



430, rue de la Belle Eau  
Z.I. des Landiers Nord  
73000 CHAMBERY

Tél. : 04 79 69 05 43  
Fax : 04 79 62 64 59  
air-aps@atmo-rhonealpes.org

Informations Qualité de l'air  
Tél. : 04 79 69 96 96  
www.atmo-rhonealpes.org

# Etude de la qualité de l'air



# Vallée de la Tarentaise



Année 2001-2002

<b><u>Introduction</u></b>	p. 3
<b>1 – La zone d'étude</b>	p. 4
1-1 La géographie et topographie	p. 4
1-2 La démographie	p. 4
1-3 Les conditions météorologiques	p. 6
1-4 Les émissions de polluants atmosphériques	p. 9
1-5 Le trafic routier	p.10
<b>2 – La méthodologie de l'étude</b>	p.11
2-1 La méthode de l'étude	p.11
2-2 Les polluants prospectés	p.11
2-3 La période d'étude	p.11
2-4 Les sites retenus	p.12
2-4-1 Le site fixe	p.12
2-4-2 Les sites d'étude	p.12
<b>3 – Les mesures de polluants classiques</b>	p.13
3-1 Le dioxyde soufre (SO <sub>2</sub> )	p.13
3-2 Le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	p.15
3-3 Les poussières en suspension < 10 µm (PM10)	p.17
3-4 L'ozone (O <sub>3</sub> )	p.20
3-5 Le monoxyde de carbone (CO)	p.21
3-6 Le Benzène	p.22
<b><u>Conclusion</u></b>	p.24
<b>Mesures complémentaires</b>	p.25
1 – Généralités	p.25
2 – Résultats	p.26
3 – Conclusion	p.27

# *Introduction*

"L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie" a en charge la surveillance de la qualité de l'air sur les départements de la Savoie, de la Haute-Savoie et de l'Ain. Dans le cadre de cette mission, notre association doit qualifier l'état de l'air sur l'ensemble de sa zone de compétence.

C'est pourquoi une étude a été menée dans la vallée de la Tarentaise : ce secteur possède en effet la particularité d'accueillir une population touristique importante, générant un trafic automobile substantiel. Les émissions de polluants atmosphériques liées à cette circulation s'ajoutent alors à celles issues du tissu industriel.

Cette investigation est une première étape nécessaire pour :

- déterminer les teneurs en polluants atmosphériques sur les sites les plus densément peuplés et les plus sensibles, afin de confronter les résultats à la réglementation en vigueur
- établir les besoins en terme de surveillance, permettant ainsi de suivre l'évolution des concentrations et les risques éventuels pour la population.

# 1 – La zone d'étude

## 1.1 – Géographie et topographie

La Tarentaise dépasse le cadre strict du sillon tourmenté où coule l'Isère, dont le tracé s'étend de Val d'Isère (1850 masl<sup>1</sup>) à Albertville (350 masl), sur près de 100 kilomètres. Au Nord, la Tarentaise est délimitée par le massif du Beaufortain et ses nombreux sommets avoisinant les 3000m d'altitude et le massif du Mont-Blanc. Au Sud, la Tarentaise s'étend jusqu'au massif de la Vanoise culminant à 3800m (pointe de la Grande Casse et le Mont-Pourri). De nombreuses vallées adjacentes, conduisant aux stations d'altitude, viennent rejoindre la vallée principale de l'Isère.

Les communes étudiées font partie de la vallée de l'Isère, dont la topographie très sinueuse peut être schématiquement divisée en 3 parties :

- une première orientée Nord-Ouest/Sud-Est d'Albertville à Moûtiers
- une seconde orientée Sud-Ouest/Nord-Est de Moûtiers à Bourg-Saint-Maurice,
- une troisième orientée Nord-Ouest/Sud-Est de Bourg-Saint-Maurice à Val d'Isère.

## 1.2 – La démographie

Le secteur de la Tarentaise, telle qu'il vient d'être défini, compte plus de 80 000 habitants répartis dans les différentes vallées qui constituent cette zone : la vallée de l'Isère regroupe la grande majorité de cette population. Les communes directement concernées par l'étude représentent près de 60 % de la population totale de la Tarentaise.

La Tarentaise étant une importante zone de villégiature, il est intéressant de remarquer que le nombre de résidences secondaires est 1,7 fois plus important que celui des résidences principales. On peut penser qu'en additionnant les différents hôtels, centres de vacances, gîtes et autres formules d'hébergements, le nombre de personnes logeant dans la vallée à certaines périodes de l'année est plusieurs fois supérieur à celui de la population locale, sans compter les personnes à la journée.

---

<sup>1</sup> Meters above sea level (mètres au dessus du niveau de la mer)

**Les communes de la vallée de la Tarentaise** (source INSEE 1999)

Unité Urbaine	Communes	Population	Résid.	Résid.	
			Principale	Secondaire	
<b>Aigueblanche</b>	Aigueblanche	2 664	1 117	299	
	Le Bois	270	112	34	
	<b>Sous-total</b>	<b>2 934</b>	<b>1 229</b>	<b>333</b>	
<b>Aime</b>	Aime	3 229	1 289	1 876	
	<b>Sous-total</b>	<b>3 229</b>	<b>1 289</b>	<b>1 876</b>	
<b>Albertville</b>	Albertville	17 340	7 388	295	
	Césarches	357	128	17	
	Gilly-sur-Isère	2 457	910	26	
	Grignon	1 688	619	15	
	La Bâthie	2 022	795	95	
	Mercury	2 330	864	67	
	Monthion	370	132	23	
	Notre-Dame-des-Millières	812	317	72	
	Pallud	597	224	15	
	Plancherine	297	101	51	
	Sainte-Hélène-sur-Isère	993	378	37	
	Tours-en-Savoie	741	294	35	
	Venthon	584	216	26	
	Verrens-Arvey	574	219	30	
	<b>Sous-total</b>	<b>31 162</b>	<b>12 585</b>	<b>804</b>	
	<b>Bourg-Saint-Maurice</b>	Bourg-Saint-Maurice	6 747	2 841	6 156
		Sééz	1 968	752	187
<b>Sous-total</b>		<b>8 715</b>	<b>3 593</b>	<b>6 343</b>	
<b>Moûtiers</b>	Moûtiers	4 151	1 768	57	
	Salins-les-Thermes	944	424	39	
	<b>Sous-total</b>	<b>5 095</b>	<b>2 192</b>	<b>96</b>	
<b>Autres communes</b>	Allues (les)	1 869	793	5 670	
	Avanchers-Valmorel (les)	716	318	2 147	
	Bellentre	793	337	2 216	
	Bonneval	103	50	43	
	Bozel	1 854	775	361	
	Brides-les-Bains	593	721	128	
	Cevins	687	275	81	
	Champagny-en-Vanoise	585	249	685	
	Chapelles (les)	368	133	62	
	Côte d'Aime (la)	661	246	203	
	Esserts-Blay	654	268	107	
	Feissons-sur-Isère	505	204	37	
	Feissons-sur-Salins	161	56	37	
	Fontaine-le-Puits	121	50	28	

Unité Urbaine	Communes	Population	Résid.	Résid.
			Principale	Secondaire
	Granier	308	121	165
	Hautecour	273	109	99
	Landry	628	241	798
	Léchère (la)	1 774	739	833
	Mâcot-la-Plagne	1 578	695	6 264
	Montagny	577	230	158
	Montgirot	379	157	58
	Montvallezan	582	247	1 483
	Notre-Dame-du-Prés	272	121	142
	Peissey-Nancroix	614	250	836
	Perrière (la)	353	164	657
	Planay	412	182	106
	Pralognan-la-Vanoise	756	320	984
	Rognaix	374	148	46
	Saint-Bon-Tarentaise	1 850	893	4 514
	Sainte-Foy-Tarentaise	681	297	560
	Saint-Jean-de-Belleville	418	174	239
	Saint-Marcel	678	295	59
	Saint-Martin-de-Belleville	2 532	1 144	9 671
	Saint-Oyen	194	81	18
	Saint-Paul-sur-Isère	442	178	132
	Tignes	2 220	1 095	4 614
	Val-d'Isère	1 632	771	4 777
	Valezan	157	65	76
	Villarurin	298	120	11
	Villaroger	368	138	65
	<b>Sous-total</b>	<b>33 249</b>	<b>14 739</b>	<b>51 046</b>
<b>TOTAL</b>		<b>81155</b>	<b>34338</b>	<b>58622</b>

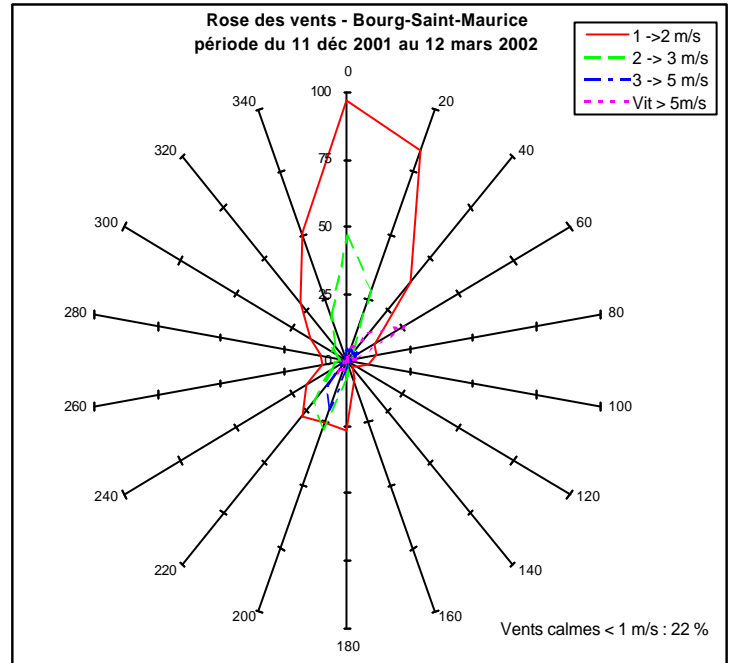
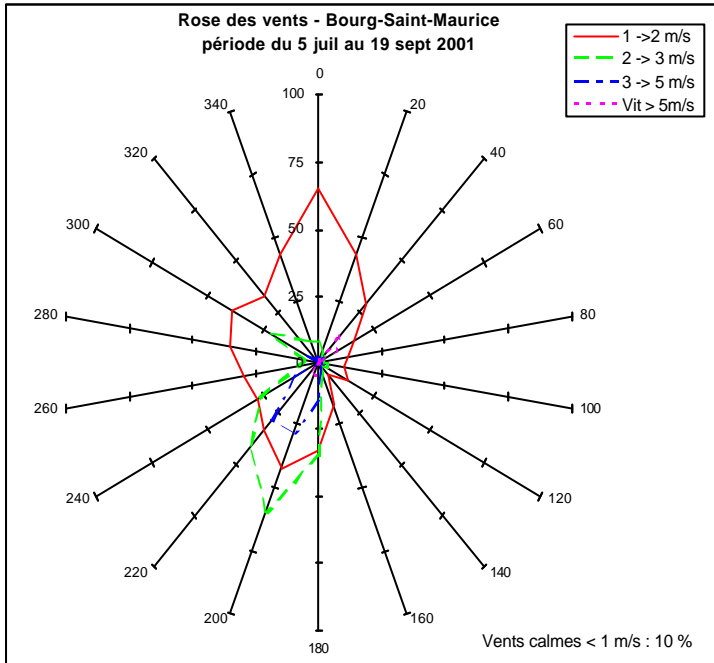
### 1.3 – Les conditions météorologiques

Concernant les masses d'air dans la vallée, le vent synoptique, qui correspond à la circulation atmosphérique générale, est canalisé par le relief et suit donc l'orientation de la vallée. Mais ce phénomène global est souvent remplacé par les brises de vallées : au cours de la journée, l'air s'échauffe au contact de la plaine et des versants exposés au soleil et remonte les pentes latéralement et longitudinalement (vent ascendant). La nuit, ce mécanisme s'inverse ; l'air refroidi au contact du sol dévale les pentes (vent descendant).

