

8. Particules

8.1. Introduction

Les particules sont des entités solides ou liquides, en suspension dans l'air; elles forment avec celui-ci un aérosol. Elles peuvent avoir des compositions, densités, formes et dimensions très diverses, selon leur mode de formation. Elles sont principalement caractérisées par leur diamètre aérodynamique, variant de 0.02 μm à 100 μm , pour les particules atmosphériques. Ce diamètre est défini comme étant celui d'une hypothétique particule sphérique, de densité unitaire, qui aurait les mêmes caractéristiques aérodynamiques que la particule concernée.

Selon leurs modes de formation, on distingue :

- Les grosses particules, d'origine naturelle, sont principalement émises par des processus mécaniques (érosion, embruns marins) et biologiques (spores, pollens).
- Les fines particules peuvent être émises en tant que telles par les procédés de combustion ou industriels. Elles peuvent aussi résulter de la condensation de gaz, ou encore de réactions chimiques entre gaz, donnant lieu à la formation d'un solide (formation de sulfates, d'ions ammonium).

La distance de transport des particules dépend de leur taille et de leur densité. Les particules grosses et lourdes ont tendance à sédimenter rapidement, d'où leur nom de particules sédimentables. Les particules fines ont un comportement qui s'apparente à celui des gaz et ne sédimentent pratiquement pas. Elles sont appelées particules en suspension. Lorsqu'elles ont atteint le sol, les particules peuvent être remises en suspension par le vent, avant de tomber à nouveau.

La composition des particules est très variable. En effet, les grosses particules contiennent des éléments abondants dans la couche terrestre et des sels marins, tels que Al, Ca, Fe, K, Ti, Mn, Sr, Si, alors que les particules fines contiennent des sulfates, nitrates ou ammonium résultant de la transformation dans l'air des oxydes de soufre et d'azote, de l'ammoniac, ainsi que du carbone, des composés organiques et des métaux, provenant, entre autres, des combustibles fossiles.

Il est très complexe de réaliser leur prélèvement et leur dosage. En effet, chacune des méthodes permet d'estimer la concentration en particules d'un type déterminé. En Région wallonne, nous disposons

actuellement de trois méthodes de prélèvement, dont deux pour les particules en suspension :

- La méthode des fumées noires (méthode optique). On entend par « fumées noires » (black smoke) des particules noirâtres, suffisamment petites pour demeurer en suspension dans l'air; ses composants sont principalement des produits de combustion. La fumée est mesurée grâce à un indice de noircissement de la tache produite par le dépôt qui est traduit en concentration au moyen de la courbe normalisée internationale d'étalonnage proposée par l'OCDE. Les fumées sont prélevées au sein du réseau fumées noires comportant 17 stations dont la plupart sont situées en milieu industriel et/ou urbain.
- La mesure d'un rayonnement β , après absorption par les particules retenues sur un filtre, associée à un prélèvement avec une fraction de coupure à 50 % (d_{50}) égal à 10 μm . Sept moniteurs utilisant ce principe sont installés au sein du réseau télémétrique (depuis 1997 ou 1998, selon les stations). Ces stations correspondent aux sites présentant le plus grand risque, c'est-à-dire dans les stations à caractère urbain et/ou industriel.
- Une méthode pour les poussières sédimentables (gravimétrique, sans information sur la fraction de coupure). Les poussières sont collectées dans des récipients cylindriques munis d'un entonnoir (jauge Owen) puis pesées et analysées en laboratoire. La Wallonie est particulièrement concernée du fait de la place prépondérante d'industries fortement émettrices (produits semi-finis) dans son tissu industriel et de l'implantation d'usines en zone d'habitat. Le réseau wallon de mesure des poussières sédimentables couvre essentiellement le sillon Sambre et Meuse. Les retombées ne présentent pas de risque toxique justifiant des mesures sur de courtes durées, ni de réseaux conçus comme instrument d'alerte.

A côté de ces systèmes de mesure en routine, nous possédons d'autres procédés pour mesurer les particules en suspension :

- des moniteurs TEOM (Tapered Element Oscillating Microbalanced, la détermination de la masse est basée sur le changement de fréquence d'un élément

oscillant sur lequel se trouve le filtre). Ces moniteurs se trouvent dans les remorques et sont utilisés lors des campagnes ponctuelles.

- un moniteur avec détection optique permettant le dosage simultané des trois fractions (PM1, PM2.5 et PM10). Cet appareil est toujours en cours de test et de validation.
- plusieurs types de préleveurs (mono ou séquentiel) pour l'échantillonnage des fractions PM10 ou PM2.5. Ces appareils sont généralement utilisés soit pour la comparaison et la validation d'autres systèmes de mesure comme le monitoring (un des modèles de préleveurs est reconnu comme référence), soit lors de campagnes ponctuelles en complément des réseaux mobiles. Les échantillons récoltés servent à la mesure de la masse des particules ou à l'analyse des substances comme les métaux lourds ou les HAP.
- un appareil d'absorption β de laboratoire qui permet la mesure de la masse des particules en suspension. Les mêmes filtres peuvent alors servir pour l'analyse des métaux.
- une balance de précision sous atmosphère contrôlée en température et humidité. La gravimétrie étant la méthode reconnue, nous pouvons ainsi comparer les résultats des différents appareils avec la méthode de référence.

8.2. Particules en suspension

8.2.1. Méthode des fumées noires

8.2.1.1. Résultats de l'année 2004

Les concentrations en fumées noires mesurées en 2004 sont faibles (Tableau 70). Par rapport à 2003, la tendance générale est soit à la baisse soit à la stabilité. Cependant, deux stations font exception : les stations de Herstal et de Seraing où tous les paramètres statistiques augmentent.

8.2.1.2. Variations saisonnières

Comme pour beaucoup de polluants, les teneurs en fumées noires varient selon les saisons (Figure 49). Les concentrations sont généralement plus élevées en hiver, car, d'une part, les conditions météorologiques sont plus défavorables à la dispersion des polluants, et d'autre part, les émissions sont plus importantes. Durant les périodes d'hiver, on observe fréquemment des pics communs à toutes les stations. Ces épisodes correspondent le plus souvent à des conditions atmosphériques particulières comme des périodes d'inversion thermique. Ainsi, les concentrations sont plus élevées lors des trois premiers et des trois derniers mois alors qu'elles sont très faibles de mai à août.

En 2004, les concentrations furent les plus élevées lors du mois de décembre, comme pour la plupart des polluants. Dans la région liégeoise, on remarque également plusieurs pics au début du mois de mars.

Station	Localité	Nombre de valeurs		Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		P90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		P95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		P98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
SFCH01	Couillet	355	359	16	13	11	11	31	23	41	32	58	43
SFCH03	Mont-sur-Marchienne	307	360	17	14	14	11	32	24	43	29	52	39
SFCH04	Charleroi	337	366	15	11	12	8	27	22	34	28	45	33
SFCH05	Jumet	363	345	11	12	8	8	22	23	26	29	34	33
SFCH06	Charleroi (Gl. Michel)	356	347	19	17	15	15	33	28	39	33	48	39
SFCN01	Beyne-Heusay	365	352	11	9	9	7	23	17	28	20	32	25
SFEG01	Stockay	356	314	6	7	<LD	6	13	12	17	16	23	23
SFEG02	Engis	357	352	12	11	9	8	23	22	32	28	41	41
SFEG03	Awirs	365	336	10	10	7	8	19	19	31	25	36	34
SFEG04	Engis (rue du Marly)	343	341	9	7	7	6	18	14	22	19	28	26
SFLG01	Liège (G. Bertrand)	365	319	15	14	12	10	29	25	38	32	59	56
SFLG02	Liège (Val Benoît)	339	357	12	12	10	10	23	21	31	27	34	39
SFLG03	Herstal	(254)	(269)	(7)	(11)	(<LD)	(8)	(13)	(20)	(17)	(24)	(27)	(37)
SFMO01	Mons	346	366	10	9	7	8	16	12	22	15	28	20
SFNT01	Péculwez	310	358	16	15	14	12	29	27	36	32	46	38
SFNT02	Tournai	318	302	16	15	12	12	31	26	42	34	59	48
SFSG01	Seraing	307	349	10	14	8	12	22	28	28	35	37	41

