au moins 2 ou 1.5 selon qu'il y a ou non inversion des températures atmosphériques.*

*Pour tenir compte à la fois du vent faible et de la stagnation possible du nuage toxique au dessus des personnes exposées, au moins 2 fois plus probable que la condition F3, il faudrait d'abord connaître la durée moyenne de stagnation. Si elle était 10 fois supérieure à celle du rejet, par exemple 30 mn après un rejet de 3 mn, il faudrait alors multiplier les doses par 20, et les distances à risques par 20 ou 6 selon qu'il y a ou non inversion des températures atmosphériques. Un rapport de durées plus élevé augmenterait d'autant ces facteurs correctifs. »*

En cas d'accident entre novembre et février, la situation la plus préoccupante - rejet par vent faible et inversion des températures, puis stagnation sur l'agglomération - a environ 6% de chances de se produire. Phénomène aggravant, l'écart entre les températures à l'intérieur et à l'extérieur favorise la pénétration de l'air pollué dans les logements.

Remarque : les facteurs correctifs et coefficients donnés ci-dessus sont déduits de moyennes et sont des valeurs à minima. Des situations plus sévères sont tout à fait possibles et même probables. Une analyse plus fine des mesures de l'ASCOPARG permettrait de savoir s'il faut utiliser des valeurs plus conservatives.

Annexe

# Evaluation des risques accidentels à l'aide d'un modèle simple de calcul

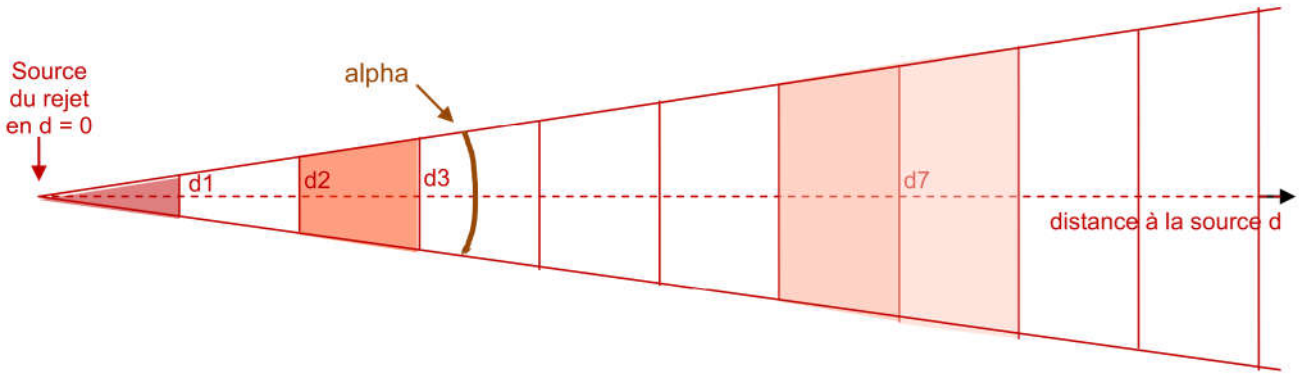
dans le cas particulier d'inversion des températures atmosphériques.

On sait que l'air chaud monte, comme dans une cheminée, à condition que l'air situé au dessus soit plus froid. Sinon, c'est impossible.

Quand y a inversion des températures atmosphériques, l'air est d'autant plus chaud que l'on s'élève davantage en altitude, ce qui se produit 10% du temps à Pont de Claix (cf. planche 6). Tout se passe alors comme si un 'plafond' existait à une certaine altitude, empêchant l'air du dessous de se mélanger à l'air du dessus. La pollution ne peut pas se diluer en altitude, elle reste prisonnière en dessous du plafond.

Cette limite ou 'plafond' permet d'alléger les calculs et de se donner un modèle simple d'évaluation de la concentration d'un polluant. Sans prétendre à la précision, ce modèle proposé en 2003 donne aisément l'ordre de grandeur de la concentration, en fonction notamment de la distance à la source et de la vitesse du vent.

a) Soit h la hauteur d'inversion des températures atmosphériques, correspondant au 'plafond' qui couvre le nuage toxique. Le nuage est contenu dans un volume limité notamment entre le sol et cette hauteur h supposée constante. Ce volume est schématisé par sa projection sur le sol, dans ses positions successives.




