



Mesures de H.A.P. dans la vallée de la Tarentaise

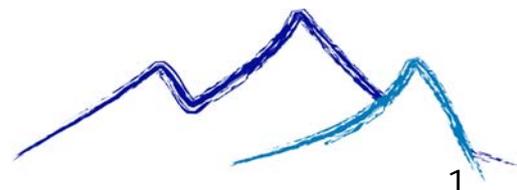


L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie

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

Tél. 04.79.69.05.43 - Fax. 04.79.62.64.59 -

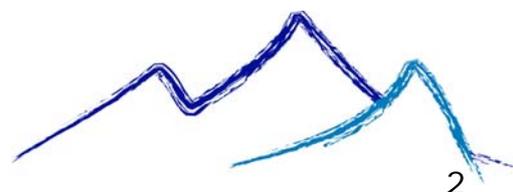
e-mail: air-aps@atmo-rhonealpes.org





Sommaire

Introduction	3
1- Méthodologie de l'étude	4
1.1. Le contexte	4
1.2. Les périodes de mesures	4
1.3. Les polluants prospectés	5
1.4. Le bilan des émissions	5
1.5. Le choix des sites et leur emplacement	6
1.6. La réglementation	8
1.6.1. Les valeurs réglementaires	8
2-L'analyse des conditions météorologiques	10
3- Résultats	12
3.1. Dioxyde de soufre (SO ₂)	12
3.2. Dioxyde d'azote (NO ₂)	14
3.3. Poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10)	16
3.4. Poussières en suspensions inférieures à 2,5 microns (PM2.5)	19
3.5. Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)	21
3.5.1. Réglementation et seuil d'évaluation	21
3.5.2. La variabilité des concentrations	22
3.5.3. Pourquoi des valeurs aussi importantes en HAP dans les vallées	23
3.5.3.1 Une variabilité importante pas seulement due aux émissions	23
3.5.3.2 Analyse de la direction des vents	24
3.5.3.3 Existence d'un lien entre émissions et pollution atmosphérique ?	25
Conclusions	30
Annexes	32
Annexe 1 : PRINCIPES GENERAUX DU CALCUL DES EMISSIONS	32
Annexe 2 : LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)	34
Annexe 3 : ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS	36
Annexe 4 : LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES	38
Période hivernale	38
Période hivernale après arrêt	39
Période printanière	40
Période estivale	41
Période automnale	43
Annexe 5 : EVOLUTION MOYENNE DES CONCENTRATIONS	45
Annexe 6 : EVOLUTION JOURNALIERE DES CONCENTRATIONS EN HAP ET DU TRAFIC	46





Introduction

Les zones de vallées sont des milieux particulièrement sensibles à la pollution parce qu'elles concentrent, dans un espace plus étroit qu'en plaine, toutes les activités humaines et les émissions qui en résultent (industries, chauffage et trafic routier). La météorologie est également un acteur important de l'évolution de la qualité de l'air. En contraignant la dispersion atmosphérique, notamment en hiver, les inversions thermiques favorisent encore un peu plus l'accumulation des polluants. Les pics de pollution en particules enregistrés lors des derniers hivers ne sont que le reflet de cette problématique et doivent faire prendre conscience à chacun de la fragilité de ces zones.

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.

Les mesures effectuées en Maurienne¹ puis dans l'Arve² les années précédentes ont confirmé la sensibilité des zones montagneuses aux HAP puisque la valeur cible n'a pas été respectée dans les deux cas. Il était donc intéressant de prospecter la vallée de la Tarentaise d'autant plus que des mesures préliminaires faites en 2002³ avait déjà révélé la sensibilité de cette zone aux HAP et aux poussières dans une moindre mesure. Enfin, dans le cadre du suivi industriel effectué par les services de l'état, la Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement (DREAL) a demandé des mesures dans l'environnement à l'entreprise Carbone Savoie.

L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie (Air-APS) a donc réalisé des campagnes de mesures aux différentes saisons en 2009 concernant les polluants réglementés. Les objectifs de cette étude sont :

- D'évaluer les concentrations des polluants mesurés et leur éventuel impact sur la santé des personnes dans le respect des articles⁴ 1 et 4 de la loi sur l'air de 1996.
- De déterminer, dans la mesure du possible, l'origine des variations de concentration en HAP,
- De 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)⁵.
- D'effectuer les mesures en air ambiant de l'entreprise Carbone Savoie demandé par la DREAL

¹ Rapport disponible sur notre site Internet :

http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/Media/voir/mesures_dhydrocarbures_aromatiques_polycycliques_hap_en_maurienne

² Rapport disponible sur notre site Internet : http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/media/voir/mesures_de_hap_dans_la_vallee_de_larve

³ Rapport disponible sur notre site Internet : http://transalpair.eu/publication/123-2003_tarentaise2001-2002.pdf

⁴ 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. ».





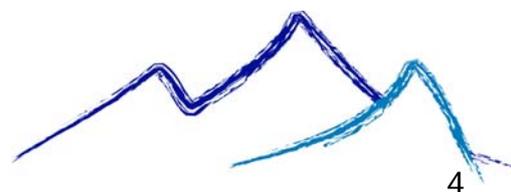
1- Méthodologie de l'étude

1.1. Le contexte

La société Carbone Savoie, spécialisée dans la fabrication des cathodes en carbone et graphite, exploite le site de Notre Dame de Briançon depuis 1897. Les installations relèvent d'un arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter du 09/06/1999. Une actualisation de la situation administrative est en cours d'instruction pour prendre en compte les évolutions du site. Cette mise à jour passe par la réalisation d'un dossier de demande d'autorisation d'exploiter dans lequel est réalisée une étude d'impact. Celle-ci comprend une caractérisation des risques sanitaires liés aux émissions de l'usine dont l'objectif est d'estimer les risques encourus par les populations environnantes. En complément de la modélisation utilisée dans le cadre de cette étude, la DREAL a demandé à l'industriel de faire des mesures en air ambiant. Air-APS étant intéressé pour évaluer la qualité de l'air en Tarentaise, nous nous sommes rapprochés de l'industriel pour la réalisation de ces mesures.

1.2. 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), il est nécessaire de mettre en œuvre 4 campagnes d'une durée de 15 jours aux différentes saisons. Toutefois, les difficultés économiques de l'année 2009 ont contraint l'usine Carbone Savoie à stopper l'activité du four le plus émetteur en HAP (appelé four n°11) dans le courant du mois de février. Compte tenu que nous avons déjà réalisé la campagne hivernale (en janvier), nous avons décidé de renouveler cette campagne hivernale en hiver juste après l'arrêt du four afin de pouvoir comparer les deux périodes hivernales (avec et sans le four en fonctionnement) mais également pour pouvoir faire une moyenne annuelle en HAP avec l'activité de l'usine en veille. La reprise espérée les années d'après permettra alors de comparer l'évolution des concentrations en polluants, et notamment en HAP, entre une usine en fonctionnement normal et en fonctionnement limité.





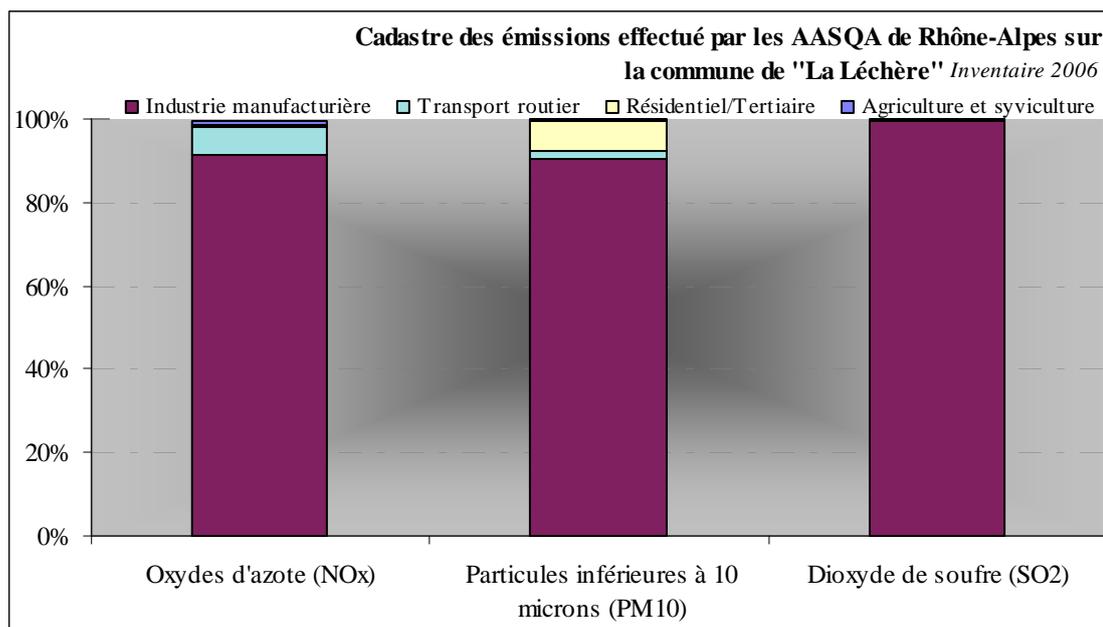
1.3. Les polluants prospectés

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

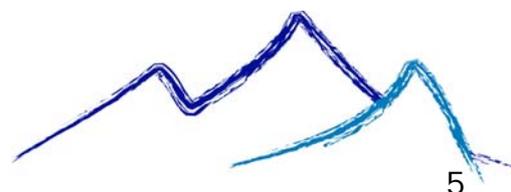
- Du dioxyde de soufre
- Des poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10)
- Des poussières en suspensions inférieures à 2.5 microns (PM2.5)
- Des HAP
- Du dioxyde d'azote (NO₂)
- De l'ozone (O₃)

1.4. 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 sur la commune de La Léchère.



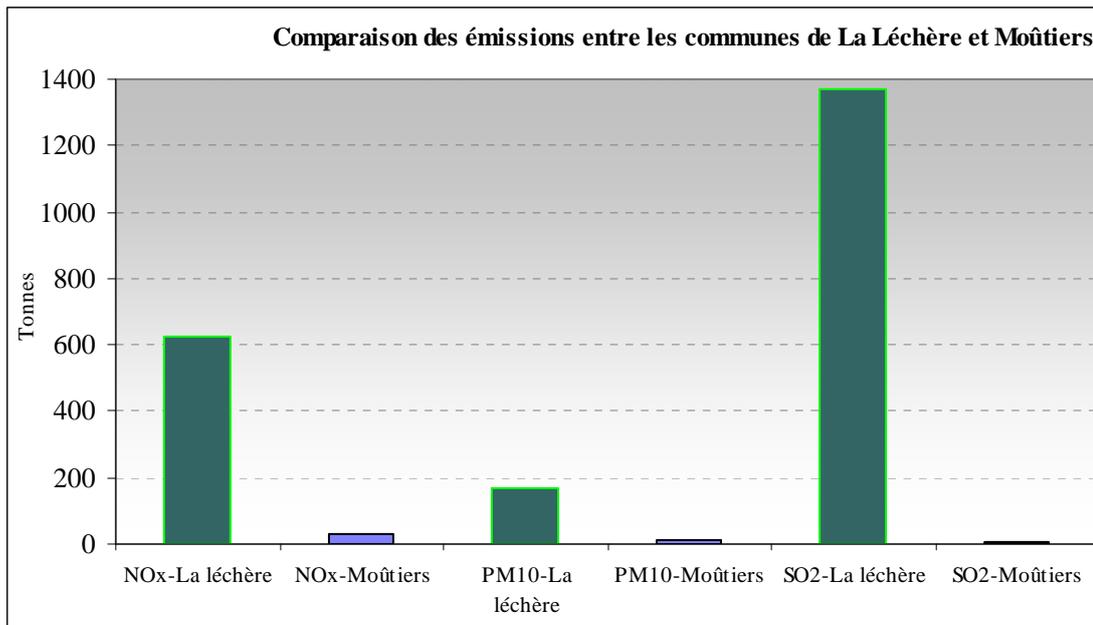
La méthodologie ayant permis d'élaborer ce bilan des émissions est décrite en annexe 1. Ce bilan met en valeur la part prépondérante du secteur industrielle (ce bilan prend en compte les émissions de toutes les entreprises comme indiqué en annexe 1). Comme tout inventaire des émissions, il a été réalisé 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 de l'incertitude actuelle pour





quantifier ces émissions, nous avons préféré ne pas distinguer la part des différentes sources (résidentiel, industriel, trafic et donc combustion de la biomasse).

Le graphique ci-dessous, comparant les émissions toutes sources confondues sur les communes de Moûtiers et La Léchère, met bien en valeur l'impact industriel sur les émissions polluantes.



1.5. Le choix des sites et leur emplacement

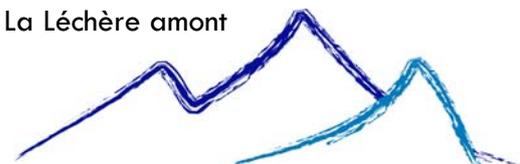
Compte tenu du contexte de vallée, où les masses d'air sont donc canalisées par les massifs, il est important de posséder un site en amont et en aval de la zone industrielle afin de pouvoir quantifier l'impact des activités industrielles quel que soit le sens des vents. Puisque l'activité des industries semble être importante sur les émissions, un site a également été instrumenté sur Moûtiers pouvant être qualifié hors « d'influence des émissions industrielles ». Pour information, et dans le cadre d'une autre étude, un moyen d'étude a également été implanté sur Bourg-Saint-Maurice durant toute l'année 2009 pour suivre les oxydes d'azote, les poussières en suspensions inférieures à 10 microns et l'ozone.

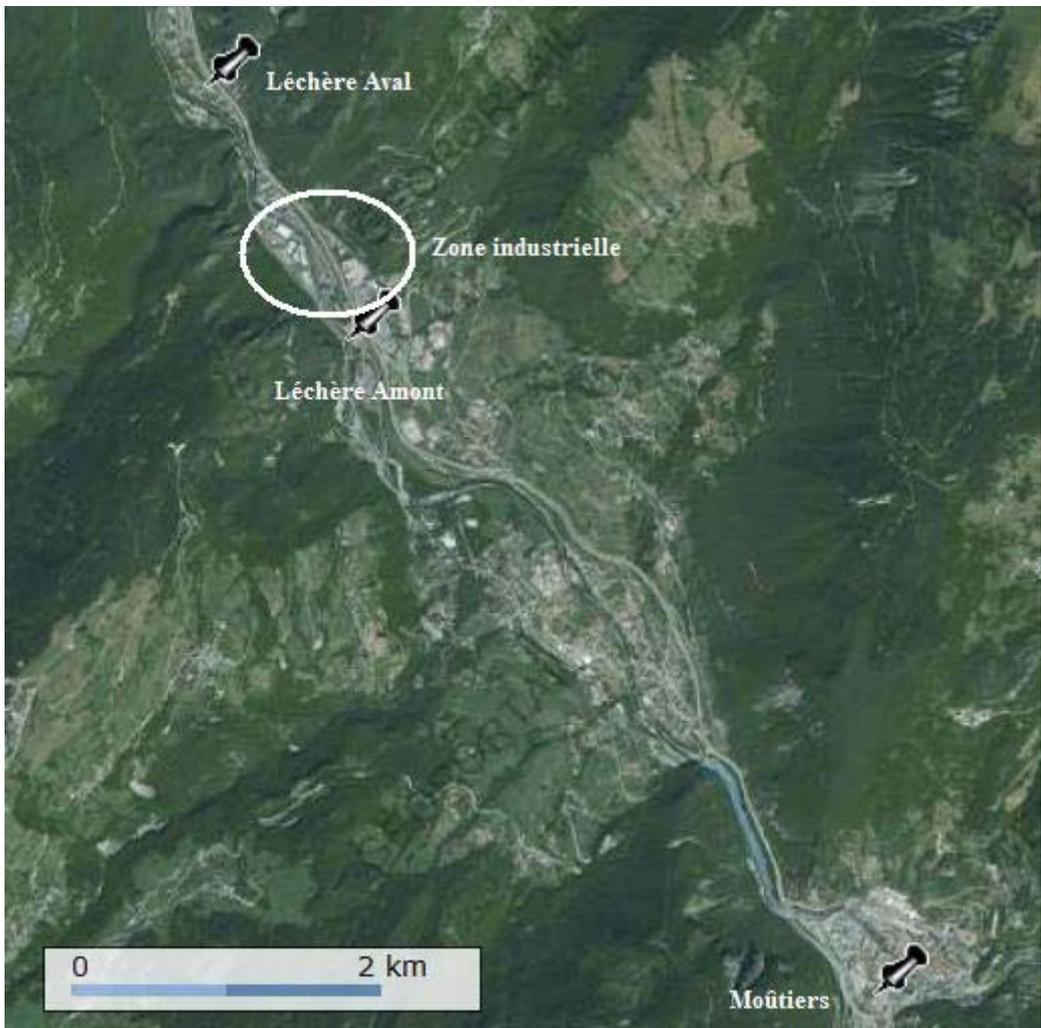


La Léchère aval

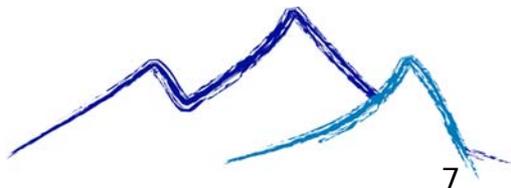


La Léchère amont





Moûtiers



1.6. La réglementation

1.6.1. 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 (arrêté inter-préfectoral régional relatif au dispositif de communication du 5/7/2006) 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 (2008/50/CE du 21/5/2008 concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe) 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 ci-dessous reprend les principales valeurs réglementaires :

	Normes	Moyenne de la référence réglementaire	Valeurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dioxyde d'azote	Objectif qualité	Moyenne annuelle	40
	Valeur limite en 2010		
	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		30
	Valeur limite	Moyenne journalière	50 (35 dépassements autorisés)
		Moyenne annuelle	40
Dioxyde de soufre	Objectif de qualité		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 ng/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 2 pour plus de renseignements).



