



## Mesures des hydrocarbures aromatiques polycycliques en Maurienne en 2009

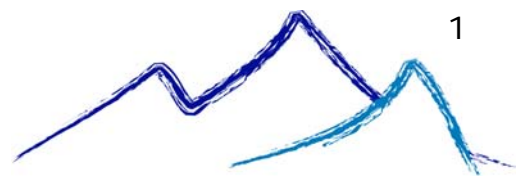


L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie

Savoie Technolac - BP 339 - 73377 LE BOURGET DU LAC Cedex

Tél. 04.79.69.05.43 - Fax. 04.79.62.64.59 -

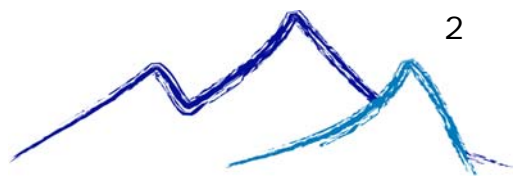
e-mail: [air-aps@atmo-rhonealpes.org](mailto:air-aps@atmo-rhonealpes.org)





# Sommaire

Sommaire	2
Introduction	3
<b>1- Méthodologie de l'étude</b>	<b>4</b>
1.1. Les périodes de mesures	4
1.2. Les polluants prospectés	4
1.3. Le bilan des émissions	5
1.4. Le choix des sites et leur emplacement	6
1.5. La réglementation	7
1.5.1. Les valeurs réglementaires	7
1.5.2. Les seuils d'évaluation	9
1.5.3. Origines et effets des polluants sur la santé	9
<b>2- Résultats et interprétations des valeurs observées</b>	<b>10</b>
2.1. Le dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	10
2.2. Le dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	12
2.3. Poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10)	14
2.4. Poussières en suspensions inférieures à 2.5 microns (PM2.5)	16
2.5. Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	17
2.5.1. Réglementation et seuil d'évaluation	17
2.5.2. La variabilité des concentrations	18
2.5.3. Une variabilité importante pas seulement due aux émissions	18
2.5.4. Le rôle du facteur météorologique : le gradient thermique	19
2.5.5. Existence d'un lien entre émissions et pollution atmosphérique ?	21
2.5.5.1. Emissions industrielles	21
2.5.5.2. Brulage de la biomasse	22
2.5.5.3. Emissions dues au trafic	22
<b>Conclusions</b>	<b>23</b>
Annexe 1 : Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	24
Annexe 2 : Origines et effets des polluants	26





# Introduction

La communauté européenne a établi, via la directive du 15 décembre 2004 (2004/107/CE), une réglementation pour les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP). Qualifié de « nouveau » polluant car peu suivi jusqu'alors, les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) doivent donc désormais évaluer le niveau de concentration de ce polluant par rapport à la réglementation.

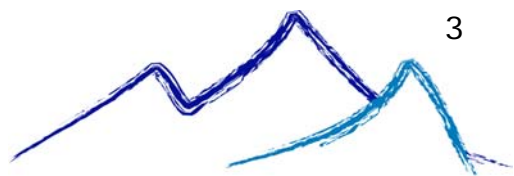
La première évaluation réalisée en 2006-2007<sup>1</sup> avait montré quelques inquiétudes avec un dépassement de la valeur cible. Selon les prescriptions des directives, il était nécessaire de renouveler les mesures puisqu'il faut 3 évaluations sur 5 années consécutives pour juger du type de surveillance à mettre en œuvre sur une zone (mesures fixes pérennes, ponctuelles ou modélisation). Les mesures présentées dans ce rapport correspondent donc à cette deuxième année d'évaluation. Quatre campagnes de mesures ont été mises en œuvre aux différentes saisons de l'année afin de répondre aux objectifs suivants :

- Evaluer les concentrations des polluants mesurés et leur éventuel impact sur la santé des personnes dans le respect des articles<sup>2</sup> 1 et 4 de la loi sur l'air de 1996.
- Comparer les concentrations en HAP par rapport à la première campagne de 2006-2007,
- Définir le type de surveillance que nécessite cette zone pour les HAP par comparaison des valeurs aux seuils d'évaluation définis dans les directives européennes, et ceci dans le cadre de notre plan de surveillance de la qualité de l'air (PSQA)<sup>3</sup>.

1 : Rapport disponible sur notre site Internet : [http://www.atmo-rhonealpes.org/site/documentation/publications/AIR\\_APS\\_\(Ain\\_Haute-Savoie\\_Savoie\)/Etudes/Surveillance\\_du\\_territoire/2007\\_HAP\\_Maurienne.pdf](http://www.atmo-rhonealpes.org/site/documentation/publications/AIR_APS_(Ain_Haute-Savoie_Savoie)/Etudes/Surveillance_du_territoire/2007_HAP_Maurienne.pdf)

2 : Art 1 : « ...politique dont l'objectif est la mise en œuvre du droit reconnu à chacun à respirer un air qui ne nuise pas à sa santé. ».  
Art 4 : « Le droit à l'information sur la qualité de l'air et ses effets sur la santé et l'environnement est reconnu à chacun sur l'ensemble du territoire ».

3 : Plan de Surveillance de la Qualité de l'Air. Pour plus d'information, consulter le lien suivant : <http://www.atmo-rhonealpes.org/site/documentation/documentation.php> puis choisir ATMO\_RHONE-ALPES et enfin Plan\_de\_Surveillance\_de\_la\_Qualite\_de\_l'Air





# 1- Méthodologie de l'étude

## 1.1. Les périodes de mesures

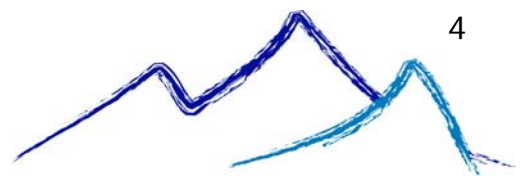
Afin d'avoir une évaluation objective des concentrations moyennes sur l'année, et conformément aux prescriptions des directives européennes qui demandent que la période minimale prise en compte soit de 14% (8 semaines également réparties sur l'année), nous avons mis en œuvre 4 campagnes d'une durée minimale de 15 jours aux différentes saisons.

Afin de pouvoir situer les sites d'étude par rapport à la réglementation annuelle, nous avons également comparé les résultats aux sites fixes de Saint-Jean-de-Maurienne et Saint-Julien-Montdenis. En utilisant ces stations comme référence, on peut effectivement avoir une bonne estimation de la concentration annuelle pour les sites d'études prospectés épisodiquement.

## 1.2. Les polluants prospectés

Les polluants prospectés sont ceux qui sont considérés comme des indicateurs de la pollution atmosphérique, pour lesquels une réglementation existe, et que l'on peut être amené à retrouver sur les sites de mesure compte tenu de l'activité sur l'ensemble de la vallée. Il s'agit :

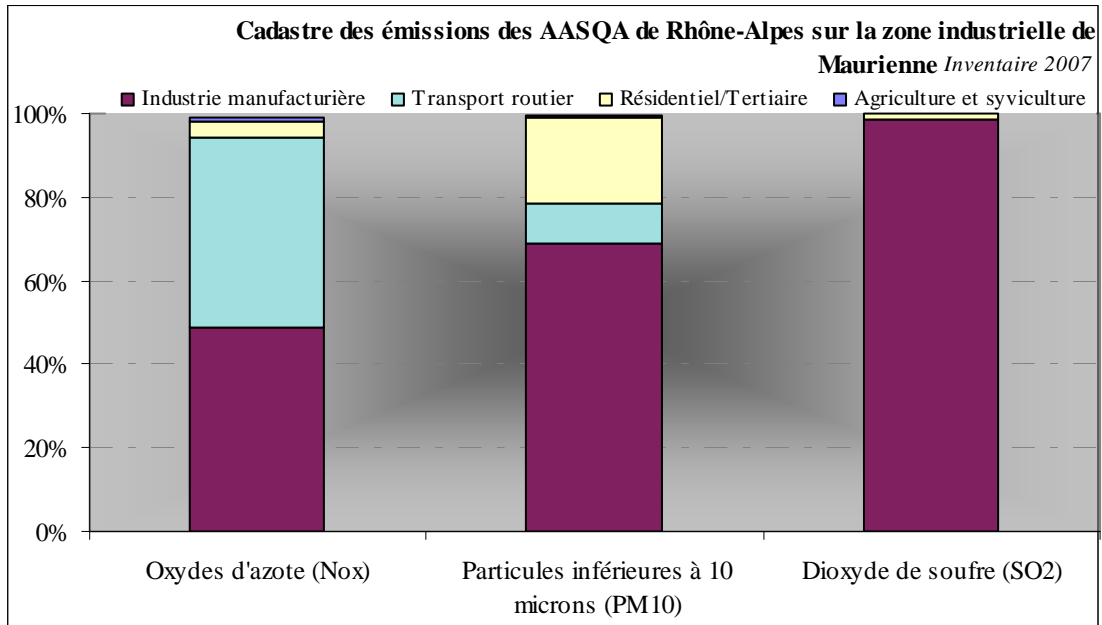
- Du dioxyde de soufre ( $\text{SO}_2$ )
- Des poussières en suspensions inférieures à 10 microns ( $\text{PM}_{10}$ )
- Des HAP
- Du dioxyde d'azote ( $\text{NO}_2$ )
- Et dans la mesure de nos possibilités, des poussières en suspensions inférieures à 2,5 microns ( $\text{PM}_{2,5}$ )



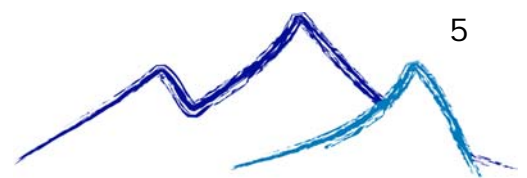


### 1.3. Le bilan des émissions

Le bilan des émissions effectué par les AASQA de Rhône-Alpes montre la répartition suivante pour les différents polluants prospectés dans le cadre de l'étude la zone industrielle de Maurienne (Zone définie dans le cadre de l'arrêté préfectoral pour les pics de pollution du 5/7/2006 regroupant 15 communes de La Chambre à Saint-Michel-de-Maurienne) :



L'influence industrielle est très majoritaire sur les deux secteurs pour les oxydes d'azote, le dioxyde de soufre et les poussières en suspensions. Comme tout bilan d'émission, il a été réalisé selon l'état de l'art et avec les informations mises à notre disposition. Il existe peut-être d'autres sources mais qui ne sont pas recensées ou pas quantifiables. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les émissions en HAP n'ont pas été reportées. Ces composés sont principalement issus d'une combustion incomplète ou lors de processus pyrolytique à haute température. Les émissions croissent d'autant plus que les conditions de combustion sont mal maîtrisées, ce qui est le cas de la combustion de biomasse à « ciel ouvert » (cheminée ancienne, feux de végétation à l'air libre...). Les études de plus en plus nombreuses sur le sujet montrent un impact non négligeable de ce type de combustion sur les émissions en HAP. Compte tenu que nous ne sommes pas en mesure de quantifier ces émissions, nous avons préféré ne pas distinguer la part des différentes sources (résidentiel, industriel, trafic et donc combustion de la biomasse).