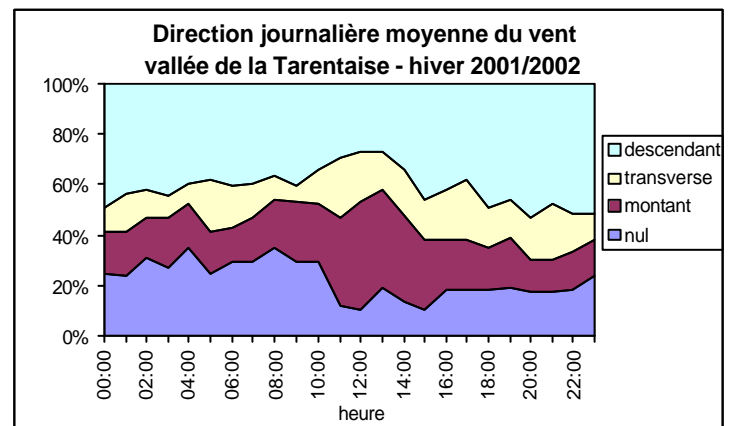
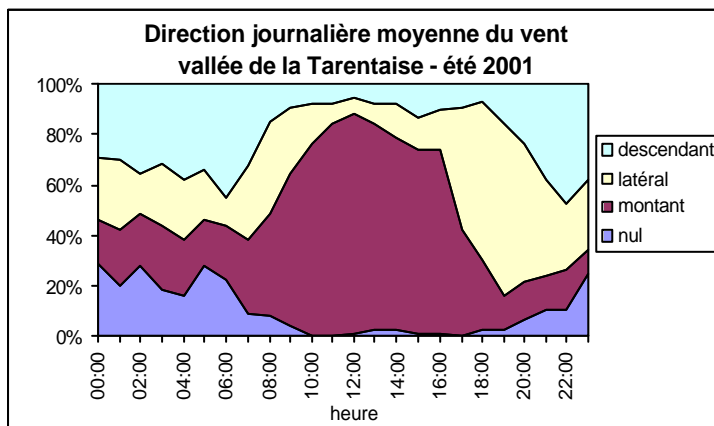
Il est difficile de donner une orientation d'ensemble des vents dans la vallée de la Tarentaise, car localement la direction du vent est fonction de la configuration topographique du lieu. La rose des vents réalisée au niveau de Bourg-Saint-Maurice permet de mettre en évidence la prédominance des vents montants et descendants. Elle révèle également que les vents forts sont généralement descendants lors des épisodes de föehn.

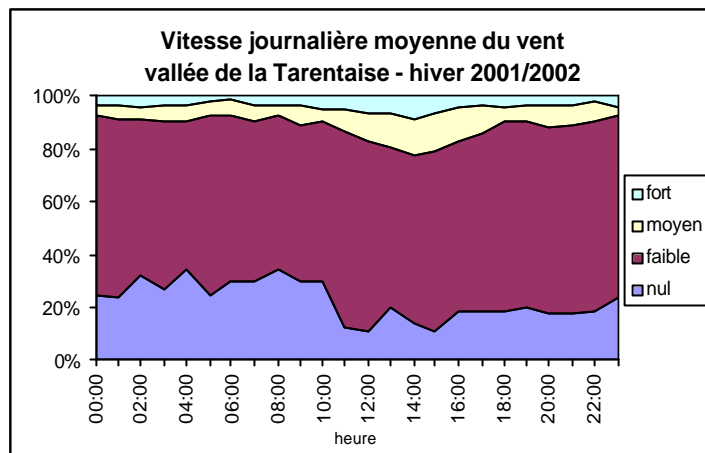
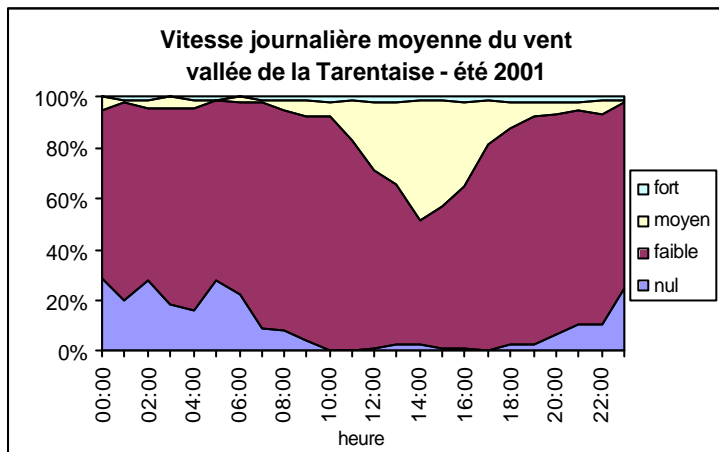
Les périodes hivernales et estivales ont des comportements météorologiques différents :

- en été, les vents sont globalement plus forts qu'en hiver et majoritairement remontants la vallée, alors que les vents les plus faibles sont de manière égale montants ou descendants.
- En hiver, les vents sont généralement descendants et plus faibles. Cependant, les vents très forts sont plus présents en hiver qu'en été (respectivement 1,5 et 3,5 % du temps); mais dans les deux cas ils sont très nettement descendants.

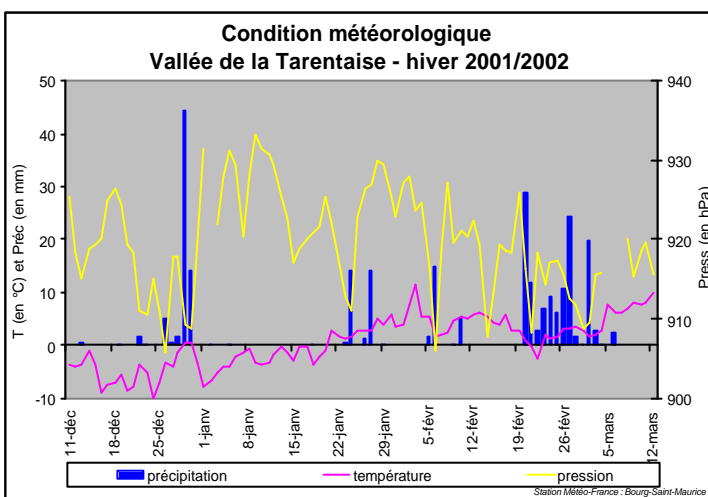
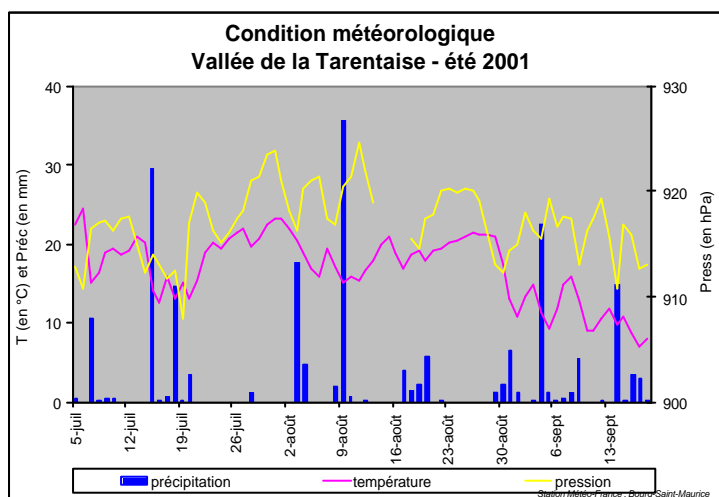


Cette différence entre l'été et l'hiver sur le comportement des vents est également mise en évidence sur les graphiques d'évolution moyenne du vent au cours d'une journée. L'alternance des brises de pente est effectivement présente en été alors qu'en hiver cette tendance n'est pas marquée et les vents sont majoritairement descendants.





En ce qui concerne les températures et les précipitations, le graphique suivant synthétise les conditions climatiques rencontrées aux cours de l'étude :

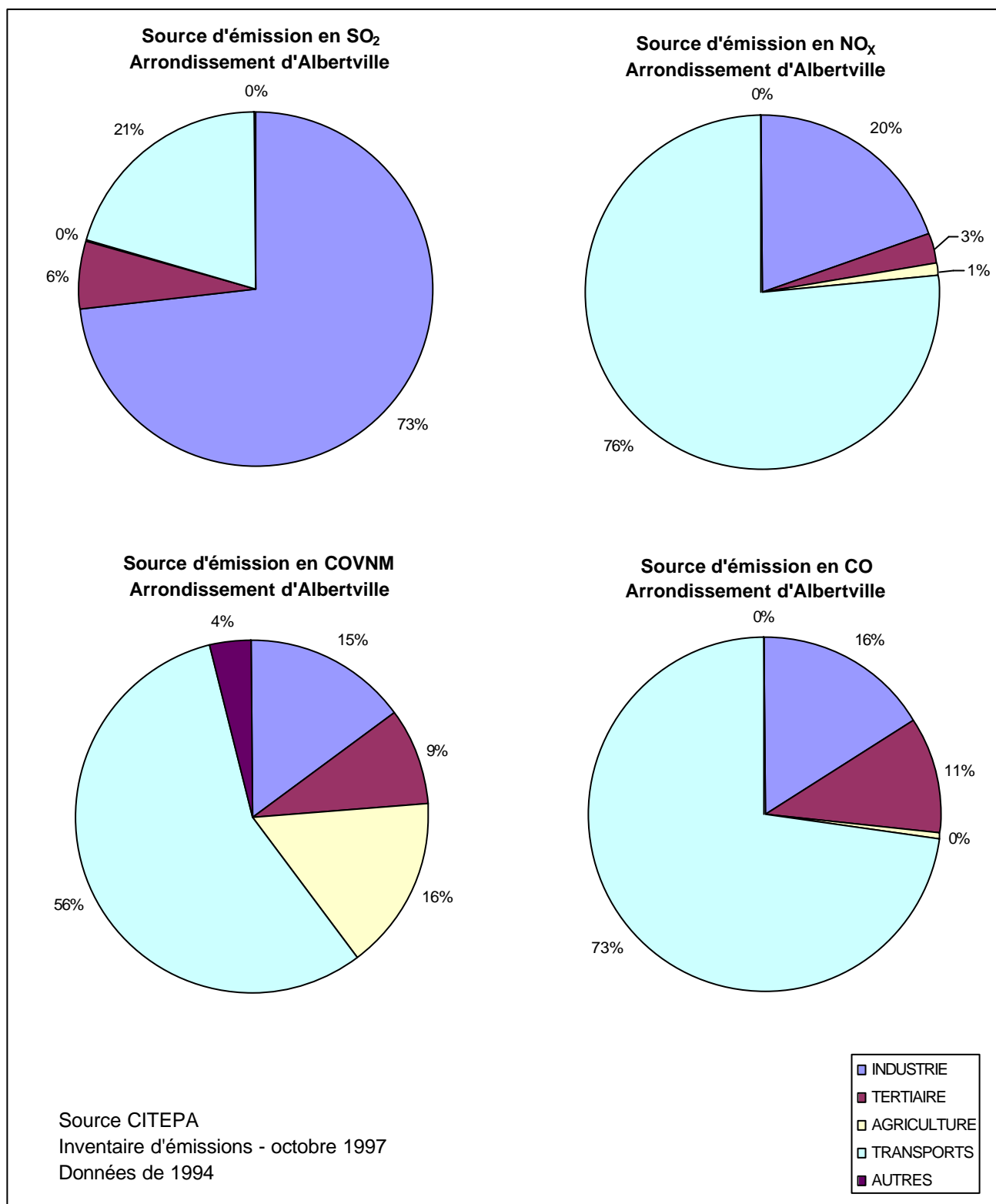


La période estivale de mesure a été marquée par 2 épisodes de forte chaleur lors des dernières quinze jours de juillet et d'août. Le mois de septembre a quant à lui été beaucoup moins ensoleillé, avec de nombreuses précipitations et des températures en baisse.

La saison hivernale a été caractérisée par un début décembre et un mois de janvier particulièrement stables, avec des températures froides et sans précipitation. Le mois de février a été plus perturbé et surtout plus doux.