1.6.2. 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.

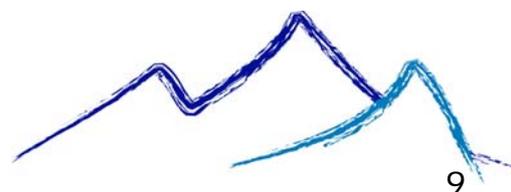
En dessous du seuil d'évaluation minimal, seules les techniques de modélisation ou d'estimation objective peuvent être employées pour évaluer la qualité de l'air.

	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	75	50	0,6.10 ⁻³	0,4.10 ⁻³	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	

1.6.3. Origines et effets des polluants sur la santé

Voir annexe 3.

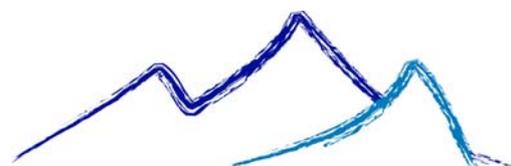




2-L'analyse des conditions météorologiques

Avec les émissions, la météorologie représente un élément essentiel pour comprendre, et donc essayer d'expliquer, les variations de concentrations. Compte tenu que les polluants d'intérêt de cette étude sont sur un pas de temps journalier (les HAP) ou horaire mais avec un moyenne glissante sur plusieurs heures (les poussières), la comparaison horaire entre données de concentrations et météorologiques n'a pas de sens. De plus, nous sommes en vallée et sur une journée nous avons donc généralement des vents parfaitement contraires (soit montant ou descendant) car guidés par les ascendances thermiques induites par le rayonnement solaire. Des roses de vents sur une période, voire une journée, ne peuvent donc pas constituer une aide à l'interprétation des données de concentration. L'annexe 4 synthétise les données météorologiques journalières les plus propices à l'interprétation des données dont voici quelques enseignements:

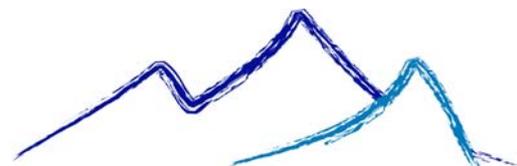
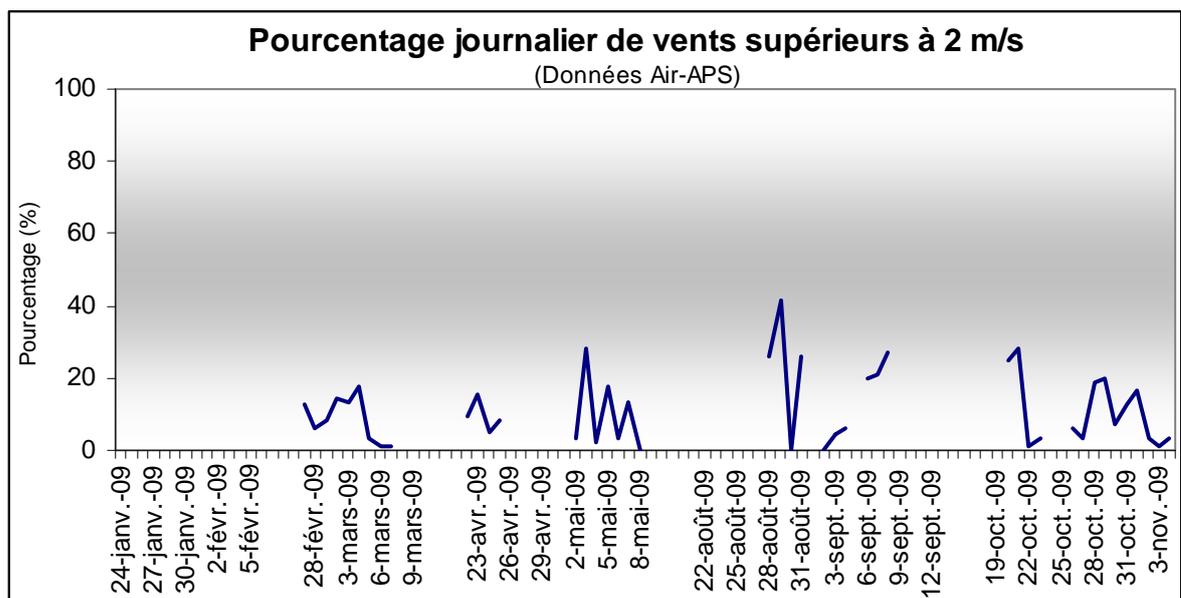
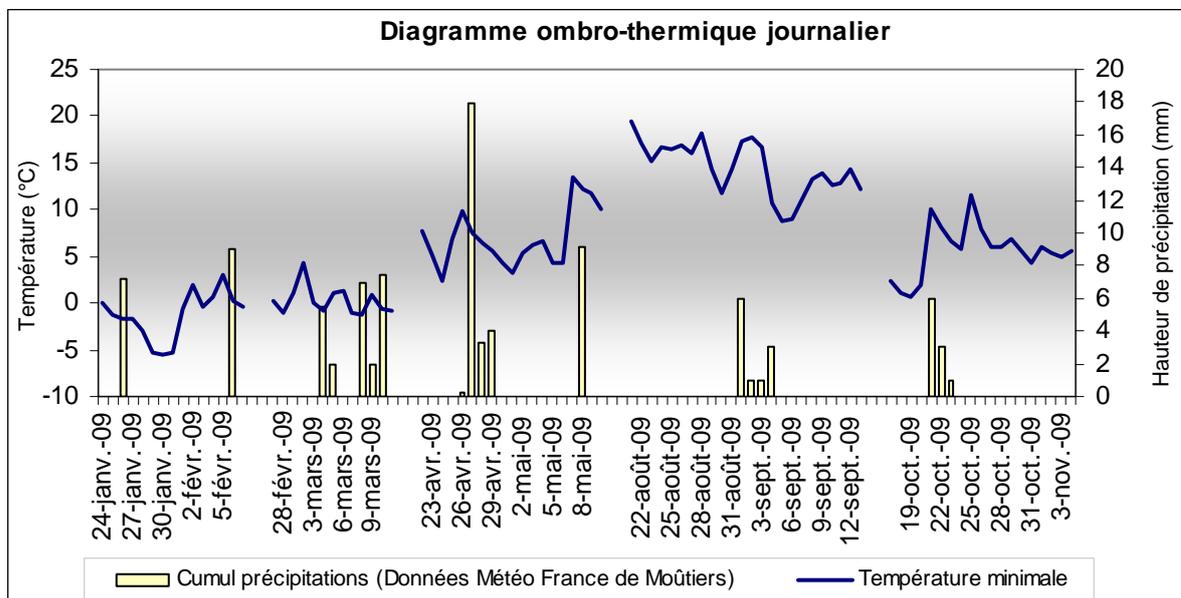
- Période hivernale de janvier et février
 - Début et fin de période perturbée donc peu propice à l'accumulation de la pollution
 - Nous n'avons pas enregistré une période anticyclonique stable sur plusieurs jours comme nous pouvons le rencontrer régulièrement à cette période dans nos régions de montagne. Les concentrations maximales n'ont donc certainement pas été observées lors de ces mesures
 - L'analyse de la stabilité atmosphérique via le calcul du gradient thermique montre toutefois une période d'inversion du 29 au 31 janvier. Du point de vu météorologique, il s'agit donc d'une période favorable pour l'observation de fortes concentrations.
- Période hivernale de février et mars (après l'arrêt du four 11 de Carbone Savoie)
 - Précipitation en fin de période
 - Comme pour la période hivernale précédente, nous n'avons pas enregistré une période anticyclonique stable sur plusieurs jours. Il n'y a eu d'ailleurs pratiquement aucune inversion de température si ce n'est le 28 février. Par conséquent, les concentrations maximales auxquelles on peut s'attendre à cette période de l'année n'ont donc certainement pas été observées lors de cette deuxième campagne
- Période printanière d'avril à mai
 - Période de mesure caractéristique de la saison que nous cherchions à caractériser avec des jours de pluies, de vents ou de temps maussade...Temps propice donc à une bonne dispersion atmosphérique
 - Le début de mois de mai a été bien ensoleillé et sec ce qui a permis d'observer quelques périodes d'inversion le matin ou le soir notamment les 3 et 7 mai
- Période estivale d'août et septembre
 - L'été 2009 sec et très ensoleillé n'est pas forcément bien représenté par ces mesures. Toutefois, la période reste bien caractéristique d'une saison estivale.
- Période automnale d'octobre et début novembre





- Mesures bien caractéristiques de la saison car pluies et soleil se sont alternés avec une période ensoleillée et sèche entre le 27 octobre et le 1er novembre qui a contribué à la stabilisation des masses d'air.

D'une façon générale, le pourcentage de vents par classe de direction (montante ou descendante) est très variable d'une campagne à l'autre et d'un jour à l'autre. Ce paramètre météorologique n'a certainement pas livré tous ces secrets. Toutefois, des moyens supplémentaires seraient nécessaires pour pouvoir tirer des enseignements compte tenu de la spécificité des vents en vallée qui peuvent être différents d'un site à l'autre même proche et d'une altitude à une autre (entre les premiers mètres et à une hauteur faible comme une vingtaine de mètres par exemple). A titre d'information, les graphiques ci-dessous reprennent les principaux paramètres météorologiques.





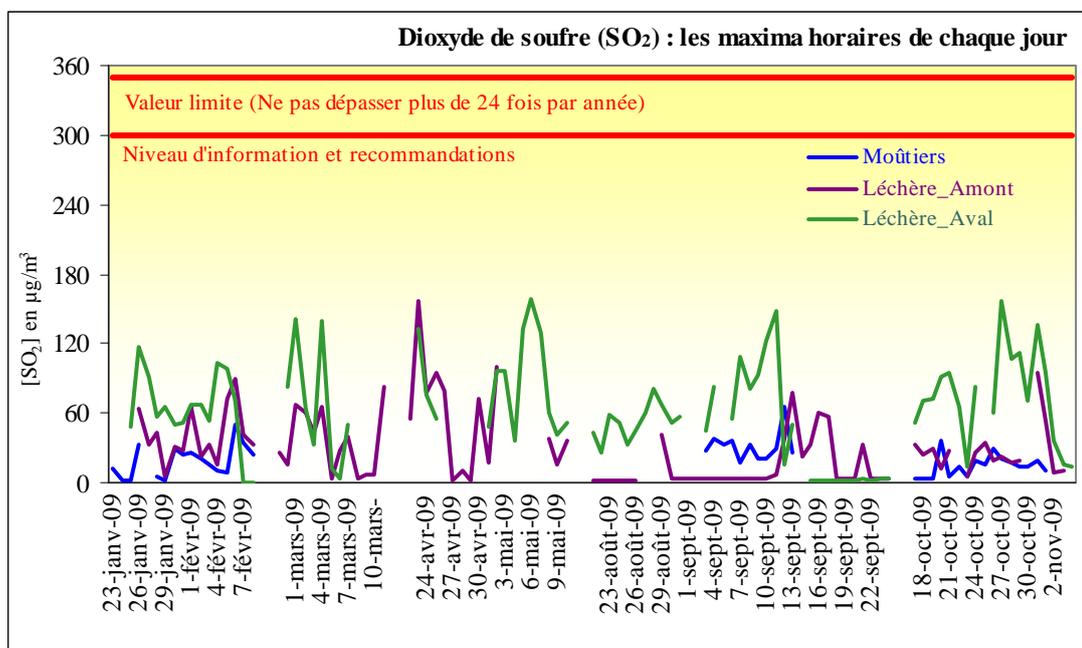
3- Résultats

3.1. Dioxyde de soufre (SO₂)

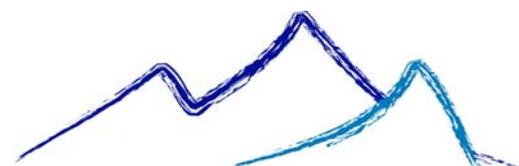
Depuis la désulfuration des carburants, les concentrations en dioxyde de soufre dans l'atmosphère ont fortement diminué. Nous avons d'ailleurs arrêté en 2004 la mesure en continu de ce polluant sur la grande majorité de nos stations fixes suite à plusieurs années de données très faibles. Ce polluant n'est donc désormais suivi en France plus qu'à proximité des zones industrielles qui sont les principales sources d'émissions.

Compte tenu du milieu sensible que constitue une vallée de montagne, où la dispersion peut être fortement amoindrie, il est nécessaire plus qu'ailleurs de s'assurer du respect des valeurs réglementaires à partir du moment où des sources d'émissions en dioxyde de soufre sont présentes.

Les concentrations relevées lors des 5 périodes ont toutes respectées le niveau d'information et de recommandations et la valeur limite. Il faut toutefois noter que le niveau de fond est non négligeable pour ce polluant, en particulier sur le site « Léchère_Aval » qui enregistre des concentrations moyennes 3 à 4 fois supérieures au site « Léchère_Amont » : des pics ponctuels ne sont pas à exclure lors de conditions météorologiques anticycloniques. Cependant, le risque de dépassement, en période hivernale, est à nuancer au regard des émissions industrielles sur l'ensemble de la zone moins importantes à cette époque. En effet, même si les émissions de Carbone Savoie sont constantes, il existe d'autres industriels émetteurs de dioxyde de soufre qui ont des émissions moins importantes en hiver au moment où le coût de l'énergie est le plus cher. Moûtiers est un peu plus en recul.

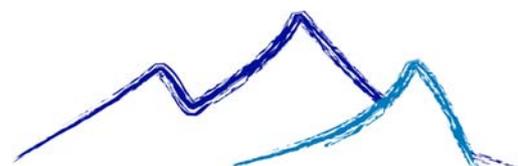
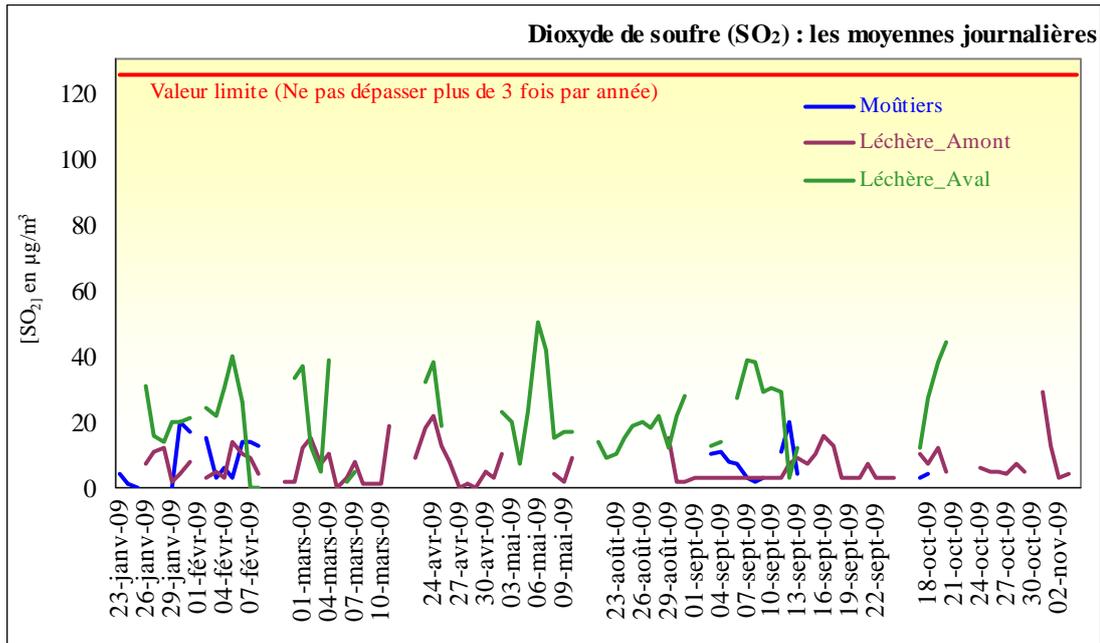


L'évolution journalière des données n'apporte pas d'informations supplémentaires. Les concentrations moyennes sont inférieures à la réglementation. Toutefois, si on se base sur notre expérience dans le suivi de ce polluant, les niveaux peuvent être considérés comme





significatifs (car ils avoisinent plus souvent zéro dans les autres secteurs surveillés). De plus, ce polluant a la caractéristique d'enregistrer une forte variabilité en fonction des conditions d'émissions. Enfin, nous sommes dans un contexte de vallées avec des conditions météorologiques qui peuvent fortement contraindre les polluants d'un jour sur l'autre. Par conséquent, ces premières mesures doivent inciter à la vigilance.

