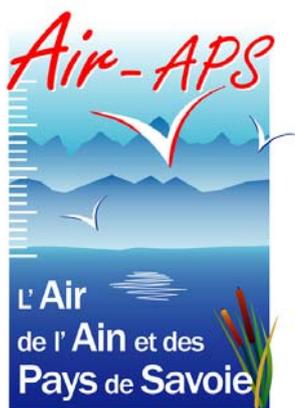
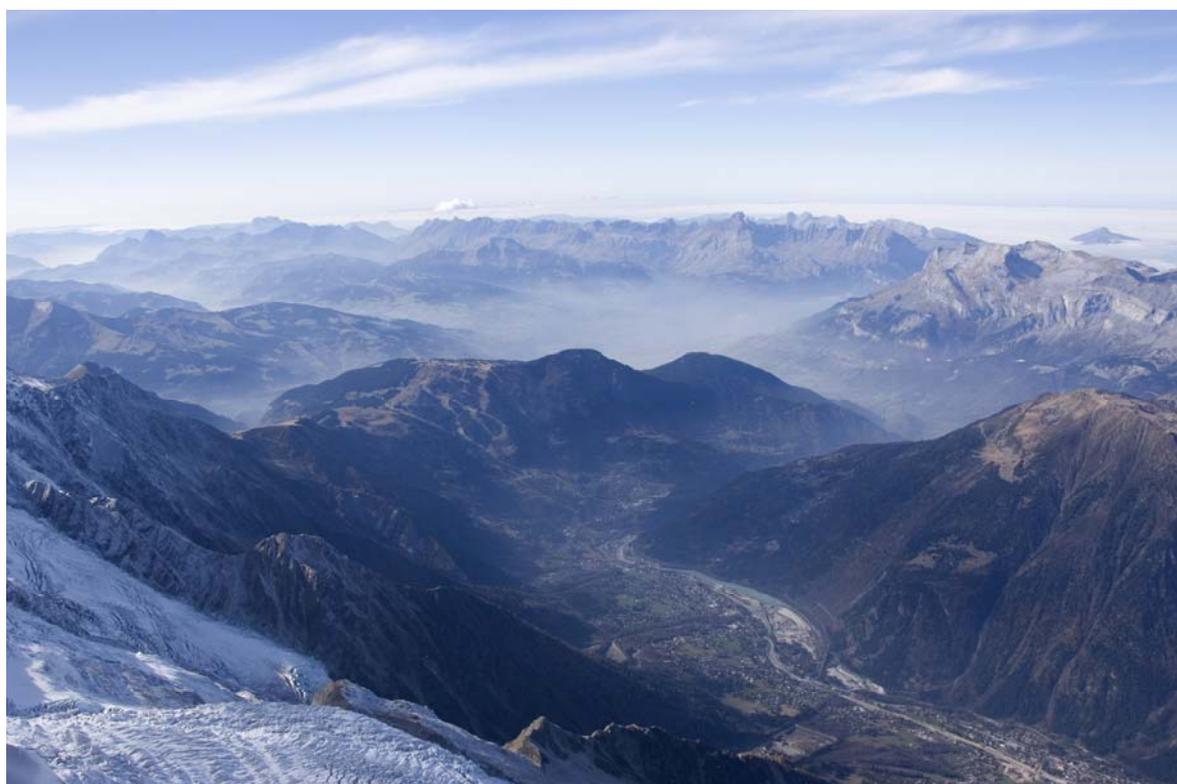




Suivi des polluants réglementés dans la vallée de l'Arve

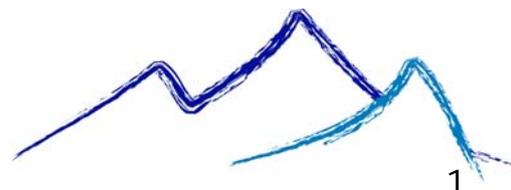


L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie

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

Tél. 04.79.69.05.43 - Fax. 04.79.62.64.59 -

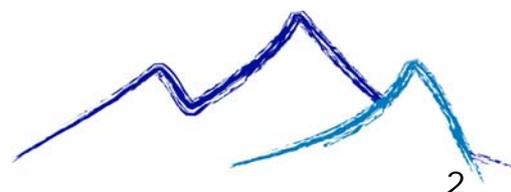
e-mail: air-aps@atmo-rhonealpes.org





Sommaire

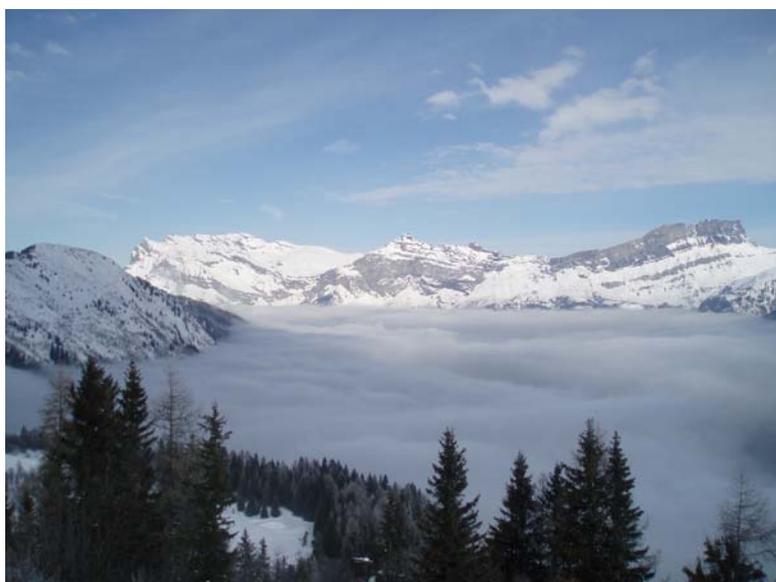
Introduction	3
1- Méthodologie de l'étude	4
1.1. Le contexte	4
1.2. Les périodes de mesures	4
1.3. Les polluants prospectés	4
1.4. Le bilan des émissions	5
1.5. Le choix des sites et leur emplacement	7
1.6. La réglementation	9
1.6.1. Les valeurs réglementaires	9
1.6.2. Les seuils d'évaluations	10
1.6.3. Origines et effets des polluants sur la santé	11
2- Bilan des résultats 2010	12
2.1. Dioxyde de soufre (SO ₂)	12
2.2. Dioxyde d'azote (NO ₂)	13
2.3. Poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10)	14
2.4. Poussières en suspensions inférieures à 2,5 microns (PM2.5)	17
2.5. Le Fluor	18
2.6. Le Benzène et autres composés organiques volatils	19
2.7. Benzo(a)Pyrène	20
3- Comparaison des campagnes 2008 et 2010	24
3.1. Les conditions météorologiques	24
3.1.1. Le gradient thermique	24
3.1.2. La température	25
3.1.3. La pluviométrie	26
3.1.4. Vitesse des vents	26
3.2. Les concentrations en poussières et Benzo(a)Pyrène	27
4- Caractérisation chimique des particules	30
Conclusions	33
Annexes	34





Introduction

Les Mesures effectuées dans l'Arve en 2010 sont la continuité des campagnes de l'année 2008¹ qui avaient suscitées une vive émotion lors de la publication des résultats. Il était alors apparu aux yeux de la majorité de la population que nos belles zones de vallées pouvaient être le lieu d'une pollution importante puisque supérieure à ce que peuvent enregistrer les grands centres urbains de l'hexagone pourtant congestionnés par le trafic. Seulement voilà, le trafic n'est pas la seule source de pollution pour tous les polluants et l'encassement des vallées favorise l'accumulation de la pollution.



Quatre campagnes de quinze jours aux différentes saisons de l'année ont de nouveau été mises en œuvre afin d'obtenir une seconde évaluation de cette zone sensible. Les objectifs de ces mesures sont :

- De poursuivre l'évaluation en Benzo(a)Pyrène (BaP) initiée en 2008 pour juger des modalités de surveillance
- De déterminer, dans la mesure du possible, l'origine des variations des concentrations en BaP
- D'effectuer les mesures en air ambiant en collaboration avec SGL CARBON S.A.S.

¹ Rapport disponible sur notre site Internet : http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/media/voir/mesures_de_hap_dans_la_vallee_de_larve





1- Méthodologie de l'étude

1.1. Le contexte

Suite aux mesures de l'année 2008 qui ont indiqué des concentrations pratiquement quatre fois supérieures à la valeur réglementaire pour le Benzo(a)Pyrène, il était nécessaire de renouveler des campagnes afin de confirmer ou pas ce dépassement. L'importance de ces concentrations et les dépassements récurrents de la valeur limite pour les poussières à Passy depuis la mise en place de la station fixe en 2006 ont provoqué la réalisation de cette seconde étude.

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.

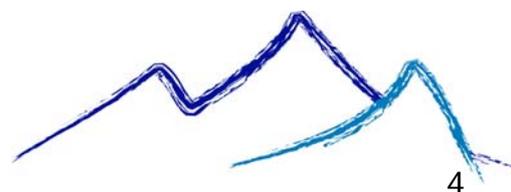
1.3. Les polluants prospectés

Les polluants prospectés sont ceux qui sont considérés comme des indicateurs de la pollution atmosphérique, pour lesquels une réglementation existe, et qui peuvent être retrouvés 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
- Des poussières en suspensions inférieures à 2.5 microns
- Du Benzo(a)Pyrène (et de ces congénères de la même famille des *Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques* mais qui ne sont pas réglementés)
- Du dioxyde d'azote
- De l'ozone
- Du Benzène

D'autres polluants, non réglementés, ont également été évalués afin de répondre à l'arrêté d'exploitation de l'usine SGL CARBON S.A.S. :

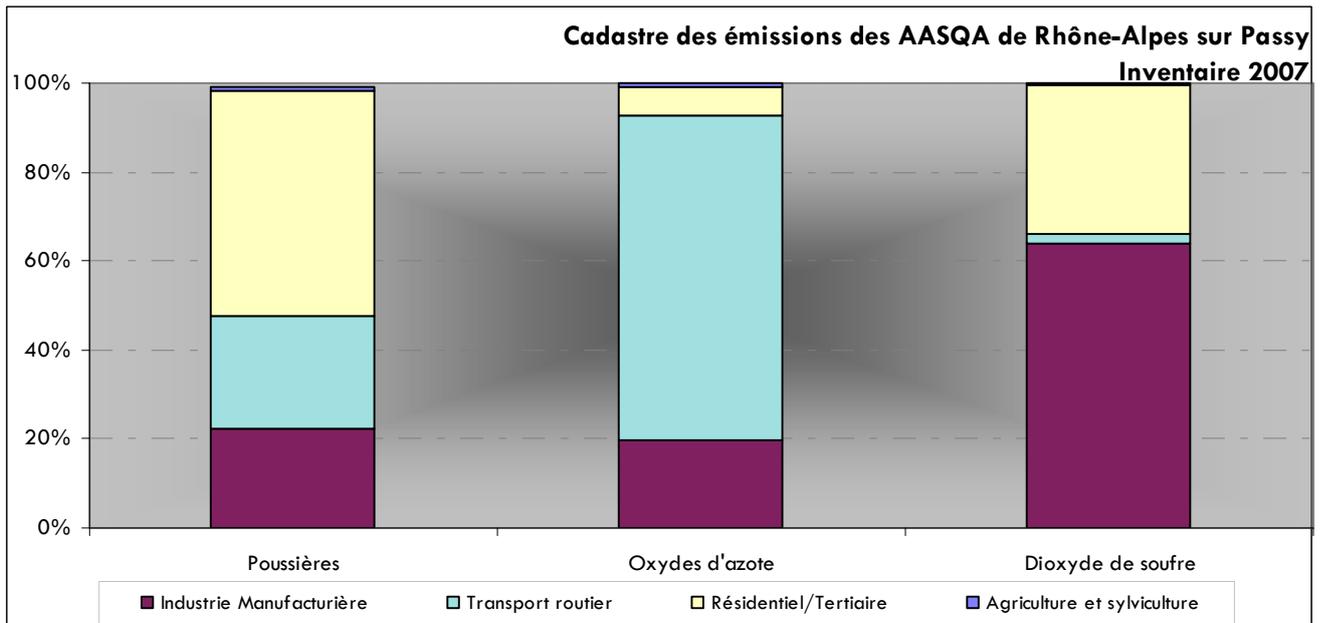
- Le fluor
- Le Toluène, l'Éthylbenzène et le Xylène



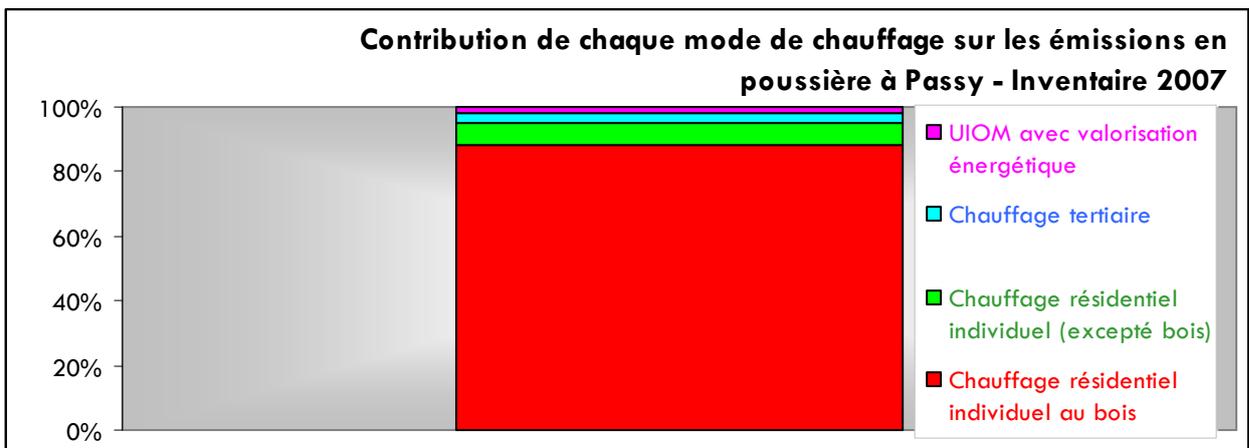


1.4. Le bilan des émissions

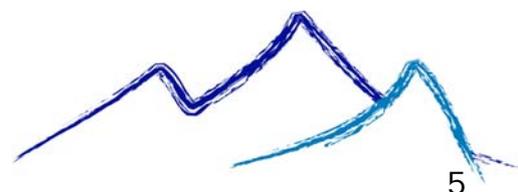
Le bilan des émissions effectué par les Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) de Rhône-Alpes montre la répartition suivante pour les différents polluants prospectés dans le cadre de l'étude :



La méthodologie ayant permis d'élaborer ce bilan des émissions est décrite en annexe 1. Selon le polluant, la source prépondérante n'est pas la même : 60% des émissions en dioxyde de soufre ont pour origine le secteur industriel ; les oxydes d'azote proviennent pour plus de 70% du trafic routier ; quant aux poussières, le chauffage résidentiel et tertiaire représente plus de 50% des émissions. Concernant les poussières, il est intéressant de comparer la part des différents modes de chauffage sur les émissions :



En ne prenant en compte que les différents type de chauffage (qui représentent tout de même plus de 50% des émissions en poussières sur Passy), près de 90% des émissions sont dues au chauffage au



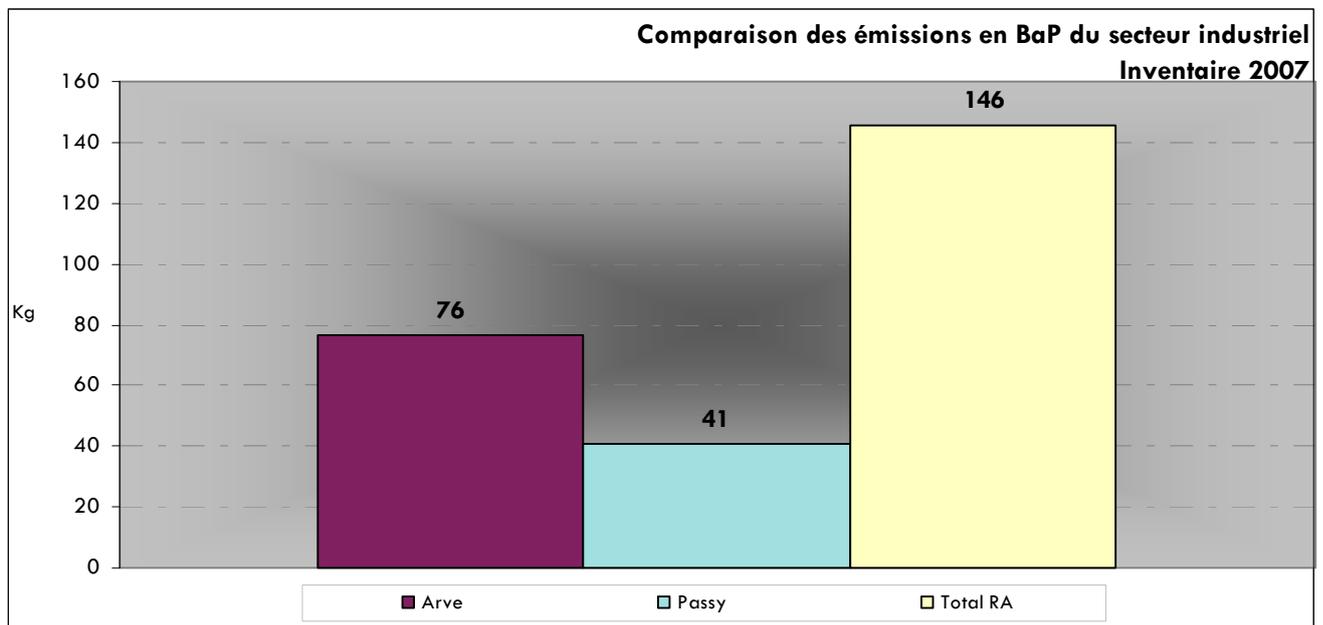


bois ! Au total, toutes sources confondues, le chauffage au bois représente 45% des émissions de poussières.