La source du gaz toxique est en O. Le vent entraine le gaz toxique vers la droite, de part et d'autre d'un rayon représentant la distance d à la source.

b) Soit alpha l'angle d'ouverture dans lequel se disperse le gaz toxique. L'angle dépend de la vitesse du vent : plus le vent est faible, plus le panache contaminé change facilement de direction, et plus alpha est grand.

- Par vent $V_3$ = 3 m/s, (soit environ 10 km/h), nous choisissons $alpha_3$ = 0.35 radians, soit 20 degrés, angle d'ouverture assez vraisemblable, cohérent avec l'élargissement d'un panache de fumée que chacun peut observer quand un jardinier brûle ses détritus végétaux par petit vent.

- Par vent $V_{0.5}$ = 0.5 m/s, nous choisissons $alpha_{0.5}$ = 0.9 radians, soit 50 degrés.

c) On suppose d'abord que la vitesse V du vent est $V_3$ = 3 mètres par seconde, vitesse recommandée pour les calculs de risques (on est dans les conditions ''F3'' selon Pasquill) et considérée par l'administration comme la plus pénalisante. On suppose aussi que cette vitesse est constante partout (même si ce n'est pas rigoureusement le cas).

d) On suppose que le rejet accidentel de gaz toxique a lieu pendant 3 minutes, soit 180 secondes. C'était le cas le plus pénalisant considéré comme possible lors de l'enquête publique de 2002, car les industriels avaient de bonnes chances de stopper la fuite en 3 minutes. Le rejet débute au temps t=0, avec un débit de fuite Q supposé constant pendant les 3 minutes, par exemple Q kg/s.

Pendant les 3 premières minutes, le toxique émis en O, poussé vers la droite au fur et à mesure de son émission, se répand progressivement dans le triangle (ou plus exactement dans le secteur circulaire) limité par les points d=0 et d1=3m/s x 180s= 540m.

Pendant les 3 minutes suivantes, il n'y a plus de fuite, et le vent pousse le nuage toxique vers la droite jusqu'à ce qu'il occupe finalement le volume borné par d1 et d2. A la 9$^{ième}$ minute, le volume contaminé est entre d2 et d3, à la douzième entre d3 et d4 et ainsi de suite.

La longueur du volume contaminé, d=0 à d1, puis ensuite d1 à d2 comme d2 à d3 etc… est constante et égale à 540 m, distance parcourue par le vent en 3 minutes, quelle que soit la distance à la source. Dans la réalité, ce n'est pas exact, car le volume contaminé se déforme en longueur ; mais si on s'intéresse à la dose en un point donné, cette représentation est suffisante.

La largeur du volume contaminé est d'autant plus grande qu'il s'éloigne de la source, égale à (d x alpha), alpha étant exprimé en radians.

A un instant donné, le volume contaminé est donc limité :
- en altitude par h, hauteur de l'inversion des températures ;
- en ''longueur'' par $V_3$ x 180 = 540m.
- en ''largeur'' par d x $alpha_3$

D'où le volume contaminé (en m3) = h x $V_3$ x 180 x d x $alpha_3$ Il est proportionnel à la distance d à la source.

e) Concentration et dose en fonction de la distance d à une vitesse de vent donnée.

Soit $C_3$ la concentration moyenne du toxique par vent de 3 m/s. Le toxique étant supposé dilué d'une manière homogène dans le volume contaminé, on a :

$$\text{concentration moyenne } C_3 = Q \times 180 / (h \times V_3 \times 180 \times d \times alpha_3)$$

Pour une vitesse donnée de vent ($V_3$ et $alpha_3$ constants), la concentration varie donc selon une loi en 1/d.

Nous retrouvons là un résultat obtenu avec ALOHA : pour une vitesse donnée du vent, lorsqu'il y a inversion des températures atmosphériques, **le modèle simple montre que les concentrations et les doses**(1) **diminuent en fonction de la distance selon une loi en 1/d**.

