

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 sédimenter 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 téléométrique.
- 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-filtre 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.
- 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 2005

Les concentrations en fumées noires mesurées en 2005 sont faibles (Tableau 67). Par rapport à 2004, la tendance générale est à la stabilité. Cependant, quelques stations font exception et augmentent, comme les stations de Charleroi (SFCH04 et SFCH06), Mont-sur-Marchienne (SFCH03), Tournai (SFNT02) et dans une moindre mesure de

Liège (SFLG01). Ces augmentations sont le plus souvent faibles sauf à la station de Charleroi, avenue G. Michel (SFCH06) où la médiane augmente d'un tiers.

8.2.1.2. Variations saisonnières

Comme pour beaucoup de polluants, les teneurs en fumées noires varient selon les saisons (Figure 48). 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 2005, les concentrations en fumées noires furent plus élevées les trois premiers et surtout les trois derniers mois de l'année. Régulièrement, on a enregistré des pics communs à plusieurs stations comme ce fut le cas pour l'épisode du mois de décembre (les 10, 11 ou 12 décembre selon les stations) déjà évoqué pour les autres polluants. Ce pic constitue même un maximum pour certaines stations et correspond à des conditions météorologiques particulièrement défavorables à la dispersion. On rencontre aussi des pics, d'intensité variable selon les stations, les 7 ou 8 février, les 7 ou 14 octobre.

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 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
		2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
SFCH01	Couillet	359	322	13	13	11	10	23	24	32	30	43	41
SFCH03	Mont-sur-Marchienne	360	361	14	16	11	13	24	28	29	35	39	47
SFCH04	Charleroi	366	365	11	14	8	11	22	27	28	31	33	40
SFCH05	Jumet	345	330	12	12	8	10	23	21	29	28	33	37
SFCH06	Charleroi (Gl. Michel)	347	353	17	23	15	20	28	41	33	47	39	67
SFCN01	Beyne-Heusay	352	357	9	9	7	7	17	16	20	21	25	36
SFEG01	Stockay	314	347	7	7	6	6	12	13	16	18	23	25
SFEG02	Engis	352	365	11	12	8	10	22	23	28	30	41	45
SFEG03	Awirs	336	346	10	10	8	8	19	19	25	24	34	36
SFEG04	Engis (rue du Marly)	341	365	7	8	6	6	14	16	19	21	26	29
SFLG01	Liège (G. Bertrand)	319	333	14	16	10	13	25	27	32	33	56	52
SFLG02	Liège (Val Benoît)	357	349	12	12	10	10	21	21	27	27	39	34
SFLG03	Herstal	(269)	311	(11)	12	(8)	9	(20)	23	(24)	27	(37)	34
SFMO01	Mons	366	351	9	10	8	7	12	17	15	21	20	30
SFNT01	Péruwez	358	362	15	13	12	10	27	24	32	31	38	38
SFNT02	Tournai	302	328	15	18	12	14	26	31	34	41	48	53
SFSG01	Seraing	349	307	14	14	12	12	28	27	35	31	41	39

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

Tableau 67 : Particules en suspension - Méthode des fumées noires - Statistiques 2004 et 2005

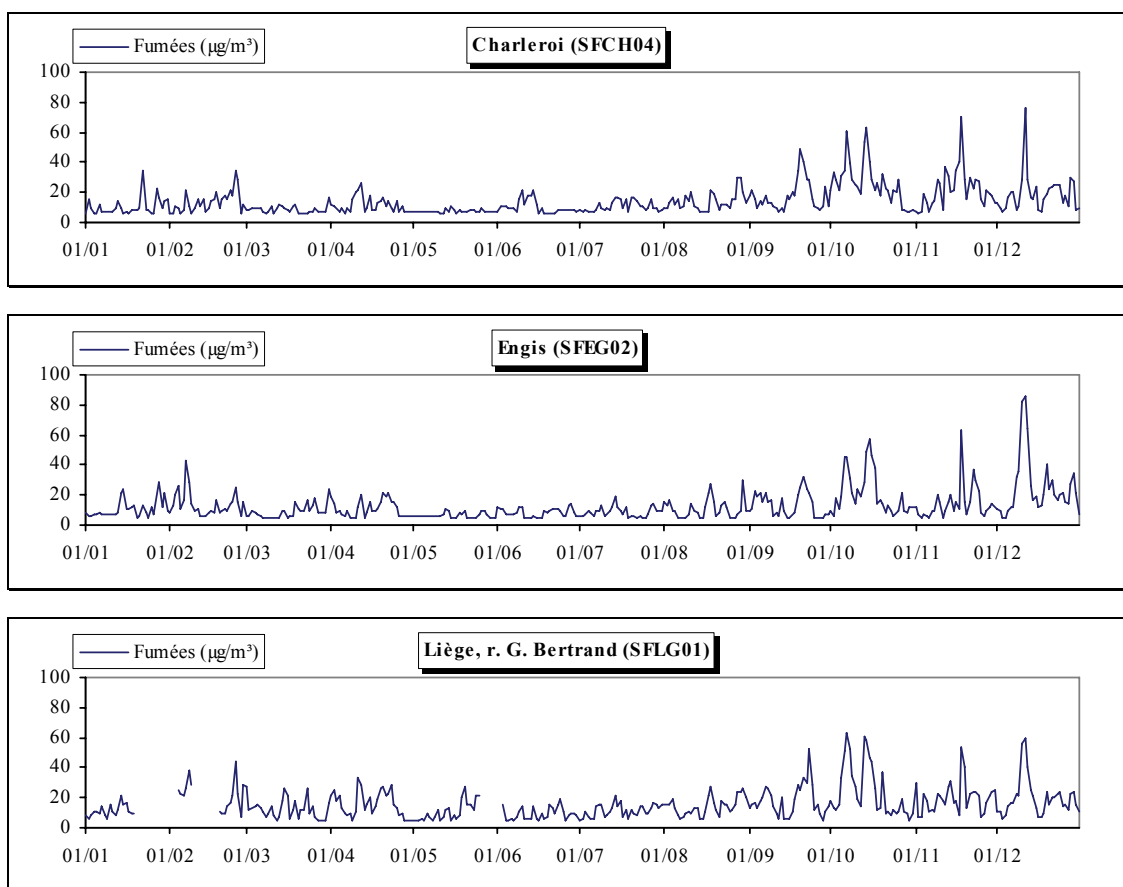


Figure 48 : Particules en suspension - Méthode des fumées noires - Evolution des concentrations journalières - Stations - Charleroi (SFCH04), Engis (SFEG02) et Liège (SFLG01)