Comme tout inventaire des émissions, il a été réalisé selon l'état de l'art et avec les informations disponibles. Il existe peut-être d'autres sources mais qui ne sont pas recensées ou pas quantifiables. Par exemple, une source susceptible d'être importante et non répertoriée dans ce bilan est le brûlage à l'air libre du bois et des résidus de taille divers des végétaux dans le meilleur des cas (voire de plastique, carton, polystyrène, déchets de chantiers dans le pire des cas). Cette pratique interdite par le règlement sanitaire départemental est pourtant largement pratiquée.

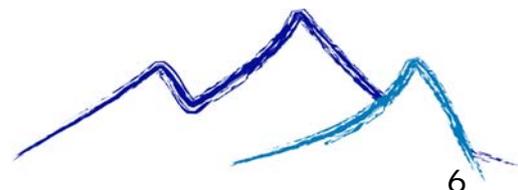
Ce manque d'information est également la raison pour laquelle les émissions en Benzo(a)Pyrène n'ont pas été reportées. Ces composés sont principalement issus d'une combustion incomplète ou lors de processus pyrolytique à haute température. Les émissions croissent d'autant plus que les conditions de combustion 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 Benzo(a)Pyrène. Compte tenu de l'incertitude actuelle pour quantifier ces émissions, il semblait préférable de ne pas distinguer la part des différentes sources (résidentiel, industriel, trafic et donc combustion de la biomasse). A titre d'information, brûler 1Kg de déchets verts à l'air libre émet autant de HAP que parcourir 3800 Kms en voiture.

Concernant le Benzo(a)Pyrène, il est toutefois possible de comparer les émissions industrielles de Passy avec l'Arve et la région Rhône-Alpes :



Les émissions industrielles sur Passy représentent 28% des émissions industrielles de toute la région Rhône-Alpes pour le Benzo(a)Pyrène (et 54% des émissions de Haute-Savoie).

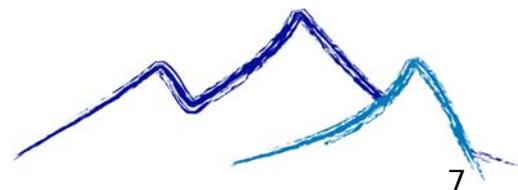
NB : Ce bilan a été effectuée avec les données de l'année 2007 donc avant les investissements de 2009 de SGL CARBON S.A.S. visant à réduire les rejets de HAP.





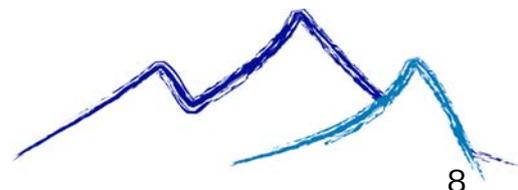
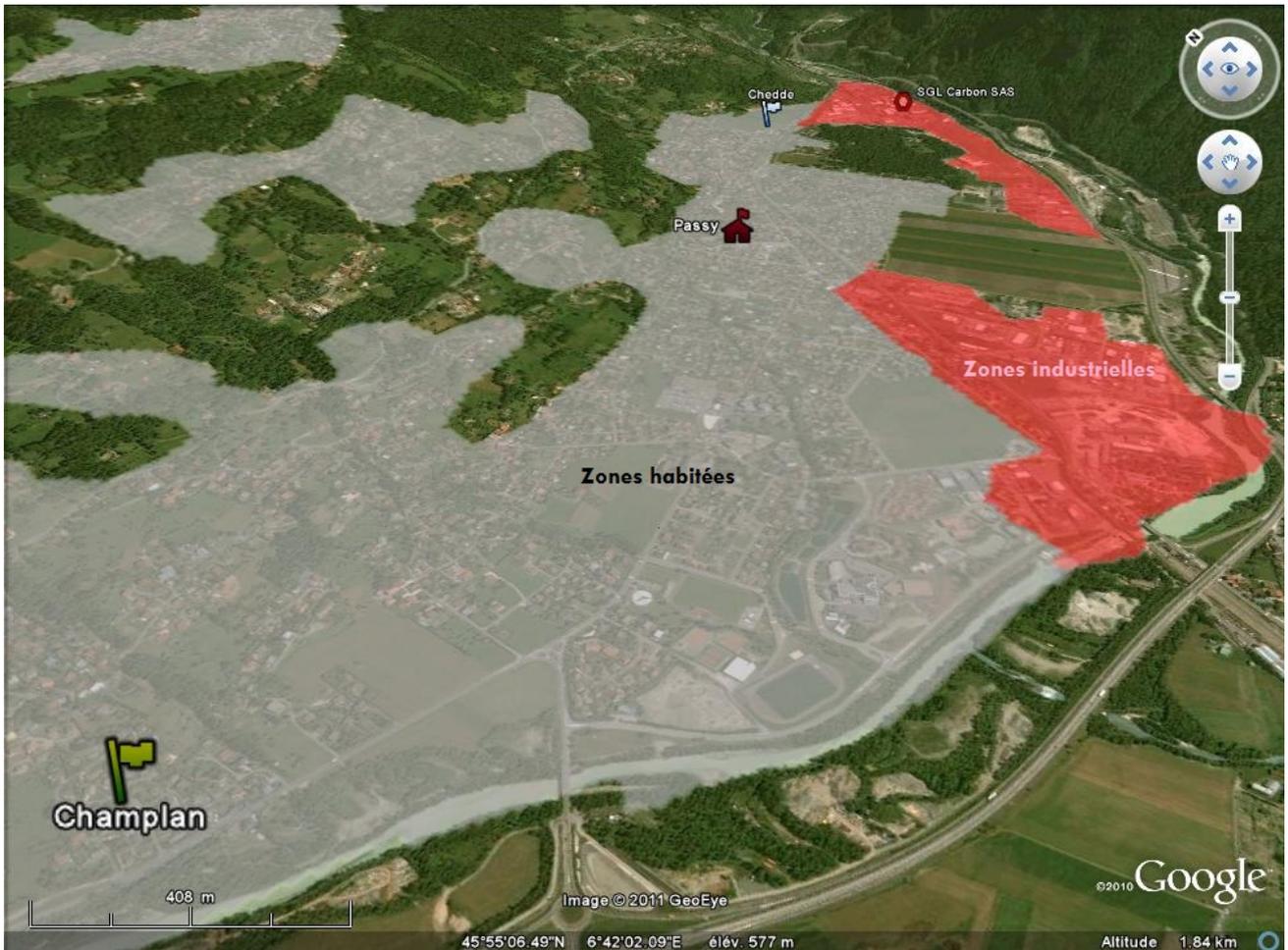
1.5. Le choix des sites et leur emplacement

L'étude de 2008 n'ayant pas montré de dépassements de la valeur réglementaire en Benzo(a)Pyrène sur Chamonix, les mesures ont été concentrées sur la basse vallée de l'Arve. Compte tenu des dépassements réglementaires sur la station fixe de Passy et sur le site à proximité de l'entreprise SGL CARBON S.A.S. (Chedde), ces sites ont été reconduits. Pour juger de l'étendue de la pollution en poussières et en Benzo(a)Pyrène, il a été décidé d'instrumenter un troisième site en zone habitée mais plus éloignée de la source d'émissions industrielles.





Sur la carte suivante, les sites ont été placés par rapport aux deux principales sources d'émissions de la zone à savoir le secteur industriel (en rouge) et le chauffage résidentiel donc les zones habitées (en gris).



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. 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
	Objectif de qualité		10
PM 10 ²	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	30
	Valeur limite		50 (35 dépassements autorisés)
	Niveau d'information et recommandations	Moyenne journalière	80
	Niveau d'alerte		125

² L'arrêté préfectoral relatif à la gestion des pics de pollution est en cours de révision et devrait paraître au début de l'année 2011. Ce dernier prévoit pour les PM10 le passage du niveau d'information à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ et du niveau d'alerte à 80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ comme stipulé dans le décret 2010-1250 du 21/10/2010.



	Normes	Moyenne de la référence réglementaire	Valeurs en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
Dioxyde de soufre	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	50
	Valeur limite	Moyenne horaire	350 (24 dépassements autorisés)
	Niveau d'information et recommandations	Moyenne journalière	125 (3 dépassements autorisés)
		Moyenne horaire	300
Benzo[a]Pyrène ³	Valeur cible en 2013	Moyenne annuelle	0,001 (ou 1 ng/m^3)
Benzène	Valeur limite	Moyenne annuelle	5

Le Fluor, le toluène, l'éthylbenzène et le xylène ne sont pas réglementés en air ambiant ; raison pour laquelle ils n'apparaissent pas dans le tableau précédent bien que suivi lors de cette étude. Il existe des Valeurs de référence non réglementaires qui permettent toutefois de situer le niveau de concentration. La comparaison des mesures obtenues sur site à ces valeurs sera abordée lors de l'interprétation des résultats.

1.6.2. Les seuils d'évaluations

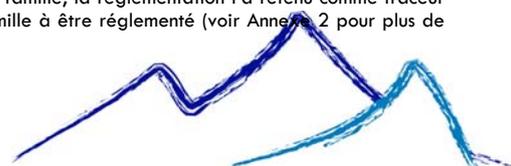
Pour déterminer les mesures à mettre en œuvre dans une zone, la réglementation fixe, pour certains polluants, deux types de seuil : le seuil d'évaluation maximal (SEMax) et le seuil d'évaluation minimal (SEMin). Au dessus du seuil d'évaluation maximal, des mesures doivent être réalisées régulièrement 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)			
Pas de Temps	Moyenne journalière		Moyenne annuelle		
	SEMax	SEMin	SEMax	SEMin	
Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	30	20	14	10	
Condition	Ne pas dépasser plus de 21 fois sur 5 ans		Ne pas dépasser plus de 3 fois sur 5 ans		

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)





Dioxyde d'azote				
Pas de Temps	Moyenne horaire		Moyenne annuelle	
Seuil	SEMax	SEMin	SEMax	SEMin
Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	140	100	32	26
Condition	Ne pas dépasser plus de 54 fois sur 5 ans		Ne pas dépasser plus de 3 fois sur 5 ans	

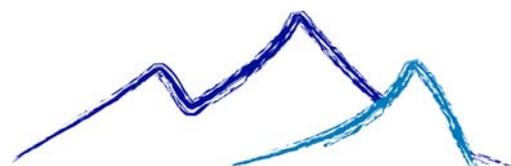
Dioxyde de soufre		
Pas de Temps	Moyenne journalière	
Seuil	SEMax	SEMin
Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	75	50
Condition	Ne pas dépasser plus de 9 fois sur 5 ans	

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	

Poussières en suspensions (<2,5 microns)		
Pas de Temps	Moyenne annuelle	
Seuil	SEMax	SEMin
Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	17	12
Condition	Ne pas dépasser plus de 3 fois sur 5 ans	

1.6.3. Origines et effets des polluants sur la santé

Voir annexe 3.

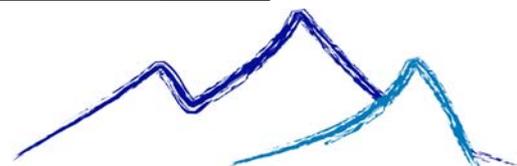
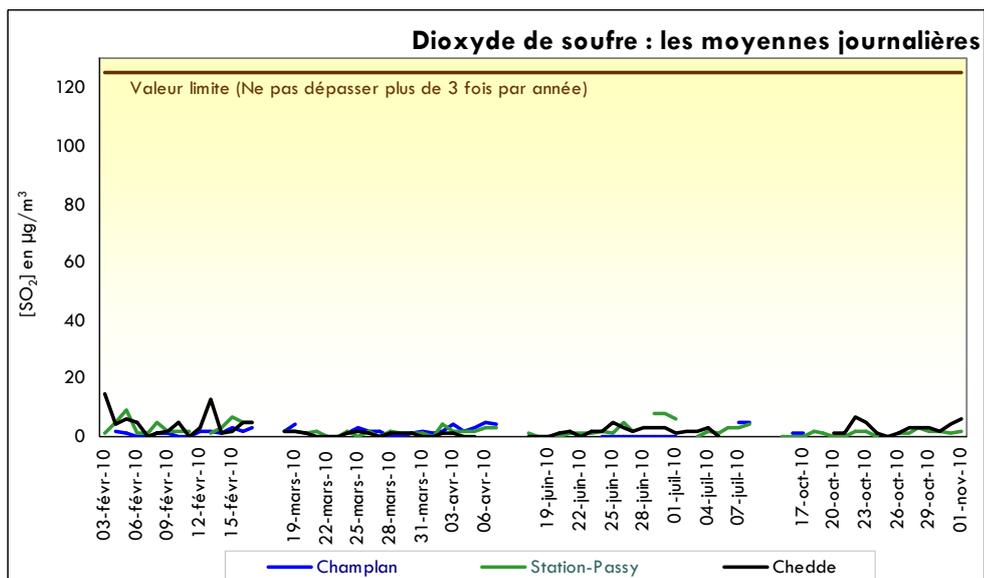
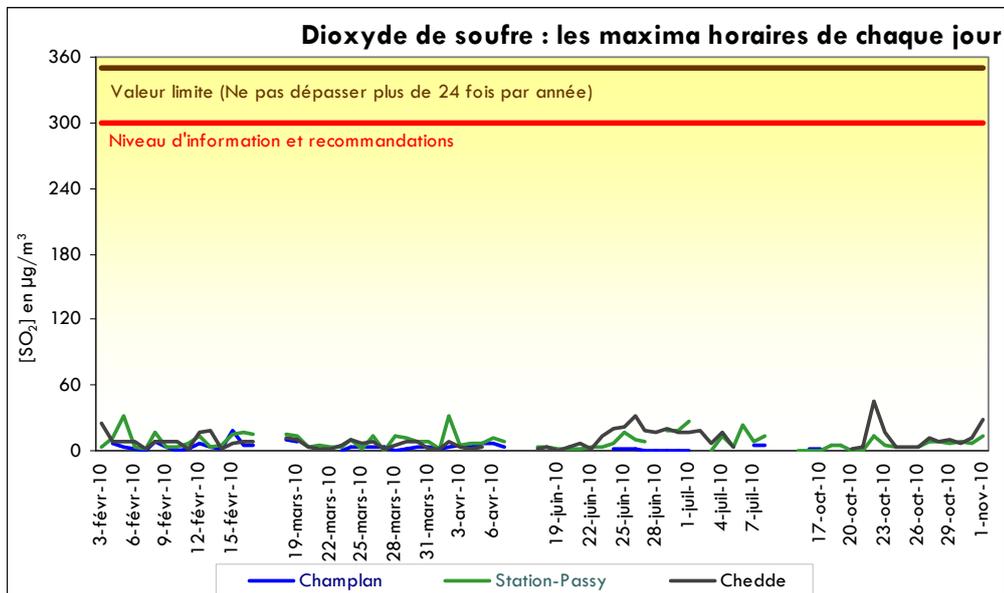




