

Bilan 2010 des mesures d'hydrocarbures aromatiques polycycliques



Rapport 02-2011-FB

Décembre 2011



Bilan 2010 des mesures d'hydrocarbures aromatiques polycycliques

Rapport d'étude N° 02 - 2011 - FB

26 pages (hors couvertures)

Parution : Décembre 2011

	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
Nom	Frédéric Baey	Tiphaine Delaunay	Emmanuel Verlinden
Fonction	Chargé d'études	Ingénieur d'études	Responsable Etude

Conditions de diffusion

Toute utilisation partielle ou totale de ce document doit être signalée par « source d'information Atmo Nord - Pas de Calais, rapport N° 02-2011-FB.

Les données contenues dans ce document restant la propriété d'Atmo Nord - Pas de Calais peuvent être diffusées à d'autres destinataires.

Atmo Nord - Pas de Calais ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels l'association n'aura pas donné d'accord préalable.

Sommaire

Table des illustrations	3
Généralités sur les HAP	4
1. Définition	4
2. Sources d'émission	4
3. Les données d'émission en Nord Pas de Calais	6
4. Réglementation	7
5. Historique des mesures et méthode d'échantillonnage	7
5.1. Historique des mesures	7
5.2. Méthode d'échantillonnage	9
5.3. Rappel des abréviations	9
Exploitation des résultats	10
1. Taux de surveillance 2010	10
2. Résultats 2010	11
3. Interprétations	11
3.1. Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux	11
3.2. Concentration annuelle des différents composés	13
3.3. Répartition des HAP et coefficient de corrélation	14
4. Etude des maxima journaliers	16
4.1. Maxima sur Grande-Synthe	19
4.2. Maxima sur les autres sites	20
5. Evolution temporelle	16
5.1. De 1990 à 2001	16
5.2. Depuis 2002	17
6. Campagnes de mesure ponctuelles	24
7. Positionnement par rapport à la réglementation	25
Conclusion - perspectives	26

Table des illustrations

Figure 1 – Exemples de HAP	4
Figure 2 : Répartition des émissions calculées par secteur (source CITEPA).....	5
Figure 3 : Répartition des émissions calculées en régions métropolitaines (source CITEPA / Février 2005)	6
Figure 4 : Carte des émissions de HAP en Nord-Pas-de-Calais, issue du cadastre (2005).....	6
Figure 5 - Valeurs réglementaires (4ème directive fille du 15/12/2004).....	7
Figure 6 - Les stations mesurant les HAP en 2010	8
Figure 7 - Taux de prélèvement et de détection	10
Figure 8 - Données 2010 sur Lens, Malo, Marcq, Grande-Synthe, Roubaix-Serres et Wallon en ng/m3	11
Figure 9 - Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux sur Roubaix-Serres	11
Figure 10 - Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux sur Lens.....	12
Figure 11 - Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux sur Marcq-en-Barœul	12
Figure 12 - Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux sur Valenciennes-Wallon	12
Figure 13 - Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux sur Dunkerque-Malo.....	13
Figure 14 - Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux sur Grande-Synthe	13
Figure 15 – Concentrations 2010 des HAP	14
Figure 16 - Répartition annuelle des HAP	14
Figure 17 - HAP prédominants dans les émissions de différentes sources (Masclet et al. 1984)	15
Figure 18 - Coefficients de corrélation des composés avec les HAP totaux sur les 6 sites	15
Figure 19 - Evolution des HAP totaux sur Pasteur et Marcq-en-Barœul entre 1990 et 2001	16
Figure 20 - Evolution du B(a)P entre 1990 et 2001 sur Pasteur et Marcq-en-Barœul	16
Figure 21 - Evolution des concentrations en HAP totaux à Lens et Marcq	17
Figure 22 - Evolution des concentrations en B(a)P à Lens et Marcq	18
Figure 23 - Evolution des concentrations en PM10 et HAP totaux sur Grande-Synthe en 2010.....	19
Figure 24 - Roses des vents à Dunkerque le 8 mai, le 21 juin, le 19 juillet et le 30 août.....	19
Figure 25 - Evolution des concentrations en PM10 sur cinq sites.....	20
Figure 26 - Dates des maxima de concentrations en HAP totaux.....	21
Figure 27 - Rose des vents pour Dunkerque le 13 février.....	21
Figure 28 - Dates des maxima de concentrations en HAP	22
Figure 29 - Roses des vents du 16 novembre sur Lille et Dunkerque	22
Figure 30 - Répartitions des HAP le 23 octobre et en moyenne annuelle	23
Figure 31 - Températures à Lens et Dunkerque du 25 novembre au 22 décembre	23
Figure 32 - Carte du site d'étude	24
Figure 33 - Tableaux de résultats de mesures en HAP totaux.....	25
Figure 34 - Moyenne annuelle de B(a)P en 2010 sur les 6 sites	25