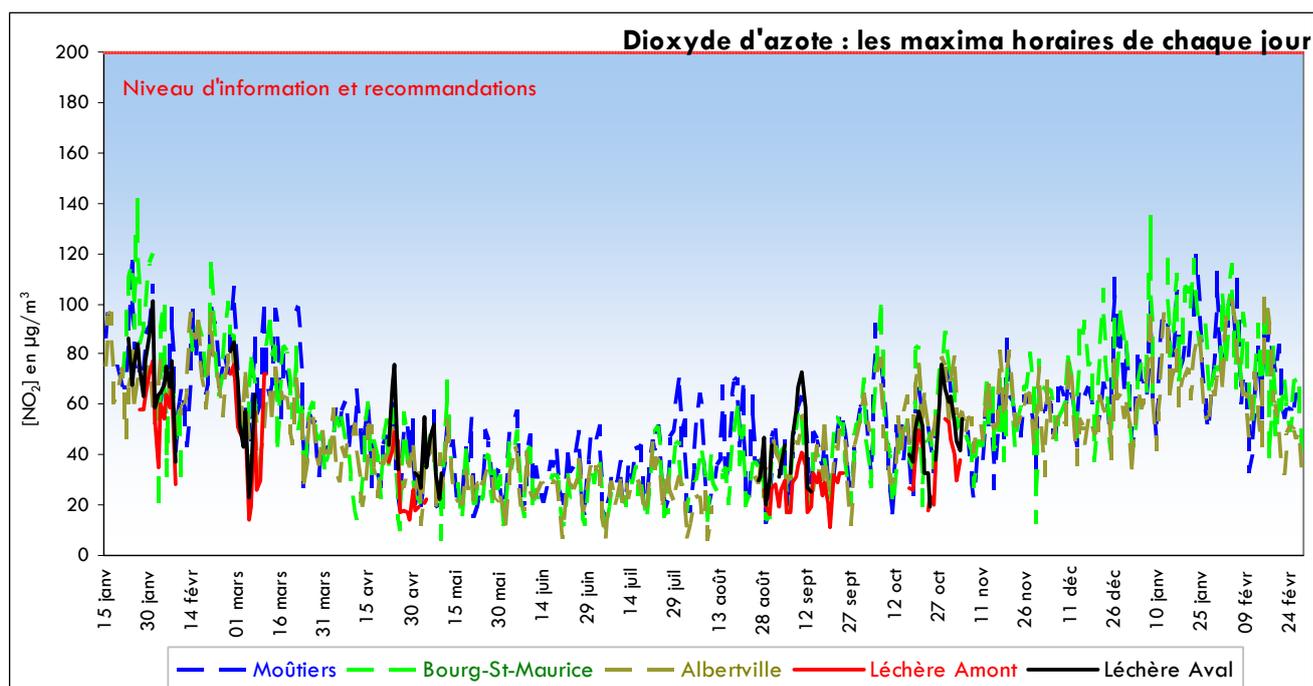




3.2. Dioxyde d'azote (NO₂)

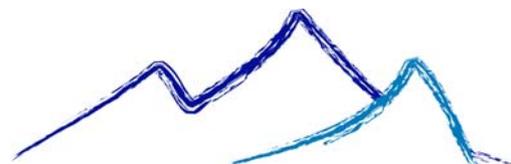
La visualisation graphique des 5 séries de mesures effectuées sur les 5 sites instrumentés en Tarentaise en 2009 met en valeur une situation assez homogène. Bourg-Saint-Maurice a enregistré la valeur maximale lors de la période hivernale avec une valeur de 142 µg/m³, mais sans que celle-ci soit exceptionnelle par rapport aux autres sites. Malgré les variations importantes des quantités d'oxydes d'azote émises sur le secteur, nous constatons que le facteur météorologique est le principal pilote de l'évolution de ce polluant dans la vallée. Les sites d'étude sont situés au cœur de la vallée ; la dispersion y est moins efficace et le phénomène d'inversion thermique qui bloque les masses d'air au raz du sol est beaucoup plus prononcé que sur la cluse d'Albertville.

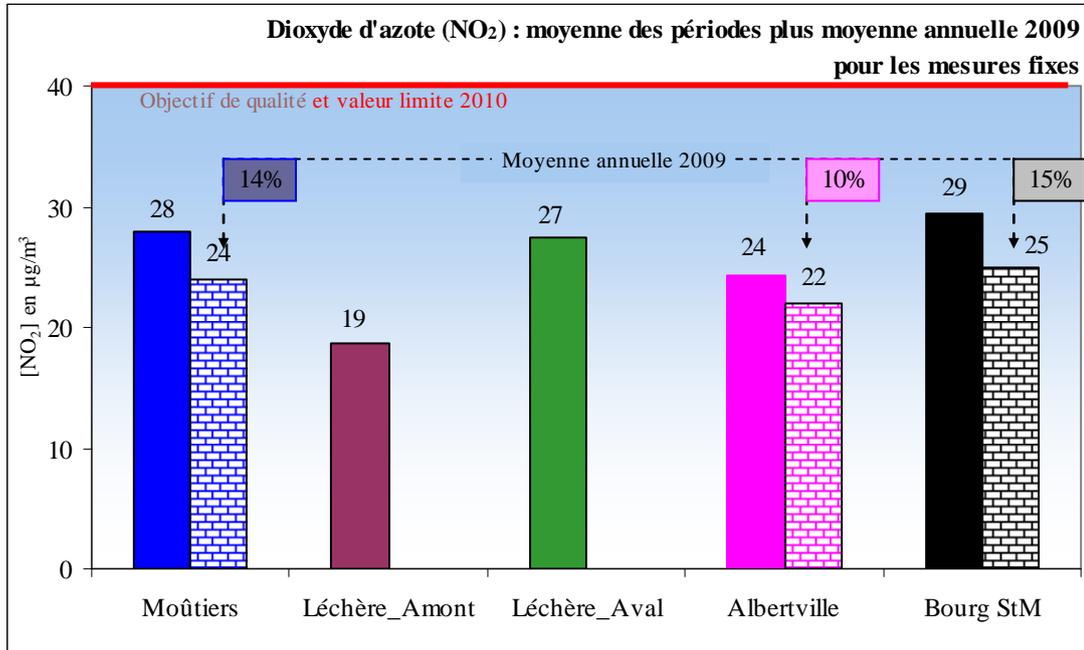
Les valeurs réglementaires ont été respectées. Compte tenu que le maxima en dioxyde d'azote observé sur les stations mesurant en continu en 2009 (Albertville, Moûtiers et Bourg-St-Maurice) a eu lieu lors de la première période hivernale sur la Léchère, les mesures obtenues lors de l'étude peuvent être considérées comme représentatives des valeurs hautes pour l'année 2009. Un dépassement du niveau d'information et de recommandations dans l'avenir est peu probable mais ne peut pas être exclu.



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 mesures. Pour pouvoir juger de la bonne représentativité de cet échantillonnage, nous allons utiliser les sites fixes (Albertville, Moûtiers, Bourg-Saint-Maurice). Le principe est simple :

- Calcul de la moyenne annuelle sur un an de mesure sur ces sites (24 µg/m³ à Moûtiers, 25 µg/m³ à Bourg-Saint-Maurice et 22 µg/m³ à Albertville)
- Calcul de la moyenne lors des campagnes de mesure pour ces mêmes sites (28 µg/m³ à Moûtiers, 29 µg/m³ Bourg-Saint-Maurice et 24 µg/m³ à Albertville)
- Estimation possible du biais sur un site par comparaison des 2 moyennes précédemment calculées

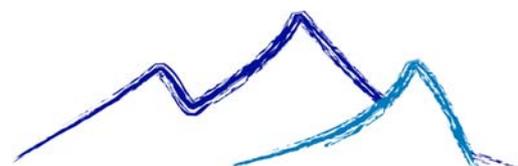




L'échantillonnage réalisé semble indiquer une surestimation. Le coefficient est variable selon le secteur puisqu'il est de 10% à Albertville, 14% sur Moûtiers et 15% sur Bourg-Saint-Maurice. Toutefois, compte tenu des concentrations observées qui sont déjà 30% en dessous de l'objectif de qualité (qui sera une valeur limite en 2010), il semble que cette valeur réglementaire soit en mesure d'être respectée à l'échelle de la Tarentaise.

Remarque

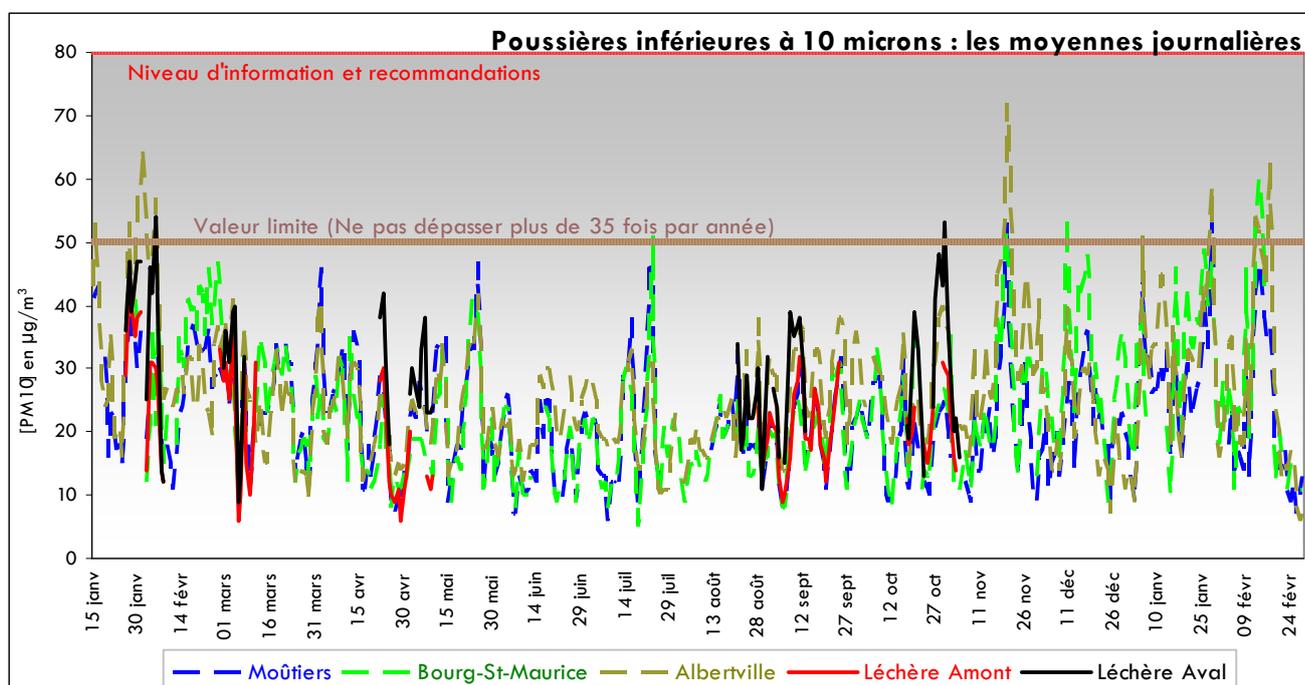
Le dispositif national d'étalonnage, mis en œuvre dans le cadre du Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air, permet de se conformer aux exigences réglementaires d'incertitudes de 15% pour les mesures fixes et de 25% pour les mesures indicatives (c'est-à-dire les études).





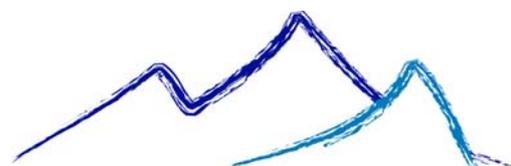
3.3. Poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10)

Les plus de 10 ans d'expérience de l'association et les nombreux programmes menés dans les vallées alpines, dont POVA¹, 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 tarentaise en 2009 n'a pas montré de situation aussi extrême en comparaison à d'autres vallées. Le niveau d'information et de recommandations (et à fortiori le niveau d'alerte) n'a pas été atteint comme l'indique la visualisation graphique ci-contre.



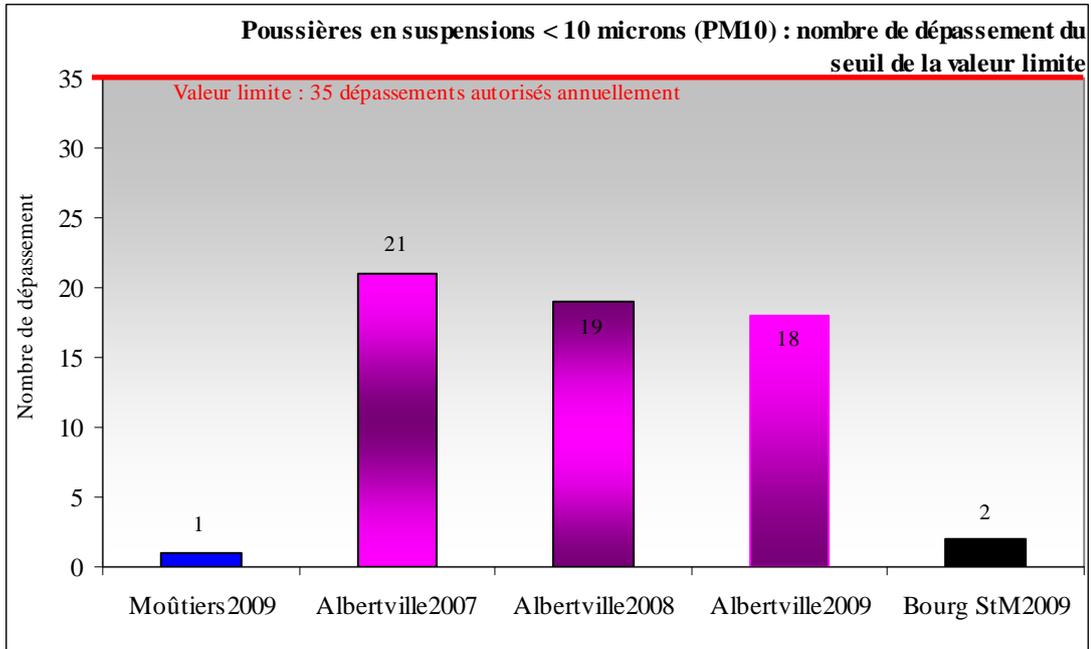
Au regard des données acquises sur l'ensemble de l'année à Albertville, Moutiers ou Bourg-St-Maurice, il semble que la période d'étude hivernale soit bien représentative des concentrations fortes qui peuvent être enregistrées sur le secteur. Il faut toutefois resté prudent dans cette interprétation puisque les concentrations en poussières sur La Léchère reste dépendantes des émissions du secteur industriel qui sont naturellement variables et qui n'affectent peu ou pas les stations d'Albertville, Moûtiers ou Bourg-St-Maurice prises comme référence annuelle. Le seuil de la valeur limite a été dépassé à deux reprises sur le site aval de La Léchère ; 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 d'Albertville sur les

⁵ Rapport disponible sur notre site Internet : http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/media/voir/pova_paroles_dexperts_sur_lair_pur_des_alpes

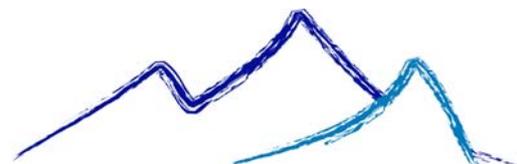


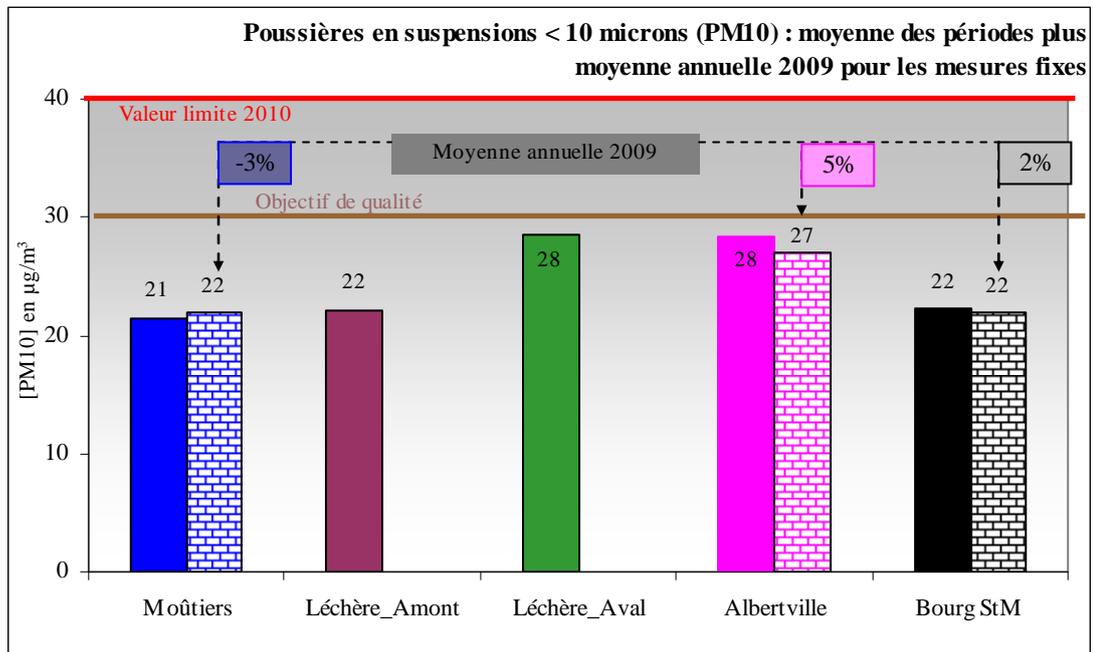


dernières années par rapport à cette valeur limite afin de pouvoir ce faire un avis sur la potentialité des sites à respecter ou non la référence réglementaire.