2- Bilan des résultats 2010

2.1. Dioxyde de soufre (SO₂)

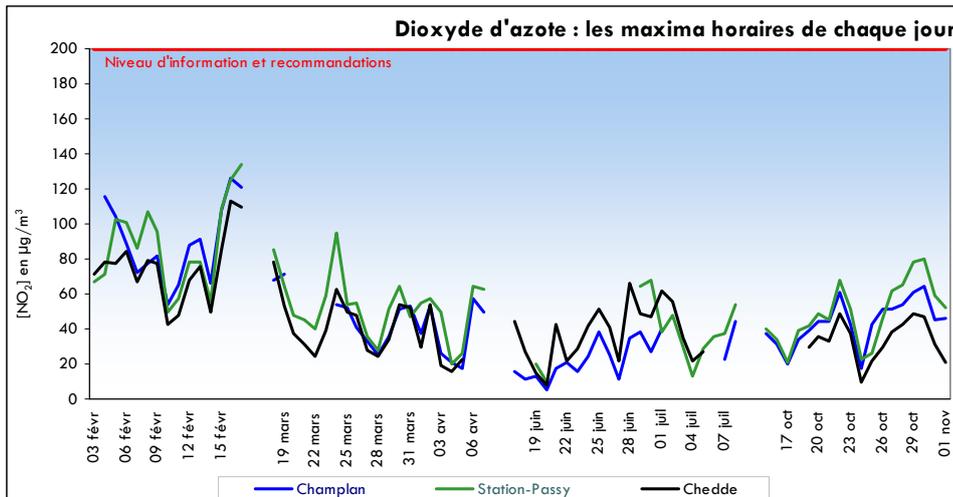
Les concentrations en dioxyde de soufre observées lors des campagnes de 2010 sont à l'image de celles de 2008 et du suivi continu assuré sur la station fixe de Passy depuis la mise en place de la station en 2007 : les valeurs sont faibles et respectent largement tous les niveaux réglementaires, comme en atteste l'évolution graphique des concentrations ci-dessous :



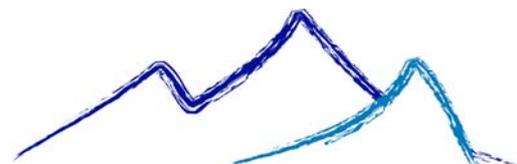
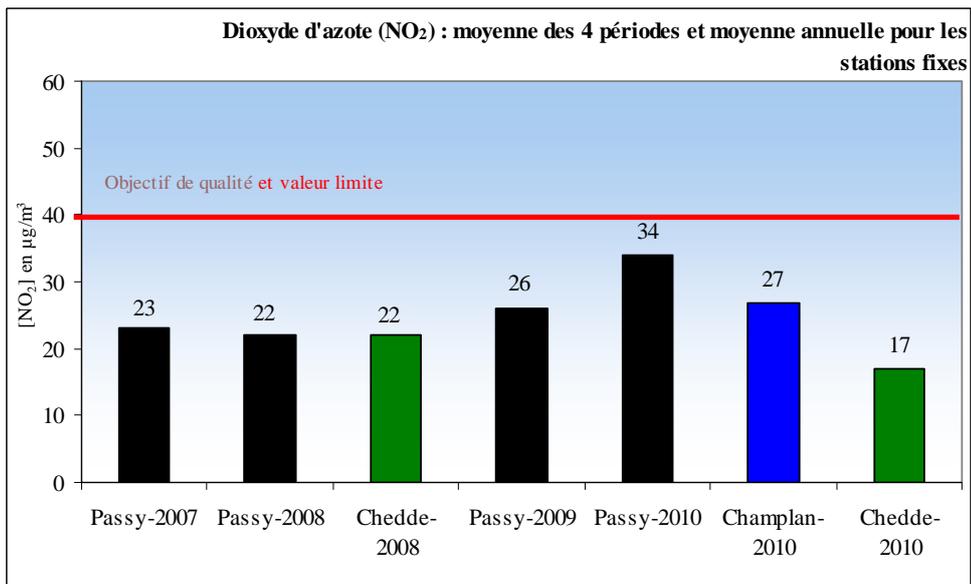


2.2. Dioxyde d'azote (NO₂)

A l'instar du dioxyde de soufre, le dioxyde d'azote est suivi depuis 2007 sur Passy et il n'a jamais été constaté de dépassements de valeurs réglementaires, y compris lors des campagnes intensives d'étude en 2008. Les mesures 2010 sont dans la continuité de ces observations comme l'indique le graphique des concentrations horaires suivant :



Le graphe met en valeur la bonne représentativité des mesures obtenues en étude puisque le suivi quotidien à la station fixe de Passy ne montre pas de valeurs significativement plus fortes. La comparaison des valeurs avec la réglementation annuelle indique le respect de la valeur limite pour toutes les mesures effectuées sur le secteur depuis 2007. L'historique sur la station fixe de Passy semble indiquer malgré tout une augmentation des concentrations qu'il faudra donc suivre dans les années à venir.



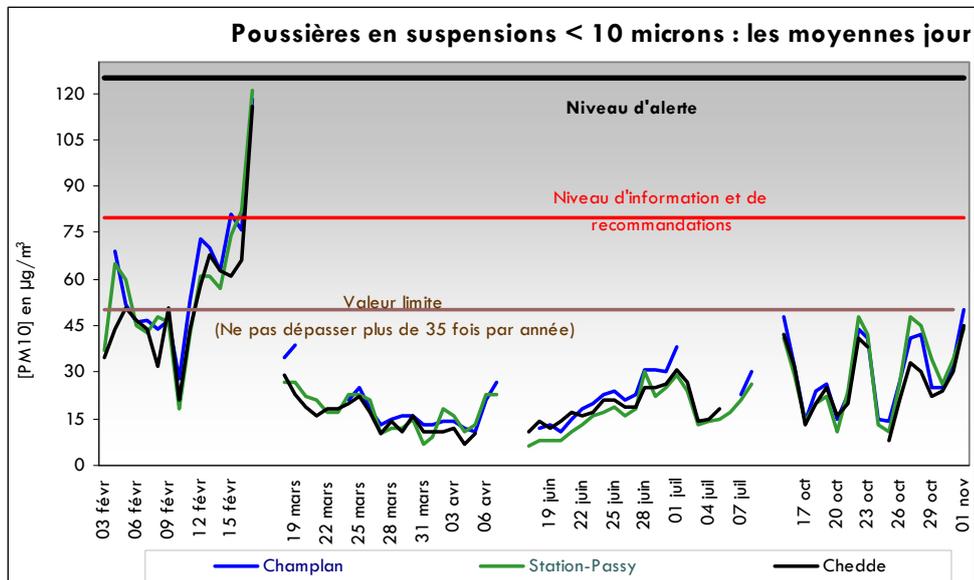


2.3. Poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10)

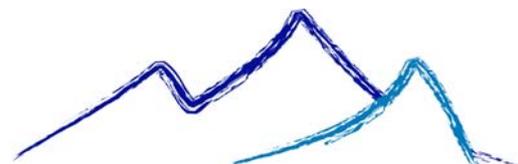
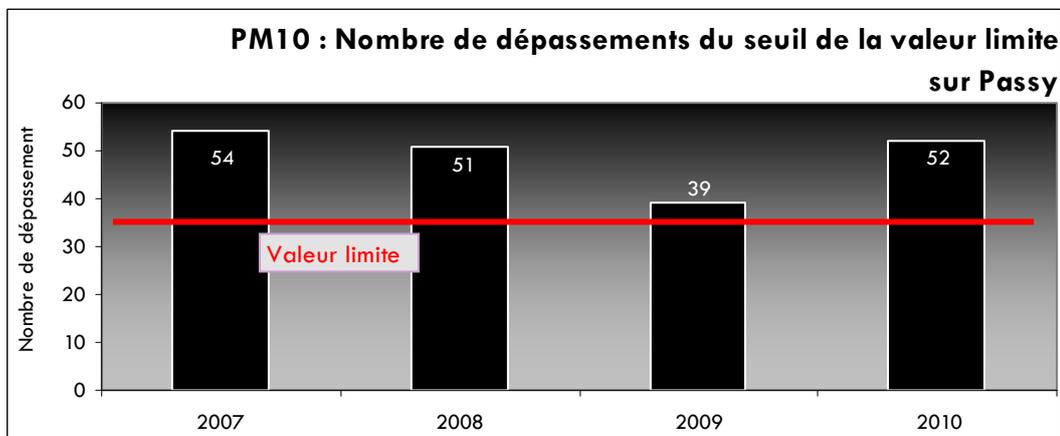
Les mesures 2010 aboutissent à des constats analogues à la campagne 2008 :

- Les valeurs sont élevées en hiver avec un dépassement régulier du seuil de la valeur limite lors de cette période
- Le niveau réglementaire d'information et de recommandations a été dépassé sur l'ensemble des sites,
- Tous les sites sont affectés, preuve d'une pollution sur l'ensemble du secteur

Le graphique ci-dessous rend compte de ces observations :

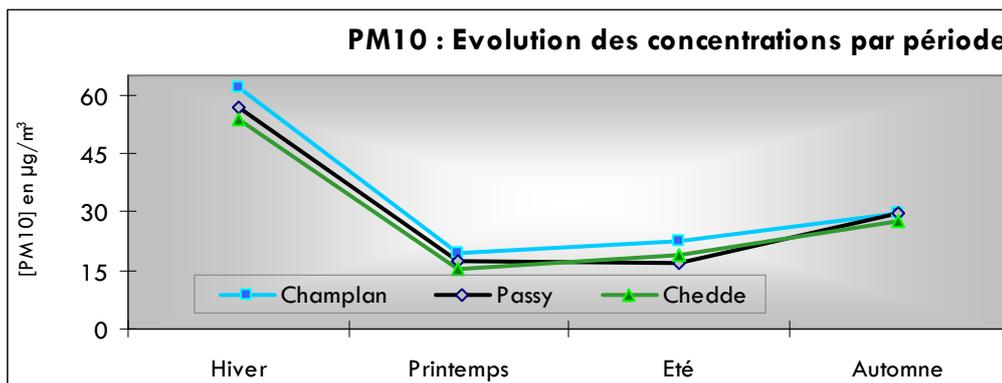


La situation ne s'est donc pas améliorée et pour la quatrième année consécutive, la station de Passy enregistre un dépassement de la valeur limite :

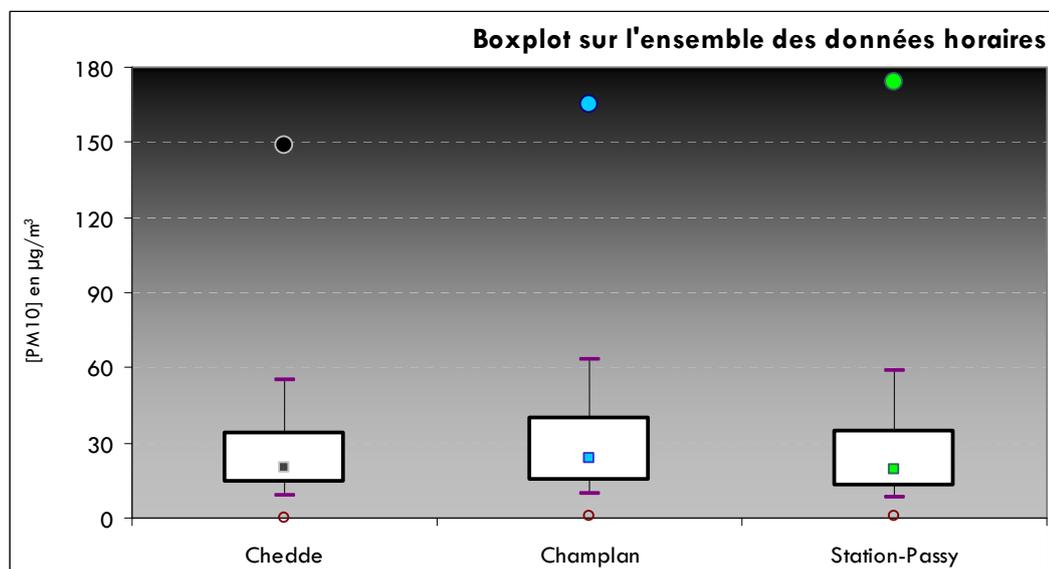




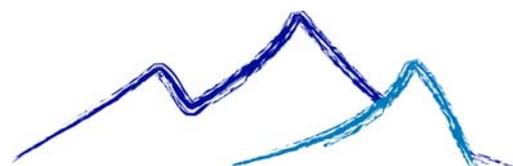
Le bilan des émissions (chapitre 1.4 page 5) indique que 50% des émissions proviennent du secteur résidentiel. Le résultat des mesures semble bien aller dans le sens d'une pollution généralisée sur un secteur, et non liée à une ou quelques sources très localisées, puisque les concentrations sur les trois sites lors des 4 campagnes sont très similaires et observent une variabilité identique comme l'indique le graphique ci-dessous :



La visualisation graphique des données sous forme de Boxplot permet de tirer les enseignements suivants (voir annexe 4 pour une aide à la lecture) :



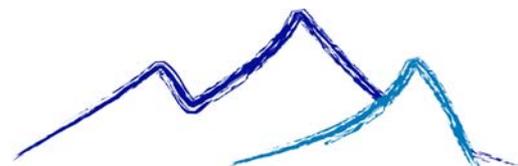
- Champlan enregistre la variabilité la plus forte des trois points de mesure malgré un minima et maxima similaires aux autres sites. Il est certainement plus soumis à l'impact de différentes sources en poussières
- 50% des données les plus faibles sont très resserrées sur l'échelle basse des concentrations ; ce qui contraste fortement avec les 50% de données les plus fortes qui se dispersent sur pratiquement 100 µg/m³
- Plus de 10% des données sont au-dessus du seuil de la valeur limite





- Enfin, compte tenu de la localisation des maxima sur l'échelle des concentration vis-à-vis du reste de la distribution statistique des données, les valeurs maximales sont réellement importantes mais correspondent à des situations extrêmes ou particulières

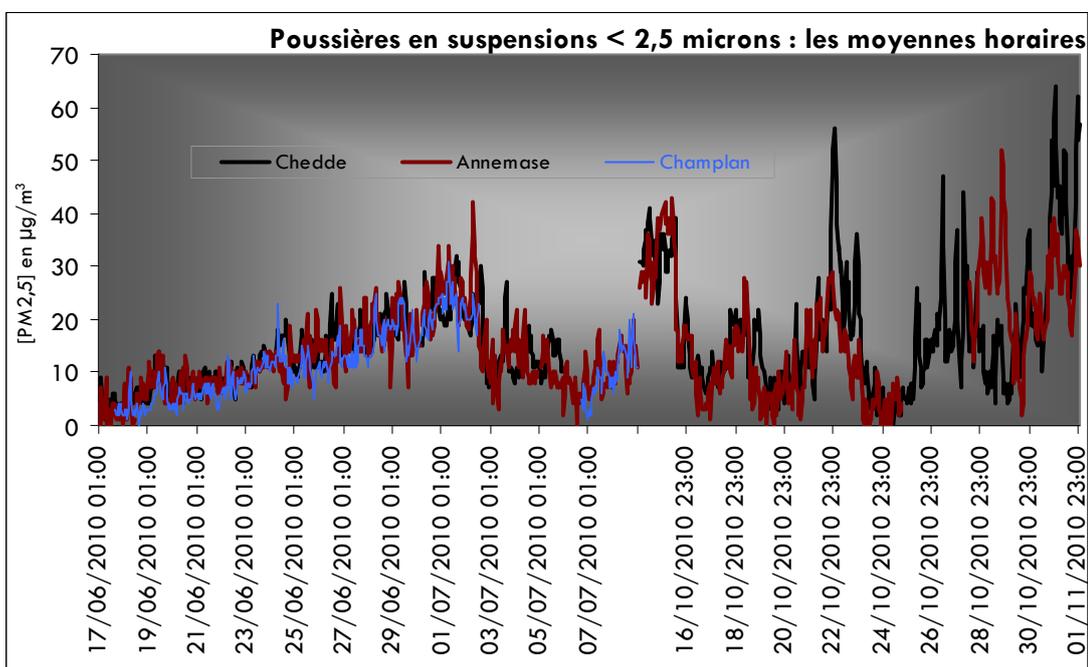
L'homogénéité des concentrations sur les trois sites malgré la très forte dispersion des valeurs, les concentrations élevées très supérieures au reste des données et la distance importante séparant les sites laissent une fois de plus penser, comme en 2008, qu'un facteur externe aux émissions influence certainement de façon prépondérante la survenue des pics de pollution. Ce facteur est représenté par le couple météorologie/encaissement de la vallée particulièrement favorable à l'accumulation dans certaines conditions.





