



## Suivi de la pollution en Benzo(a)Pyrène et autres polluants réglementés en Tarentaise

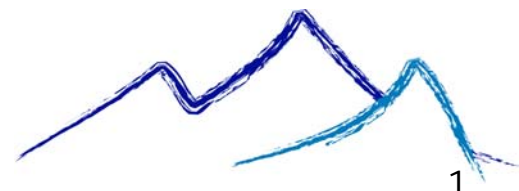


L'Air de l'Ain et des Pays de Savoie

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

Tél. 04.79.69.05.43 - Fax. 04.79.62.64.59 -

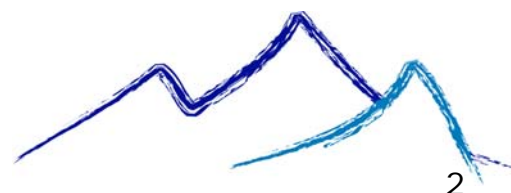
e-mail: [air-aps@atmo-rhonealpes.org](mailto:air-aps@atmo-rhonealpes.org)





# Sommaire

<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>1- Méthodologie de l'étude</b>	<b>4</b>
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	8
<b>2- Comparaison météorologiques 2009 et 2010</b>	<b>11</b>
2.1. La température	11
2.2. La pluviométrie	12
2.3. Les vents	12
<b>3- Bilan des résultats 2010</b>	<b>13</b>
3.1. Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> )	13
3.2. Dioxyde d'azote (NO <sub>2</sub> )	16
3.3. Poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10)	17
3.4. Poussières en suspensions inférieures à 2,5 microns (PM2.5)	22
3.5. Benzo(a)Pyrène	24
<b>Conclusions</b>	<b>28</b>
<b>Annexes</b>	<b>29</b>
Annexe 1 : PRINCIPES GENERAUX DU CALCUL DES EMISSIONS	29
Annexe 2 : LES HYDROCARBURES AROMATIQUES POLYCYCLIQUES (HAP)	31
Annexe 3 : ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS	33
Annexe 4 : PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURE	35
Annexe 5 : T-TES INDEPENDANT	38





## Introduction

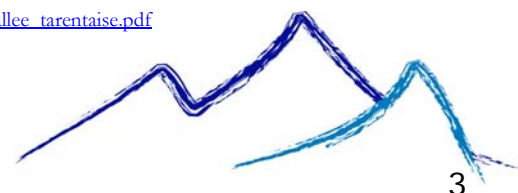
Les Mesures effectuées en Tarentaise en 2010 sont la continuité des campagnes de l'année 2009<sup>1</sup>. Celles-ci avaient mis en valeur des dépassements de certaines valeurs réglementaires mais dans un contexte industriel perturbé compte tenu de la baisse d'activités engendrée par la crise mondiale. Il était dès lors important de poursuivre ce suivi sur cette zone sensible puisque comme la grande majorité des zones de vallée, l'encaissement favorise l'accumulation de la pollution et il peut être observé des pics de pollution très importants.



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) et poussières initiée en 2009 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 relatives à l'exploitation de l'entreprise Carbone Savoie et Ferropem

<sup>1</sup> Rapport disponible sur notre site Internet : [http://transalpair.eu/publication/141-2009-mesures\\_hap\\_vallee\\_tarentaise.pdf](http://transalpair.eu/publication/141-2009-mesures_hap_vallee_tarentaise.pdf)





# 1- Méthodologie de l'étude

## 1.1. Le contexte

Suite aux mesures de l'année 2009 qui ont indiqué des concentrations parfois deux fois supérieures à la valeur réglementaire pour le Benzo(a)Pyrène, il était nécessaire de renouveler des campagnes afin de confirmer ou pas les dépassements.

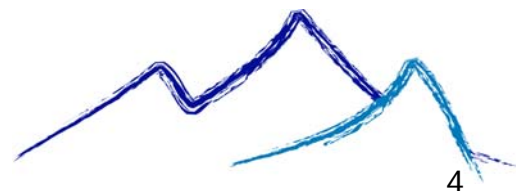
## 1.2. Les périodes de mesures

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 :

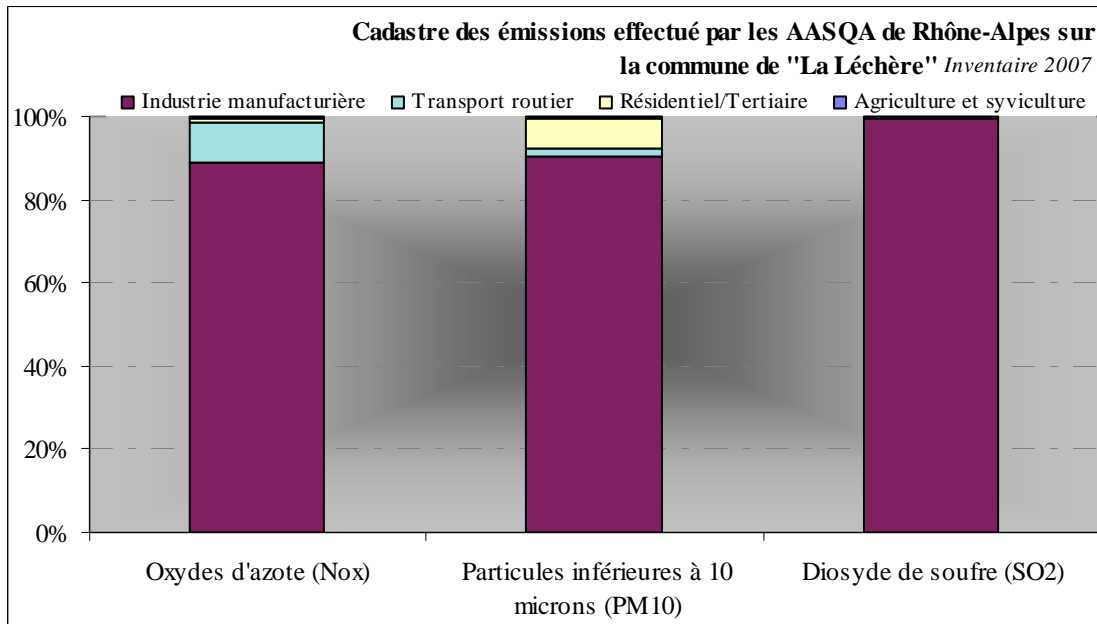
- Du dioxyde de soufre
- Des poussières en suspensions inférieures à 10 microns
- Des poussières en suspensions inférieures à 2.5 microns
- Du Benzo(a)Pyrène (et de ses congénères de la même famille, les *Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques*, mais qui ne sont pas réglementés)
- Du dioxyde d'azote



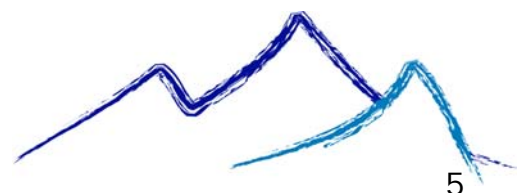


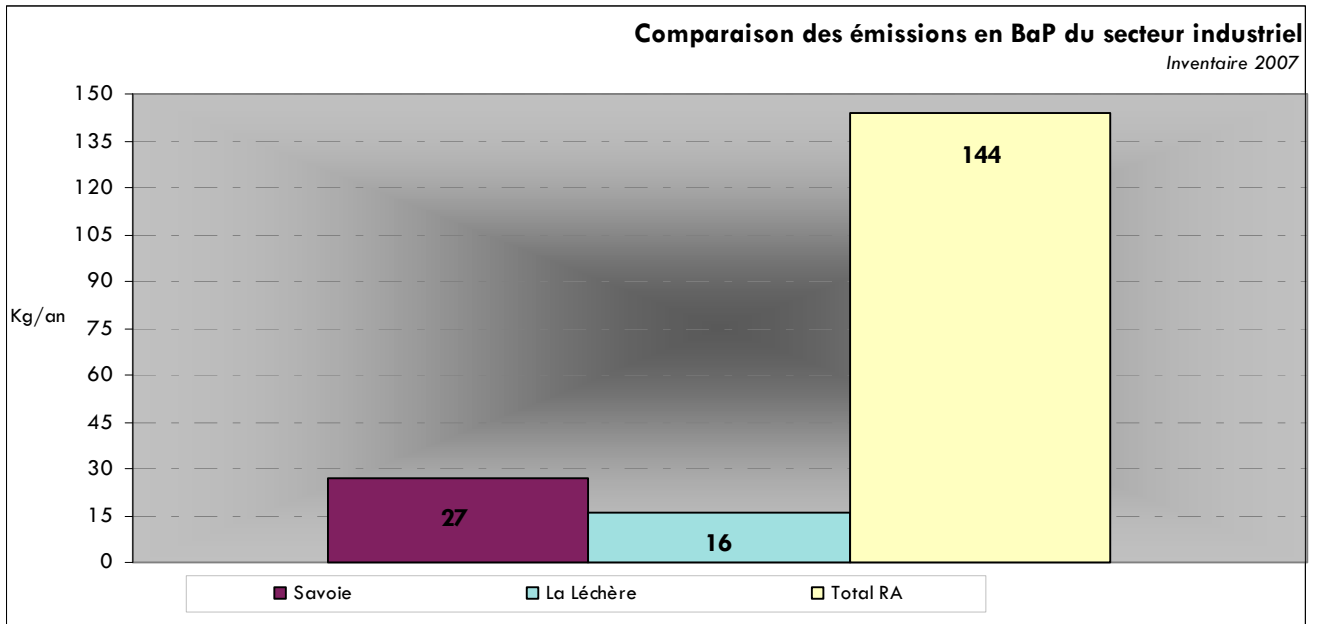
#### 1.4. Le bilan des émissions

Le bilan des émissions effectué par les AASQA de Rhône-Alpes est similaire à celui réalisé lors de la précédente étude et montre la répartition suivante sur la commune de La Léchère pour les différents polluants prospectés dans le cadre de l'étude.



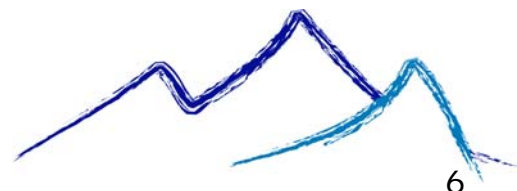
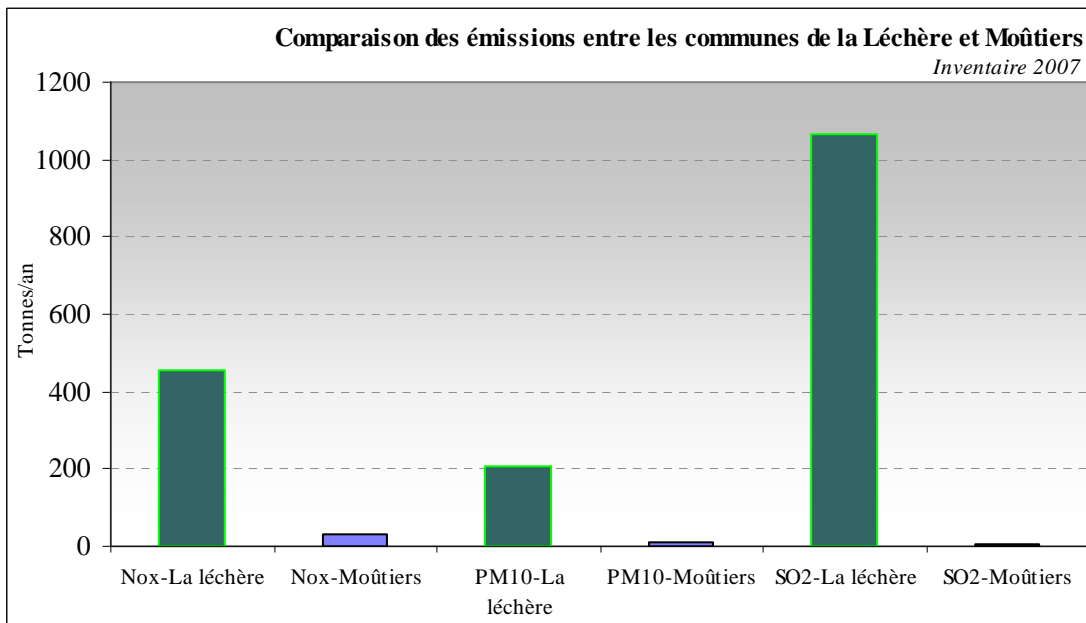
La méthodologie ayant permis d'élaborer ce bilan des émissions est décrite en annexe 1. Ce bilan met en valeur la part prépondérante du secteur industrielle (ce bilan prend en compte les émissions de toutes les entreprises comme indiqué en annexe 1). Comme tout inventaire des émissions, il a été réalisé selon l'état de l'art et avec les informations mises à notre disposition. Il existe peut-être d'autres sources mais qui ne sont pas recensées ou pas quantifiables. C'est d'ailleurs la raison pour laquelle les émissions en HAP n'ont pas été reportées. Ces composés sont principalement issus d'une combustion incomplète ou lors de processus pyrolytique à haute température. Les émissions croissent d'autant plus que les conditions de combustion sont mal maîtrisées, ce qui est le cas de la combustion de biomasse à « ciel ouvert » (cheminée ancienne, feux de végétation à l'air libre...). Les études de plus en plus nombreuses sur le sujet montrent un impact non négligeable de ce type de combustion sur les émissions en HAP. Compte tenu de l'incertitude actuelle pour quantifier ces émissions, il a été décidé de ne pas distinguer la part des différentes sources (résidentiel, industriel, trafic et donc combustion de la biomasse). Il est toutefois possible de comparer les émissions industrielles en Benzo(a)Pyrène sur La Léchère avec la Savoie et la région Rhône-Alpes :





Les émissions du secteur industrielle de La Léchère représente 60% des émissions industrielles en Savoie et 11% de la région Rhône-Alpes pour le Benzo(a)Pyrène.

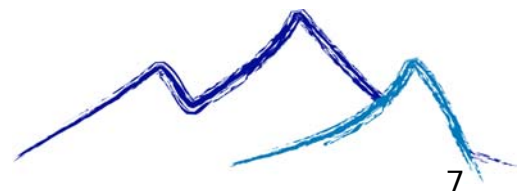
Le graphique ci-dessous, comparant les émissions toutes sources confondues sur les communes de Moûtiers et La Léchère, met bien en valeur l'impact industriel sur les émissions polluantes.





