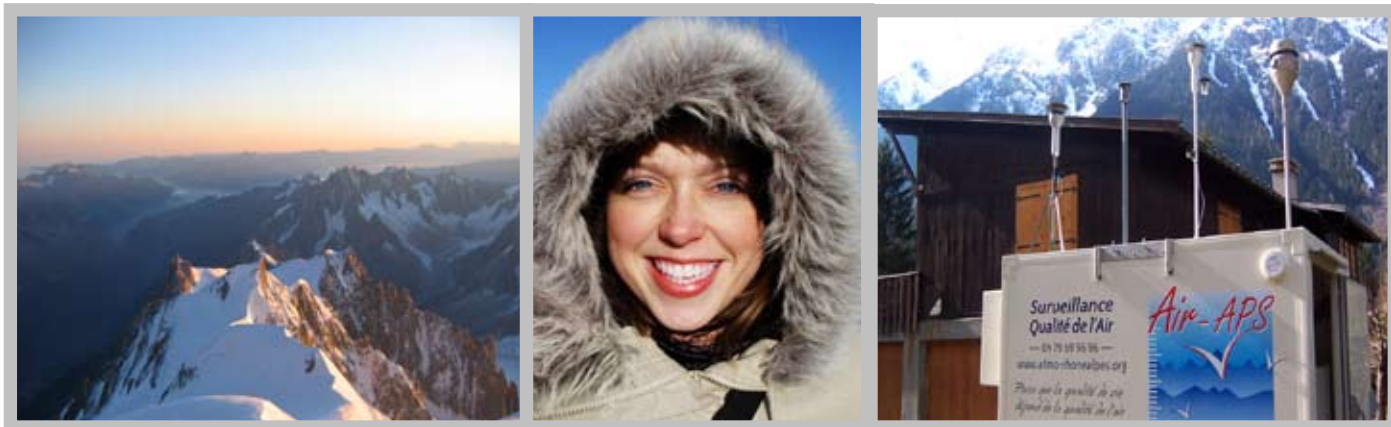




Mesures de H.A.P. dans la vallée de l'Arve

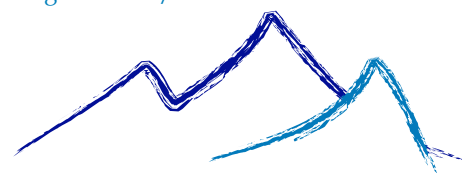


L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie

Savoie Technolac - B.P. 339
73377 LE BOURGET DU LAC Cedex

Complément pour nous trouver : 30, allée du Lac d'Aiguebelette / Bât. Passerelle 5

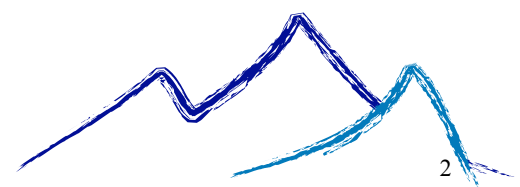
Tél. 04.79.69.05.43 - Fax. 04.79.62.64.59
e-mail: air-aps@atmo-rhonealpes.org
Site Web : www.atmo-rhonealpes.org





SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
1- Méthodologie de l'étude	4
1.1. Les périodes de mesures	4
1.2. Les polluants prospectés	4
1.3. Le choix des sites et leur emplacement	6
2- La Réglementation	8
Les seuils d'évaluation	10
3- Les Résultats	11
3.1. Comparaison avec la réglementation	11
3.1.1. Le dioxyde de soufre (SO ₂)	11
3.1.2. Le dioxyde d'azote (NO ₂)	13
3.1.3. Les poussières en suspension (PM10)	15
3.1.4. Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (H.A.P.)	17
3.1.4.1. Réglementation et seuil d'évaluation	17
3.1.4.2. Comparaison avec d'autres moyennes françaises	17
3.1.4.3. La variabilité des concentrations	18
3.2. Pourquoi des valeurs aussi fortes en H.A.P. ?	20
3.2.1. Une variabilité importante mais différente selon les sites	20
3.2.2. Recherche d'une corrélation avec les autres polluants	21
3.2.3. Existence d'un lien entre émissions et imissions	22
3.2.4. L'impact du brûlage de la biomasse	23
3.2.5. Le rôle du facteur météorologique	24
CONCLUSIONS	26
Annexe 1	28





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 participe également à la détérioration de la qualité de l'air en contraignant la dispersion atmosphérique, notamment en hiver, ce qui favorise 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 la population que ces zones sensibles peuvent être toutes aussi polluées, voire d'avantage, que les plus grosses agglomérations françaises.

La communauté européenne a établi, via la directive du 15 décembre 2004 (2004/107/CE), une réglementation pour les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (H.A.P.). 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 vallée de l'Arve et plus particulièrement la zone de Passy semble particulièrement concernée par ce polluant compte tenu de la présence importante des différentes sources anthropiques de cette famille de polluants. Après la Maurienne¹ qui a montré des résultats au dessus de la valeur cible, et avant la Tarentaise qui sera étudiée en 2009, il semblait donc judicieux de prospecter cette vallée.

L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie (Air-APS) a donc réalisé 4 campagnes de mesures sur 2008 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 articles² 1 et 4 de la loi sur l'air de 1996 ;
- D'évaluer, dans la mesure du possible, l'origine des variations de concentration en H.A.P;
- De déterminer le type de surveillance que nécessite cette zone pour les H.A.P. par comparaison des valeurs aux seuils d'évaluation définis dans les directives européennes, et ceci dans le cadre de notre plan régional de surveillance de la qualité de l'air (P.R.S.Q.A.)³.

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 Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air. Pour plus d'information, consulter le lien suivant : http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/media/voir/plan_regional_de_surveillance_de_la_qualite_de_lair_prsqa



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 comparé les résultats aux sites fixes de Passy et Chamonix. 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

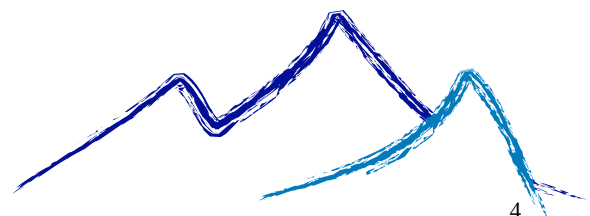
Les polluants prospectés sont ceux qui sont considérés comme des indicateurs de la pollution atmosphérique, pour lesquels une réglementation existe, et que l'on peut être amené à retrouver sur les sites de mesure compte tenu de l'activité sur l'ensemble de la vallée.

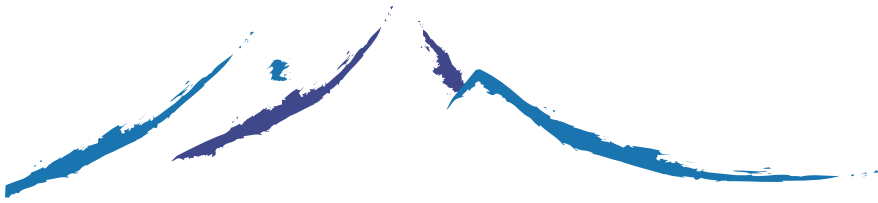
Il s'agit :

- du dioxyde de soufre
- des poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10)
- des H.A.P.
- du dioxyde d'azote (NO₂)

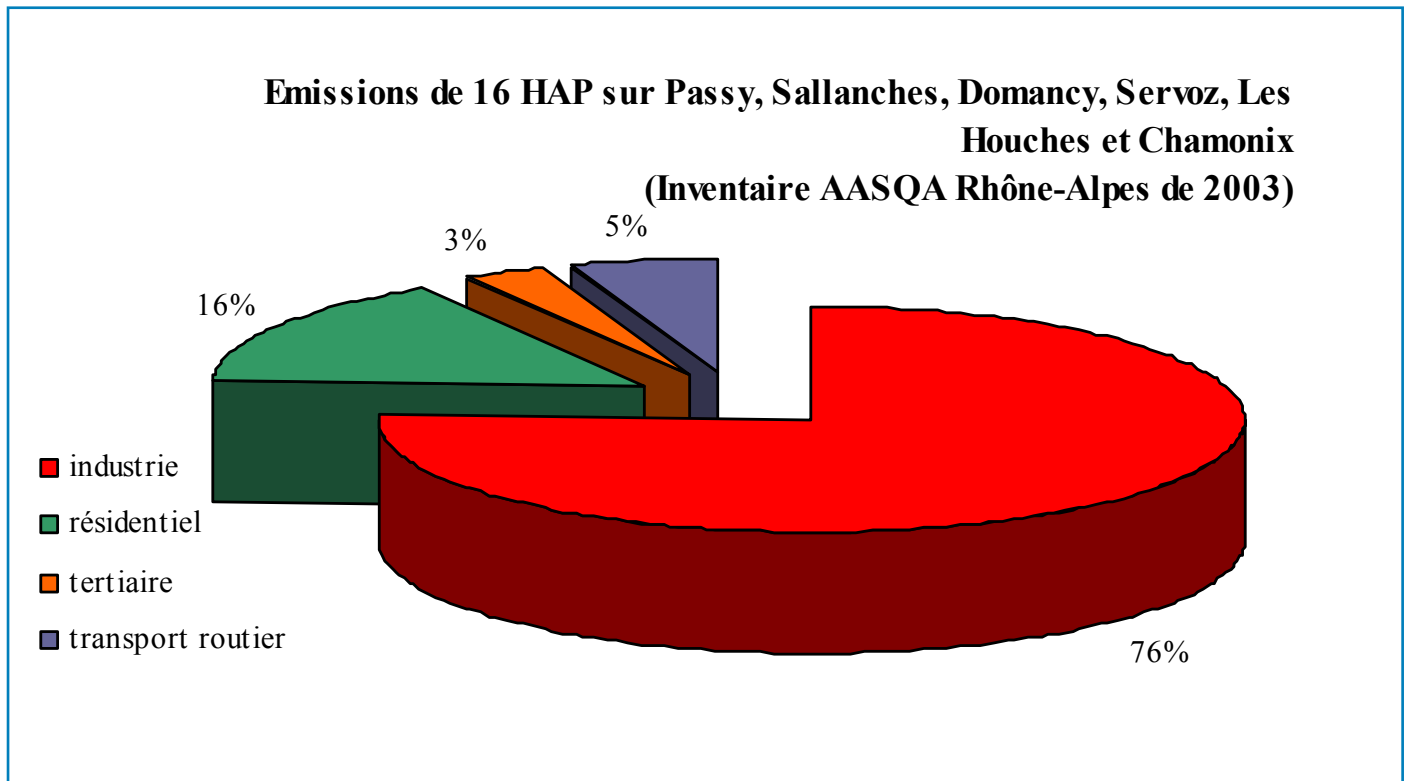
Mis à part les H.A.P., ces polluants sont suivis depuis plusieurs années sur les sites fixes de Passy et Chamonix. Nous avons par conséquent une bonne connaissance de l'évolution des concentrations et de la situation par rapport à la réglementation. D'autre part, ce sont des polluants dits classiques dont on connaît relativement bien les différentes sources.

La situation est plus complexe pour les H.A.P. Ils 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...). Dans ces conditions, il est par conséquent impossible de recenser toutes les sources et l'importance précises des émissions.



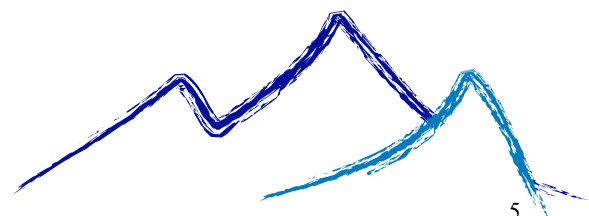


Un bilan a toutefois été effectué par les A.A.S.Q.A. de Rhône-Alpes et montre la répartition suivante pour ce polluant :



Les émissions de H.A.P. semblent donc être essentiellement d'origine industrielle en lien avec l'activité de SGL Carbon.

Remarque : ce bilan a été réalisé selon l'état de l'art et avec les informations mises à notre disposition. Il existe certainement d'autres sources d'émissions mais qui ne sont pas recensées ou pas quantifiables.