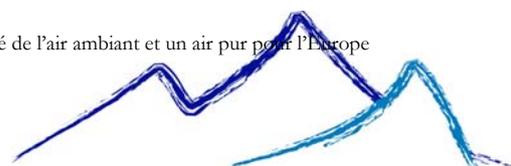
2.4. Poussières en suspensions inférieures à 2,5 microns (PM2.5)

La fraction la plus fine des particules (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 2008⁴ impose la mesure depuis le début de l'année 2009 par les AASQA sur les villes les plus importantes. Air-APS a 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. Les périodes d'été et d'automne ont pu être investiguées et le graphique ci-dessous présente l'évolution horaire des concentrations comparée au site fixe le plus proche (Annemasse).



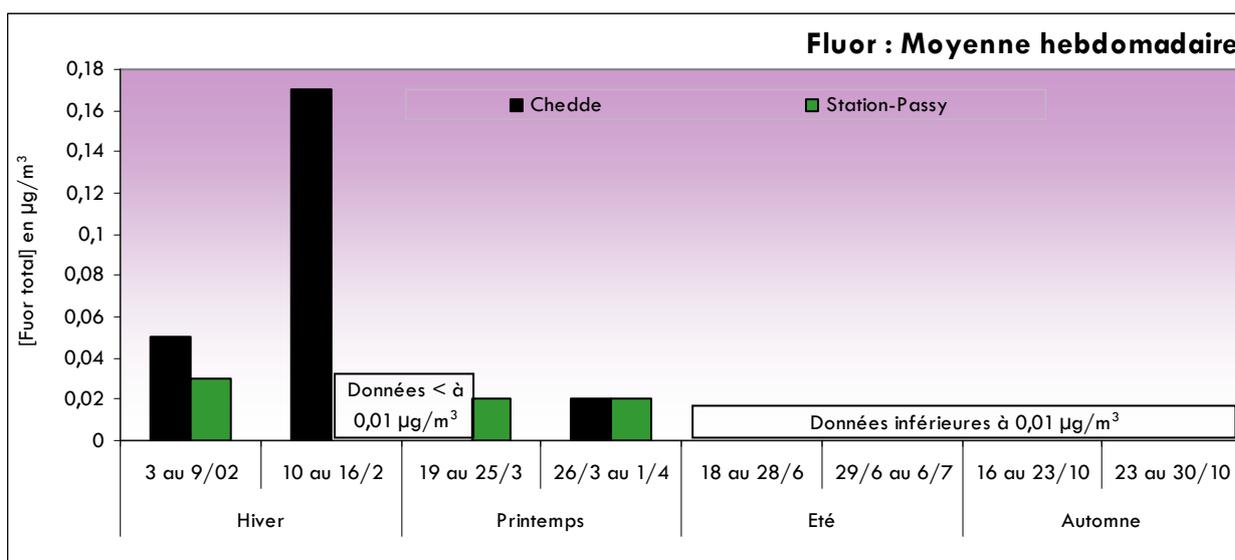
Cette première évaluation permet de constater la relative bonne homogénéité des concentrations entre Chedde, Champlan et Annemasse. La comparaison avec la valeur réglementaire annuelle n'est pas possible compte tenu de l'échantillonnage temporel pas suffisamment représentatif. A titre d'information, les trois stations fixes (Annecy, Annemasse, Chambéry) ont respecté la valeur cible de la directive européenne en 2009 et 2010.

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



2.5. Le Fluor

SGL CARBON S.A.S. étant un utilisateur de produits fluorés, et compte tenu de la problématique de pollution sur le secteur, une évaluation dans l'environnement sur ce composé a été réalisée afin de juger des niveaux de concentrations observés. Les prélèvements ont donc eu lieu lors des quatre saisons à raison d'un filtre par semaine, ce qui fait au final 8 mesures sur les sites de Chedde et Passy.



Les mesures en Fluor sont rares en France compte tenu du nombre limité d'émetteurs et de l'absence d'une valeur réglementaire. L'Organisation Mondiale de la Santé définit toutefois une valeur de référence à $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle⁵. Au vu des résultats observés, les concentrations en Fluor dans l'environnement Passerland semblent donc faibles puisque le site de Chedde, qui enregistre les valeurs les plus fortes, est plus de 30 fois en dessous de cette référence (avec une moyenne sur les quatre périodes de $0,03 \mu\text{g}/\text{m}^3$).

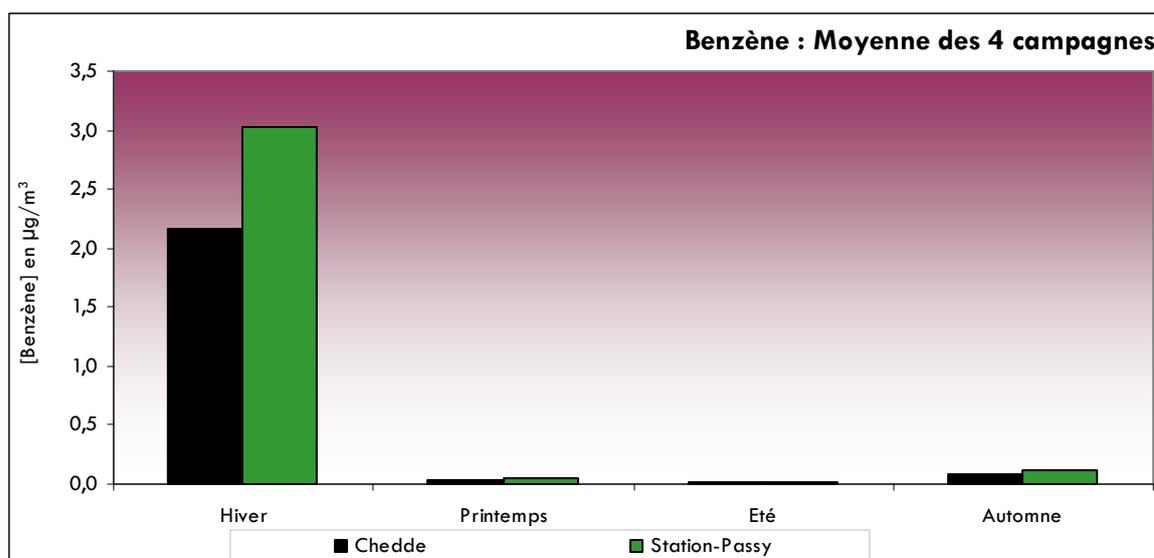
L'association en charge de la surveillance de l'air en Poitou-Charentes réalise des mesures en Fluor depuis de nombreuses années. En 2005, ils ont conduit une étude sur un site non influencé en Fluor afin de pouvoir comparer les valeurs de fond (que l'on retrouve donc dans l'environnement sans influence particulière) avec les valeurs des sites poitevins et charentais potentiellement influencés par des émetteurs. La conclusion de cette campagne était que les concentrations en Fluor dans l'air ambiant (et en site de fond donc) étaient de l'ordre de $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$, ce qui est supérieur aux concentrations observées sur Passy. Il semble donc raisonnable de penser que les concentrations observées indiquent l'absence d'impact de l'usine pour ce polluant.

⁵ Valeur définie afin de prévenir les dommages sur le bétail et les plantes. Par défaut, il semble donc admis que cette valeur soit suffisante pour prévenir les effets sur la santé des personnes.



2.6. Le Benzène et autres composés organiques volatils

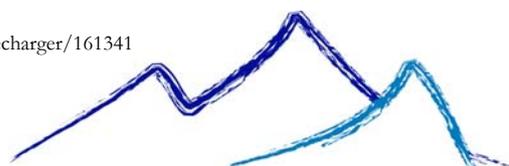
Avec des valeurs plus importantes en hiver qu'en été, l'évolution des concentrations en benzène est conforme à ce qui est naturellement observé. La station fixe de Passy enregistre des concentrations un peu plus fortes mais elles ne peuvent pas être considérées comme significativement différentes de ce qui est observé sur Chedde.

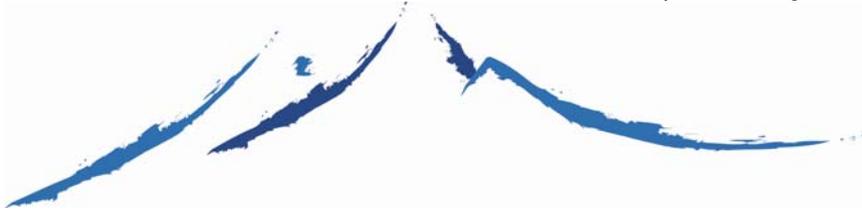


Au final, la moyenne sur l'ensemble des périodes respecte assez largement la valeur limite européenne de $5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et même l'objectif de qualité issu de la réglementation française fixé à $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ puisque Passy est à $0,8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et Chedde à $0,6 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Ces mesures confirment par ailleurs la cartographie régionale du benzène, réalisée à l'échelle de la région Rhône-Alpes en 2005⁶, puisque ce secteur de l'Arve avait été classé parmi les zones enregistrant une concentration annuelle entre $0,5$ et $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ comme 80% du territoire Rhône-Alpin.

Les mesures réalisées semblent donc indiquer l'absence de problématiques en Composés Organiques Volatils, ce qui est confirmé par la mesure du Toluène, de l'Éthylbenzène et du Xylène. A l'instar du benzène, les concentrations sont plus fortes en hiver et sur le site de Passy mais le niveau faible des concentrations et l'absence d'évolution entre campagnes ou entre composés confirment l'absence d'émetteurs significatifs sur le secteur de Passy et Chedde. Les graphiques des concentrations ont été reportés en annexe 5.

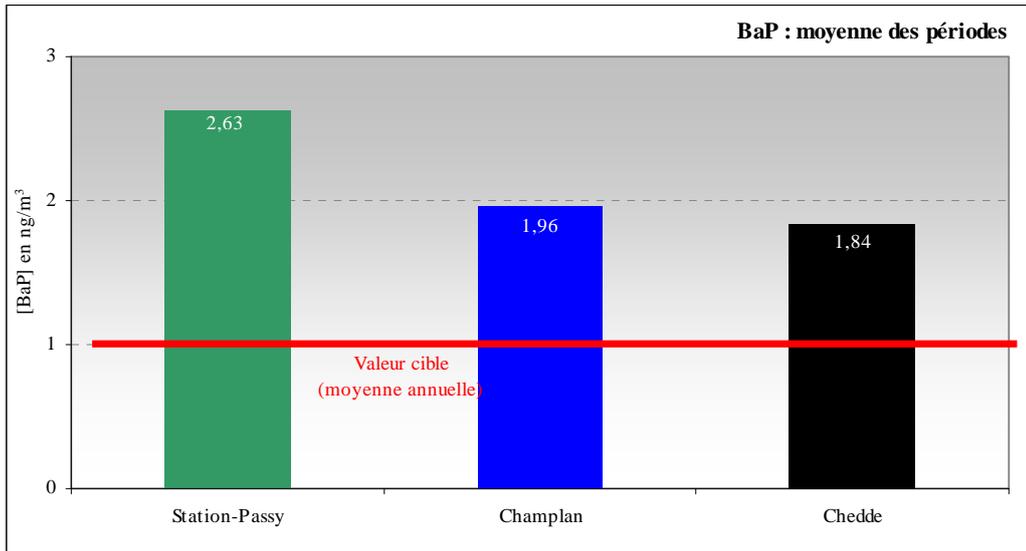
⁶ Rapport disponible sur le site internet au lien suivant : <http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/media/telecharger/161341>





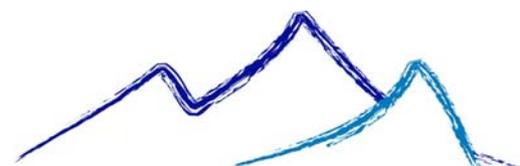
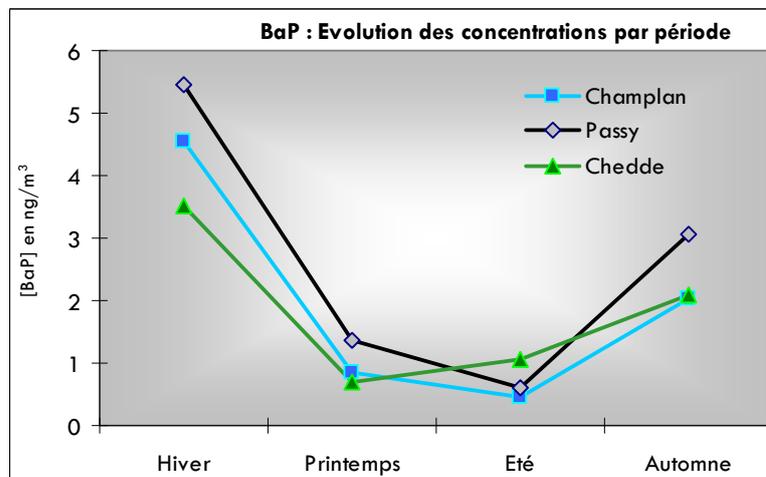
2.7. Benzo(a)Pyrène

La moyenne des quatre campagnes et sa confrontation à la valeur réglementaire indique de nouveau le non respect de la valeur cible 2012 et ceci sur les trois sites de mesure.



Le secteur de Champlan prospecté pour la première fois apporte une information spatiale utile concernant cette pollution. Compte tenu de son éloignement par rapport aux autres sites (2200 m à vol d'oiseau de Passy), il est possible désormais de conclure quant à une pollution homogène et non pas localisée sur un secteur restreint. La pollution en BaP semble donc bien affecter l'ensemble des Passerands situé dans le fond de la vallée.

La station de Passy enregistre, comme en 2008, les concentrations les plus fortes. L'écart est moins important avec Chedde qu'en 2008 mais il perdure. Le graphique ci-dessous représente l'évolution des concentrations par période sur les trois sites :

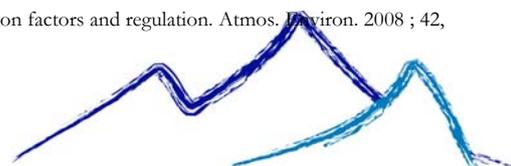




L'hiver reste la période la plus impactée avec des concentrations 3 à 5 fois supérieures au seuil de la valeur cible (qui est annuelle). Une baisse générale est enregistrée au printemps sur les trois sites alors qu'en été le site de Chedde connaît une légère augmentation, à contrario des autres sites qui enregistrent de nouveau une baisse. Par comparaison avec l'historique des mesures pour ce polluant, il s'agit d'une valeur importante pour cette saison, signe d'un émetteur ponctuel à proximité. Enfin, la saison automnale s'est caractérisée par une hausse généralisée et uniforme des concentrations avec la station de Passy au dessus du lot.

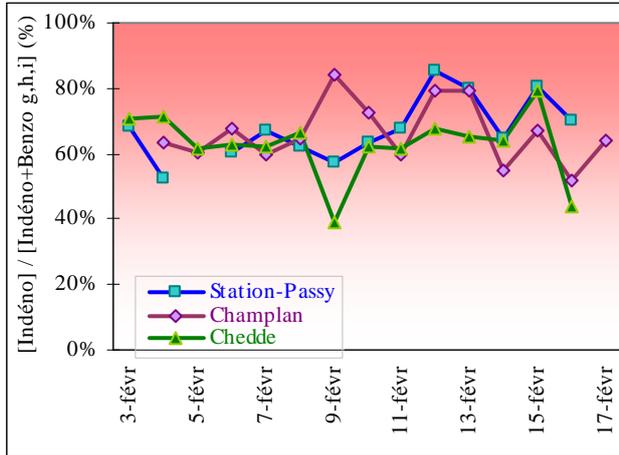
Hormis le Benzo(a)Pyrène qui est réglementé, une dizaine d'autres composés de la même famille est analysée. La littérature scientifique issue de travaux de recherche met en avant la réalisation de ratio d'HAP spécifique afin d'appréhender certaines sources, comme la combustion du bois. Ce ratio ne peut 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 dans le cadre de cette étude compte tenu de la présence importante de ce mode de chauffage et de son impact en terme de pollution. 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 bois⁷. Ce ratio a donc été calculé pour les différents sites sur l'ensemble des périodes.

⁷ Ravindra K, Sokhi R and Van Grieken R. Atmospheric polycyclic hydrocarbons : source attribution, emission factors and regulation. *Atmos. Environ.* 2008 ; 42, 2895-2921.