Limite de détection : LD = 5 $\mu\text{g}/\text{m}^3$

Tableau 70 : Particules en suspension - Méthode des fumées noires - Statistiques 2003 et 2004

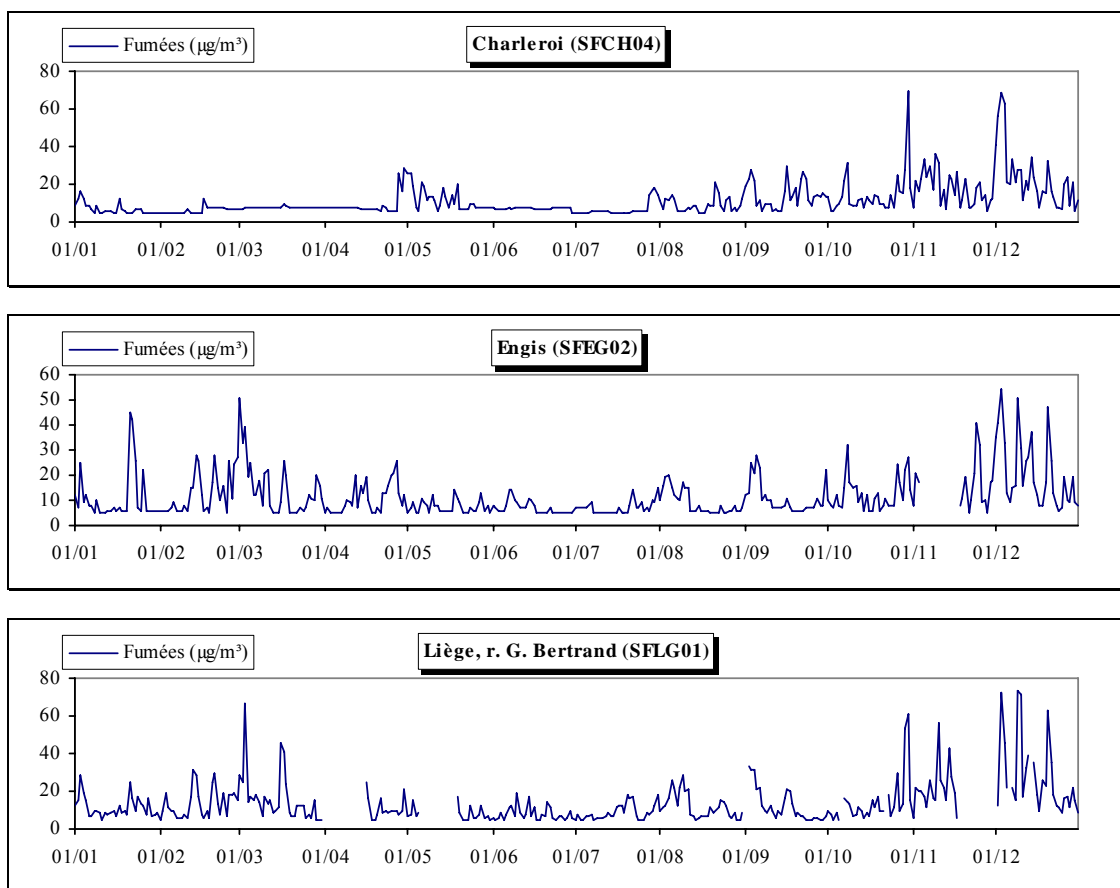


Figure 49 : Particules en suspension - Méthode des fumées noires - Evolution des concentrations journalières - Stations de Charleroi (SFCH04), Engis (SFEG02) et Liège (SFLG01)

8.2.1.3. Evolution à long terme

Les concentrations en fumées noires ont diminué, plus ou moins régulièrement, jusqu'en 1995 (Figure 50). En 1996 et 1997, les niveaux ont augmenté. Une explication plausible à cette recrudescence est l'augmentation de la pollution par les matières particulaires due à l'utilisation accrue des moteurs diesel au sein du parc automobile et au développement du transport routier. Cette augmentation semble stoppée pour s'inverser depuis 1998 et atteindre ainsi des niveaux de plus en plus

faibles. Depuis 1998, on observe de petites variations d'année en année mais les niveaux restent inférieurs à ceux des années antérieures à 1998. Il est probable que l'évolution des moteurs et plus particulièrement des moteurs Diesel ont contribué à cette diminution. Cependant, les conditions climatiques particulièrement clémentes de ces dernières années ont peut-être aussi joué un rôle non négligeable dans cette diminution. Enfin, à Engis, on remarque une diminution régulière jusque 2001, ces trois dernières années étant légèrement supérieures au minimum de 2001.

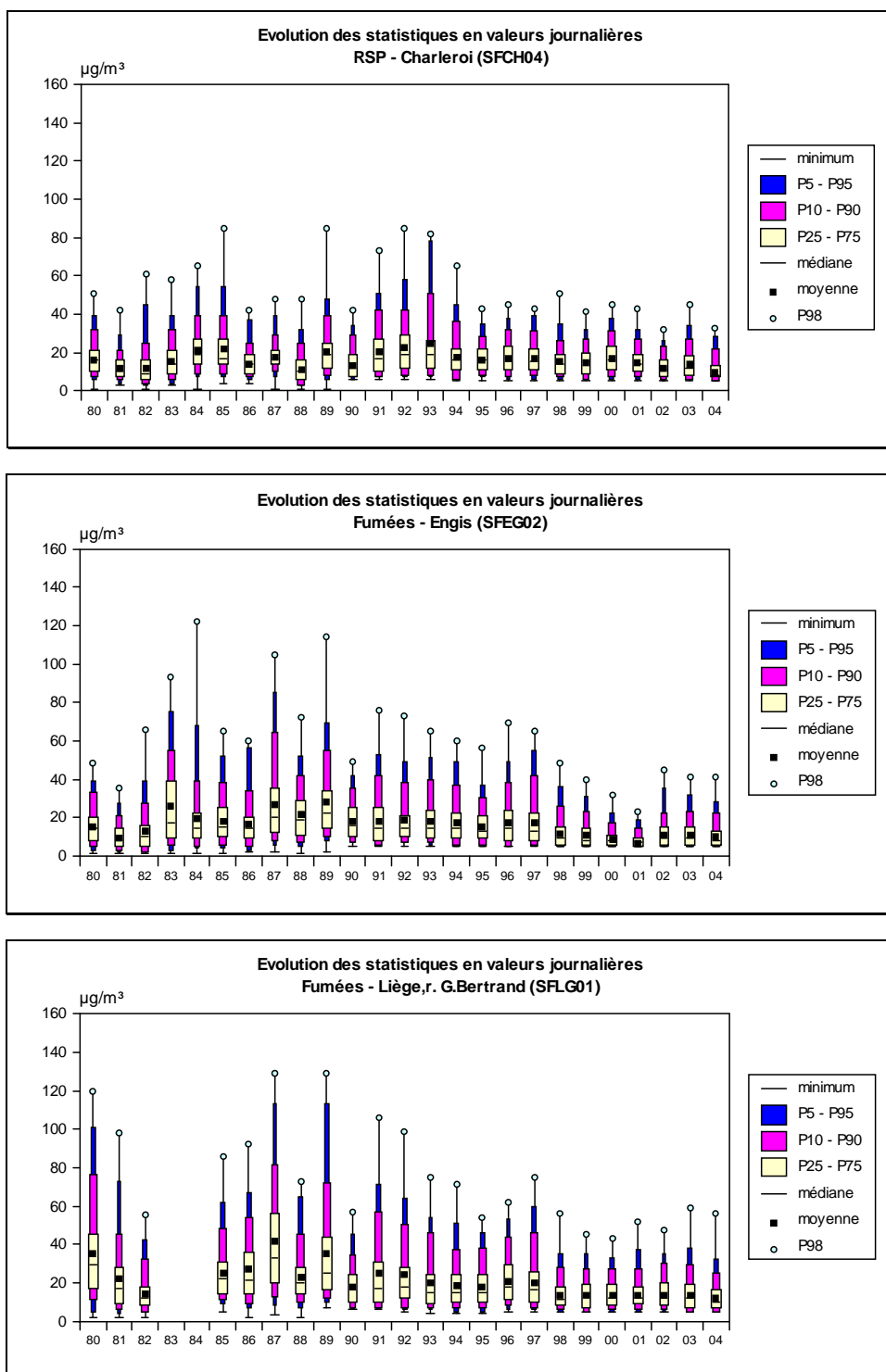


Figure 50 : Particules en suspension - Méthode des fumées noires - Evolution des statistiques - Stations de Charleroi (SFCH04), Engis (SFEG02) et Liège (SFLG01)

8.2.1.4. Normes et catégories ISSeP

Les effets des poussières portent surtout sur le système respiratoire. Ces effets sont plus marqués pour les poussières les plus fines, susceptibles d'atteindre les alvéoles pulmonaires qui ne sont pas protégées par un mucus et où les échanges entre les particules et le corps humain sont plus aisés.