8.2.1.3. Evolution à long terme

Les concentrations en fumées noires ont diminué, plus ou moins régulièrement, jusqu'en 1995 (Figure 49). 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 1997-1998 et atteindre ainsi des niveaux de plus en plus faibles et même minimum entre 2000 et 2002. Depuis les concentrations ont légèrement augmenté tout en restant faibles et nettement inférieures aux niveaux des années 80 et du début des années 90. Il est probable qu'une diminution des émissions soit responsable (du moins en partie) de cette réduction. Cependant, les conditions climatiques particulièrement clémentes de ces dernières années ont peut-être aussi joué un rôle non négligeable.

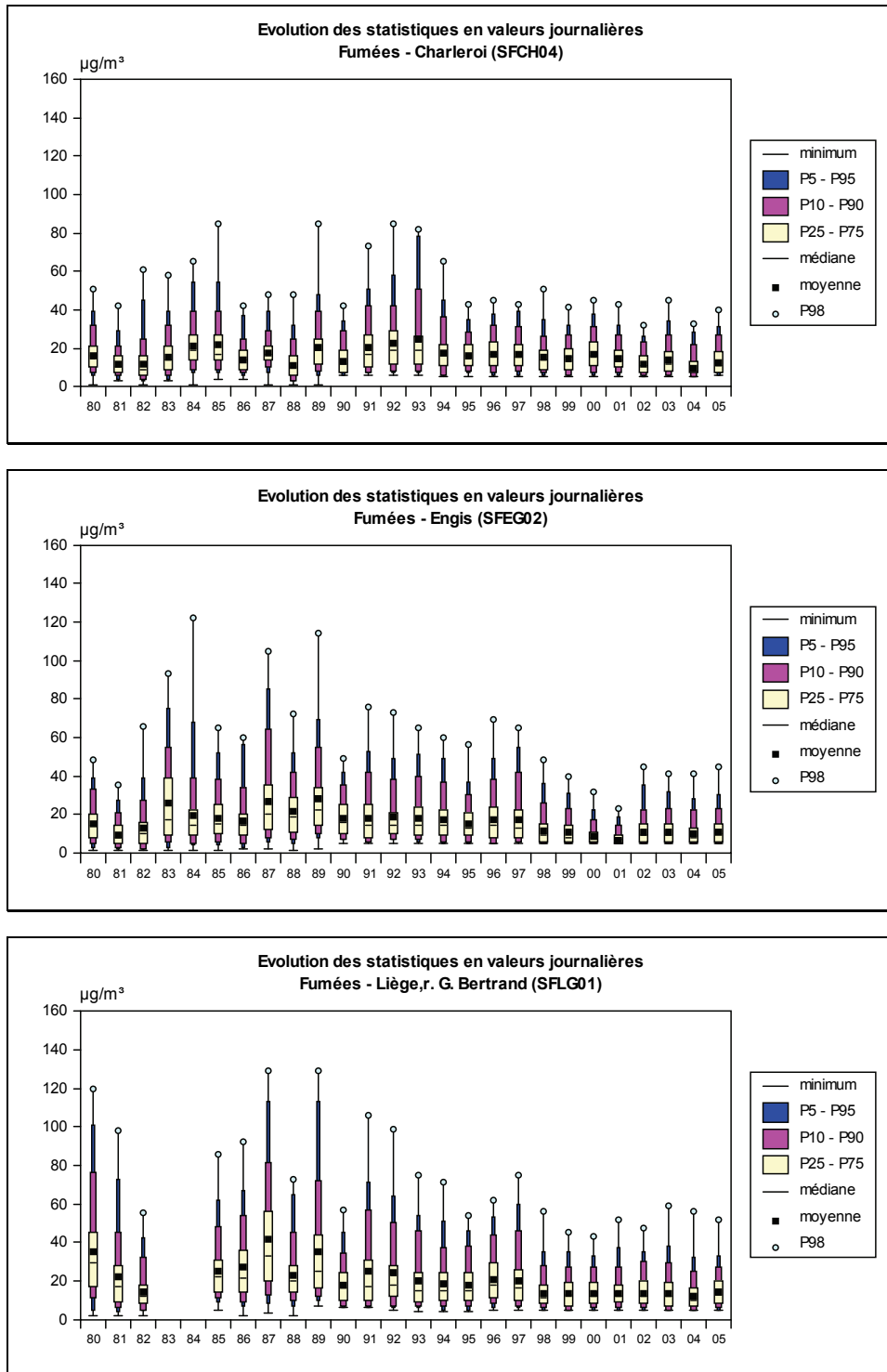


Figure 49 : Particules en suspension - Méthode des fumées noires - Evolution des statistiques - Stations de Charleroi (SFCH04), Engis (SFEG02) et Liège (SFLG01)

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.

Jusqu'en 2005, les teneurs en fumées noires étaient réglementées par 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. Or, une directive plus récente, la directive 1999/30/CE (voir § 8.2.2.3.), édicte également des valeurs limites pour les particules en suspension. Cette dernière directive prévoyait une période transitoire où les deux directives étaient d'application mais, à partir du 01/01/05, elle abroge totalement la directive 80/779/CEE (article 9, paragraphe 1). Il n'y donc plus d'obligation légale de mesurer les particules en suspension par la méthode des fumées noires. Toutefois, au niveau wallon, il a été décidé de maintenir quelques années encore le réseau fumées pour différentes raisons (long historique, faible coût, fraction fine des particules, bonne corrélation dans les études épidémiologiques, ...). Les valeurs limites de la directive de 1980 (Tableau 68) n'ont donc plus aucun aspect contraignant et nous continuons à y faire référence mais à titre purement indicatif.

D'autres chiffres de référence sont fournis par l'Organisation Mondiale pour la Santé (OMS) dans

son livre, « Air Quality Guidelines for Europe », 1987. Elle préconise comme valeurs guides pour les concentrations en fumées noires :

- 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.