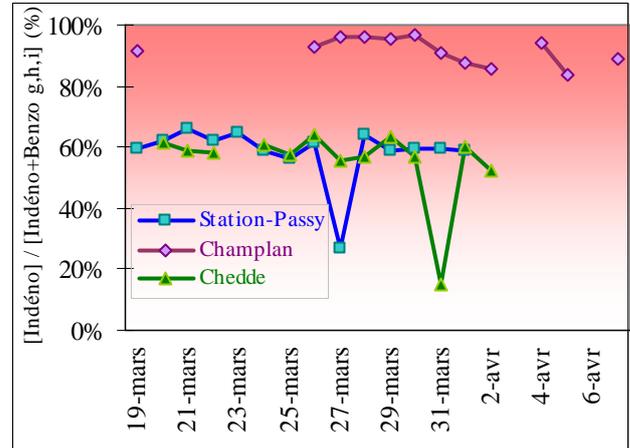




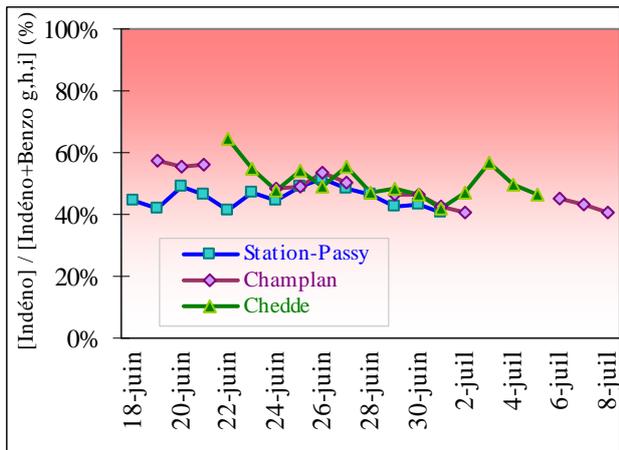
Comparaison entre sites et pour les quatre périodes de l'évolution de l'indicateur du brulage de la biomasse



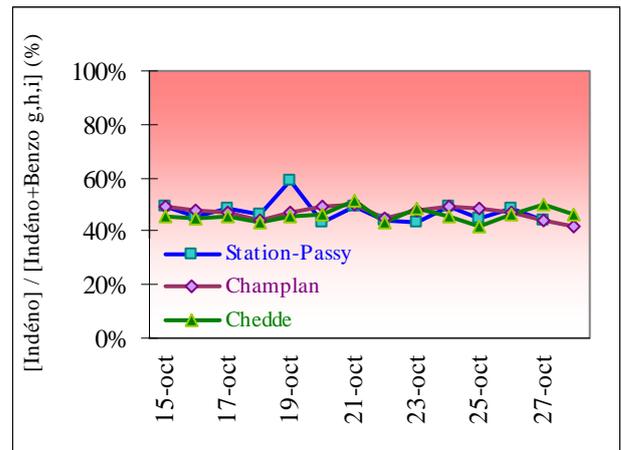
Période hivernale



Période printanière



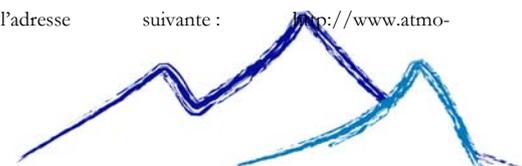
Période estivale



Période automnale

Sur les périodes hivernale, estivale et automnale, l'indicateur n'apporte pas d'éléments précis permettant de faire des différenciations entre sites. Par contre, le printemps s'est caractérisé par une forte augmentation de l'indicateur sur le site de Champlan, laissant donc supposer un impact plus important du bois sur ce site. Le ratio est proche de 100%, l'écart est très net avec les autres sites sur cette période et avec ce qui a été mesuré pour le même site lors des autres campagnes. Cette évolution pose toutefois une interrogation : Pourquoi les concentrations en BaP n'ont pas augmenté de façon plus fortes sur Champlan par rapport aux autres sites compte tenu de la présence plus importante des émissions dues à la combustion du bois ? A titre d'information et de comparaison, ce ratio a également été calculé lors des campagnes HAP de Tarentaise en 2009⁸. Le site de Moûtiers, référencé comme hors

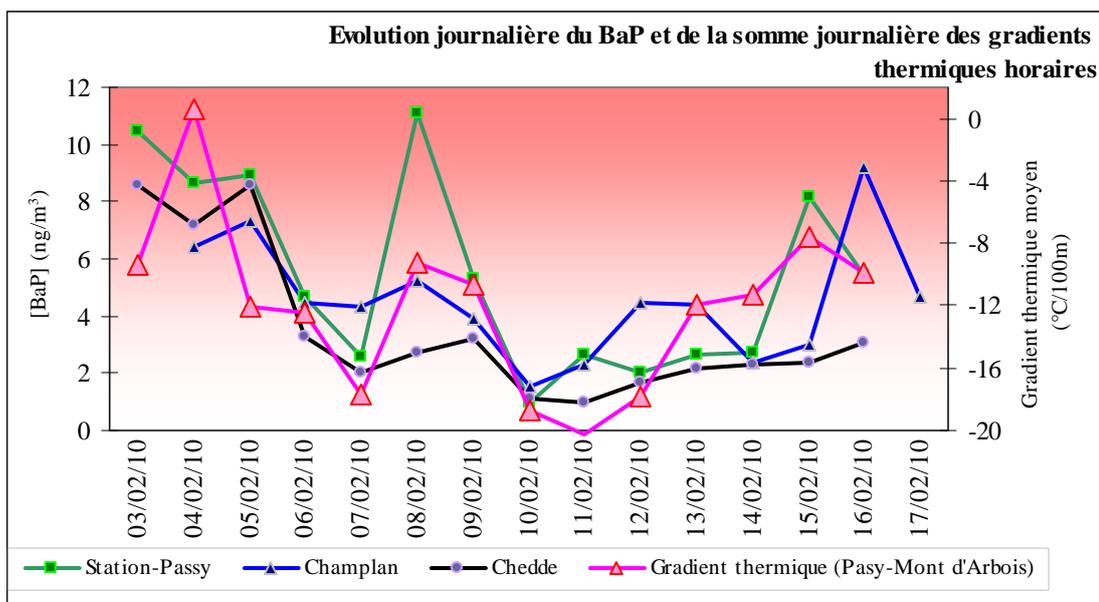
⁸ Rapport disponible sur le site Internet à l'adresse suivante : http://www.atmo-rhonealpes.org/Site/media/voir/mesures_de_hap_dans_la_vallee_de_la_tarentaise



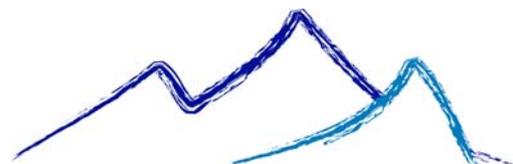


d'influence de la zone industrielle de La Léchère, enregistrait un rapport très supérieur aux sites situés en proximité industrielle avec une moyenne de l'ordre de 55%. Au final, si cet indicateur ne permet pas de différencier clairement un site d'un autre, ou une source par rapport à une autre, il confirme un peu plus l'impact des émissions dues au brûlage du bois sur le secteur.

Comme il l'a été vu précédemment, rechercher l'origine des concentrations en BaP est délicat car tous les processus de combustion principaux (Chauffage, Industrie, Trafic) émettent des BaP sans avoir une signature propre qui permettrait leur identification de façon aisée et avec certitude. Sur ce secteur de montagne, il a déjà été établi par le passé le rôle crucial de la météorologie dans l'enregistrement de concentrations importantes. Les mesures 2010 confirment une fois de plus ce fait via le graphique ci-dessous reprenant l'évolution des concentrations en BaP lors de la période hivernale avec le gradient thermique journalier calculé entre Passy et le Mont d'Arbois (voir chapitre 3.1.1 pour plus de précisions à ce sujet).



Le terme de corrélation ne peut pas être évoqué mais il peut être constaté une évolution concomitante entre la stabilité de l'atmosphère (représentée ici par le gradient thermique) et les concentrations en BaP. D'un jour à l'autre, à quelques exceptions près, plus les conditions d'accumulation sont importantes, plus les concentrations sont fortes. **Ce facteur est aggravant mais les émissions restent dues à l'activité humaine.** Les périodes hivernales en vallée 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 de sorte que d'un jour à l'autre, et même si les émissions sont constantes, les concentrations peuvent augmenter fortement pour atteindre des niveaux très importants.





3- Comparaison des campagnes 2008 et 2010

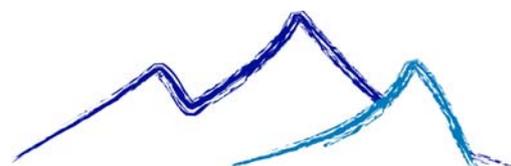
3.1. Les conditions météorologiques

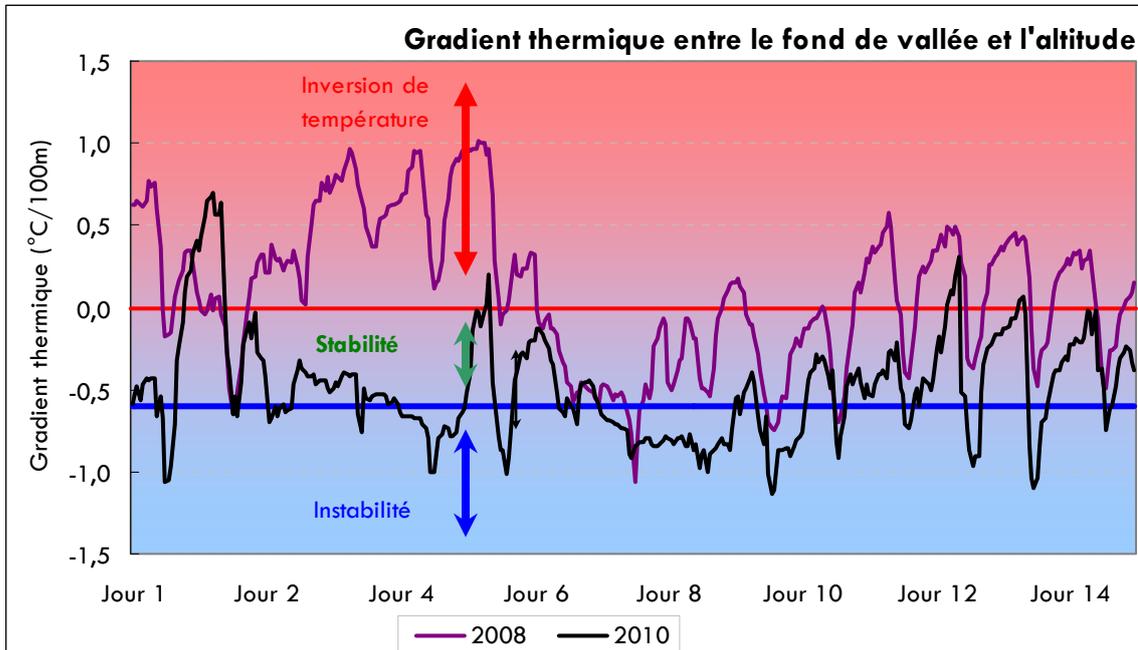
Les conditions météorologiques ont une influence notable sur les concentrations et ceci, bien entendu, de façon totalement indépendante des émissions. Par conséquent, lors d'une comparaison entre deux années de mesures, il semble intéressant de juger en premier lieu de la potentialité des conditions météorologiques à induire un pic de pollution. Cette analyse permettra de comprendre si les variations enregistrées sont dues aux conditions météorologiques ou à une amélioration de la qualité de l'air suite à une baisse des émissions. Seule la campagne hivernale va être analysée car c'est sur cette période que les concentrations les plus fortes sont enregistrées et que les différences les plus importantes apparaissent entre les campagnes 2008 et 2010.

3.1.1. Le gradient thermique

Il est monnaie courante en montagne, l'hiver, d'observer des inversions thermiques qui bloquent dans le fond de vallée la masse d'air et empêchent ainsi tout brassage de l'air pollué avec l'air plus pur d'altitude. Cela se caractérise par une bande nuageuse dans la vallée parfaitement visible depuis le haut des massifs (voir photo de l'introduction page 3). Ce phénomène peut se traduire par le calcul du gradient thermique qui représente l'écart de températures entre deux points situés à une altitude différente. Ce gradient calculé entre le fond de vallée et un point en altitude (le Mont d'Arbois à 1833m) permet de distinguer les journées où le gradient thermique correspond à une phase d'instabilité de l'atmosphère, de stabilité ou de stabilité absolue donc d'inversion thermique. A partir de ce coefficient, il est possible de comparer les hivers 2008 et 2010 pour savoir si un hiver a été plus propice qu'un autre pour l'observation de concentrations importantes compte tenu des conditions météorologiques de stabilité de l'atmosphère.

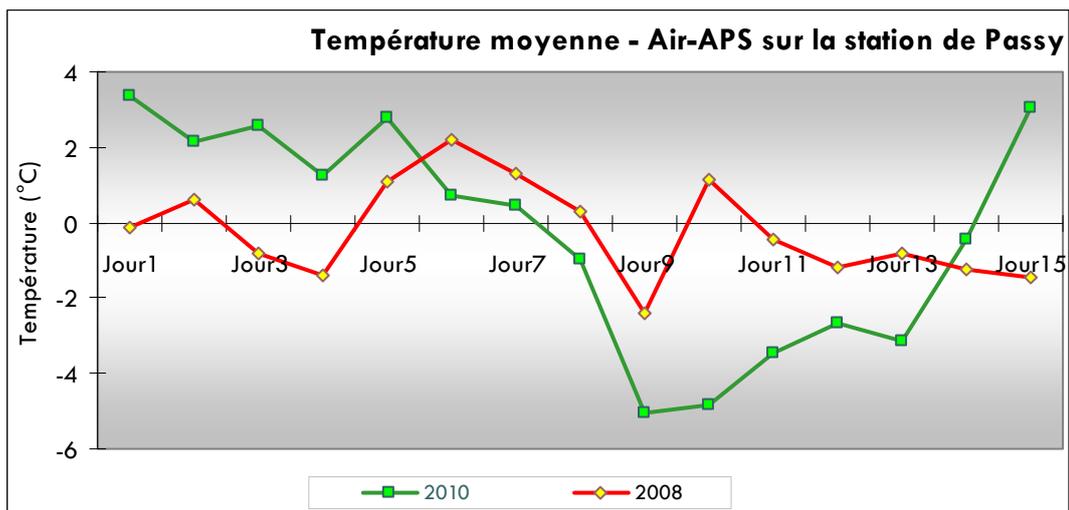
Le graphique de la page suivante permet de distinguer très nettement que l'année 2008 a été caractérisée par des phases d'inversion de température ou de stabilité beaucoup plus importantes que l'année 2010. En d'autres termes, les conditions d'accumulation de la pollution ont été plus importantes en 2008 qu'en 2010, ce qui explique forcément en partie la baisse des concentrations enregistrées en 2010. Toutefois, il n'est pas possible de savoir dans quelles proportions les conditions météorologiques ont impacté la baisse des concentrations hivernales.



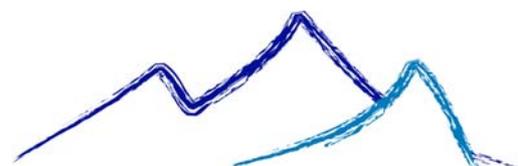


3.1.2. La température

Le bilan des émissions (chapitre 1.4) a mis en valeur que le chauffage résidentiel était une source importante d'émissions, notamment pour les poussières. Cette source étant directement proportionnelle à la rigueur de l'hiver (plus il fait froid, plus on chauffe donc plus les émissions sont fortes), la température, pour les périodes de mesure 2008 et 2010, a été comparée.