(1) Dans ce modèle simple, tout se passe comme si, sous le vent, une personne non confinée était exposée pendant la durée du rejet, soit 3 minutes dans cet exemple, quelles que soient sa distance à la source et la vitesse du vent (excepté par vent nul). En effet, une personne située par exemple en d7 (voir schéma ci-dessus), est exposée pendant les 3 minutes nécessaires pour que la nappe contaminée passe de l'intervalle d6-d7 à l'intervalle d7-d8. *Dose et concentration sont donc proportionnelles,* et varient l'une et l'autre selon une loi en 1/d.

⇨ Remarques (pour les non spécialistes) sur la concentration, la dose, les zones et les distances à risques :

■ La concentration d'un gaz toxique peut être exprimée en milligrammes de toxique par mètre cube d'air, ou encore en ''**ppm**'' ou ''partie par million'', 1 ppm signifiant qu'il y a 1 mg de toxique dans 1 kg d'air (proche de 1 mg/$m^3$).

■ La dose est liée à la masse de toxique inhalée, proportionnelle à la concentration du toxique dans l'air et à la durée de respiration (et aussi au rythme de la respiration : on inhale plus de toxique si on respire vite ; rester calme limite la dose). Elle peut être exprimée en **ppm.mn**, produit de la concentration (ppm) par la durée d'exposition (mn).

■ Les distances à risques délimitent les zones de dangers, qui dépendent de la *gravité* potentielle des dangers.

- Zone de danger très grave, où il peut y avoir 5% (ou plus) de décès parmi les personnes exposées.

- Zone de danger grave, où il peut y avoir de 1 à moins de 5% de décès. Pour le phosgène, la distance à risques limitant l'extérieur de cette zone, appelée aussi distance létale à 1%, se situe là où la dose serait de 60 ppm.mn, soit par ex. une exposition à 20 ppm pendant 3 mn, ou à 1 ppm pendant 60 mn etc.

- Zone de danger significatif, où on peut subir des lésions inguérissables, à vie. Pour le phosgène, la distance à effets irréversibles correspond à 30 ppm.mn.

- A l'extérieur de cette dernière zone, les personnes peuvent subir des lésions importantes à condition qu'elles soient réversibles, guérissables.

Remarque : à l'intérieur de chaque zone on distingue aussi des sous-zones caractérisées par la *probabilité* de survenue de tels dangers.

f) Concentrations et doses en fonction de la vitesse du vent V à une distance donnée d.

$C_3 = Q \times 180 / (h \times V_3 \times 180 \times d \times alpha_3)$ ; on a de même

$C_{0.5} = Q \times 180 / (h \times V_{0.5} \times 180 \times d \times alpha_{0.5})$

D'où $C_{0.5} / C_3 = V_3 \times alpha_3 / V_{0.5} \times alpha_{0.5} = 3 \times 0.35 / (0.5 \times 0.9) =$ **2.3**

Quelle que soit la distance à la source, les concentrations sont environ 2.3 fois plus élevées par vent faible que par vent de 3 m/s. Il en est de même pour les doses puisque la durée d'exposition est la même (durée du rejet).

Nous retrouvons ici ce résultat obtenu avec ALOHA et avec les mesures de l'ASCOPARG : lorsqu'il y a inversion des températures atmosphériques, **le modèle simple montre que les concentrations et les doses sont plus élevées par vent faible que par vent de 3 m/s**.

Ce modèle permet en outre d'évaluer aisément ce qui se passe si, après une fuite de 3 minutes par vent faible, le vent s'annule par exemple pendant 30 minutes. Dans la zone où le nuage toxique s'arrête et stagne, près ou loin de la fuite, les personnes sont alors dix fois plus longtemps exposées à la même concentration, la dose est décuplée.

g) Discussion.

● Le rapport **2.3** est inférieur à celui que l'on peut déduire des mesures le l'ASCOPARG, supérieur à 3. Cette moindre valeur s'explique aisément, car les mesures prennent en compte les augmentations moyennes de concentrations dues non seulement au vent faible, mais en plus à l'accumulation causée par la stagnation du nuage au dessus des sources de pollution.