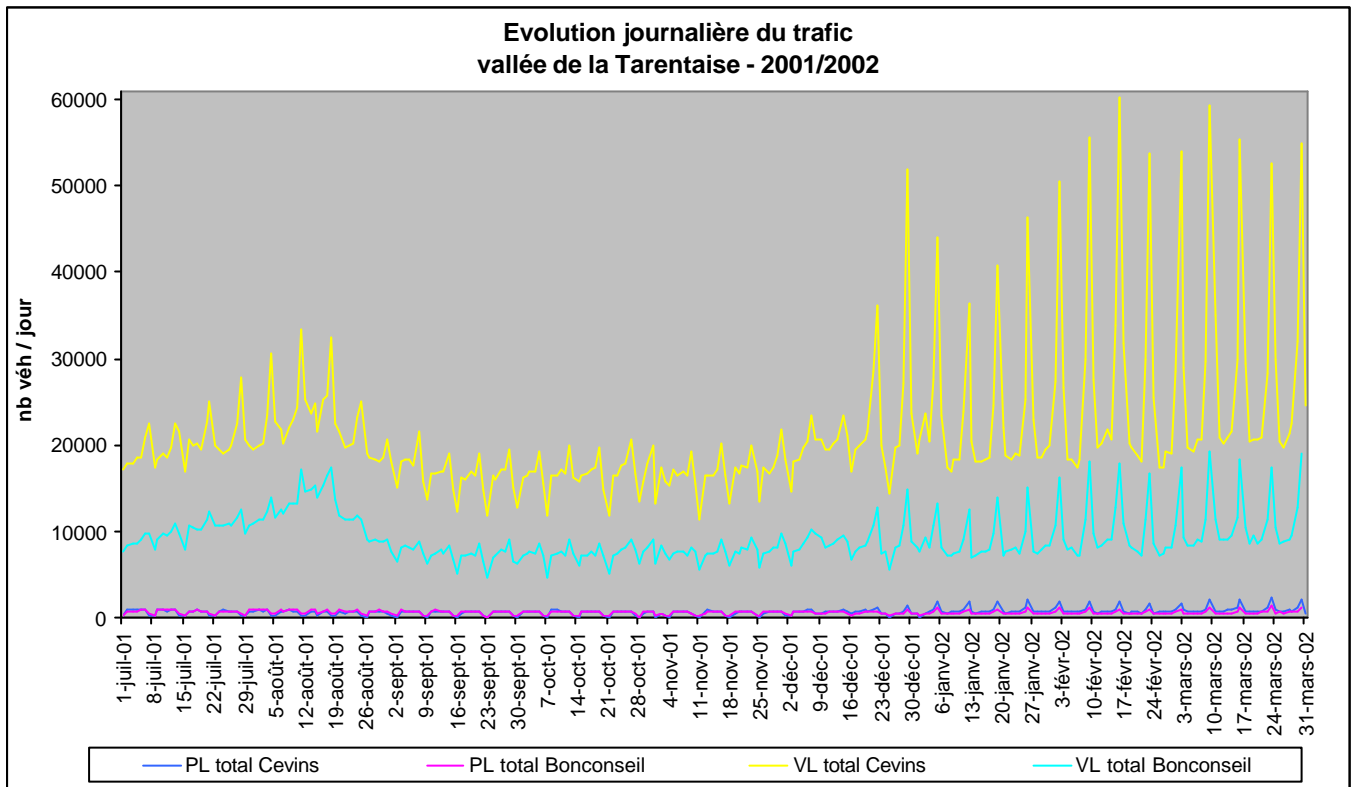


## 1.4 – Les émissions de polluants atmosphériques



Comme c'est généralement le cas en Savoie, les transports constituent la principale source de pollution atmosphérique, avec plus de la moitié des rejets de Composés Organiques Volatils Non Méthaniques (COVNM), et les  $\frac{3}{4}$  des émissions d'oxydes d'azote (NO<sub>x</sub>) et de monoxyde de carbone (CO). En revanche le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>) est un polluant essentiellement industriel puisque les carburants utilisés par les véhicules sont à présent peu soufrés.

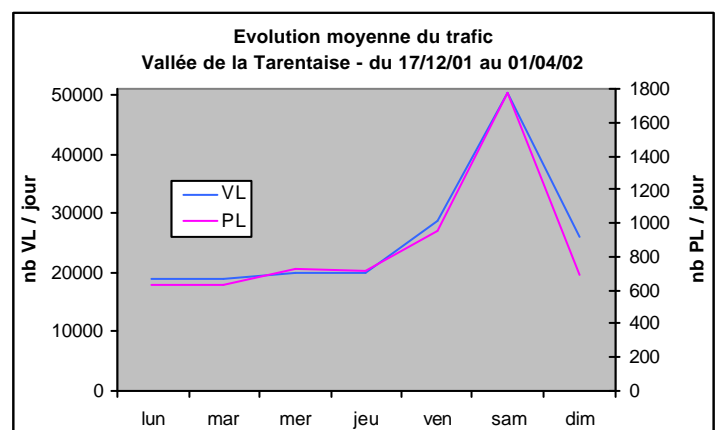
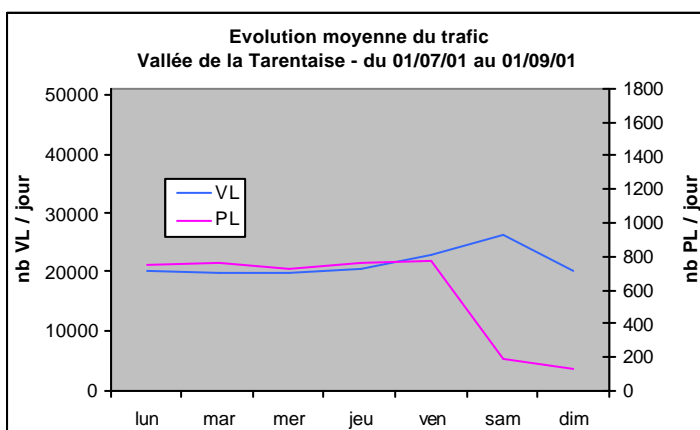
## 1.5 – Le trafic routier



Le trafic journalier moyen, en entrée de la vallée de la Tarentaise, est de 22 000 véhicules, mais en période hivernale, lors des grands chassés-croisés des vacances, c'est en moyenne 50 000 véhicules qui empruntent la vallée et même plus de 60 000 le jour de plus forte affluence.

L'évolution du trafic routier est divisée en 3 périodes distinctes :

- l'été, du 1<sup>er</sup> juillet au 1<sup>er</sup> septembre : la circulation est quasiment constante au cours de la semaine ; seul le samedi présente une augmentation sensible du trafic moyen journalier. Le nombre de poids lourds (et bus) diminue fortement en fin de semaine,
- l'hiver, du 17 décembre au 1<sup>er</sup> avril : le trafic reste constant la semaine, mais le samedi enregistre une augmentation très importante. Le nombre de bus est également en très nette augmentation durant cette journée.
- l'intersaison, du 1<sup>er</sup> septembre au 16 décembre : la circulation constante en semaine augmente légèrement le vendredi et diminue fortement le dimanche. Les bus et camions sont beaucoup moins présents le week-end.



## **2 – La méthodologie de l'étude**

### **2.1 – La méthode employée**

La méthode utilisée consiste à mesurer la qualité de l'air, grâce à une cabine d'étude, sur une période de 3 à 4 semaines en été et en hiver, en plusieurs points définis en fonction à la fois de la densité de population et des sources éventuelles émissions polluantes importantes.

Les résultats du site ainsi sondé sont analysés par comparaison avec les données d'un site fixe de référence implanté en entrée de vallée à Albertville

Le fait de travailler par comparaison entre site mobile et site fixe permet de s'affranchir, en première approximation, de l'influence des paramètres météorologiques et ainsi d'analyser entre elles les mesures des sites mobiles sur l'ensemble de la période d'étude.

### **2.2 – Les polluants prospectés**

L'objet de cette étude étant de connaître la pollution de fond de la vallée de la Tarentaise dans les zones peuplées, ce sont les polluants indicateurs de la qualité générale de l'air qui ont été étudiés. Les composés investigués sont :

- le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>),
- le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>),
- les poussières en suspension < 10 µm (PM10),
- l'ozone (O<sub>3</sub>)

Les 3 premiers polluants sont des traceurs de la pollution "primaire" c'est à dire directement émise par des sources fixes ou mobiles (véhicules, industries, chauffage). Le SO<sub>2</sub> est un indicateur de la pollution issue des émissions industrielles. Le NO<sub>2</sub> et les PM10 sont notamment des traceurs de la pollution routière, les PM10 caractérisant plus particulièrement les émissions diesel (concernant les particules en suspension, ce sont celles dont le diamètre est inférieur à 10 µm qui ont été étudiées. Elles sont les plus nocives car leur petite taille leur permet de pénétrer profondément dans le système respiratoire).

L'ozone est caractéristique de la pollution photochimique, résultat de la transformation des polluants primaires sous l'action du soleil. La mesure de ce polluant a donc été réalisée seulement en période estivale.

En complément de ces mesures, l'analyse du monoxyde de carbone (CO), de certains composés organiques volatils, notamment le benzène, et des hydrocarbures aromatiques polycycliques, comme le Benzo-a-pyrène, a été réalisée sur le site de la Léchère, en relation avec la présence d'implantations industrielles.

### **2.3 – La période d'étude**

Afin de mieux appréhender l'évolution des pollutions au cours d'une année, deux périodes de mesures ont été réalisées :

- en été, afin d'observer au mieux l'évolution de la pollution photochimique grâce aux mesures d'ozone,
- en hiver, période au cours de laquelle de nombreuses situations d'inversions thermiques accumulent la pollution en fond de vallée, et où la circulation touristique atteint son maximum.

Les mesures se sont déroulées selon le planning suivant :

<b>site</b>	<b>Période estivale</b>	<b>Période hivernale</b>
Bourg-Saint-Maurice	du 5 juillet au 31 juillet 2001	du 11 décembre 2001 au 4 janvier 2002 et du 22 février au 11 mars 2002
Moûtiers	du 1 <sup>er</sup> août au 29 août 2001	du 24 janvier au 21 février 2002
La Léchère	du 30 août au 17 septembre 2001	du 5 janvier au 23 janvier 2002

Les sites de Bourg-Saint-Maurice et Moûtiers ont été investigués au cours de périodes de vacances scolaires, afin d'observer l'incidence de l'augmentation de la circulation touristique sur les lieux de vie. Une deuxième période de mesure a été réalisée à Bourg-Saint-Maurice en hiver suite à un problème technique lors de la première campagne.

## **2.4 – Les sites retenus**

### **2.4.1 – Le site fixe**

Le site de référence est celui d'Albertville, dont les analyseurs sont en fonctionnement depuis janvier 2000 : cette station constitue un des éléments du dispositif de surveillance permanent en Savoie.

Même si la topographie de la vallée ne permet pas d'avoir une station de mesure "centrale" représentative d'un niveau global, le site d'Albertville, en entrée de vallée, donne une information cependant intéressante sur les flux entrant et sortant.

### **2.4.2 – Les sites d'étude**

L'objet de l'étude étant de connaître l'état de la qualité de l'air, ce sont les zones les plus fréquemment soumises aux émissions routières ou industrielles et regroupant une forte densité de population qui ont été investiguées.

Il s'agit donc des centres urbains de Moûtiers et de Bourg-Saint-Maurice, représentatifs de la qualité de l'air respirée par la majorité des habitants. Ces zones sont, en plus d'être soumises à la circulation automobile "locale", influencées par les émissions ponctuelles liées à l'augmentation du trafic automobile au moment des congés scolaires. La commune de La Léchère a également été investiguée dans la mesure où elle accueille des entreprises dont les processus de fabrication génèrent des rejets atmosphériques.