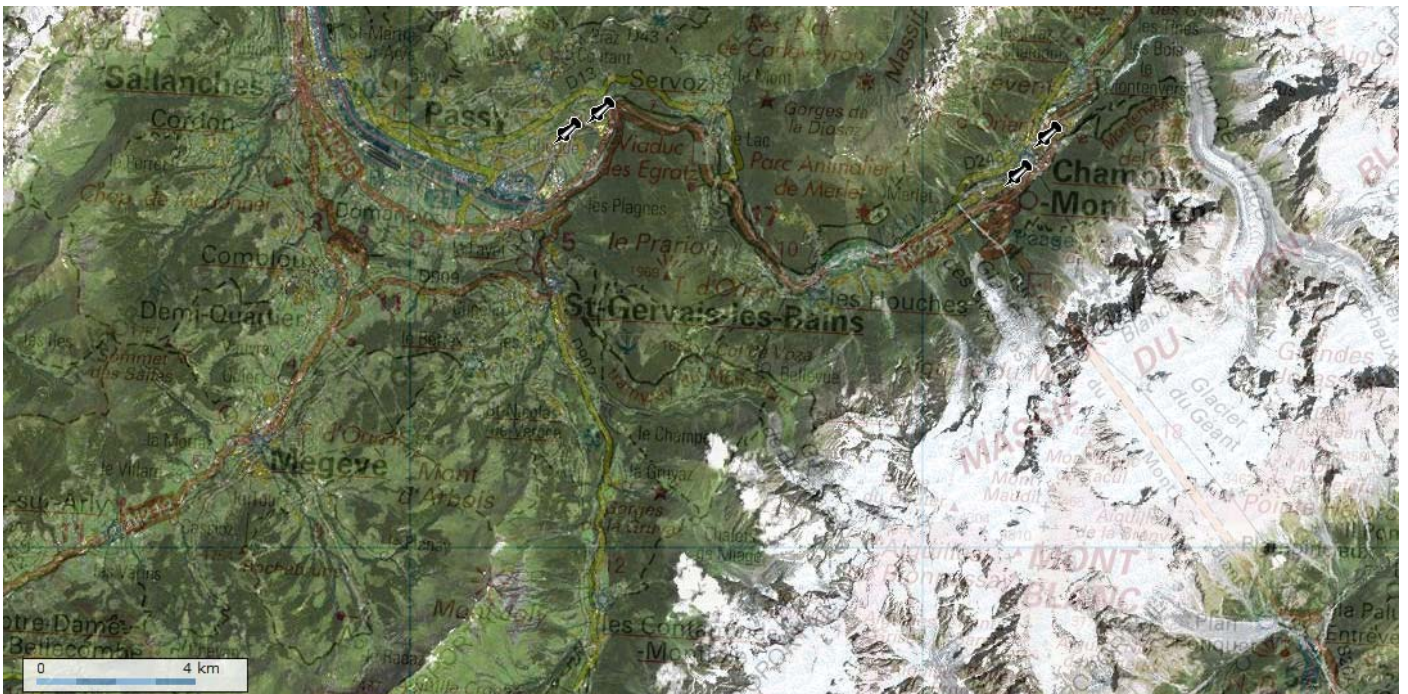


1.3. Le choix des sites et leur emplacement

Compte tenu des éléments précédents, il semblait donc judicieux de prospecter dans l'environnement du site de SGL Carbon. L'industriel a sous-traité la réalisation d'une étude sanitaire en 2007³ qui a permis de définir les zones dans lesquelles les retombées du panache des cheminées (donc des polluants) devaient être maximales. Nous avons donc pris en compte ce paramètre et la densité de population pour déterminer le site théoriquement le plus influencé (nommé chedde dans la suite du rapport).

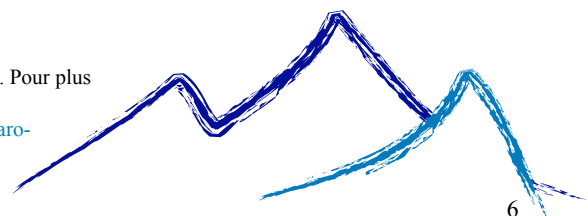
La station fixe de Passy a également accueilli, en plus de ces mesures habituelles, un préleveur pour la détermination des concentrations en H.A.P.

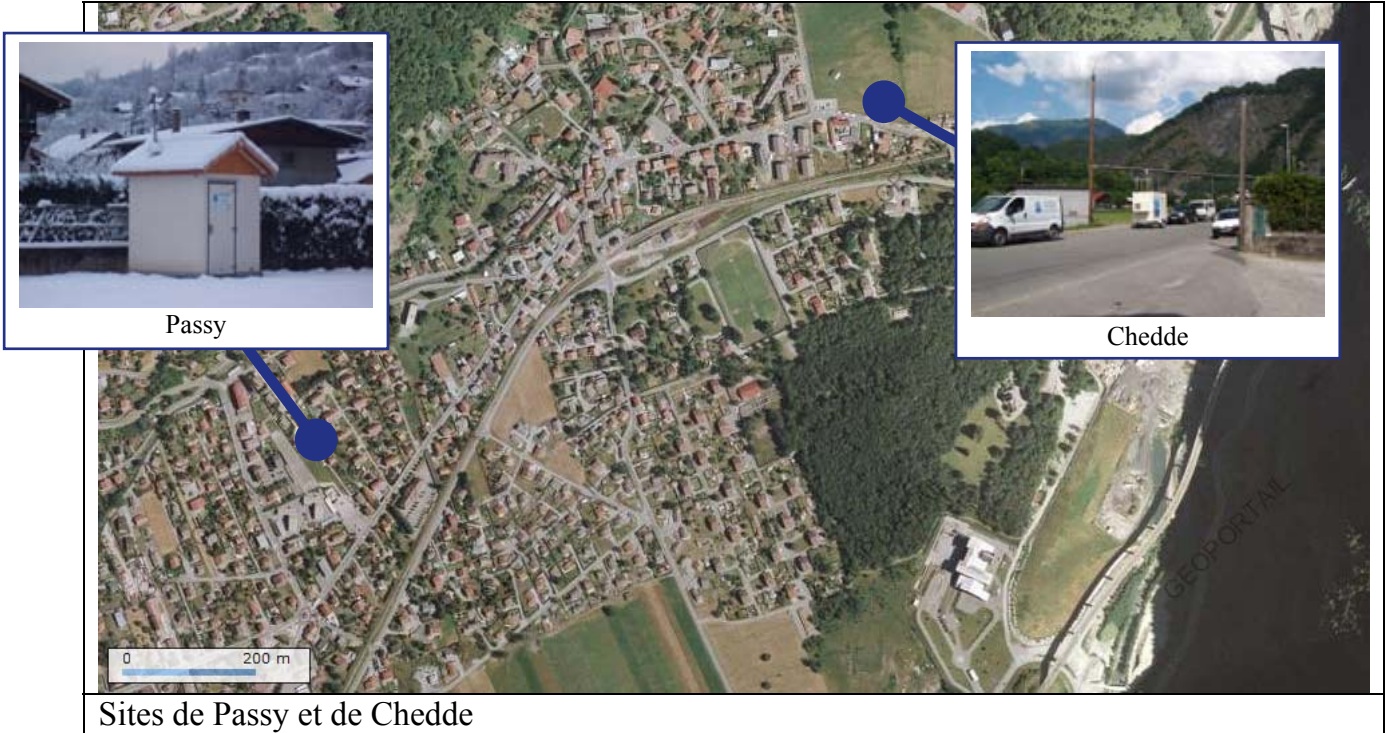
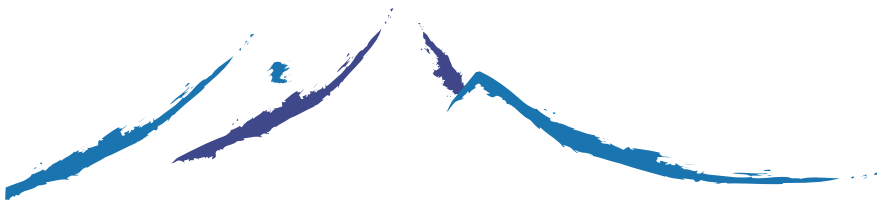
Enfin, un site de mesure a été implanté dans la vallée de Chamonix, en périphérie du centre ville dans le secteur de l'hôpital (nommé Clos de l'Ours dans la suite du rapport), puisque le programme PO.V.A.⁴ avait montré que les concentrations en H.A.P. pouvaient être importantes.



³ Evaluation des risques sanitaires liés aux émissions atmosphériques du site de Chedde – février 2007. Pour plus d'informations, contacter l'industriel.

⁴ Découvrez le rapport d'études sur internet : http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/media/voir/pova_pareles_dexperts_sur_lair_pur_des_alpes

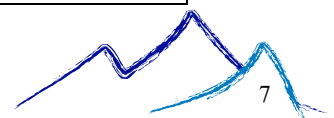




Sites de Passy et de Chedde



Sites de Chamonix et du Clos de l'Ours



2. La Réglementation

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.

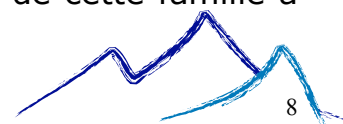
Les valeurs limites sont les valeurs de concentrations que l'on ne peut dépasser que pendant une durée limitée : en cas de dépassement des mesures permanentes pour réduire les émissions doivent être prises par les Etats membres de l'Union Européenne.

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.

Le tableau ci-dessous reprend les principales valeurs réglementaires :

	Normes	Pas de temps	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		200
	Valeur limite en 2010	Moyenne horaire	200 (18 dépassements autorisés)
PM 10	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	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 $1 \text{ ng}/\text{m}^3$)

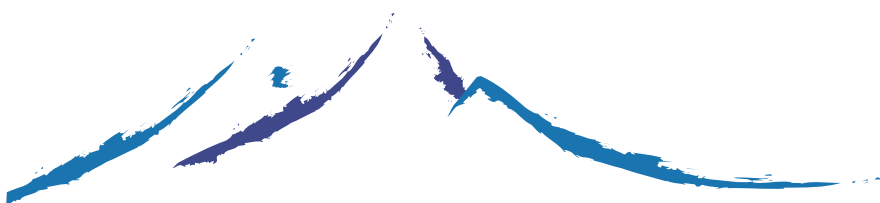
Le Benzo[a]Pyrène étant le plus étudié des H.A.P. et représentant 40% de la toxicité globale de cette famille, la réglementation l'a retenu comme traceur du risque cancérigène pour l'ensemble de la famille des H.A.P. C'est donc le seul polluant de cette famille à être réglementé (Voir Annexe 1 pour plus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



Les polluants	Oxydes d'azote (NO _x , NO ₂) :	Particules en suspension (PM10)	Dioxyde de soufre (SO ₂) :	Benzo(a)Pyrène (B[a]P) (Voir également annexe 1)
<p>Leurs origines</p>	<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.</p> <p>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.</p> <p>Ces poussières peuvent également véhiculer d'autres polluants comme les métaux lourds et les hydrocarbures.</p> <p>Les principaux émetteurs sont les véhicules diesels, les incinérateurs, les cimenteries et certaines industries.</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 (<10 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>	<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.</p> <p>Les industries et les installations de chauffage restent les principaux émetteurs. Il faut noter que ce gaz est en nette diminution depuis quelques années du fait de la désulfuration des différents carburants.</p> <p>C'est un gaz irritant. Il provoque une altération de la fonction pulmonaire chez les enfants et une exacerbation des syndromes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire...). Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles.</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. Ils proviennent des processus de pyrolyse et en particulier de la combustion incomplète de matières organiques.</p> <p>Les principales sources sont le chauffage (charbon, bois, fuel), le trafic routier (principalement les véhicules diesel) et l'industrie (métallurgie, peinture, imprimerie...)</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'infection⁶.</p>
<p>Leurs effets sur la santé</p>	<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>			

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.

⁶ 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).



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.

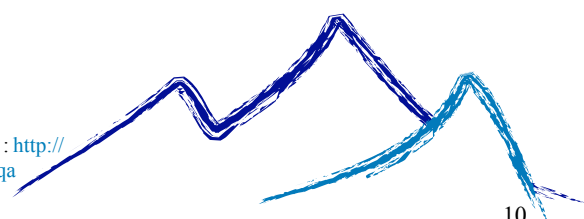
Entre le seuil d'évaluation maximal et le seuil d'évaluation minimal, une combinaison de mesures et de techniques de modélisation peut être employée pour évaluer la qualité de l'air ambiant.