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

Le contexte particulier de la vallée avec des vents pendulaires selon les moments de la journée nécessite l'instrumentation de plusieurs sites afin de quantifier l'impact sur l'environnement en amont et en aval de la zone d'intérêt. Un site hors influence de la zone industrielle a également été souhaité afin de pouvoir comparer les données des sites situés plus en proximité. Compte tenu de la bonne représentativité des sites de 2009, et afin de pouvoir établir une comparaison sur les deux années, les mêmes sites ont donc été conservés. Dans le cadre du suivi de l'air dans l'environnement de Ferropem, un quatrième site a été instrumenté en proximité de cette entreprise au niveau des immeubles qui jouxtent la route départementale 1090.



## 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 <sup>2</sup>	Objectif de qualité	Moyenne annuelle	30
	Valeur limite		50 (35 dépassements autorisés)
	Niveau d'information et recommandations	Moyenne journalière	80
	Niveau d'alerte		125

<sup>2</sup> L'arrêté préfectoral relatif à la gestion des pics de pollution a été modifié début 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  $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$ .





	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)
		Moyenne journalière	125 (3 dépassements autorisés)
	Niveau d'information et recommandations	Moyenne horaire	300
Benzo[a]Pyrène <sup>3</sup>	Valeur cible en 2013	Moyenne annuelle	0,001 (ou 1 $\text{ng}/\text{m}^3$ )

### 1.6.2. Les seuils d'évaluations

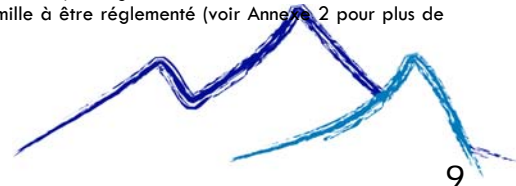
Pour déterminer les mesures à mettre en œuvre dans une zone, la réglementation fixe, pour certains polluants, deux types de seuil : le seuil d'évaluation maximal (SEMax) et le seuil d'évaluation minimal (SEMin). Au dessus du seuil d'évaluation maximal, des mesures doivent être réalisées régulièrement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

<sup>3</sup> 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	
	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	

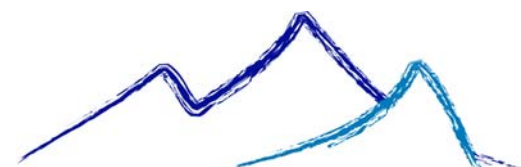
Dioxyde de soufre		
Pas de Temps	Moyenne journalière	
Seuil	SEMax	SEMin
Valeur en $\mu\text{g}/\text{m}^3$	75	50
Condition	Ne pas dépasser plus de 9 fois sur 5 ans	

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- Comparaison météorologiques 2009 et 2010

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 éventuelle amélioration de la qualité de l'air.

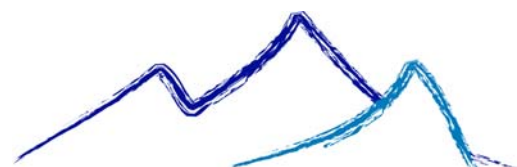
### 2.1. La température

Les températures froides sont souvent propices à l'accumulation de la pollution. Le chauffage résidentiel étant une source d'émissions, et puisqu'il est 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 2009 et 2010, a été comparée et résumée dans le tableau ci-dessous (les graphiques ont été reportés en annexe 4 et le surlignage rouge met en valeur l'année pour laquelle la dispersion de la pollution a été vraisemblablement la plus importante) :

Saison	Année	Température moyenne	Moyenne journalière la plus faible
Hiver	2009	3.6	-1.5
	2010	5.6	4
Printemps	2009	13	7.5
	2010	17.9	12.1
Eté	2009	20.2	15.2
	2010	17.7	13.8
Automne	2009	9.2	5.5
	2010	7.6	5

Les périodes hivernales et printanières ont été plus douces en 2010 donc les émissions relatives au chauffage ont certainement été moins importantes qu'en 2009. La période automnale a été en moyenne légèrement plus froide en 2010 mais sans connaître de températures réellement plus basses qu'en 2009.

Au final pour ce paramètre, et considérant que la période hivernale joue un rôle primordial, il semblerait que la période de mesure 2010 s'est caractérisée par des températures plus douces. Les émissions dues au chauffage ont donc vraisemblablement été plus faibles cette année là au moment de nos mesures et les conditions de dispersion plus favorables.





## 2.2. La pluviométrie

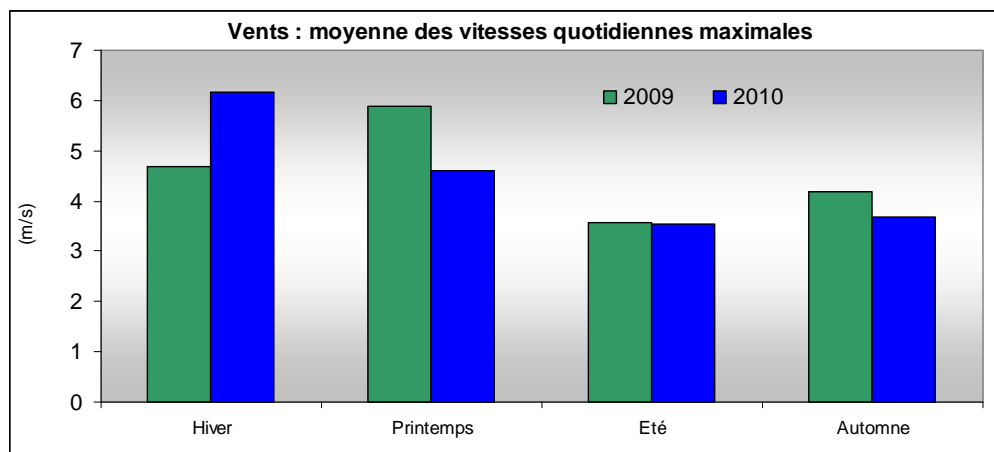
Le lessivage de l'atmosphère par la pluie participant à la dispersion de la pollution, il paraît donc judicieux de comparer les campagnes 2009 et 2010. Le tableau ci-dessous résume les différents éléments pour les 4 campagnes (les graphiques ont été reportés en annexe 4 et le surlignage rouge met en valeur l'année pour laquelle la dispersion de la pollution a été vraisemblablement la plus importante) :

Saison	Année	Cumul	Nombre de jours de pluie // Nombre de jours de mesure	Cumul moyen / Jour
Hiver	2009	40.1	7 // 27	1.5
	2010	27.9	10 // 14	2.0
Printemps	2009	34.7	5 // 17	2.0
	2010	103	12 // 30	3.4
Été	2009	11	4 // 17	0.6
	2010	20.3	10 // 24	0.9
Automne	2009	10	3 // 13	0.8
	2010	93.7	10 // 21	4.5

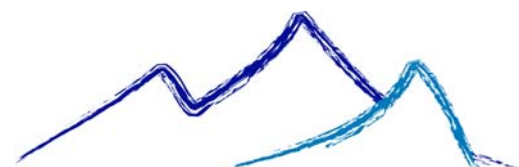
Au final, toutes les campagnes 2010 ont été davantage pluvieuses qu'en 2009. Ceci est particulièrement vrai pour les deux campagnes les plus propices à l'observation de fortes concentrations. L'hiver 2010 a ainsi enregistré 10 jours de pluie sur 14 jours de mesures tandis que l'automne de la même année a enregistré un cumul moyen par jour de 4.5 mm de pluie contre 0.8 mm en 2009. Sur ce paramètre, il est flagrant que les conditions météorologiques de l'année 2010 ont été plus propices à la dispersion atmosphérique qu'en 2009.

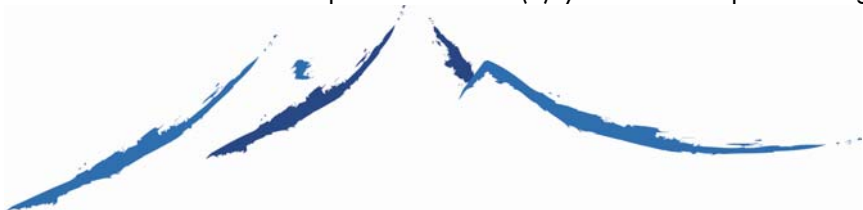
## 2.3. Les vents

Les vents peuvent également avoir une incidence sur la concentration des polluants en dispersant plus ou moins les masses d'air polluées. L'histogramme ci-dessous représente la moyenne des vitesses maximales de vents observés à Moutiers (données Météo France) :



Au final sur l'année, la situation est contrastée entre 2009 et 2010 selon les périodes de mesure. Il est donc difficile d'établir dans quelle mesure ce paramètre météorologique a influencé la dispersion des polluants d'une année sur l'autre.

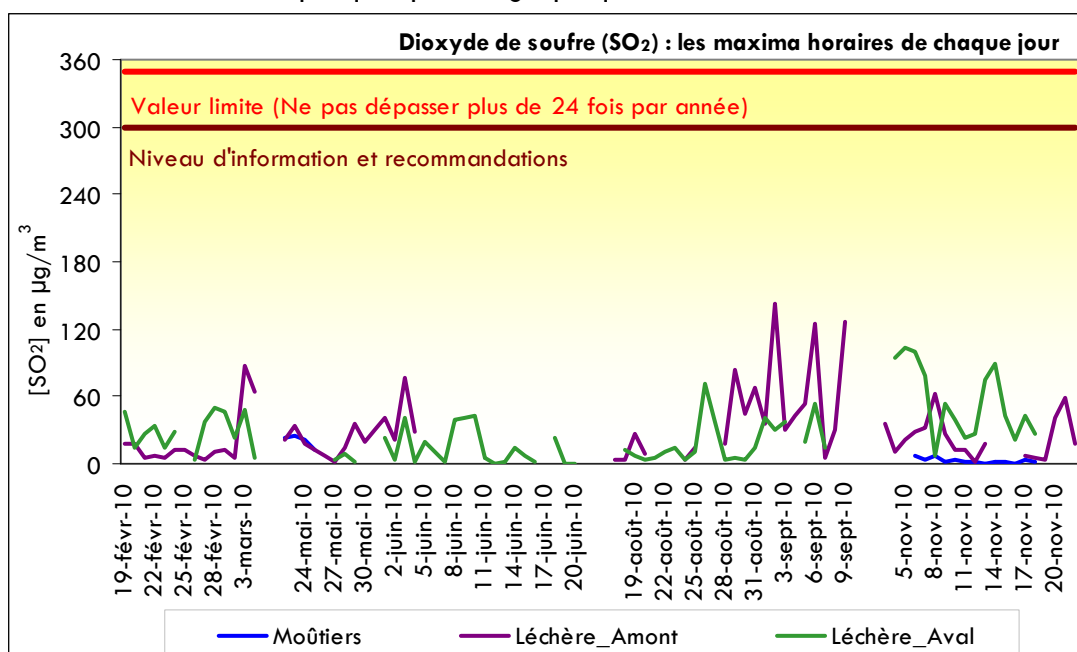




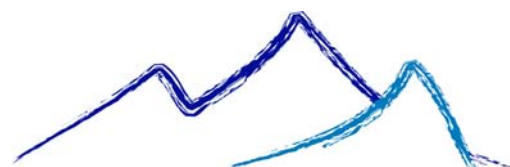
## 3- Bilan des résultats 2010

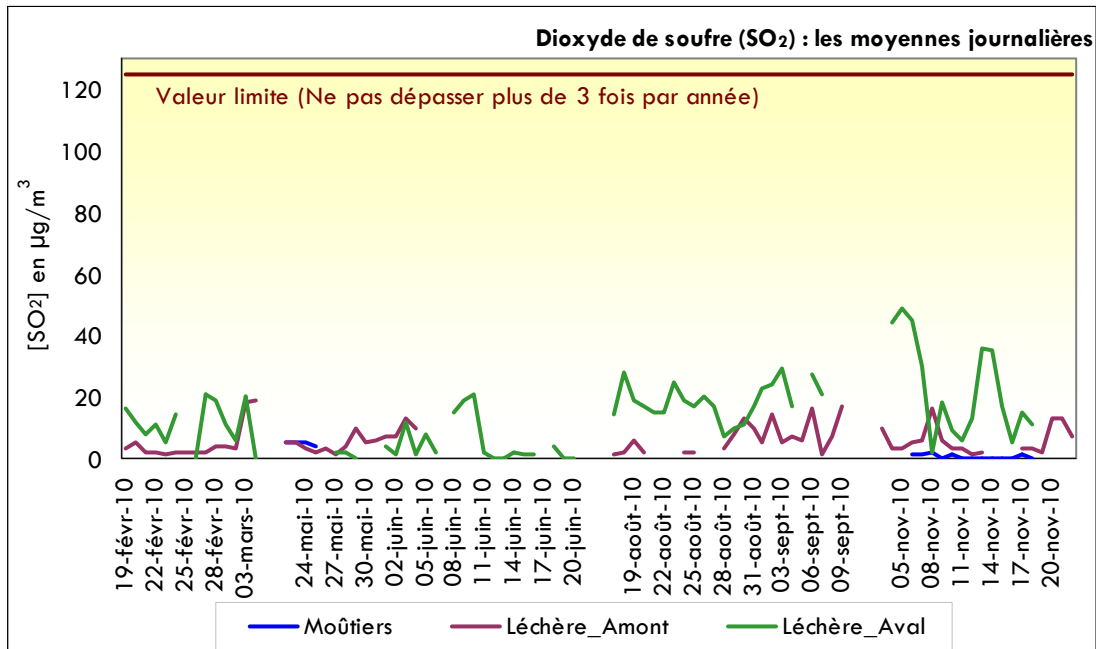
### 3.1. Dioxyde de soufre (SO<sub>2</sub>)

Les concentrations en dioxyde de soufre enregistrées en 2010 apportent les mêmes informations que celles de la campagne précédente. Les valeurs réglementaires sont respectées mais l'activité industrielle est visible comme le montre les quelques pics du graphique suivant.