Les teneurs mesurées pour 2005 sont largement inférieures aux limites fixées dans l'ancienne directive. Après 25 ans, ces limites ne semblent plus d'actualité et il est compréhensible que cette directive ait été remplacée. Les valeurs guides OMS pour la protection à court et à long terme sont également respectées. Les moyennes annuelles sont largement inférieures à 50 µg/m³ et les maxima journaliers n'ont jamais dépassé 125 µg/m³. Toutefois, à Charleroi (SFCH06), on a enregistré un maximum journalier de 124 µg/m³, le 11 décembre soit lors de l'épisode déjà évoqué au 8.2.1.2.

Sur base de l'ancienne directive, l'ISSeP a introduit une classification des différentes stations (Tableau 69). En 2005, toutes les stations appartiennent à la catégorie des valeurs faibles et les médianes annuelles sont largement inférieures à la limite supérieure de cette catégorie.

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
		120	≤40	
Hiver (1.10 - 31.3)			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 68 : Particules en suspension (fumées noires) - Directive 80/779/CEE

Valeurs faibles	Valeurs élevées	Valeurs très élevées
$40 \mu\text{g}/\text{m}^3 < \text{médiane des valeurs journalières}$	$40 \mu\text{g}/\text{m}^3 \leq \text{médiane des valeurs journalières} < 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$	médiane des valeurs journalières $\geq 80 \mu\text{g}/\text{m}^3$

Tableau 69 : 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.

La station de Charleroi (SFCH06) présente le plus grand nombre de jours dépassant les $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (12 % des jours valides) dont 5 jours supérieurs à $80 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Cette station est située en plein centre ville et subit fortement l'influence du trafic. On y retrouve de fortes concentrations en polluants caractéristiques de la circulation. 5 stations (Mont-sur-Marchienne, Charleroi, Engis, Péruwelz et Tournai) montrent des jours (de 1 à 5 jours) appartenant à la catégorie des valeurs très élevées. Parmi ces jours, il y a en au moins un durant l'épisode du 10 au 12 décembre. A Liège, la station présentant le plus grand nombre de jours dépassant les $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est la plus centrale (SFLG01). A Engis, le nombre de jours supérieurs à $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ varie de 0 à 11 selon les stations. De nouveau, le maximum est enregistré à la station la plus centrale (SFEG02) tandis qu'à la station de Stockay (SFEG01), tous les jours appartiennent à la

catégorie des valeurs faibles. 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. On remarquera que la station SFEG04 est relativement épargnée (3 jours) alors que le nombre de dépassement des PM10 y est important. Enfin, la station de Tournai (SFNT02) apparaît comme fort touchée.

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.

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 Tournai (Figure 50) où la moyenne en semaine est égale à $18 \mu\text{g}/\text{m}^3$ contre $14 \mu\text{g}/\text{m}^3$ le week-end (hiver 2004/2005).

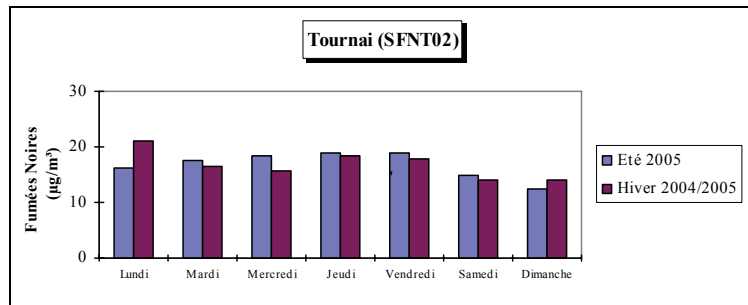


Figure 50 : Particules en suspension - Méthode des fumées noires - Semaine moyenne - Station de Tournai (SFNT02)

8.2.2. Absorption β - Particules en suspension (PM10)

8.2.2.1. Résultats de l'année 2005

En 2005, le réseau de mesure des particules en suspension a connu un profond remaniement. Par rapport aux obligations légales, il y avait une surreprésentation sur la région de Charleroi tandis qu'il y avait un manque de mesure en zone rurale. Il a donc été décidé de déplacer les moniteurs de Lodelinsart et Châtelineau vers les stations de Sinsin et Vielsalm. Il reste donc à Charleroi, un moniteur dans la station la plus représentative du centre ville (TMCH03) et un moniteur à la station de Marchienne (TMCH01), station directement sous l'influence de la sidérurgie et qui avait déjà compté de nombreux dépassements. Il faut signaler que, si ce changement améliore la couverture de la Région wallonne, il nous manque encore 4 points de mesure pour répondre aux exigences européennes et l'achat de moniteurs devrait se faire dans un avenir assez proche.

Les teneurs en particules en suspension varient en fonction du caractère industriel des stations (Tableau 70) : la station la plus polluée est la station d'Engis, station à très fort caractère industriel. Viennent ensuite les stations de Marchienne et de Jemeppe, deux stations sous l'influence directe des bassins sidérurgiques de Charleroi et Seraing. Les concentrations aux stations de Charleroi et de Saint-Nicolas sont plus faibles ; ces stations sont plus éloignées des industries et sont certainement plus caractéristiques des teneurs des villes de Charleroi et Liège. Enfin, les minima sont enregistrés aux stations rurales de Sinsin et Vielsalm.

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 2004 et 2005, on ne constate que peu de différences entre les différents paramètres statistiques pour les stations de Charleroi et Marchienne. A Engis et à Saint-Nicolas, on observe

une légère diminution tandis qu'à Jemeppe, les concentrations chutent rejoignant ainsi les niveaux de 2002 et des années antérieures. L'augmentation en 2003 et 2004 peut s'expliquer par la présence de travaux de construction d'une école dans l'environnement immédiat de la station.

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 51). Ainsi, les moyennes des mois d'hiver sont à peine plus élevées que celles des mois d'été. Par contre, on rencontre de plus fortes variations en hiver qu'en été. On peut parfois observer des épisodes correspondant à une météo défavorable à la dispersion des polluants comme ce fut le cas les 11 ou 12 décembre 2005. Cet épisode a déjà été évoqué pour le dioxyde de soufre, le monoxyde d'azote ou le monoxyde de carbone.