Ce rapport 2.3 est également inférieur au facteur 3 que donne ALOHA entre vents de 1 et 3 m/s. Certes les valeurs sont différentes, mais la tendance est la même.

● Ce rapport 2.3 est en outre très sensible au choix des angles d'ouverture alpha. Nombreux sont ceux qui pensent qu'en cas d'accident les concentrations sont moins élevées par vent faible que par vent de 3 m/s, ce qui dans le modèle simple se traduirait alors par $C_{0.5}$ / $C_3$ inférieur à 1, et donc $alpha_3/alpha_{0.5}$ inférieur à 1/6. Pour cela, il faudrait - soit garder la même valeur $alpha_3$, mais alors $alpha_{0.5}$ devrait être supérieur à 120°, ce qui est peu vraisemblable, surtout dans une vallée encaissée qui canalise nécessairement les flux d'air ; - soit partir d'une valeur $alpha_3$ beaucoup plus faible, mais on s'écarte de la réalité observée.

● Ce modèle simple suppose que la concentration soit homogène dans le volume contaminé. Il est évident qu'il n'en est rien : la concentration est plus élevée que la moyenne dans l'axe du vent et plus faible sur les bords, plus grande côté source qu'à l'opposé. Mais cela ne change rien au raisonnement pour calculer des rapports moyens. Par contre, si l'on cherche les valeurs absolues ou maximales, il faut introduire un facteur correctif.

● L'industriel a calculé en conditions F3 la distance à laquelle la dose serait létale à 1% suite au rejet éventuel de phosgène considéré comme le plus pénalisant lors des études de dangers et de l'enquête publique en 2002.

Le modèle simple retrouve cette distance par ajustement du couple de valeurs {h et $alpha_3$}. Ayant choisi $alpha_3$ = 0.35 radians, cohérent avec l'observation, il faut alors que h soit égale à 30 mètres dans l'hypothèse d'une concentration homogène dans le volume contaminé. Mieux, en supposant une concentration dans l'axe double de la moyenne dans ce volume, h serait de 15 mètres, hauteur justement égale à celle du rejet. Il y a là une bonne cohérence.

<u>Conclusion sur le modèle simple d'évaluation directe du risque accidentel.</u>

Ce modèle est réservé au cas d'inversion des températures atmosphériques, qui justement conduit aux doses et aux distances à risques maximales par vent faible. Il est cohérent avec le bon sens, cohérent avec les calculs de l'industriel en conditions F3, cohérent avec ALOHA, et surtout cohérent avec les mesures de l'ASCOPARG.

Il permet de s'emparer aisément du problème, de se rendre compte de quelle manière jouent les divers paramètres, hauteur du plafond d'inversion, vitesse du vent, angle d'ouverture du panache. Au-delà, il permet d'atteindre un bon ordre de grandeur des concentrations, des doses et des distances à risques par vent faible, à condition de connaître les données du rejet. D'où son intérêt pour le non spécialiste.

Il montre clairement, comparativement aux conditions F3, l'augmentation très significative des concentrations, des doses et des distances à risques en cas d'accident par vent faible ou quasi-nul.

Une réserve : comme tout logiciel, il ne peut pas prévoir pendant combien de temps le nuage toxique va stagner au dessus des personnes exposées, ce qui oblige à tenir compte de la météorologie locale moyenne que l'industriel devrait aisément connaître d'après ses relevés.

En synthèse, l'ensemble des observations et courriers recueillis concerne :

- des questions immobilières en zone B sur la commune de Pont-de-Claix,
- les paramètres retenus pour cartographier les aléas,

Conformément à la note du ministère de la Transition Écologique et Solidaire du 20 février 2018, certaines observations n'ont pas été reproduites par le commissaire-enquêteur.

Je vous invite à produire un mémoire en réponse à ce procès verbal d'ici au 17 mai 2018.

## F.4. MÉMOIRE EN RÉPONSE DES SERVICES DE L'ÉTAT AU PROCÈS VERBAL D'ENQUÊTE PUBLIQUE

Par un courrier en date du 16 mai 2018, les services de l'État ont envoyé au commissaire-enquêteur le mémoire en réponse reproduit dans les pages qui suivent.