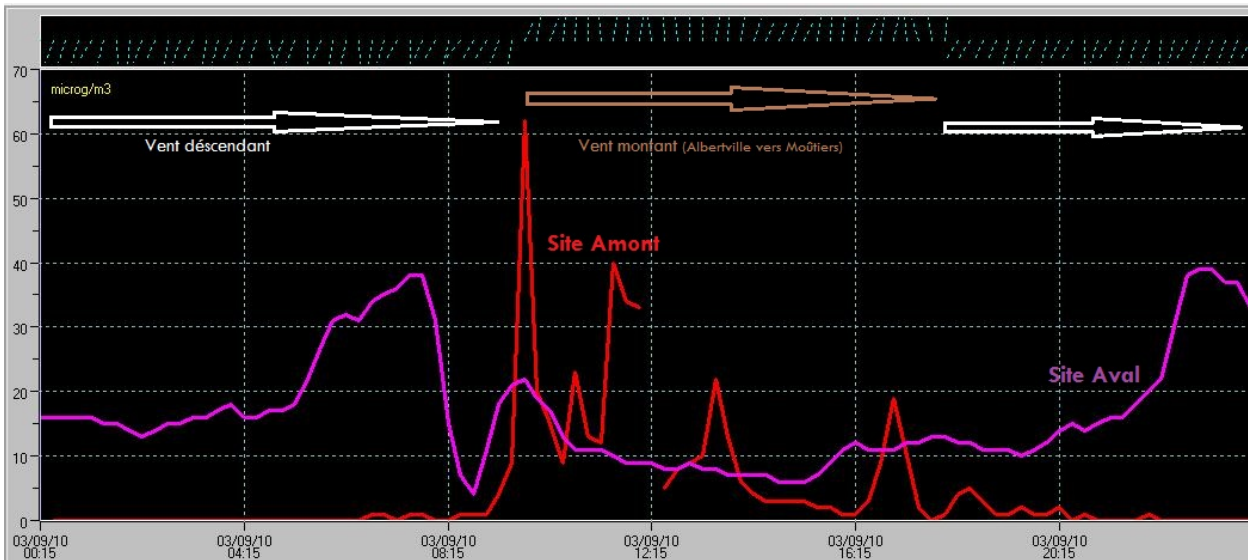


Le site en amont de la zone industrielle observe des pics horaires plus importants ce qui n'est habituellement pas le cas puisque le site aval a montré par le passé sa sensibilité plus forte à l'enregistrement de valeurs en dioxyde de soufre plus élevées. Ces pics ne se retrouvent d'ailleurs pas sur la visualisation journalière des concentrations comme l'indique le graphique.

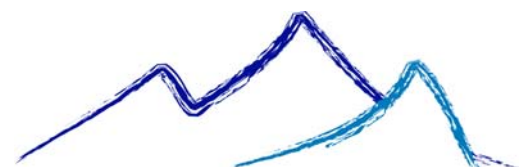


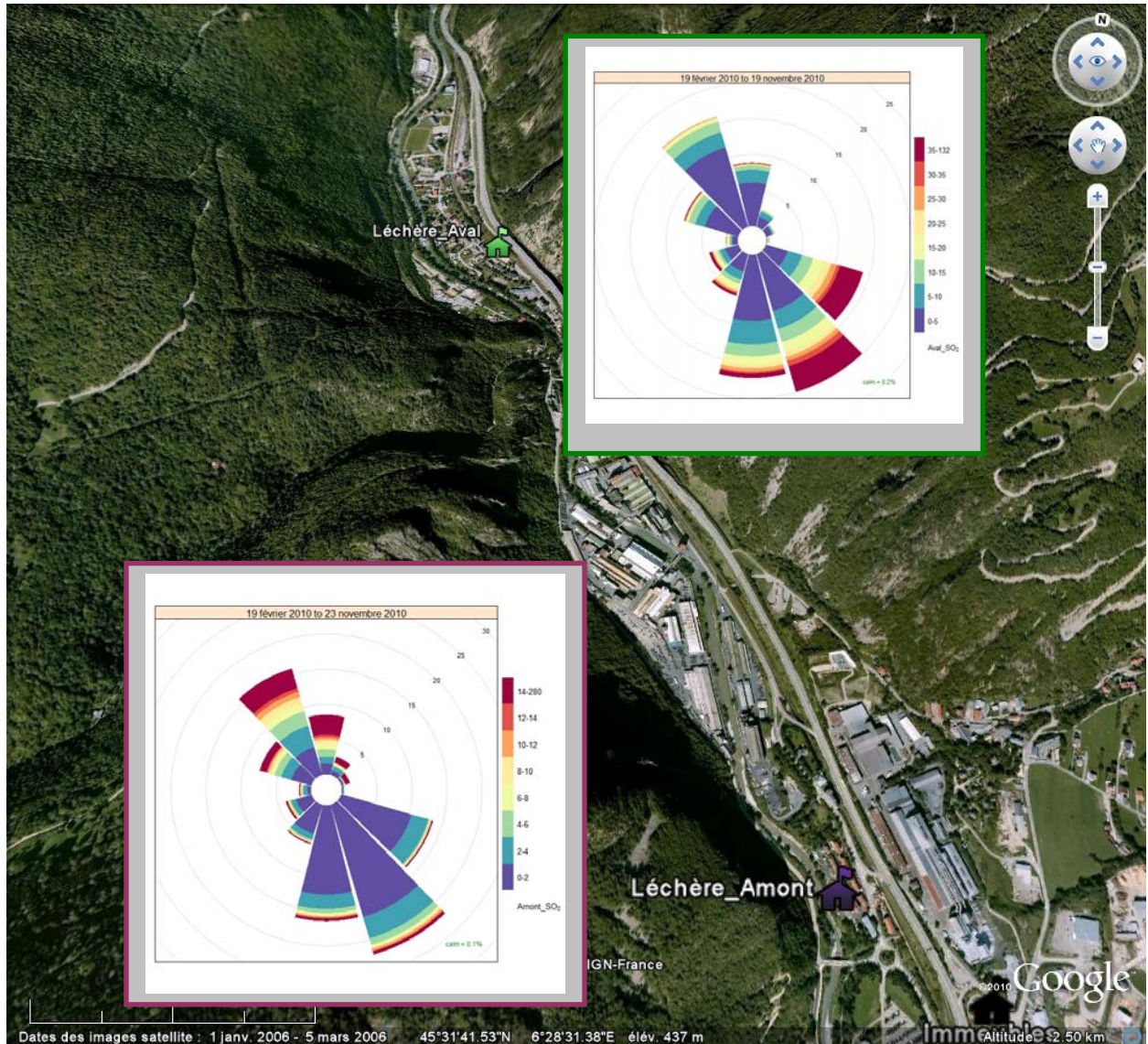


En fait, le site aval reste le plus sensible à la pollution sur l'ensemble de la journée mais des pointes très ponctuelles sont observées lors du basculement de vent en vallée et celles-ci semblent plus marquées sur le site Amont. Le graphique suivant met en valeur ce phénomène puisque les pics apparaissent sur les sites amont et aval lorsque le vent passe de sa phase descendante à ascendante et vice versa.

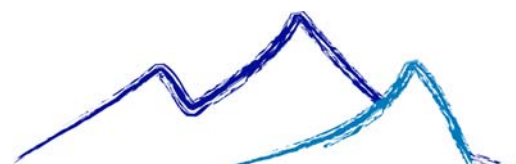


Enfin, la rose de pollution pour ce polluant montre bien l'influence de la zone industrielle puisque les concentrations les plus fortes du site aval sont enregistrées lorsque le vent descend la vallée alors que le site amont observe ses concentrations maximales lorsque le vent remonte la vallée. Il n'est pas connu ou recensé à ce jour, entre le site amont et aval, d'autres sources significatives en dioxyde de soufre que celle de la zone industrielle.





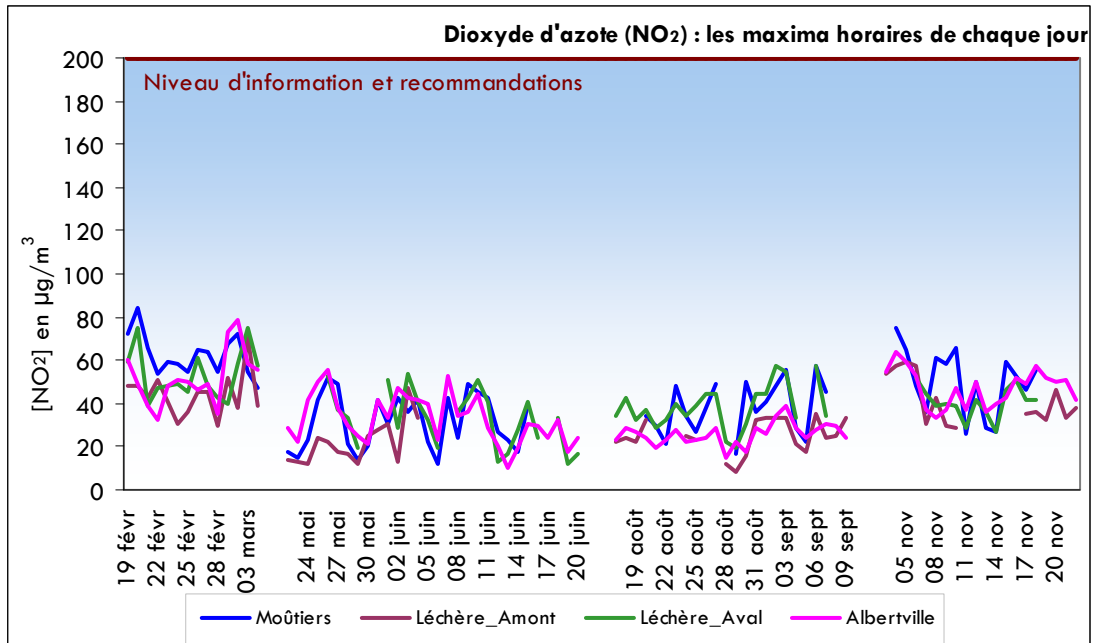
Au final, les valeurs réglementaires sont respectées mais des pics sont présents. Compte tenu que les mesures ont été acquises avec un échantillonnage de 4\*15 jours, il pourrait être intéressant de suivre sur une année complète ce polluant sur le site aval. Cela permettrait d'enregistrer le niveau des pics de pollution lors des situations hivernales les plus défavorables à la dispersion de la pollution et ainsi conclure sereinement sur la potentialité du secteur à respecter les valeurs réglementaires.





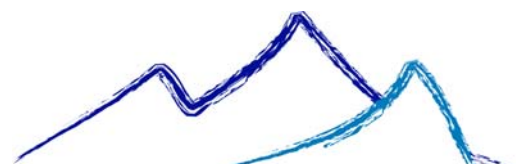
### 3.2. Dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

A l'instar de 2009, les concentration en dioxyde d'azote restent faibles au regard des valeurs réglementaires et il n'est pas enregistré de pics particuliers, tous sites confondus.



Le trafic qui est le premier contributeur en dioxyde d'azote à l'échelle de la vallée et qui est souvent recensé dans l'imaginaire collectif comme une source de pollution majeure ne l'est pas pour les zones résidentielles de Tarentaise.

La station d'Albertville est un bon indicateur des concentrations en dioxyde d'azote pour cette zone et la surveillance continu de ce polluant, sur ce secteur, ne revêt pas d'intérêt particulier.

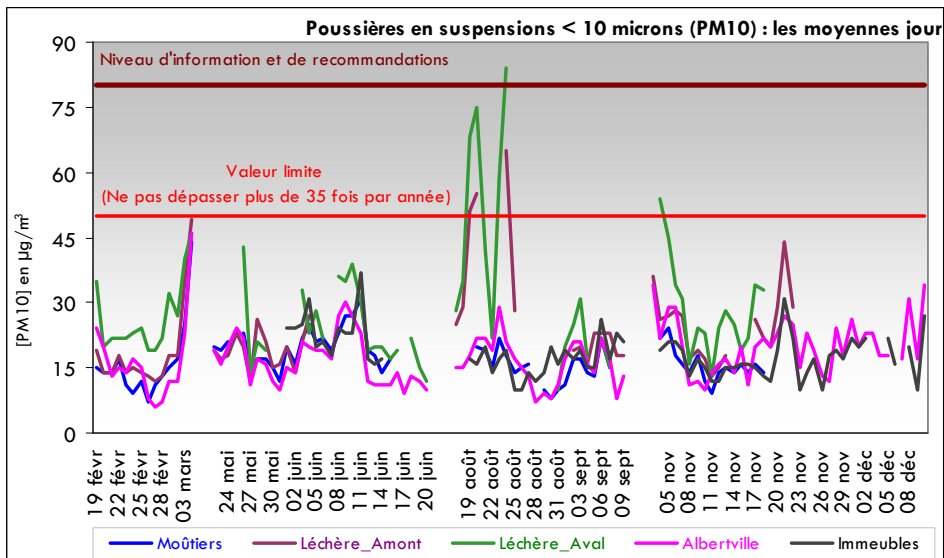




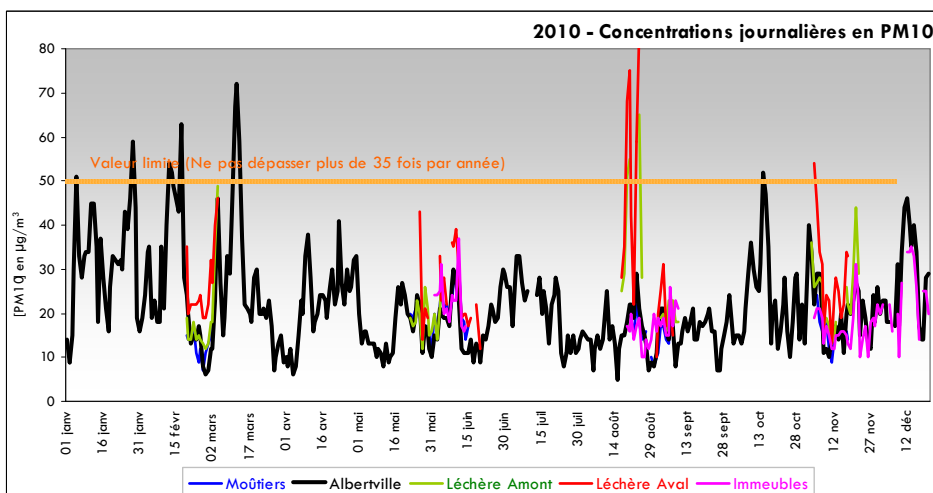


### 3.3. Poussières en suspensions inférieures à 10 microns (PM10)

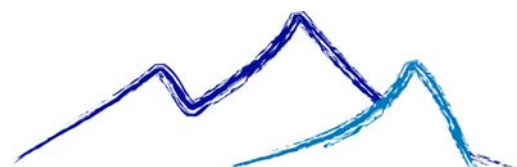
Les mesures de 2010 se sont caractérisées par une variabilité importante des concentrations avec l'observation de quelques pics ponctuels parfois à des périodes où les concentrations en poussières ne sont pas attendues comme importantes (le 20 août par exemple). Le site en aval de La Léchère est le plus impacté et il est le seul à avoir atteint le niveau d'information et de recommandations.