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 dernière décade du mois de juin, on observe pour la station rurale de Sinsin, des concentrations plus élevées au même un maximum annuel le 21 juin. Durant cette période, le temps était sec et ensoleillé. Ces conditions sont favorables à des épisodes de pollution par les particules (pas de lavage de l'atmosphère, remise en suspension des particules déposées, peu de vent et donc de dispersion) mais également favorable au développement de pics d'ozone et les dépassements en ozone pour 2005 eurent lieu durant cette période.

Station	Localité	Nombre de valeurs		Moyenne (µg/m³)		Médiane (µg/m³)		P90 (µg/m³)		P95 (µg/m³)		P98 (µg/m³)	
		2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005	2004	2005
TMCH01	Marchienne-au-Pont	363	354	29	30	25	26	53	49	60	55	70	69
TMCH03	Charleroi (Gl. Michel)	353	361	21	22	19	20	34	35	39	41	46	46
TMCH04	Lodelinsart ⁽¹⁾	362	117	29	*	26	*	48	*	56	*	66	*
TMCH05	Châtelineau ⁽¹⁾	366	117	23	*	21	*	39	*	44	*	54	*
TMEG01	Engis	341	363	39	36	33	31	63	60	73	74	110	89
TMNT05	Sinsin ⁽²⁾	/	241	/	12	/	11	/	22	/	26	/	30
TMNT09	Vielsalm ⁽³⁾	/	209	/	11	/	10	/	19	/	23	/	27
TMSG01	Jemeppe	366	364	37	28	31	25	57	48	74	57	101	67
TMSG02	St-Nicolas	309	363	25	21	22	19	38	36	46	40	56	50

(1) arrêt le 27/04/05

(2) depuis le 29/04/05

(3) depuis le 30/04/05

Tableau 70 : Particules en suspension (PM10) - Valeurs journalières - Statistiques 2004 et 2005 (valeurs brutes)

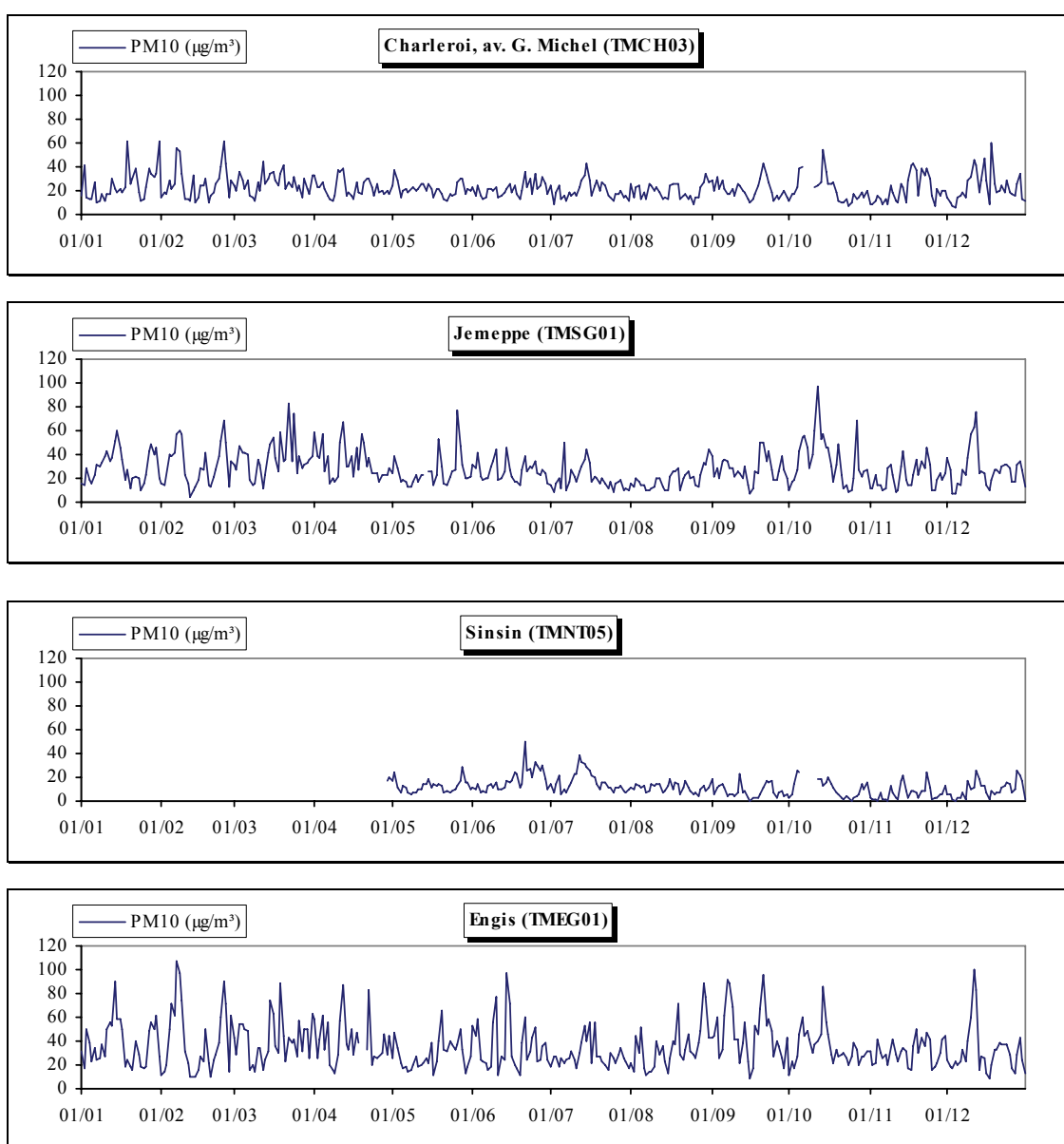


Figure 51 : Particules en suspension (PM10) - Evolution des concentrations journalières - Stations de Charleroi (TMCH03), Jemeppe (TMSG01), Sinsin (TMNT05) et Engis (TMEG01)

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 71), 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. Notons que la période transitoire est finie et que la marge de dépassement tolérée est maintenant nulle.