### 3 – Les mesures de polluants classiques

#### 3.1 – Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

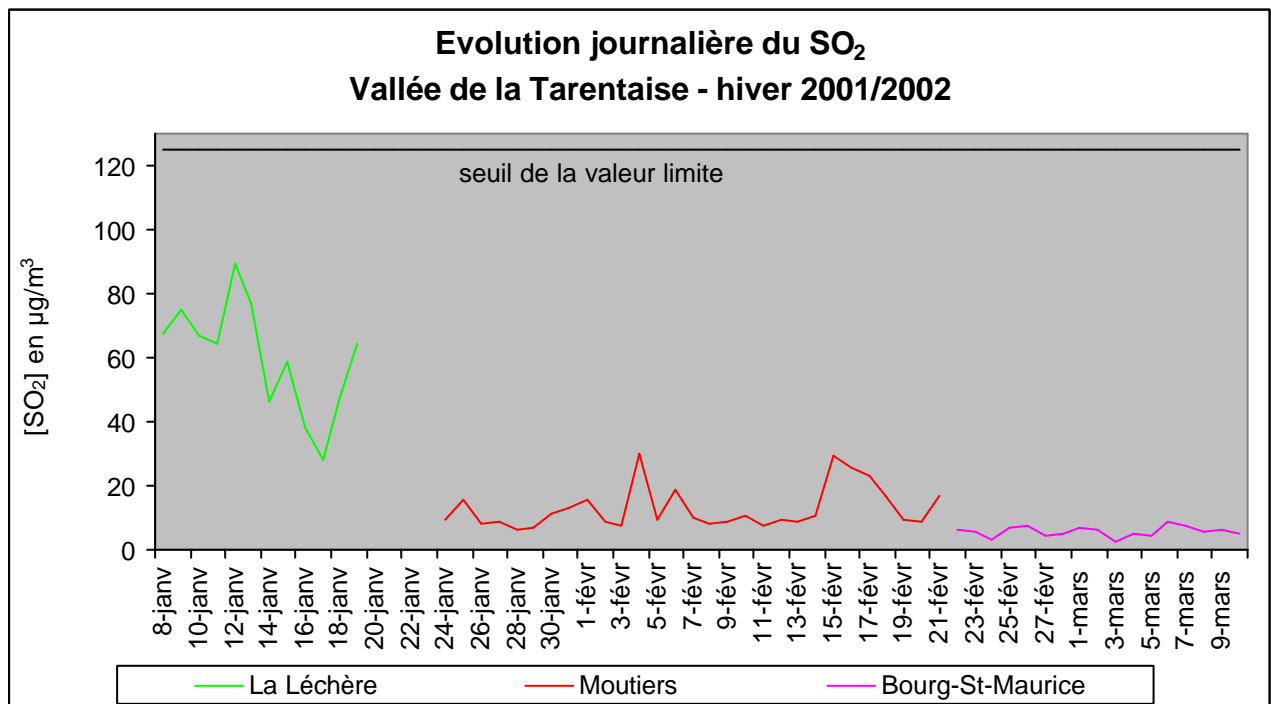
##### Rappel des normes

*Objectif de qualité :* Moyenne annuelle < 50 µg/m<sup>3</sup>

*Valeur limite :* Moyenne quotidienne < 125 µg/m<sup>3</sup>. A respecter d'ici 2005 avec 3 dépassements autorisés / an  
Moyenne horaire < 350 µg/m<sup>3</sup>. A respecter d'ici 2005 avec 24 dépassements autorisés / an

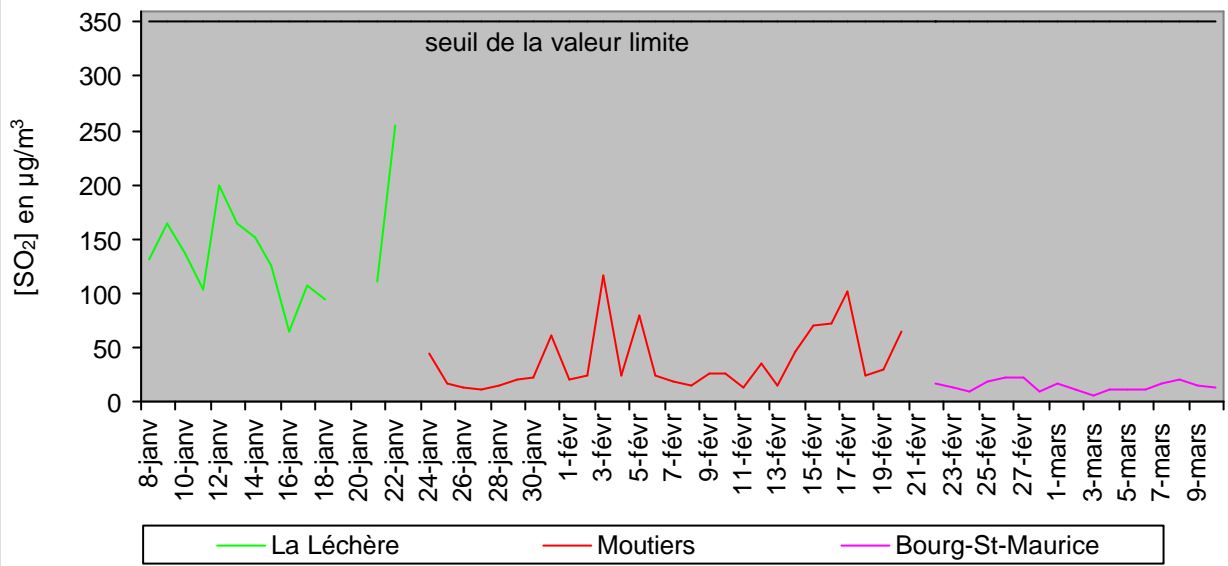
*Seuil d'alerte :* Moyenne horaire < 500 µg/m<sup>3</sup>

En raison de sa provenance majoritairement industrielle, le SO<sub>2</sub> a été particulièrement suivi à La Léchère. Des mesures ont également été réalisées sur les autres sites (Moutiers et Bourg-Saint-Maurice) en hiver, du fait des conditions météorologiques qui peuvent contraindre ce polluant dans la vallée.

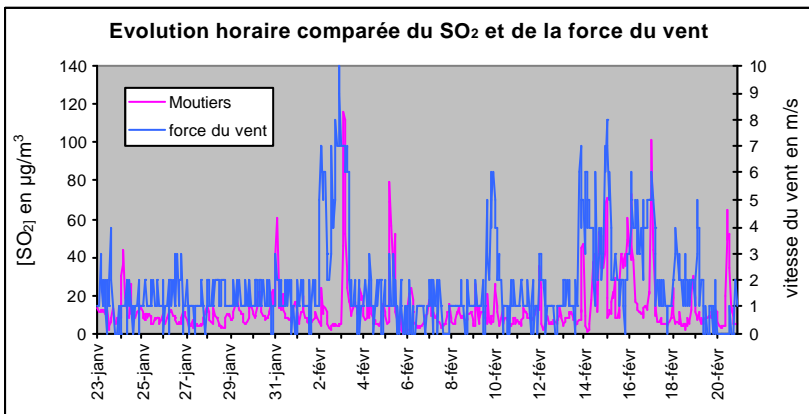
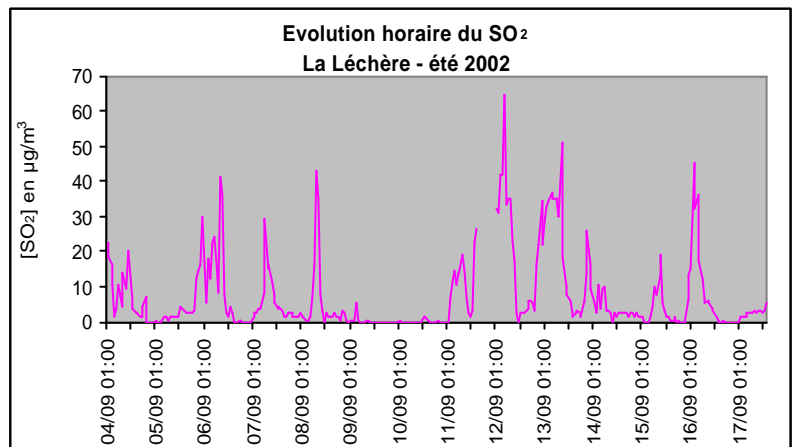


Les concentrations enregistrées au niveau de Bourg-Saint-Maurice sont totalement déconnectées de l'influence des zones d'émissions de ce polluant. Les valeurs sont résiduelles et ne nécessitent donc aucune surveillance particulière.

### Evolution du max horaire de chaque jour en SO<sub>2</sub> Vallée de la Tarentaise - hiver 2001/2002



Les concentrations les plus fortes ont été observées sur le site de La Léchère. Cependant, le seuil de la valeur limite à ne pas dépasser, que ce soit en valeur horaire ou journalière, n'a pas été atteint. L'hiver, les teneurs sont plus importantes et les valeurs maximales peuvent atteindre plus de 250 µg/m<sup>3</sup>. Les plus forts niveaux sont généralement rencontrés lorsque le soleil n'est pas présent dans la vallée : le soir, la nuit ou le matin. En effet, l'ensoleillement joue un rôle essentiel dans la dispersion des polluants dans les vallées : en été, les polluants sont bien dispersés, le jour comme la nuit, par les brises de pentes. En hiver, les polluants sont bien souvent bloqués en fond de vallée par les inversions thermiques, jusqu'à l'apparition du soleil.



Dans une moindre mesure, Moutiers est également sensible à l'évolution des concentrations de SO<sub>2</sub>. Les valeurs sont beaucoup plus faibles qu'à La Léchère, mais lorsque le vent remonte la vallée ou que le brassage est important, les concentrations augmentent notablement. Ainsi, la valeur maximale horaire enregistrée sur ce site a été de 115 µg/m<sup>3</sup>.

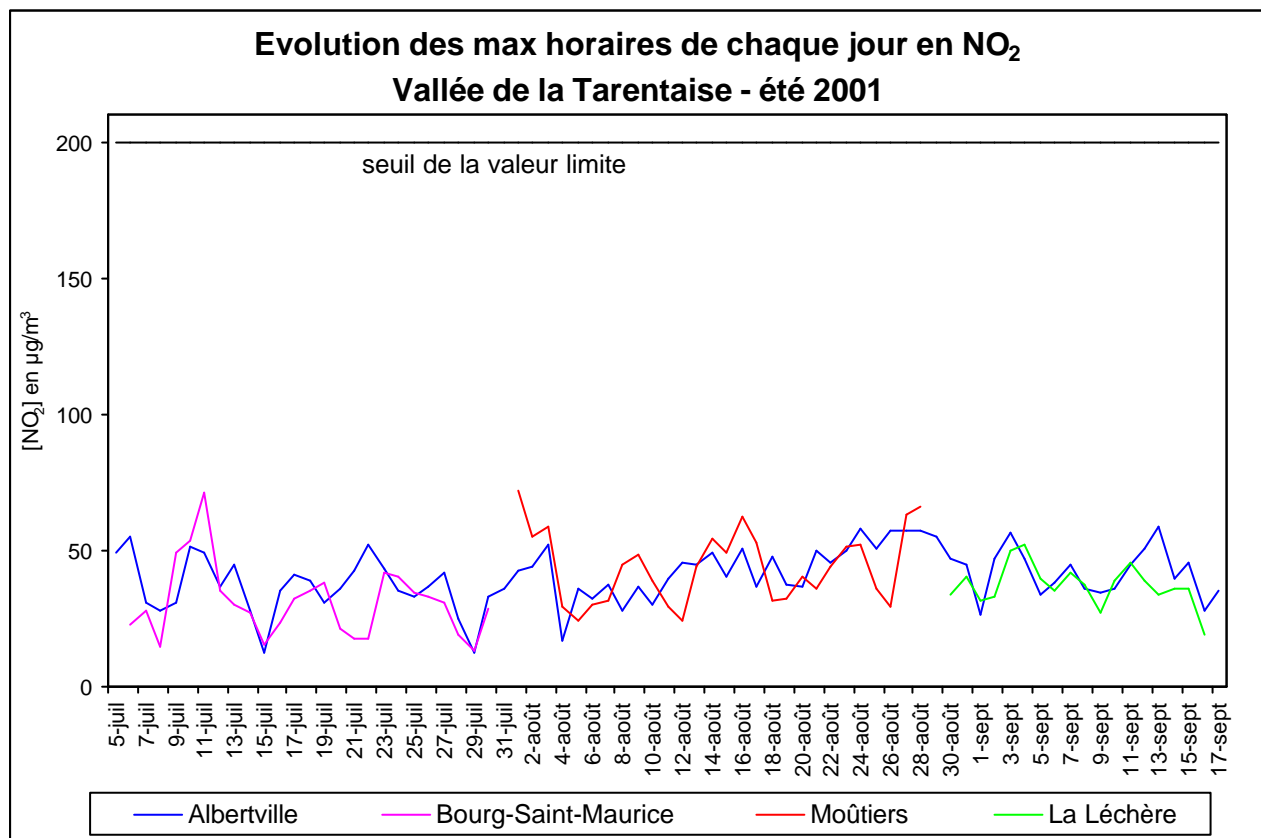
## 3.2 – Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