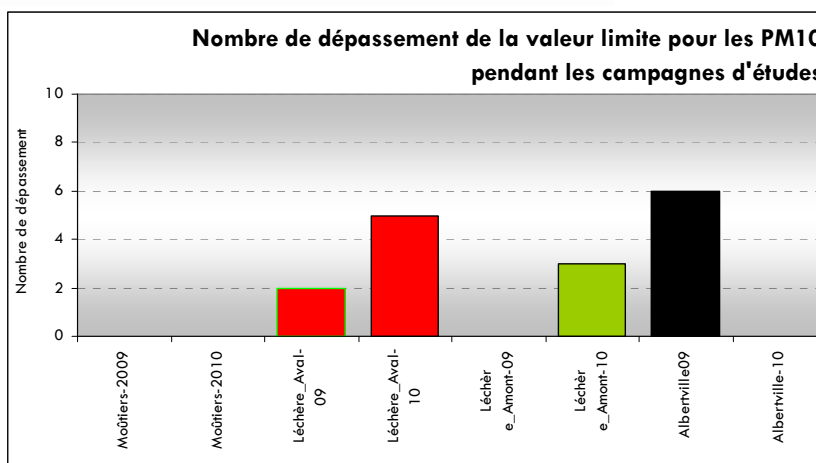
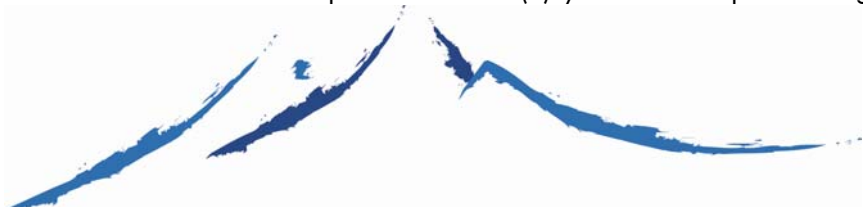


La comparaison des données de l'étude sur l'ensemble de l'année avec la station d'Albertville met bien en valeur l'importance des pics mais indique également que la campagne hivernale de mesure a eu lieu à une période où les concentrations étaient plutôt faibles.



Le seuil de la valeur limite a été franchi à quelques reprises sur les sites aval et amont de La Léchère avec une sensibilité toujours plus marquée pour le site en aval (5 dépassements).

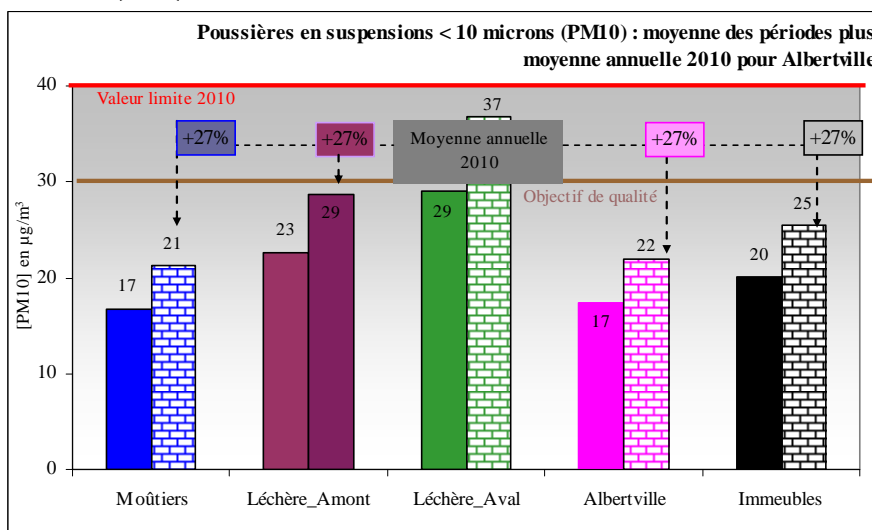




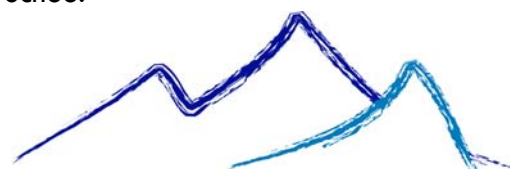
Au final sur l'année, les sites de Moûtiers et des Immeubles respectent certainement la valeur limite compte tenu qu'ils ont un niveau de concentration similaire à Albertville et que cette station fixe n'a jamais enregistré de dépassement de cette valeur réglementaire en 10 ans de mesure. Pour les sites en proximité de la zone industrielle de La Léchère, les pics importants et ponctuels doivent inciter à la vigilance. Seules des mesures sur une année en continue pourraient permettre de statuer sur le respect ou non de cette valeur réglementaire.

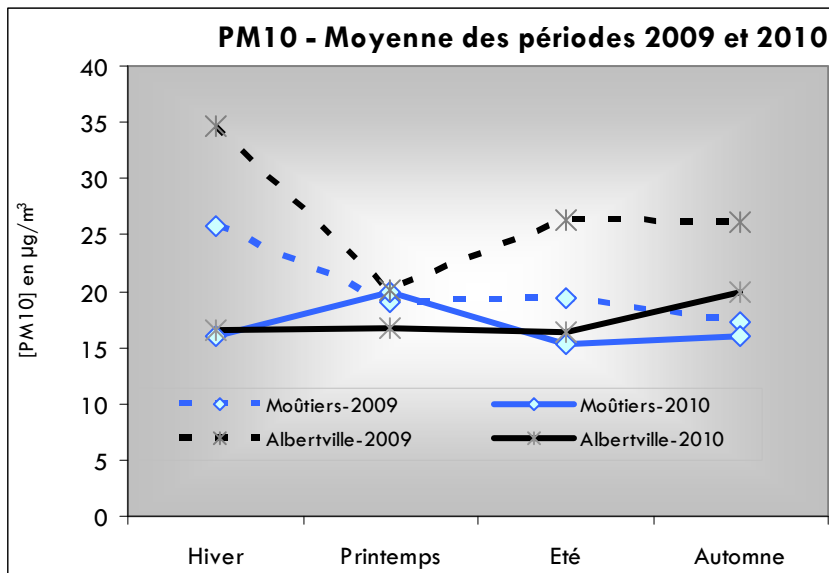
Il est également possible de comparer les données à la réglementation annuelle. Toutefois, pour pouvoir juger de la bonne représentativité de l'échantillonnage réalisé, il faut utiliser un site fixe selon le principe suivant :

- Calcul de la moyenne annuelle sur un an de mesure sur le site fixe d'Albertville ( $22 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- Calcul de la moyenne lors des quatre campagnes de mesure pour Albertville ( $17 \mu\text{g}/\text{m}^3$ )
- Estimation possible du biais sur un site par comparaison des 2 moyennes calculées précédemment (27%)



D'une part, l'échantillonnage a certainement sous-estimé les concentrations de façon importante puisque le biais à la station fixe est de 27%. D'autre part, le site aval semble être le seul qui ne respecte pas l'objectif de qualité et la valeur limite annuelle est sérieusement approchée.



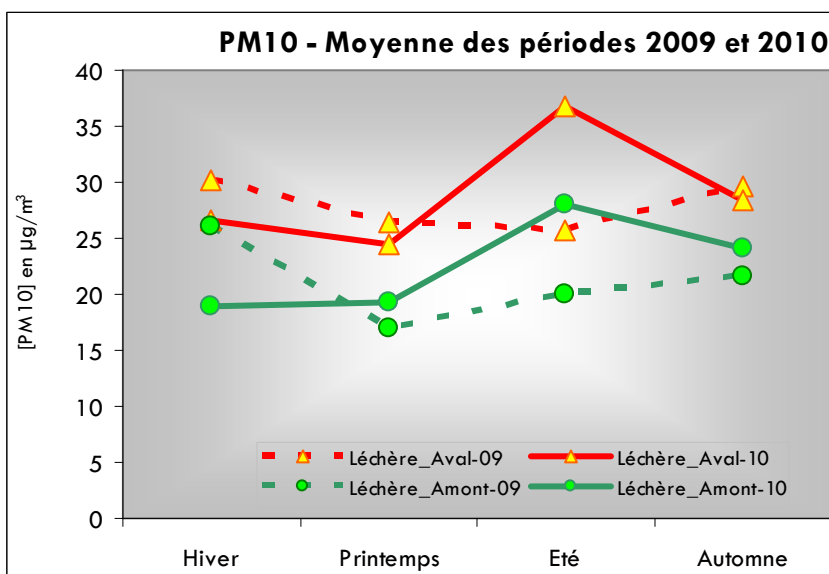


La comparaison des années 2009 et 2010 est très disparate d'un site à l'autre et d'une période à l'autre.

Sur Moûtiers et Albertville, les concentrations par période ont été globalement plus faibles en 2010 qu'en 2009. Sur l'ensemble de l'année, Albertville a connu une baisse de 18% par rapport à 2009.

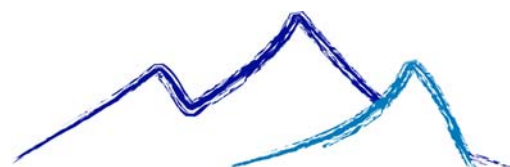
Pour les sites de proximité de la zone industrielle de La Léchère, il est difficile de tirer une tendance compte tenu de la variabilité entre les périodes. Au final, les concentrations sont légèrement supérieures en 2010 mais cela ne peut pas être considéré comme significatif d'une tendance.

L'instrumentation en continu sur le site le plus impacté, c'est-à-dire celui en aval, permettrait de s'affranchir de l'incertitude engendrée par l'échantillonnage temporelle qui n'est pas suffisamment important pour suivre avec robustesse ce paramètre statistique.



Au final, les sites hors d'influence (Albertville et Moûtiers) enregistrent une baisse en 2010 qui ne se retrouve pas sur les sites influencés.

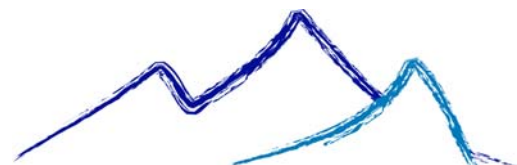
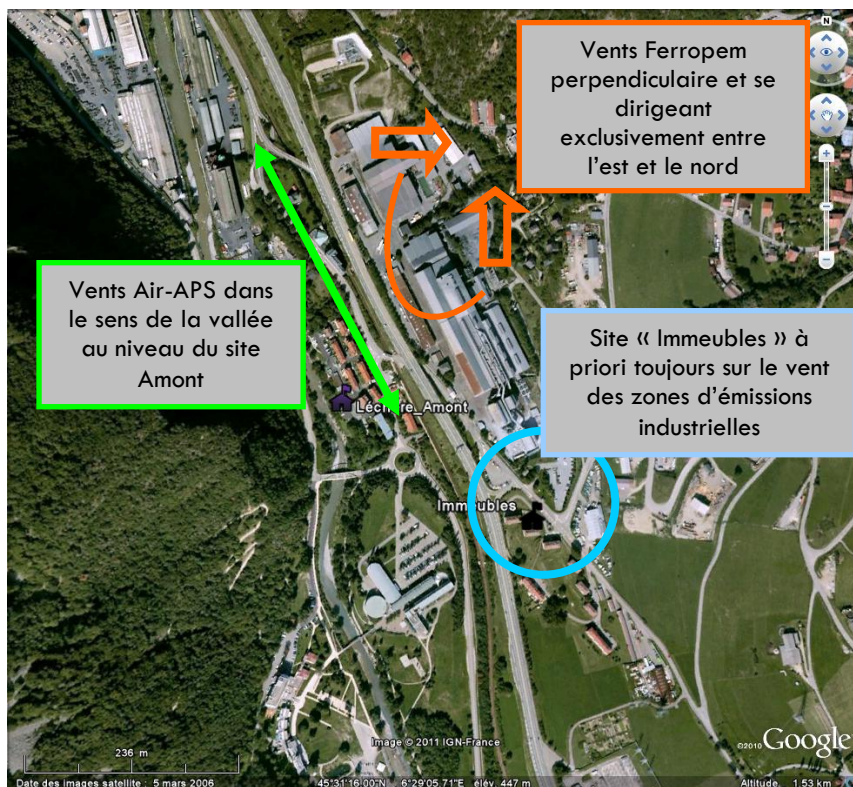
Le cas du site bordant la RD 1090 (Immeubles) est riche d'enseignements. Il n'est qu'à 300m du site amont mais il n'enregistre pas les quelques pics observés sur ce dernier lors des périodes communes de mesure. Bien que situé en proximité immédiate des installations industrielles, il n'a pas été observé de pics réellement significatifs sur les 80 jours de mesure. Le mât météo de l'Air-APS situé au niveau du site amont enregistre un vent pratiquement exclusivement dans le sens de la vallée, tantôt montant, tantôt descendant. Par contre, le mât météo de l'entreprise Ferropem situé à l'endroit du site, enregistre les directions de vent suivantes :





Campagne	Sud	Sud_ Sud-Ouest	Sud-Ouest	Ouest	Ouest_ Sud-Ouest	Sud_ Sud-Est
C1	2.2%	2.9%	3.9%	28%	63.1%	
C2	14.8%	15.2%	9.9%	19%	40.9%	0.3%
C3		72.2%	3.5%	9.8%	14.5%	
C4		35.5%	0.7%	7.3%	56.5%	
<b>Total</b>	<b>6.8%</b>	<b>26.8%</b>	<b>5.7%</b>	<b>16%</b>	<b>44.6%</b>	<b>0.1%</b>

99.9% des vents observés viennent du secteur entre le sud et l'ouest c'est-à-dire que le site « Immeubles » n'est pas sous le vent de la zone industrielle. La cartographie schématique ci-dessous résume ce cisaillement apparemment existant.





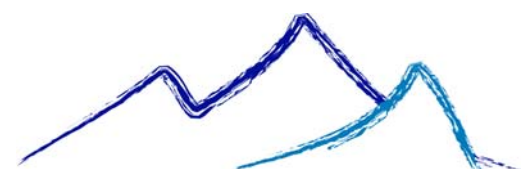
Compte tenu de ces observations, il semblerait plus judicieux lors d'un prochain suivi de prospecter un site situé sur le hameau de petit cœur.