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.

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. Dans le cas de l'absorption β que nous utilisons, 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. Les données de nos moniteurs doivent être corrigées pour pouvoir être comparée aux valeurs limites de la norme. Une étude de la VMM (Vlaamse MilieuMaatschappij) rapporte que le facteur 1.37 est à appliquer pour les analyseurs de poussières en suspension mesurant par le principe de l'absorption de rayonnement Bêta. (Réf : 'Vergelijkende PM10 metingen September 2002', p.66). Cette correction est applicable à la fois à la moyenne journalière pour le comptage des dépassements et au calcul de la moyenne annuelle.

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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ 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/m ³ 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/m ³ 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 71 : Particules en suspension (PM10) - Valeurs limites (directive 1999/30/CE)

Dans leur version de base, les moniteurs utilisés dans le réseau wallon ne satisfaisaient pas aux critères d'équivalence avec la méthode de référence. Le constructeur nous a proposé une amélioration du moniteur appelée kit RST et qui consiste en un contrôle des paramètres de chauffage lors de l'échantillonnage. Le chauffage est régulé en fonction de la température et de l'humidité extérieure de manière à minimiser les pertes en composés semi-volatils. La station d'Engis fut la première à être équipée de ce kit et une étude fut réalisée en deux phases (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 1.37. En 2005 et début 2006, les autres moniteurs ont été progressivement adaptés. Nous devons ensuite mener des campagnes de comparaison avec la méthode de référence pour calculer un coefficient de correction correspondant aux réalités wallonnes.

Le Tableau 72 reprend le nombre de dépassements des valeurs mesurées ou corrigées, par rapport à la valeur limite (50 µg/m³ sur 24 h). Les valeurs corrigées sont donc les valeurs mesurées multipliées par 1.37 pour toutes les stations sauf la station d'Engis où le facteur 1.08 est retenu.

Les trois stations les plus industrielles, Engis, Marchienne et Jemeppe ne respectent pas les 35 dépassements permis et sont même bien au-delà de cette limite. Les stations de Charleroi et Saint-

Nicolas montrent un nombre importants de dépassements mais respectent la norme tandis que les deux stations rurales n'enregistrent que rarement un dépassement. On prend aussi conscience de l'importance du facteur correctif : si lors des campagnes de comparaison, nous trouvons des facteurs correctifs inférieurs à 1.37, nous pourrions ainsi diminuer d'autant le nombre de dépassements. A la station d'Engis, même avec un coefficient correctif réel, le nombre de dépassements est trop important puisqu'un jour sur quatre est en dépassement en moyenne sur l'année et même certains mois, un jour sur trois est en dépassement.

Aux stations de Charleroi et Jemeppe, le nombre de dépassements des 50 µg/m³ ont diminué de 1997 à 2000. (Figure 52). Ensuite, ce nombre a augmenté et a atteint un maximum en 2003. En 2004, la situation s'améliore à Charleroi mais empire à Jemeppe. En 2005, le nombre de dépassement augmente très légèrement à Charleroi et chute à Jemeppe suite à la fin de travaux de construction à proximité de la station. A la station de Saint-Nicolas, le nombre de dépassement diminue d'année en année sauf en 2003 qui fut une année riche en dépassement PM10 pour toutes les stations.

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, lors de l'épisode centré sur le 11 décembre, on a mesuré, à Marchienne, un maximum de 152 µg/m³ (soit trois fois la valeur limite) avec quatre jours consécutifs en dépassement dont trois supérieurs à 100 µg/m³. Lors du même épisode, on a compté jusqu'à 7 jours consécutifs de dépassements à Jemeppe avec un maximum de 133 µg/m³.

Station	Localité	Nombre de valeurs	Dépassements (50 µg/m ³ /24 h)	
			Valeurs mesurées	Valeurs corrigées
TMCH01	Marchienne-au-Pont	354	30	89
TMCH03	Charleroi	361	7	29
TMEG01	Engis	363	64	82
TMNT05	Sinsin	241	0	2
TMNT09	Vielsalm	209	0	0
TMSG01	Jemeppe	364	27	80
TMSG02	St-Nicolas	363	6	29

Tableau 72 : Particules en suspension (PM10) - Nombre de dépassements (directive 1999/30/CE) – 2005

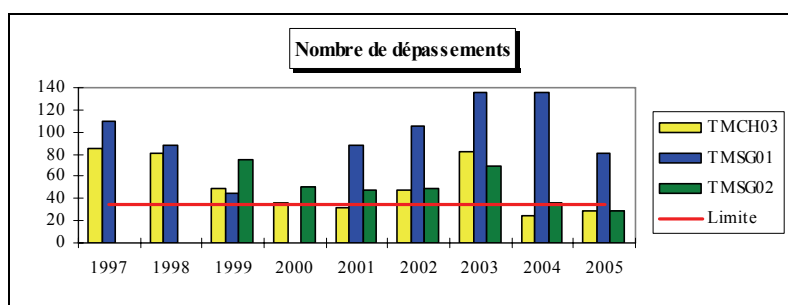


Figure 52 : Evolution du nombre de dépassements (valeurs corrigées) - Charleroi, av G. Michel (TMCH03), Jemeppe (TMSG01) et Saint-Nicolas (TMSG02)

La valeur limite applicable à la moyenne annuelle (40 µg/m³) semble moins sévère car, en appliquant le facteur correctif, seule la station de Marchienne dépasse de peu la limite, avec 41 µg/m³. Les stations d'Engis (38 µg/m³) et Jemeppe (38 µg/m³) sont juste en dessous mais respectent la limite, tandis qu'il n'y a aucun problème à Charleroi (30 µg/m³), Saint-Nicolas (28 µg/m³), Sinsin (16 µg/m³) et Vielsalm (15 µg/m³).

De nouveau, on constate l'importance du facteur correctif puisque sans correction, la station de Marchienne respecterait la norme pour la moyenne.

Une directive en préparation (« Proposition de directive du Parlement européen et du Conseil concernant la qualité de l'air ambiant et un air pur pour l'Europe », COM(2005)447 final, 21/09/05) fixera de nouvelles normes pour les particules PM10 et PM2.5. Au vu de la situation actuelle, le respect de ces normes sera un point critique pour la Région wallonne.