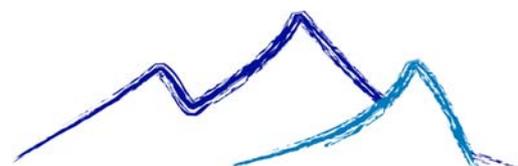


Albertville reste très en dessous des 35 dépassements autorisés et les sites de Moûtiers et Bourg-Saint-Maurice, au regard de l'année 2009, semblent être encore moins affectés par ce polluant. Le risque de dépassement de la valeur limite semble donc faible pour ces trois sites. Il reste la situation des sites d'études de La Léchère, et notamment le site aval, pour lequel il est difficile de se prononcer. Nous constaterons simplement qu'il peut enregistrer des valeurs plus fortes que le site d'Albertville et qu'il observe une variabilité importante. Seules des mesures continues permettraient de statuer sur le respect de cette valeur réglementaire.





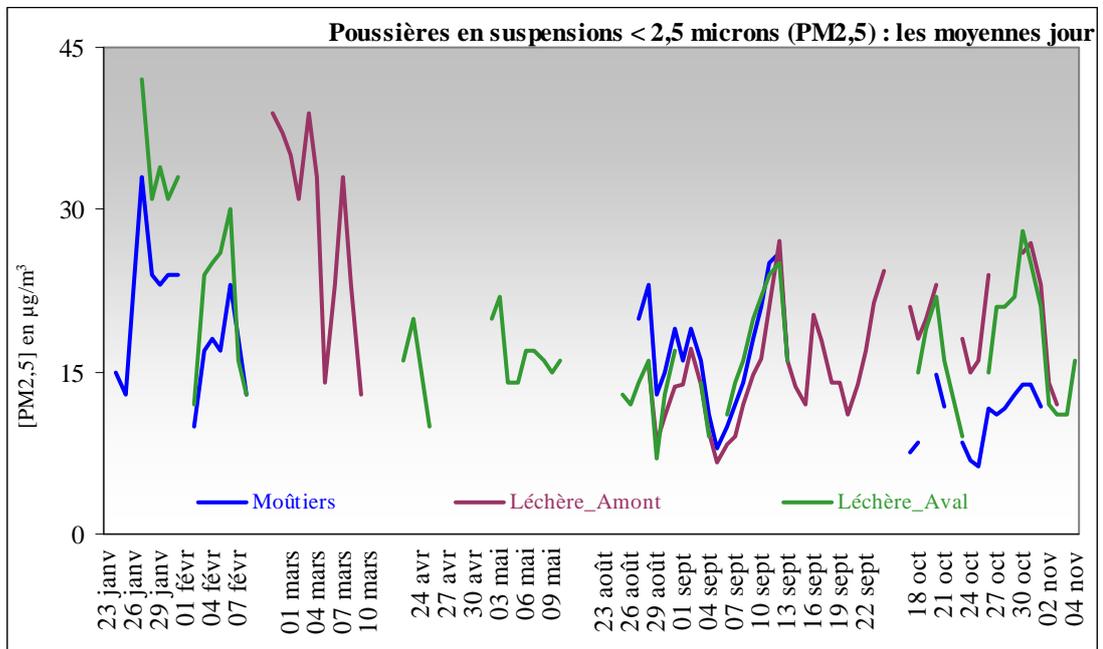
La moyenne des périodes et leur comparaison avec la réglementation annuelle met en valeur qu'Albertville et le site aval de La Léchère font jeu égal et se situent au niveau de l'objectif de qualité. Pour information, Albertville n'a jamais atteint ce seuil (sur 10 ans d'historique). Pour terminer, et à contrario du dioxyde d'azote, il semble que l'échantillonnage effectué lors des études soit représentatif de l'année puisque le biais au niveau des stations fixes entre la moyenne annuelle et la moyenne des campagnes reste faible (entre 2 et 5% en valeur absolue). Le site aval reste entaché de la plus grande incertitude dans la mesure où sa forte variabilité et l'échantillonnage épisodique impliquent un risque potentiel de non enregistrement de pics importants. Sa moyenne annuelle aurait donc pu être plus importante même s'il semble peu probable qu'elle puisse atteindre le seuil de la valeur limite.





3.4. Poussières en suspensions inférieures à 2,5 microns (PM2.5)

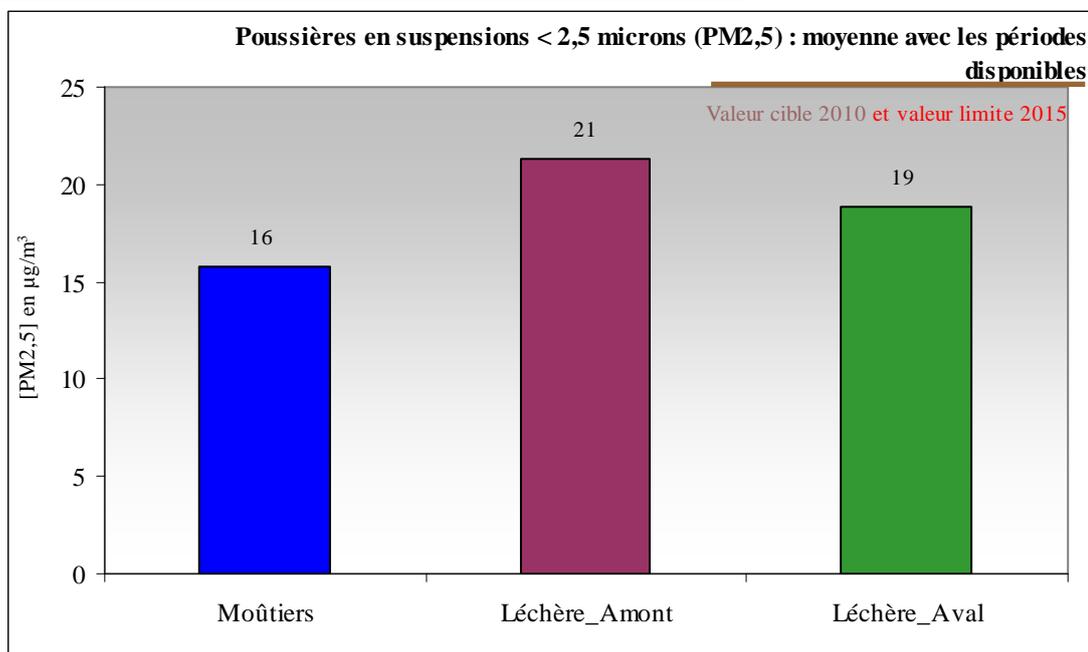
La fraction la plus fine des particules inférieures à 10 microns (la classe entre 0 et 2.5 microns) a été peu instrumentée jusqu'à ce jour en France. La définition d'une référence réglementaire dans la directive intégrée de 2008² impose la mesure depuis le début de l'année 2009 par les AASQA sur les 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 entre site est difficile car il n'a pas été toujours possible d'instrumenter systématiquement les 3 sites en raison de problèmes métrologiques rencontrés au niveau national.



Les valeurs semblent cohérentes entre les différents sites et il n'a pas été relevé de singularités.

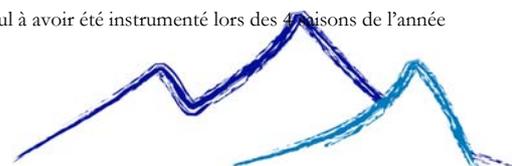
⁶ [DIRECTIVE 2008/50/CE](#) DU PARLEMENT EUROPÉEN ET DU CONSEIL concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe





Les valeurs disponibles, si elles ne sont statistiquement pas représentatives de la moyenne annuelle sur Moûtiers et le site amont de La Léchère³, montrent que les concentrations en PM_{2.5} sont de l'ordre de grandeur de ce que a été enregistré sur nos sites fixes d'Annecy, d'Annemasse et de Chambéry (moyenne 2009 respectivement de 22, 19 et 21 µg/m³).

⁷ La comparaison avec la valeur réglementaire peut se faire que pour le site aval de La Léchère qui est le seul à avoir été instrumenté lors des 4 saisons de l'année 2009.

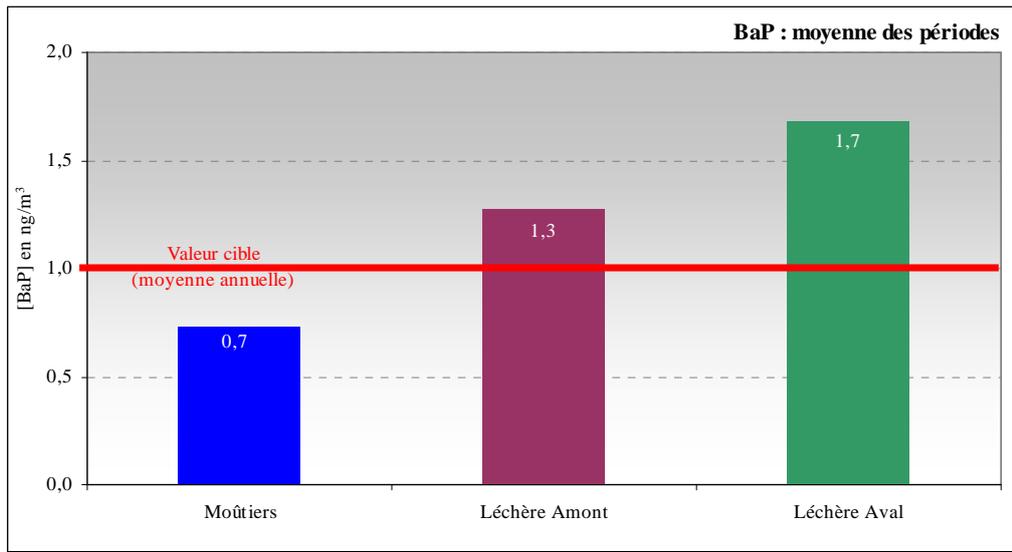




3.5. Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

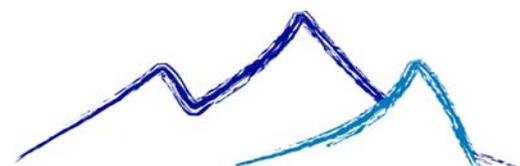
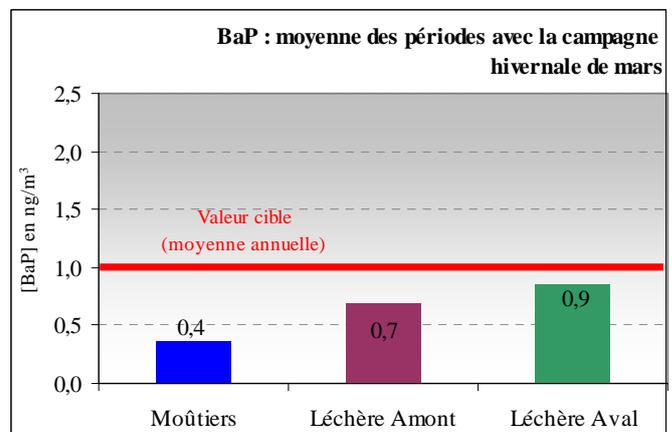
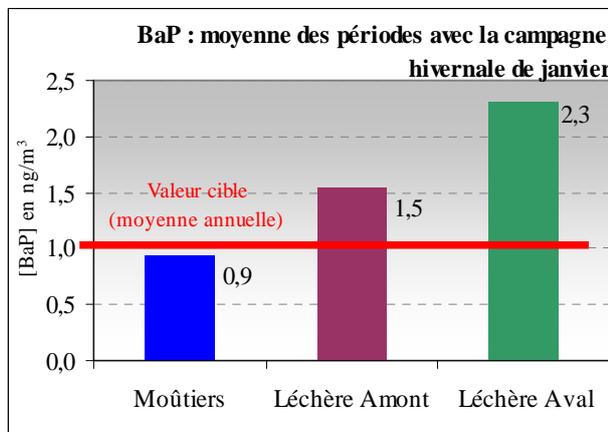
3.5.1. Réglementation et seuil d'évaluation

La réglementation étant définie pour un pas de temps annuel, il faut donc regarder la moyenne des périodes afin de statuer sur le respect ou non de la valeur de référence.



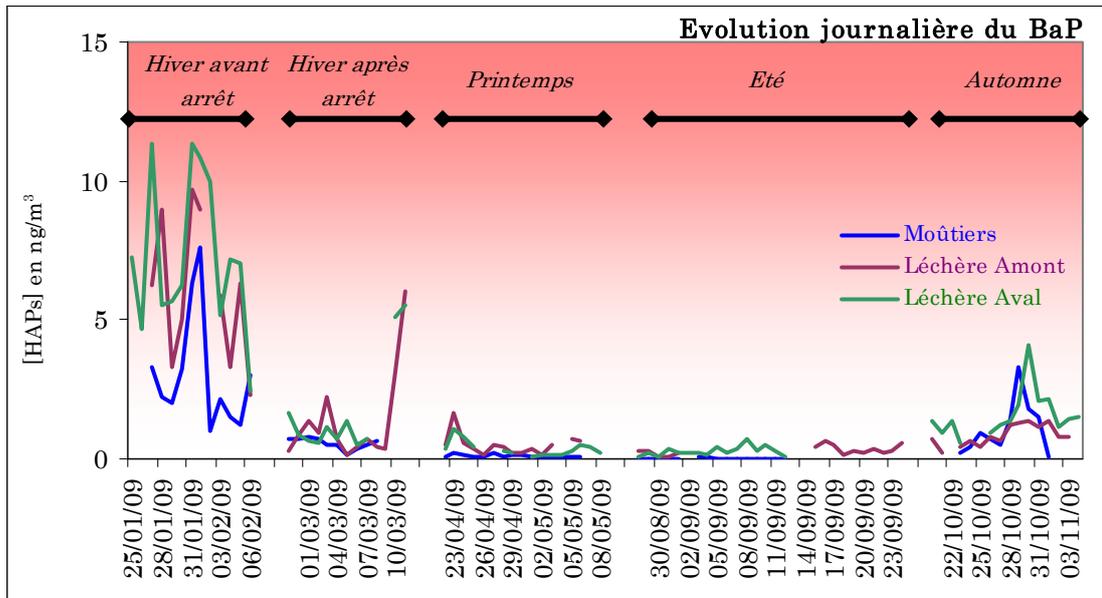
Le graphique a été élaboré en faisant la moyenne arithmétique des 4 saisons. Pour la période hivernale, la valeur retenue est la moyenne des deux campagnes réalisées.

La valeur cible a été dépassée sur les sites de La Léchère tandis que Moûtiers se situe au dessus du seuil d'évaluation supérieur (fixé à 0,6 ng/m³). L'évaluation va donc devoir se poursuivre sur ces sites afin de statuer, en moyenne sur 3 ans comme nous le demande la directive, sur le type de mesure à mettre en œuvre (Voir page 9). Le four 11 de carbone Savoie, principale source d'émission d'HAP pour cette entreprise, a été stoppé en février 2009 juste après notre campagne hivernale. Il a donc été décidé de réaliser une deuxième campagne en hiver afin d'être le plus représentatif pour cette période (avec et sans fonctionnement du four 11). Les graphiques ci-dessous reprennent la moyenne des 4 périodes mais avec la période hivernale avec le fonctionnement du four 11 (en janvier) et à l'arrêt (en mars) :





La différence est significative et met en valeur le poids important de la période hivernale qui conditionne à elle seule le respect ou non de la valeur cible. Cette différence s'explique par la variabilité importante des concentrations d'un jour à l'autre notamment lors des 2 campagnes hivernales comme l'indique le graphe ci-dessous.



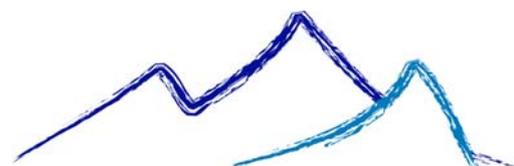
La chimie de l'atmosphère est complexe et il ne faut pas s'arrêter à ce constat au risque de tirer des conclusions hâtives. Dans la suite de ce rapport, nous allons donc tenter d'apporter des pistes de réflexion qui peuvent expliquer une partie de cette variabilité. De nombreuses données ont été croisées mais nous avons rapporté que ce qui nous semblait le plus probant.