Afin de juger la représentativité des données, il a été réalisé un test statistique. Le t-test indépendant de comparaison des moyennes permet de définir si une moyenne est significativement différente d'une autre. Les résultats sont reportés dans le tableau ci-dessous et l'annexe 5 apporte quelques précisions :

Stations testées	Résultat
Albertville et Ferropem	Égalité des moyennes
Albertville et moûtiers	
Albertville et le site Amont de la Léchère	Inégalité des moyennes
Albertville et le site Aval de la Léchère	

Le Test statistique indique que les sites de Moûtiers et Ferropem n'ont pas des moyennes significativement différentes à celle d'Albertville. Ce qui peut s'interpréter en disant que les sources ponctuelles présentes sur le secteur n'influencent pas significativement la moyenne de ces stations.

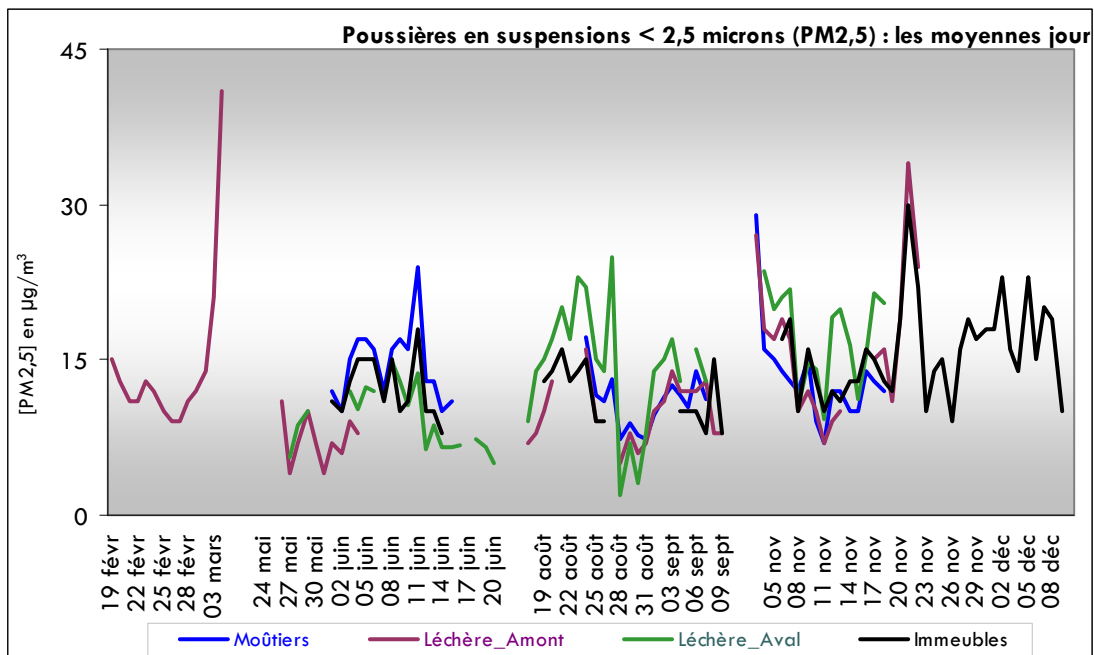
En conclusion, il semblerait judicieux d'orienter le suivi en instrumentant un site fixe en continu sur l'année afin de pouvoir quantifier correctement le nombre de dépassement de la valeur limite pour les PM10. Ce site pourrait être le site aval qui enregistre les valeurs les plus importantes. Les mesures situées en amont n'apportent pas de plus-value et nécessitent donc pas d'être poursuivies. En complément, le site « Immeubles » mis en œuvre pour le suivi de l'entreprise Ferropem ne montre pas de valeurs importantes, et pourrait être déplacé vers la commune de petit cœur puisque le panache de l'usine semble parfois retomber dans ce secteur.





### 3.4. 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 2008<sup>4</sup> 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.



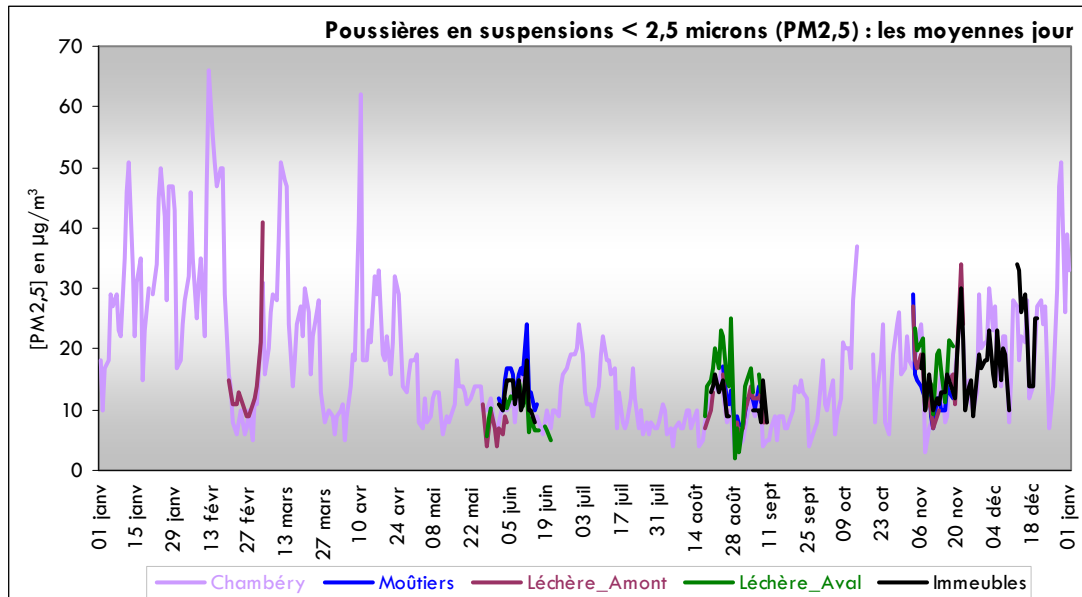
La comparaison avec la valeur réglementaire annuelle n'est possible que pour le site « Immeubles » compte tenu que l'échantillonnage temporel n'est pas suffisamment représentatif pour les autres sites (il manque la période hivernale). Cette comparaison montre un respect de la valeur cible 2015 de 25  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  puisque la moyenne des quatre périodes a été de 15  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

La variabilité entre les sites est importante et bien que le site aval semble un peu plus impacté, il n'y a pas une tendance forte qui semble se dégager.

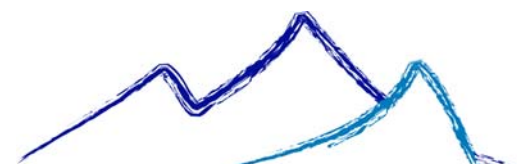
Les données de l'étude ont été reportées sur l'année et comparées aux mesures fixes les plus proches à savoir Chambéry. Cela permet de constater la relative bonne homogénéité des concentrations avec le grand centre urbain Savoyard. A titre d'information, les trois stations fixes (Annecy, Annemasse, Chambéry) ont respecté la valeur cible de la directive européenne en 2009 et 2010.

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





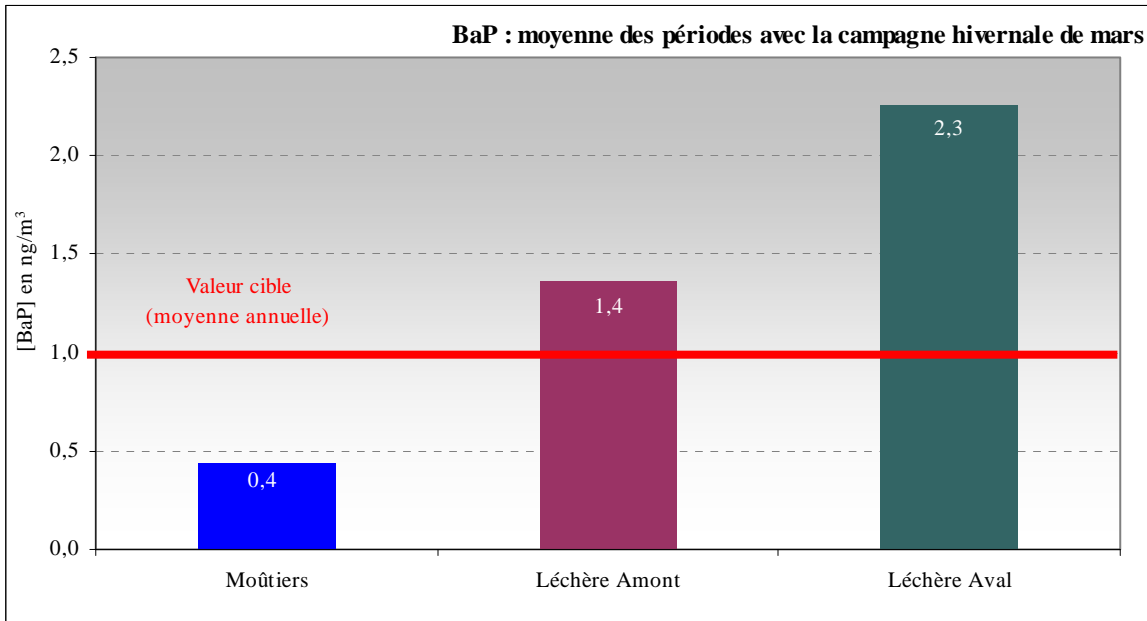
Les mesures obtenus sur les différents sites et la comparaison des valeurs au grand centre urbain tout proche ne mettent pas en valeur de problématiques particulières pour la fraction des poussières inférieure à 2,5 microns. La poursuite des mesures sur ce secteur ne semble donc pas nécessaire.



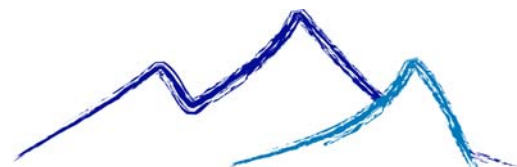
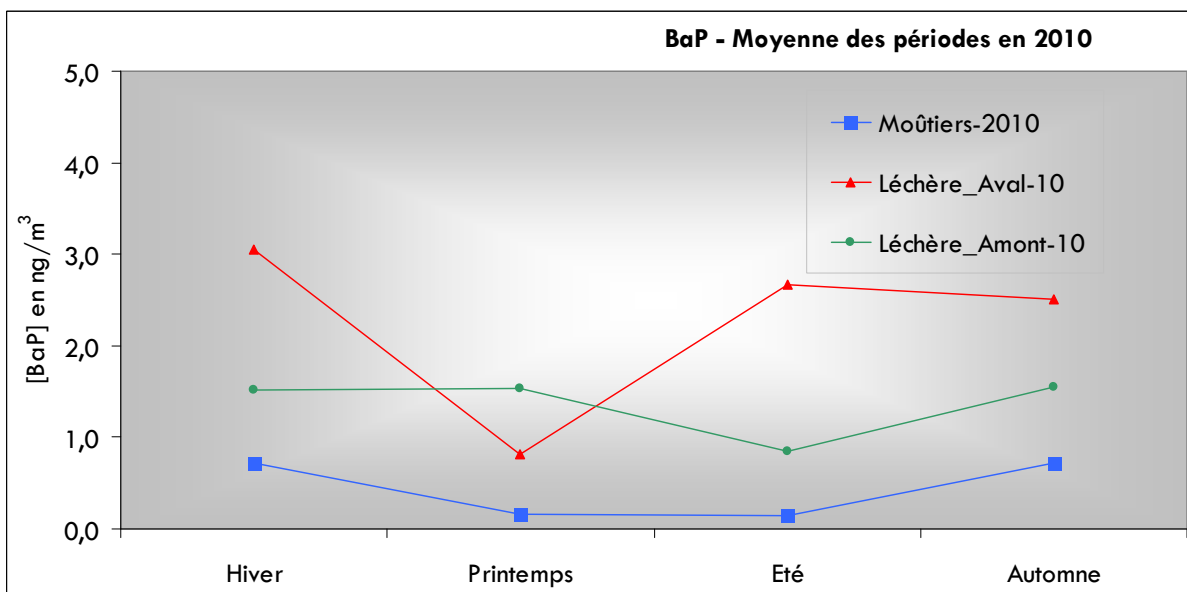


### 3.5. Benzo(a)Pyrène

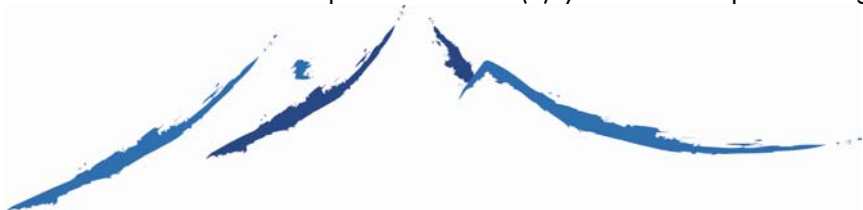
Le moyenne des quatre campagnes et sa confrontation à la valeur réglementaire indique de nouveau le non respect de la valeur cible 2012 pour les sites de La Léchère, le site aval étant une fois de plus le plus impacté.



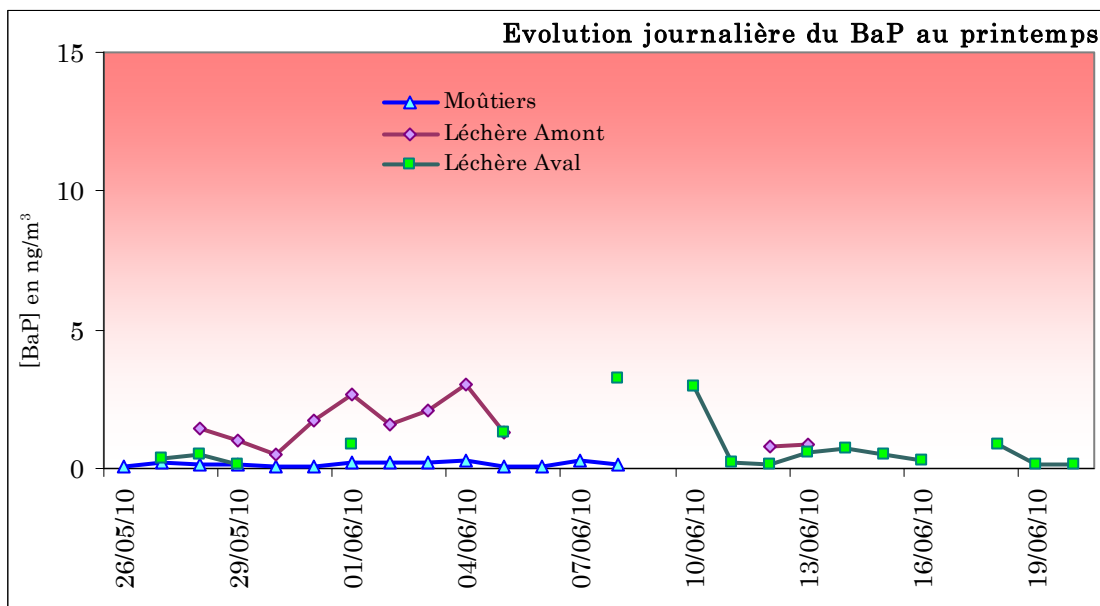
Moûtiers observe des concentrations inférieures à la valeur réglementaire et semble donc bien hors d'influence de la zone industrielle. Les moyennes par campagne rendent compte de la variabilité des sites.