Généralités sur les HAP

1. Définition

Les Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP) sont des composés organiques issus de la fusion de cycles benzéniques (au minimum deux). Il existe plusieurs dizaines de HAP, dont la toxicité est variable : certains sont faiblement toxiques, alors que d'autres, comme le benzo(a)pyrène, sont reconnus comme cancérigènes depuis plusieurs années. Le benzo(a)pyrène est d'ailleurs choisi comme traceur du risque cancérigène des hydrocarbures aromatiques polycycliques. En effet, il représenterait à lui seul environ 40 % de la cancérogénèse totale attribuée aux HAP étudiés. De façon générale, lorsque la masse moléculaire augmente, leur solubilité dans l'eau diminue, alors que la solubilité dans les tissus gras et leur point de fusion augmentent.

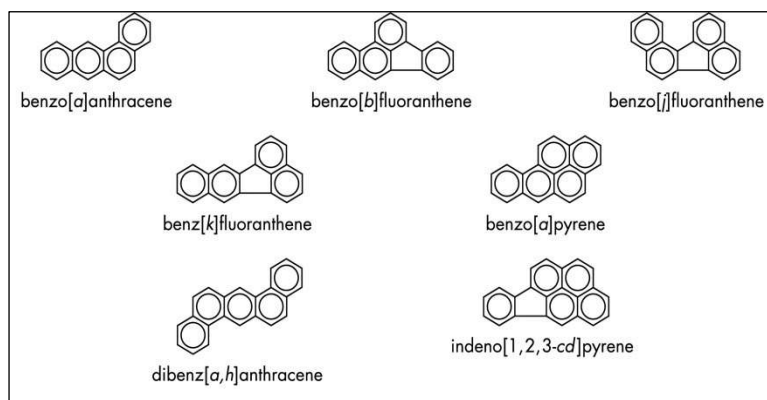


Figure 1 – Exemples de HAP

Lorsqu'ils sont libérés dans l'atmosphère, les HAP peuvent se fixer sur de petites particules et sont parfois transportés sur des distances considérables avant de se poser soit directement, soit par l'intermédiaire des précipitations ; les HAP sont rarement présents en fortes concentrations dans l'environnement et leur particularité est surtout d'être présents sous forme de mélanges plus ou moins complexes. En effet, compte tenu de la diversité des sources d'émissions, un mélange complexe d'une centaine de molécules incluant les HAP, leurs dérivés, des composés oxygénés et des composés hétérocycliques est retrouvé dans l'environnement. La population est donc généralement exposée à un mélange de HAP et ceci quelle que soit la voie d'exposition (orale, cutanée et pulmonaire).

2. Sources d'émission

La production de HAP est peu importante. Ils sont utilisés dans un nombre limité de produits, notamment des produits de teinture à des fins de recherche et d'analyse. Certains HAP sont présents naturellement dans quelques matériaux organiques, notamment des dérivés du pétrole comme l'asphalte. Les rejets dans l'environnement sont principalement atmosphériques. Les HAP sont généralement associés aux particules en suspension mais peuvent être présents dans la phase gazeuse.

Les HAP sont synthétisés lors de la formation des énergies fossiles (pétrole, charbon) ou bien lors de la combustion incomplète de la matière organique (chauffage au fuel, feux de forêts...). Ils sont donc rejetés dans l'environnement soit à partir de produits dérivés de combustibles fossiles, soit suite à des combustions incomplètes.

Deux types de rejets atmosphériques se distinguent : les sources évaporatives et les sources thermiques. Par sources évaporatives, on entend l'utilisation de produits contenant du goudron de houille, la préservation du bois à la créosote ou encore l'utilisation du goudron pour les toits et les routes.