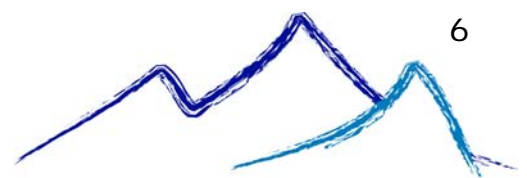
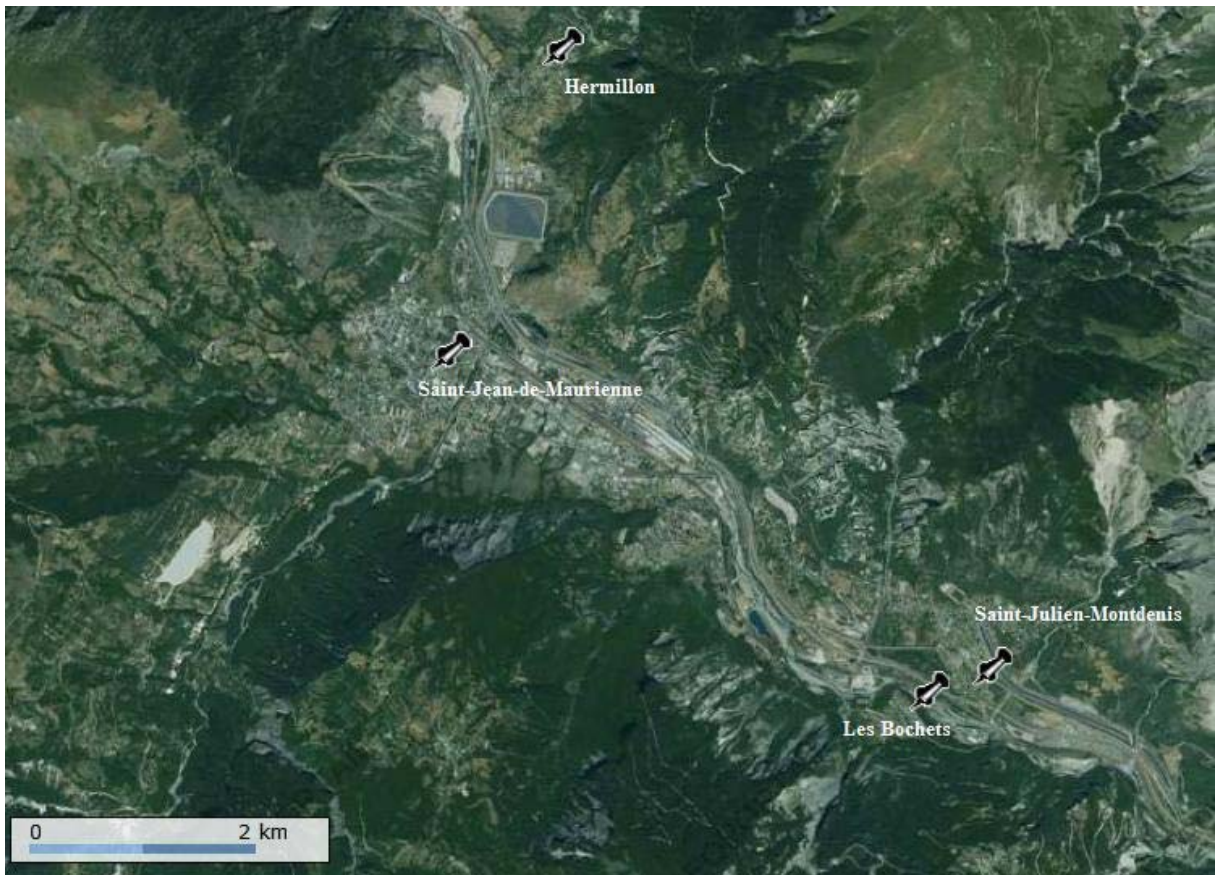






#### 1.4. Le choix des sites et leur emplacement

Compte tenu des dépassements observés sur les sites de Saint-Jean-de-Maurienne et Hermillon en 2006-2007, nous sommes contraints à renouveler les mesures sur ces sites. Le 3ème site, situé sur notre station fixe de Saint-Julien-Montdenis, avait observé une valeur inférieure au seuil d'évaluation inférieure. Il n'était donc pas nécessaire de poursuivre l'évaluation à cet endroit et, compte tenu de la spécificité de la zone, nous avons choisi de rester dans ce secteur et prospector le petit hameau « Les Bochets » situé au dessus de la commune de Saint-Julien-Montdenis.





Les Bochets



Hermillon



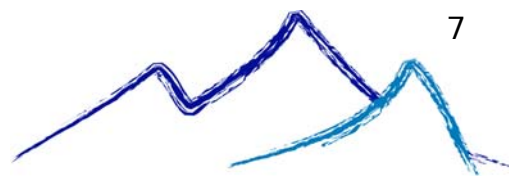
St-Jean-de-Maurienne

## 1.5. La réglementation

### 1.5.1. Les valeurs réglementaires

La réglementation fixe plusieurs types de valeurs pour juger de l'impact potentiel des polluants sur la santé humaine : Les **objectifs de qualité** correspondent aux concentrations pour lesquelles les effets sur la santé sont réputés négligeables et vers lesquelles il faudrait tendre en tout point du territoire.

Les **valeurs limites** sont les valeurs de concentration que l'on ne peut dépasser que pendant une durée limitée : en cas de dépassement des mesures permanentes pour réduire les émissions doivent être prises par les Etats membres de l'Union Européenne. En cas de dépassement du **seuil d'information et de recommandations**, des effets sur la santé des personnes sensibles (jeunes enfants, asthmatiques, insuffisants respiratoires et cardiaques, personnes âgées,...) sont possibles. Un arrêté préfectoral définit la liste des organismes à informer et le message de recommandations sanitaires à diffuser. Il existe également un **seuil d'alerte** qui détermine un niveau à partir duquel des mesures immédiates de réduction des émissions (abaissement de la vitesse maximale des véhicules, circulation alternée, réduction de l'activité industrielle, ...) doivent être mises en place. Ce seuil n'ayant pas été observé lors de l'étude, nous en n'avons pas fait mention. La **valeur cible** est un niveau fixé dans le but de prévenir les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée. La directive indique également que des plans relatifs à la qualité de l'air devraient être

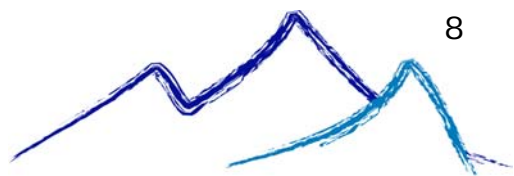




établis pour les zones et agglomérations dans lesquelles les concentrations de polluants dans l'air ambiant dépassent les valeurs cibles ou valeurs limites de qualité de l'air applicables. Le tableau de la page suivante reprend les principales valeurs réglementaires :

	Normes	Pas de temps	Valeurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dioxyde d'azote	Objectif qualité Valeur limite en 2010	Moyenne annuelle	40
	Niveau d'information et recommandations	Moyenne horaire	200
	Valeur limite en 2010		200 (18 dépassements autorisés)
PM 2.5	Valeur cible en 2015	Moyenne annuelle	25
PM 10	Objectif de qualité	Moyenne journalière	30
	Valeur limite		50 (35 dépassements autorisés)
		Moyenne annuelle	40
Dioxyde de soufre	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	50
	Valeur limite	Moyenne horaire	350 (24 dépassements autorisés)
		Moyenne journalière	125 (3 dépassements autorisés)
	Niveau d'information et recommandations	Moyenne horaire	300
Benzo[a]Pyrène	Valeur cible en 2013	Moyenne annuelle	0,001 (ou 1 $\text{ng}/\text{m}^3$ )

Le Benzo[a]Pyrène étant le plus étudié des HAP et représentant 40% de la toxicité globale de cette famille, la réglementation l'a retenu comme traceur du risque cancérigène pour l'ensemble de la famille des HAP. C'est donc le seul polluant de cette famille à être réglementé (voir Annexe 1 pour plus de renseignements).







### 1.5.2. Les seuils d'évaluation

Pour déterminer les mesures à mettre en œuvre dans une zone, la réglementation fixe, pour certains polluants, deux types de seuil : le seuil d'évaluation maximal (SEMax) et le seuil d'évaluation minimal (SEMin). Au dessus du seuil d'évaluation maximal, des mesures doivent être réalisées régulièrement afin d'évaluer le respect des seuils prescrits pour la protection de la santé humaine.

Entre le seuil d'évaluation maximal et le seuil d'évaluation minimal, une combinaison de mesures et de techniques de modélisation peut être employée pour évaluer la qualité de l'air ambiant.

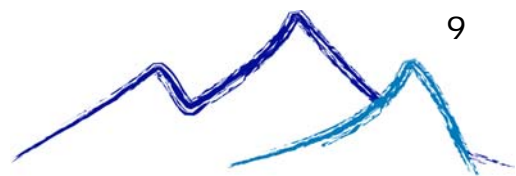
En dessous du seuil d'évaluation minimal, seules les techniques de modélisation ou d'estimation objective peuvent être employées pour évaluer la qualité de l'air.

	Poussières en suspensions (<10 microns)				Dioxyde d'azote			
Pas de Temps	Moyenne journalière		Moyenne annuelle		Moyenne horaire		Moyenne annuelle	
Seuil	SEMax	SEMin	SEMax	SEMin	SEMax	SEMin	SEMax	SEMin
Valeur en µg/m3	30	20	14	10	140	100	32	26
Condition	Ne pas dépasser plus de 21 fois sur 5 ans		Ne pas dépasser plus de 3 fois sur 5 ans		Ne pas dépasser plus de 54 fois sur 5 ans		Ne pas dépasser plus de 3 fois sur 5 ans	

	Dioxyde de soufre		BaP		Poussières en suspensions (<2,5 microns)	
Pas de Temps	Moyenne journalière		Moyenne annuelle		Moyenne annuelle	
Seuil	SEMax	SEMin	SEMax	SEMin	SEMax	SEMin
Valeur en µg/m3	75	50	0,6.10 <sup>-3</sup>	0,4.10 <sup>-3</sup>	17	12
Condition	Ne pas dépasser plus de 9 fois sur 5 ans		Ne pas dépasser plus de 3 fois sur 5 ans		Ne pas dépasser plus de 3 fois sur 5 ans	

### 1.5.3. Origines et effets des polluants sur la santé

Voir annexe 1.