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.

On retrouve dans le tableau suivant les seuils d'évaluation pour le BaP (Benzo[a]pyrène). Les autres polluants ne sont pas mentionnés car ils sont analysés au quotidien via les stations mesurant en continu dans la vallée et permettent d'orienter le P.R.S.Q.A.⁷ de l'Air-APS et de faire le bilan annuel auprès du ministère de l'écologie et de la commission européenne.

BaP		
Pas de Temps	Moyenne annuelle	
Seuil	SEMax	SEMin
Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$0,6 \cdot 10^{-3}$	$0,4 \cdot 10^{-3}$
Condition	Ne pas dépasser plus de 3 fois sur 5 ans	

⁷ Plan Régional de Surveillance de la Qualité de l'Air. Pour plus d'information, consulter le lien suivant : http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/media/voir/plan_regional_de_surveillance_de_la_qualite_de_lair_prsqa



3. Les Résultats

3.1. Comparaison avec la réglementation

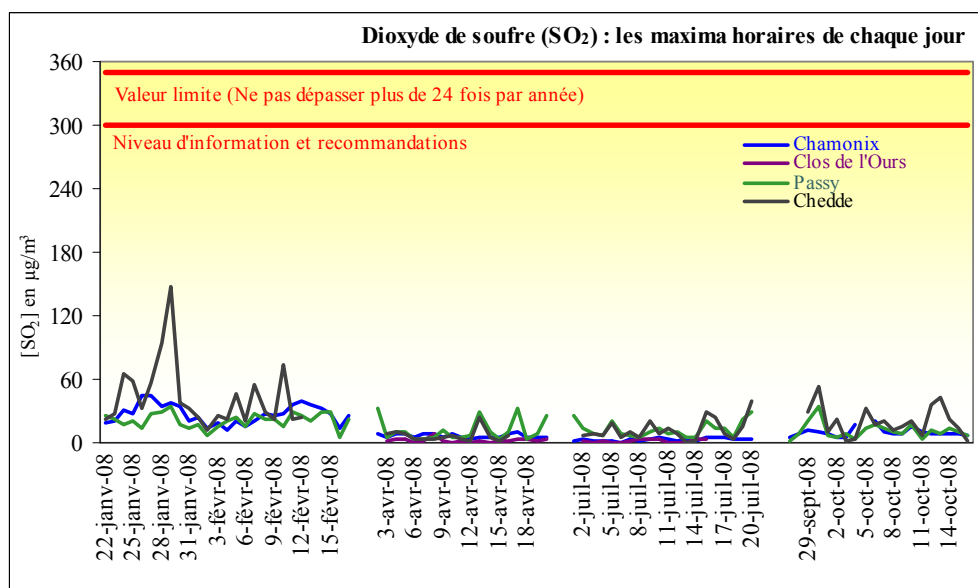
3.1.1. Le dioxyde de soufre (SO₂)

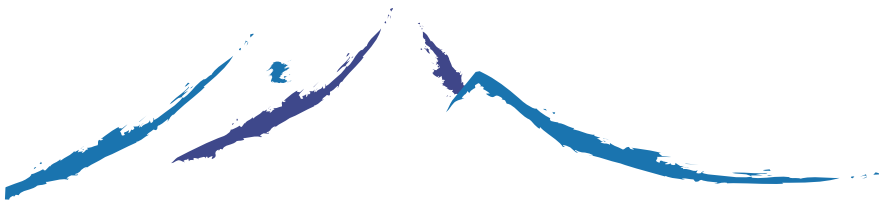
Depuis la désulfuration des carburants, les concentrations en dioxyde de soufre dans l'atmosphère ont fortement diminué. Nous avons d'ailleurs arrêté en 2004 la mesure en continu de ce polluant sur la grande majorité de nos stations fixes suite à plusieurs années de données très faibles. Ce polluant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

L'industriel présent à Passy n'est pas recensé comme un émetteur important de dioxyde de soufre mais sa présence dans le milieu sensible que constitue une vallée de montagne nous a incité à faire un suivi pour ce polluant lors de cette étude.

Bien que le recul ne soit pas encore très important sur le site de Passy, nous n'avons pas enregistré de pic de pollution en dioxyde de soufre depuis l'installation de la station (juillet 2006) et ce polluant respecte toutes les valeurs réglementaires.

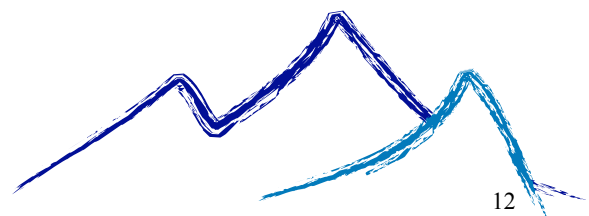
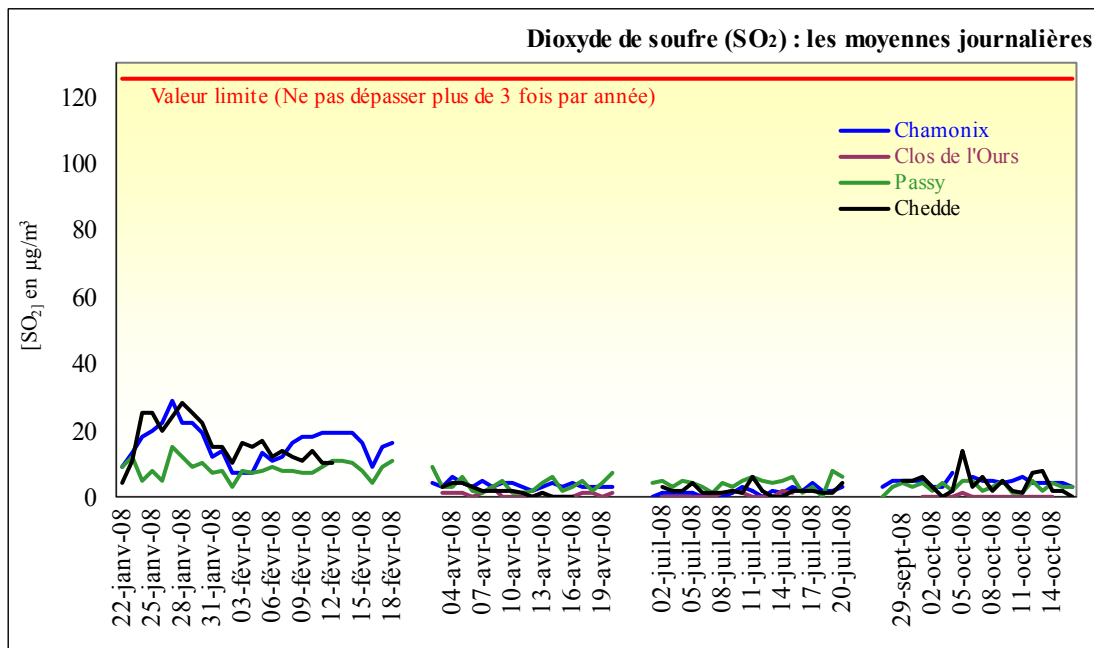
Les mesures effectuées sur le site de Chedde lors de cette étude ont pourtant montré lors de la période hivernale des valeurs horaires qui pouvaient être non négligeables. Ainsi, compte tenu que Passy a enregistré une concentration horaire maximale de 118 µg/m³ depuis sa création (le 21/01/2008), on ne peut pas exclure que le site de Chedde, lorsque se conjuguent émissions et conditions climatiques défavorables à la dispersion des masses d'air, dépasse le niveau d'information et de recommandations (fixé à 300 µg/m³) puisqu'il enregistre des concentrations 4 fois supérieures à Passy. Au cours de l'étude, nous n'avons cependant pas observé de valeurs dépassant les seuils réglementaires.

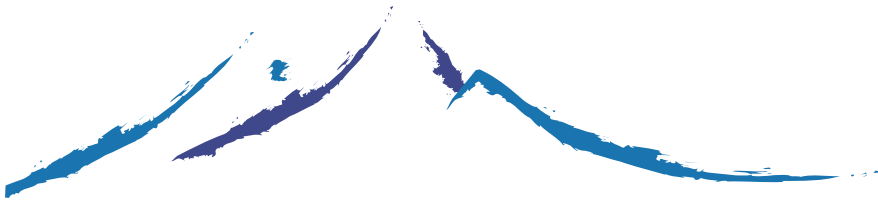




La station du Clos de l'Ours montre un visage identique à celui de Chamonix. Compte tenu qu'aucun dépassement des valeurs réglementaires n'a été enregistré en 10 ans de mesures sur Chamonix, on peut être rassuré quant à la potentialité de la vallée de Chamonix à respecter les valeurs réglementaires pour le dioxyde de soufre.

L'évolution journalière des concentrations n'apporte pas d'informations supplémentaires. Les concentrations moyennes sont faibles au regard de la réglementation et seule la période hivernale est susceptible d'induire un risque de dépassement des valeurs réglementaires sur la zone de Passy.



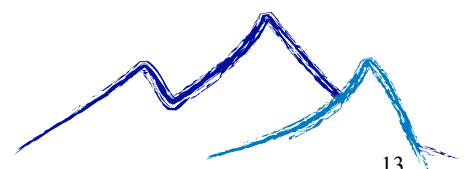
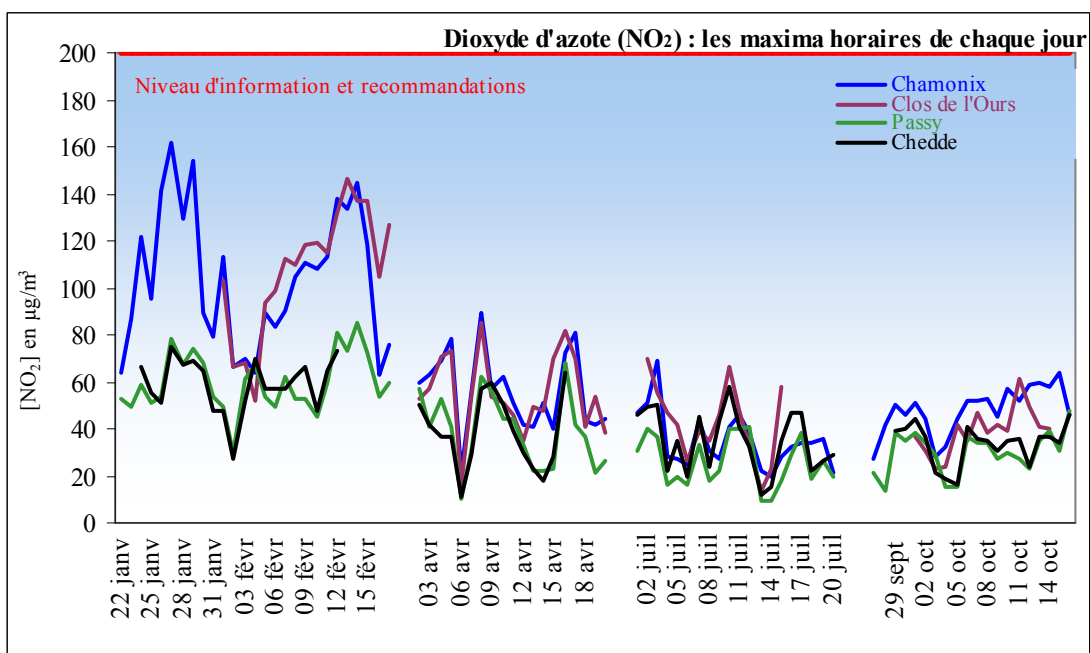


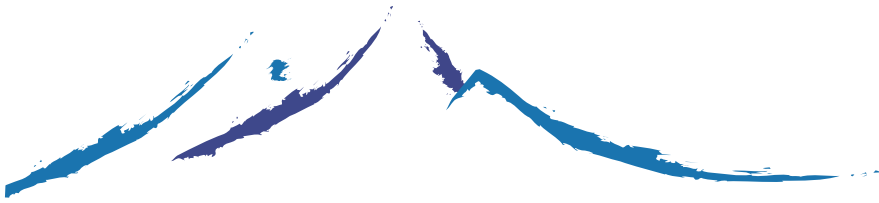
3.1.2. Le dioxyde d'azote (NO₂)

Ce polluant est par excellence l'indicateur qui reflète l'importance du trafic. Toutefois, la visualisation des données horaires montre des valeurs parfois 2 fois supérieures sur Chamonix en comparaison de Passy. Le trafic n'y est pourtant pas plus important mais ce sont les conditions climatiques plus défavorables, en lien avec l'encaissement de la vallée, qui engendrent une accumulation de la pollution et donc une dégradation plus importante de la qualité de l'air.