Outre les effets dus à la présence physique de particules, suite à leur dépôt à l'un ou l'autre niveau du tractus respiratoire, il peut y avoir certains effets toxiques dus aux composés (métaux, organiques) qu'elles contiennent.

L'échantillonnage « fumées noires » concerne les particules les plus fines et est donc représentatif des particules pouvant atteindre les structures fines du poumon.

La directive européenne 80/779/CEE du 15/07/1980, modifiée par la directive 89/427/CEE du 21/06/1989 et transposée par l'arrêté royal du 16/03/1983, édicte les valeurs limites et valeurs guides pour les particules en suspension (Tableau 71). Dans cette directive, particules en suspension et dioxyde de soufre sont étroitement associés.

L'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) préconise comme valeurs guides pour les concentrations en fumées noires (« Air Quality Guidelines for Europe », 1987) :

- pour la protection à court terme, 125 µg/m³ en moyenne sur 24 h,
- pour la protection à long terme, 50 µg/m³ en moyenne annuelle.

En 2004, les limites applicables aux fumées noires ont été respectées pour toutes les stations, aussi bien pour les médianes (pour l'année et pour l'hiver), que pour les percentiles 98. Les valeurs guides OMS sont respectées à la fois pour la moyenne annuelle (long terme) que pour le maximum journalier (court terme).

Sur base de la norme, l'ISSeP a introduit une classification des différentes stations (Tableau 72). En 2004, toutes les stations appartiennent à la catégorie des valeurs faibles.

Valeurs limites applicables à la médiane des valeurs quotidiennes	Période	SO ₂ (µg/m ³)	Associé aux particules en suspension (fumées noires) (µg/m ³)
	Année	80	>40
Hiver (1.10 - 31.3)	120	≤40	
	130	>60	
	180	≤60	

Valeurs limites applicables au percentile 98 des valeurs quotidiennes	Période	SO ₂ (µg/m ³)	Associé aux particules en suspension (fumées noires) (µg/m ³)
	Année	250	>150
Année	350	≤150	

Particules en suspension (fumées noires) (µg/m ³)	
Médiane de valeurs quotidiennes (année)	80
Médiane des valeurs quotidiennes : hiver (1.10 - 31.3)	130
Percentile 98 des valeurs quotidiennes (année)	250

Tableau 71 : Particules en suspension (fumées noires) - Normes (directive 80/779/CE)

Valeurs faibles	Valeurs élevées	Valeurs très élevées
40 µg/m ³ < médiane des valeurs journalières	40 µg/m ³ ≤ médiane des valeurs journalières < 80 µg/m ³	médiane des valeurs journalières ≥ 80 µg/m ³

Tableau 72 : Particules en suspension - Méthode des fumées noires - Catégories ISSeP

8.2.1.5. Répartition géographique

Les stations installées en Région wallonne surveillent principalement les agglomérations de Liège et de Charleroi, ces zones étant à grande densité de population et fortement industrialisées. La zone d'Engis, sujette à de fréquents épisodes de pollution, fait l'objet d'une surveillance particulière.

La Carte 10 reprend, pour les différentes stations, la répartition en nombre de jours, selon les trois catégories définies précédemment. Cette représentation a pour but de discriminer les stations entre elles, même si les normes sont respectées.

La station du centre de Liège (SFLG01) présente le plus grand nombre de jours dépassant les $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les stations de Seraing (SFSG01) et de Tournai (SFNT02) apparaissent également comme fort touchées. Viennent ensuite les stations de la région de Charleroi, les autres stations de Liège et la station de Péruwèz. Enfin, les stations de Beyne-Heusay et de Mons sont plus épargnées. Contrairement à la situation passée, le classement des stations obéit maintenant, plus à la proximité ou non d'une voie importante de circulation qu'à la proximité d'une source industrielle ou du chauffage urbain. Les fumées noires, qui, au début du réseau soufre-fumées, provenaient des résidus de combustion du charbon, sont maintenant plus que probablement composées en grande partie de particules provenant du trafic routier.

A Engis, le nombre de jours dépassant $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ varie de zéro à huit selon les stations, le maximum étant observé à la station SFEG02 (rue Reine Astrid à Engis). On remarquera que la station SFEG04 est relativement épargnée (1 jour) alors que le nombre de dépassement des PM10 y est important. Les mesures de la station de Stockay (SFEG01) sont inférieures à celles auxquelles on pourrait s'attendre en regard à l'environnement industriel rencontré

aux alentours. Cette station montre la limite d'une méthode basée sur l'aspect des poussières. En effet, les fours à chaux de Saint-Georges émettent des poussières blanches qui peuvent interférer avec la mesure.

8.2.1.6. Semaine moyenne

Les concentrations moyennes en fumées noires, mesurées les week-ends, sont souvent inférieures aux concentrations des jours ouvrables. Cette différence est attribuée à une circulation moindre les week-ends. Les émissions de particules des moteurs Diesel ont en effet un impact sur les teneurs en Fumées Noires. Cependant, avec les faibles niveaux mesurés ces dernières années, la différence devient moins évidente pour ne plus être visible que pour des stations proches d'axes de circulation comme par exemple à Seraing (Figure 51) où la moyenne en semaine est égale à $19.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre $12.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le week-end (hiver 2003/2004).

Pour mettre en évidence l'impact des émissions de particules dues au trafic sur les fumées noires, on peut comparer les concentrations de ce polluant avec un autre polluant typique de la circulation automobile, comme le monoxyde d'azote, pour une station à caractère fort urbain, comme la station de Charleroi (Figure 52).

Pour l'hiver 2003/2004, il existe une corrélation entre les fumées noires et le monoxyde d'azote ($R^2 = 0.77$). Cependant, on trouve aussi des corrélations (quoique moindre) avec les autres polluants comme le dioxyde de soufre et il est possible que le lien provienne de conditions de dispersion identiques plutôt que d'un lien entre les émissions de polluants. Par contre, en été, la corrélation, avec le dioxyde de soufre disparaît et seuls restent des corrélations avec le monoxyde d'azote et le dioxyde d'azote.

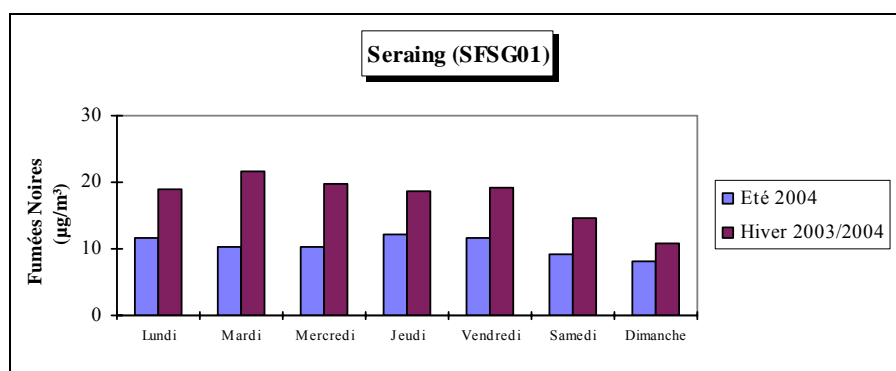


Figure 51 : Particules en suspension - Méthode des fumées noires - Semaine moyenne - Station de Seraing (SFSG01)