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 µg/m³. Des études récentes ont même montré des troubles pulmonaires à des concentrations inférieures à 30 µg/m³ en moyenne annuelle (20 µg/m³ 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 73). Dans le cadre de ce rapport, les indices ont été calculés par rapport aux valeurs corrigées puisque les indices sont basés sur la norme.

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	Exécration

Tableau 73 : Particules en suspension (PM10) - Définition des indices de qualité

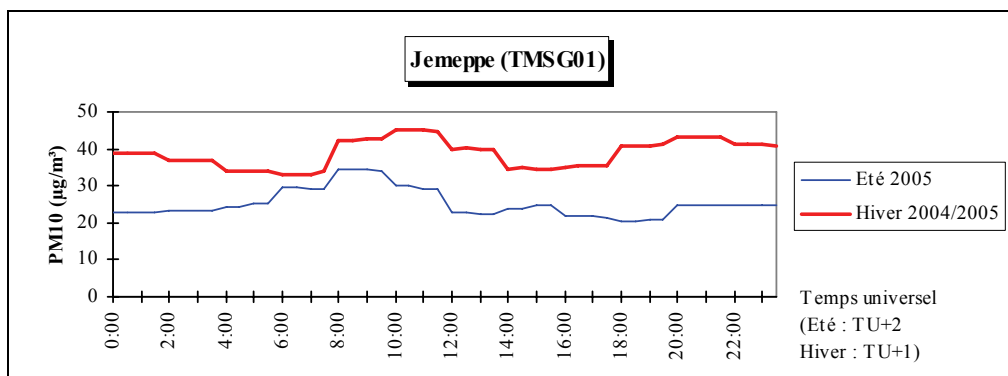
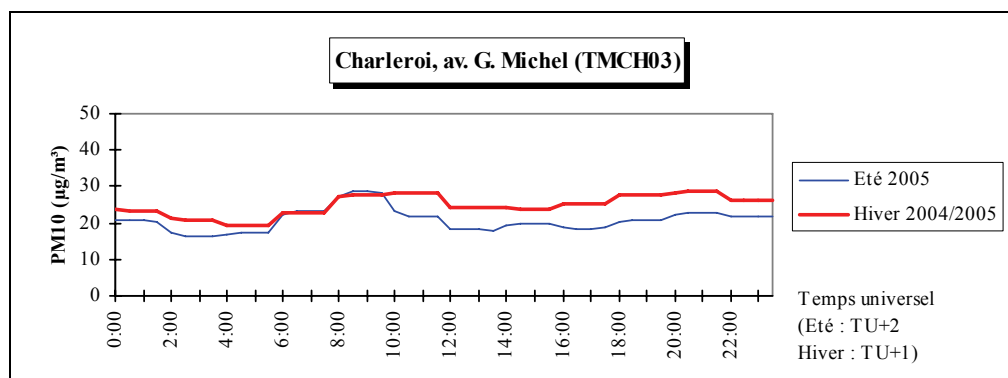
Sur la Carte 11, nous avons reporté la répartition des jours selon l'indice de qualité. Pour les deux stations rurales, les indices les plus fréquents vont de 1 à 3 avec un maximum à 2. Pour les autres stations, la distribution se décale vers les indices plus élevés et le maximum se situe vers 3 alors que les jours d'indice égal à 1 ne constituent plus que quelques pourcents. Plus la station possède un caractère industriel et plus la distribution s'élargit. Ainsi, les stations de Jemeppe, Marchienne et Engis montrent des jours d'indices pouvant aller de 1 jusqu'à 8. A Marchienne, le 11/12/05, on a même enregistré un jour pouvant être qualifié de très mauvais (indice 9).

8.2.2.5. Journée et semaine moyennes

En zone urbaine, la variation des concentrations suivant l'heure du jour suit généralement un profil bimodal, typique des polluants liés au trafic automobile (Figure 53), 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 profils sont entièrement différents et 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). La station de Saint-Nicolas et, dans une moindre mesure, la station de Sinsin montrent également ce type de profil. Enfin, la station de Vielsalm ne montre aucune structure périodique.

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 54). Toutefois, cette différence est très faible de l'ordre de 10 à 20 %.