La comparaison des résultats des 4 sites indiquent que les stations fixes de Passy et Chamonix représentent bien la qualité de l'air de la zone.

La réglementation a été respectée mais on sait via l'historique que le secteur de Chamonix peut enregistrer épisodiquement des pics de pollution à cause des émissions mais selon les aléas météorologiques. Ainsi, en 10 ans de mesures, Chamonix a observé 5 jours de dépassement du niveau d'information et de recommandations lors des mois de décembre 2003, 2006 et 2007. Passy n'a pas encore enregistré de mesures aussi fortes pour ce polluant. Sa mise en service est beaucoup plus récente donc on ne peut pas l'exclure mais les pics de pollutions en particules enregistrés récemment, qui ont été significatifs par la durée et l'ampleur des concentrations, n'ont jamais été accompagnés de pointe de pollution en dioxyde d'azote. On peut donc supposer que la probabilité de dépassement est beaucoup plus faible.



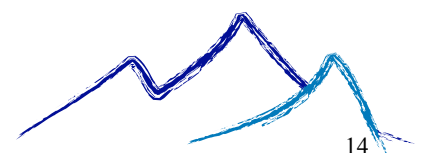
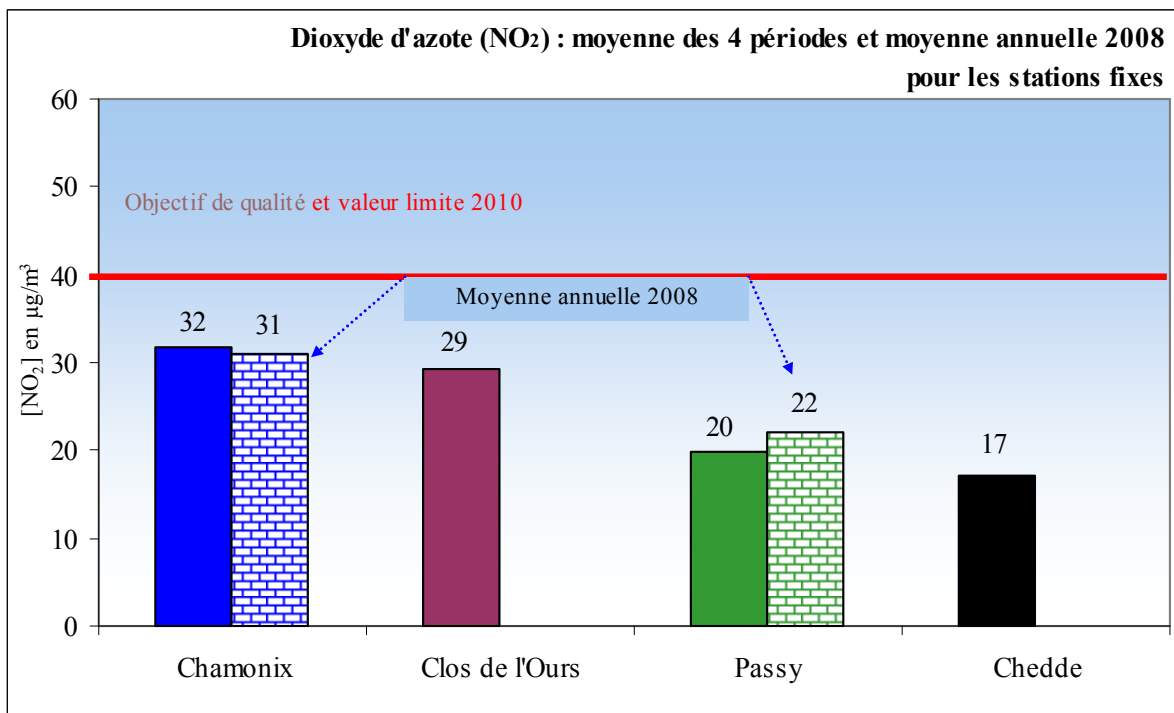


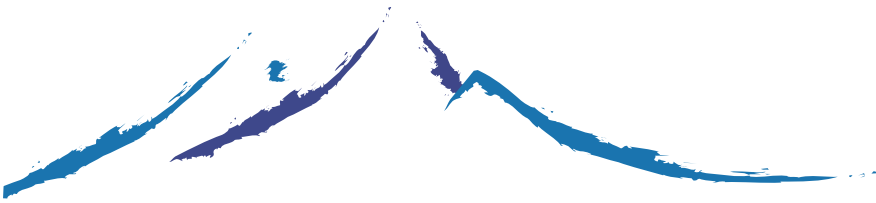
L'objectif de qualité ou la valeur limite prévue pour 2010 est défini pour une série de données annuelles. Or, nous réalisons une évaluation à l'aide de 4 fois 15 jours de mesures.

Pour pouvoir juger de la bonne représentativité de cet échantillonnage, nous allons utiliser les sites fixes de Passy et Chamonix. Le principe est simple :

- Calcul de la moyenne annuelle sur un an de mesure à Chamonix ($31 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et Passy ($22 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Calcul de la moyenne lors des 4 campagnes de mesure pour Chamonix ($32 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et Passy ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$)
- Estimation possible du biais sur un site par comparaison des 2 moyennes précédemment calculées

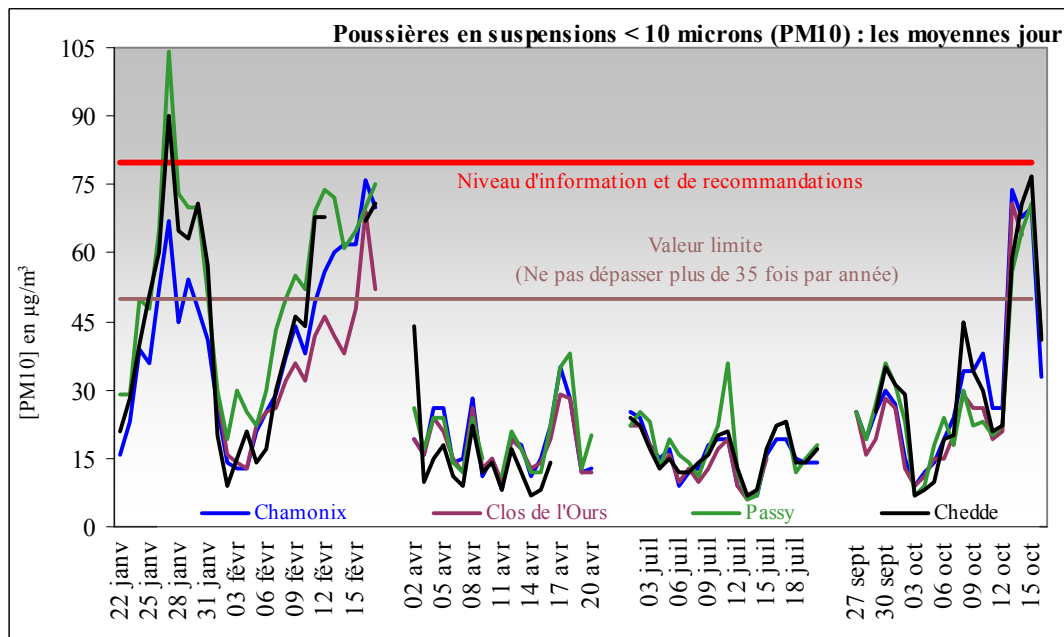
D'une part, on peut constater la bonne représentativité des 8 semaines de mesures, puisque la moyenne des périodes est très proche de la moyenne annuelle sur les stations fixes, et d'autre part, le respect de cette réglementation.





3.1.3. Les poussières en suspension inférieures à 10 microns (PM10)

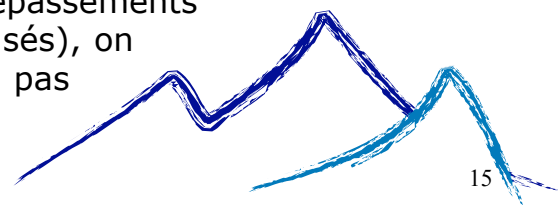
Les plus de 10 ans d'expérience de l'association et les nombreux programmes que nous avons menés dans les vallées alpines, dont P.O.V.A.⁸, nous ont appris que la configuration particulière des vallées pouvait rendre la dispersion atmosphérique difficile provoquant des pics de pollution aigus. Toutefois, la mise en service de la station de Passy en 2006 a montré qu'en matière de qualité de l'air, on ne connaît bien une zone que lorsqu'on la prospecte durablement. Ainsi, en 2007 c'est-à-dire lors de sa première année en continue, Passy a enregistré la deuxième moyenne journalière la plus importante des 2 Savoie et de l'Ain, a comptabilisé le nombre de dépassement le plus important de la valeur de la moyenne limite (54 dépassements pour 35 autorisés) et a enregistré le pic de pollution le plus important en particules que l'on ait jamais mesuré (11 jours de dépassements consécutifs du niveau d'information et de recommandations avec 1 jours au dessus du niveau d'alerte entre le 18 et 27 décembre). La zone d'étude est donc particulièrement sensible à la problématique « particules ».

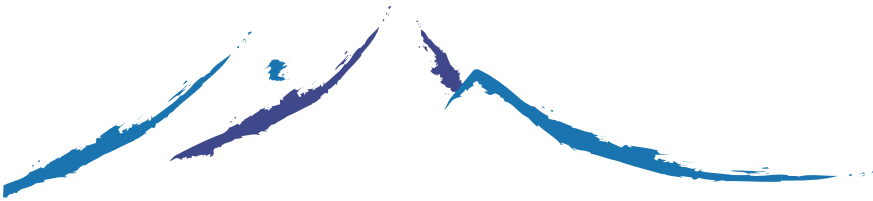


A l'instar du dioxyde d'azote, les mesures sur Chedde et au Clos de l'Ours montrent que les concentrations sont bien homogènes avec le site fixe le plus proche et que les stations de Chamonix et Passy sont donc bien représentatives de leur zone.

Les concentrations de poussières mesurées à Passy et Chedde ont dépassé le seuil d'information et de recommandations lors des 4 campagnes de mesure. Le seuil de la valeur limite a été également atteint à plusieurs reprises. Compte tenu que Passy a dépassé la valeur limite en 2008 en enregistrant 50 dépassements de la moyenne journalière de 50 µg/m³ (pour 35 autorisés), on peut en conclure que Chedde ne respecte également pas cette valeur réglementaire.