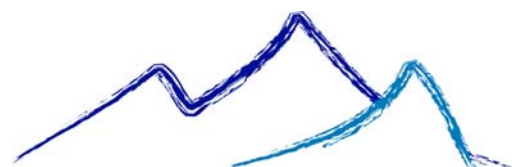
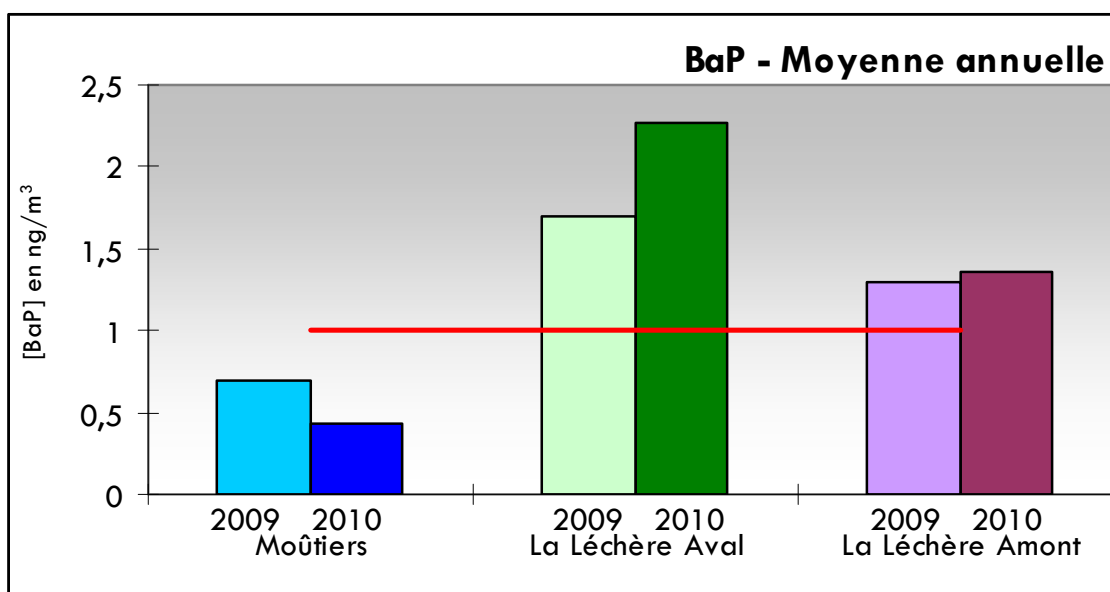




Le site aval enregistre des concentrations nettement supérieures aux autres sites sauf pour la campagne de printemps. L'explication tient certainement du fait que les mesures ne se sont pas déroulées totalement en même temps sur les deux sites. La période de mesure du site aval ayant eu lieu à une période plus dispersive, cela a eu pour effet d'abaisser les niveaux de concentration moyens sur la période par rapport au site amont comme en rend compte le graphique ci-dessous.

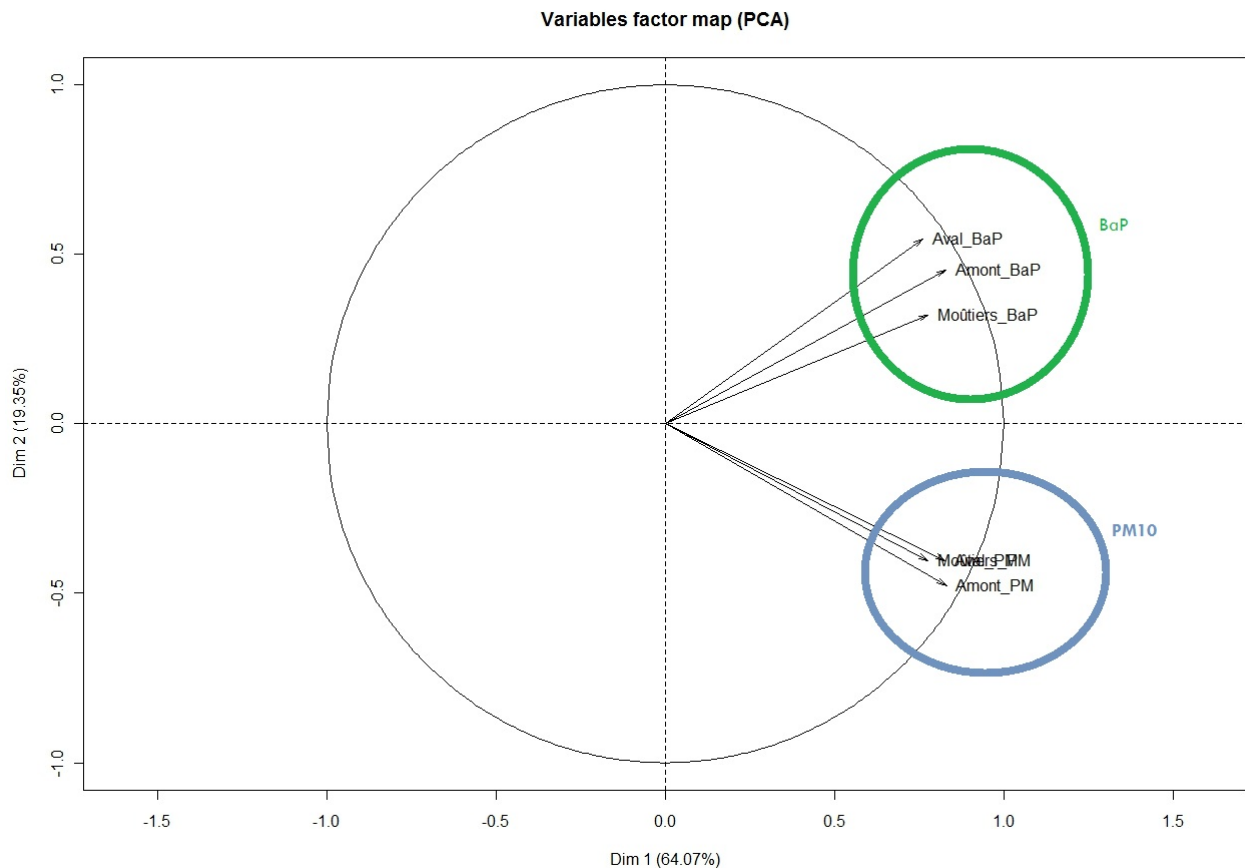


La comparaison avec l'année 2009 est délicate compte tenu que l'activité industrielle a été perturbée par la crise économique mondiale. Cette comparaison mais en valeur une hausse des concentrations sur le site aval de 33% comme l'indique l'histogramme ci-dessous.





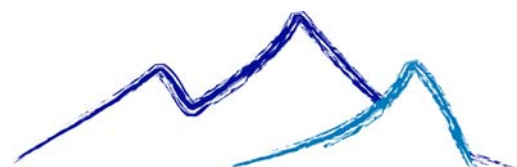
Afin de poursuivre la comparaison entre ces données et y apporter plus d'expertise, il a été réalisé une Analyse en Composante Principale (ACP). Cela permet de déterminer les liens significatifs dans un jeu de variables multiples. L'ACP présentée ci-dessous a été réalisée avec les concentrations en BaP et PM10 des années 2009 et 2010 des sites de Moûtiers, La Léchère-Amont et La Léchère-Aval :



**Remarque**

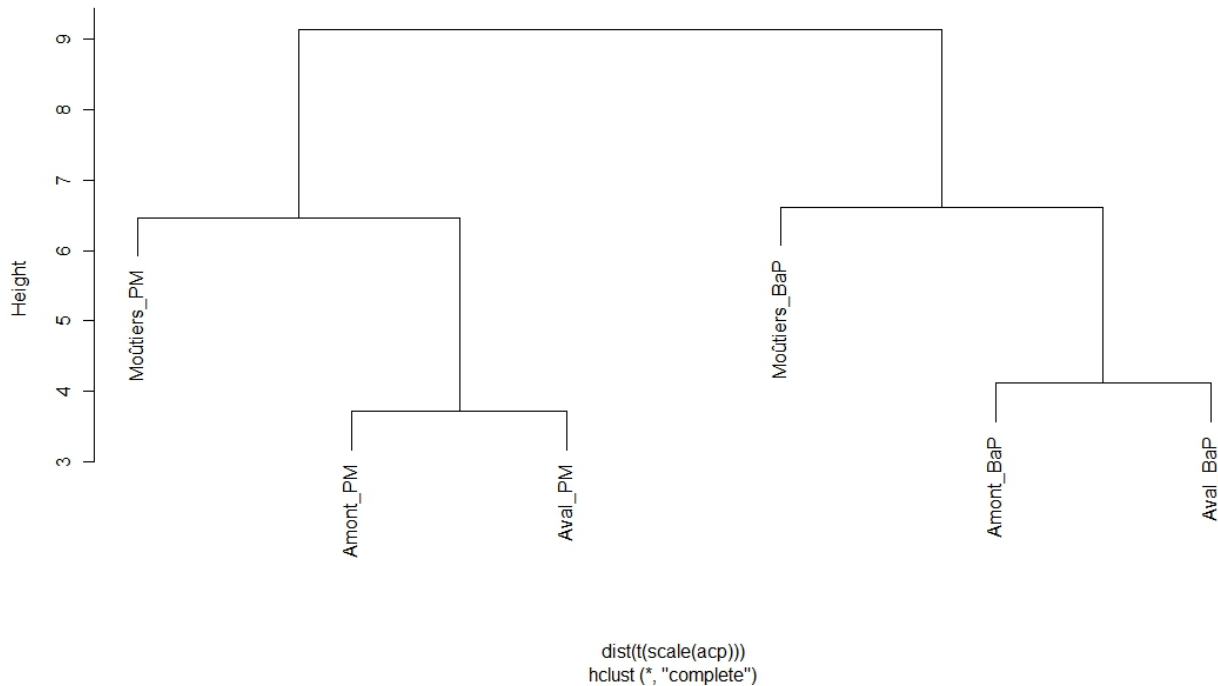
L'ACP reproduite par les deux dimensions indiquées représente près de 84% des informations (64.07+19.35), ce qui est tout à fait correct.

Cette analyse révèle que les PM10 et BaP fluctuent de la même façon (ils montent ou baissent simultanément), ce qui était connu. 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 (une analyse similaire a été faite pour les données 2008 et 2010 de l'Arve), y compris sur Moûtiers, ce qui est plus surprenant. Afin de poursuivre l'interprétation, un classement des variables a été réalisé afin d'identifier celles qui se regroupent, ce qui donne le résultat suivant :





Cluster Dendrogram



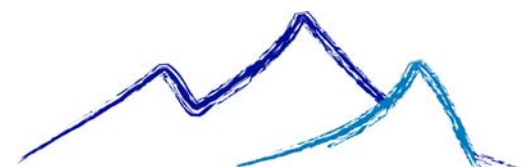
Le dendrogramme est un concentré des différentes informations développées dans ce rapport :

- Pour les PM10, comme pour le BaP, on retrouve une affinité plus forte entre les sites de proximité de La Léchère qu’avec Moûtiers
- Les concentrations de BaP sur Moûtiers ont plus d’affinité avec celles de La Léchère qu’avec les concentrations en poussières du même site. Une interprétation similaire peut être faite pour les PM10 et pour les autres sites.

Ces analyses statistiques apportent des éléments nouveaux qu’il n’est pas encore facile d’interpréter notamment vis-à-vis des différentes sources présentes. La dynamique atmosphérique doit certainement jouer un rôle primordial.

Compte tenu de l’importante variabilité des données en BaP selon la saison, l’échantillonnage sur 4\*15 jours et la moyenne arithmétique qui en découle reproduit certainement incorrectement la moyenne annuelle. Une mesure un jour sur trois toute l’année sur le site le plus impacté (celui en aval) semble donc plus approprié pour faire un suivi efficace.

Comme il n’est pas possible d’obtenir une carte d’identité fiable des émissions industrielles en HAP qui puisse être comparée avec les mesures à l’air ambiant, que le BaP est le seul HAP réglementé et qu’il constitue par ailleurs l’indicateur de pollution pour cette famille, il n’y a pas d’intérêt à poursuivre la mesure des HAP autres que le BaP.





## Conclusions

Pour la deuxième année consécutive, la vallée de la Tarentaise et plus précisément le secteur de La Léchère a été investigué afin de faire un bilan du respect ou non des valeurs réglementaires définies à l'air ambiant. La comparaison entre les 2 années de mesure n'est pas aisée car l'activité industrielle et les conditions météorologiques ont été très différentes.

L'analyse des conditions météorologiques met en valeur des conditions de dispersions globalement plus importantes en 2010. Autrement dit, les concentrations de cette année 2010 devraient être en baisses si les émissions du secteur sont restées stables.

Le dioxyde d'azote a des concentrations équivalentes à celles d'Albertville et il n'est pas observé de phénomènes particuliers.

Les concentrations en dioxyde de soufre respectent la réglementation mais l'activité industrielle est bien visible compte tenu de l'observation de pics réguliers au niveau du site sous le vent des émissions.

Les concentrations en PM10 observent une variabilité importante notamment à l'endroit du site aval qui enregistre des dépassements du niveau d'information et de recommandations. L'analyse des conditions météorologiques et la comparaison avec Albertville indiquent que le maximum n'a certainement pas été observé car situé en dehors de nos campagnes de mesure. Des mesures sur une année permettraient de s'affranchir de la variabilité inhérente à l'échantillonnage et permettraient de faire un bilan précis de niveau de dépassement des différentes valeurs réglementaires.