Pour terminer avec le bilan réglementaire et à titre d'information, les mesures réalisées sur le site « Léchère Aval » en 2001-2002 (avant que les HAP ne soient réglementés) montraient déjà un dépassement de la valeur cible⁴ (étude réalisée sur le même site que celui prospecté dans le cadre de cette étude avec une campagne estivale et hivernale de mesure de 3 semaines).

3.5.2. 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). Par contre, la spécificité des HAP c'est l'importance de cet écart. Ce phénomène s'explique principalement par quatre processus :

⁴ Pour plus d'information, vous pouvez consulter le rapport téléchargeable sur notre site internet à l'adresse suivante : http://transalpair.eu/publication/123-2003_tarentaise2001-2002.pdf





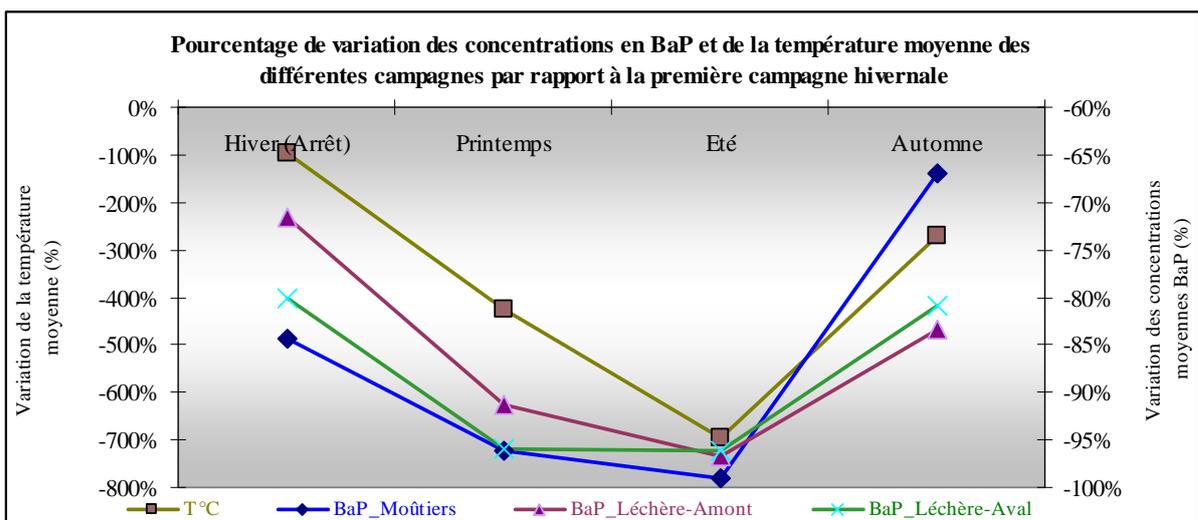
- L'augmentation des émissions dues au chauffage domestique ;
- La température plus faible (les HAP auront tendance à rester en phase particulaire) ;
- Une plus grande stabilité de la colonne atmosphérique en hiver, limitant ainsi les processus dispersifs et ceci particulièrement en secteur de montagne 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 prélevée sur le filtre (artefacts de volatilisation)⁵.

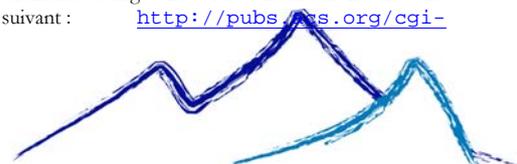
3.5.3. Pourquoi des valeurs aussi importantes en HAP dans les vallées

3.5.3.1 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 leur identification de façon aisée et avec certitude. En première approche, il est intéressant de comparer les moyennes par période et par sites des différents polluants. Les graphiques ont été reportés en annexe 5 afin de ne pas alourdir l'analyse. En prenant la première campagne hivernale (avant l'arrêt de l'usine) comme référence et en calculant le pourcentage de variation des autres campagnes par rapport à cette première campagne, nous constatons qu'il existe bien une saisonnalité dans les concentrations comme l'indique le graphe ci-dessous puisque la température moyenne évolue exactement de la même manière que les concentrations en BaP.



⁵ 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/esthag/2006/40/i20/abs/es060544m.html>



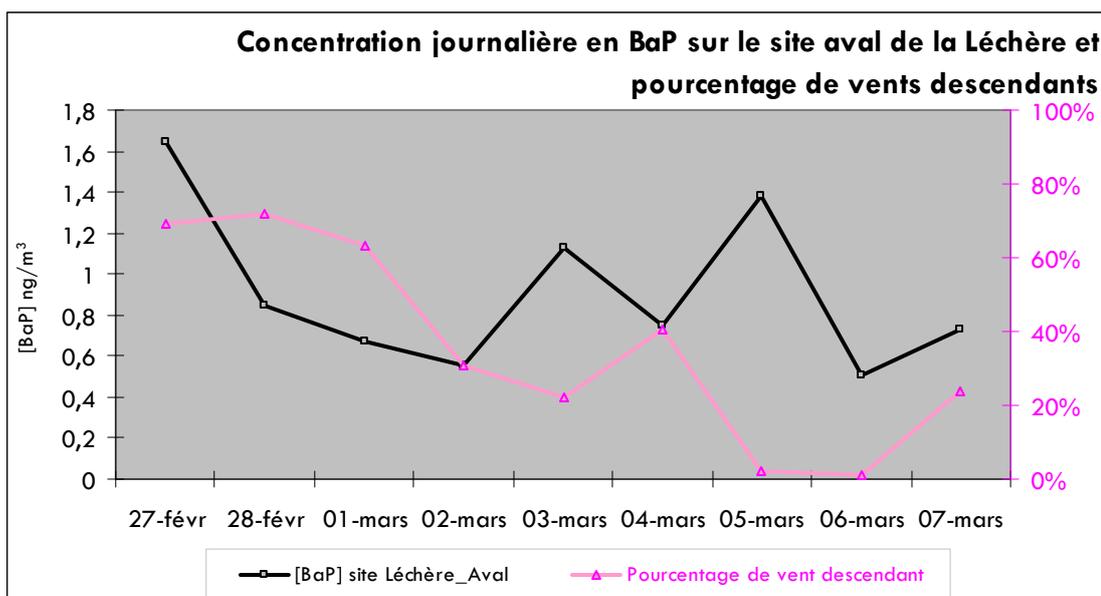


L'arrêt de l'usine n'est donc pas la seule explication à la baisse importante des concentrations en BaP. Les conditions météorologiques semblent jouer un rôle non négligeable. Toutefois, ce graphique ne doit pas inciter le lecteur non averti à penser que ce sont les conditions météorologiques qui sont en causes. Ce facteur est aggravant mais les émissions restent dues à l'activité humaine.

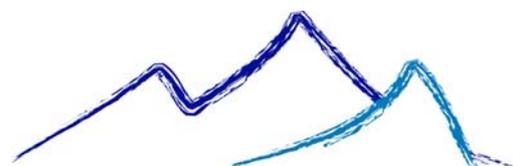
Dans les vallées alpines, la météorologie est indissociable des émissions pour comprendre et interpréter la pollution atmosphérique. La topographie peut limiter énormément l'influence des vents synoptiques, et la ventilation se résume la plupart du temps à des phénomènes d'origine locale (brises montantes 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.

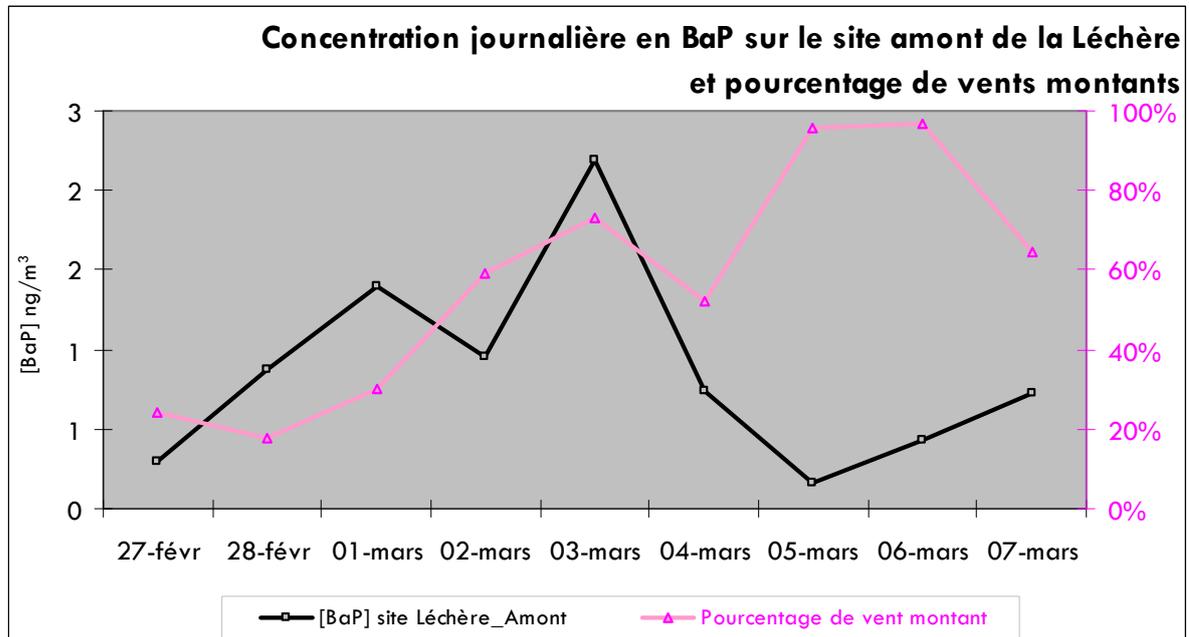
3.5.3.2 Analyse de la direction des vents

Compte tenu que les sites se situent en fond de vallée, les vents sont en grande majorité conditionnés par le massif et sont donc en majorité descendants ou montants. Le graphique ci-dessous reprend les concentrations en BaP sur le site aval et le pourcentage journalier de vents descendants lors de la période hivernale avec arrêt du four 11 de l'usine.



Mise à part les journées du 3 et 5 mars, il semble y avoir une certaine concomitance : plus le pourcentage de vents descendants la vallée est important, plus les concentrations sont importantes sur le site aval. Un graphique similaire pour le site amont et les vents cette fois-ci montants la vallée permet d'arriver à une conclusion similaire : plus le pourcentage de vents montants la vallée est important, plus les concentrations du site amont sont importantes.





L'analyse ne montre pas une corrélation sur tous les points de mesures puisque sur certains jours nous enregistrons une évolution contraire (comme les 5 et 6 mars) aux autres points. Une étude des conditions météorologiques des journées en question n'a pas permis d'expliquer ces deux journées atypiques. Une analyse similaire n'a pas pu être reproduite pour la première période hivernale (avec le four 11 en marche) car il n'y avait pas de mât météo sur les sites de La Léchère. Enfin, pour les autres périodes (printemps, été et automne), l'analyse a été réalisée mais ne montre rien de concomitant ; les graphiques n'ont donc pas été reportés.

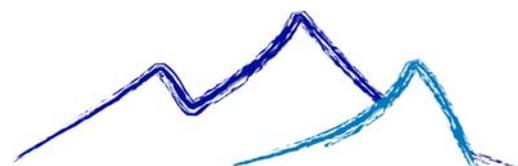
3.5.3.3 Existence d'un lien entre émissions et pollution atmosphérique ?

Emissions Carbone Savoie

Cette étude entre dans le cadre spécifique du suivi de l'entreprise Carbone Savoie. Bien que recensé comme l'émetteur principal des sources industrielles en HAP sur la zone par les services de l'état, il existe d'autres sources qui n'ont pas été étudiées par manque d'information.

Pour pouvoir faire une comparaison entre émission et air ambiant, il faudrait que l'entreprise émette un HAP caractéristique qui puisse être retrouvé dans l'air ambiant proche du site, ce qui n'est pas le cas à notre connaissance. Les rapports d'émissions de l'entreprise ont toutefois été étudiés afin de réaliser une carte d'identité des émissions et pouvoir ainsi la comparer aux mesures à l'air ambiant. Cette analyse n'a pas permis de mettre en valeur de corrélation entre les mesures en sortie de cheminée et les résultats enregistrés en air ambiant. Cet exercice s'avère toutefois toujours difficile car :

- Les mesures (à l'émission et en air ambiant) ont rarement lieu en même temps
- 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.
- Il existe des émissions diffuses qui ne sont pas recensées lors des mesures

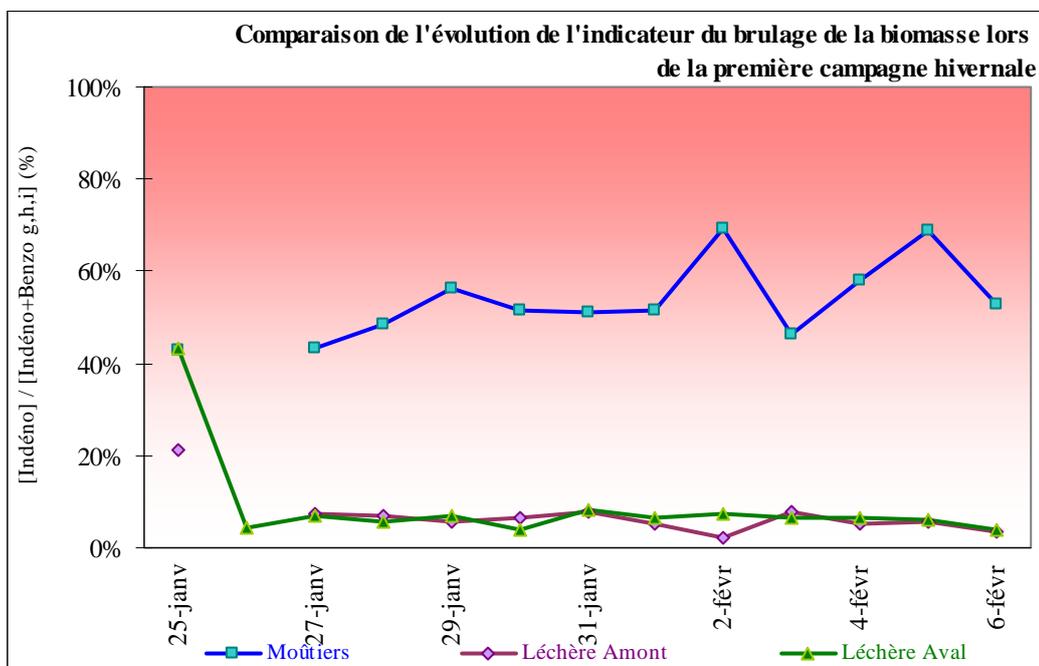




- Certains HAP émis sont très légers et ne se retrouvent donc pas près du sol une fois expulsés par les cheminées

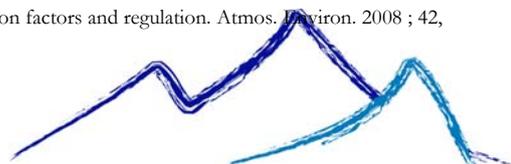
Brulage de la biomasse

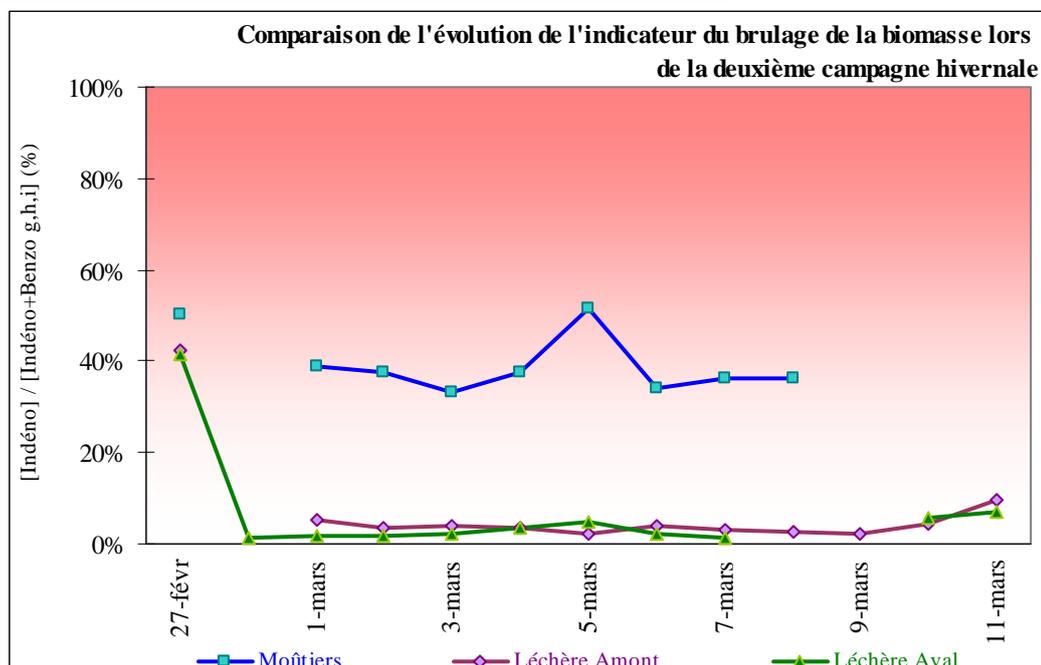
Le chauffage, et en particulier le bois, est une autre source d'émission potentielle d'HAP. Il existe dans la littérature un ratio de HAP qui permet de qualifier cette source. Il ne peut pas être considéré comme un indicateur fiable à 100% mais il est malgré tout intéressant d'étudier son évolution d'un 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 bois⁶. Ce ratio a donc été calculé pour les différents sites sur les deux périodes les plus propices à une combustion du bois, c'est-à-dire l'hiver en lien avec le chauffage.