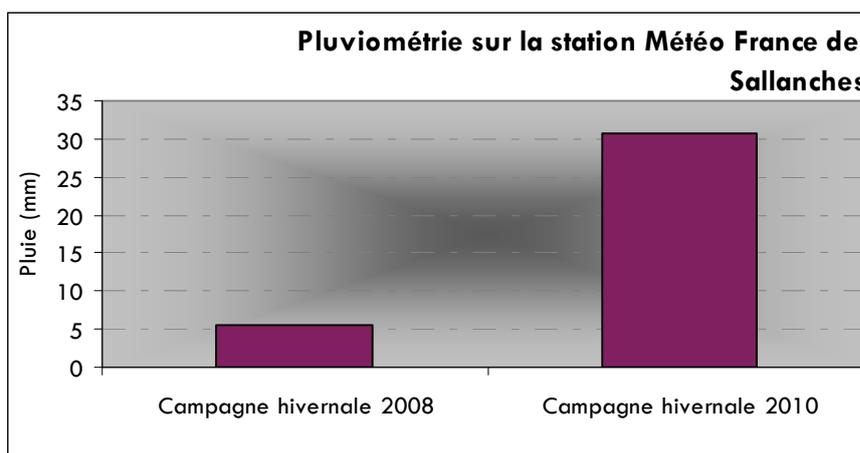
La période de mesure réalisée en 2010 a connu des températures plus froides qu'en 2008 mais en moyenne ces deux périodes ont des températures équivalentes. Au final, sur le paramètre « température », il ne se dégage pas une tendance forte entre les deux années.





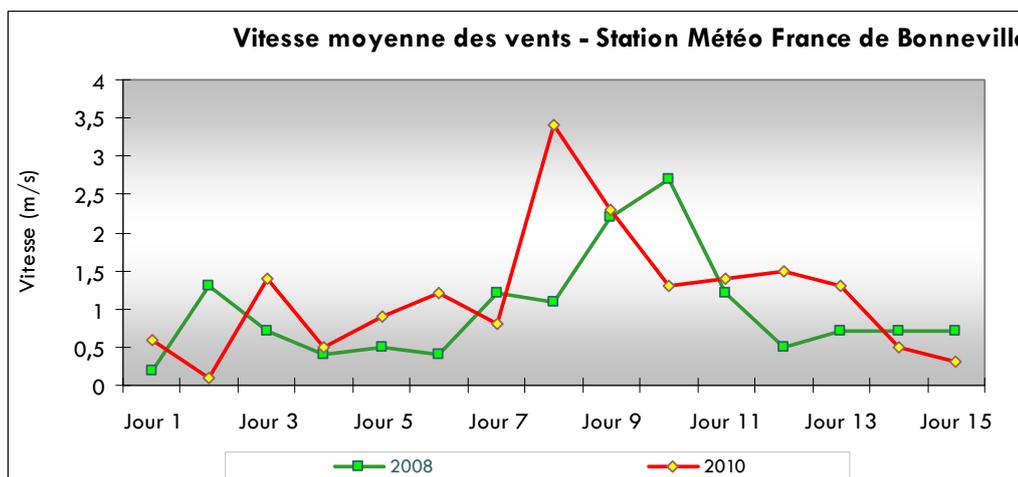
3.1.3. La pluviométrie

Le lessivage de l'atmosphère par la pluie participe à la dispersion de la pollution. Il paraît donc judicieux de comparer les campagnes hivernales 2008 et 2010 et le graphique indique six fois plus de pluie en 2010 qu'en 2008.



3.1.4. Vitesse des vents

Dans le recensement des conditions météorologiques participant à la dispersion atmosphérique, le vent tient une place non négligeable puisqu'il permet de disperser les émissions donc de les diluer. La comparaison de la vitesse moyenne des vents sur les 14 jours de mesure du Benzo(a)pyrène est représentée sur le graphique ci-dessous :



A l'instar du paramètre « température », la comparaison de la vitesse des vents entre les deux années ne permet pas de dégager une tendance forte.

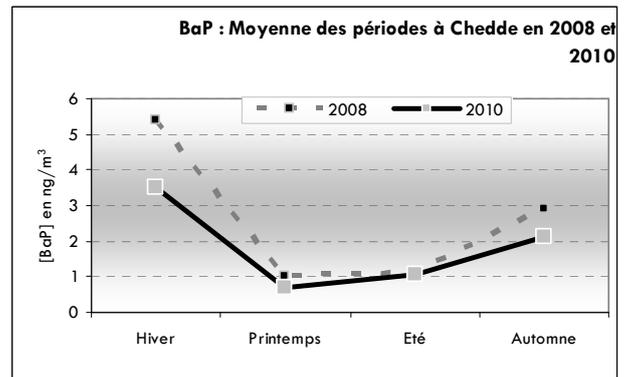
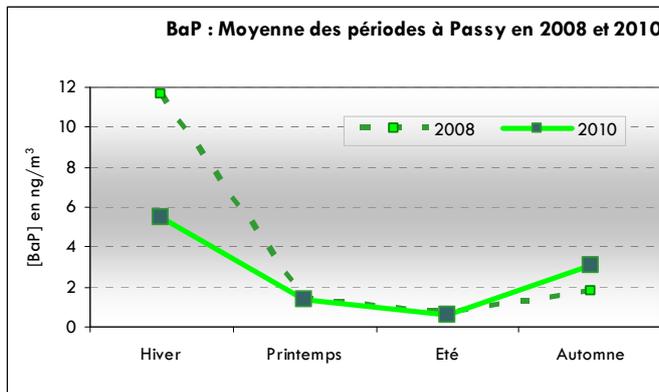
En prenant en compte l'ensemble des paramètres météorologiques d'intérêt, il semblerait que l'hiver 2010 a été moins propice pour l'observation de concentrations importantes. Ceci a donc forcément eu un impact mais sans qu'il soit possible d'en définir l'importance précisément.



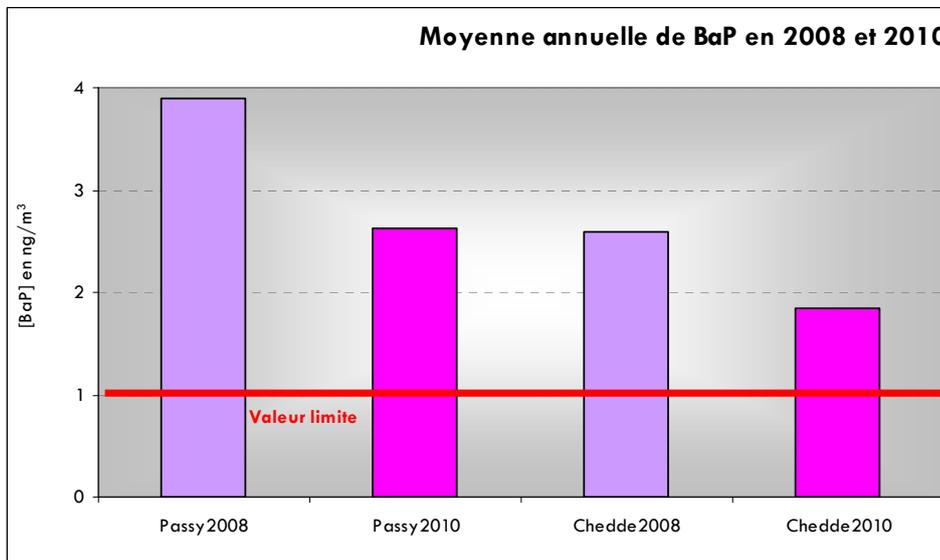


3.2. Les concentrations en poussières et Benzo(a)Pyrène

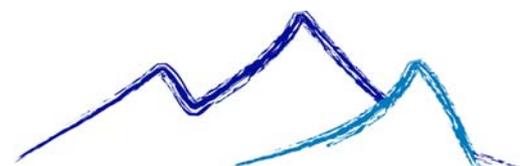
Les graphiques ci-dessous regroupent les moyennes des périodes pour les sites de Passy et Chedde en 2008 et 2010.

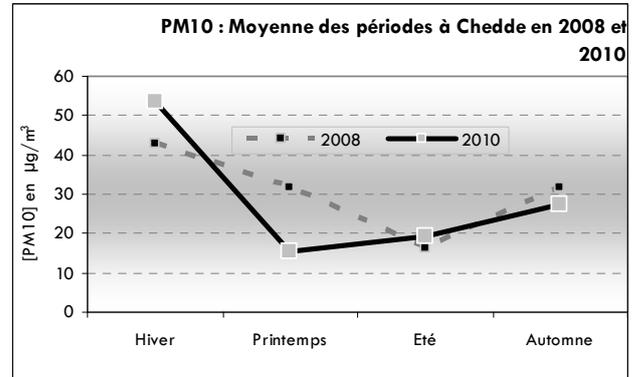
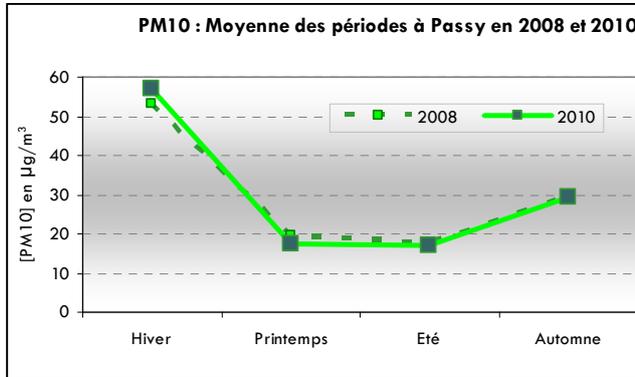


La période hivernale 2010 enregistre une baisse de plus de 50% sur Passy et de 35% sur Chedde. L'été et le printemps les concentrations sont similaires sur les deux sites entre 2008 et 2010 alors que la saison automnale montre une situation plus contrastée. Compte tenu que la période hivernale influence majoritairement la moyenne des quatre campagnes, la moyenne 2010 est par conséquent très inférieure à celle observée en 2008 même si elle reste au-dessus de la valeur cible.



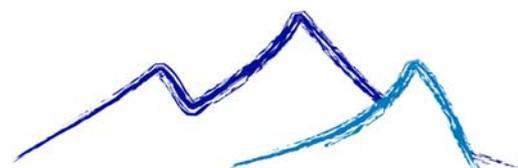
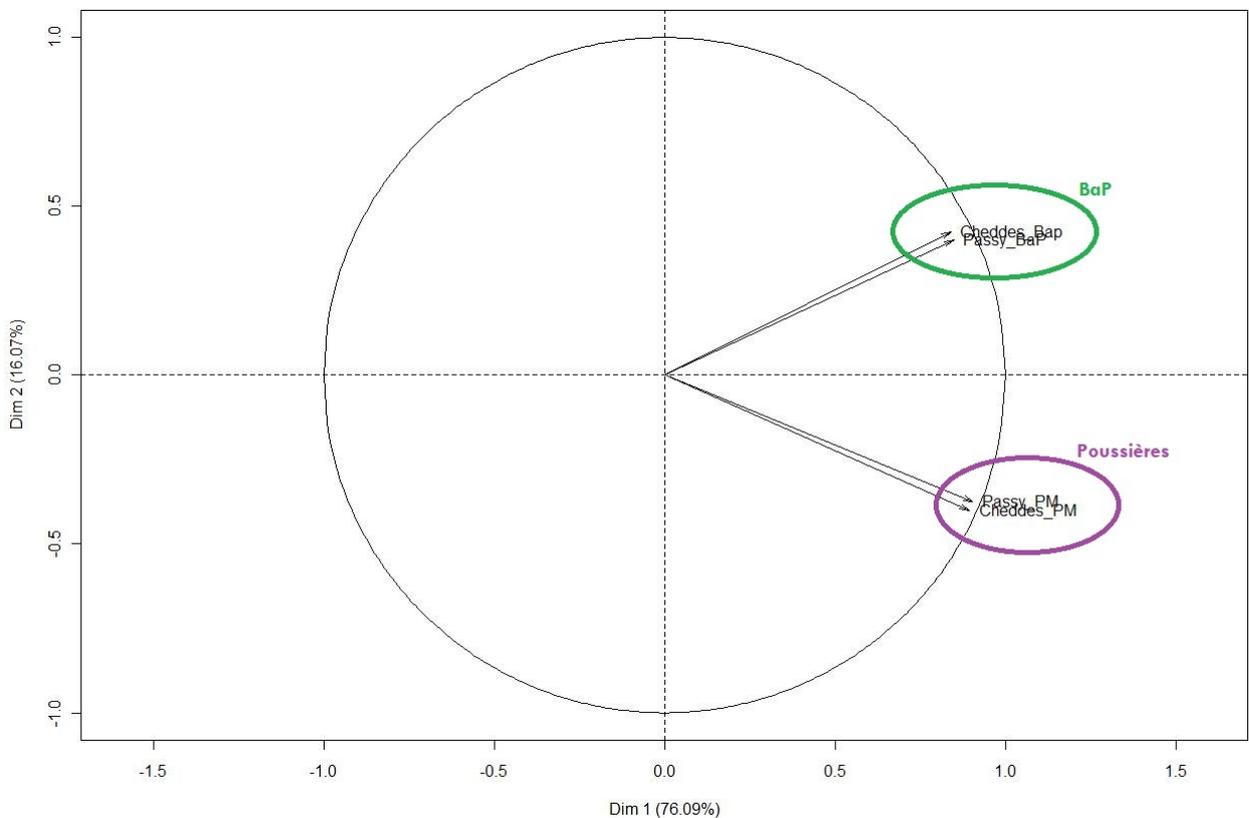
A la question de savoir si cette diminution des concentrations est imputable aux conditions météorologiques ou à une réelle baisse des émissions, il est difficile de pouvoir apporter une réponse. SGL CARBON SAS a mis en fonctionnement en 2009 un incinérateur en sortie de la cheminée qui émettait 80% des émissions en BaP. La quantité de polluants émis dans l'atmosphère entre 2008 et 2010 a donc dû diminuer significativement. A ce stade, il est intéressant d'analyser la situation des poussières en suspensions entre 2008 et 2010, ce que représente les graphiques ci-dessous :





Sur Passy, les concentrations des quatre périodes sont identiques, ce qui est surprenant à la lumière des de ce qui a été vu précédemment pour le BaP. Si la baisse hivernale des concentrations du BaP en 2010 était imputable aux conditions météorologiques, cela aurait également dû avoir un impact sur les poussières, ce qui n'est visiblement pas le cas. Enfin, le site de Chedde enregistre une variabilité un peu désordonnée avec des concentrations un peu plus fortes en hiver mais nettement plus faibles au printemps. Là encore, la moyenne annuelle en PM10 est identique, ne montrant pas de baisse significative entre les deux années.

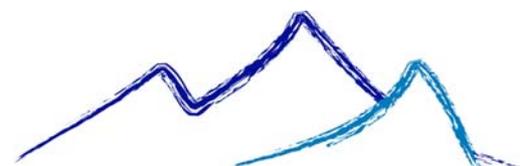
Une analyse statistique a été mise en œuvre sur les concentrations en poussières et BaP. L'Analyse en Composante Principale (ACP) permet de déterminer les liens significatifs dans un jeu de variables multiples. L'ACP présentée ci-dessous a été réalisée avec les concentrations en BaP et poussières des années 2008 et 2010 des sites de Chedde et Passy :





Cette analyse révèle que les PM10 et BaP fluctuent de la même façon (ils montent ou baissent simultanément), ce qui était connu. Par contre, pour un niveau de concentration fixé (fort ou faible), il y a une plus grande corrélation entre les BaP (ou entre les PM10) sur différents sites qu'entre les deux polluants sur un même site. La dynamique d'évolution des concentrations en BaP et poussières ne semble donc pas se faire par site mais par composé. Cette analyse met également une fois de plus en valeur la présence d'une pollution généralisée sur Passy pour ces deux polluants.

En conclusion, c'est donc à la lumière de plusieurs autres évaluations que l'on pourra comprendre un peu mieux les phénomènes qui régissent la dynamique atmosphérique à Passy. La caractérisation chimique des particules, dont une première esquisse est présentée au chapitre suivant, pourrait également apporter des pistes dans les années à venir.