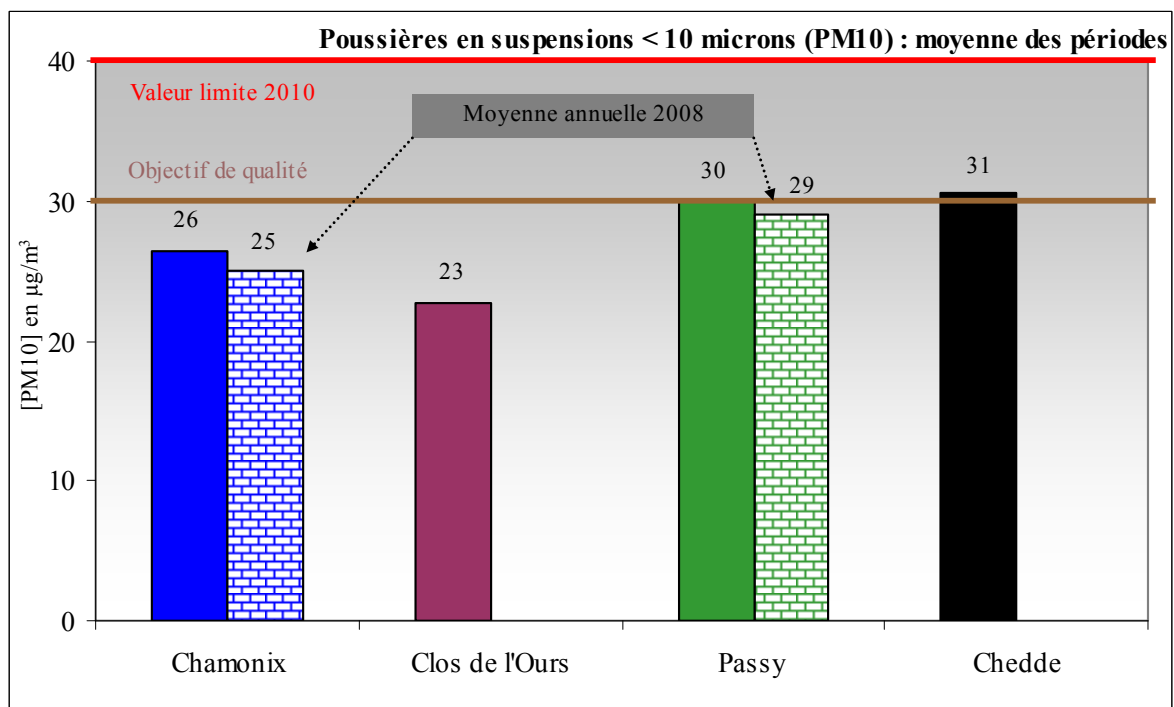
⁸ P.O.V.A. POLLution des Vallées Alpines. Retrouvez toutes les informations sur le site internet : <http://transalpair.eu/POVA/>



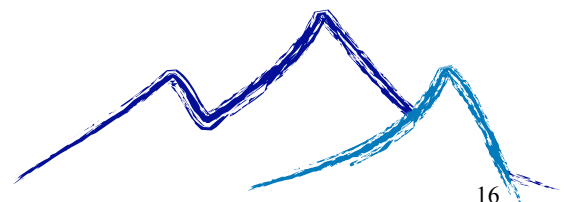


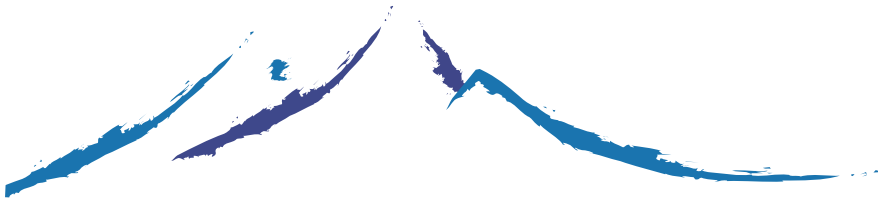
Bien que moins sensible aux pics de pollution en poussières, la zone de Chamonix n'est pas en reste. Le seuil d'information et de recommandations a été approché mais il n'a pas été dépassé. Le seuil de la valeur limite a été dépassé à plusieurs reprises lors des 4 campagnes et Chamonix a observé 27 dépassements sur l'ensemble de l'année. On peut donc considérer que cette valeur réglementaire est respectée en 2008 (ce n'était pas le cas en 2007 avec 38 dépassements). Le site du Clos de l'Ours suit l'évolution observé sur Chamonix ; par conséquent, il enregistre des dépassements des valeurs réglementaires mais pas de façon récurrente comme sur le secteur de Passy.

Notons enfin que malgré des conditions de dispersion plus défavorables dans la vallée de Chamonix, donc plus propice à l'observation de fortes concentrations, la zone de Passy est plus affectée par les pics de pollution en particules. On peut donc légitimement penser que ce sont des émissions locales qui viennent accentuer les pics de pollution rendant ainsi cette zone plus sensible pour ce polluant.



La moyenne des périodes et leur comparaison avec la réglementation annuelle ne fait que confirmer le constat précédent puisque Chedde comme Passy se situent au niveau de l'objectif de qualité et au-dessus de ce qui est mesuré sur le secteur de Chamonix. Pour information, Passy avait enregistré en 2007 une moyenne de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



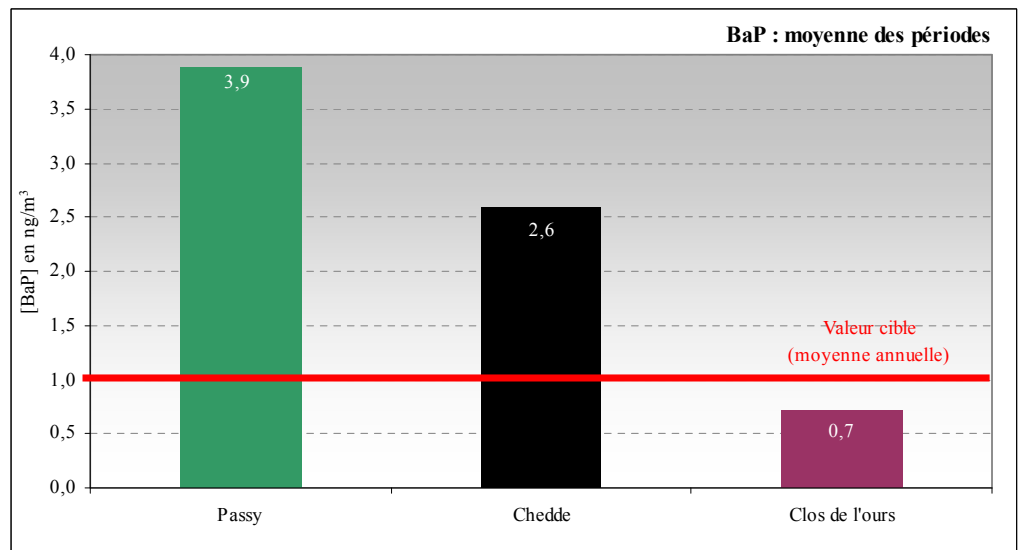


3.1.4. Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (H.A.P.).

3.1.4.1. Réglementation et seuil d'évaluation.

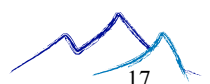
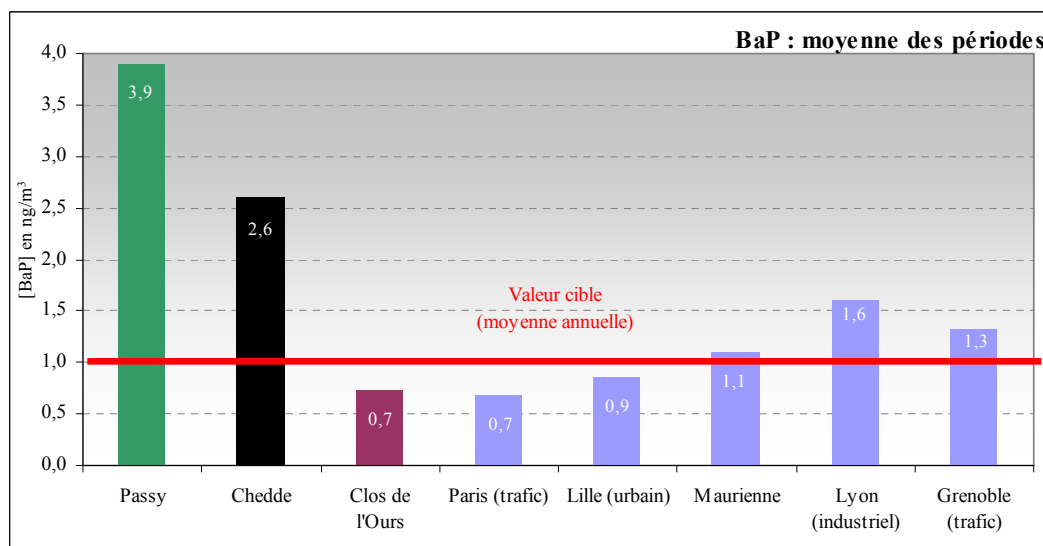
La réglementation étant définie pour un pas de temps annuel, nous devons donc regarder la moyenne des 4 périodes afin de statuer sur le respect ou non des valeurs de référence.

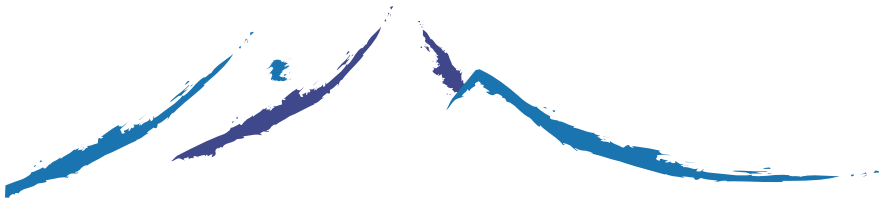
Le constat est sévère: Passy enregistre une moyenne pratiquement 4 fois au-dessus de la valeur cible, le site de Chedde est plus de 2,5 fois supérieur à la valeur réglementaire et le Clos de l'Ours respecte la réglementation mais dépasse le seuil d'évaluation supérieur (fixé à $0,6 \text{ ng/m}^3$), ce qui nécessite de poursuivre l'évaluation afin de statuer sur le type de surveillance que l'on devra mener à l'avenir (voir le chapitre sur les seuils d'évaluation page 10).



3.1.4.2. Comparaison avec d'autres moyennes françaises.

Compte tenu des niveaux importants enregistrés et du suivi relativement récent de ce polluant, il est intéressant de comparer les valeurs obtenues avec d'autres sites français pour bien situer l'étendue de la problématique.



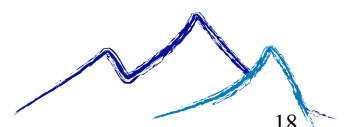
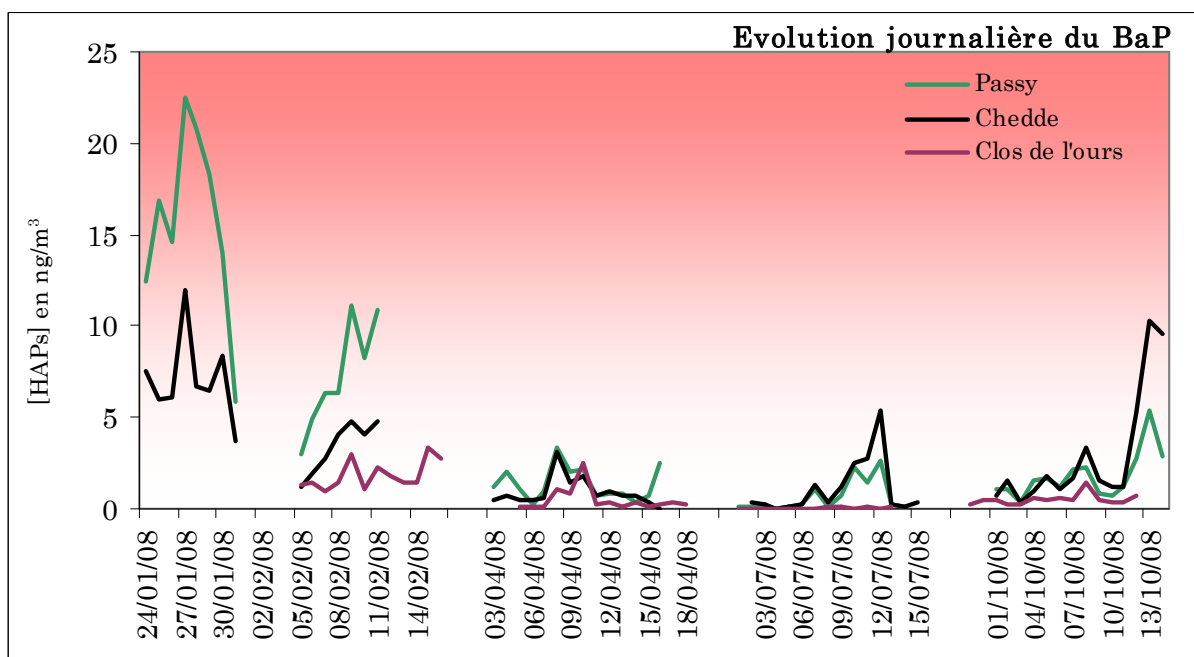


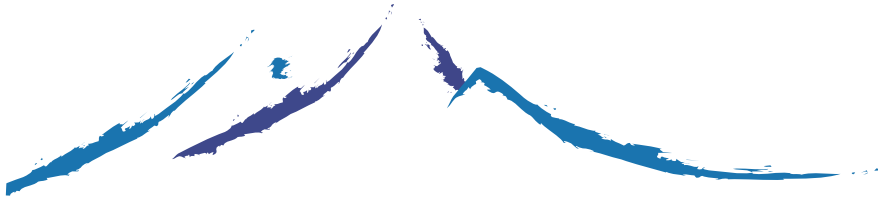
Les comparaisons avec les sites industriels les plus importants de France ou les axes trafic les plus chargés de l'hexagone (Paris avec 250.000 véhicules/jour soit environ 10 fois le trafic de la RN205) indiquent que la zone de Passy est plus de 2 fois supérieure à ce que l'on peut respirer dans ces endroits.