On appelle créosote la famille des produits issus de la distillation de la houille. Ces produits sont utilisés pour leurs propriétés biocides et hydrofuges. Les HAP qu'elle contient sont particulièrement efficaces contre la pourriture. Depuis le 30 juin 2003, l'utilisation de créosote ou de bois traité à la créosote est très fortement limitée. En outre la teneur en benzo(a)pyrène a été divisée par 10, passant ainsi à 0.005 % en masse. Par dérogation, des organismes tels que la SNCF, EDF ou France Télécom utilisent la créosote pour les traverses de chemin ou les pieds de poteaux supportant les lignes électriques ou téléphoniques.

Les sources thermiques (on parle alors de HAP pyrolytiques) concernent la combustion de combustibles solides (charbon, tourbe et bois), de carburant automobile (diesel essentiellement) et quelques procédés industriels. Les émissions de polluants atmosphériques des appareils de combustion dépendent de la combustion, de la qualité de l'installation et de la composition du combustible. Lors de la combustion, tous les types de HAP sont formés. Le profil des HAP dépend peu du combustible et de la technique de combustion utilisés. Généralement, le phénanthrène est le composé dominant et représente environ 40 % des émissions totales de HAP. Le benzo(a)pyrène représente moins de 5% des émissions de HAP (source INERIS).

Les émissions de particules et de HAP sont généralement plus élevées de plusieurs ordres de grandeur lors de la phase de démarrage du feu que lors de la combustion stationnaire.

Les émissions de HAP, calculées par le CITEPA¹, sont celles des 4 HAP suivants : le benzo(a)pyrène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène et l'indéno(1,2,3,c,d)pyrène. Ces HAP sont ceux définis par le protocole d'Aarhus. Entre 1990 et 2008, ces émissions ont diminué de 52 %. Cette baisse est observée dans l'ensemble des secteurs contribuant aux émissions, excepté le transport routier. Les émissions proviennent de deux secteurs prépondérants : le résidentiel - tertiaire avec 67,6 %, suivi par le transport routier avec 25,1 % des émissions en 2008, en particulier les véhicules diesel.

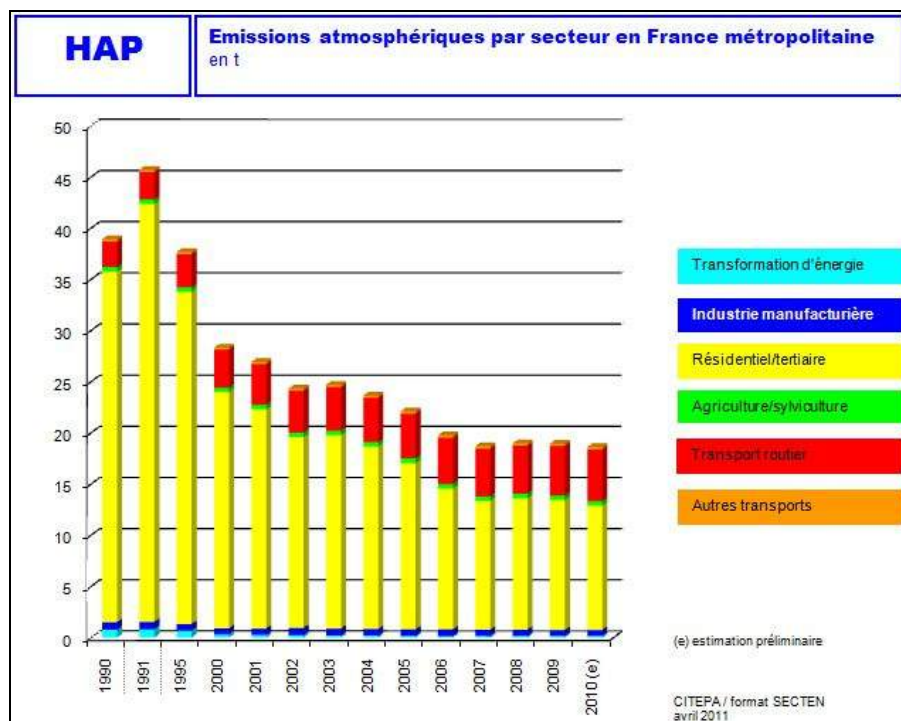


Figure 2 : Répartition des émissions calculées par secteur (source CITEPA)

Les autres secteurs contribuent faiblement aux émissions : secteur de la transformation d'énergie, de l'industrie manufacturière, de l'agriculture/sylviculture et des autres transports.