Une forte disparité entre le site de Moûtiers et les deux sites de La Léchère existe lors de la première campagne hivernale. Le rapport élevé de l'indicateur « brulage du bois » sur Moûtiers semble donc indiqué cette source comme majoritaire pour ce site.

⁶ Ravindra K, Sokhi R and Van Grieken R. Atmospheric polycyclic hydrocarbons : source attribution, emission factors and regulation. Atmos. Environ. 2008 ; 42, 2895-2921.





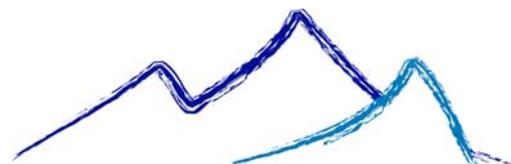
La même analyse effectuée sur la seconde campagne hivernale apporte les mêmes informations : le site de Moûtiers est radicalement différent des sites de La Léchère.

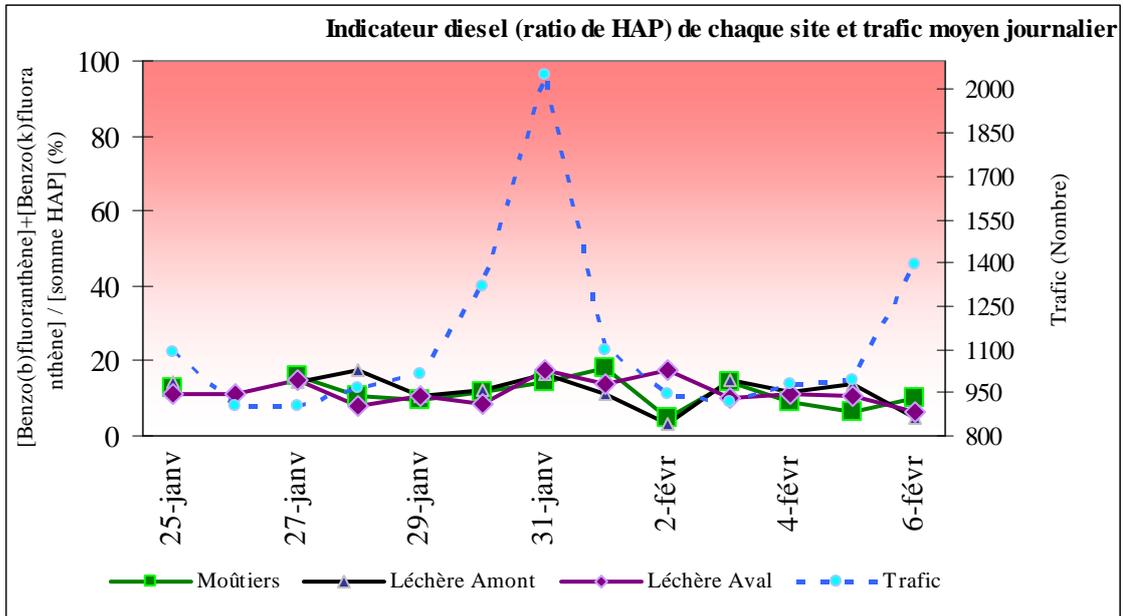
Bien que des mesures complémentaires seraient nécessaires pour en mesurer l'importance, nous pouvons supposer que le brûlage de la biomasse a une part de responsabilité non négligeable dans l'observations des concentrations en BaP sur Moûtiers. Il en est sans doute de même pour les sites de La Léchère mais il existe visiblement d'autres sources d'émissions qui viennent perturber le rapport d'HAP caractéristique de cette combustion.

Emissions dues au trafic

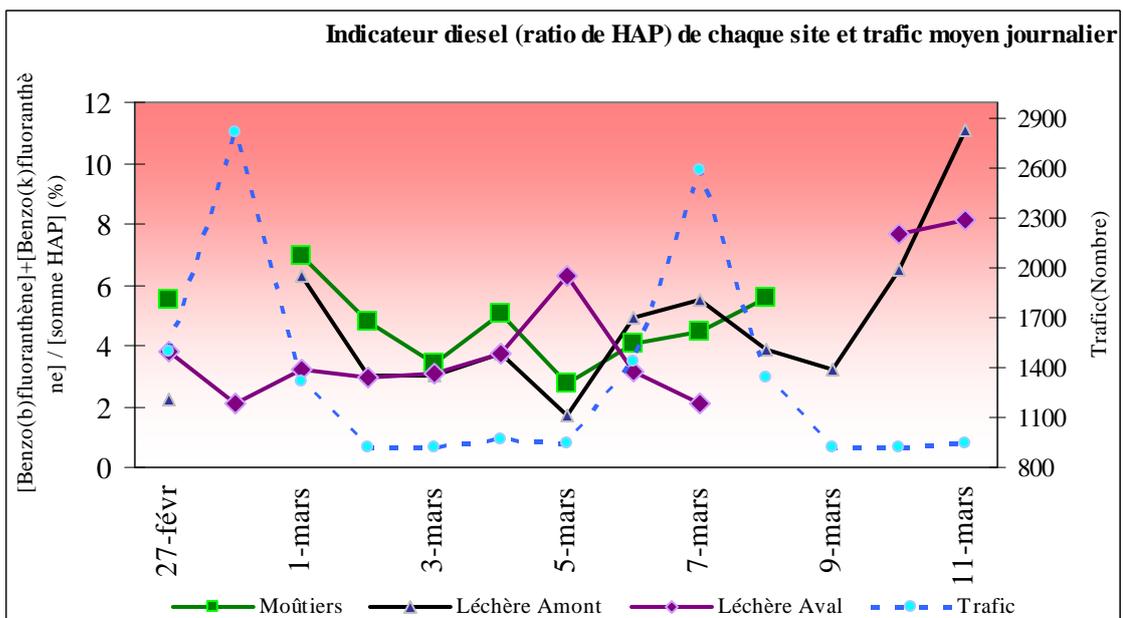
Pour ce qui est du trafic, et à l'instar de l'analyse précédente, le ratio de HAP qui permet, selon la littérature scientifique à notre connaissance⁷, de déterminer l'importance de la source « trafic diesel » a été calculé. La visualisation graphique de cet indicateur pour chaque site couplée au trafic moyen journalier pour la première période hivernale (où les concentrations ont été les plus importantes) n'indique pas de corrélation particulière (graphe ci-dessous).

⁷ Aceves, 1994 ; Rossell i Melè, 1989

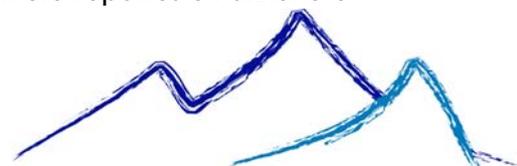




Le pic de trafic très important du 31 janvier semble aller de pair avec une augmentation des concentrations mais cela est dû aux conditions météorologiques. Du 29 au 31 janvier, la stabilité atmosphérique a été forte ce qui a limité la dispersion des polluants donc leur accumulation (Voir annexe 4 pour le détail des conditions atmosphériques). Sur l'ensemble des périodes, aucune corrélation significative n'a pu être mise en valeur (ci-dessous le graphique de la deuxième période hivernale).



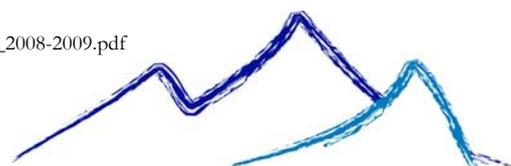
Pour information, les graphiques permettant de visualiser l'évolution des concentrations totales en HAP au regard du trafic moyen journalier pour chacune des 5 périodes ont été reportés en annexe 6.





Le trafic important dans la vallée est souvent montré du doigt en termes d'émissions. L'année 2009 a été en plus singulière puisque la coupe du monde de ski a engendré un trafic supplémentaire à celui observé habituellement. L'analyse sommaire que nous avons pu faire via les éléments à notre disposition, mais surtout les résultats scientifiques les plus pointus et les plus récents à notre disposition, incitent à penser que le trafic n'est pas la cause principale d'émissions en HAP en Tarentaise. Suite aux épisodes de pollutions en particules du printemps 2007 en France, et pour comprendre l'origine des pics, une étude visant à caractériser l'origine chimique de ces particules a été mise en place et gérée par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA). Ce dispositif, appelé CARA⁸, consiste à effectuer des prélèvements de particules sur quelques sites en France, en vue de réaliser une spéciation chimique des particules sur une sélection de ces échantillons (épisodes de forte pollution ou situations de fond d'intérêt). Parmi ces sites, figure un site au centre de Lyon (qui comme chacun le sait est l'une des agglomérations les plus importantes de France donc accueillant un trafic nettement plus significatif que la Tarentaise). Lors de l'épisode très intense de pollution en particules du 10 au 14 janvier 2009, l'estimation des sources de particules basée sur la spéciation chimique précise de la matière organique a montré que la contribution de la source véhiculaire, sous forme de matière organique, ne représentait que 7 pourcents sur Lyon (sachant que la matière organique représentait 1/3 des particules dans le cadre de cet épisode). Pour terminer, le site trafic du boulevard Auteuil à Paris qui enregistre 250.000 véhicules/jour (soit 250 fois plus que ce qui a été enregistré en 2009 en vallée de Tarentaise !) est en dessous de la valeur cible pour le BaP. Notons toutefois que les situations de Lyon et Paris ne sont pour autant pas comparables à celle de la vallée de la Tarentaise.

⁸ Rapport disponible sur notre site Internet : http://transalpair.eu/publication/122-09_10781_cara_bilan_2008-2009.pdf



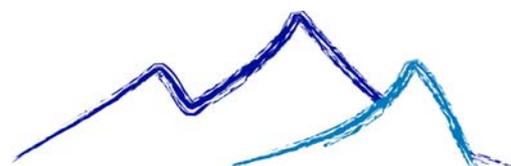


Conclusions

Dans le respect de notre mission d'intérêt général et du message de santé associé, le premier objectif de cette étude consistait à évaluer le niveau des concentrations en polluants au regard de la réglementation. Sur ce point, la valeur cible en BaP n'est pas respectée sur les deux sites de la Léchère tandis que le site de Moûtiers a des concentrations situées entre le seuil d'évaluation supérieur et la valeur réglementaire. L'évaluation doit donc se poursuivre pour ce polluant dans les années à venir pour ces trois sites afin de statuer sur les modalités de surveillance de la zone. Au-delà du bilan réglementaire, la directive 2004/107/CE du 15/12/2004 rappelle que « *certaines 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 cancérigène (B DOORNAERT et A. PICHARD, INERIS, 2003, p 3 et 5). L'analyse des résultats n'a pas permis d'attribuer aux différentes sources leur part de responsabilité dans les concentrations élevées en BaP. Toutefois, nous pouvons retenir certains enseignements :

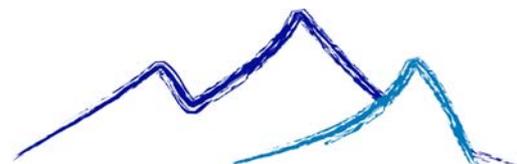
- Les sites de La Léchère observent les concentrations les plus fortes et notamment le site aval.
- En se basant sur le rapport de certaines espèces d'HAP recensées comme indicateur potentiel du brulage de la biomasse dans la littérature, nous avons pu mettre en évidence une typologie particulière sur Moûtiers au regard des sites de La Léchère. Ceci semble indiquer un impact de cette source comme significative pour le site de Moûtiers. Les sites de La Léchère sont certainement également concernés par cette source mais des émissions supplémentaires venant d'une autre source (non ou peu présente sur Moûtiers) expliquent vraisemblablement la caractérisation différente pour ces sites.
- La part du trafic est certainement la moins importante au regard de notre expérience dans les autres vallées et des informations scientifiques portées à notre connaissance.
- Les conditions météorologiques constituent un facteur aggravant comme pour toutes les vallées et permettent d'expliquer en parti les valeurs et les fluctuations importantes qui ont été enregistrées entre sites et au gré des différentes périodes

Concernant les polluants dits classiques, nous retiendrons pour le dioxyde de soufre que les concentrations relevées sont inférieures à la réglementation. Toutefois, le niveau et la variabilité des mesures sur le site en aval de la zone industrielle doivent inciter à la vigilance. Le dioxyde d'azote ne semble pas porter à préoccupation en Tarentaise puisque toutes les valeurs réglementaires sont respectées et que nous nous situons en moyenne 30% en dessous de ces dernières. Les particules en suspensions suscitent des interrogations puisque c'est le site urbain d'Albertville qui enregistre les valeurs les plus fortes en comparaison de Moûtiers, Bourg-Saint-Maurice ou des sites de proximité industrielle de La Léchère. Le site en aval de la zone industrielle observe une variabilité plus importante indiquant visiblement l'impact des émissions de cette zone mais les concentrations ne sont pas significativement plus fortes comme nous aurions pu l'imaginer mais au contraire proches de celles d'Albertville. L'échantillonnage par campagne de 15 jours ne





permet pas de connaître tous les dépassements journaliers qui pourraient se produire. D'autre part, la crise économique, induisant une baisse de l'activité a certainement influencé en parti l'évaluation. Compte tenu que des campagnes complémentaires auront lieu dans les années à venir, nous aurons l'occasion de mesurer plus précisément la potentialité de la zone à respecter ou non la réglementation pour les particules (et donc la nécessité ou non d'en faire un suivi permanent).





Annexes

ANNEXE 1 : PRINCIPES GENERAUX DU CALCUL DES EMISSIONS

Un inventaire des émissions est communément considéré comme une « description qualitative et quantitative des rejets de certaines substances dans l'atmosphère issues de sources anthropiques et/ou naturelles ».

La réalisation d'un inventaire des émissions consiste en un calcul théorique des flux de polluants émis dans l'atmosphère (masses de composés par unité de temps). Ce calcul est généralement réalisé par un croisement entre les données dites primaires (statistiques, comptages routiers, enquêtes, consommations énergétiques...) et des facteurs d'émissions issus d'expériences météorologiques ou de modélisation.

La méthode privilégiée pour la réalisation de cet inventaire régionale, dite « bottom-up », utilise dans la mesure du possible les données les plus fines disponibles (données communales, par établissement, par tronçon routier...) pour aboutir (par rebouchage) au niveau régional. La réalisation de l'inventaire va nécessiter la collecte de nombreuses données généralement manipulées sous Système d'Information Géographique (SIG), telles que (liste non exhaustive) :

- données de consommations énergétiques (statistiques CEREN, DGEMP, CPDP, enquêtes EACEI, IAA...) ;
- données relatives aux transports (comptages et modélisation des trafics routiers, trafic aérien, ferroviaire et fluvial...) ;
- données socio-économiques (recensement de la population INSEE, bases de logements INSEE et SITADEL, base de données SIRENE, emplois de l'UNEDIC...) ;
- données de production (statistiques des productions industrielles du SESSI, fédérations de producteurs...) ;
- données réglementaires d'émissions (déclarations industrielles) ;
- données environnementales et géographiques (occupation du sol Corine Land Cover, données IGN, recensement agricole, données météorologiques...).

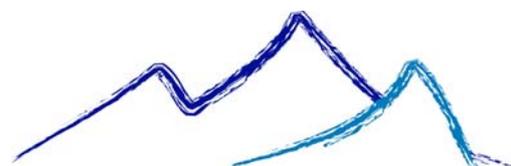
Le bilan énergétique constitue une étape importante de consolidation de cette catégorie de sources : des bilans de consommations énergétiques liés à l'utilisation de combustibles fossiles sont effectués et comparés aux statistiques régionales (CPDP, observatoire de l'énergie...).