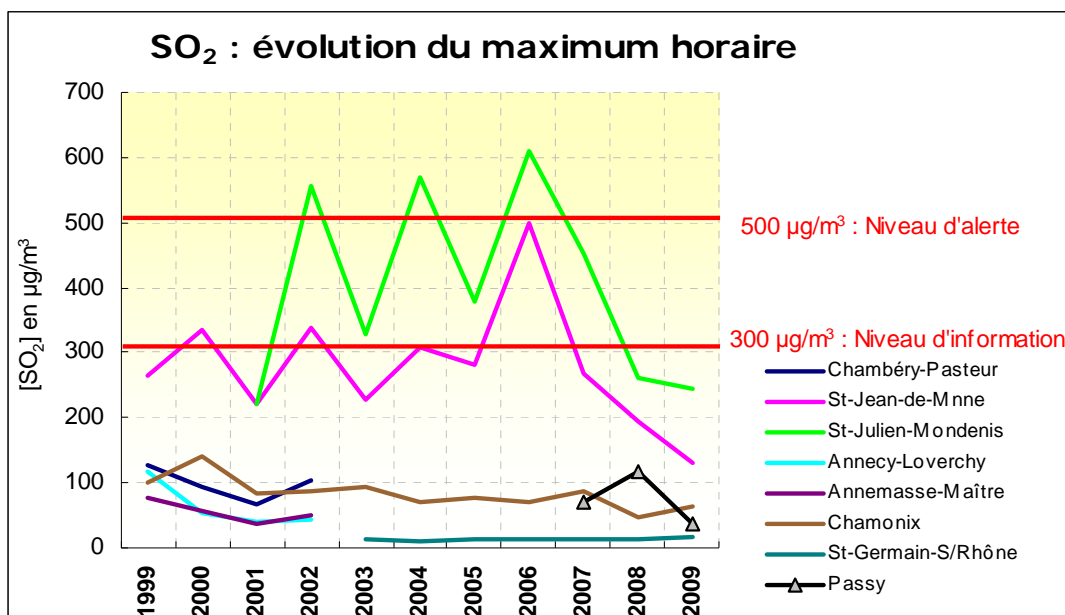




## 2- Résultats et interprétations des valeurs observées

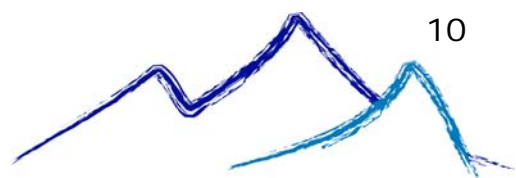
### 2.1. Le dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

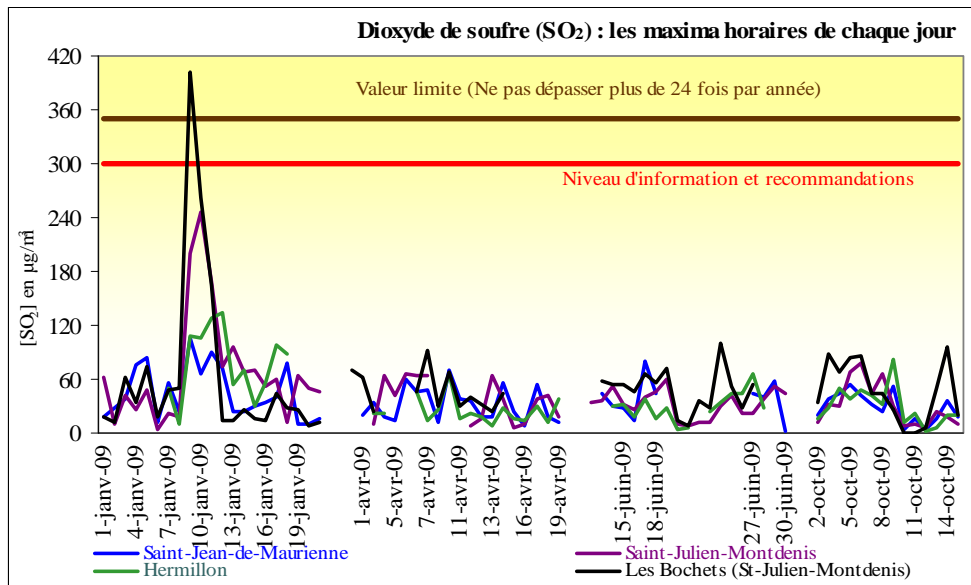
L'historique des concentrations obtenu grâce à nos stations fixes depuis 2000 nous a appris que la vallée de la Maurienne était une zone particulièrement sensible à la problématique du dioxyde de soufre. Les valeurs peuvent y être très importantes et fluctuent énormément d'une année sur l'autre comme l'indique le graphe ci-dessous :



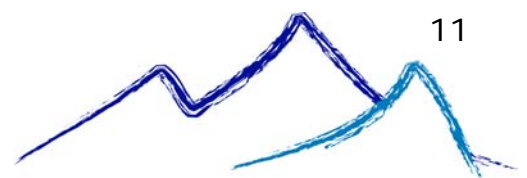
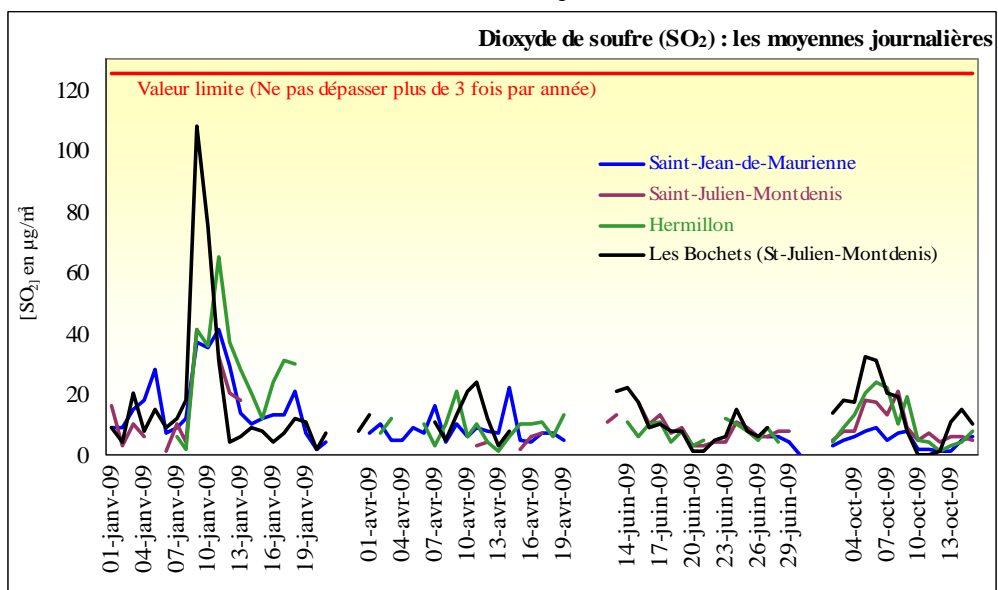
Après plusieurs années (de 2002 à 2007) où le niveau d'information et de recommandations a été dépassé sur la station fixe de Saint-Julien-Montdenis (qui observe les valeurs les plus importantes de la Savoie, de la Haute-savoie et de l'Ain), les années 2008 et 2009 se sont caractérisées par une baisse constante des concentrations en Maurienne. Il faut savoir que depuis la désulfuration des carburants, les émissions de dioxyde de soufre en France sont essentiellement issues du secteur industriel et la Maurienne n'échappe pas à cette règle comme nous l'a montré le bilan des émissions page 5.

Les mesures effectuées lors de cette étude ont révélé que le site « Les Bochet » pouvait enregistrer des valeurs encore plus importantes que Saint-Julien-Montdenis puisque le 9 janvier le niveau d'information et de recommandations a été dépassé sur ce site avec une valeur maximale de 402 µg/m<sup>3</sup>.





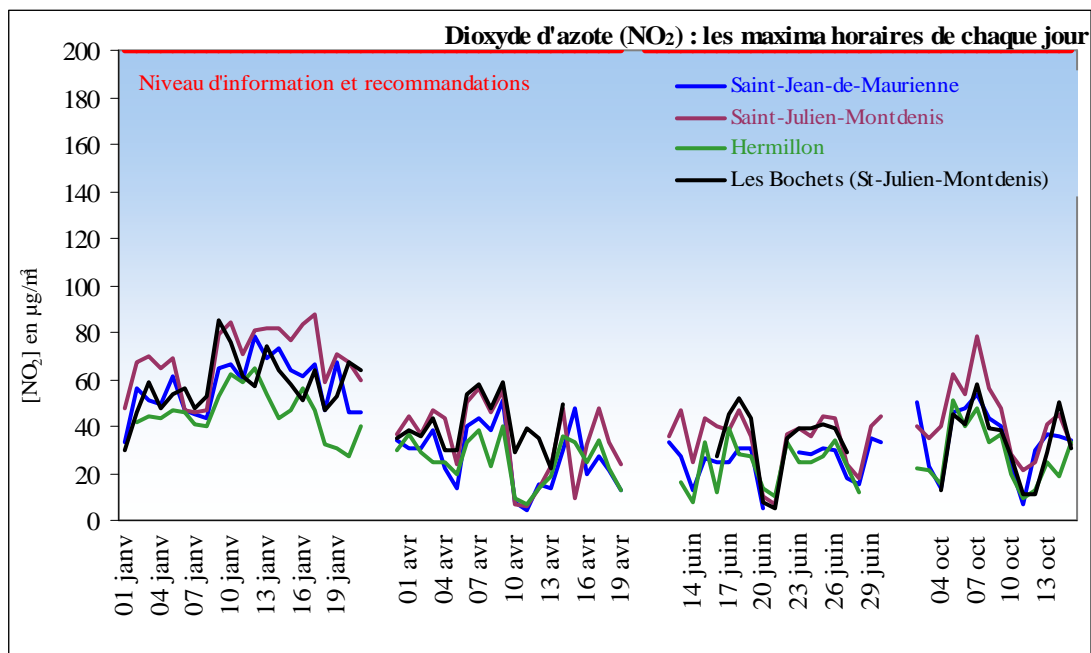
Les émissions, pratiquement exclusivement industrielles, se sont accumulées dans les basses couches de l'atmosphère à la faveur de conditions météorologiques particulièrement propices à la stagnation des masses d'air. Au vu des mesures, ce site semble plus soumis à l'influence des émissions industrielles que celui de Saint-Julien-Montdenis situé en contrebas. Mise à part cet épisode, les concentrations sont restées faibles toute l'année au regard de la réglementation et ceci sur les 4 sites de Maurienne. Le niveau de fond est d'ailleurs comparable entre les sites et aucune tendance ne se dégage réellement. Toutefois, il faut avoir à l'esprit que sous certaines conditions climatiques en hiver, une pollution aigue, localisée, reste possible en Maurienne. Compte tenu des résultats observés, nous pouvons dire que la zone n'est pas à l'abri d'un dépassement du niveau d'alerte lors de situation exceptionnelle. L'évolution journalière des données n'apporte pas d'informations complémentaires. « Les Bochets » enregistre les valeurs les plus fortes. Les concentrations moyennes sont inférieures à la réglementation mais leur niveau et leur variabilité doivent inciter à la vigilance.





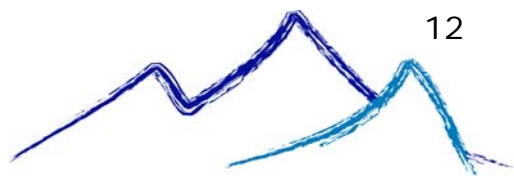
## 2.2. Le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Ce polluant est suivi depuis 1998 sur le site de Saint-Jean-de-Maurienne et 2001 à St-Julien-Montdenis et nous n'avons jamais constaté de dépassement des valeurs réglementaires. L'étude menée en 2009 va dans ce sens puisque les évolutions horaires des concentrations, représentées sur le graphique ci-dessous, sont plus de deux fois inférieures au niveau d'information et de recommandations.