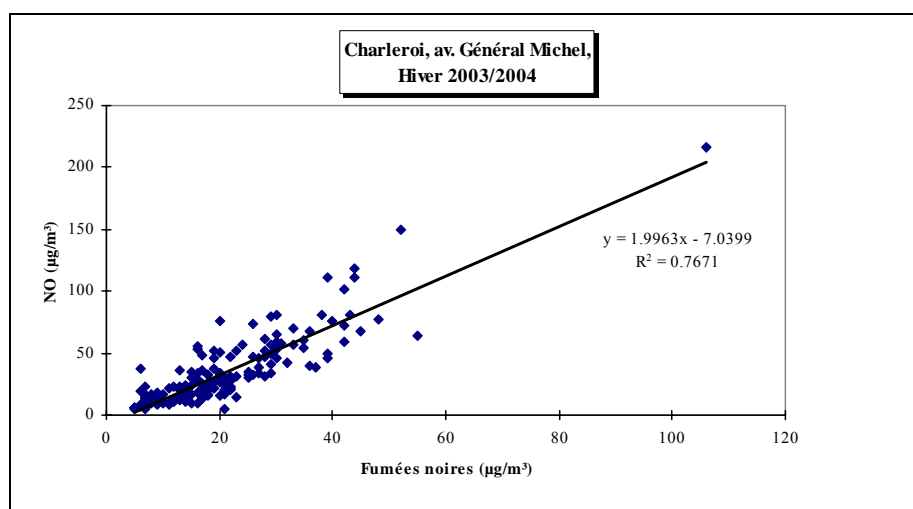
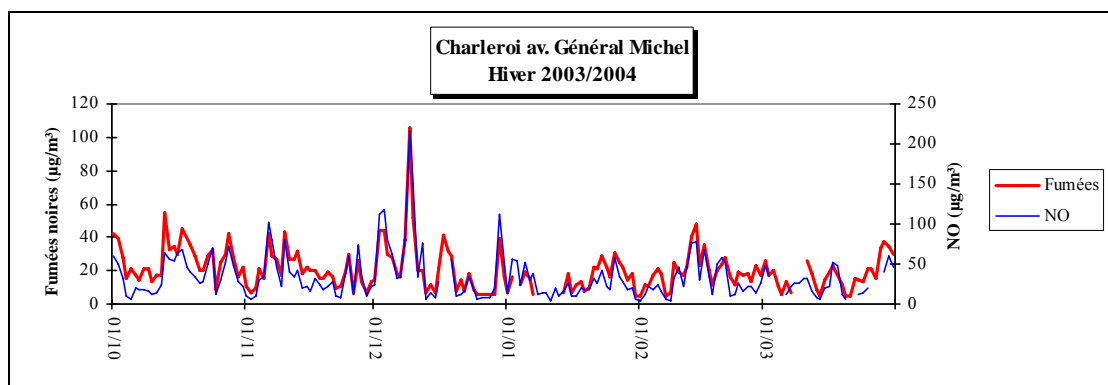


Figure 52 : Comparaison des concentrations en fumées noires et en monoxyde d'azote - Charleroi, av. Général Michel - Hiver 2003/2004

8.2.2. Absorption β - Particules en suspension (PM10)

8.2.2.1. Résultats de l'année 2004

Les teneurs en particules en suspension sont sensiblement équivalentes d'un site à l'autre (Tableau 73), avec des maxima à la station d'Engis (station à fort caractère industriel). Les concentrations en particules varient peu au cours du temps, ce qui se traduit par de faibles différences entre les centiles, contrairement à un polluant comme le monoxyde d'azote.

Entre 2003 et 2004, on observe généralement une diminution des différents paramètres statistiques qui rejoignent ainsi des niveaux proches de ceux de 2002. Une explication possible de cette diminution réside dans la pluviométrie. Les précipitations ont en effet un impact important sur les concentrations en particules par le lavage de l'atmosphère et des sols (remise en suspension moindre). 2003 connut un déficit des précipitations alors que 2004 connut un excès anormal (phénomène égalé ou dépassé une

fois tous les 6 ans) des précipitations. 2002 avait également été marqué par une pluviosité abondante.

A Jemeppe, contrairement aux stations, on note une augmentation de la moyenne. Cette augmentation est provoquée par la présence d'une pollution épisodique puisque la médiane et même le centile 90 ont peu évolué contrairement au centile 98.

En mai 2003, le moniteur de la station d'Engis a subi une amélioration du système de contrôle de la température : le chauffage de la sonde de prélèvement est modulé en fonction de l'humidité relative. Cette amélioration, en diminuant la perte des composés volatils, permet d'atteindre les critères d'équivalence avec la méthode de référence (gravimétrie) exigée par la Directive. De plus, la tête de prélèvement US-EPA a été remplacée au profit d'une tête de marque Digitel (même débit). L'adaptation des autres stations est planifiée et devrait être réalisée en 2005 ou au plus tard en 2006.

Station	Localité	Nombre de valeurs		Moyenne ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		Médiane ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		P90 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		P95 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)		P98 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004	2003	2004
TMCH01	Marchienne-au-Pont	358	363	34	29	30	25	61	53	70	60	79	70
TMCH03	Charleroi (Gl. Michel)	363	353	29	21	26	19	47	34	61	39	74	46
TMCH04	Lodelinsart	364	362	31	29	29	26	49	48	59	56	69	66
TMCH05	Châtelaineau	364	366	30	23	28	21	49	39	60	44	73	54
TMEG01	Engis	365	341	45	39	37	33	76	63	100	73	141	110
TMSG01	Jemeppe	365	366	34	37	32	31	56	57	62	74	68	101
TMSG02	St-Nicolas	365	309	28	25	25	22	46	38	53	46	62	56

Tableau 73 : Particules en suspension (PM10) - Valeurs journalières - Statistiques 2003 et 2004 (valeurs brutes)

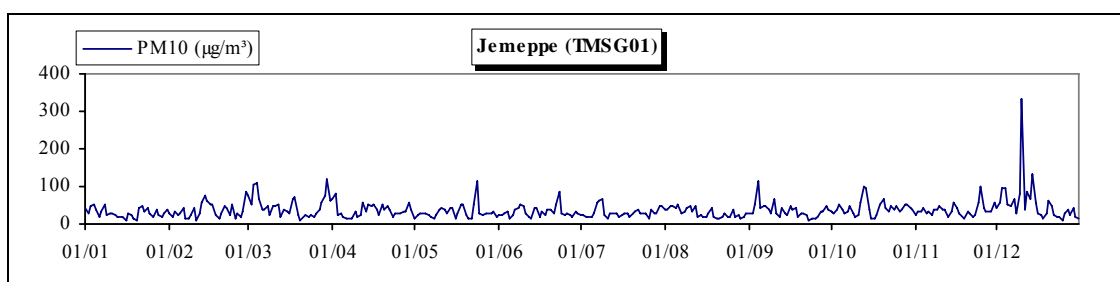
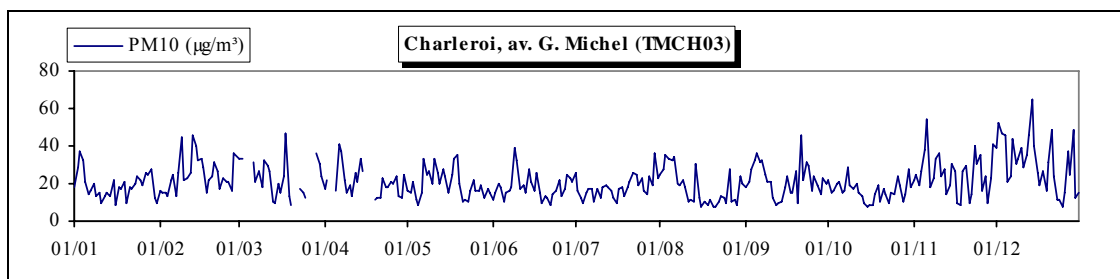
8.2.2.2. Variations saisonnières

Les concentrations en particules en suspension sont généralement plus élevées en hiver, même si cette différence entre saisons est moins marquée que pour d'autres polluants (Figure 53). Ainsi, en 2004, on retrouve de plus fortes concentrations en particules au mois de décembre. Pour les deux stations de la région liégeoise, on enregistre un pic très intense le 10 décembre. Pour les stations de la région de Charleroi et celle d'Engis, on observe, le 14 décembre, un pic d'intensité variable suivant les stations.