Certes, le fait d'être dans une vallée accentuée les pics de pollution mais Chamonix, qui enregistre un trafic semblable à Passy, a des concentrations en H.A.P. comparables aux autres sites français. Cela prouve donc sans équivoque que la zone de Passy est influencée par une ou des sources en H.A.P.

3.1.4.2. 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 H.A.P., on constate que l'on mesure les concentrations les plus importantes en hiver comme le montre l'évolution du BaP sur les 4 périodes, ce qui est conforme à ce que l'on peut observer pour les autres polluants (mise à part l'ozone). Par contre, la spécificité des H.A.P. réside dans l'écart important que l'on peut observer entre une période de concentrations faibles et fortes. A Passy, **la concentration journalière** en Benzo[a]pyrène (BaP) est **multipliée par 860** entre le minimum et le maximum ! C'est quelque chose que l'on ne rencontre pas pour les polluants dits classiques.





Ce phénomène s'explique principalement par quatre processus :

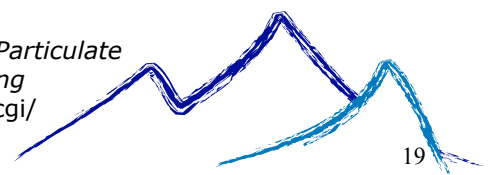
- l'augmentation des émissions dues au chauffage domestique ;
- la température plus faible qui fait que les H.A.P. auront tendance à rester en phase particulaire ;
 - une plus grande stabilité de la colonne atmosphérique en hiver, limitant ainsi les processus dispersifs et ceci particulièrement en secteur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

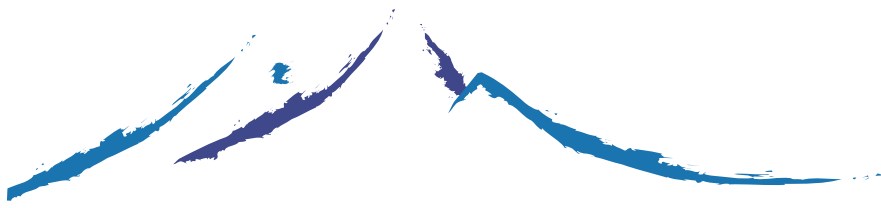
Notons que ce dernier processus est responsable, en période estivale, d'une perte non négligeable des H.A.P. présents dans la matière particulaire prélevée sur le filtre (artefacts de volatilisation⁹).

Pour être complet, l'expérience de la mesure de H.A.P. en France permet de faire ressortir deux points du graphe précédent pour le secteur de Passy :

- les concentrations en saison estivale sont importantes ;
- les concentrations sont significatives sur les 4 saisons ce qui indique la présence d'une source d'émission continue.

⁹ 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>

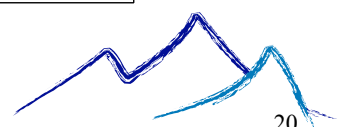
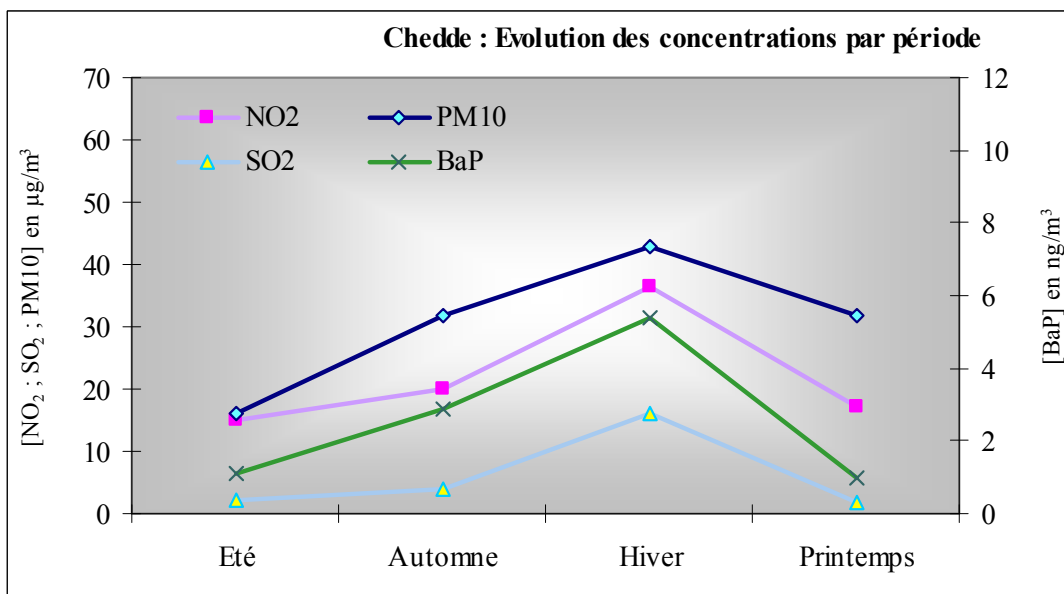
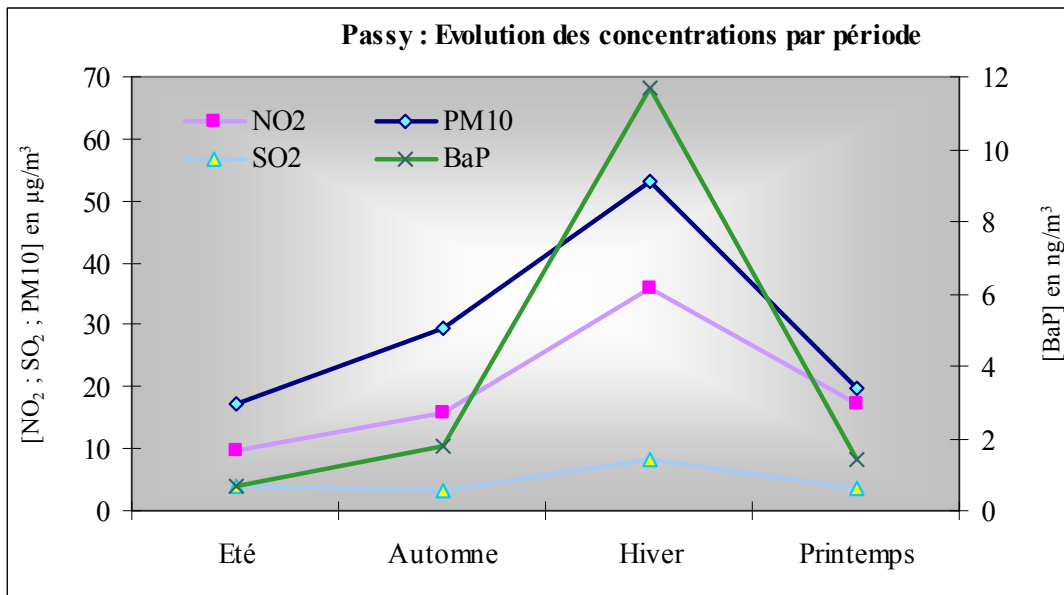


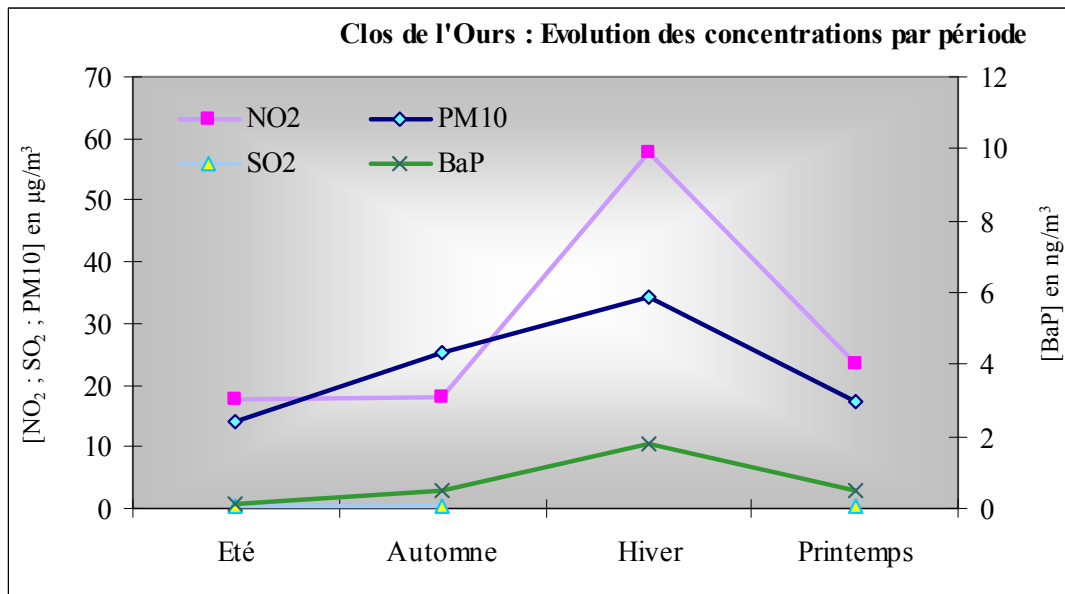
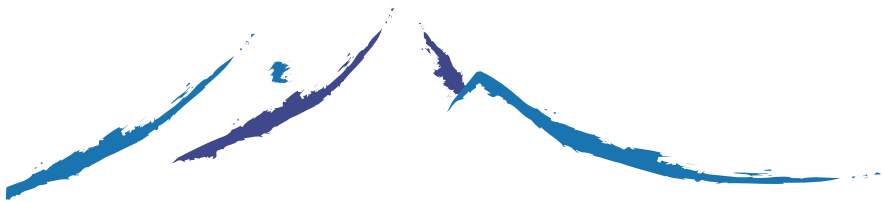


3.2. Pourquoi des valeurs aussi fortes en H.A.P. ?

3.2.1. Une variabilité importante mais différente selon les sites.

Rechercher l'origine des concentrations en H.A.P. est délicat car tous les processus de combustion principaux (Chauffage, Industrie, Trafic) émettent des H.A.P. sans avoir une signature propre qui permettrait leur identification de façon aisée et avec certitude. Pour commencer, on peut remarquer qu'il existe une nette différence entre la vallée de l'Arve (sites de Passy et Chedde) et celle de Chamonix (Clos de l'Ours).

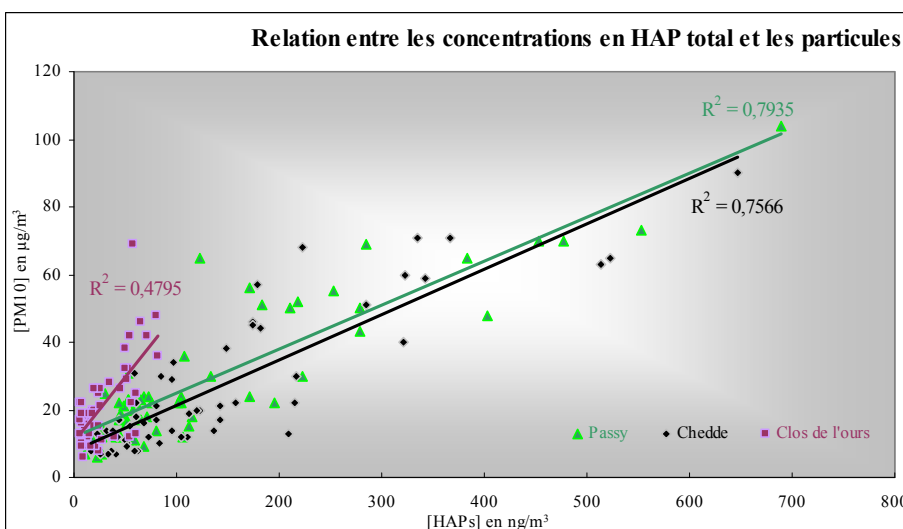




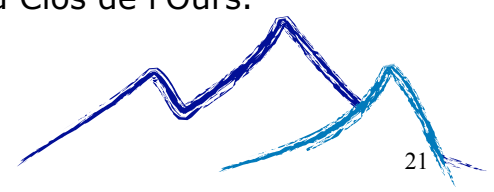
Les sites de Passy et Chedde observent une variabilité beaucoup plus importante avec des valeurs très fortes en hiver mais des niveaux également élevés en été et en automne, ce que l'on ne retrouve pas sur le site du Clos de l'Ours. Compte tenu de la proximité des sites, on peut donc penser qu'il existe des sources sur Passy que l'on n'a pas sur Chamonix. Les concentrations des autres polluants évoluent de façon concomitante avec le BaP sur l'ensemble des sites.