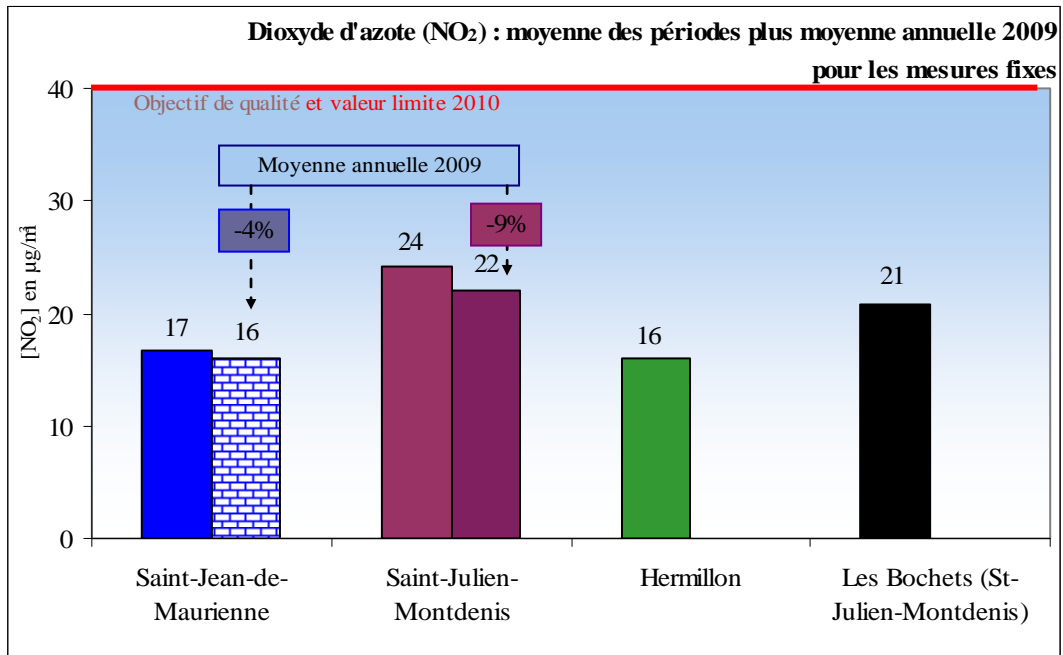


L'objectif de qualité ou la valeur limite prévue pour 2010 sont définis pour une série de données annuelle. Or, nous réalisons une évaluation à l'aide de campagnes de 15 jours de mesure. Pour pouvoir juger de la bonne représentativité de cet échantillonnage, nous avons utilisé les sites fixes (Saint-Jean-de-Maurienne et Saint-Julien-Montdenis). Le principe est simple :

- Calcul de la moyenne annuelle sur un an de mesure sur ces sites (16 µg/m<sup>3</sup> à Saint-Jean-de-Maurienne et 22 µg/m<sup>3</sup> à Saint-Julien-Montdenis)
- Calcul de la moyenne lors des campagnes de mesure pour ces mêmes sites (17 µg/m<sup>3</sup> à Saint-Jean-de-Maurienne et 24 µg/m<sup>3</sup> à Saint-Julien-Montdenis)
- Estimation possible du biais sur un site par comparaison des 2 moyennes précédemment calculées





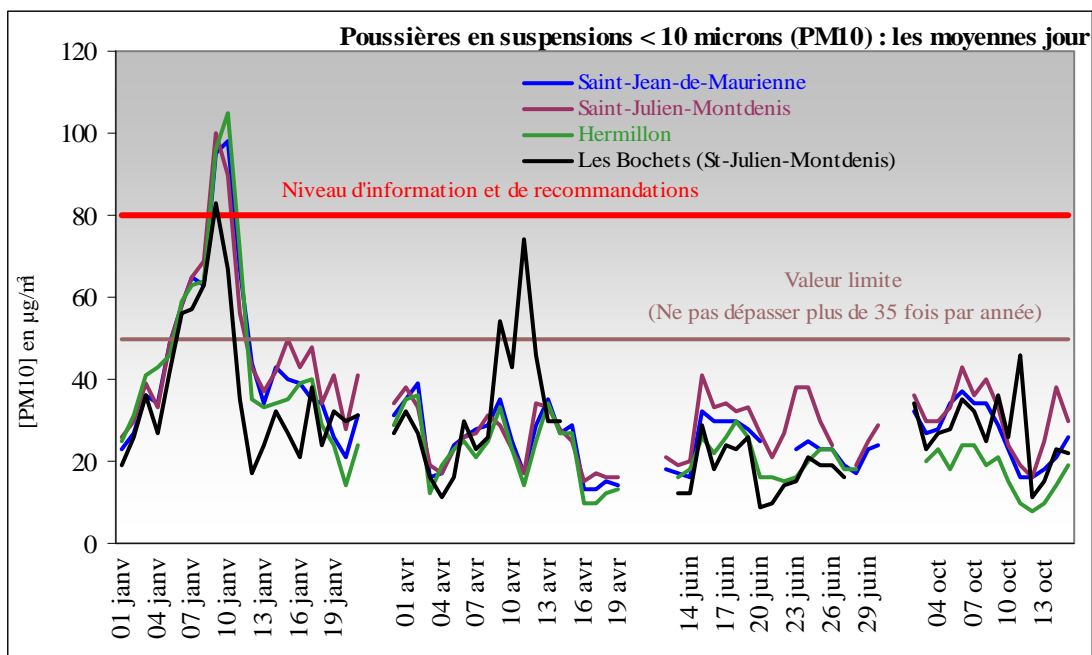


L'échantillonnage réalisé semble indiquer que nous avons légèrement surévalué ce que nous aurions effectivement obtenu si nous étions restés pendant un an sur les sites d'études. Le coefficient est variable selon le secteur puisqu'il est de 4% à Saint-Jean-de-Maurienne et 9% sur Saint-Julien-Montdenis. Vu que les concentrations observées sont déjà en moyenne 50% inférieures à la valeur réglementaire, cela ne fait que confirmer que le dioxyde d'azote ne constitue pas une problématique sur la Maurienne.



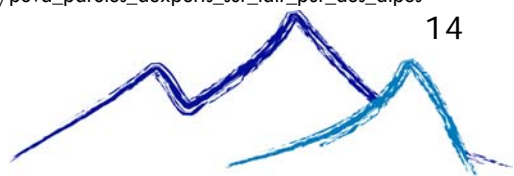
### 2.3. Poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10)

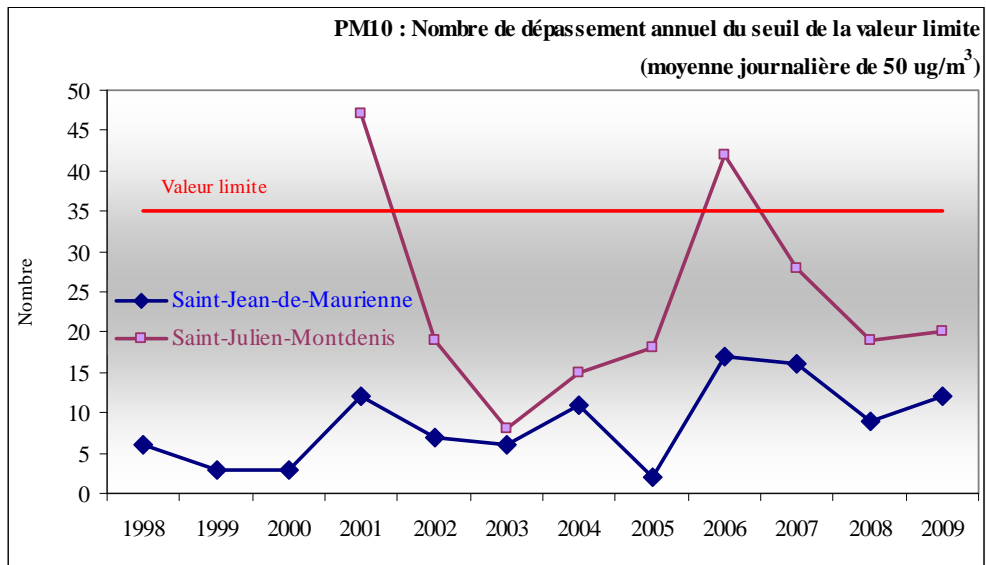
Les plus de 10 ans d'expérience de l'association et les nombreux programmes que nous avons menés dans les vallées alpines, dont POVA<sup>4</sup>, nous ont appris que la configuration particulière des vallées pouvait rendre la dispersion atmosphérique difficile provoquant des pics de pollution aigus. L'instrumentation de la Maurienne en 2009 l'a de nouveau confirmée puisque le niveau d'information et de recommandations a été dépassé sur les 4 sites lors de l'épisode anticyclonique d'importance du mois de janvier. Le niveau d'alerte n'a par contre pas été atteint comme l'indique la visualisation graphique ci-dessous :



Le seuil de la valeur limite a été dépassé à 6 reprises sur Saint-Jean-de-Maurienne et Hermillon et 7 fois à Saint-Julien-Montdenis et sur le hameau « Le Bochet ». Nous sommes donc loin des 35 dépassements autorisés avant de pouvoir constater le non respect de cette valeur réglementaire. Toutefois, l'échantillonnage de plusieurs campagnes de 15 jours peut difficilement rendre fidèlement la situation d'un site par rapport à une référence réglementaire annuelle. Il est donc intéressant de regarder la situation des sites fixes sur les dernières années par rapport à cette valeur limite afin de pouvoir ce faire un avis sur la potentialité des sites d'étude à respecter ou non la référence réglementaire.