### Rappel des normes

*Objectif de qualité* : Moyenne annuelle < 40 µg/m<sup>3</sup>

*Valeur limite* : Moyenne horaire < 200 µg/m<sup>3</sup>. A respecter d'ici 2010 avec 18 dépassements autorisés  
Moyenne annuelle < 40 µg/m<sup>3</sup>. A respecter d'ici 2010

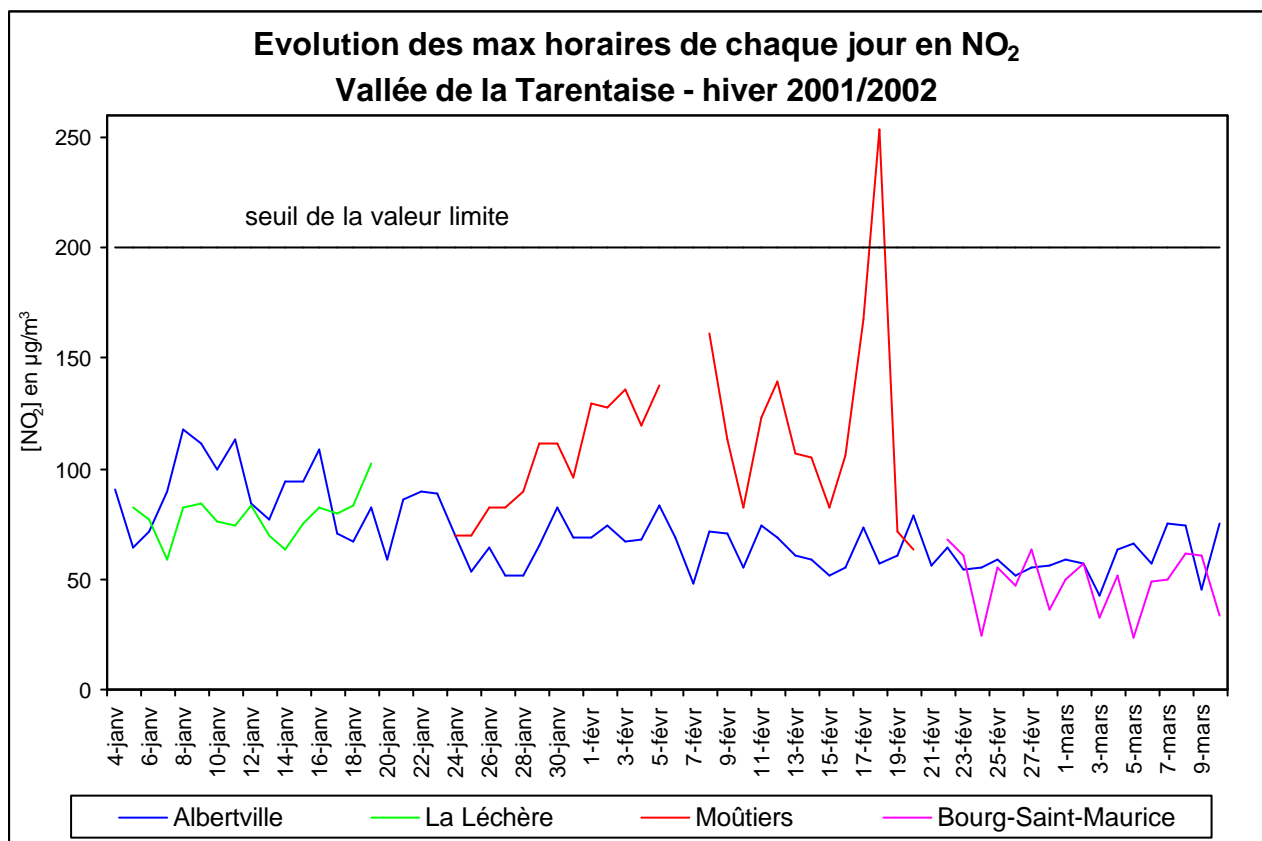
*Seuil d'alerte* : Moyenne horaire < 400 µg/m<sup>3</sup>



En période estivale, l'évolution des concentrations en NO<sub>2</sub> dans les différentes villes prospectées est relativement similaire et il y a peu d'écart entre les mesures réalisées à Albertville et celles réalisées sur les sites d'étude. Cette constatation est particulièrement vérifiée pour Moûtiers et La Léchère pour lesquelles la moyenne sur leur période de mesures respective et sur Albertville dans le même temps est à chaque fois proche de 21 µg/m<sup>3</sup>. Pour Bourg-Saint-Maurice, le rapport des concentrations de NO<sub>2</sub> entre le site d'étude et le site fixe est en revanche de 0,8, révélant une sensibilité moins importante de Bourg-Saint-Maurice à cette pollution.

Les concentrations sont relativement faibles à cette époque où le régime de brises est établi et permet une excellente dispersion des polluants atmosphériques.

De manière générale, le cycle hebdomadaire des émissions est marqué sur chacun des sites avec une nette diminution des concentrations le dimanche et des valeurs plus fortes en semaine. Cette évolution met en évidence l'influence du trafic routier sur la présence du NO<sub>2</sub> dans la vallée.



Sur la saison hivernale, les concentrations sont plus importantes du fait des émissions qui sont également plus nombreuses en terme de source (le chauffage) et de quantité (nombre de véhicules).

Les sites d'étude réagissent différemment à cette augmentation puisque pour Bourg-Saint-Maurice et La Léchère le rapport de leurs concentrations avec le site fixe d'Albertville reste relativement constant entre l'été et l'hiver, alors que pour Moûtiers il passe de 1 à 1,7, soit des concentrations sur ce site en moyenne supérieures de près de 70 % à celles d'Albertville.

Le seuil de la valeur limite n'a été atteint qu'une fois, mais il existe une probabilité réelle que l'objectif de qualité de 40 µg/m<sup>3</sup> en moyenne annuelle soit dépassé sur le site de Moûtiers.

Concernant La Léchère, le NO<sub>2</sub> ne semble pas préoccupant, en dépit des conditions climatiques du mois de janvier (au cours duquel les mesures ont été réalisées sur ce site) très propices à l'accumulation des polluants, et du trafic routier supérieur à la normale à cette époque.

Les analyses de Bourg-Saint-Maurice ne sont pas les plus représentatives de la période hivernale du fait des nombreuses précipitations ayant eu lieu et du temps très perturbé lors des mesures. Néanmoins, la courte période relativement calme en fin de campagne laisse penser que l'augmentation de la circulation au moment des congés scolaires a un impact modéré sur le centre de l'unité urbaine.



Concentration moyenne de NO<sub>2</sub> sur les sites d'étude et le site de référence d'Albertville pour chaque période

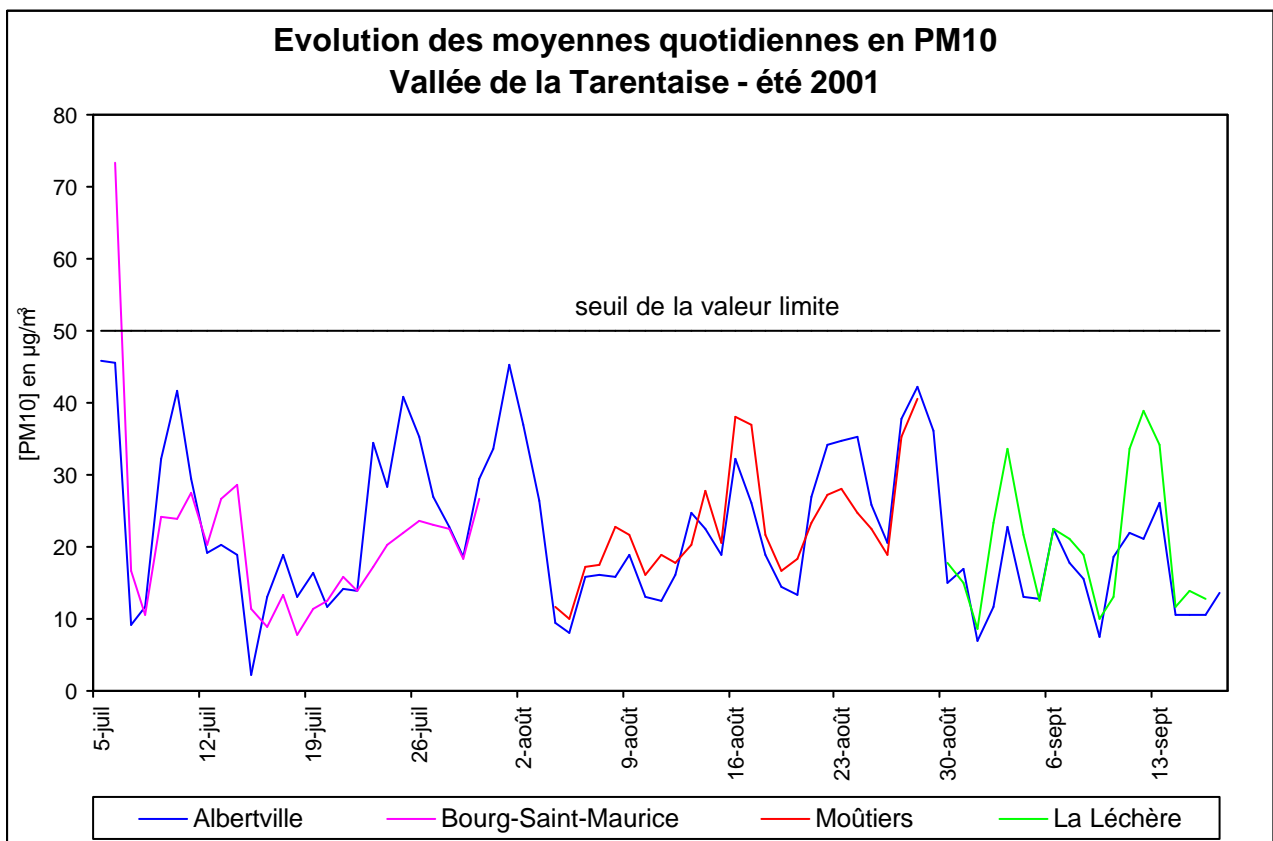
	Bourg-Saint-Maurice	Albertville	Moûtiers	Albertville	La Léchère	Albertville
<b>été</b>	du 5 juil au 31 juil 2001		du 1 <sup>er</sup> août au 29 août 2001		du 30 août au 17 sept 2001	
[NO <sub>2</sub> ] en µg/m <sup>3</sup>	12,9	16,4	20,1	21,2	21,9	20,9
<b>hiver</b>	du 11 déc 2001 au 4 janv 2002		du 24 janv au 21 fév 2002		du 5 janv au 23 janv 2002	
[NO <sub>2</sub> ] en µg/m <sup>3</sup>	26,2	36,5	70,6	42,2	63,2	60,8