¹ Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique

4. Réglementation

La directive européenne du 27 septembre 1996 rend obligatoire la surveillance des HAP et des métaux lourds au 31 décembre 1999, sans pourtant fixer de normes sanitaires. Depuis, la 4^{ème} directive fille, datant du 15 décembre 2004, fixe une valeur limite pour le benzo(a)pyrène en phase particulaire, ainsi que la liste minimale des HAP à surveiller pour l'expression des HAP totaux. Le benzo(a)pyrène a été choisi comme indicateur de la famille des HAP. Il est responsable à 40% de leur toxicité totale. Les valeurs sont indiquées dans le tableau suivant.

Benzo(a)pyrène		
Valeur cible	Moyenne annuelle	1 ng/m ³
Seuil d'évaluation maximal	Seuil en dessous duquel on peut combiner mesures et modélisation	0.6 ng/m ³
Seuil d'évaluation minimal	Seuil en dessous duquel on peut utiliser la modélisation	0.4 ng/m ³

Figure 5 - Valeurs réglementaires (4^{ème} directive fille du 15/12/2004)

Un seuil est considéré comme dépassé, s'il a été franchi sur la zone de surveillance 3 années durant les cinq dernières années.

La liste minimale des molécules surveillées est la suivante :

- benzo(a)pyrène – B(a)P
- benzo(a)anthracène - B(a)A
- benzo(b)fluoranthène - B(b)F
- benzo(j)fluoranthène - B(j)F
- benzo(k)fluoranthène - B(k)F
- indéno(1, 2, 3 – cd)pyrène - IP
- dibenzo(ah)anthracène – DB(ah)A

Les trois congénères B(b)F, B(j)F et B(k)F peuvent être difficiles à séparer d'un point de vue analytique. Dans ce cas, ils peuvent être exprimés en tant que somme.

5. Historique des mesures et méthode d'échantillonnage

5.1. Historique des mesures

L'étude de 2010 est réalisée sur 6 stations équipées de l'appareillage nécessaire, soit une de plus que l'année précédente. On peut répartir ces stations en trois catégories :

- les stations urbaines : Lens, Marcq-en-Barœul et Dunkerque-Malo. Ces stations sont situées en milieu urbain et nous informent sur la qualité de l'air respiré par une population dense. Ces stations ne doivent pas être sous l'impact direct d'une source d'émission particulière.
- les stations de proximité automobile : Roubaix-Serres et Valenciennes-Wallon. Comme leur nom l'indique, ces stations sont situées près d'axes routiers très fréquentés et nous renseignent sur la pollution atmosphérique due à la circulation.
- la station de proximité industrielle : Grande-Synthe. Cette station nous indique l'incidence de la zone industrielle voisine sur les concentrations en HAP.

C'est la première année que l'étude se déroule sur les stations de Grande-Synthe et Roubaix-Serres, ce qui signifie que nous n'avons aucun point de comparaison avec les années antérieures. Par contre, la station de Lens est équipée de l'appareillage nécessaire depuis l'année 2007, celles de Valenciennes-Wallon et Dunkerque-Malo depuis 2008 et les HAP sont étudiés sur Marcq-en-Barœul depuis 1997.