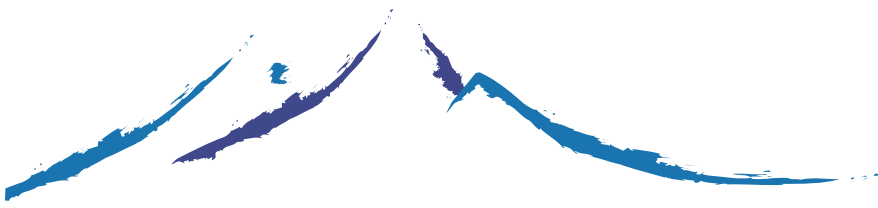
3.2.2. Recherche d'une corrélation avec les autres polluants

L'analyse sous forme de corrélation de l'évolution des H.A.P. avec les autres polluants primaires peut donner des pistes car ces derniers sont plus spécifiques en termes de sources. La corrélation entre les poussières et les H.A.P. sur les sites de Passy et Chedde est bien meilleure qu'au Clos de l'Ours comme le montre le graphe ci-contre. Le nuage est moins dispersé mais surtout il semble exister une relation semblable dans les faibles et hautes concentrations entre les H.A.P. et les poussières.



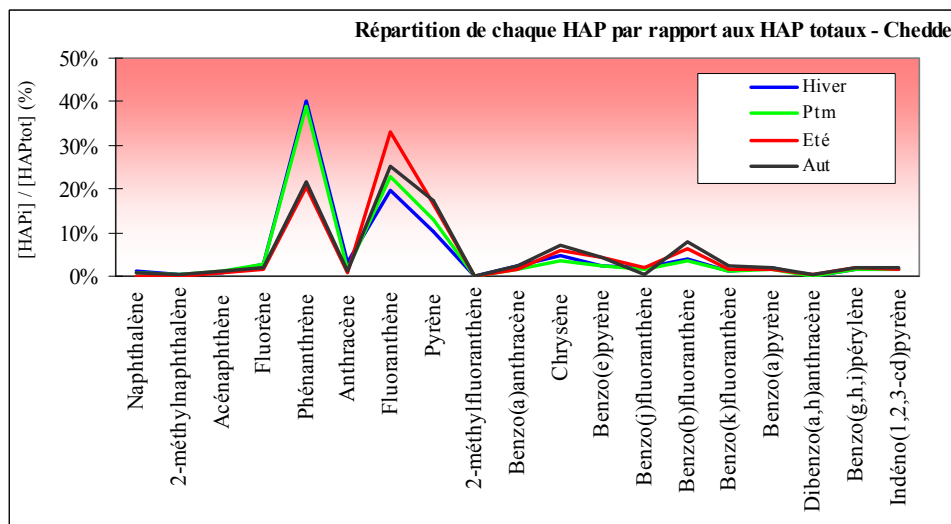
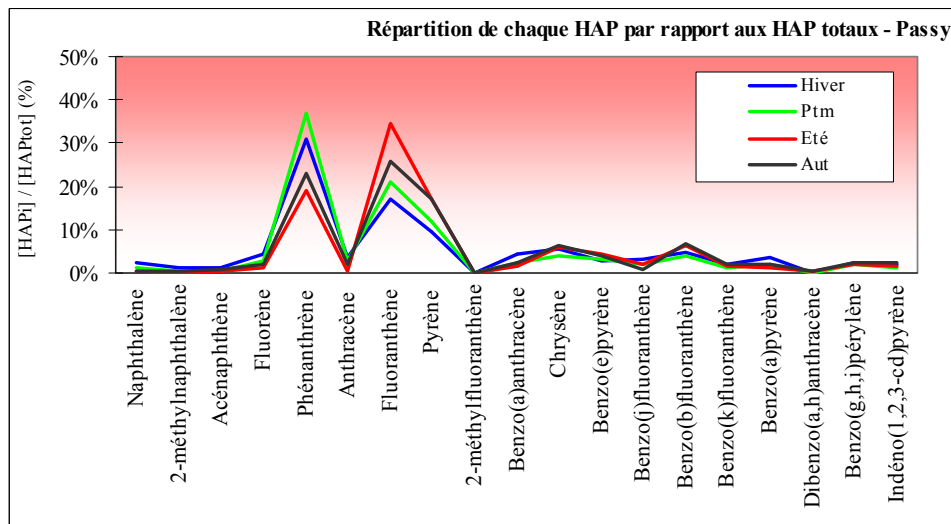
Bien que cette analyse ne permette pas d'identifier une source avec certitude, elle donne des pistes : les sites de la zone de Passy semblent être alimentés en poussière et H.A.P. par une même source, quelque soit la période de l'année, ce qui est moins flagrant sur le site du Clos de l'Ours.



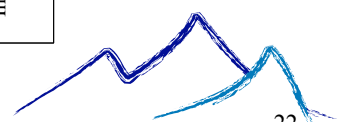


3.2.3. Existence d'un lien entre émissions et imissions ?

La société SGL CARBON SAS située à Chedde est un émetteur de H.A.P. Dans le cadre de son arrêté d'exploitation, l'entreprise est tenue de faire des mesures à l'émission. En partenariat avec l'entreprise, nous avons donc cherché à définir un profil type en analysant les résultats des rapports du prestataire externe suite aux mesures à l'émission¹⁰. Une carte d'identité n'a pas pu être définie précisément car la source d'émission de l'entreprise n'est pas unique sur le site et qui plus est variable selon l'activité au moment des mesures à l'émission. Toutefois, l'analyse de ces rapports a mis en évidence la part importante d'un H.A.P. par rapport aux autres H.A.P. : le Fluoranthène. Sa contribution est variable mais elle représente en général 60 à 90% des H.A.P. mesurés à l'émission. Sur les sites de Passy et Chedde, on observe une variabilité importante pour le Fluoranthène et le Phénanthrène.

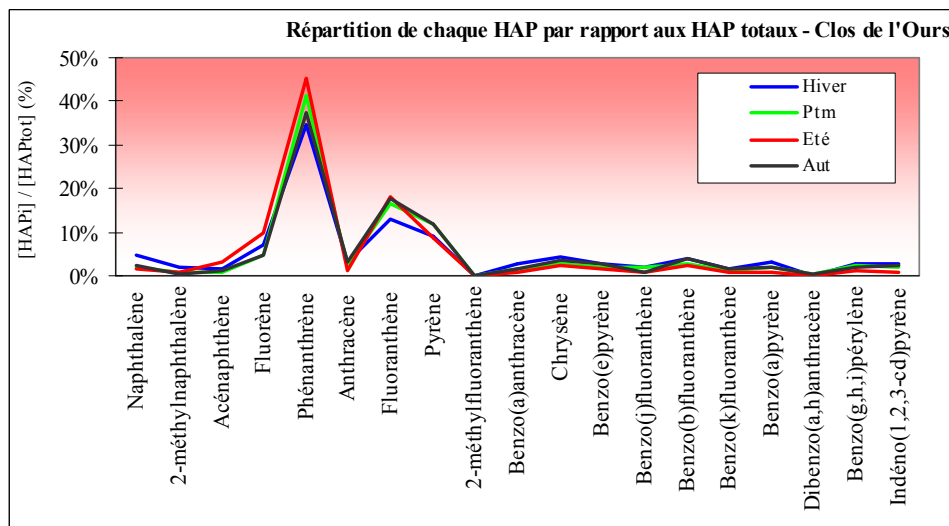


¹⁰Merci à SGL CARBON de leur coopération exemplaire lors de cette étude. Nous avons travaillé en partenariat et en toute transparence.





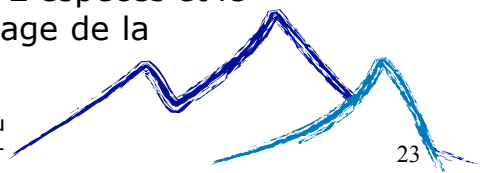
En revanche, si on étudie la répartition de chaque H.A.P. par rapport aux H.A.P. totaux au Clos de l'Ours, on observe une évolution quasi semblable selon les saisons.

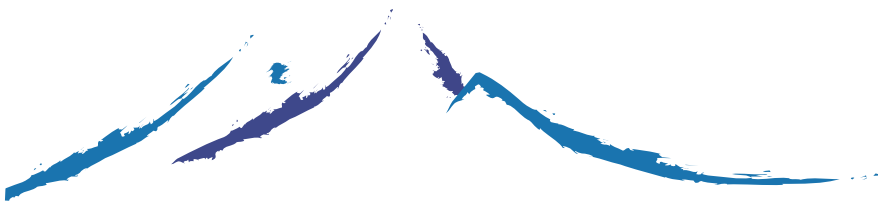


3.2.4. L'impact du brûlage de la biomasse...

Comme nous l'avons vu dans la partie méthodologie de ce rapport, le brûlage de la biomasse au sens large (écobuage, feux de cheminée...) peut être potentiellement une source importante de H.A.P. Toutefois, il est impossible d'en connaître la part relative car on ne recense pas les habitations possédant un chauffage au bois et l'écobuage ou brûlage à ciel ouvert n'est pas contrôlé donc pratiqué de façon anarchique. L'idée est donc de chercher un traceur spécifique à ce type de combustion pour détecter ou non sa présence. La littérature fait mention d'indicateur en faisant le ratio entre certains H.A.P. mais cela ne semble pas très robuste ; ce qu'a confirmé notre expérience et celle d'autres réseaux de surveillance de l'air. Alerté par les mesures importantes de la période hivernale, nous avons réalisé des prélèvements supplémentaires en été et en automne afin de quantifier la présence de Lévo-glucosan, composé qui a été recensé comme le traceur majoritaire de la combustion de la biomasse par l'INERIS¹¹. La période estivale indique une valeur faible ($1\text{ng}/\text{m}^3$) au regard de la littérature, ce qui n'est pas surprenant pour une période estivale puisque le chauffage (donc le bois) est inexistant. Les mesures réalisées en automne mettent en valeur la présence d'un brûlage de biomasse mais sans que l'on puisse en définir la part de responsabilité puisque nous n'avons fait que 2 mesures d'une semaine chacune. Les concentrations sur ces 2 semaines évoluent toutefois en sens inverse des concentrations en BaP, laissant donc penser à la présence d'une source complémentaire au bois pour les H.A.P. En conclusion, si l'on souhaite faire une discrimination plus précise des sources de BaP, il serait nécessaire de mesurer journalièrement le Lévo-glucosan mais également le carbone organique lors des prochaines campagnes. Le ratio entre ces 2 espèces et le BaP permettrait de définir plus précisément l'impact du brûlage de la biomasse par rapport à la part industrielle.