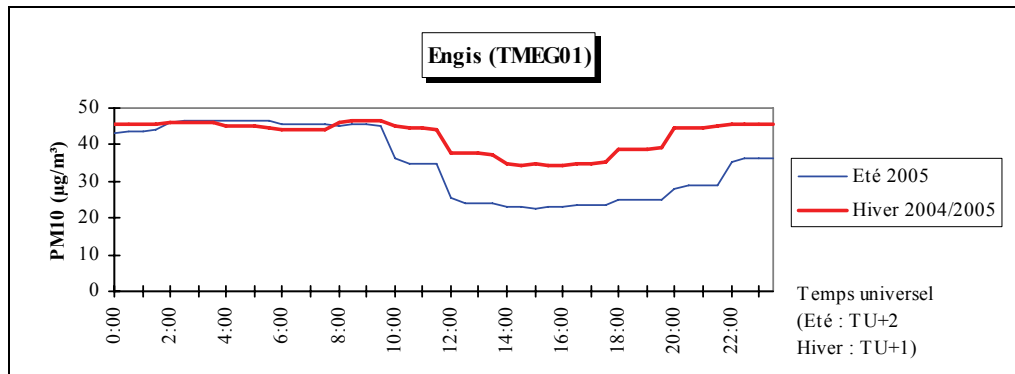
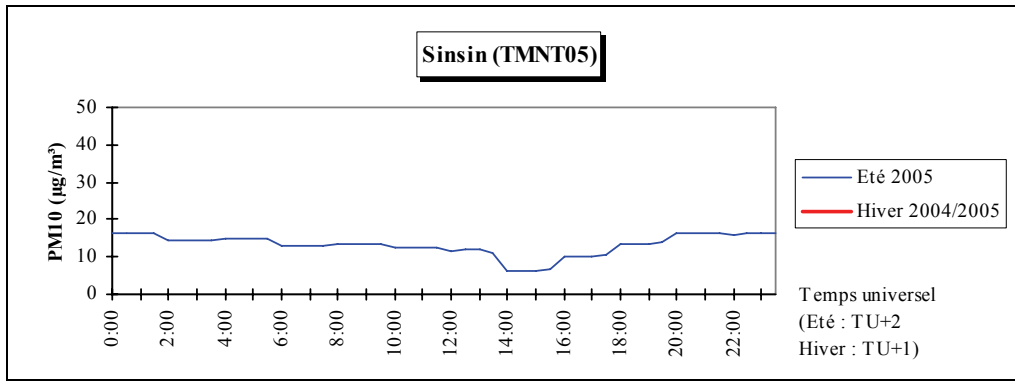
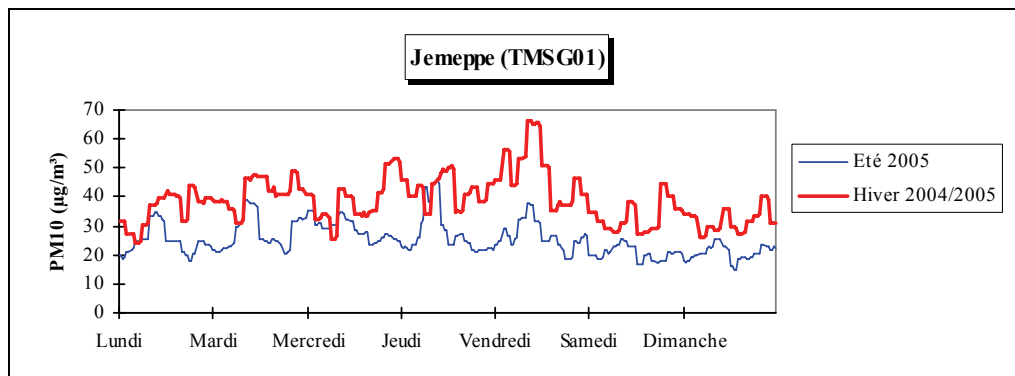
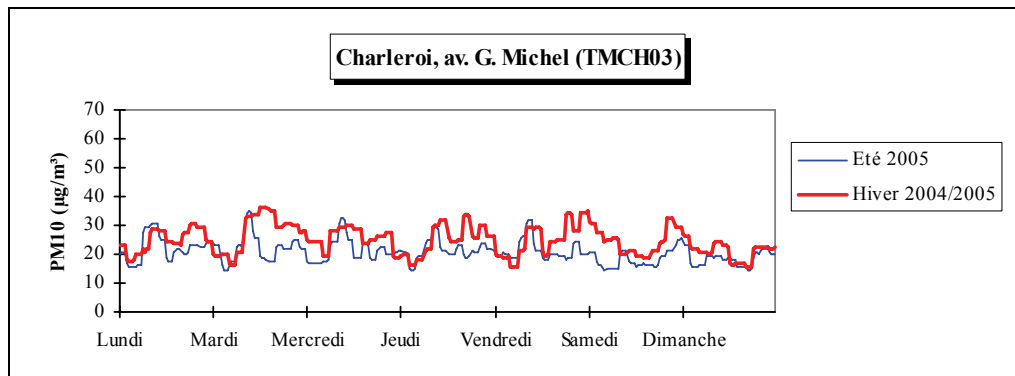


Figure 53 : Particules en suspension (PM10) - Journée moyenne - Stations de Charleroi, av. G. Michel (TMCH03), Jemeppe (TMSG01), Sinsin (TMNT05) et Engis (TMEG01)



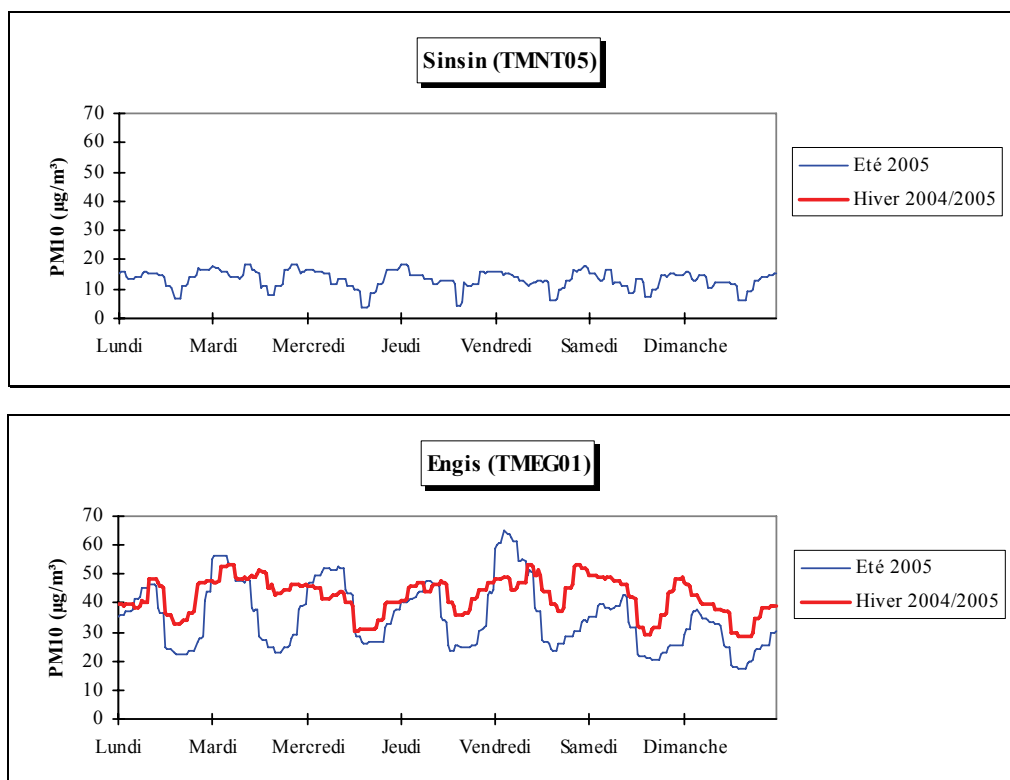


Figure 54 : Particules en suspension (PM10) - Semaine moyenne - Stations de Charleroi, av G. Michel (TMCH03), Jemeppe (TMSG01), Sinsin (TMNT05) et Engis (TMEG01)

8.3. Poussières sédimentables

8.3.1. Résultats de l'année 2005

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.