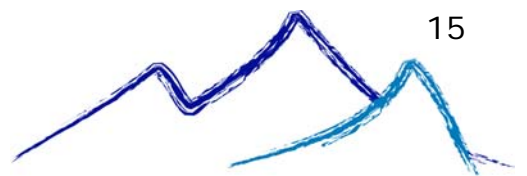
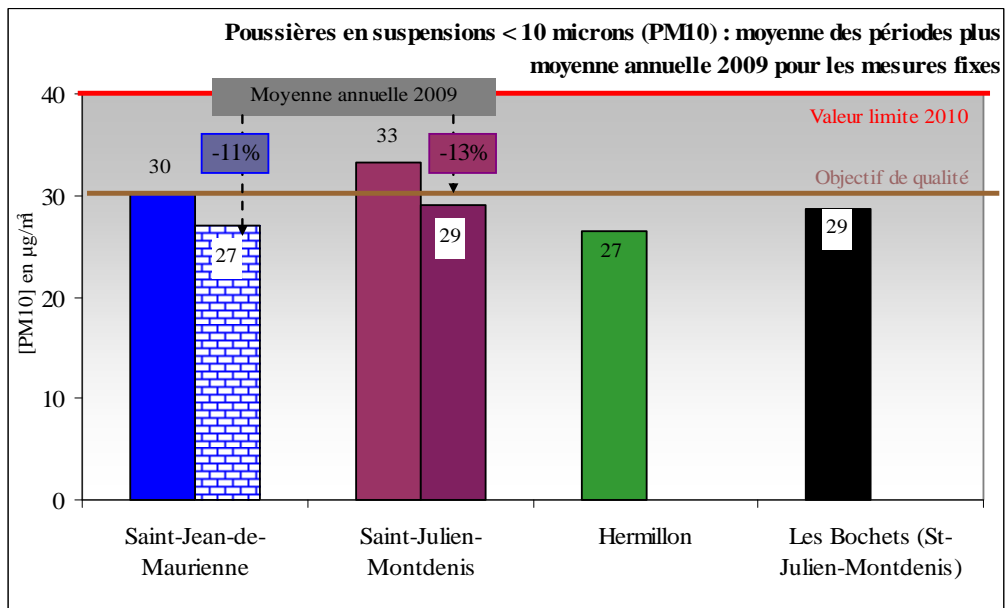
<sup>4</sup> Rapport disponible sur notre site Internet : [http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/media/voir/pova\\_paroles\\_dexperts\\_sur\\_lair\\_pur\\_des\\_alpes](http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/media/voir/pova_paroles_dexperts_sur_lair_pur_des_alpes)





Saint-Jean-de-Maurienne n'a jamais atteint la valeur limite alors que Saint-Julien-Montdenis l'a dépassée en 2001 et 2006. La variabilité est également beaucoup plus importante sur ce secteur ce qui semble indiquer l'influence de sources ponctuelles. Au final, et compte tenu que les sites fixes en 2009 ont respecté assez facilement cette valeur limite, nous pouvons penser qu'il en est de même pour les sites d'études de Hermillon et Les Bochets.

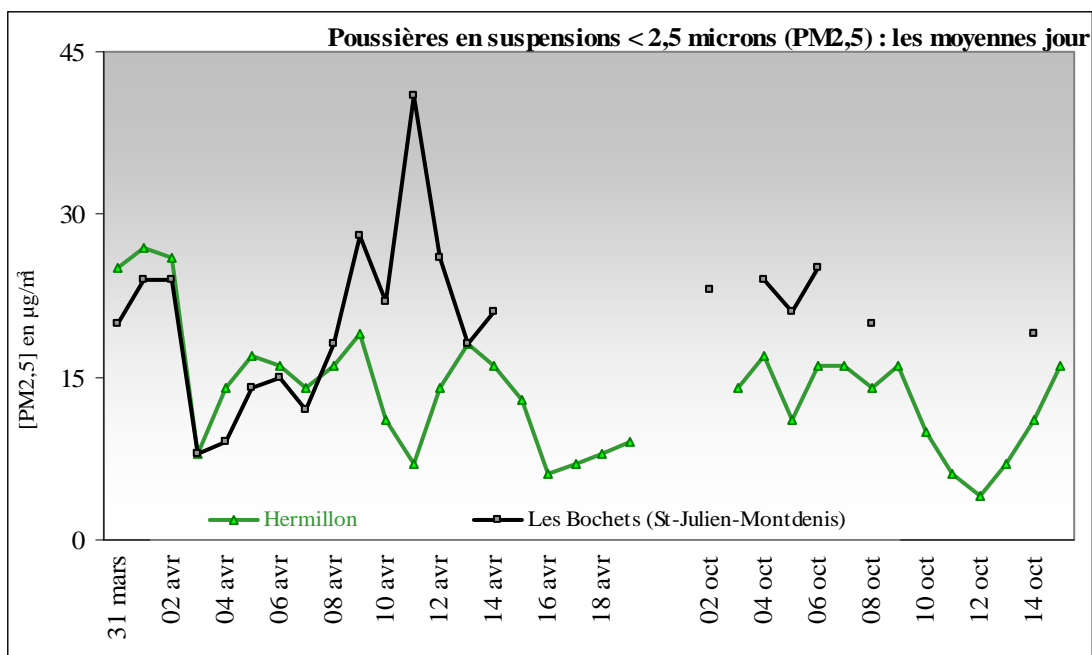
Les moyennes des périodes et leur comparaison avec la réglementation annuelle indique que tous les sites ont respecté l'objectif de qualité, et donc a fortiori la valeur limite. A l'instar du dioxyde d'azote, il semble que l'échantillonnage effectué lors des campagnes surévalue ce que nous aurions pu mesurer si nous étions restés l'année entière puisque le biais au niveau des stations fixes entre la moyenne annuelle et la moyenne des campagnes est de plus de 10%. Cette visualisation des données confirme la sensibilité plus forte des sites du secteur de Saint-Julien-Montdenis au sujet des poussières. A titre d'information, la station fixe de ce secteur n'a dépassé qu'une seule fois l'objectif de qualité avec une moyenne de 32  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2001.





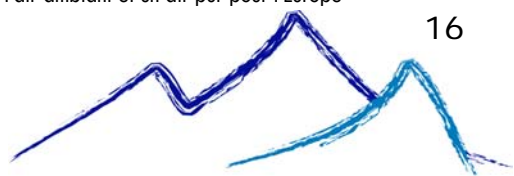
## 2.4. Poussières en suspensions inférieures à 2.5 microns (PM2.5)

La fraction la plus fine des particules inférieures à 10 microns (la classe entre 0 et 2.5 microns) a été peu instrumentée jusqu'à ce jour en France. La définition d'une référence réglementaire dans la directive intégrée de 2008<sup>5</sup> impose la mesure depuis le début de l'année 2009 par les AASQA sur les villes les plus importantes. Nous avons donc cherché dans le cadre de cette étude, et avec les moyens disponibles, à faire une première évaluation des concentrations en PM2.5 sur la vallée. La comparaison avec la valeur réglementaire ne peut pas se faire puisque les sites n'ont pas été instrumentés lors des 4 saisons de l'année 2009, nous ne pouvons donc pas reconstituer une moyenne annuelle.



Nous retiendrons de ces premières mesures que le secteur de Saint-Julien-Montdenis enregistre les valeurs les plus fortes et qu'il faudra le prospecter en priorité lors de la prochaine évaluation en 2011 afin de pouvoir statuer sur la potentialité du secteur à respecter la valeur réglementaire qui est une moyenne annuelle de 25 µg/m<sup>3</sup>.

<sup>5</sup> [DIRECTIVE 2008/50/CE](#) DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe



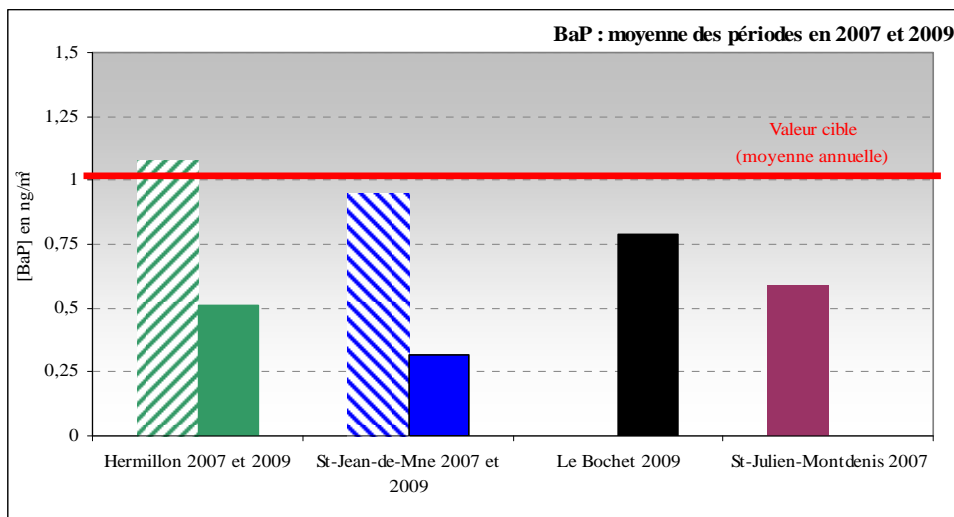




## 2.5. Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

### 2.5.1. Réglementation et seuil d'évaluation

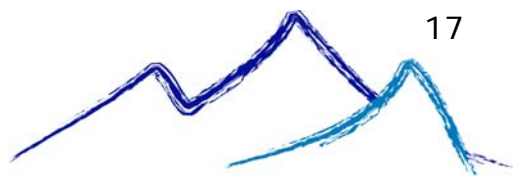
La réglementation pour le Benzo(a)Pyrène (BaP) étant définie pour un pas de temps annuel, nous devons donc regarder la moyenne des 4 périodes afin de statuer sur le respect ou non de la valeur de référence.

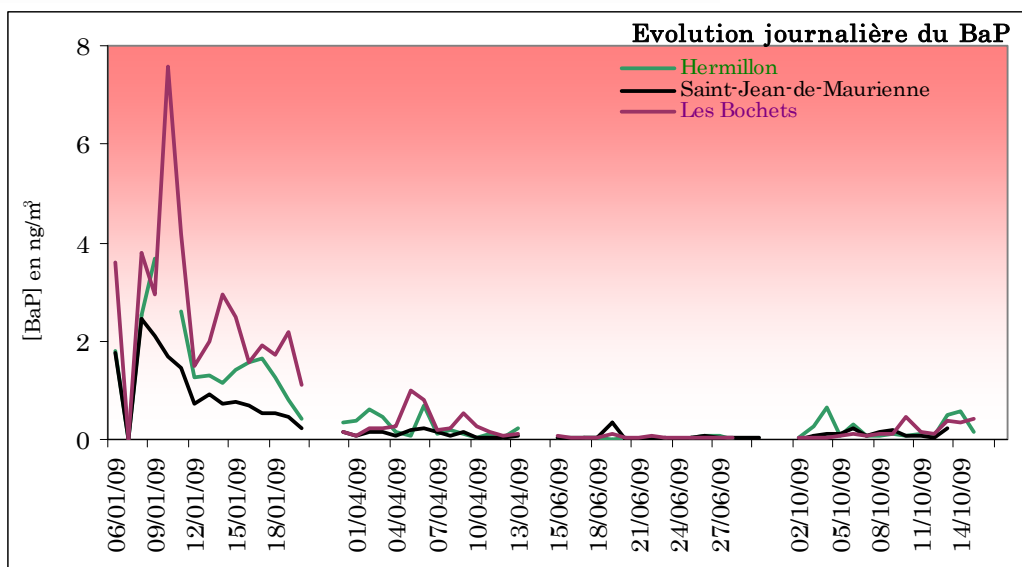


Comme l'indique le graphique, les concentrations relevées respectent la valeur cible de 1 ng/m<sup>3</sup>. Sur les sites de Saint-Jean-de-Maurienne et d'Hermillon, qui avaient été instrumentés lors de l'évaluation précédente<sup>6</sup> (en 2007), la diminution est de plus de 50%.