Dans le cas des particules en suspension, on observe également des épisodes de fortes concentrations durant les mois des saisons plus chaudes. Il est

d'ailleurs bien connu que les pays méditerranéens aux climats plus arides subissent des concentrations plus élevées que les pays plus nordiques. Les niveaux dépendent, non seulement des conditions de dispersion, mais aussi d'autres facteurs, comme la force du vent (érosion, remise en suspension), la pluie (lavage de l'atmosphère et des sols) ou la couverture des sols (végétation, surface urbaine, ...).

Lors de la première décennie du mois d'août 2004, la ligne de base des concentrations en PM10 fut plus élevée que le reste du mois. Or cette période correspond à un temps ensoleillé et sec. Ces conditions sont également favorables au développement de l'ozone et on a effectivement enregistré des dépassements pendant cette période.



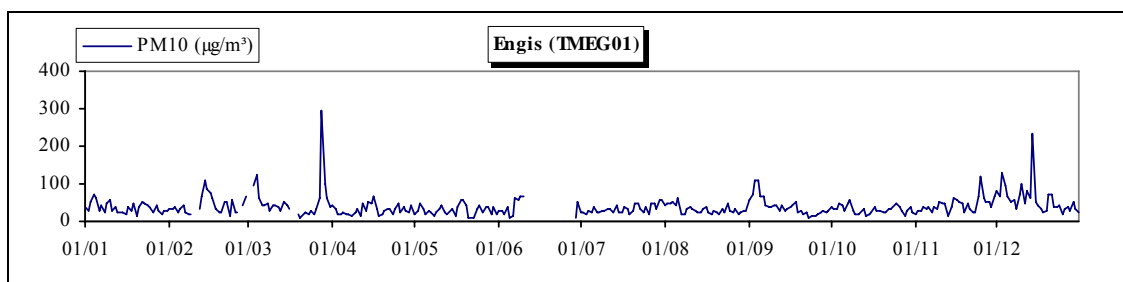


Figure 53 : Particules en suspension (PM10) - Evolution des concentrations journalières - Stations de Charleroi (TMCH03), Jemeppe (TMSG01) et Engis (TMEG01)

8.2.2.3. Normes et valeurs guides

La tête de prélèvement PM10 permet un échantillonnage représentatif des fractions de poussières pouvant pénétrer dans le système respiratoire des bronches supérieures.

La directive fille 1999/30/CE du 22 avril 1999, transposée dans la législation wallonne par l'arrêté du Gouvernement wallon du 23 juin 2000 (M.B. du 21 juillet 2000) et par l'arrêté du Gouvernement wallon du 5 décembre 2002 (M.B. du 10 février 2002), mentionne les valeurs limites à respecter en deux étapes (Tableau 74), valeurs limites applicables aux mesures de particules en suspension PM10. Cette directive est entrée en vigueur le 19 juillet 1999. En cas de dépassement de ces valeurs limites, il est prévu qu'un plan d'action doit être établi.

Il n'est pas inutile de mentionner ici que l'article 5 de la directive 1999/30/CE mentionne l'obligation d'installer des stations de mesure des PM2.5 et de les localiser si possible là où les PM10 sont déjà mesurées. Les paramètres statistiques suivants devront être rapportés à la Commission sur base annuelle : médiane, centile 98 et maximum des concentrations moyennes sur 24 heures.

La directive prévoit que les dépassements des valeurs limites sont permis, si des événements d'origine naturelle donnent lieu à des concentrations de fond dépassant les niveaux naturels habituellement observés. Cette exception est également valable dans le cas de poussières provenant du sablage hivernal des routes. Dans ce cas, une justification des dépassements doit être fournie à la Commission et les plans d'action pour réduire les concentrations ne sont plus obligatoires.

Phase 1	Période considérée	Valeur limite	Marge de dépassement	Date à laquelle la valeur doit être respectée
Valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine	24 h	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 35 fois par année civile	50 % lors de l'entrée en vigueur de la directive, diminuant le 01/01/2001 et ensuite tous les 12 mois, par tranches annuelles égales pour atteindre 0 % au 01/01/2005	01/01/2005
Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	Année civile	40 µg/m³ PM10	20 % lors de l'entrée en vigueur de la directive, diminuant le 01/01/2001 et ensuite tous les 12 mois, par tranches annuelles égales pour atteindre 0 % au 01/01/2005	01/01/2005

Phase 2	Période considérée	Valeur limite	Marge de dépassement	Date à laquelle la valeur doit être respectée
Valeur limite journalière pour la protection de la santé humaine	24 h	50 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 7 fois par année civile	A calculer d'après les données; doit correspondre à la valeur limite de la phase 1	01/01/2010
Valeur limite annuelle pour la protection de la santé humaine	Année civile	20 µg/m³ PM10	50 % le 01/01/2005 diminuant ensuite tous les 12 mois par tranches annuelles égales pour atteindre 0 % au 01/01/2010	01/01/2010

Tableau 74 : Particules en suspension (PM10) - Valeurs limites (directive 1999/30/CE)

La méthode de référence préconisée par la directive 1999/30/CE est la gravimétrie alors que la plupart des Etats Membres utilisent des méthodes de monitoring non gravimétriques qui permettent de répondre rapidement à l'obligation d'information à la population. Or, il n'y a pas de consensus sur la manière de corriger ces données par rapport à la méthode de référence. C'est pourquoi, la Commission européenne a proposé qu'un groupe de travail étudie le problème et rédige un rapport (« Guidance To Member States On PM10 Monitoring And Intercomparisons With The Reference Method », 22/01/2002). Dans le cas de l'absorption β (et du TEOM), les mesures sont sous-estimées par rapport à la méthode de référence à cause d'une perte de composés semi-volatils lors du chauffage dans l'appareil de mesure. La perte dépend de la composition de l'aérosol et varie d'une région à l'autre et d'une saison à l'autre. Le groupe de travail conclut que les données doivent être multipliées par un facteur 1.3 qui est le rapport le plus mauvais obtenu lors des tests d'inter comparaison. Ce rapport est un facteur par défaut applicable en l'absence d'inter comparaisons menées par l'Etat membre. Cette correction est applicable à la fois à la moyenne journalière pour le comptage des dépassements et au calcul de la moyenne annuelle.

Après la modification du moniteur d'Engis, les résultats ont été comparés à la méthode de référence lors de deux campagnes d'essai (été/hiver). Les conclusions de cette étude sont doubles : tout d'abord, les critères de comparaison avec la méthode de référence sont satisfaits et ensuite, le facteur de correction est égal à 1.08. Le choix du site d'Engis pour le premier essai du moniteur modifié n'est pas innocent : il s'agit d'un site où le nombre de dépassements est trop élevé par rapport à la norme. Il était donc intéressant d'avoir des mesures en accord avec la méthode de référence et ensuite de calculer un facteur correctif plus avantageux que le facteur par défaut (1.3) qui est

pénalisant. Après l'adaptation des autres moniteurs, des campagnes de comparaison seront progressivement effectuées sur tous nos sites afin de s'affranchir de ce coefficient par défaut.

Le Tableau 75 reprend le nombre de dépassements des valeurs mesurées ou corrigées, par rapport à la valeur limite et par rapport à la valeur limite augmentée de la marge de tolérance permise par la Directive ($55 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les valeurs corrigées sont donc les valeurs mesurées multipliées par 1.3 pour toutes les stations sauf la station d'Engis où le facteur 1.08 est retenu.

A l'exception des stations de Charleroi et Saint-Nicolas, toutes les autres stations excèdent le nombre de dépassements autorisés ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne 24 h, sur des valeurs corrigées). En tenant compte de la marge de tolérance prévue par la norme durant la période transitoire, la station de Châtelineau respecte également la norme. Bien que le nombre de dépassements soient plus faibles qu'en 2003, il reste excessif par rapport à la norme surtout pour les stations d'Engis, de Jemeppe et de Marchienne qui se situent bien au-delà de ce qui est permis par la directive. Ainsi, on enregistre pratiquement un dépassement un jour sur trois à Engis et, au mois de décembre, on monte jusque deux jours sur trois. On prend aussi conscience de l'importance du facteur correctif qui fait exploser le nombre de dépassements lorsqu'il est appliqué.