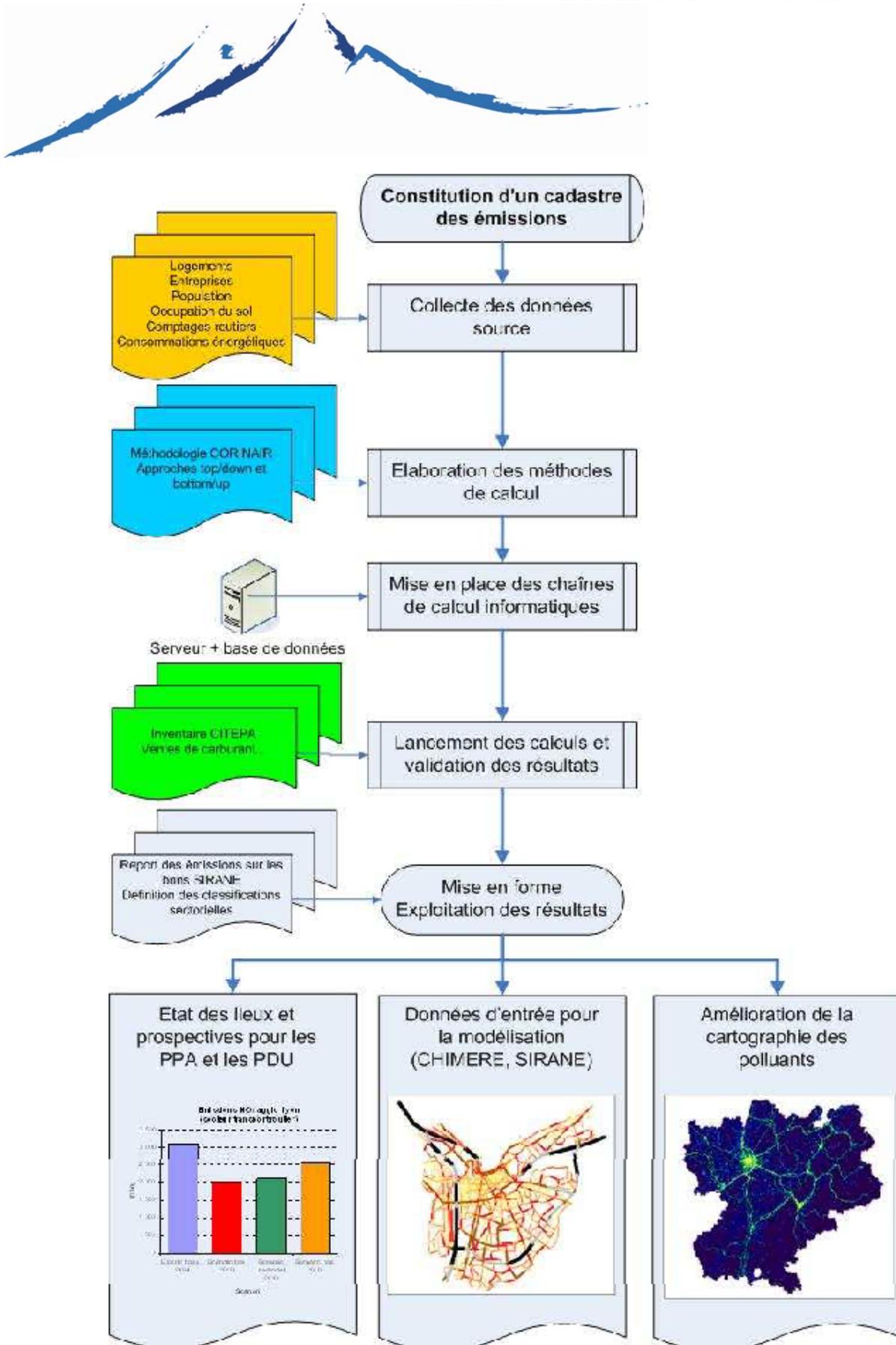
Un important travail de documentation a également permis de constituer une base de données de facteurs d'émissions pertinents, détaillés et actualisés, garants de la qualité de l'inventaire obtenu. Ces facteurs d'émissions proviennent d'une compilation de différents ouvrages de référence (OFEFP, EEA, TNO et CITEPA).

Les sources d'émissions peuvent être distinguées selon leur format géographique :

- sources linéiques (transports) ;
- sources surfaciques (résidentiel, tertiaire, nature...) assimilées à des polygones de caractéristiques homogènes (communes, espaces naturels, zones bâties) ;
- sources ponctuelles (sites industriels importants...).

L'ensemble des différentes chaînes de calcul est repris dans le graphique suivant :







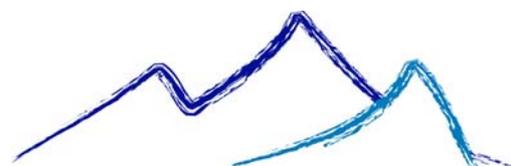
ANNEXE 2 : LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)

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

⁹ International Association for Research on Cancer : www.iarc.fr



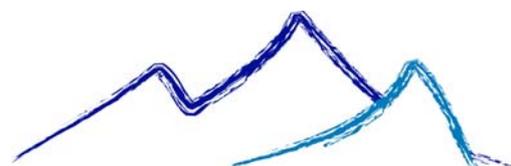


Éléments repris essentiellement du document suivant :

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 :

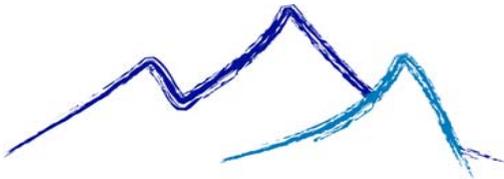
- Les fiches de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques de l'INERIS : http://www.ineris.fr/index.php?action=getContent&id_heading_object=3&module=cms
- ou plus sûrement le site de l'IARC : <http://monographs.iarc.fr/FR/Classification/index.php>





ANNEXE 3 : ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS

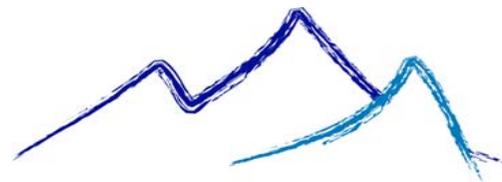
Les polluants	Oxydes d'azote (NO,NO ₂) :	Particules en suspension (PM10)
Origines	<p>Ils résultent de la réaction de l'azote et de l'oxygène de l'air qui a lieu à haute température dans les moteurs et les installations de combustion. Les véhicules émettent la majeure partie de cette pollution ; viennent ensuite les installations de chauffage.</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 véhicules diesels, les incinérateurs, certaines industries et la combustion de la biomasse</p>
Effets sur la santé	<p>C'est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires, entraînant une hyperréactivité bronchique chez les patients asthmatiques et un accroissement de la sensibilité des bronches aux infections 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 (<2.5 µm de diamètre) qui pénètrent plus profondément dans l'organisme ; elles irritent alors les voies respiratoires inférieures et altèrent la fonction respiratoire dans l'ensemble. Certaines, selon leur nature, ont également des propriétés mutagènes et cancérogènes.</p>





Les polluants	Dioxyde de soufre (SO ₂) :	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. Les industries et les installations de chauffage 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 chauffage (charbon, bois, fuel), le trafic routier (principalement les véhicules diesel) et l'industrie (métallurgie, peinture, imprimerie...).</p>
Effets sur la santé	<p>C'est un gaz irritant. Il provoque une altération de la fonction pulmonaire chez les enfants et une exacerbation des symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire...). Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles.</p>	<p>Les principaux HAP sont des composés cancérogènes et le B(a)P est l'un des plus redoutables. Outre leurs propriétés cancérogènes, les HAP présentent un caractère mutagène. Ils peuvent aussi entraîner une diminution de la réponse du système immunitaire augmentant ainsi les risques d'infection.¹⁰</p>

¹⁰ 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)...

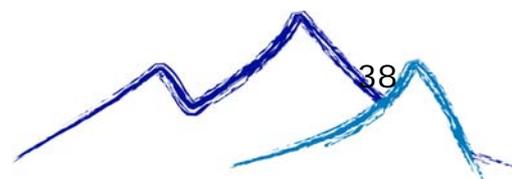




ANNEXE 4 : LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

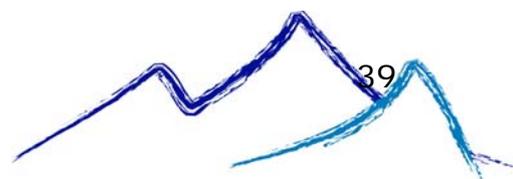
Période hivernale

Typologie générale en Savoie ¹	Stabilité atmosphérique ²	Orientation des vents (%) ³			Pluie (mm) ⁴	Vents supérieurs à 2m/sec ⁵ (%)
		Vent mont ant	Vent Descend ant	Variable		
25 Janvier 	-12,7	Classification impossible car mât météo sur Moûtiers. L'effet de vallée n'est donc pas quantifiable.			0	
26 Janvier 	-12,8				7,2	
27 Janvier 	-15				0	
28 Janvier 	-13,1				0	
29 Janvier 	-1,72				0	
30 Janvier 	-1,52				0	
31 Janvier 	-4,95				0	
1 Février 	-10,3				0	
2 Février 	-15,1				0	
3 Février 	-10,2				0	
4 Février 	-8,91				0	
5 Février 	-12,4				0	
6 Février 	-11,6				9	



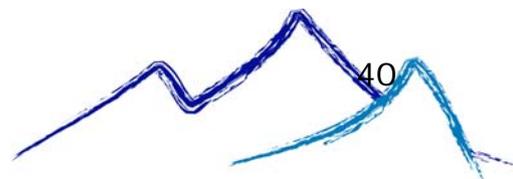

Période hivernale après arrêt

Typologie générale en Savoie ¹	Stabilité atmosphérique ²	Orientation des vents (%) ³			Pluie (mm) ⁴	Vents supérieurs à 2m/sec ⁵ (%)
		Vent Descendant	Vent montant	Variable		
27 Février  8°  2°	-11,0	69	24	7	0	12,5
28 Février  12°  4°	-5,4	72	18	10	0	6,3
1 Mars  12°  5°	-12,1	63	30	7	0	8,3
2 Mars  11°  2°	-14,1	31	59	10	0	14,6
3 Mars  13°  4°	-16,1	22	73	5	0	13,5
4 Mars  11°  5°	-12,6	41	52	7	5,5	17,7
5 Mars  8°  -2°	-15,4	2	96	2	2	3,1
6 Mars  8°  2°	-17,6	1	97	2	0	1,0
7 Mars  11°  2°	-18,6	24	65	11	0	1,0
8 Mars  12°  4°	-12,3				6,9	
9 Mars  8°  5°	-17,6				2	
10 Mars  10°  4°	-12,9				7,5	
11 Mars  12°  4°	-14,1				0	




Période printanière

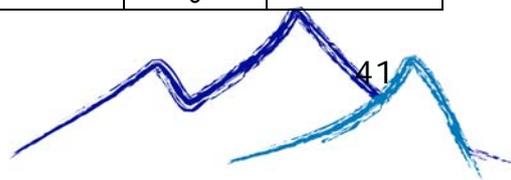
Typologie générale en Savoie ¹	Stabilité atmosphérique ²	Orientation des vents (%) ³			Pluie (mm) ⁴	Vents supérieurs à 2m/sec ⁵ (%)	
		Vent Descendant	Vent montant	Variable			
22 Avril  20° 5°	-16,8	30,2	65,6	4,2	0	9,4	
23 Avril  22° 10°	-16,2	30,2	57,3	12,5	0	15,6	
24 Avril  18° 4°	-16,5	61	36	2	0	5,2	
25 Avril  20° 9°	-20,0	74	13	14	0	8,3	
26 Avril  15° 10°	-19,4				0,3		
27 Avril  16° 11°	-14,3				17,9		
28 Avril  14° 8°	-15,3				3,3		15,6
29 Avril  14° 3°	-16,8				4		
30 Avril  18° 7°	-17,5				0		
1 Mai  20° 3°	-14,6	0					
2 Mai  18° 8°	-15,9	34	61	4	0	3,1	
3 Mai  21° 7°	-1,7	32	66	2	0	28,1	
4 Mai  21° 10°	-11,6	16	74	10	0	2,1	
5 Mai  19° 7°	-16,0	20	74	6	0	17,7	
6 Mai  21° 11°	-4,3	48	48	4	0	3,1	
7 Mai  25° 6°	1,8	55	40	5	0	13,5	
8 Mai  22° 10°		73	24	3	9,2	0	





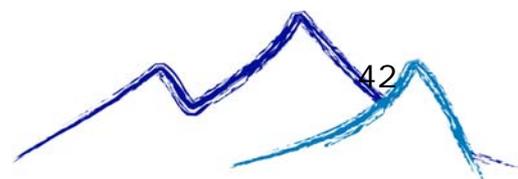
Période estivale

Typologie générale en Savoie ¹	Stabilité atmosphérique ²	Orientation des vents (%) ³			Pluie (mm) ⁴	Vents supérieurs à 2m/sec ⁵ (%)
		Vent Descendant	Vent montant	Variable		
28 Aout 30° 13°	-16,2	28	69	28	0	26
29 Aout 25° 16°	-18,7	18	81	18	0	41,7
30 Aout 28° 11°	-11,1	40	55	40	0	32,3
31 Aout 28° 16°	-12,5	54	44	54	0	26,0
1 Septembre 28° 18°					6	
2 Septembre 25° 20°	-11,5	50	42	8	1	0
3 Septembre 25° 20°	-13,5	38	56	6	1	4,2
4 Septembre 24° 16°	-14,1	22,9	67,7	9,4	3	6,3
5 Septembre 22° 12°					0	
6 Septembre 25° 14°	-11,1	46	44	10	0	19,8
7 Septembre 28° 8°	-11,0	61	35	3	0	20,8
8 Septembre 27° 16°	-12,6	56	39	5	0	27,1
9 Septembre 27° 18°	-14,2				0	
10 sept.	-15,3				0	
11 sept.	-14,5				0	
12 sept.	-16,1				0	
13 sept.					0	
14 sept.					0	
15 sept.					0	
16 sept.					0	



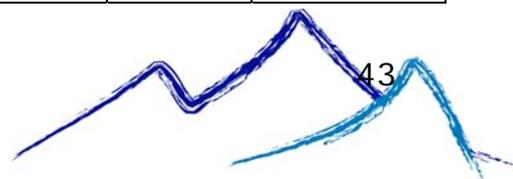


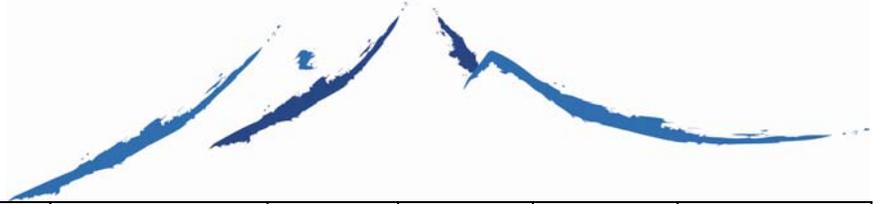
17 sept.		0	
18 sept.		0	
19 sept.		1	
20 sept.		0	
21 Septembre		0	
 22° 13°		0	
22 Septembre		0	
 23° 13°		0	
23 Septembre		0	
 24° 13°		0	
24 Septembre		0	
 24° 13°		0	




Période automnale

Typologie générale en Savoie ¹	Stabilité atmosphérique ²	Orientation des vents (%) ³			Pluie (mm) ⁴	Vents supérieurs à 2m/sec ⁵ (%)
		Vent Descendant	Vent montant	Variable		
20 Octobre  17° 5°	-8,1	72,92	16,67	10,42	0	25,0
21 Octobre  18° 12°	-17,2	84,38	10,42	5,21	6	28,1
22 Octobre  16° 12°	-13,0	41,67	40,63	17,71	3	1,0
23 Octobre  16° 6°	-15,5	13,54	78,13	8,33	1	3,1
24 Octobre  18° 10°					0	
25 Octobre  17° 13°					0	
26 Octobre  20° 5°	-11,2	28,13	68,75	3,13	0	6,3
27 Octobre  20° 8°	-3,3	69,79	26,04	4,17	0	3,1
28 Octobre  22° 3°	-0,4	65,63	27,08	7,29	0	18,8
29 Octobre  20° 12°	-3,8	65,63	30,21	4,17	0	19,8
30 Octobre  16° 6°	-3,3	54,17	34,38	11,46	0	7,3
31 Octobre  19° 4°	-3,1	63,54	30,21	6,25	0	12,5
1 Novembre  17° 8°	-5,7	70,83	22,92	6,25	14,7	16,7
2 Novembre  13° 10°	-14,2	32,29	59,38	8,33	7,5	3,1
3 Novembre  14° 6°	-10,9	88,54	8,33	3,13	19,7	1,0





<div style="background-color: #c6e0b4; padding: 2px;">4 Novembre</div> <div style="display: flex; align-items: center; justify-content: center;"> <div style="text-align: right;"> <div style="background-color: red; color: white; padding: 2px;">13°</div> <div style="background-color: blue; color: white; padding: 2px;">5°</div> </div> </div>	-12,5	64,58	27,08	8,33	5,7	3,1
--	-------	-------	-------	------	-----	-----

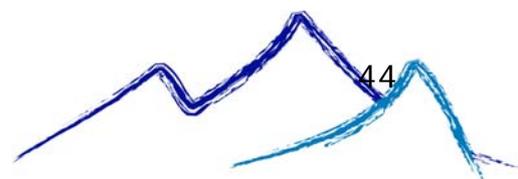
1 : Typologie établie à partir de résultats Météo Consult

2 : Le chiffre représente la somme des gradients thermiques horaires sur une journée. Le gradient thermique, calculé entre La léchère et Méribel, permet de distinguer les journées correspondant à une phase d'instabilité de l'atmosphère (gradient horaire inférieur à -0.65°C), de stabilité (gradient horaire compris entre -0.65 et 0°C) ou même de stabilité absolue, donc d'inversion thermique (gradient horaire supérieur à 0°C). Par conséquent, plus la somme journalière est élevée, plus les conditions météorologiques sont propices à la stabilité atmosphérique.