### 3.4 – Les poussières en suspension < 10 µm ( PM10)

#### Rappel des normes

Objectif de qualité : Moyenne annuelle < 30 µg/m<sup>3</sup>

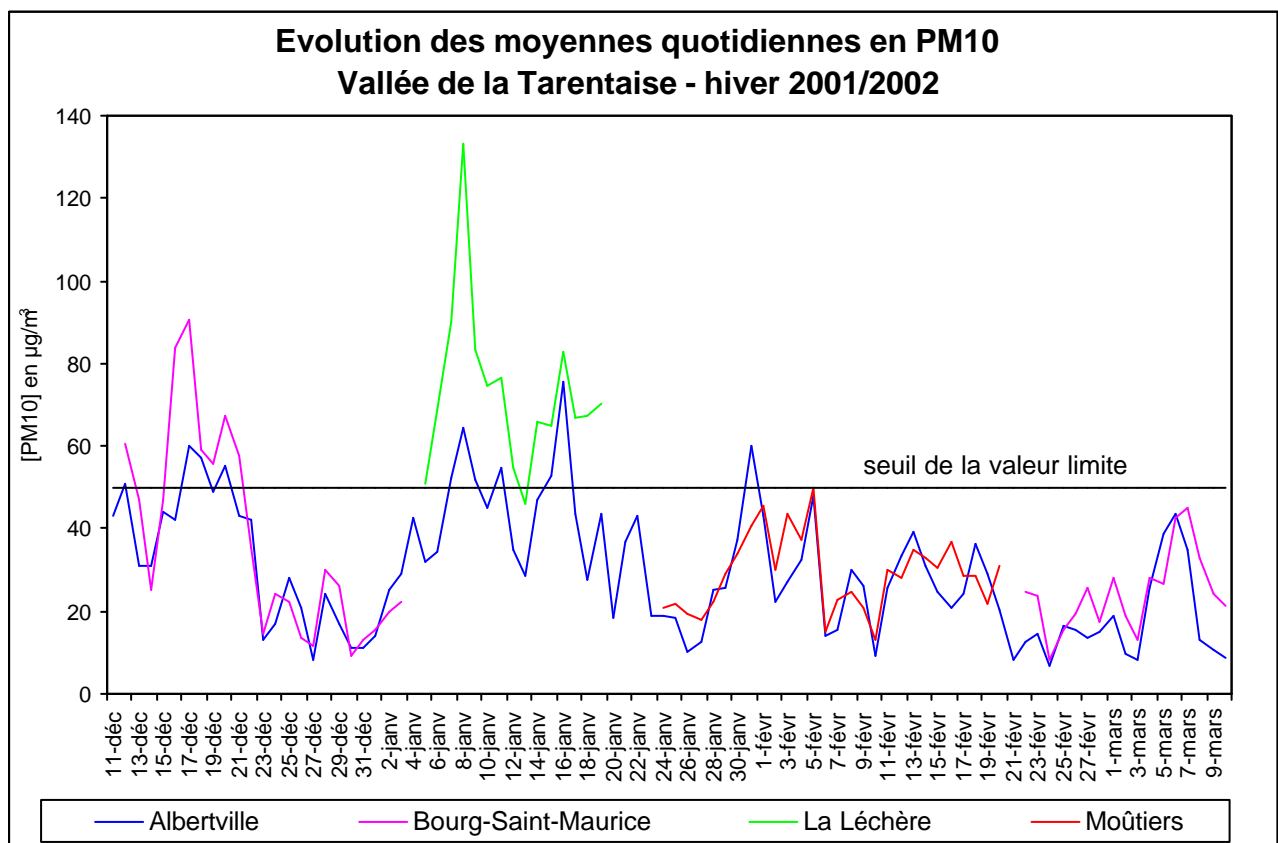
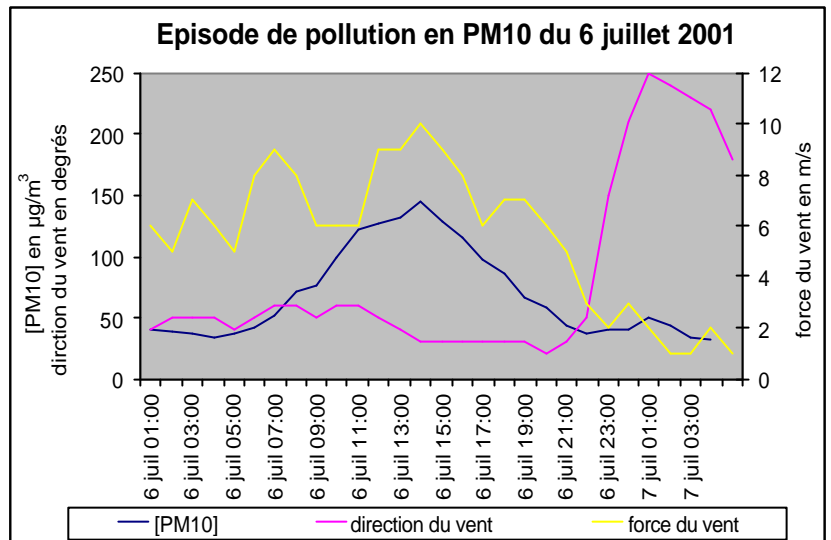
Valeur limite : Moyenne quotidienne < 50 µg/m<sup>3</sup>. A respecter d'ici 2005 avec 35 dépassements autorisés  
Moyenne annuelle < 40 µg/m<sup>3</sup>. A respecter d'ici 2005



Au cours de la période estivale, de manière générale, les concentrations de PM10 relevées au niveau de Moûtiers sont très comparables à celles d'Albertville. Pour Bourg-Saint-Maurice, les teneurs sont en dessous de celles d'Albertville, sauf dans des situations météorologiques particulières (cas du 6 juillet), alors que pour La Léchère les niveaux de PM10 sont constamment plus importants (en moyenne de 30 %) et encore plus lorsque les conditions sont peu dispersives.

Le seuil de la valeur limite n'a été dépassé qu'une seule journée à Bourg-Saint-Maurice lors des mesures, mais il est fort probable, au regard de l'évolution comparée des sites d'études et du site de référence d'Albertville, que des dépassements auraient eu lieu à La Léchère si des mesures avaient été réalisées tout l'été.

Il est également intéressant de constater que les plus fortes teneurs ne sont pas toujours liées à des émissions locales. Le 6 juillet, le seuil de la valeur limite en moyenne quotidienne de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a été dépassé à Bourg-Saint-Maurice sous l'effet de particules de provenance loitaine et transportées par un vent de fœhn. Lors de cette journée, les concentrations de PM10 ont augmenté sous l'effet de vent violent descendant la vallée et cet apport de poussières en suspension extérieur à la vallée s'est arrêté avec le changement de régime de vent et son affaiblissement.



En période hivernale, les concentrations de PM10 sont plus importantes, comme pour le dioxyde d'azote, en raison des sources d'émissions plus variées et plus nombreuses et des conditions climatiques favorisant l'accumulation des polluants en fond de vallée. Le seuil de la valeur limite a été dépassé 24 fois sur l'ensemble de la vallée au cours de cette saison et au moins 28 fois si l'on prend en compte une année de mesures du 10 mars 2001 au 9 mars 2002.

Au niveau de Moûtiers, la situation est identique à celle de l'été et l'évolution des concentrations reste donc similaire à ce qui est observé à Albertville. Au cours de cette période, ces deux sites ont dépassé chacun une fois le seuil de la valeur limite.

Le site de Bourg-Saint-Maurice a été testé à deux reprises (en raison d'un problème technique sur l'analyseur d'oxyde d'azote). A chaque fois, Bourg-Saint-Maurice présente des concentrations de PM10 en moyenne de 20 à 40 % supérieures à celles d'Albertville, avec en plus la particularité d'être plus sensible à l'accumulation de ce polluant en fond de vallée lors de périodes météorologiques stables caractérisées par de fortes pressions : c'est par exemple le cas du 16 au 21 décembre où le seuil de la valeur limite a été dépassé 6 jours consécutivement. La valeur journalière la plus forte atteinte a été de 91  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit l'équivalent d'une qualité de l'air mauvaise (indice de qualité de l'air "ATMO" de 8 sur 10). Au regard de l'évolution comparée des concentrations du site d'étude et du site de référence d'Albertville, on peut penser que ce seuil aurait pu être atteint une trentaine de fois à Bourg-Saint-Maurice au cours de l'hiver.

La Léchère reste le site le plus sensible à la pollution par les particules en suspension. Les concentrations mesurées en hiver sont en moyenne plus importantes que celles du site de référence de 60 % et cet écart est maximal lorsque les conditions climatiques ne permettent pas la dispersion des polluants (cas des périodes d'inversion de température notamment). Sur les 16 jours de mesures, 15 correspondent à un dépassement du seuil de la valeur limite de 50  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . On peut estimer, en comparaison de l'évolution des concentrations sur le site fixe, que cette valeur aurait pu être atteinte une quarantaine de fois sur la période hivernale et plus de 70 fois sur l'ensemble de l'année.

**Concentration moyenne en PM10 sur les sites d'étude et le site de référence d'Albertville pour chaque période**

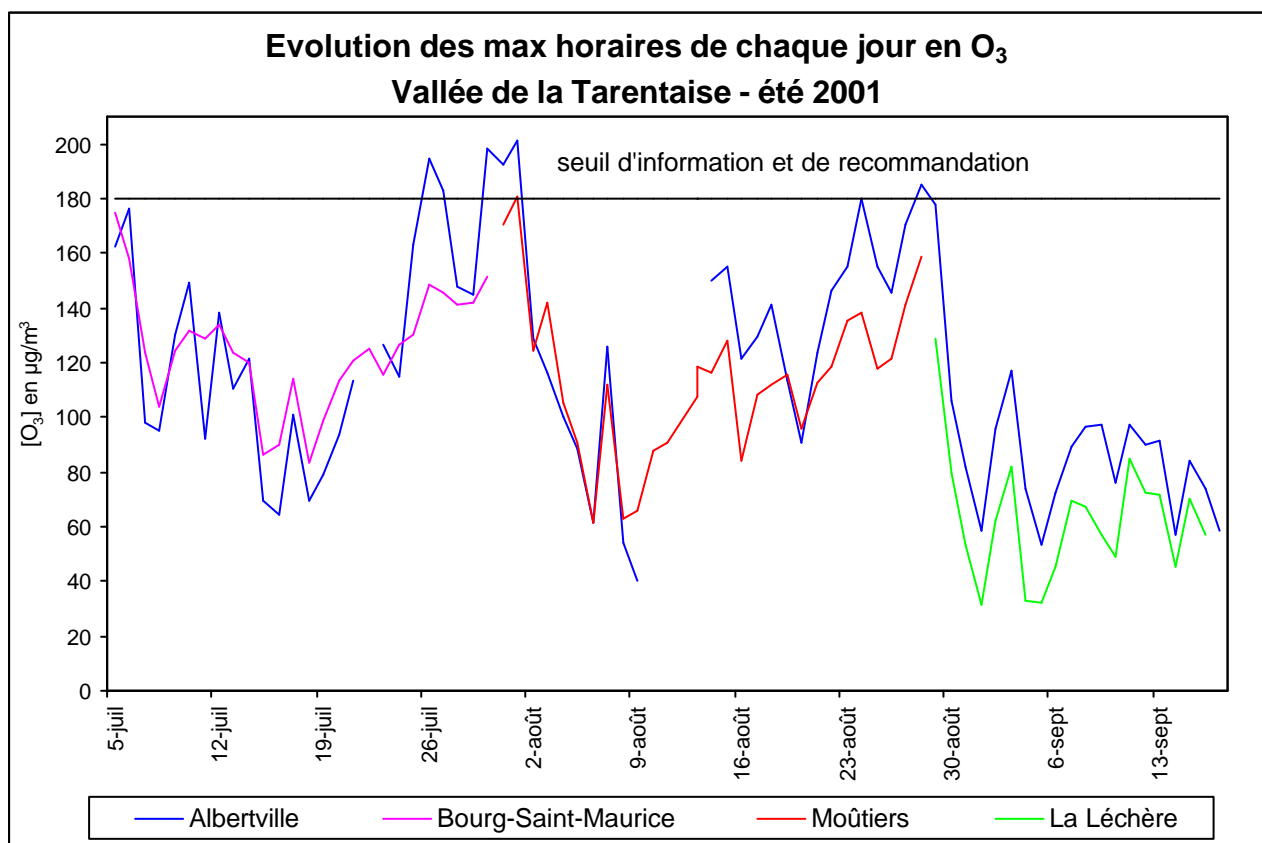
	<b>Bourg-Saint-Maurice</b>	<b>Albertville</b>	<b>Moûtiers</b>	<b>Albertville</b>	<b>La Léchère</b>	<b>Albertville</b>
<b>été</b>	du 5 juil au 31 juil 2001		du 1 <sup>er</sup> août au 29 août 2001		du 30 août au 17 sept 2001	
[PM10] en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>20,8</b>	<b>22,7</b>	<b>23</b>	<b>22,2</b>	<b>20,2</b>	<b>15,7</b>
<b>hiver</b>	du 11 déc 2001 au 4 janv 2002		du 24 janv au 21 fév 2002		du 5 janv au 23 janv 2002	
[PM10] en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	<b>37,1</b>	<b>31</b>	<b>29</b>	<b>27</b>	<b>73,5</b>	<b>46</b>
	du 22 fév au 11 mars 2002					
	<b>24,4</b>	<b>18</b>				

### 3.4 – L'ozone (O<sub>3</sub>)

#### Rappel des normes

Objectif de qualité :	Moyenne glissante sur 8 heures < 110 µg/m <sup>3</sup>
Valeur limite :	Moyenne glissante sur 8 heures < 120 µg/m <sup>3</sup> . A respecter d'ici 2010 avec 25 jours de dépassements autorisés
Seuil d'information et de recommandation :	Moyenne horaire < 180 µg/m <sup>3</sup>
Seuil d'alerte :	Moyenne horaire < 360 µg/m <sup>3</sup>

Le mode de formation de l'ozone impliquant la présence de soleil et des températures élevées, ce polluant a seulement été investigué en période estivale. C'est à cette époque qu'il peut être présent dans des concentrations importantes. En hiver, ses concentrations sont résiduelles et ne présentent aucune préoccupation que ce soit pour l'homme ou pour la végétation alors en sommeil.