Aux stations de Charleroi et Jemeppe, le nombre de dépassements des $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ont diminué de 1997 à 2000. (Figure 54). Ensuite, ce nombre a augmenté et a atteint un maximum en 2003. En 2004, la situation s'améliore à Charleroi mais empire encore à Jemeppe. Des travaux de construction entrepris à proximité de cette dernière station pourraient être responsables du nombre élevé de dépassements. Si cette hypothèse est correcte, la situation devrait s'améliorer dès les fins des travaux.

Station	Localité	Nombre de valeurs	Dépassements ($50 \mu\text{g}/\text{m}^3$)		Dépassements (avec marge – $55 \mu\text{g}/\text{m}^3$)	
			Valeurs mesurées	Valeurs corrigées	Valeurs mesurées	Valeurs corrigées
TMCH01	Marchienne-au-Pont	363	42	88	30	69
TMCH03	Charleroi	353	3	21	1	13
TMCH04	Lodelinsart	362	33	75	19	54
TMCH05	Châtelineau	366	10	36	5	20
TMEG01	Engis	341	65	83	51	63
TMSG01	Jemeppe	366	64	126	43	98
TMSG02	St-Nicolas	309	9	28	7	24

Tableau 75 : Particules en suspension (PM10) - Nombre de dépassements (directive 1999/30/CE) – 2004

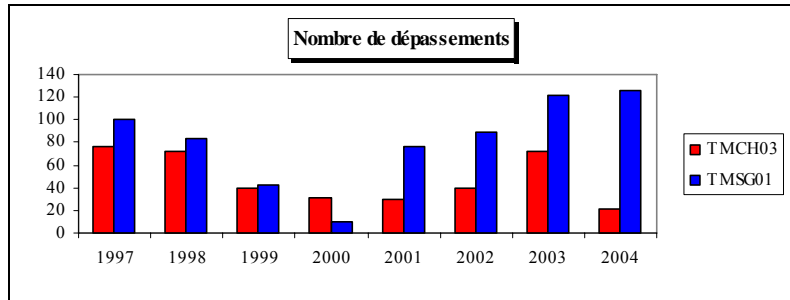


Figure 54 : Evolution du nombre de dépassements (valeurs corrigées) - Charleroi, av G. Michel (TMCH03) et Jemeppe (TMSG01)

Si la directive se borne à limiter le nombre de dépassements, il est cependant intéressant d'examiner le niveau de ces dépassements ainsi que leur durée. Ainsi, par exemple, pour la station de Jemeppe, on a enregistré 13 dépassements sur les quinze premiers jours du mois de décembre, dont 7 consécutifs. Le 10 décembre, on y a même atteint $431 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (soit plus de huit fois la norme) et ce pic ne correspond pas à un phénomène local puisqu'on retrouve un pic à $163 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Saint-Nicolas soit à un peu plus de 2 km de Jemeppe. On retrouve également des pics à la même date dans les stations liégeoises du réseau fumées. Enfin, on observe des pics à la station métaux lourds (MLSG01) principalement pour le zinc, le manganèse et le plomb.

En appliquant le facteur correctif pour le calcul de la moyenne, on constate que la valeur limite annuelle ($40 \mu\text{g}/\text{m}^3$) est dépassée pour les stations d'Engis ($42 \mu\text{g}/\text{m}^3$) et Jemeppe ($48 \mu\text{g}/\text{m}^3$) même en tenant compte de la marge de dépassement permise durant la période transitoire ($41.6 \mu\text{g}/\text{m}^3$). A Marchienne et à Lodelinsart, les moyennes sont légèrement inférieures à la limite avec $38 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De nouveau, on constate l'importance du facteur correctif puisque sans correction, toutes les stations respecteraient la norme pour la moyenne.

Bien qu'elles ne soient pas encore d'application, on peut légitimement se poser des questions sur les valeurs limites de la seconde phase qui semblent bien sévères au vu des concentrations enregistrées. La problématique de la pollution par les particules en suspension ne se limite pas à la Wallonie et constitue un des défis pour les années à venir.

En ce qui concerne, les particules PM10 et PM2.5 (« Air Quality Guidelines for Europe, Second Edition », 2000), l'Organisation Mondiale pour la

Santé souligne le fait qu'il existe un manque de données pour la fraction PM2.5 qui est généralement un bien meilleur indicateur des effets sur la santé que la fraction PM10. On observe des effets à des concentrations (PM10) bien inférieures à $100 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Des études récentes ont même montré des troubles pulmonaires à des concentrations inférieures à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour PM2.5). Comme il n'existe pas de seuil en dessous duquel on n'observe pas d'effet, l'OMS ne donne aucune valeur guide à court ou long terme. Les décideurs politiques doivent donc faire appel à la gestion du risque afin de fournir des normes.

8.2.2.4. Indices de qualité

Afin de donner une idée plus simple de la situation, il est possible, comme pour les dioxydes de soufre et d'azote ou l'ozone, de définir des indices de qualité pour les particules en suspension PM10 (Tableau 76). Dans le cadre de ce rapport, les indices ont été calculés par rapport aux valeurs corrigées puisque les indices sont basés sur la norme.

Sur la Carte 11, nous avons reporté la répartition des jours selon l'indice de qualité. Les indices les plus fréquents sont 2 (très bon), 3 (bon) et 4 (assez bon) avec un maximum généralement à 3 ou 4. A Marchienne, Engis et Jemeppe, la distribution se décale et la proportion d'indices plus élevés augmente. Suivant les stations, les indices supérieurs à 6 varient de 1 % à 13 % du temps. On observe, pour toutes les stations, des jours qui peuvent aller jusqu'à un indice de 7 (très médiocre) ou 8 (mauvais). Le 10/12, à Saint-Nicolas et Jemeppe, l'indice est égal à 10 (exécrable). Enfin, à Engis, on observe également deux jours qualifiés d'exécrables les 28/03 et 14/12.

Polluant		$(\mu\text{g}/\text{m}^3)$									
PM10	Moy. 24 h	0 → 10	→ 20	→ 30	→ 40	→ 50	→ 70	→ 100	→ 150	→ 200	>200
Indice		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Appréciation		Excellent	Très bon	Bon	Assez bon	Moyen	Médiocre	Très médiocre	Mauvais	Très mauvais	Exécrable

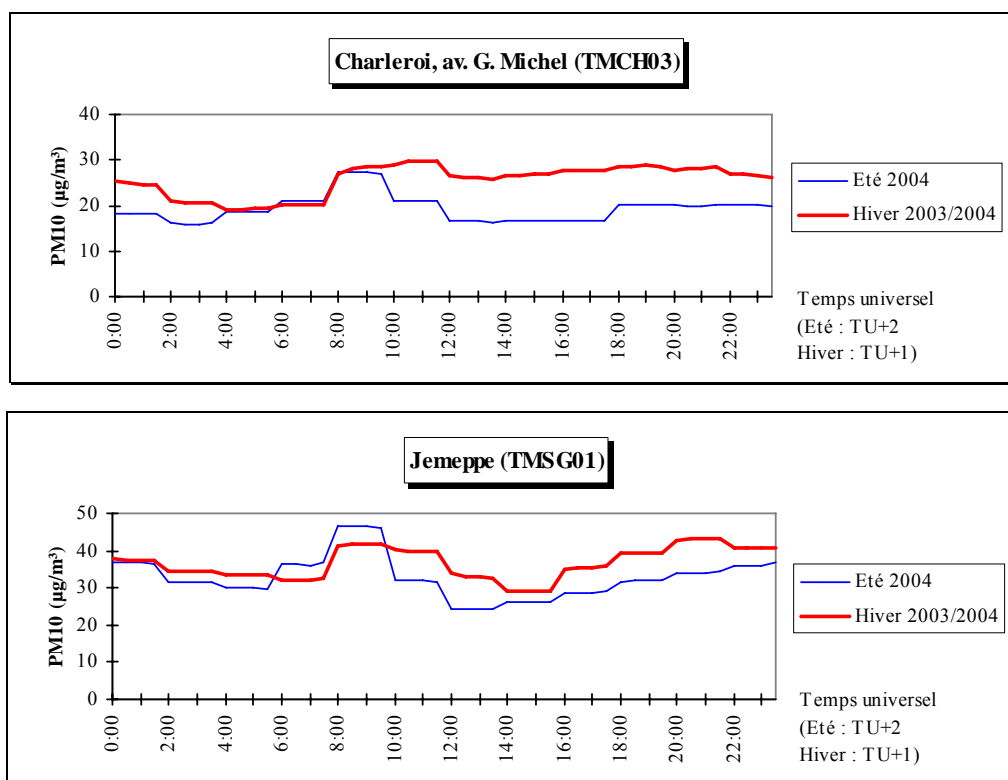
Tableau 76 : Particules en suspension (PM10) - Définition des indices de qualité

8.2.2.5. Journée et semaine moyennes

La variation des concentrations suivant l'heure du jour suit généralement un profil bimodal, typique des polluants liés au trafic automobile (Figure 55), même si ces profils sont bien moins marqués que pour un polluant comme le monoxyde d'azote. Le deuxième maximum est moins visible que celui du matin et tend même à disparaître. A cette composante trafic, vient s'ajouter une composante d'origine industrielle, le cas extrême étant la station

d'Engis où les concentrations sont plus élevées la nuit que le jour (probablement à cause d'un effet de vallée rabattant les polluants la nuit vers la vallée).