A l'instar des poussières, le secteur de Saint-Julien-Montdenis enregistre les valeurs les plus fortes et notamment le petit hameau « Les Bochets ». La différence se fait essentiellement lors de la période hivernale durant laquelle les concentrations sont, d'une part très variables et, d'autre part très supérieures à ce qui est observé sur les autres saisons comme l'indique la visualisation journalière des concentrations en BaP ci-dessous :

<sup>6</sup> Rapport disponible sur notre site Internet : [http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/Media/voir/mesures\\_dhydrocarbures\\_aromatiques\\_polycycliques\\_hap\\_en\\_maurienne](http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/Media/voir/mesures_dhydrocarbures_aromatiques_polycycliques_hap_en_maurienne)





La chimie de l'atmosphère est complexe et les sources d'émissions en BaP sont nombreuses et mal recensées. Il est donc difficile de définir les causes exactes de cette variabilité mais, dans la suite de ce rapport, nous allons tenter d'apporter des pistes de réflexion qui peuvent expliquer une partie de cette variabilité. De nombreuses données ont été croisées mais nous avons rapporté que ce qui nous semblait le plus probant.

### 2.5.2. La variabilité des concentrations

Tous les polluants n'échappent pas à la règle de la saisonnalité des concentrations compte tenu de l'impact majeur des conditions météorologiques sur la dispersion des masses d'air ou sur la transformation des polluants, donc sur leurs concentrations. Pour les HAP, les valeurs les plus fortes sont enregistrées en hiver comme pour les autres polluants (mise à part l'ozone). Ce phénomène s'explique principalement par quatre processus :

- L'augmentation des émissions dues au chauffage domestique ;
- La température plus faible (les HAP auront tendance à rester en phase particulaire) ;
- La plus grande stabilité de la colonne atmosphérique en hiver, limitant ainsi les processus dispersifs et ceci particulièrement en secteur de montagne puisque le relief accentue le phénomène ;
- Les processus de dégradation des HAP qui sont moins importants l'hiver que l'été (moins de photo-dégradation).

Notons que ce dernier processus est responsable, en période estivale, d'une perte non négligeable des HAP présents dans la matière particulaire prélevés sur le filtre (artefacts de volatilisation)<sup>7</sup>.

### 2.5.3. Une variabilité importante pas seulement due aux émissions

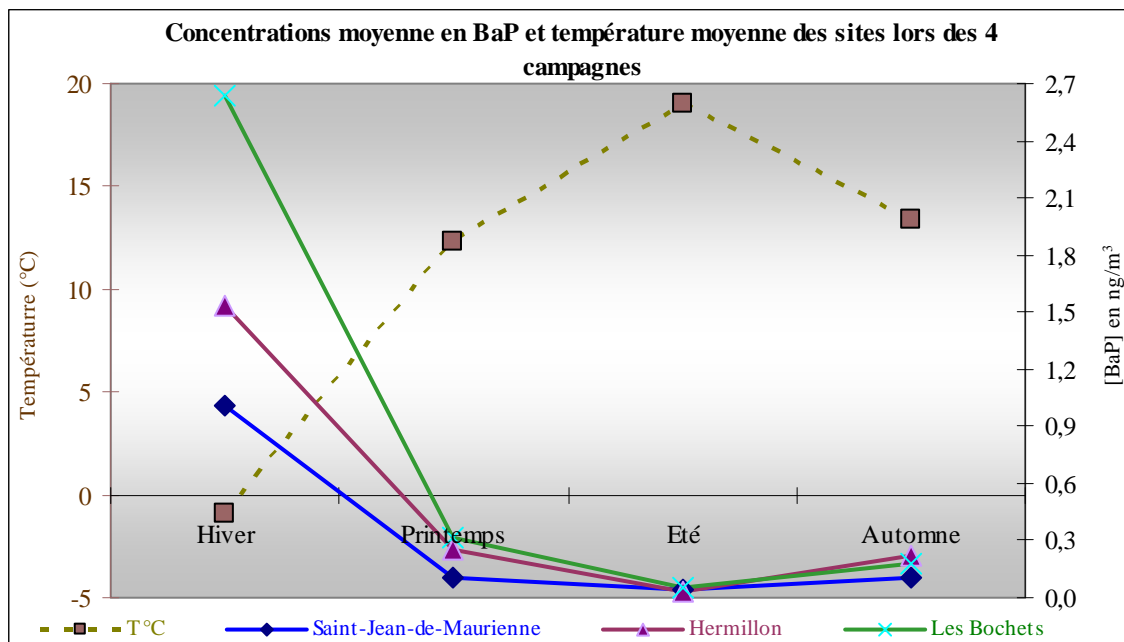
Rechercher l'origine des concentrations en HAP est délicat car tous les processus de combustion principaux (Chauffage, Industrie, Trafic) émettent des HAP sans avoir une signature propre qui permettrait

<sup>7</sup> Pour plus de détails, vous pouvez consulter l'article « Field Comparison of Particulate PAH Measurements Using a Low-Flow Denuder Device and Conventional Sampling Systems » disponible via le lien suivant : <http://pubs.acs.org/cgi-bin/abstract.cgi/esthaq/2006/40/i20/abs/es060544m.html>





leur identification de façon aisée et avec certitude. En première approche, il est intéressant de comparer les moyennes par période et par sites en BaP avec la température. Nous constatons ainsi qu'il existe bien une saisonnalité dans les concentrations comme l'indique le graphe ci-dessous :



Les conditions météorologiques semblent jouer un rôle non négligeable dans l'observation de concentrations importantes (ou pas) puisque plus la température moyenne de la campagne est faible, plus les concentrations en BaP sont fortes, et ceci quel que soit le site.

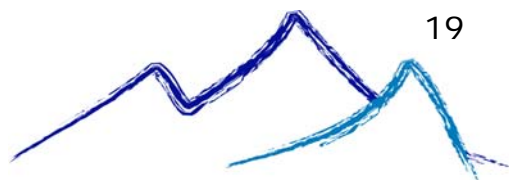
#### 2.5.4. Le rôle du facteur météorologique : le gradient thermique

Dans les vallées alpines, la météorologie doit être analysée avec les émissions pour comprendre et interpréter les variations de la pollution atmosphérique. La topographie peut limiter énormément l'influence des vents synoptiques, et la ventilation se résume la plupart du temps à des phénomènes d'origine locale (brises montantes ou descendantes). D'autre part, les périodes hivernales sont propices à une plus grande stabilité des masses d'air : cette stabilité limite le brassage de l'atmosphère en empêchant la dispersion des polluants sur le plan vertical. La stabilité atmosphérique (donc la capacité des masses d'air à se dissiper) peut-être appréhendée par le calcul du gradient thermique<sup>8</sup>. Le graphique ci-dessous montre les variations de ce gradient calculé pour la période hivernale entre les postes de mesures météorologiques de Saint-Etienne-de-Cuines (dans le fond de vallée) et la station météorologique du Centre de Recherche sur les Ecosystèmes d'Altitude<sup>9</sup> d'Albiez Montrond (en altitude) :

- L'instabilité est favorable à la dispersion verticale des polluants, et donc à une bonne qualité de l'air

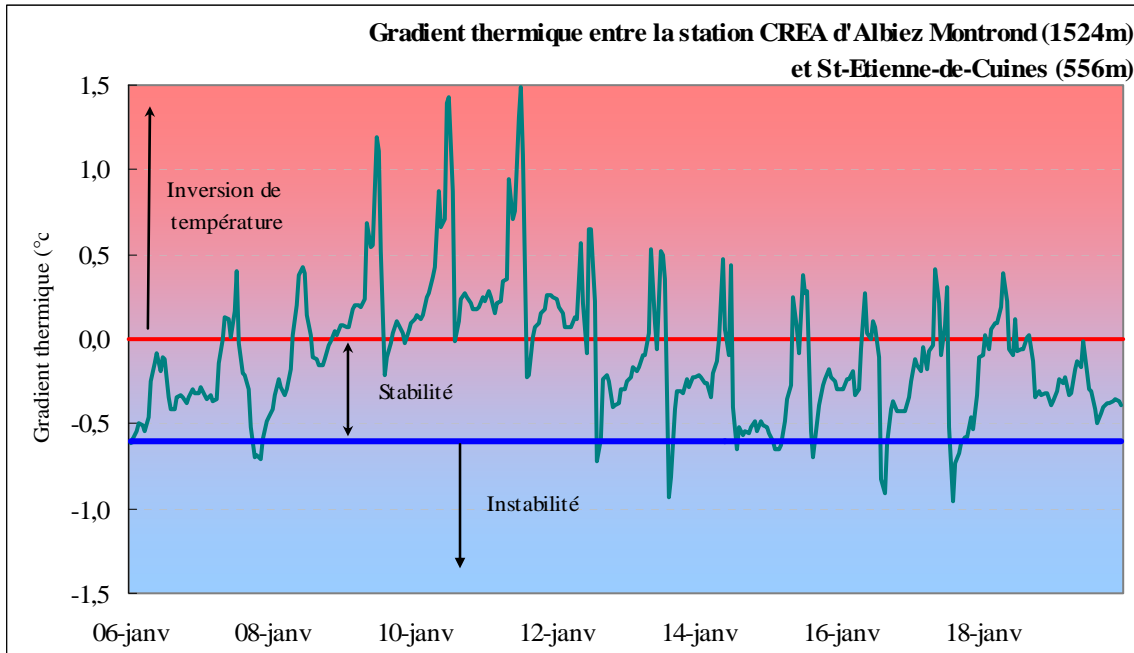
<sup>8</sup> Dans des conditions de stabilité normale ou neutre, le gradient thermique diminue de 0.65°C quand l'altitude augmente de 100m. Ce gradient calculé entre la vallée et un site d'altitude permet de distinguer les journées où le gradient thermique correspond à une phase d'instabilité de l'atmosphère (gradient inférieur à -0.65°C), de stabilité (gradient compris entre -0.65 et 0°C) ou même de stabilité absolue, donc d'inversion thermique (gradient supérieur à 0°C). Dans cette dernière situation, il fait plus chaud quand nous nous élevons en altitude donc les masses d'air restent bloquées au niveau du sol (et la pollution s'accroît).