3 : Les vents ont été classés en montant, descendant ou variable selon leur direction par rapport à la vallée. Au final sur la journée, nous pouvons attribuer un pourcentage pour ces 3 classes.

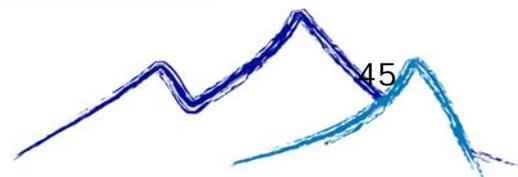
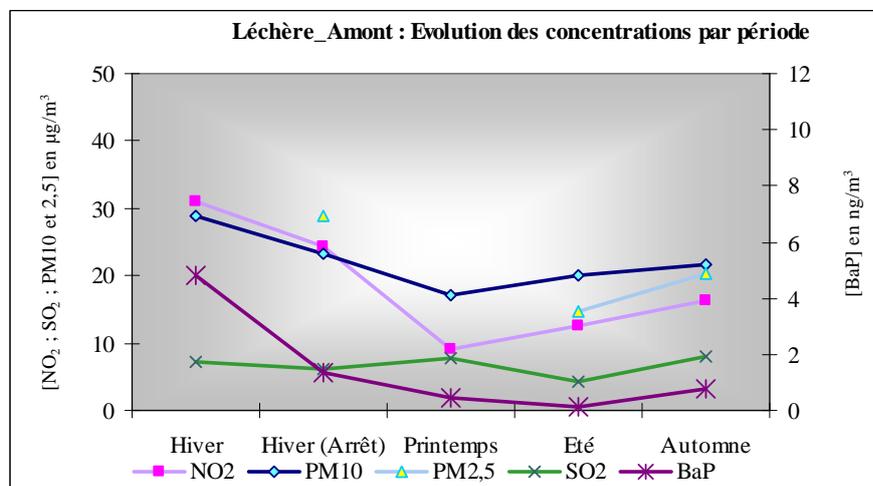
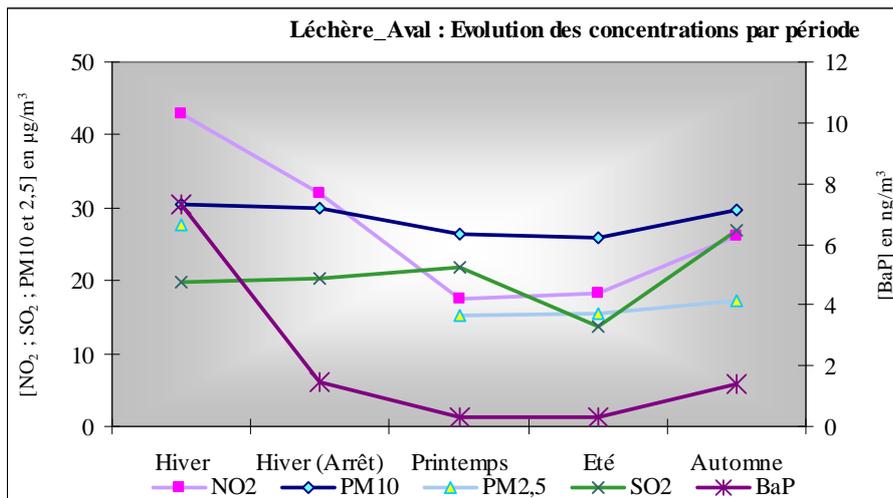
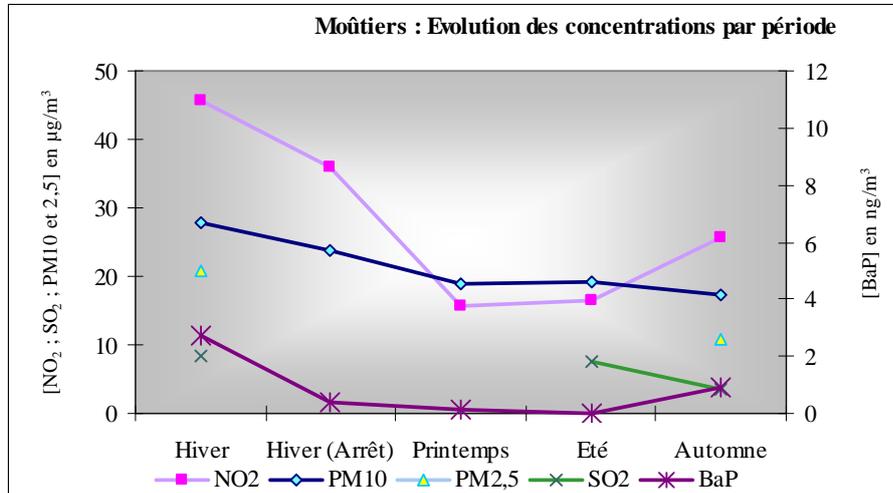
4 : Données météo France de Moûtiers

5 : Données issues du mât météo d'Air-APS



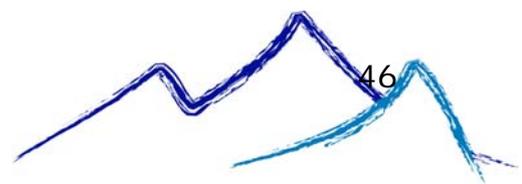
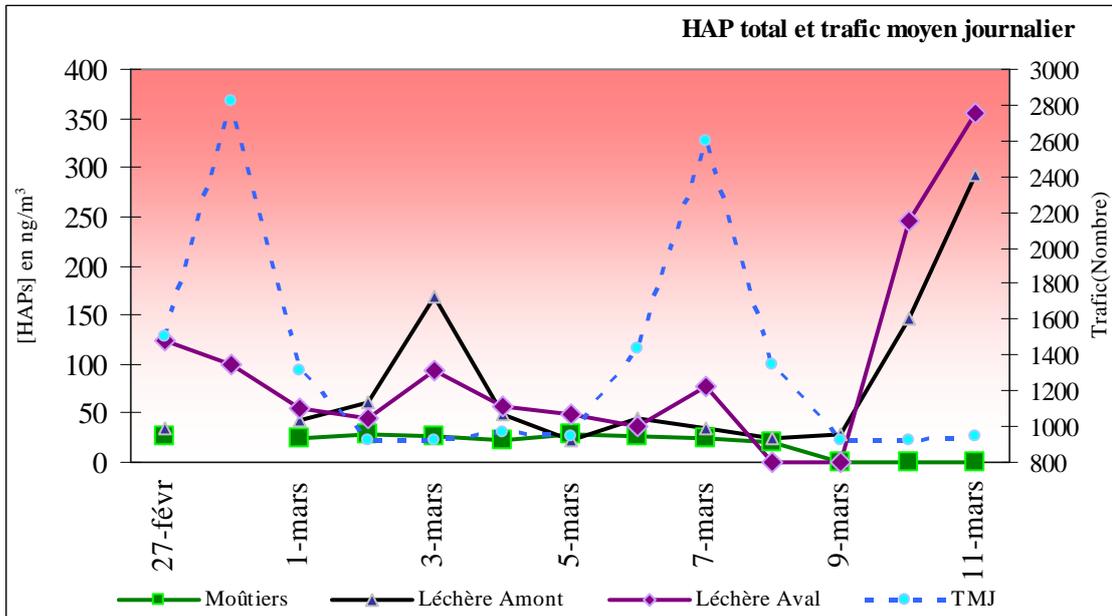
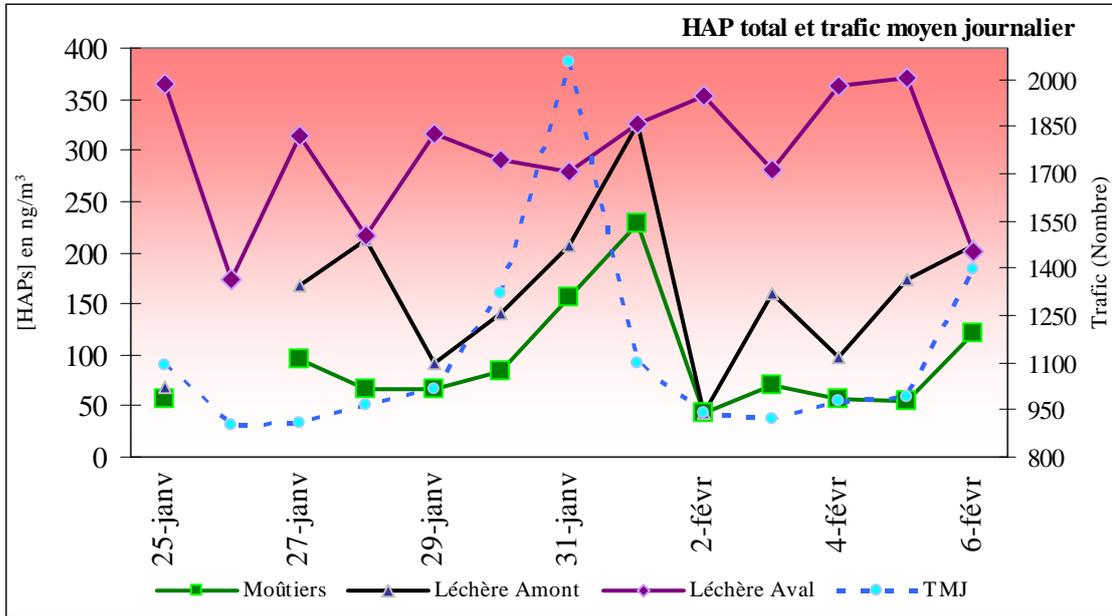


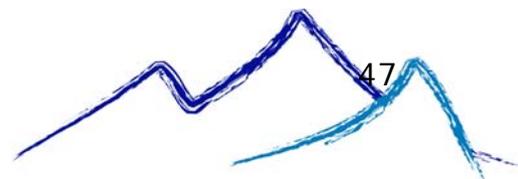
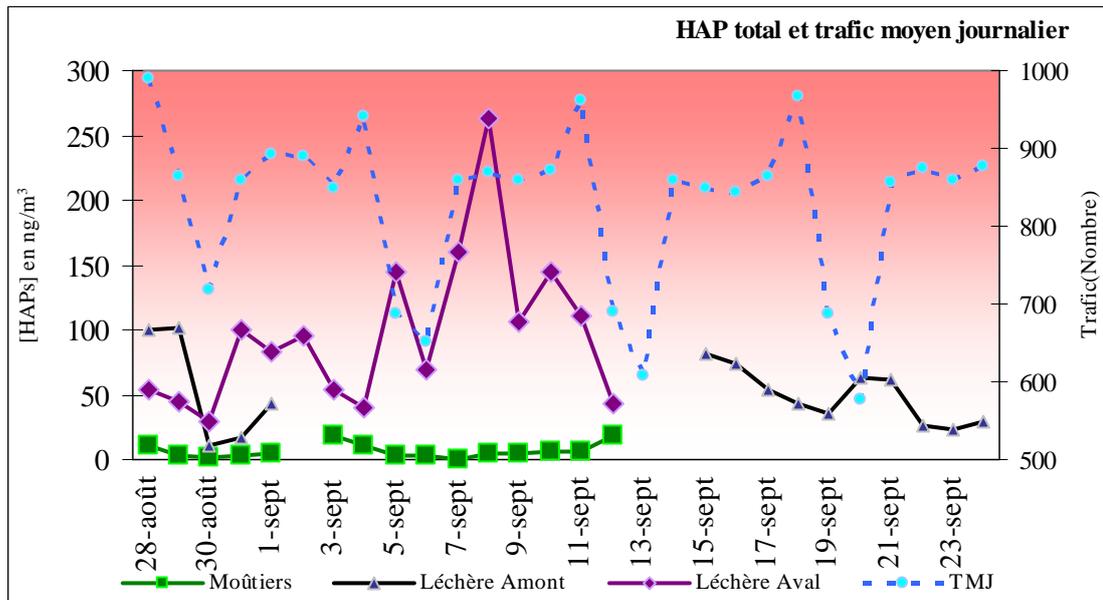
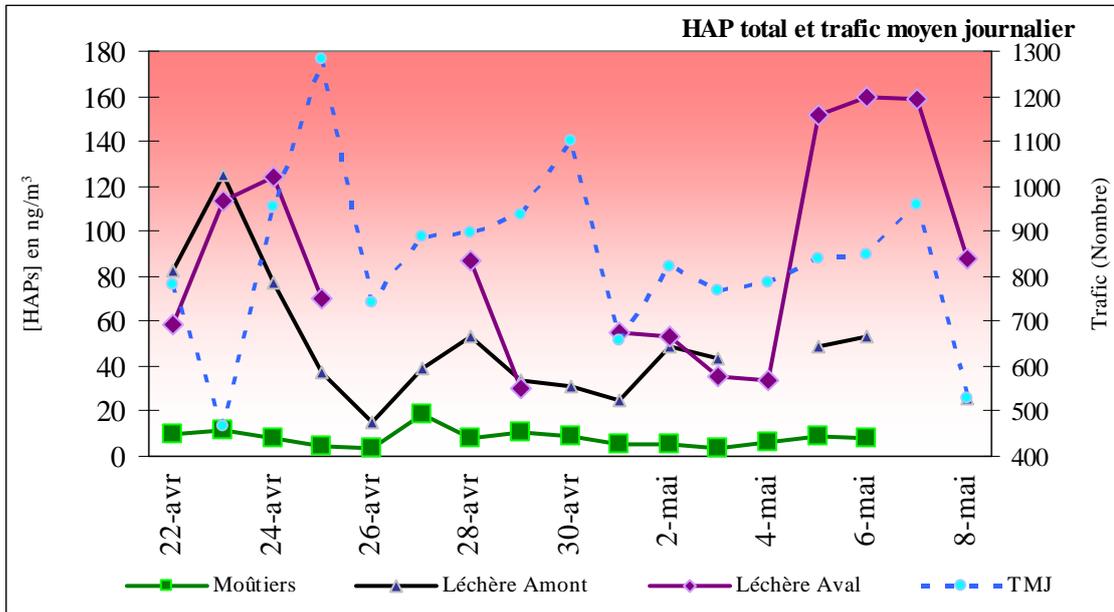
ANNEXE 5 : EVOLUTION MOYENNE DES CONCENTRATIONS

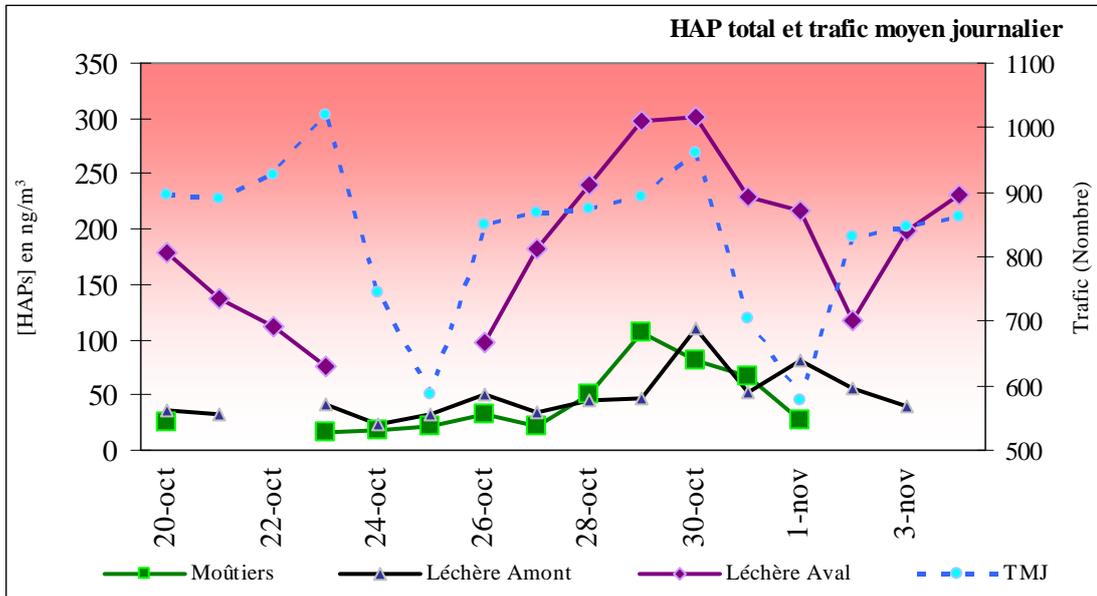




ANNEXE 6 : EVOLUTION JOURNALIERE DES CONCENTRATIONS EN HAP ET DU TRAFIC









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

Membre de



Rhône-Alpes Région