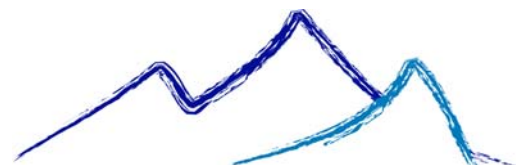
Les concentrations en PM10 sont en baisses par rapport à 2009 sur les sites hors influence mais en hausses sur les sites de La Léchère. Le site proche de Ferropem (dit Immeubles) ne semble pas sous le vent et n'observe pas d'influence notable de l'activité industrielle. Lors d'un prochain suivi, il semble plus judicieux de poursuivre cette investigation au niveau du hameau de petit cœur. Enfin, les sites Moûtiers et Immeubles n'ont pas une moyenne en PM10 significativement différentes de celle d'Albertville.

Les concentrations en PM2.5 sont assez homogènes et du même ordre de grandeur de ce qui est observé sur Chambéry. La réglementation semble devoir être respectée.

Pour ce qui est du Benzo(a)Pyrène, les sites de La Léchère dépassent pour la deuxième année consécutive la valeur cible de 1 ng/m<sup>3</sup> et de façon plus importante en aval de la zone industrielle. A l'instar des PM10, les concentrations ont augmenté sur ces sites en comparaison de 2009, à la différence du site de Moûtiers qui enregistre une baisse.

La stratégie de surveillance la plus intéressante pour connaître la qualité de l'air dans ce secteur serait de mettre en place un suivi continu sur le site aval de La Léchère afin de connaître plus précisément le niveau de dépassement des valeurs réglementaires en PM10 et BaP. La surveillance des PM2.5, du SO<sub>2</sub> et du NO<sub>2</sub> n'est pas nécessaire au regard des concentrations observées jusqu'à présent.

Concernant l'évaluation en amont du site de Ferropem, site "immeubles", aucune influence notable n'a été mise en évidence. Une année complémentaire de mesure, en déplaçant le suivi vers le Hameau de petit cœur, permettrait de statuer définitivement sur la stratégie de surveillance à adopter. Aujourd'hui, il semblerait que le site aval soit le plus approprié pour suivre l'ensemble de l'impact industriel du secteur.





# 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...).

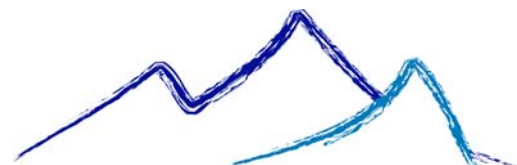
Le bilan énergétique constitue une étape importante de consolidation de cette catégorie de sources : des bilans de consommations énergétiques liés à l'utilisation de combustibles fossiles sont effectués et comparés aux statistiques régionales (CPDP, observatoire de l'énergie...).

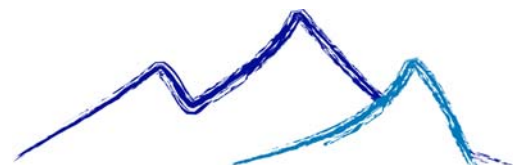
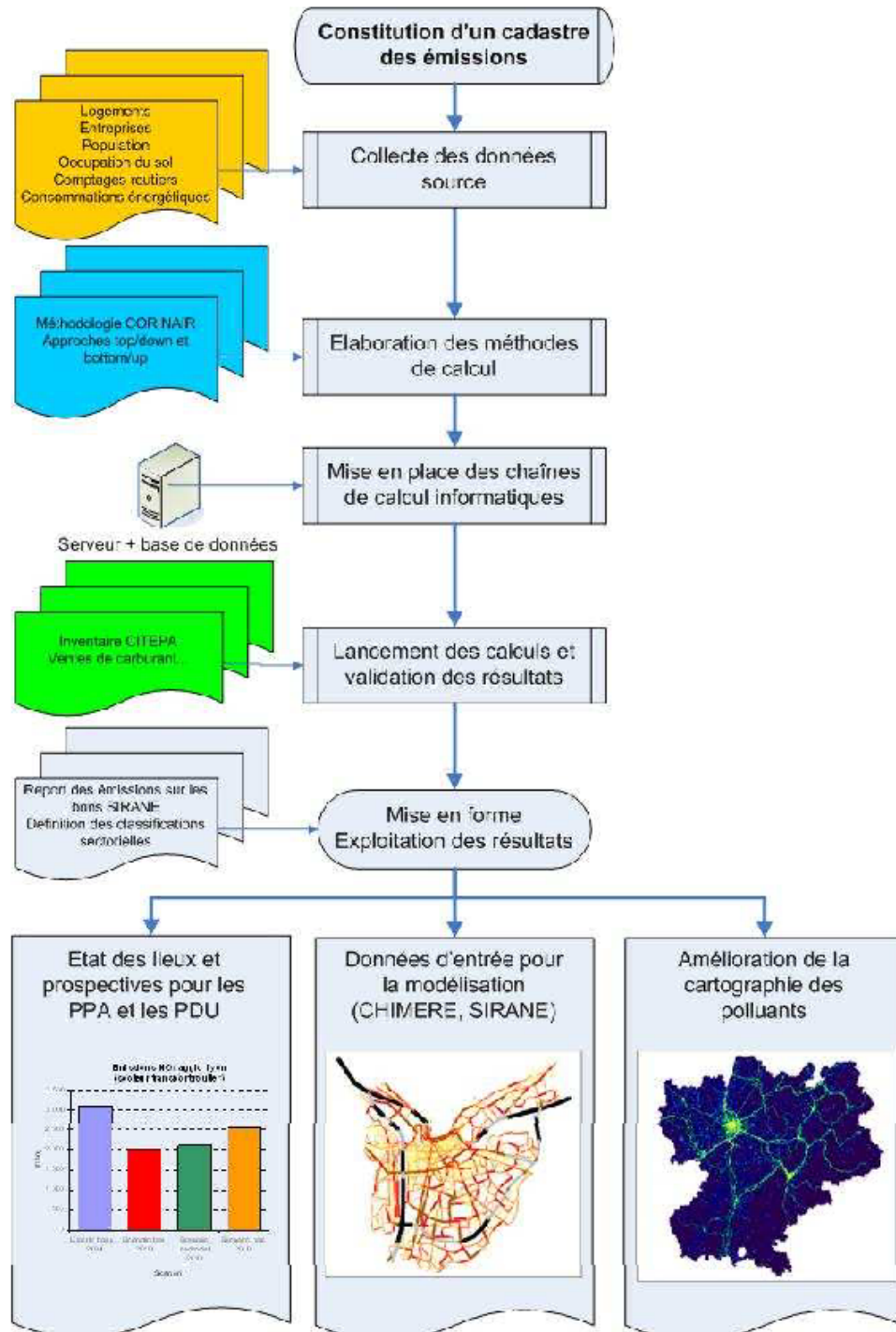
Un important travail de documentation a également permis de constituer une base de données de facteurs d'émissions pertinents, détaillés et actualisés, garants de la qualité de l'inventaire obtenu. Ces facteurs d'émissions proviennent d'une compilation de différents ouvrages de référence (OFEFP, EEA, 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 IARC5
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.

<sup>5</sup> International Association for Research on Cancer : [www.iarc.fr](http://www.iarc.fr)

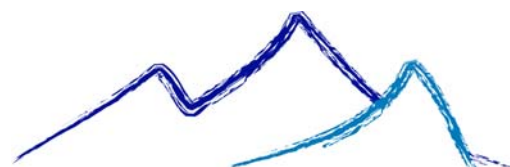


Éléments repris essentiellement du document suivant :

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

Pour plus de renseignements, le lecteur peut également consulter :

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

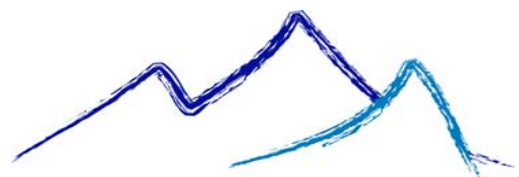






**ANNEXE 3 : ORIGINES ET EFFETS DES POLLUANTS**

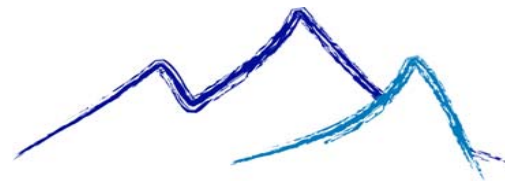
Les polluants	Oxydes d'azote (NO,NO <sub>2</sub> ) :	Particules en suspension (PM10)
<b>Origines</b>	<p>Ils résultent de la réaction de l'azote et de l'oxygène de l'air qui a lieu à haute température dans les moteurs et les installations de combustion. Les <b>véhicules</b> émettent la majeure partie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





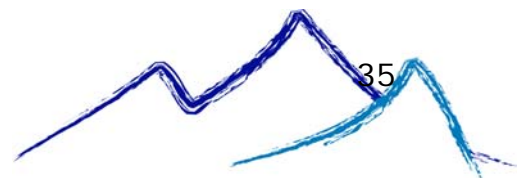
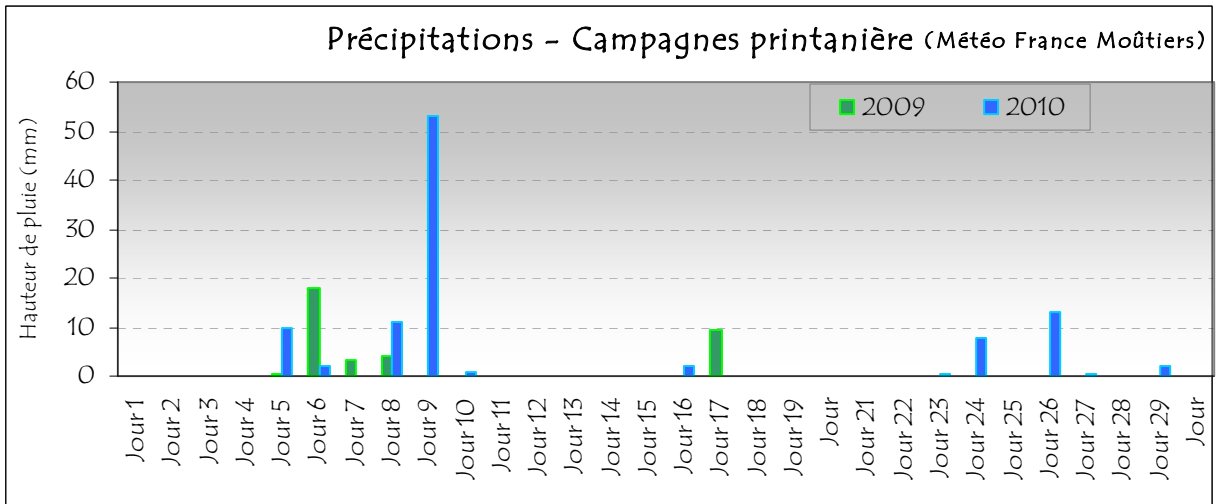
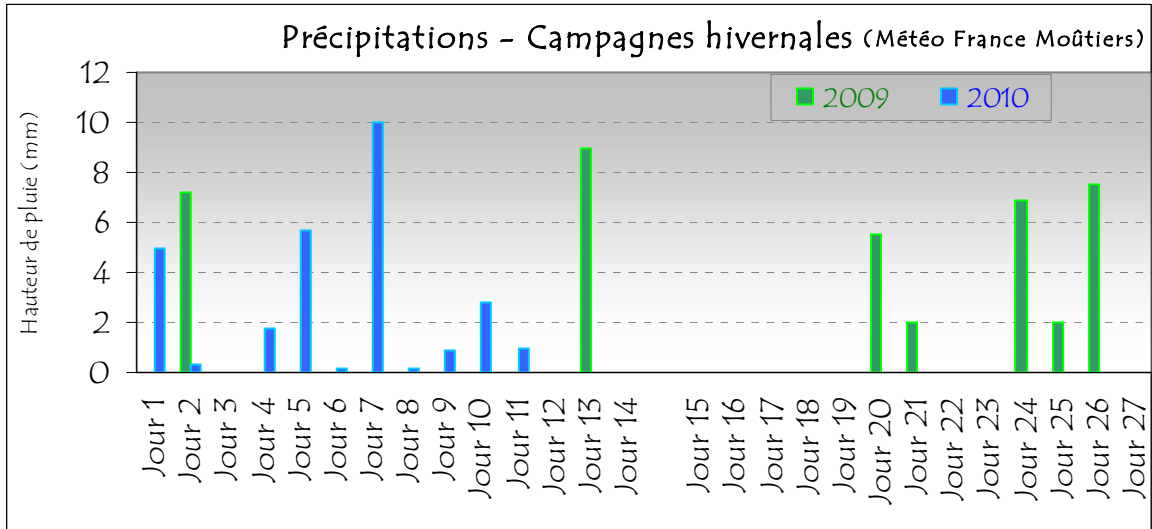
Les polluants	Dioxyde de soufre (SO <sub>2</sub> ) :	Benzo(a)Pyrène (B[a]P) (Voir également annexe 2)
<b>Origines</b>	<p>Ce gaz provient essentiellement de la combinaison du soufre, contenu dans les combustibles fossiles (charbon, fuel, gazole...), avec l'oxygène de l'air lors de leur combustion. <b>Les industries et les installations de chauffage</b> restent les principaux émetteurs. Il faut noter que ce gaz est en nette diminution depuis quelques décennies du fait de la désulfuration des différents carburants.</p>	<p>Le B(a)P appartient à la famille des hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP). Il a été retenu comme l'indicateur de cette famille de polluant compte tenu de sa prépondérance et de sa forte toxicité. Les HAP proviennent des processus de pyrolyse et en particulier de la combustion incomplète de matières organiques. Les principales sources sont le <b>chauffage</b> (charbon, bois, fuel), le <b>trafic routier</b> (principalement les véhicules diesel) et <b>l'industrie</b> (métallurgie, peinture, imprimerie...).</p>
<b>Effets sur la santé</b>	<p>C'est un <b>gaz irritant</b>. Il provoque une <b>altération de la fonction pulmonaire chez les enfants</b> et une exacerbation des <b>symptômes respiratoires aigus chez l'adulte</b> (toux, gêne respiratoire...). <b>Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles.</b></p>	<p>Les principaux HAP sont des composés <b>cancérogènes</b> et le B(a)P est l'un des plus redoutables. Outre leurs propriétés cancérogènes, les HAP présentent un <b>caractère mutagène</b>. Ils peuvent aussi entraîner une <b>diminution</b> de la réponse du <b>système immunitaire</b> augmentant ainsi les risques d'infection.<sup>6</sup></p>