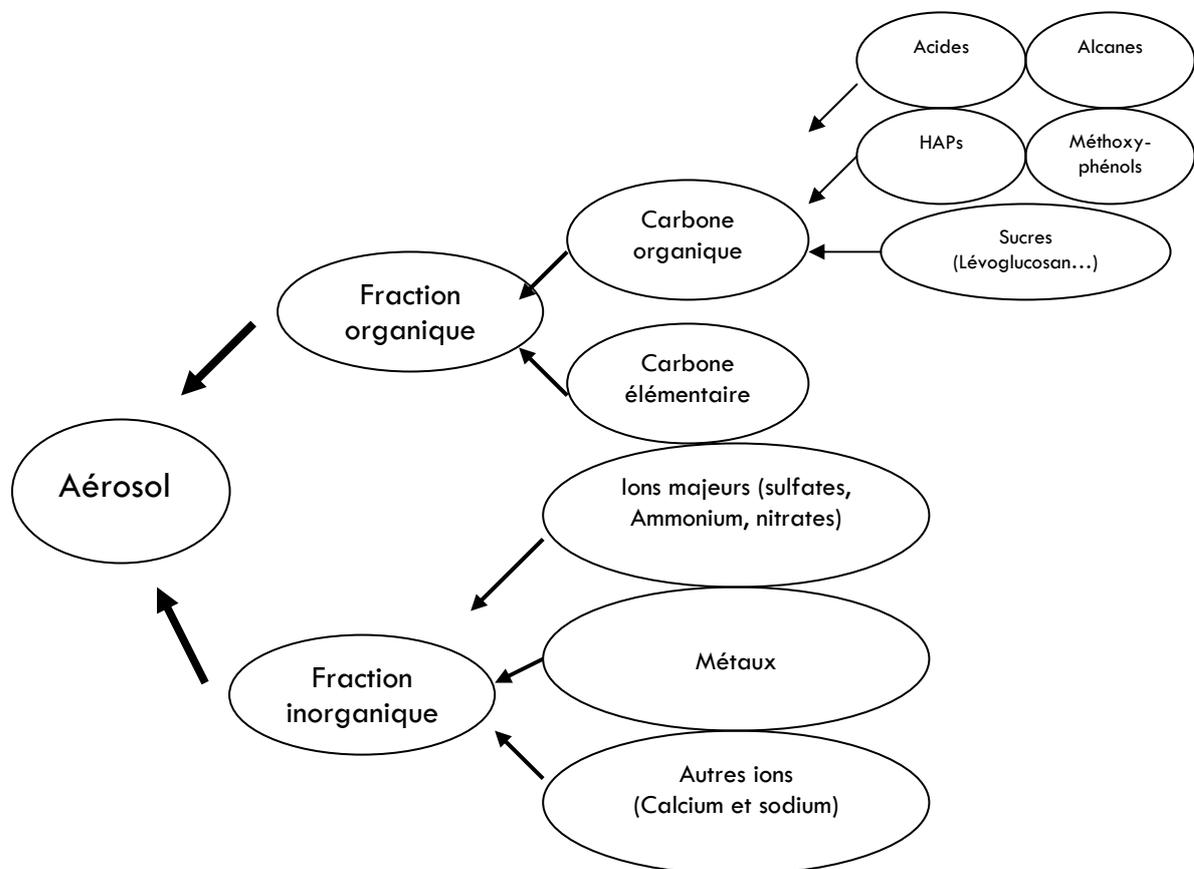




4- Caractérisation chimique des particules

Dans la continuité de la période hivernale de février, et en collaboration avec les Laboratoires LCME⁹ et LGGE¹⁰, une seconde campagne de 15 jours a eu lieu sur le site de Passy avec pour objectif de caractériser plus précisément la composition chimique des particules. Ce paragraphe synthétise les éléments clés de ce rapport.

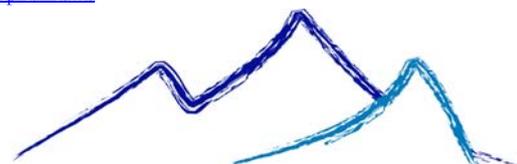
Plusieurs sources d'émissions de particules sont responsables des niveaux d'exposition en particules : combustion de Biomasse, émissions véhiculaires, industrie, combustion de gaz naturel, apport crustaux (relatif à l'écorce terrestre), débris végétaux, émissions culinaires... A ces sources d'émissions, s'ajoutent des processus secondaires de formation des aérosols¹¹ encore mal connus. La caractérisation de ces différentes sources ainsi que leur contribution aux concentrations de particules observées permettent d'estimer l'impact réel des différentes sources d'émission sur la qualité de l'air. Le schéma ci-dessous symbolise la composition très hétéroclite de l'aérosol et permet de comprendre la raison pour laquelle un nombre important d'analyses ont dû être mises en œuvre.



⁹ Laboratoire de Chimie Moléculaire et de l'Environnement : <http://www.polytech.univ-savoie.fr/index.php?id=lcme>

¹⁰ Laboratoire de Glaciologie et Géophysique de l'Environnement : <http://www.lgge.ujf-grenoble.fr/>

¹¹ Il faut entendre par le terme Aérosols ce que l'on appelle habituellement les poussières ou les particules.





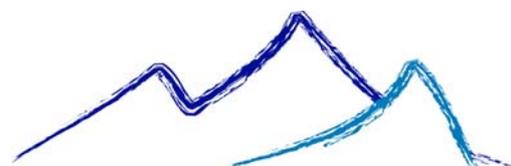
A partir des concentrations de certains de ces composés, notamment ceux traceurs de sources bien spécifiques, de données de la littérature caractérisant les sources d'émissions, et en utilisant une approche statistique spécifique à ce type d'analyse, il est possible d'appréhender la composition de l'aérosol.

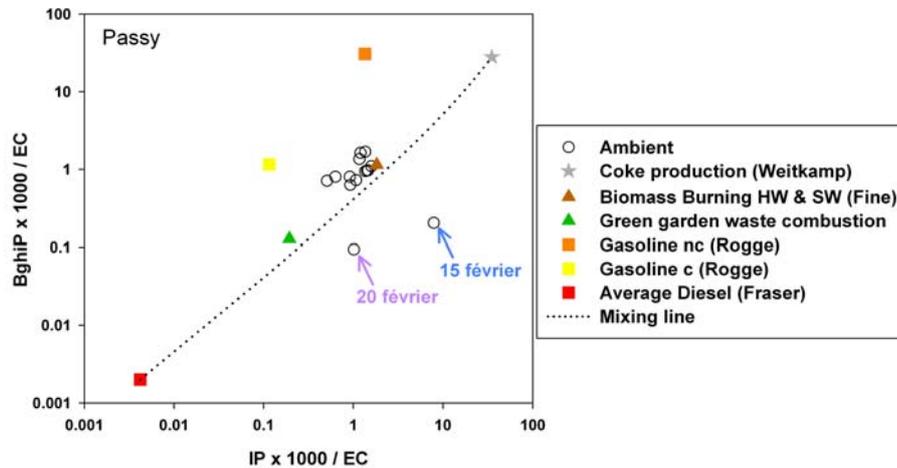
Toutefois, cette méthode est du domaine de la recherche et peut souffrir de manques associés à ce type de démarche. En l'occurrence sur Passy, en l'absence de caractérisation fine des émissions il n'a pas été possible de cibler un indicateur caractéristique des rejets atmosphériques de SGL CARBON S.A.S. Par conséquent, l'analyse suivante ne peut prendre en compte l'impact de l'usine. Mais comme toute démarche de recherche, cette méthode s'appuie sur des hypothèses trouvant des justifications solides auprès des connaissances actuelles dans le domaine.

L'évolution temporelle de certaines espèces a été comparée à celle des traceurs et indicateurs de combustion disponibles. La similitude observée *semble montrer que les concentrations en particules sont essentiellement régies par des phénomènes de dynamiques atmosphériques plutôt que des variations d'intensité d'émission.* En d'autres mots, les émissions sont bien d'origines humaines mais leurs variations, parfois importantes comme cela a été vu précédemment, sont plus imputables au couple météorologie/encaissement de la vallée qu'à une variation d'émissions des différentes sources.

L'approche statistique dite « ratio-ratio » consiste à étudier un traceur en fonction d'un autre ce qui permet de mieux appréhender l'étude de contribution de sources en atmosphère ambiante dans des situations complexes, comme c'est le cas à Passy. Pour une source donnée, le rapport entre les traceurs est caractéristique. Il est représenté sur la figure par un point et peut donc être comparé aux ratios mesurés en air ambiant. Les ratios de sources choisis pour comparaison avec les données d'air ambiant à Passy sont issus de la littérature ou d'études réalisées par le LCME/LGGE :

- la production de coke (Weitkamp et al., 2005), ce profil a été choisi **pour tenter de représenter** les émissions de l'usine située à proximité du site de prélèvements,
- la combustion de bois dur et de bois tendre (Fine et al., 2002),
- la combustion de feux de déchets verts (étude avec l'AGEDEN et l'ASCOPARG),
- la combustion de gazoil non catalysé et catalysé (Rogge et al., 1993),
- la combustion de diesel (Fraser et al., 2003).

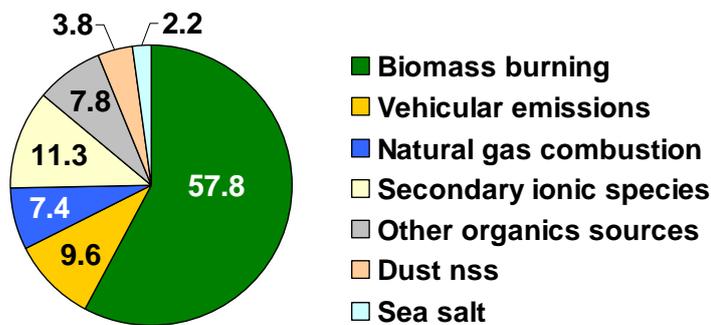




Les ratios mesurés en air ambiant forment un cluster très proche du ratio représentant la combustion du bois, ce qui signifie qu'il s'agit de la source prépondérante dans les émissions. A noter deux journées particulières qui se détachent du reste : les 15 et 20 février. Une autre source, non identifiée, semble donc avoir contribué aux émissions ce jour là.

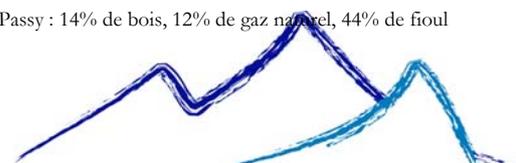
L'approche statistique multi-traceurs MM-CMB requiert des profils chimiques de sources d'émissions pour pouvoir être mises en œuvre. Dans les résultats présentés ci-dessous, il n'a pas été possible d'avoir un profil pour les émissions industrielles et pour les émissions dues au chauffage au fioul¹².

Passy, Février 2010



La conclusion est similaire à celle de l'approche précédente : la combustion du bois joue un rôle primordial dans les émissions en particules sur Passy.

¹² La répartition des modes de chauffage en résidence principale selon le type d'énergie est la suivante sur Passy : 14% de bois, 12% de gaz naturel, 44% de fioul et 26% d'électrique





Conclusions

Les concentrations en dioxyde d'azote et dioxyde de soufre sont bien inférieures aux seuils réglementaires comme depuis le début de l'instrumentation sur Passy. La surveillance de ces polluants ne revête donc pas un caractère prioritaire pour cette zone.

Les polluants spécifiques à l'activité industrielle (Fluor et Composés Organiques Volatils) suivis pour la première fois en air ambiant lors de cette étude n'ont pas montré d'impact de l'usine SGL CARBON S.A.S. et ne présentent pas d'évolutions significativement différentes de ce qui est observé ailleurs sur des sites non influencés.

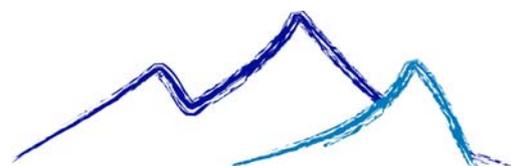
La surveillance de ces polluants ne revête donc pas un caractère prioritaire pour cette zone.

Les poussières inférieures à 10 microns et le Benzo(A)Pyrène dépassent une fois de plus les niveaux autorisés. Cette pollution est généralisée puisque présente uniformément sur les trois sites de mesures.

Les concentrations en poussières sont stables entre les deux campagnes de 2008 et 2010. Les différentes sources d'information à notre disposition (inventaire des émissions, travail de recherche lié à la caractérisation chimique des particules, étude statistique sur les données 2008 et 2010) semblent indiquer que le chauffage résidentiel a certainement un rôle majoritaire dans cette pollution. C'est donc en agissant sur cette source que la situation pourra significativement s'améliorer. L'interdiction drastique de toutes les sources de combustion à l'air libre serait certainement une bonne première étape (écobuage, brulage des déchets verts ou de résidus de chantier...).

Concernant le Benzo(a)Pyrène, les concentrations restent élevées mais sont en baisse, sans qu'il soit toutefois possible d'en trouver la cause principale. L'activité industrielle et le brûlage du bois semblent malgré tout être les deux principales sources d'émissions pour ce polluant. Les informations, parfois contradictoires, ne permettent pas encore d'avoir de certitudes sur la contribution relative de chacune d'entre elles. La mise en œuvre en 2012 de mesures en poussières et Benzo(a)Pyrène sur d'autres secteurs de la vallée de l'Arve, et leurs comparaisons avec les niveaux de Passy, permettra certainement d'améliorer notre connaissance et donc notre expertise sur la part des différentes sources.

Enfin, les conditions topographiques couplées au paramètre météorologique ont de nouveau été recensés comme facteur aggravant de la qualité de l'air lors des pics de pollution. Par conséquent, si le retour à une situation plus saine passe en premier lieu par une baisse des émissions, il est indispensable de pouvoir identifier et donc prévoir l'arrivée de conditions météorologiques défavorables à la dispersion atmosphériques afin d'espérer réellement pouvoir agir sur la persistance, voire la survenue, d'un épisode de pollution.





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...).

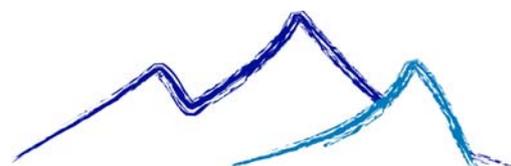
Le bilan énergétique constitue une étape importante de consolidation de cette catégorie de sources : des bilans de consommations énergétiques liés à l'utilisation de combustibles fossiles sont effectués et comparés aux statistiques régionales (CPDP, observatoire de l'énergie...).

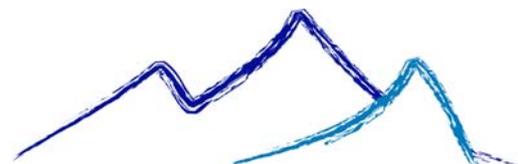
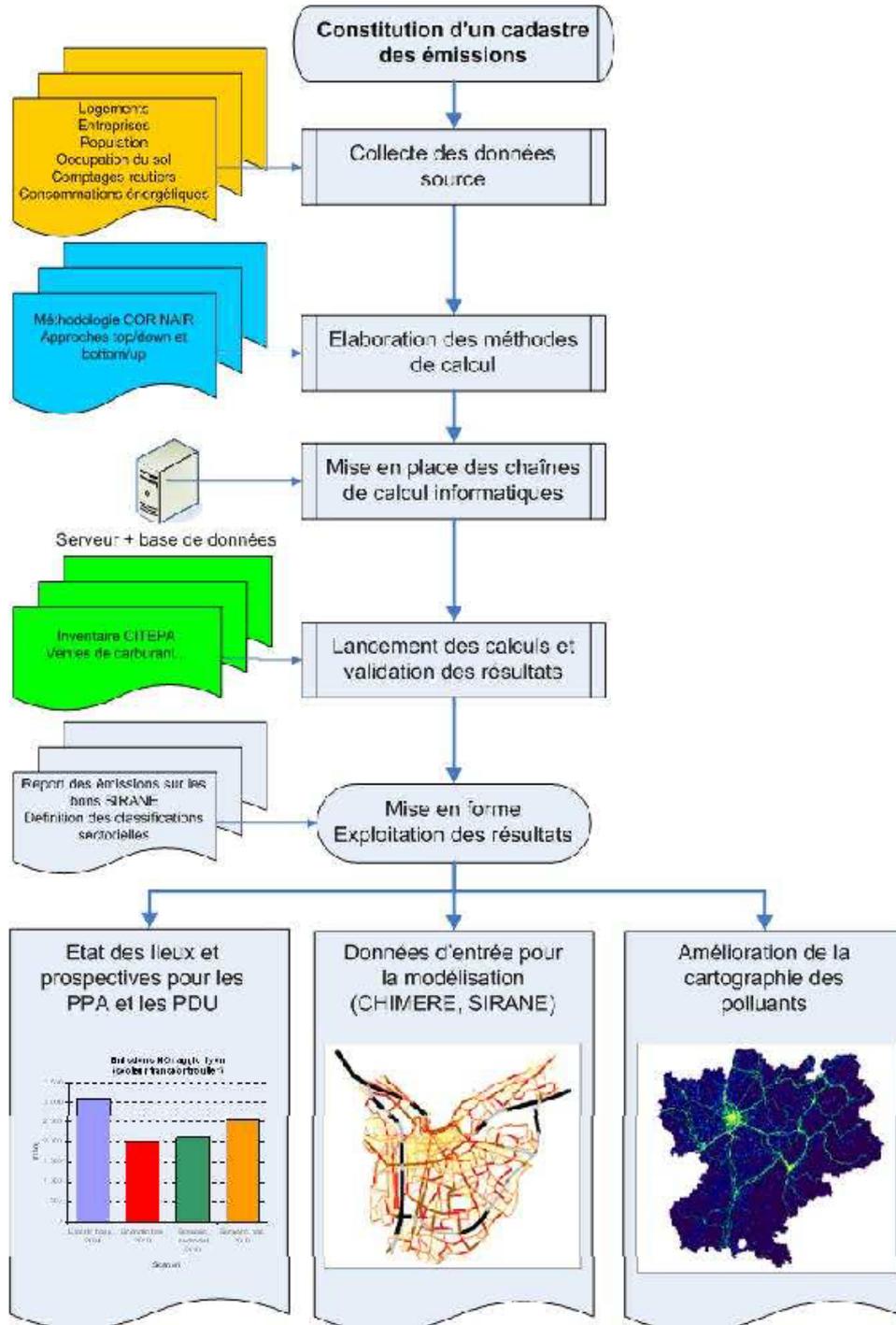
Un important travail de documentation a également permis de constituer une base de données de facteurs d'émissions pertinents, détaillés et actualisés, garants de la qualité de l'inventaire obtenu. Ces facteurs d'émissions proviennent d'une compilation de différents ouvrages de référence (OFEFP, EEA, 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 IARC13
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.