Les groupes proches des industries extractives restent caractérisés par des valeurs excessives : groupes de Saint-Georges, Jemelle, Chanxhe, Vaulx, Lessines... On note aussi des valeurs élevées pour les groupes surveillant des complexes sidérurgiques comme à Seraing et Charleroi. Enfin, la jauge d'Ecaussines montre de fortes valeurs. Cette jauge isolée se situe à proximité d'une industrie traitant du charbon actif, en plein zoning industriel et, heureusement, loin de toute habitation.

Suivant les groupes, les retombées pour 2005 sont inférieures, égales ou supérieures à celles de 2004 (Tableau 74). Parmi les variations les plus marquées, notons la diminution pour les groupes de Namèche, Jemelle, Chanxhe et Seraing ou, au contraire, les augmentations à Lessines, Couvin et Ecaussines.

Régions	Groupes	Nombre de stations	Type d'environnement	Médiane (mg/m ² .j)	
				2004	2005
Tournai (Mons)	Basècles	2	chimie, incinérateur	93	98
	Vaulx-Antoing-G.	14	carrières, fours à chaux	196	209
	Lessines	3	carrières	172	200
	Ath	2	chimie	70	82
	Frasnes-lez-Anvaing	3	chimie	90	115
Centre (Mons)	Clabecq	6	sidérurgie	83	83
	Rebecq	4	carrières	173	180
	Feluy-Seneffe	4	chimie	87	88
	La Louvière	4	sidérurgie	108	96
Mons	Obourg	7	carrières, cimenteries	92	95
	Terte	3	chimie	99	116
	Harmignies	2	carrières, cimenterie	105	111
	Cuesmes	2	chimie	94	95
Charleroi	Charleroi	10	sidérurgie, verre	159	170
	Tilly	3	métallurgie	89	72
	Farciennes	4	sidérurgie, incinérateur	92	115
Namur - Luxembourg	Namèche	(10) 9	carrières, fours à chaux	(176) 170	140
	Sclaigneaux	2	métaux non ferreux	107	95
	Seilles	2	carrières	82	83
	Nivoie	2	métaux non ferreux	97	89
	Jemelle	2	carrières	297	263
Engis (Liège)	Couvin	2	fonderie	116	143
	Engis	8	industries chimiques	184	197
Liège	Saint-Georges	7	carrières, fours à chaux	240	235
	Oupeye	5	sidérurgie	119	115
	Seraing	8	sidérurgie	238	185
	Visé	(4) 3	cimenteries, fibres de verre	(109) 96	96
	Battice	2	fibres de verre	136	86
	Chênée-Angleur	(5) 4	métaux non ferreux	(117) 120	125
Ponctuel	Chanxhe	2	carrières	258	198
	Ecaussines	1	chimie	401	431
National	Offagne	1	background	65	55

Tableau 74 : Poussières Sédimentables - Résultats 2004 et 2005

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 55). Pour ce groupe, l'évolution des poussières sédimentables est à la baisse depuis le début de la décennie 90 jusqu'en 1998 et, depuis lors, les retombées se sont stabilisées.

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 2005 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.

Sur base de cette norme, l'ISSeP a introduit une classification (Tableau 75).

En 2005, les valeurs élevées sont enregistrées pour les groupes de Jemelle, Saint Georges, Vault et Lessines, ces deux derniers étant passés à une catégorie supérieure à cause d'une augmentation en

2005. A l'inverse, les groupes de Seraing et Chanxhe quittent cette catégorie au profit de la catégorie des valeurs dites faibles. Pour la seconde année consécutive, la station d'Ecaussines se classe dans la catégorie des valeurs qualifiées de très élevées.

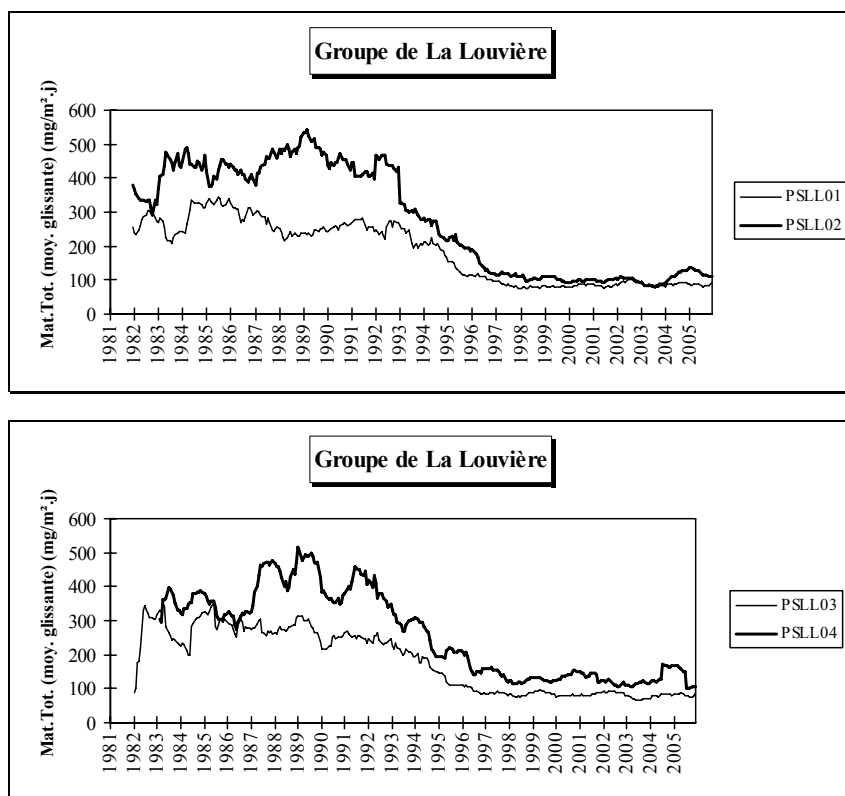


Figure 55 : Poussières Sédimentables - Evolution à long terme - Groupe de La Louvière

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 75 : Poussières Sédimentables - Catégories ISSeP