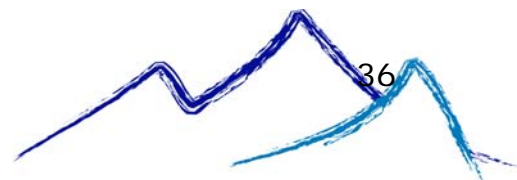
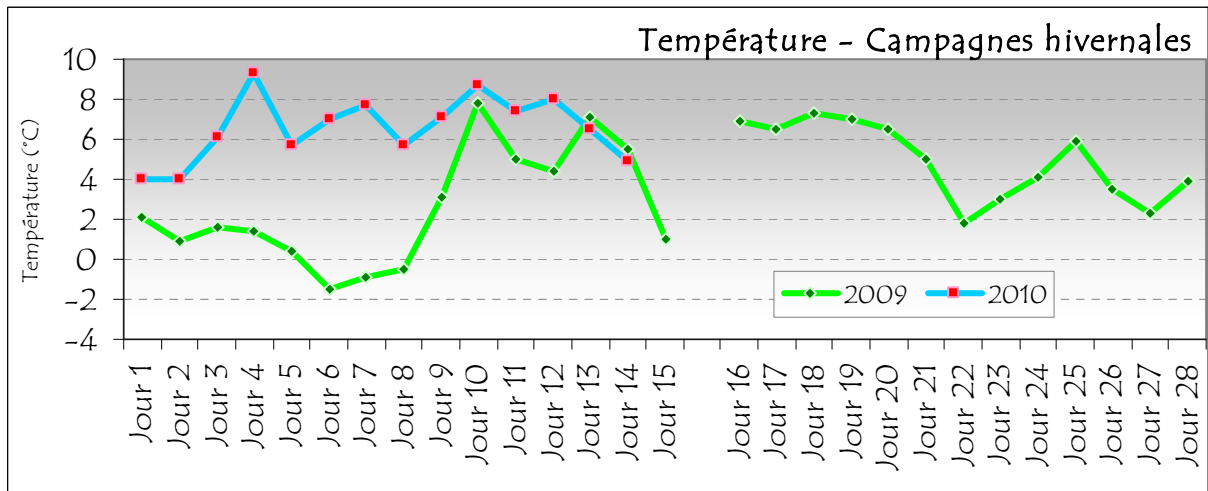
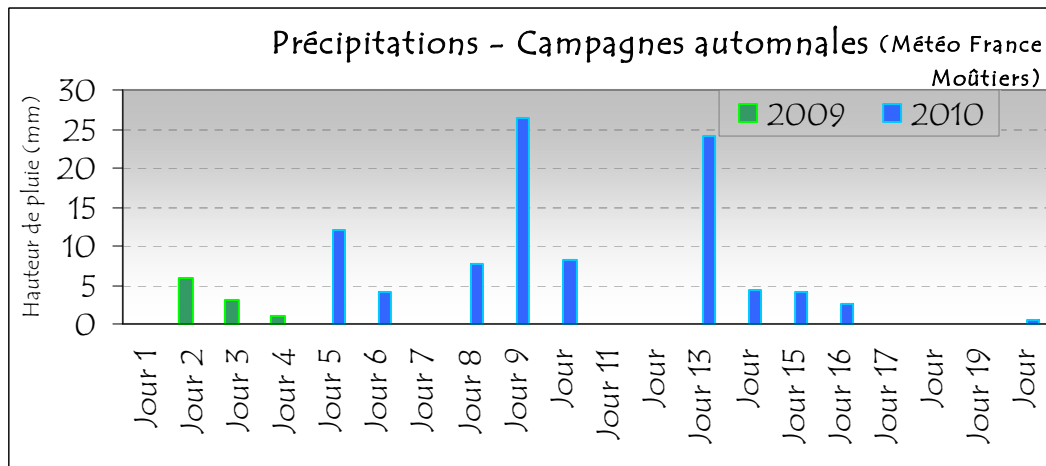
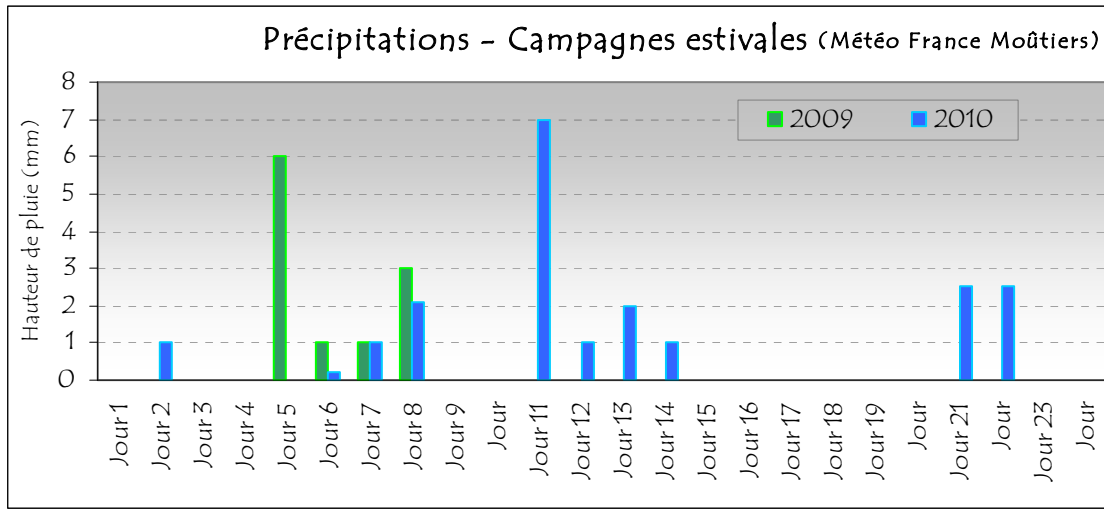
<sup>6</sup> Pour information, la directive 2004/107/CE du 15/12/2004 rappelle que « certains hydrocarbures aromatiques polycycliques sont des agents carcinogènes génotoxiques pour l'homme et qu'il n'existe pas de seuil identifiable au-dessous duquel ces substances ne présentent pas de risque pour la santé des personnes ». Le BaP a été reconnu comme cancérogène (B DOORNAERT et A. PICHARD, Institut National de l'environnement industriel et des risques (INERIS), 2003, p 3 et 5)...

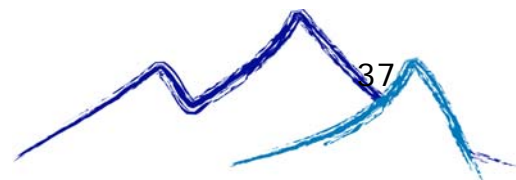
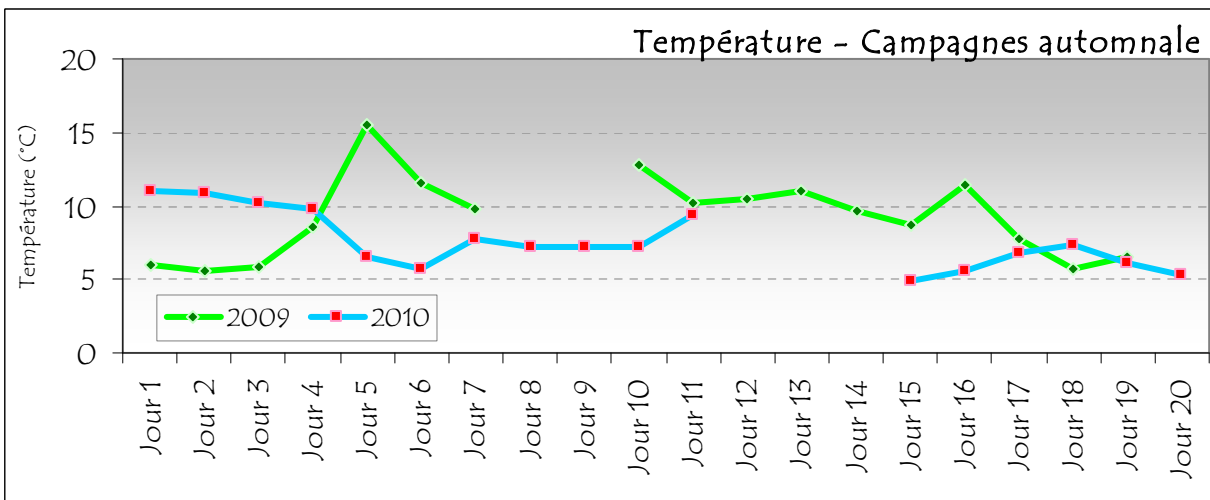
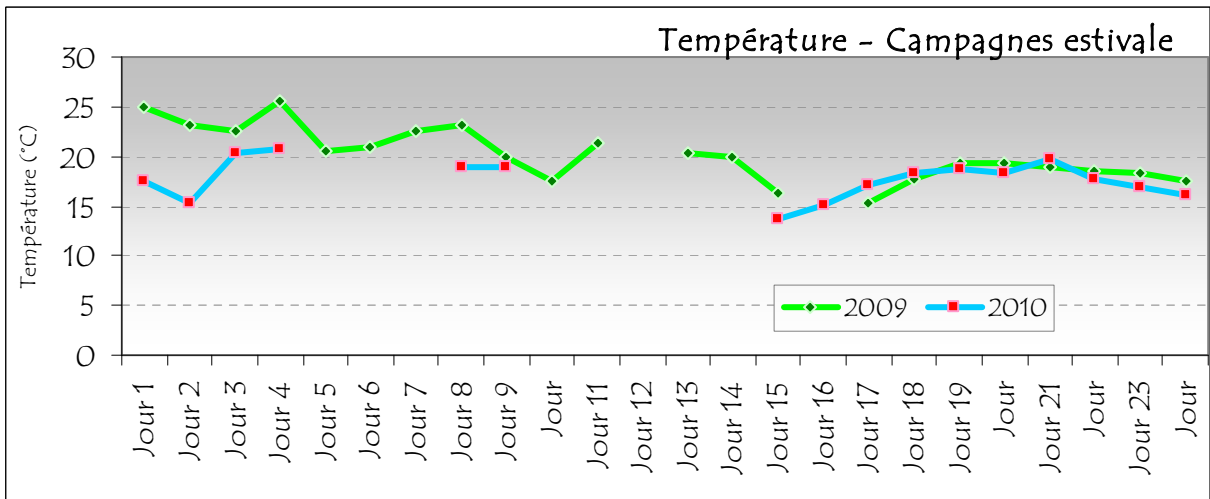
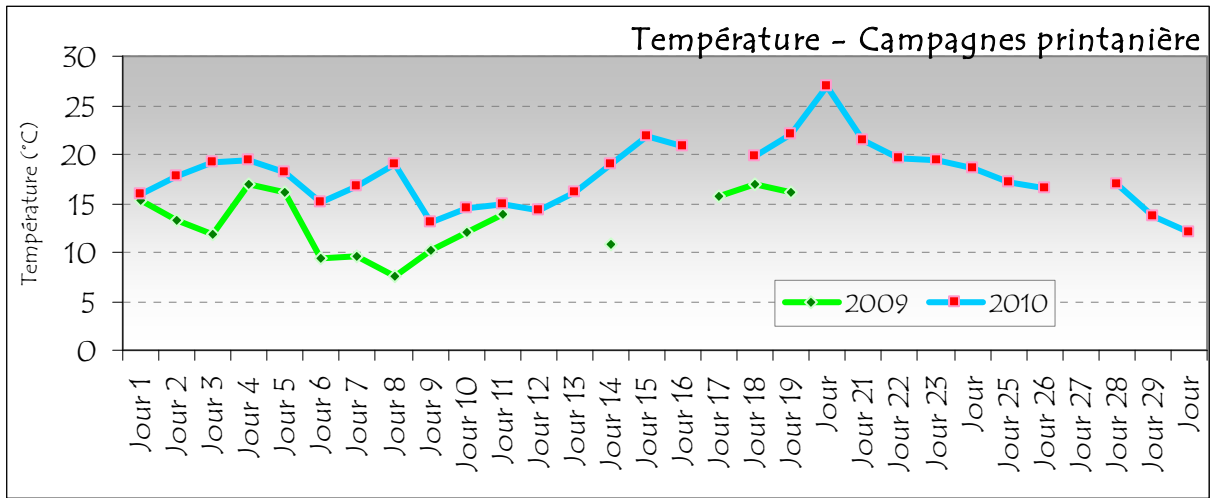




**ANNEXE 4 : PLUVIOMETRIE ET TEMPERATURE**









**ANNEXE 5 : T-TES INDEPENDANT**

Le principe d'un test statistique est de confronter deux hypothèses aux données. On note généralement ces deux hypothèses H0 (Hypothèse nulle) et H1 (Hypothèse alternative). Le logiciel fournit une réponse appelée p-value (ou niveau de significativité). Cette p-value estime le risque engendré en décidant H1. Ainsi, si la p-value est faible, on conclut H1, sinon on conclut H0. La décision d'un test n'est jamais certaine, elle est toujours entachée d'un risque inhérent à l'incertitude des données initiales. Ce risque vaut la p-value si on décide H1. On ne le connaît pas si on décide H0 mais il devient négligeable si le nombre de données est grand ce qui est souvent notre cas (les échantillons varient entre 60 et 78 données).

Dans le cas de figure d'utilisation du test, H0 et H1 se définissent de la façon suivante :

- H0 = la concentration moyenne en PM10 est similaire entre les deux sites
- H1 = la concentration moyenne en PM10 est significativement différente

Les résultats du test sont les suivants :

Couple de station testé	p-value	Hypothèse	Conclusion	Pourcentage d'erreur associé
Albertville / Ferropem	0.493	H0	Similarité des moyennes	Inconnu mais on avait 49% de chance de se tromper en concluant H1
Albertville / Moûtiers	0.89	H0	Similarité des moyennes	Inconnu mais on avait 89% de chance de se tromper en concluant H1
Albertville / La Léchère Amont	0.003	H1	Moyenne différente	0.3%
Albertville / La Léchère Aval	1.81.10 <sup>-7</sup>	H1	Moyenne différente	0.000018%





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

Savoie Technolac - BP 339  
73377 LE BOURGET DU LAC Cedex

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

Membre de