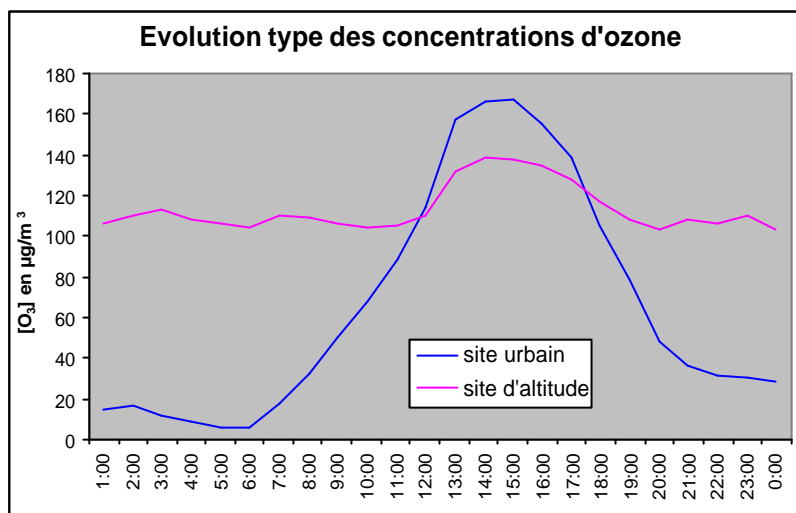


D'une manière générale, les sites d'étude connaissent des concentrations d'ozone inférieures à celles du site de référence d'Albertville. Cette situation confirme le fait qu'Albertville recueille les masses d'air de la Combe de Savoie et de la Vallée du Grésivaudan qui, sous l'action du soleil, se transforment pour donner de l'ozone. Cependant, cet ozone semble stagner dans le bassin albertvillois, ou bien peut-être s'engouffrer dans les valls d'Arly et du Doron, mais il ne remonte pas la vallée de la Tarentaise. Des concentrations importantes peuvent donc être observées sur le bassin d'Albertville : plus de 200 µg/m<sup>3</sup> pendant l'étude et même 225 µg/m<sup>3</sup> au mois de juin.

Lors d'une situation anticyclonique persistante, il est possible que le seuil d'information de  $180 \mu\text{g}/\text{m}^3$  soit dépassé sur les sites de Bourg-Saint-Maurice et de Moûtiers (cas du 1<sup>er</sup> août). Mais alors que cette valeur a été dépassée durant 7 journées à Albertville pendant la campagne (et 11 fois sur tout l'été 2001), elle n'a été atteinte qu'une seule fois sur les sites d'étude.

Cependant, le seuil de la valeur limite de  $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 8 heures, et qui plus est l'objectif de qualité de  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$ , ont été franchis à plusieurs reprises à Albertville (38 fois) et sur les sites d'étude, notamment à Bourg-Saint-Maurice (11 fois en 26 jours), alors que la météorologie était propice à la formation d'ozone, à Moûtiers également (5 fois en 29 jours), mais jamais à La Léchère. Pour ce dernier site, on peut penser que si les mesures avaient été réalisées durant une période plus chaude ce seuil aurait été atteint, mais certainement dans une moindre mesure.

Si ce polluant ne semble pas être présent en quantité trop importante en fond de vallée, il reste cependant à surveiller avec attention car il a la particularité d'être plus abondant lorsque l'altitude augmente. C'est en fait son évolution qui est différente en altitude, car les concentrations ne redescendent pas autant au cours de la nuit que sur les sites plus soumis aux émissions de polluants primaires. Sur l'ensemble d'une journée la concentration moyenne en altitude est plus importante que sur un site urbain.



### 3.5 – Le monoxyde de carbone (CO)

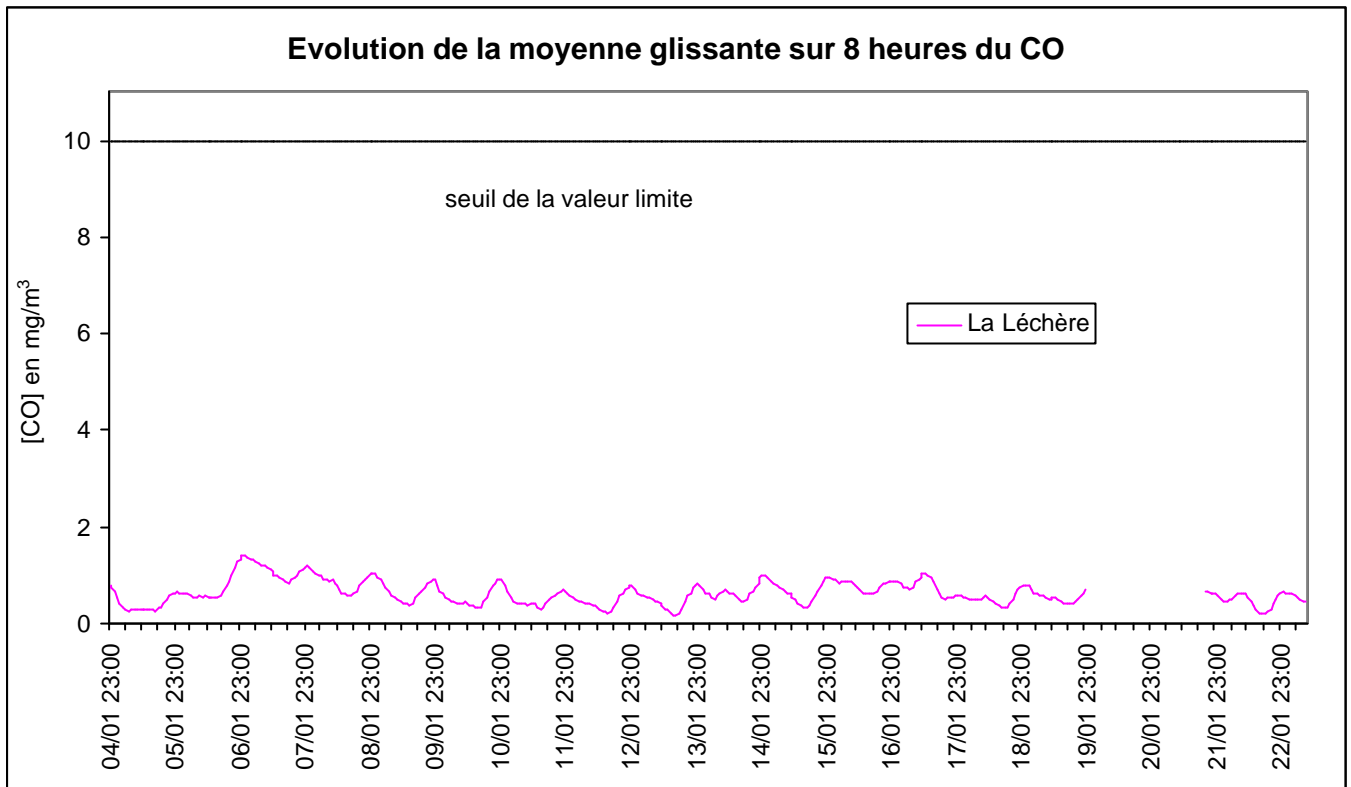
#### Rappel des normes

Valeur limite : Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures  $< 10 \text{ mg}/\text{m}^3$

Les teneurs en CO ont été seulement contrôlées au niveau de La Léchère en période hivernale. En raison de son mode de formation, ce polluant se trouve de manière prépondérante sur les sites de proximité lorsque les températures sont froides.

L'évolution des concentrations de CO est corrélée de manière significative à celles d'autres polluants primaires notamment le monoxyde d'azote et le dioxyde de soufre. En revanche, les teneurs sont dissociées du trafic routier puisque les plus forts niveaux sont observés en fin d'après-midi alors que la circulation est maximale le matin. De ce fait, on peut penser que la source de CO n'est pas significativement liée aux véhicules mais plutôt aux sources fixes.

Les mesures réalisées présentent des concentrations relativement basses, puisque de manière générale les maxima journaliers des moyennes sur 8 heures sont 10 fois inférieurs à la valeur limite, alors que les conditions climatiques étaient favorables à l'accumulation des polluants.



### 3.6 – Le benzène

#### Rappel des normes

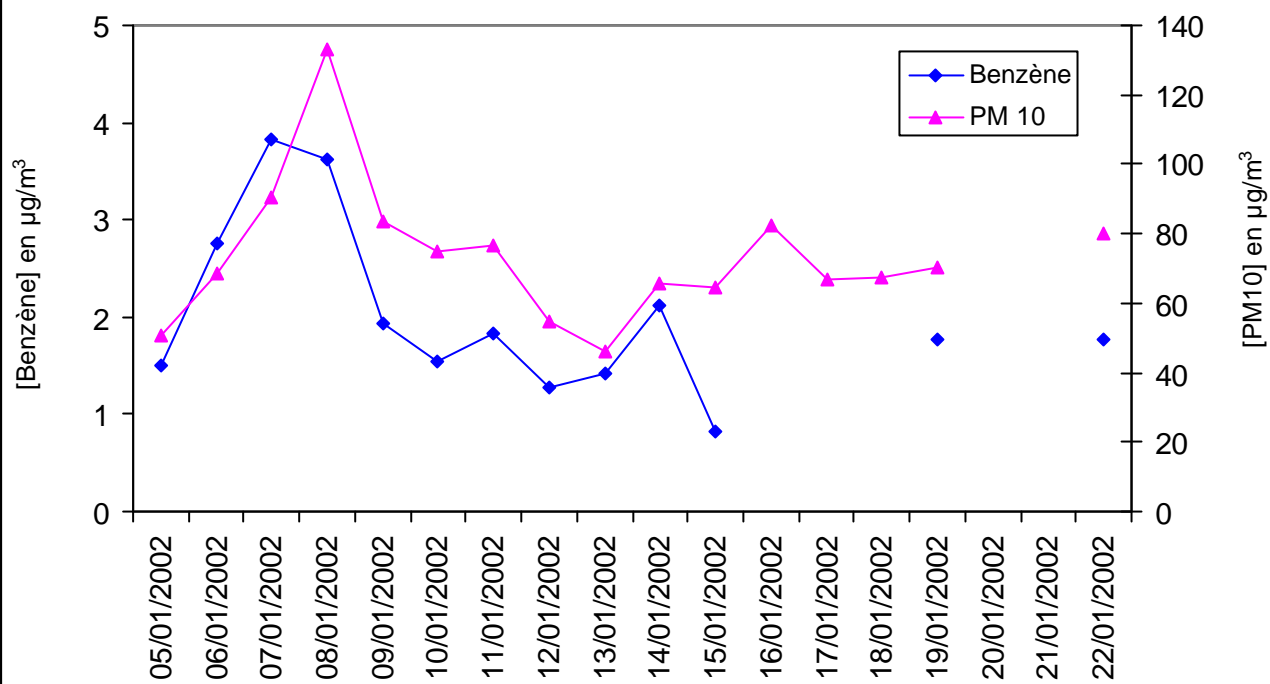
*Objectif de qualité :* Moyenne annuelle < 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$

*Valeur limite :* Moyenne annuelle < 5  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ . A respecter d'ici 2010

Les concentrations de benzène sont fortement corrélées à celles des poussières en suspension.

La moyenne sur la période de mesure est de 2  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ , soit la valeur de l'objectif de qualité en moyenne sur l'année. Il est cependant raisonnable de penser que la moyenne annuelle devrait être moins importante en raison des concentrations généralement plus faibles en été qu'en hiver. La valeur limite devrait quant à elle être largement respectée puisque aucune concentration n'a atteint ce seuil alors que la période de mesure était particulièrement propice à l'accumulation des polluants.

### Evolution comparée des moyennes journalières de Benzène et de PM 10



# Conclusion

Les mesures réalisées dans le cadre de cette étude révèlent toute la complexité de l'évolution de la qualité de l'air dans une vallée soumise à des émissions et à des conditions de dispersion spécifiques. Au regard des différents polluants investigués en tant qu'indicateurs, on constate que :

Les niveaux de dioxyde de soufre sont relativement bas au centre de Bourg-Saint-Maurice et de Moûtiers. Sur la zone de la Léchère les concentrations ne présentent pas une probabilité forte de dépassement des valeurs limites, mais ponctuellement le seuil d'information de  $300 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne horaire pourrait être atteint.