<sup>9</sup> Pour plus de renseignements sur cette association : <http://www.crea.hautsavoie.net>

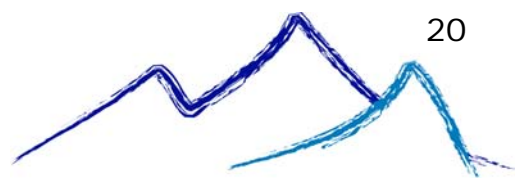
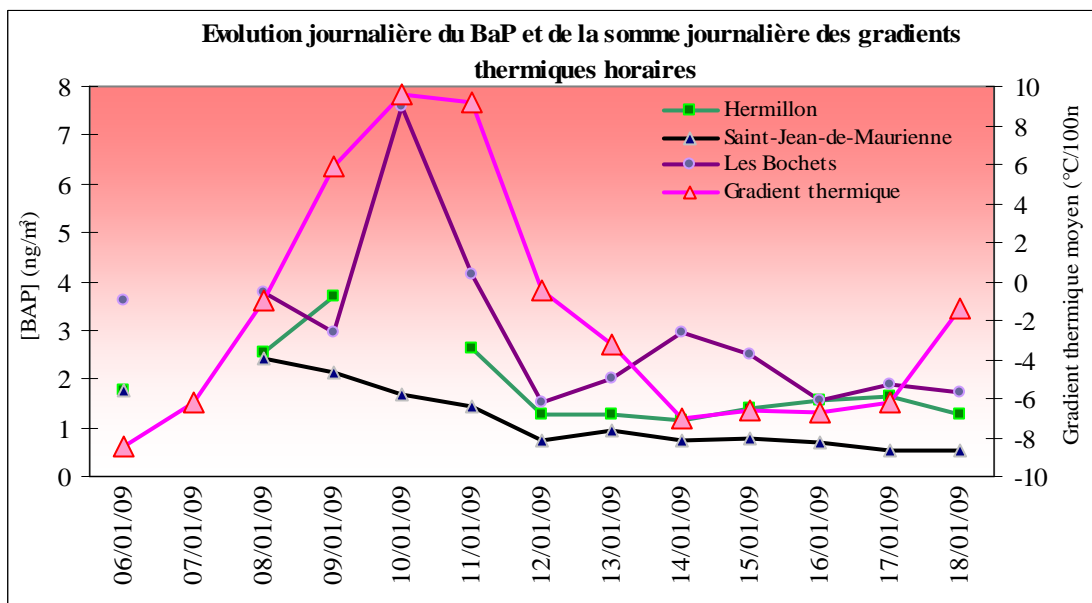




- La stabilité, et plus encore l'inversion de température, induit au contraire une mauvaise dispersion, voire un blocage des polluants dans les basses couches de l'atmosphère : il en résulte inévitablement une dégradation de la qualité de l'air.



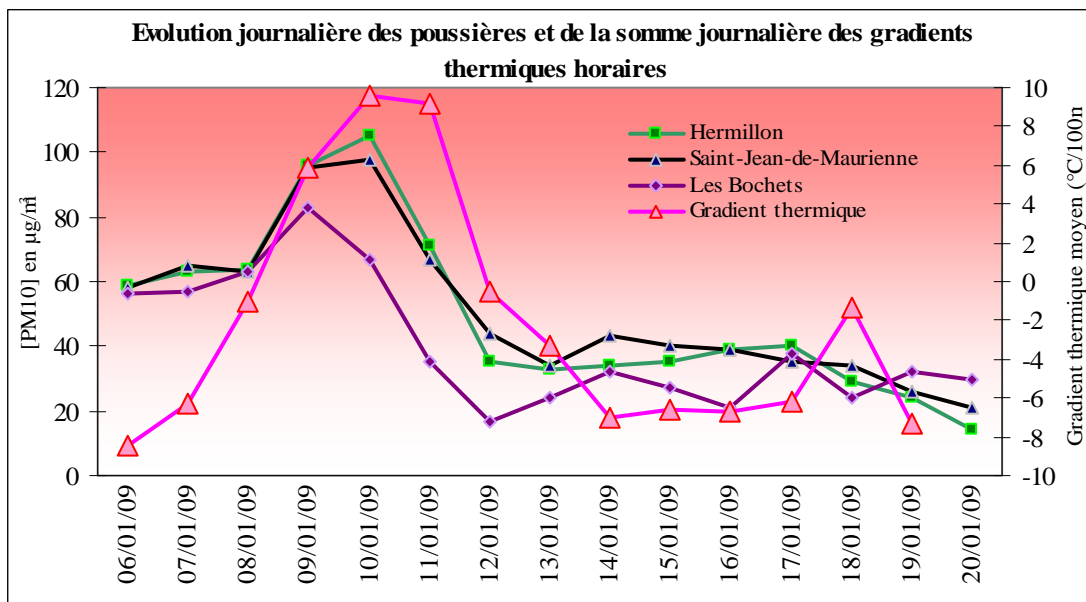
Toute la campagne hivernale a été propice à l'accumulation de la pollution et particulièrement la période du 9 au 12 janvier. Si nous faisons la somme des gradients thermiques horaires afin de pouvoir obtenir une donnée journalière, et ainsi comparer cette valeur à celle du BaP, nous obtenons le graphique suivant :







Plus la stabilité atmosphérique (symbolisée par le gradient thermique sur le graphique) est forte, plus les concentrations en BaP sont importantes. Une simulation analogue faite avec les poussières montre le même résultat :



Toutefois, ces graphiques ne doivent pas inciter le lecteur non averti à penser que ce sont les conditions météorologiques qui sont en causes. Ce facteur est aggravant mais les émissions restent dues à l'activité humaine !

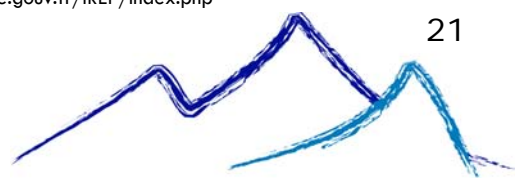
### 2.5.5. Existence d'un lien entre émissions et pollution atmosphérique ?

#### 2.5.5.1. Emissions industrielles

Dans la vallée, seul Aluminium Pechiney situé à Saint-Jean-Maurienne est recensé sur le registre français des émissions polluantes<sup>10</sup>. Ce registre est constitué des données déclarées chaque année par les exploitants. L'obligation de déclaration par les exploitants des installations industrielles est fixée (polluants concernés et seuils de déclaration) par l'arrêté du 24 décembre 2002 puis par l'arrêté du 31 janvier 2008 relatifs à la déclaration annuelle des émissions polluantes des installations classées soumises à autorisation (JO du 07 mars 2003). Il faut donc enregistrer un certain volume d'émissions pour faire partie de ce registre, ce qui veut donc dire que de nombreux « petits » émetteurs ne sont pas recensés. Il est donc difficile de pouvoir faire un lien entre émissions industrielles et pollution atmosphérique. D'autre part, il est toujours difficile de faire une corrélation entre des mesures en sortie de cheminée et les résultats enregistrés en air ambiant car :

- Les mesures n'ont pas lieu en même temps
- Les émissions sont fortement variables tout au long du process et il n'est jamais possible de faire des mesures à un moment donné de façon à pouvoir comparer différents rapports d'émissions
- Une fois expulsé dans l'atmosphère, des transformations et mélanges avec les autres sources s'opèrent de sorte qu'il est difficile de pouvoir faire des rapprochements

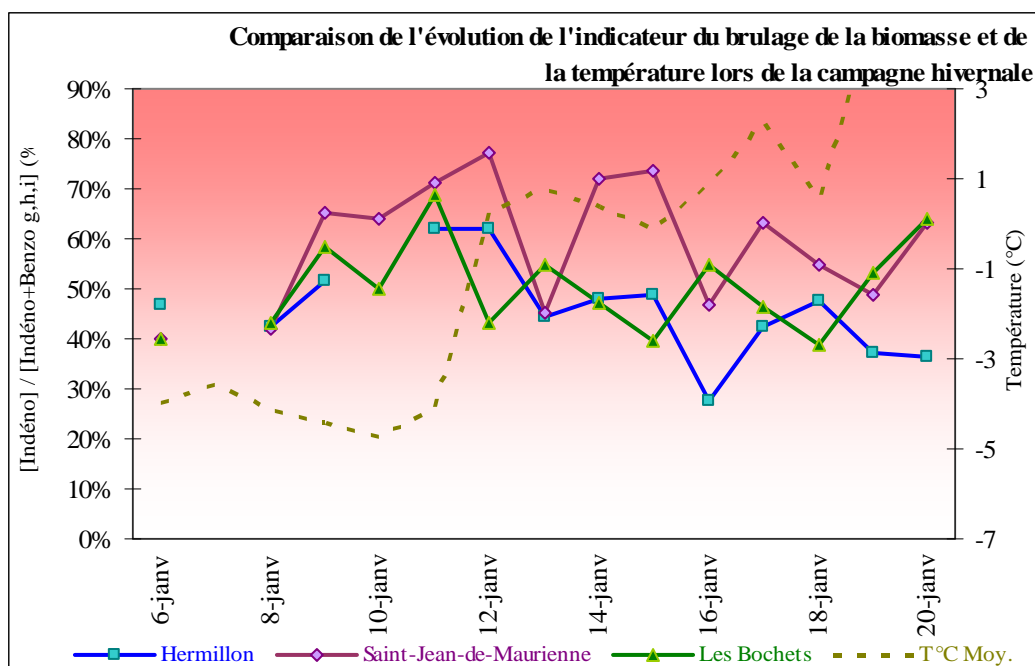
<sup>10</sup> Pour plus de renseignements, voire le site internet : <http://www.pollutionsindustrielles.ecologie.gouv.fr/IREP/index.php>





### 2.5.5.2. Brulage de la biomasse

Concernant les autres sources d'émissions potentielles, il existe dans la littérature certains rapports de HAP qui permettent de qualifier le brulage de la biomasse. Ils ne peuvent pas être considérés comme des indicateurs fiables à 100% mais il semblait malgré tout intéressant d'étudier leur évolution d'un site à l'autre. Ainsi, une valeur élevée du rapport entre l'Indéno(1,2,3-cd)pyrène et la somme de l'Indéno(1,2,3-cd)pyrène et du Benzo(g,h,i)pérylène serait représentative d'une contribution importante de la combustion du bois<sup>11</sup>. Nous avons donc calculé ce rapport pour les différents sites sur la période la plus propice à une combustion du bois, c'est-à-dire l'hiver en lien avec le chauffage.

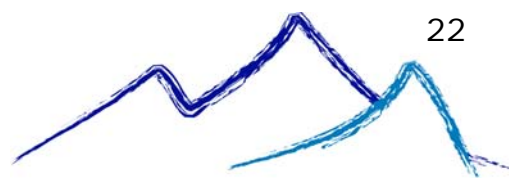


La comparaison ne met pas en valeur la présence plus importante d'émissions dues au brulage de biomasse sur un site plus qu'en autre. Il ne semble d'ailleurs pas avoir de lien particulier entre cet indicateur et la température moyenne. Seules des mesures d'un traceur bien spécifique au brulage de la biomasse (comme le Lévo-glucosan) permettraient de différencier l'importance de cette source entre les sites.

### 2.5.5.3. Emissions dues au trafic

Nous n'avons pas cherché à établir de corrélations entre le trafic dans la vallée et les concentrations en HAP. Il faut dire que les sites ne sont pas à proximité des axes importants et que toutes les tentatives de corrélation qui ont été tentées par le passé, en Maurienne comme en Tarentaise ou dans l'Arve, n'ont jamais rien donné. Pour terminer, le site trafic du boulevard Auteuil à Paris, qui enregistre 250.000 véhicules/jour (soit approximativement 25 fois plus que ce qui a été enregistré en 2009 en Maurienne !), est en dessous de la valeur cible pour le BaP. La situation de Paris n'est pas comparable à celle de la vallée de la Maurienne mais il nous semblait intéressant d'apporter cet élément de comparaison.