¹¹ Etude exploratoire sur la présence des traceurs spécifiques de la source « combustion du bois » dans les grandes agglomérations françaises - INERIS 20/12/2007 - DRC-07-82361-14586A





3.2.5. Le rôle du facteur météorologique.

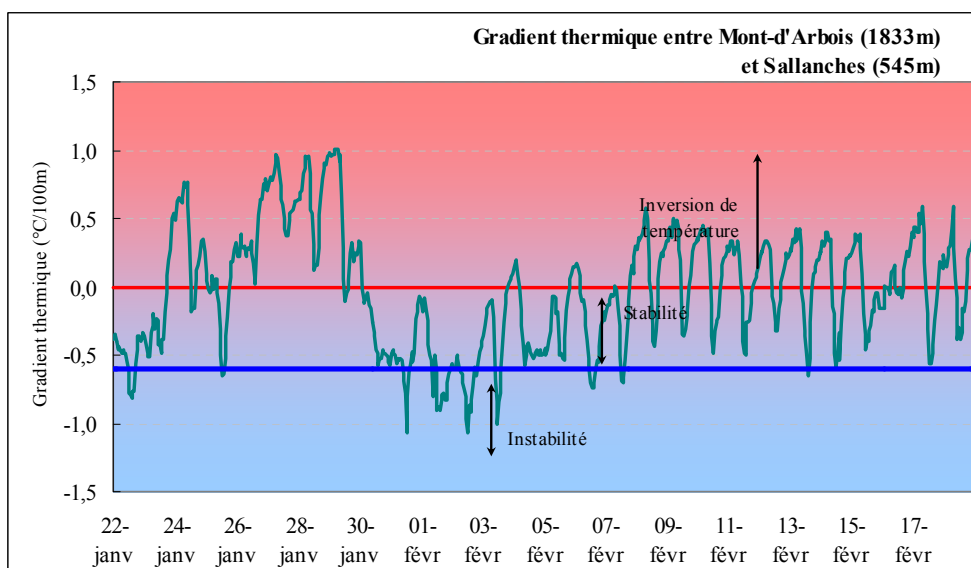
Les conditions météorologiques dans les vallées alpines sont indissociables des émissions pour comprendre et interpréter la pollution atmosphérique.

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.

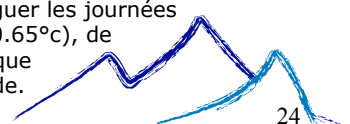
Dans le cadre d'une évaluation primaire comme celle-ci, il est donc important d'enregistrer lors de nos mesures des conditions météorologiques qui soient représentatives de la saison afin d'estimer au plus juste l'impact du facteur météorologique sur la qualité de l'air. On peut considérer que cela a été le cas. Nous avons eu une saison hivernale relativement froide et sèche permettant d'appréhender le niveau moyen de pollution que l'on peut enregistrer en hiver.

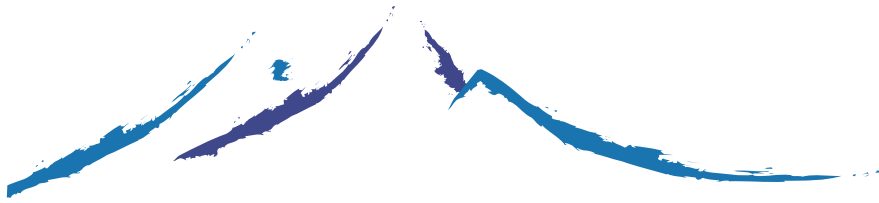
Le graphique ci-dessous montre les variations du gradient thermique¹² calculé entre les postes météorologiques de Sallanches et du Mont d'Arbois pour la période hivernale :

- l'instabilité est favorable à la dispersion verticale des polluants, et donc à une bonne qualité de l'air ;
- la stabilité et plus encore l'inversion de température, induisent 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.

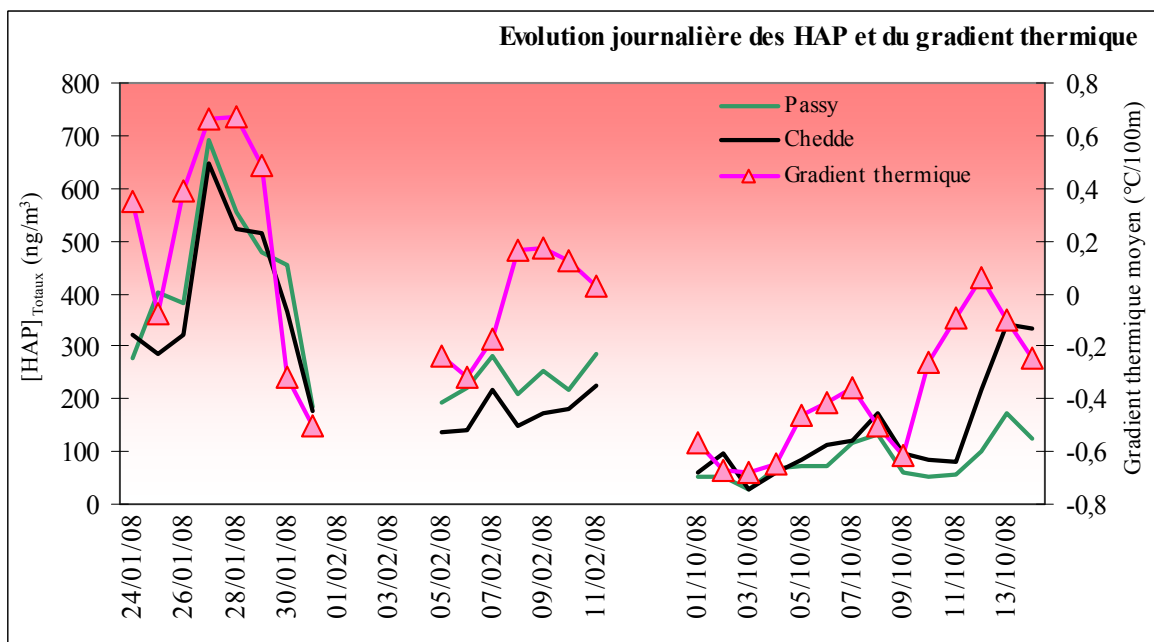


¹² Dans des conditions de stabilité normale ou neutre, le gradient thermique diminue de 0.65°C quand l'altitude augmente de 100m. Ce gradient calculé entre Sallanches (545m) et le Mont-d'Arbois (1833m) permet de distinguer les journées où le gradient thermique correspond à une phase d'instabilité de 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 on s'élève en altitude.





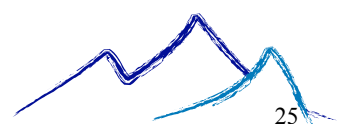
On peut constater que les périodes d'inversion de température ont été nombreuses. Afin d'évaluer l'impact de ce facteur, nous avons comparé l'évolution journalière des concentrations en H.A.P. avec la moyenne journalière du gradient thermique, ce qui donne le graphique suivant pour l'hiver et l'automne.



L'impact du facteur météorologique est net. Plus le gradient thermique est important, donc plus la stabilité de l'atmosphère est forte, plus les concentrations en H.A.P. sont conséquentes.

De la même façon, une baisse de ce gradient thermique engendre une chute des concentrations. Bien entendu il existe quelques évolutions contraires, ce qui est normal puisque ce n'est pas ce facteur qui est la cause de la pollution mais uniquement le facteur aggravant.

On peut donc être en période de stabilité et ne pas observer de pic de pollution si les émissions ce jour là sont nulles ou faibles et inversement.





CONCLUSIONS

Dans le respect de notre mission de service public et du message de santé associé, le premier objectif de cette étude consistait à évaluer le niveau des concentrations en H.A.P. au regard de la réglementation. Le constat est sévère : le site de Passy est pratiquement 4 fois supérieurs à la valeur cible, Chedde enregistre des valeurs 2,6 fois au dessus du niveau réglementaire de 1 ng/m^3 et Chamonix se situe en-dessous de la référence réglementaire mais au dessus du seuil d'évaluation supérieur.

La stratégie de surveillance pour ce polluant s'oriente donc assez clairement vers des mesures fixes si les 2 prochaines évaluations qui doivent être réalisées dans les 4 ans à venir aboutissent à la même conclusion.

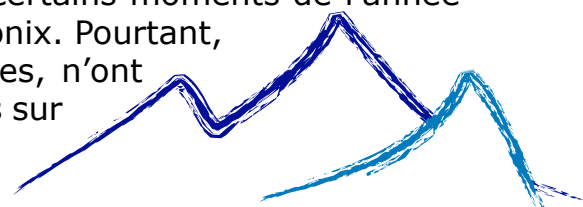
Au-delà du bilan réglementaire, il est également important de retenir trois éléments :

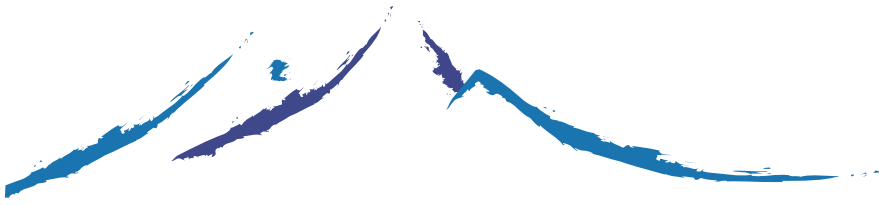
- les valeurs observées sont les plus fortes enregistrées en France à ce jour à notre connaissance ;
- Les concentrations en H.A.P. sur Passy sont bien corrélées aux poussières dont la concentration maximale observée lors des périodes de mesure ($104 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ le 27/01/08) est très en dessous de la valeur la plus forte observée sur le site ($188 \text{ } \mu\text{g/m}^3$ le 12/01/09) au moment de la réalisation de ce rapport ;
- 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 cancérigène (B DOORNAERT et A. PICHARD, INERIS, 2003, p 3 et 5).

Au vu de ces résultats, le bilan en terme de santé public peut-être qualifié de préoccupant.

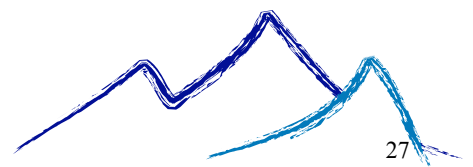
L'analyse des résultats n'a pas permis d'attribuer aux différentes sources leur part de responsabilité. Toutefois, nous avons pu en retirer quelques pistes qui devraient nous permettre lors des évaluations futures une meilleure caractérisation des sources :

- La part du trafic est certainement la moins importante au regard de ce que l'on a observé sur Chamonix. Cette partie du territoire accueille un trafic important dans une vallée étroite engendrant notamment des dépassements du niveau d'information et de recommandations en dioxyde d'azote (le polluant traceur des émissions routières) à certains moments de l'année si on reprend l'historique de la station de Chamonix. Pourtant, les concentrations en BaP, bien que significatives, n'ont pas été excessives. De plus, les mesures réalisés sur les plus gros sites trafic de France n'ont jamais montré des valeurs importantes.





- Les conditions météorologiques aggravent fortement la situation et permettent de comprendre la raison pour laquelle nous avons observé de tel niveau de concentration. En période hivernale stable, les émissions se concentrent dans une masse d'air réduite au niveau du sol ce qui augmente la charge polluante.
- Le chauffage bois, recensé comme émetteur important d'H.A.P., contribue en période de chauffe à l'observation de ces concentrations élevées. L'un des enjeux de la prochaine évaluation consistera à mieux évaluer l'impact.
- Enfin, un faisceau d'éléments semblent indiquer l'influence d'un émetteur fixe sur les concentrations en H.A.P. sur le secteur de Passy. SGL CARBON SAS est recensé comme le seul émetteur de la zone et ces émissions représentent 76% des émissions totales en H.A.P. entre Chamonix et Sallanches.





ANNEXE I

Les H.A.P. 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 IARC ¹
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	2A (cancérogène probable 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[j]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 H.A.P. présentent 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

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

¹ International Association for Research on Cancer : www.iarc.fr

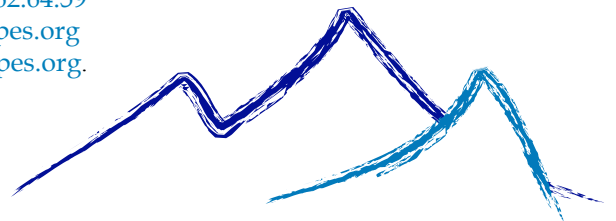


L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie



Savoie Technolac - B.P. 339
73377 LE BOURGET DU LAC Cedex
Complément pour nous trouver : 30, allée du Lac d'Aiguebelette / Bât. Passerelle 5

Tél. 04.79.69.05.43 - Fax. 04.79.62.64.59
e-mail: air-aps@atmo-rhonealpes.org
Site Web : www.atmo-rhonealpes.org



MEMBRE DE



Rhône-Alpes Région