Concernant le dioxyde d'azote, les concentrations observées à Bourg-Saint-Maurice sont globalement inférieures à celles d'Albertville, ne révélant par conséquent pas de préoccupation particulière dans la mesure où les niveaux à Albertville sont en-dessous des seuils réglementaires. A la Léchère les teneurs sont relativement équivalentes à celles d'Albertville. Les niveaux à Moûtiers sont quant à eux plus importants et il n'est pas exclu qu'ils puissent dépasser la valeur limite annuelle de  $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La situation des poussières en suspension est différente puisqu'à Moûtiers les teneurs sont proches de celles d'Albertville avec donc quelques dépassements potentiels du seuil de la valeur limite au cours de l'année. A Bourg-Saint-Maurice les concentrations sont en hiver plus importantes qu'à Albertville notamment lors de périodes anticycloniques et en été les teneurs peuvent également augmenter sous l'influence des vents de sud. Dans ce dernier cas l'épisode pourrait soit correspondre à des particules en suspension d'origine naturelle, soit à des particules d'origine anthropique en provenance des grandes agglomérations frontalières. Pour le site de la Léchère, les concentrations sont toujours supérieures à celles d'Albertville avec une probabilité importante de dépassement de la valeur limite de  $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$  plus de 35 fois par an.

Les niveaux d'ozone les plus importants sont mesurés à Albertville où 11 dépassements du seuil d'information ont été enregistrés. La probabilité de franchissement de cette valeur est plus réduite pour les zones urbaines de Moûtiers et Bourg-Saint-Maurice et très faible en ce qui concerne le secteur de la Léchère. Cependant, l'objectif de qualité de  $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur 8 heures est fréquemment dépassé sur les bassins d'Albertville, Bourg-Saint-Maurice et Moûtiers.

Les concentrations de monoxyde de carbone mesurées sur le site de la Léchère sont faibles et ne présentent donc pas de préoccupation particulière.

Les teneurs en benzène, enregistrées à la Léchère dans une période favorable à l'accumulation des polluants, ne devraient pas dépasser l'objectif de qualité de  $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne annuelle et aisément respecter la valeur limite de  $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Le bilan des résultats montre la situation intéressante du site d'Albertville pour la mesure moyenne des différents polluants et des valeurs maximales des polluants photochimiques comme l'ozone. Cependant, la station fixe d'Albertville ne permet pas d'être représentatif de la vallée de la Tarentaise et l'étude révèle la nécessité de mesures complémentaires pour mieux apprécier les niveaux de pollution pour les particules en suspension dans la partie aval de la vallée en prenant en compte différente typologie de site sur une plus large zone que celle investiguée. Il serait également intéressant de connaître sur une plus longue période l'évolution du dioxyde de soufre. Sur la zone urbaine de Moûtiers une investigation plus large de la pollution par le dioxyde d'azote serait également intéressante pour dresser un bilan annuel de l'évolution des concentrations en fonction de la proximité de la route nationale. Les teneurs en benzène pourraient également faire l'objet d'un suivi sur les sites de proximité routière.



# Mesures complémentaires

## 1 - Généralités

En complément des mesures réalisées concernant les polluants réglementés, un certain nombre de prélèvements ont été réalisés pour l'analyse des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sur le site de La Léchère. Cette investigation a été réalisée de manière exploratoire dans la mesure où il n'y a pas encore, pour l'air ambiant de réglementation officielle sur ces composés et que leur protocole d'échantillonnage n'est pas encore établi. Il existe cependant, au niveau national, une préconisation du Conseil Supérieur d'Hygiène de France qui propose comme valeur limite pour le Benzo(a)Pyrène (BaP), un des HAP considéré comme prépondérant,  $0.7 \text{ ng/m}^3$  (moyenne annuelle). Une directive européenne est en préparation sur ce sujet ; le projet fait état d'une valeur cible pour le BaP de  $1 \text{ ng/m}^3$  (moyenne annuelle). Une étude pilote est également en cours de réalisation au niveau national, pour évaluer une méthode de prélèvement qui pourrait par la suite être préconisée.

En France les émissions estimées de HAP varient entre 300 et 400 tonnes par an depuis 1990 sans tendance notable. Parmi les principales sources, le secteur "résidentiel/tertiaire" correspondant au chauffage domestique pèse pour près de la moitié. En effet, les HAP sont soupçonnés de se former dans des proportions importantes lors de la combustion et tout particulièrement celle de la biomasse qui s'effectue dans des conditions mal maîtrisées. La part du secteur industriel est de l'ordre de 20 %, avec comme sources principales la métallurgie en général. Une part importantes des émissions est également imputables, à hauteur de 25%, au trafic routier(principalement les véhicules diesel). (*Sources CITEPA – Emissions dans l'air ambiant des produits organiques persistants – avril 2002*)

Aucune valeur réglementaire n'étant à l'heure actuelle en vigueur pour les HAP, il est difficile d'apprécier les niveaux observés dans le cadre de la campagne de mesure. Il est donc intéressant de rappeler les niveaux mesurés dans différentes typologies de situation en Europe.

Concentrations moyennes annuelles caractéristiques en Europe<sup>1</sup>

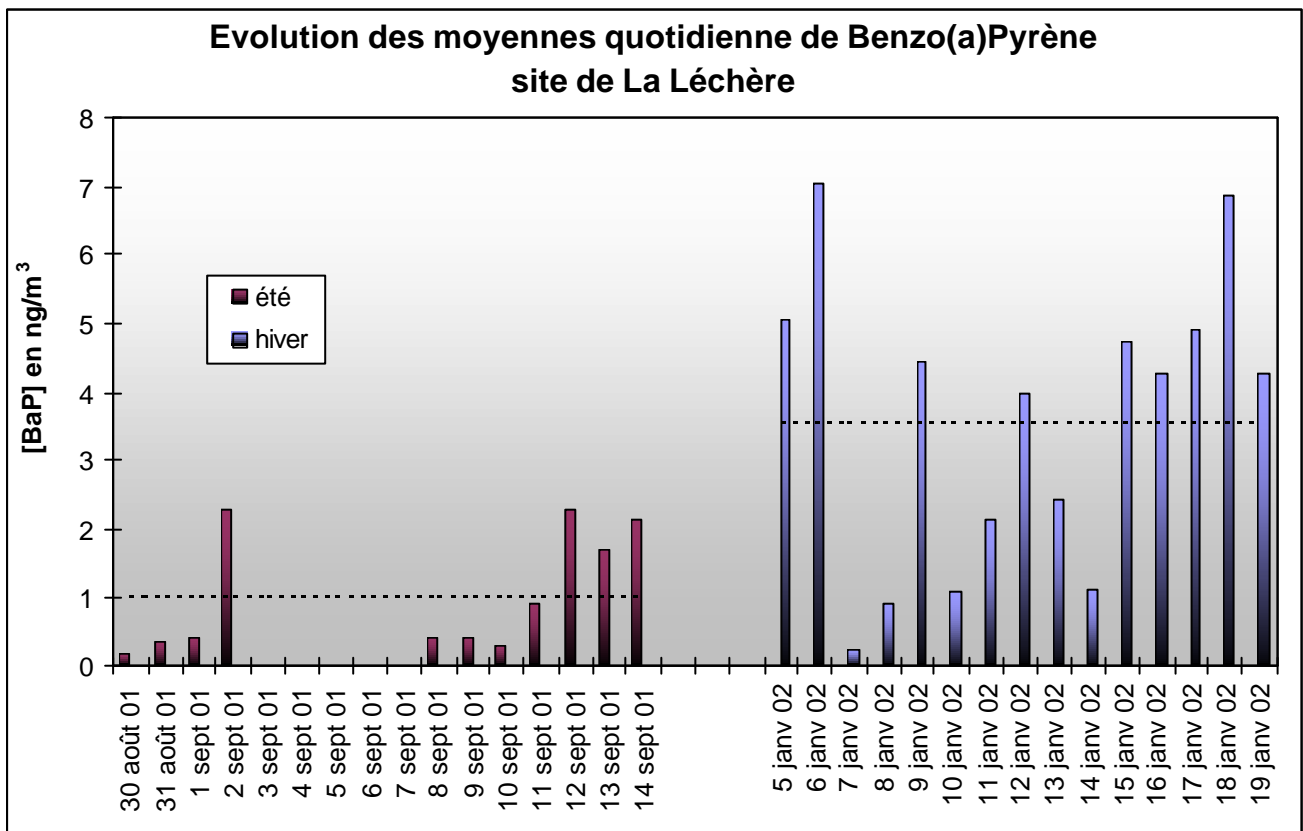
	Site rural	Site urbain	Site trafic	Site industriel
[BaP] en $\text{ng/m}^3$	0,02 – 2,8	0,4 - 2	0,7 – 3,1	0,5 - 39

<sup>1</sup> Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques dans l'air ambiant – INERIS - Loi sur l'Air/convention 18.99 – déc. 2000

## 2 - Résultats

Les valeurs enregistrées sur le site de La Léchère présentent des concentrations non négligeables, puisque qu'au cours de la période de mesure estivale la teneur moyenne en BaP était de  $1 \text{ ng/m}^3$  et au cours de l'hiver de  $3,6 \text{ ng/m}^3$ . Cette situation résulte de la concomitance sur cette zone des sources émettrices que sont l'industrie, le trafic routier et le chauffage domestique.

La différence est très marquée entre les deux saisons. Outre l'importance des phénomènes climatiques sur l'accumulation des polluants, il faut noter que les mesures ont seulement été réalisées en aval de la Léchère. Cette situation conduit donc à avoir l'influence des vents majoritairement descendants en période hivernale et de ne pas avoir l'influence des vents plutôt remontants la vallée en période estivale.



Le BaP est un des Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques, mais d'autres composés, sous forme particulaire, faisant partie de cette famille ont également été mesurés. Pour ceux-ci la littérature attribue des valeurs d'équivalent toxique par rapport au BaP (TEF<sup>1</sup>).

<sup>1</sup> Larsen et Larsen 1998

	[HAP] en ng/m <sup>3</sup>	[HAP] en ng/m <sup>3</sup>	TEF	[BaP]eq en ng/m <sup>3</sup>	[BaP]eq en ng/m <sup>3</sup>	BaP éq	BaP éq
	été	hiver		été	hiver	été	hiver
Fluoranthène	0,36	5,71	0,05	0,02	0,29	0,9%	5,0%
Pyrène	0,64	4,52	0,001	0,00	0,00	0,0%	0,1%
Benzo (a) Anthracène	0,34	5,65	0,005	0,00	0,03	0,1%	0,5%
Benzo (b) Fluoranthène	3,07	10,20	0,1	0,31	1,02	15,6%	17,9%
Benzo (k) Fluoranthène	0,96	3,23	0,05	0,05	0,16	2,4%	2,8%
Benzo (a) Pyrène	1,04	3,57	1	1,04	3,57	<b>52,9%</b>	<b>62,7%</b>
Indéno (1,2,3,c,d) Pyrène	1,46	1,92	0,1	0,15	0,19	7,5%	3,4%
Dibenzo (ah) Anthracène	0,33	0,34	1,1	0,36	0,37	18,5%	6,5%
Benzo(ghi) Pérylène	2,01	3,06	0,02	0,04	0,06	2,0%	1,1%

Les résultats montrent que parmi les HAP mesurés sur le site, le BaP représente plus de la moitié du potentiel sanitaire mais la moitié restante est attribuable à d'autres composés.

### 3 - Conclusion

Les mesures de concentration en Benzo(a)Pyrène montrent qu'au cours des périodes tant estivale qu'hivernale les concentrations moyennes étaient à chaque fois supérieures à 1 ng/m<sup>3</sup>, valeur qui pourrait être retenue comme valeur cible au niveau communautaire.

Il serait par conséquent intéressant d'approfondir cette investigation par des mesures complémentaires réalisées dans le cadre d'un protocole normalisé qui puisse assurer la représentativité des mesures sur l'année. Par ailleurs, d'autres points de mesures, sur une plus longue période, permettraient de mieux appréhender la localisation de cette pollution.