¹³ International Association for Research on Cancer : www.iarc.fr

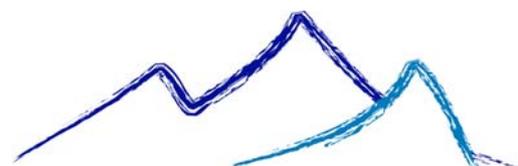


Éléments repris essentiellement du document suivant :

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>

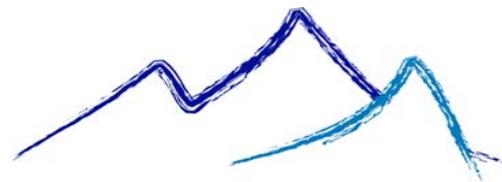




ANNEXE 3 : ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS

Les polluants	Oxydes d'azote (NO,NO ₂) :	Composés Organiques Volatils et plus particulièrement le Benzène (C ₆ H ₆)	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>Le Benzène appartient à la famille des composés organiques volatils. Ces polluants sont multiples ; il s'agit principalement d'hydrocarbures dont l'origine est soit naturelle, soit liée à l'activité humaine : le transport routier, l'utilisation industrielle ou domestique de solvants, l'évaporation des stockages pétroliers et des réservoirs automobiles, et la combustion.</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>Ces molécules ont des effets très divers selon leur famille. De la simple gêne olfactive (odeurs), certains provoquent une irritation, voire une diminution de la capacité respiratoire. D'autres, comme le benzène, provoquent des effets mutagènes et cancérogènes. C'est un "agent génotoxique cancérogène pour lequel il n'existe pas de seuil identifiable en dessous duquel il ne présente pas de risque pour la santé humaine"¹⁴.</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>

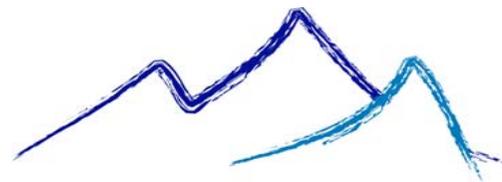
¹⁴ Point 9 de la directive 2000/69/CE du parlement européen et du conseil du 16/11/00





Les polluants	Dioxyde de soufre (SO ₂) :	Benzo(a)Pyrène (B[a]P) (Voir également annexe 2)
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.¹⁵</p>

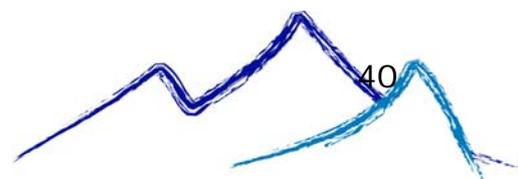
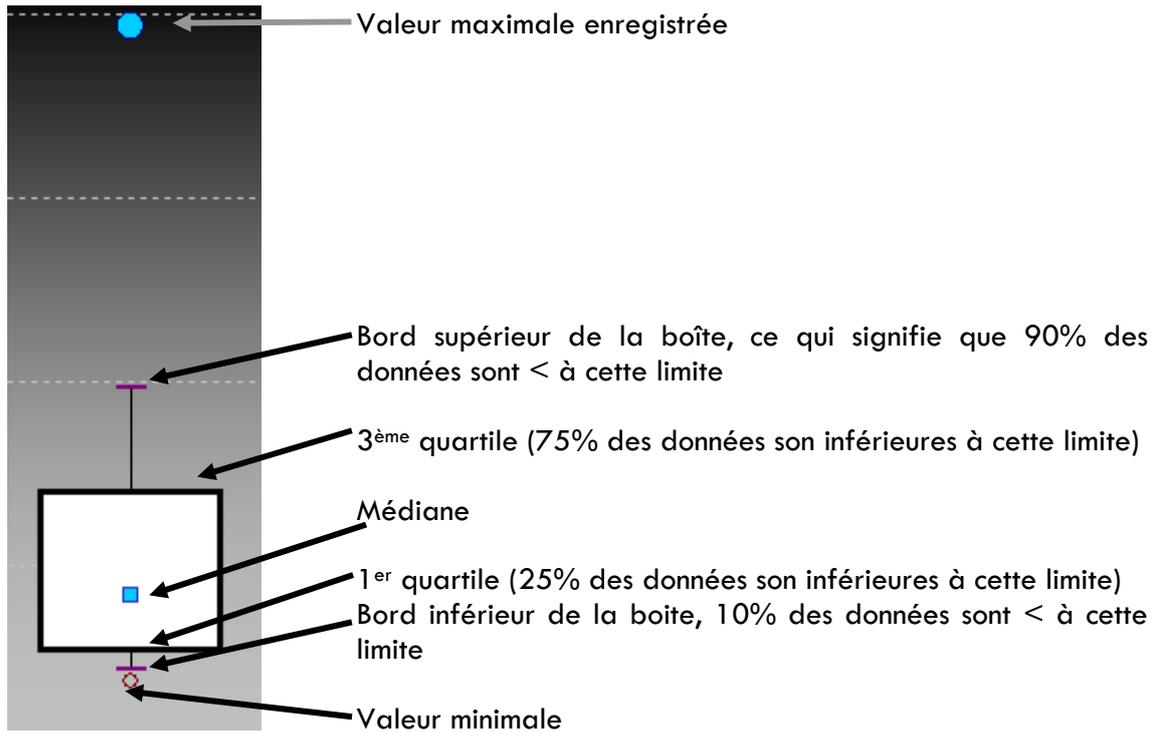
¹⁵ Pour information, la directive 2004/107/CE du 15/12/2004 rappelle que « certains hydrocarbures aromatiques polycycliques sont des agents carcinogènes génotoxiques pour l'homme et qu'il n'existe pas de seuil identifiable au-dessous duquel ces substances ne présentent pas de risque pour la santé des 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)...





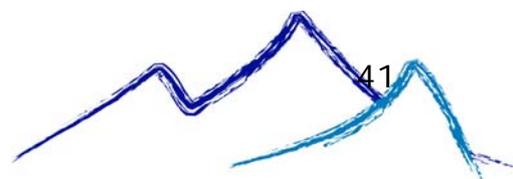
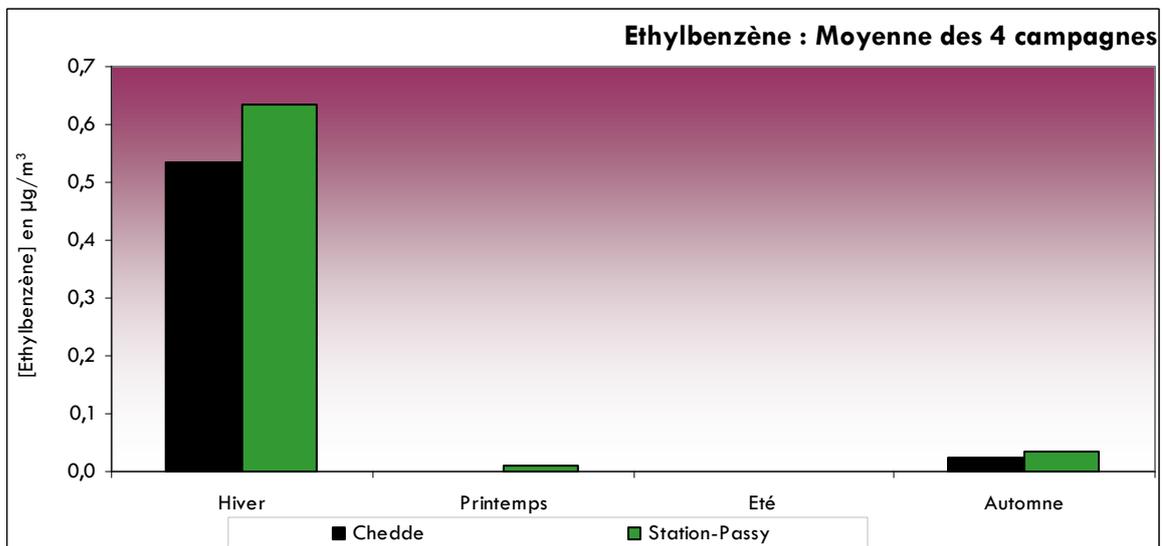
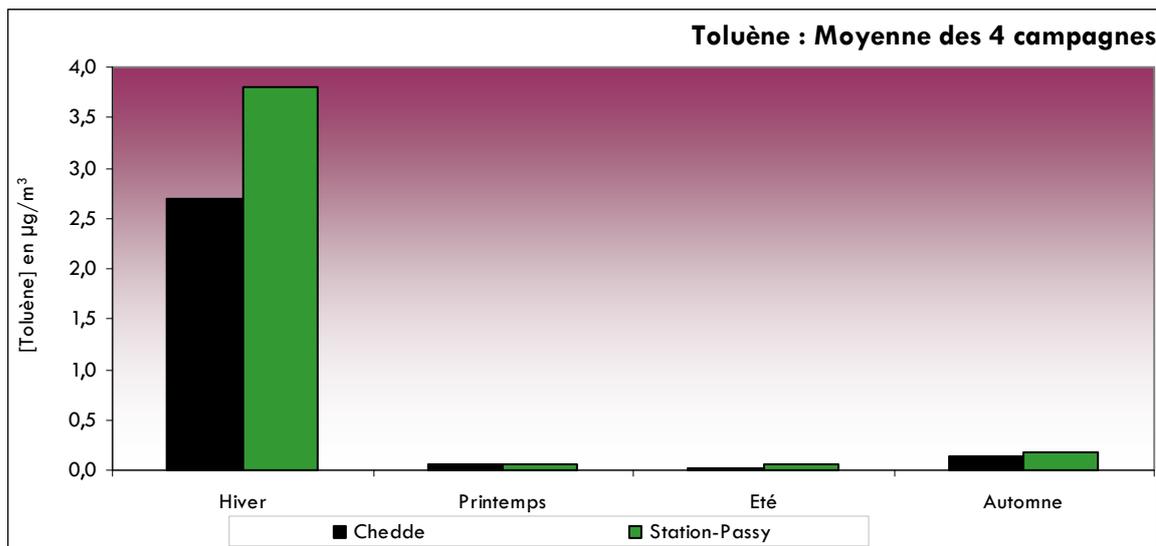
ANNEXE 4 : GRILLE DE LECTURE DU BOXPLOT

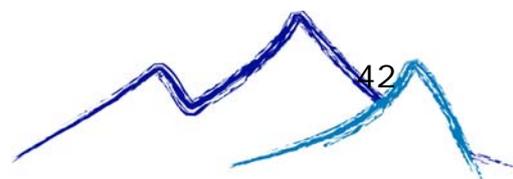
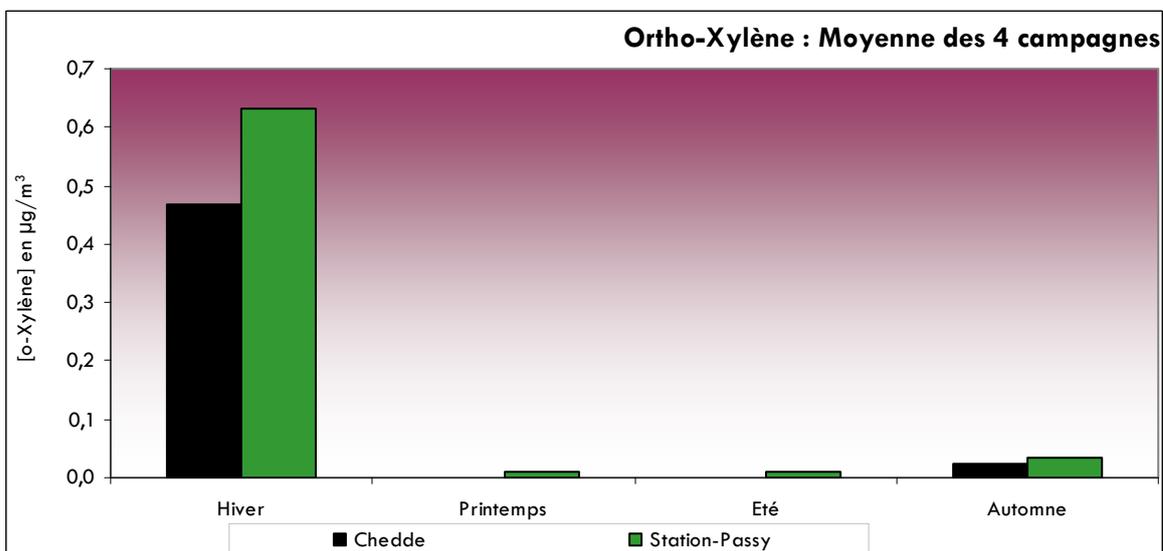
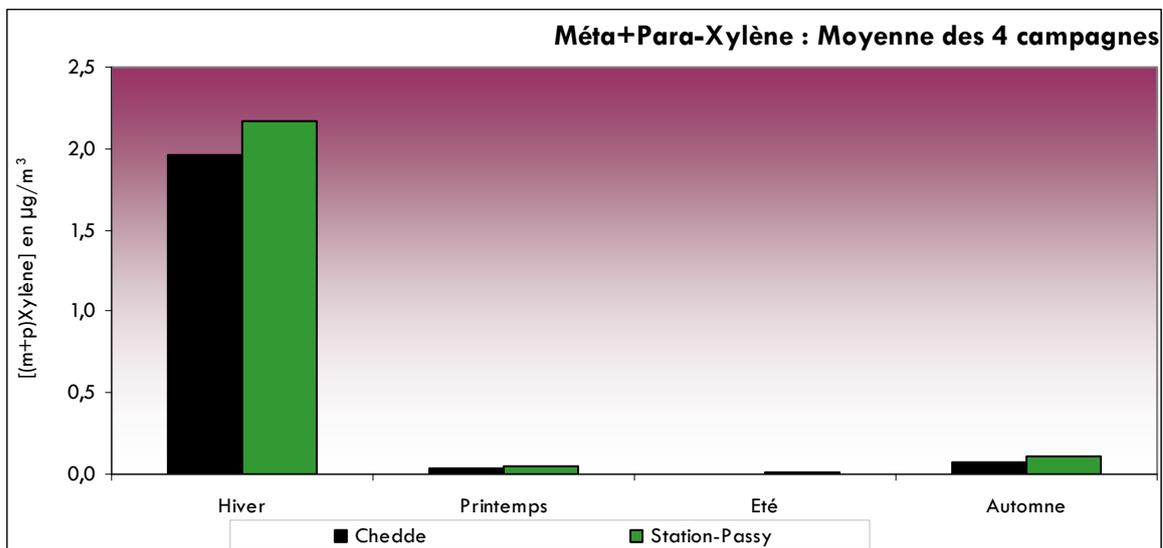
Le Boxplot, appelé également « Boîte à moustaches », permet d'étudier la distribution des concentrations. Il représente d'une manière simple la répartition d'un groupe d'observations et synthétise une série de statistiques récapitulatives : la médiane, le 1^{er} et 3^{ème} quartile ainsi que les observations qui s'écartent fortement de la population étudiée.





ANNEXE 5 : GRAPHES DES AUTRES COMPOSES ORGANIQUES VOLATILS







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