Les concentrations en particules en suspension sont légèrement plus faibles le week-end que les jours ouvrables, conséquence probable de la diminution des émissions liées au trafic (Figure 56). Toutefois, cette différence est très faible de l'ordre de $3 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Charleroi (TMCH03) ou de $7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ à Jemeppe (TMSG01).



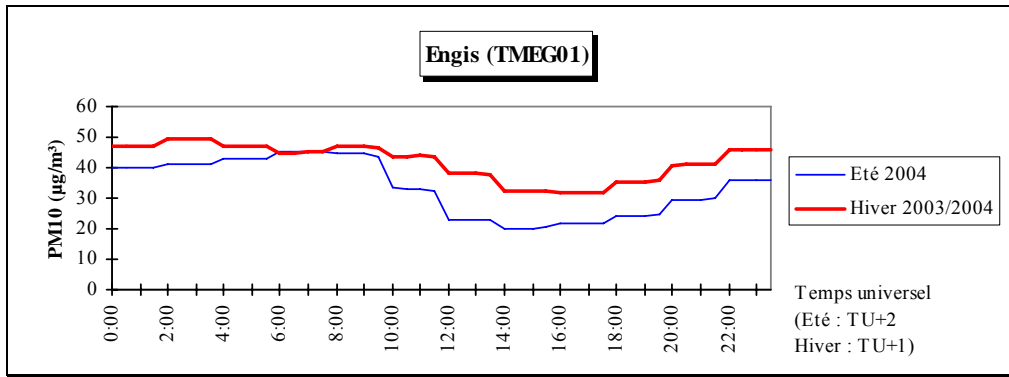


Figure 55 : Particules en suspension (PM10) - Journée moyenne - Stations de Charleroi, av. G. Michel (TMCH03), Jemeppe (TMSG01) et Engis (TMEG01)

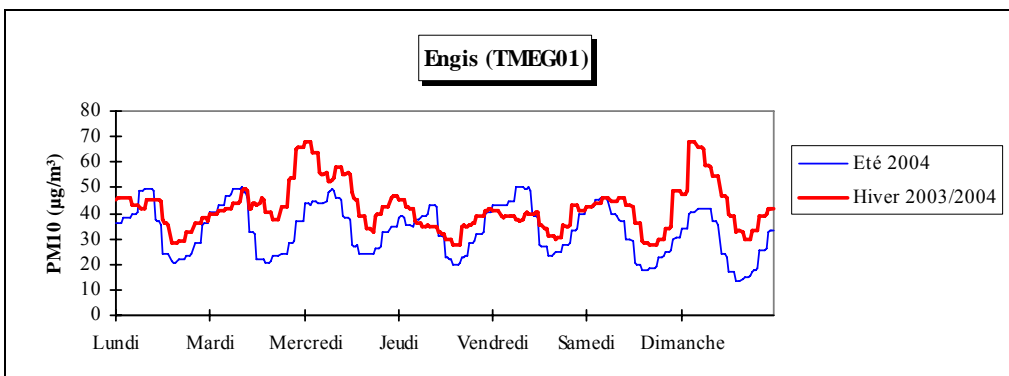
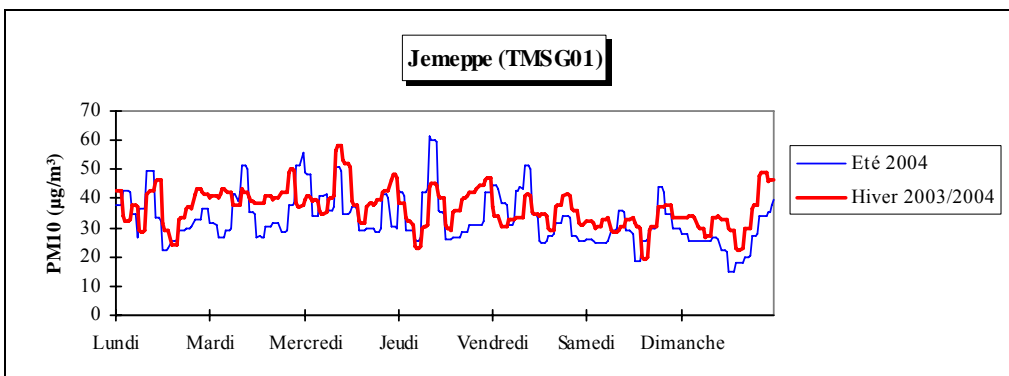
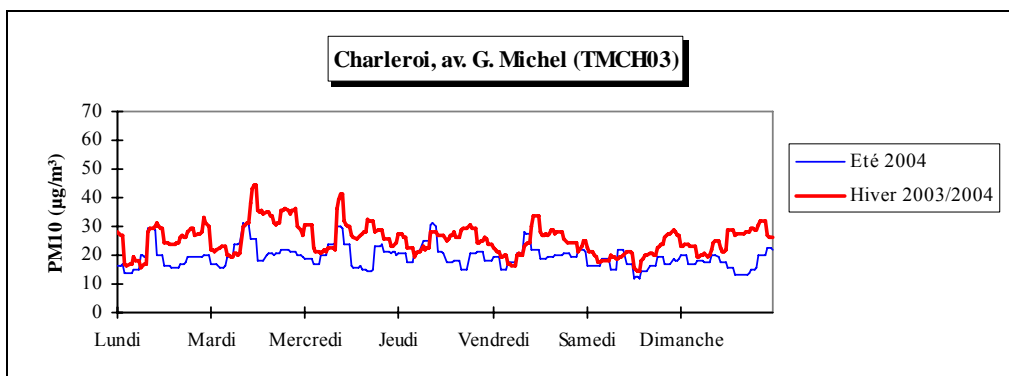


Figure 56 : Particules en suspension (PM10) - Semaine moyenne - Stations de Charleroi, av. G. Michel (TMCH03), Jemeppe (TMSG01) et Engis (TMEG01)

8.3. Poussières sédimentables

8.3.1. Résultats de l'année 2004

Les poussières sédimentables constituent avant tout une nuisance à l'échelle locale. Suite à des plaintes ou à la demande des autorités, les jauges sont placées en des points supposés représentatifs. En règle générale, elles sont placées par groupe, afin de mieux cerner les sources qui, le plus souvent, ne sont pas ponctuelles (carrières, complexes sidérurgiques, ...). Conformément aux normes existantes, ces jauges sont relevées tous les 28 ± 2 jours, soit 13 fois par an. Les statistiques classiques annuelles n'ont guère de sens sur aussi peu de données. Aussi, chaque groupe de stations est-t-il ici caractérisé par la médiane calculée en considérant l'ensemble des données de l'ensemble des stations du groupe pour l'année étudiée. Toutefois, le regroupement des stations peut cacher des réalités locales très différentes. Ainsi, l'évolution géographique des sources provoque parfois des difficultés d'interprétation de l'évolution d'un groupe. Si certaines sources sont relativement bien localisées (comme la sidérurgie), d'autres, comme les carrières évoluent en fonction de l'exploitation. Il faut alors se montrer prudent, car la diminution des retombées pour une jauge provient parfois simplement du fait que l'exploitation de la carrière s'en éloigne et l'impact se déplace vers une autre zone.