<sup>11</sup> Ravindra K, Sokhi R and Van Grieken R. Atmospheric polycyclic hydrocarbons : source attribution, emission factors and regulation. Atmos. Environ. 2008 ; 42, 2895-2921.





## Conclusions

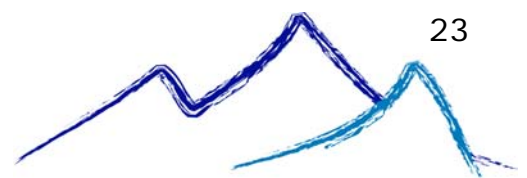
Le dioxyde d'azote n'est pas une problématique en Maurienne puisque toutes les valeurs réglementaires sont respectées sur les sites fixes depuis plus de dix ans et les différentes évaluations réalisées sur le secteur n'ont jamais montré d'inquiétudes particulières. Cette étude ne déroge pas à cette « règle ».

La surveillance du dioxyde de soufre doit par contre inciter à la vigilance dans la mesure où des pics de pollution aigus peuvent être constatés lorsque les émissions industrielles hivernales restent bloquées dans les masses d'air proches du sol bien que des concentrations soient en diminution ces dernières années. Le suivi reste nécessaire.

La situation des poussières en suspensions est semblable à celle du dioxyde de soufre. Les concentrations moyennes respectent la réglementation mais nous pouvons observer des pics de pollution aigus ayant un impact sanitaire potentiel. Le secteur de Saint-Julien-Montdenis enregistre les valeurs les plus fortes.

Il reste enfin le cas du Benzo(a)Pyrène. Au-delà du bilan réglementaire, il est important de rappeler que la directive 2004/107/CE du 15/12/2004 rappelle que « certains hydrocarbures aromatiques polycycliques sont des agents carcinogènes génotoxiques pour l'homme et qu'il n'existe pas de seuil identifiable au-dessous duquel ces substances ne présentent pas de risque pour la santé des personnes ». Les pics importants relevés en 2007 n'ont pas été reproduits lors de cette campagne de 2009. En moyenne sur les deux campagnes, les concentrations sont inférieures à la valeur cible. Si la troisième et dernière évaluation confirme celle de 2009, la Maurienne ne nécessitera donc pas de suivi continu via des mesures fixes.

Pour terminer, et comme pour toutes les vallées, le facteur météorologique joue un rôle essentiel dans l'observation de pics de pollution. Une instrumentation sérieuse de ce paramètre dans les vallées à différentes altitudes permettrait d'améliorer considérablement la qualité des prévisions de nos modèles et donc notre capacité à anticiper les pics de pollution.





## Annexes

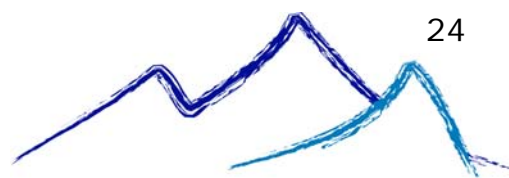
### ANNEXE 1 : LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

Les HAP constituent une classe de composés organiques probablement la plus étudiée en raison de leur caractère cancérigène et mutagène. Ce sont des molécules relativement stables constituées d'atomes de carbone et d'hydrogène organisés en cycles aromatiques accolés entre eux. Compte tenu de leur stabilité dans l'environnement et de leur toxicité, 16 d'entre eux ont été déclarés comme polluants prioritaires par l'US-EPA (Agence de Protection de l'Environnement des Etats-Unis) et par l'EEA (Agence de l'Environnement Européenne).

Composé	Classe IARC9
Naphtalène	3 (inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)
Acénaphène	-
Acénaphylène	-
Fluorène	-
Phénanthrène	3 (inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)
Anthracène	3 (inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)
Fluoranthène	3 (inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)
Pyrène	3 (inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)
Chrysène	3 (inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)
Benzo[a]anthracène	2A (cancérogène probable pour l'homme)
Benzo[b]fluoranthène	2B (cancérogène possible pour l'homme)
Benzo[k]fluoranthène	2B (cancérogène possible pour l'homme)
Benzo[a]pyrène	1 (cancérogène pour l'homme)
Benzo[e]pyrène	-
Benzo[g,h,i]pérylène	3 (inclassable quant à sa cancérogénicité pour l'homme)
Indéno[1,2,3-c,d]pyrène	2B (cancérogène possible pour l'homme)
Dibenzo[a,h]anthracène	2A (cancérogène probable pour l'homme)
RQ :	
La directive du 15/12/2004 relative aux HAP demande à chaque état membre d'évaluer sur un nombre limité de site la contribution du benzo(a)pyrène en surveillant également le Benzo[a]anthracène, le Benzo[b]fluoranthène, le Benzo[i]fluoranthène, le Benzo[k]fluoranthène, l' Indéno[1,2,3-c,d]pyrène et le Dibenzo[a,h]anthracène. Le laboratoire pouvant analyser d'autres HAP, nous avons volontairement élargi la liste afin de recueillir le maximum d'informations	

Ce sont des molécules biologiquement actives qui, une fois accumulées dans les tissus organiques se prêtent à des réactions de transformation. Les métabolites ainsi formés peuvent avoir un effet toxique plus ou moins marqué en se liant à des molécules biologiques fondamentales du corps humain et en provoquant des dysfonctionnements cellulaires. Outre leurs propriétés cancérigènes, les HAP présentent

<sup>9</sup> International Association for Research on Cancer : [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)





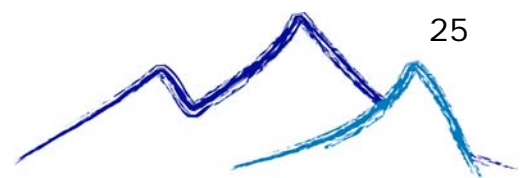
un caractère mutagène et peuvent aussi entraîner une diminution de la réponse du système immunitaire augmentant ainsi le risque d'infection.

Éléments repris essentiellement du document suivant :

[http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/12/05/88/PDF/these\\_ALBINET\\_Alexandre\\_2006.pdf](http://tel.archives-ouvertes.fr/docs/00/12/05/88/PDF/these_ALBINET_Alexandre_2006.pdf)

Pour plus de renseignements, le lecteur peut également consulter :

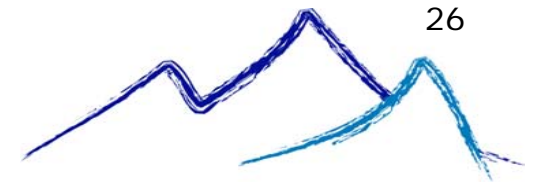
- Les fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques de l'INERIS : [http://www.ineris.fr/index.php?action=getContent&id\\_heading\\_object=3&module=cms](http://www.ineris.fr/index.php?action=getContent&id_heading_object=3&module=cms)
- ou plus sûrement le site de l'IARC : <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>





## ANNEXE 2 : ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS

Les polluants	Oxydes d'azote (NO,NO <sub>2</sub> ) :	Particules en suspension (PM10)
<b>Origines</b>	<p>Ils résultent de la réaction de l'azote et de l'oxygène de l'air qui a lieu à haute température dans les moteurs et les installations de combustion. Les <b>véhicules</b> émettent la majeure partie de cette pollution ; viennent ensuite les installations de <b>chauffage</b>.</p>	<p>Elles résultent de la combustion, de l'usure des véhicules sur la chaussée et de l'érosion. Ces poussières peuvent également véhiculer d'autres polluants comme les métaux lourds et les hydrocarbures. Les principaux émetteurs sont les <b>véhicules diesels</b>, les <b>incinérateurs</b>, certaines <b>industries</b> et <b>la combustion de la biomasse</b></p>
<b>Effets sur la santé</b>	<p>C'est un <b>gaz irritant</b> qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires, entraînant une <b>hyperréactivité bronchique</b> chez les patients asthmatiques et un accroissement de la <b>sensibilité des bronches aux infections</b> chez l'enfant.</p>	<p>Les plus grosses particules sont retenues par les voies respiratoires supérieures. Elles sont donc moins nocives pour la santé que les particules plus fines (&lt;2.5 µm de diamètre) qui pénètrent plus profondément dans l'organisme ; elles irritent alors les voies respiratoires inférieures et <b>altèrent la fonction respiratoire</b> dans l'ensemble. Certaines, selon leur nature, ont également des <b>propriétés mutagènes et cancérigènes</b>.</p>

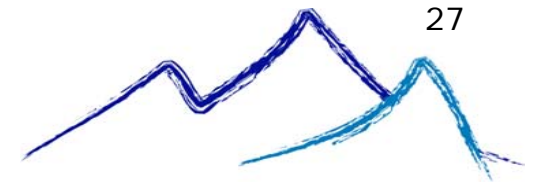






Les polluants	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) :	Benzo(a)Pyrène (B[a]P) (Voir également annexe 1)
Origines	<p>Ce gaz provient essentiellement de la combinaison du soufre, contenu dans les combustibles fossiles (charbon, fuel, gazole...), avec l'oxygène de l'air lors de leur combustion. <b>Les industries et les installations de chauffage</b> restent les principaux émetteurs. Il faut noter que ce gaz est en nette diminution depuis quelques décennies du fait de la désulfuration des différents carburants.</p>	<p>Le B(a)P appartient à la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Il a été retenu comme l'indicateur de cette famille de polluant compte tenu de sa prépondérance et de sa forte toxicité. Les HAP proviennent des processus de pyrolyse et en particulier de la combustion incomplète de matières organiques. Les principales sources sont le <b>chauffage</b> (charbon, bois, fuel), le <b>trafic routier</b> (principalement les véhicules diesel) et <b>l'industrie</b> (métallurgie, peinture, imprimerie...).</p>
Effets sur la santé	<p>C'est un <b>gaz irritant</b>. Il provoque une <b>altération de la fonction pulmonaire chez les enfants</b> et une exacerbation des <b>symptômes respiratoires aigus chez l'adulte</b> (toux, gêne respiratoire...). <b>Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles.</b></p>	<p>Les principaux HAP sont des composés <b>cancérogènes</b> et le B(a)P est l'un des plus redoutables. Outre leurs propriétés cancérigènes, les HAP présentent un <b>caractère mutagène</b>. Ils peuvent aussi entraîner une <b>diminution</b> de la réponse du <b>système immunitaire</b> augmentant ainsi les risques d'infection.<sup>10</sup></p>

<sup>10</sup> Pour information, la directive 2004/107/CE du 15/12/2004 rappelle que « certains hydrocarbures aromatiques polycycliques sont des agents carcinogènes génotoxiques pour l'homme et qu'il n'existe pas de seuil identifiable au-dessous duquel ces substances ne présentent pas de risque pour la santé des personnes ». Le BaP a été reconnu comme cancérogène (B DOORNAERT et A. PICHARD, Institut National de l'environnement industriel et des risques (INERIS), 2003, p 3 et 5)...





**L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie**

Savoie Technolac - BP 339  
73377 LE BOURGET DU LAC Cedex

Tél. 04.79.69.05.43. - Fax. 04.79.62.64.59.  
e-mail: [air-aps@atmo-rhonealpes.org](mailto:air-aps@atmo-rhonealpes.org)

Membre de