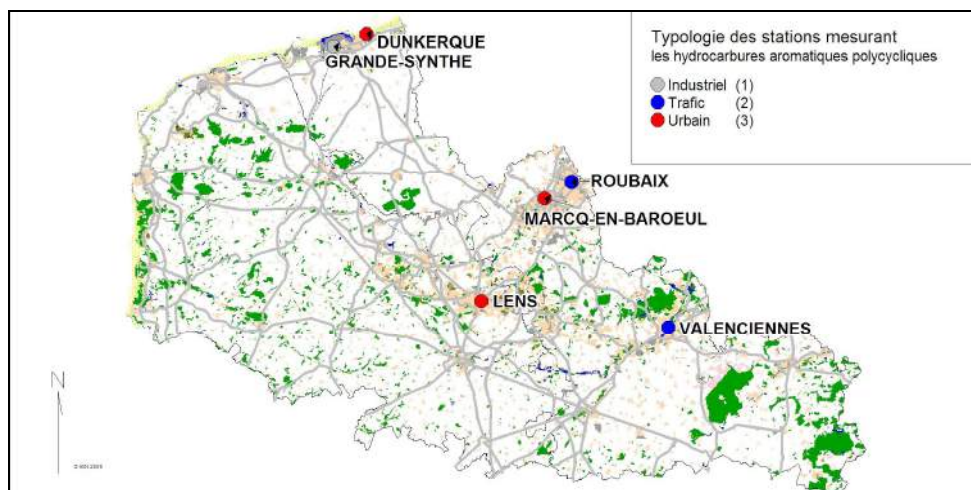


Figure 6 - Les stations mesurant les HAP en 2010

L'historique des données disponibles en HAP sur la région Nord-Pas-de-Calais remonte à l'année 1984. L'Institut Pasteur, en accord avec la DDASS² et le Ministère de la Santé, a développé la mesure de polluants non-réglés : les métaux lourds et les hydrocarbures aromatiques polycycliques. L'AREMA Lille Métropole³, implantant progressivement son réseau de stations de mesures fixes, un partenariat entre les deux structures est amorcé dès 1994. En 1996, trois des quatre sites de prélèvement sont déplacés vers les stations fixes afin de pouvoir corréler les résultats aux données de polluants classiques. A partir de 2001, le réseau de surveillance devient propriétaire du matériel et responsable de la diffusion des résultats et l'Institut Pasteur, prestataire en tant que laboratoire effectuant les analyses.

Des quatre sites d'origine, seul Marcq-en-Barœul a été maintenu ; les mesures de Lille Fives et Loos étant arrêtées en 2002 et celles de Lille-Pasteur déplacées à Roubaix-Serres.

La liste initiale des molécules surveillées en phase particulière était la suivante:

- fluoranthène (FL)
- benzo(b)fluoranthène (B(b)F)
- benzo(k)fluoranthène (B(k)F)
- benzo(a)pyrène (B(a)P)
- benzo(ghi)pérylène (B(ghi)P)
- indéno(1,2,3-cd)pyrène (IP)

Cette liste a été étendue lors de l'étude pilote de 2002 / 2003 menée par l'INERIS⁴ et l'ADEME⁵ sur 9 villes de France, dont l'agglomération lilloise. Les analyses de chrysène (CHR), de dibenzo(ah)anthracène (DB(ah)A), de benzo(a)anthracène (B(a)A), d'anthracène (ANT), de phénanthrène (PHE) et de pyrène (PY) ont complété le protocole initial. Les trois derniers composés et le fluoranthène (F) ont aussi été analysés en phase gazeuse. A la fin du programme pilote, la liste des composés a été maintenue dans son intégralité pour l'analyse en phase particulière. L'analyse sur la phase gazeuse n'a pas été maintenue. A partir de 2002, le prélèvement s'effectue sur la fraction PM10 (et non plus sur les poussières totales).

Depuis janvier 2007, un troisième site de mesure est opérationnel : la station urbaine de Lens-Rue Briquet a été équipée d'un préleveur séquentiel. Cette station constituera le point de mesure en zone urbaine de la ZAS Béthune – Lens – Douai.

Depuis janvier 2008, la liste de molécules détectées a été étendue au benzo(j)fluoranthène.

² Direction Départementale des Affaires Sanitaires et Sociales

³ Association pour la mise en œuvre du Réseau de Mesures et d'Alerte pour la prévention de la pollution atmosphérique de la zone de l'arrondissement de Lille

⁴ Institut National de l'Environnement industriel et des RISques

⁵ Agence De l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie

En 2009, l'étude s'étend sur deux nouveaux sites de mesure : la station urbaine de Dunkerque-Malo et la station de proximité automobile de Valenciennes-Wallon. En raison d'une baisse du trafic moyen journalier d'automobiles, le site de Lille-Pasteur a été transféré vers Roubaix-Serres.

5.2. Méthode d'échantillonnage

La durée du prélèvement est fixée à 24 heures. L'échantillonnage doit être également réparti sur les jours ouvrables et sur l'année.