Pour réduire ce problème, le réseau poussières sédimentables est appelé à subir des modifications régulières au cours des années pour s'adapter à l'évolution du paysage industriel. Le plus souvent, les changements concernent le nombre de points de mesure pour un groupe ou un déplacement d'un de ces points de mesure.

Suivant les groupes, les retombées pour 2004 sont inférieures, égales ou supérieures à celles de 2003 (Tableau 77). Parmi les variations les plus marquées, notons la diminution pour les groupes de Lessines, Couvin et surtout Saint-Georges ou, au contraire, l'augmentation pour la station d'Ecaussinnes.

Les groupes proches des industries extractives restent caractérisés par des valeurs excessives : groupes de Saint-Georges, Jemelle, Chanxhe, Vaulx... On note aussi des valeurs élevées pour le groupe de Seraing surveillant un complexe sidérurgique. Enfin, à cause de la forte augmentation en 2004, la station d'Ecaussinnes rejoint le groupe des stations à surveiller plus attentivement.

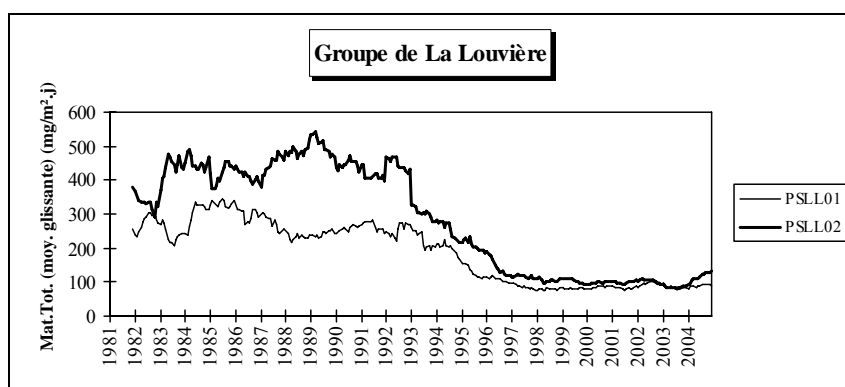
8.3.2. Evolution à long terme

Par le caractère local de ce type de pollution, chaque groupe est un cas particulier et il est impossible de présenter l'évolution d'une station typique de l'ensemble de la Région wallonne. Chaque groupe doit être traité séparément (voir le chapitre 11, se rapportant à l'analyse de zones particulières).

A titre d'exemple, nous avons choisi d'illustrer un groupe typique d'un environnement sidérurgique, le groupe de La Louvière (Figure 57). Pour ce groupe, l'évolution des poussières sédimentables est à la baisse depuis le début de la décennie 90 jusqu'en 1998 et depuis les retombées se sont stabilisées.

Régions	Groupes	Nombre de stations	Type d'environnement	Médiane (mg/m ² .j)	
				2003	2004
Tournai (Mons)	Basècles	2	chimie, incinérateur	95	93
	Vaulx-Antoing-G.	14	carrières, fours à chaux	210	196
	Lessines	3	carrières	223	172
	Ath	2	chimie	68	70
	Frasnes-lez-Anvaing	3	chimie	126	90
Centre (Mons)	Clabecq	6	sidérurgie	82	83
	Rebecq	4	carrières	183	173
	Feluy-Seneffe	4	chimie	72	87
	La Louvière	4	sidérurgie	88	108
Mons	Obourg	7	carrières, cimenteries	82	92
	Tertre	3	chimie	103	99
	Harmignies	2	carrières, cimenterie	115	105
	Cuesmes	2	chimie	79	94
Charleroi	Charleroi	10	sidérurgie, verre	173	159
	Tilly	3	sidérurgie	78	89
	Farciennes	4	sidérurgie, incinérateur	87	92
Namur - Luxembourg	Namèche	10	carrières, fours à chaux	206	176
	Sclaigneau	2	métaux non ferreux	89	107
	Seilles	2	carrières	77	82
	Nivoie	2	métaux non ferreux	81	97
	Jemelle	2	carrières	326	297
	Couvin	2	fonderie	180	116
Engis (Liège)	Engis	(9) 8	industries chimiques	(203) 200	184
	Saint-Georges	7	carrières, fours à chaux	345	240
Liège	Oupeye	5	sidérurgie	125	119
	Seraing	8	sidérurgie	205	238
	Visé	4	cimenteries, fibres de verre	99	109
	Battice	2	fibres de verre	103	136
	Chênée-Angleur	5	métaux non ferreux	113	117
	Chanxhe	2	carrières	255	258
Ponctuel	Ecaussines	1	carrières	220	401
National	Offagne	1	background	54	65

Tableau 77 : Poussières Sédimentables - Résultats 2003 et 2004



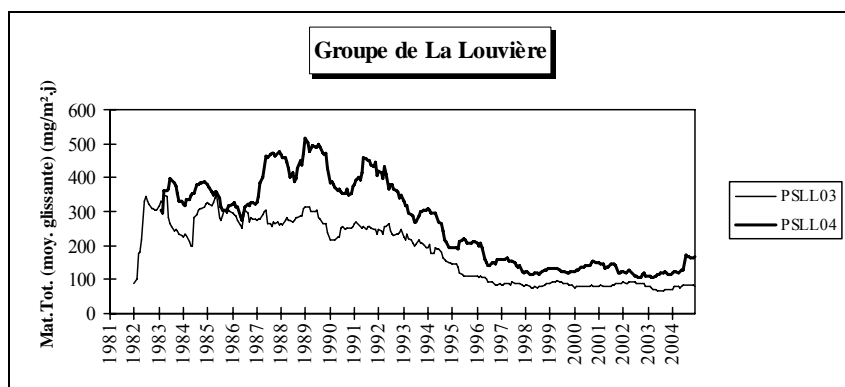


Figure 57 : Poussières Sédimentables - Evolution à long terme - Groupe de La Louvière

8.3.3. Normes et catégories ISSeP

Vu les niveaux de retombées habituellement observés, les poussières sédimentables représentent un risque toxique direct faible pour l'homme. Elles constituent avant tout une nuisance par les dégradations qu'elles provoquent sur les bâtiments, végétaux, paysages et le cadre de vie, en général. Elles ont une portée écotoxicologique, car les éléments toxiques qu'elles contiennent éventuellement s'accumulent dans le sol et contaminent l'écosystème.

Si on se réfère à la norme allemande « TA LUFT » (« Instruction technique pour le maintien de la qualité de l'air »), la valeur limite acceptable est de 350 mg/m².j pour la moyenne de 4 stations formant un carré de 1 km de côté.

Le réseau wallon ne constitue pas un maillage régulier, mais surveille plus particulièrement les sites pollués. Pour diminuer l'impact de la surreprésentation des stations polluées, il sera fait appel, non plus à la moyenne annuelle des stations, mais à la médiane des données du groupe.

Cette norme n'est dépassée en 2004 que par la station d'Ecaussines. Il faut toutefois rester prudent car la norme s'applique à plusieurs stations et caractériser un environnement par un seul point peut sembler insuffisant.

A Saint-Georges, on s'éloigne de plus en plus de la limite. Pour la seconde année consécutive, la norme est respectée après trois années de dépassements (483 mg/m³.j en 2000, 415 mg/m².j en 2001 et 351 mg/m².j en 2002).

Sur base de cette norme, l'ISSeP a introduit une classification (Tableau 78).

En 2004, les valeurs élevées sont enregistrées pour les groupes de Jemelle, Saint-Georges, Seraing et Chanxhe. Les groupes de Vaux, Lessines, Namèche et Engis quittent cette catégorie au profit de la catégorie des valeurs dites faibles. A cause de la forte augmentation en 2004, la station d'Ecaussines passe de la catégorie des valeurs élevées à la catégorie des valeurs très élevées.

Valeurs faibles	Valeurs élevées	Valeurs très élevées
200 mg/m ² .j < médiane des valeurs du groupe	200 mg/m ² .j ≤ médiane des valeurs du groupe < 350 mg/m ² .j	médiane des valeurs du groupe ≥ 350 mg/m ² .j

Tableau 78 : Poussières Sédimentables - Catégories ISSeP