La période minimale de prise en compte pour les sites fixes de mesure est fixée à 33 %, soit 1 jour de prélèvement tous les 3 jours, avec une saisie minimale de données de 90 %. Pour les mesures indicatives, la période minimale de prise en compte est baissée à 14 %, soit 1 jour de prélèvement tous les 6 jours.

La stratégie de surveillance nationale a été rédigée et finalisée en 2007 sur la base des travaux d'un groupe de travail piloté par l'ADEME et le MEEDDAT⁶.

Jusqu'en 2001, le prélèvement des HAP était effectué à bas débit (7 m³/h d'air) sur des filtres en fibre de verre. A partir de 2002, en raison de la normalisation du prélèvement (NF X45-025), des préleveurs haut débit (Digitel DA 80) ont été acquis. Ceux-ci permettent la collecte de l'échantillon en phase particulaire et en phase gazeuse. Le débit d'échantillonnage est fixé à 30 m³/h.

Depuis le 1^{er} janvier 2008, la durée de prélèvement est fixée à 24 heures. Les filtres sont récupérés le premier jour ouvré après exposition. Les filtres exposés sont stockés dans des boîtes de Pétri, enveloppées de papier aluminium. L'analyse est réalisée par l'institut Pasteur : extraction des composés par cyclohexane et quantification par chromatographie en phase liquide (HPLC) avec détection fluorimétrique.

5.3. Rappel des abréviations

Voici la liste des HAP mesurés ainsi que leur abréviation :

- FL : fluoranthène
- B(a)A : benzo(a)anthracène
- DB(ah)A : dibenzo(ah)anthracène
- B(b)F : benzo(b)fluoranthène
- B(k)F : benzo(k)fluoranthène
- B(j)F : benzo(j)fluoranthène
- B(a)P : benzo(a)pyrène
- B(ghi)P : benzo
- IP : indéno(1,2,3-cd)pyrène
- ANT : anthracène
- CHR : chrysène
- PHE : phénanthrène
- PY : pyrène

Les isomères B(b)F, B(k)F et B(j)F pourront être regroupés sous l'appellation : $\Sigma(B(*)F)$.

⁶ Ministère de l'Ecologie, de l'Energie, du Développement Durable et de l'Aménagement du Territoire

Exploitation des résultats

1. Taux de surveillance 2010

Les taux de fonctionnement, de représentativité et de détection des 13 HAP sont présentés dans le tableau suivant.

Le taux de fonctionnement représente le nombre de prélèvements effectifs sur le nombre de prélèvements prévus. Le volume d'air prélevé durant l'échantillonnage est fixé à 720 m³ (30 m³/h pendant 24 heures). Tout volume prélevé inférieur à 75 % du volume théorique soit 540 m³ est invalidé. Les résultats pour ces filtres sont exclus du calcul de la moyenne annuelle.

Les taux de représentativité sont déterminés par le rapport du nombre de jours d'échantillonnage sur le nombre de jours dans l'année.

Pour que les résultats soient pris en compte, le taux de représentativité doit être supérieur à 14%.

Le taux de détection exprime le nombre de filtres où la molécule a été détectée à l'analyse sur le nombre de filtres prélevés.

	Lens			Malo			Marcq			Grande-Synthe			Roubaix-Serres			Wallon		
	Fct*	Dét*	Rep*	Fct*	Dét*	Rep*	Fct*	Dét*	Rep*	Fct*	Dét*	Rep*	Fct*	Dét*	Rep*	Fct*	Dét*	Rep*
FL	96%	79%	32%	98%	60%	16%	95%	60%	16%	97%	66%	16%	90%	84%	15%	92%	79%	15%
B(a)A	96%	58%		98%	45%		95%	48%		97%	49%		90%	67%		92%	61%	
DB(ah)A	96%	14%		98%	12%		95%	10%		97%	19%		90%	7%		92%	7%	
B(b)F	96%	77%		98%	70%		95%	67%		97%	71%		90%	82%		92%	73%	
B(k)F	96%	61%		98%	52%		95%	48%		97%	64%		87%	66%		92%	54%	
B(j)F	96%	23%		97%	13%		95%	17%		97%	14%		90%	20%		92%	20%	
B(a)P	96%	60%		98%	50%		95%	48%		97%	58%		90%	64%		92%	55%	
B(ghi)P	96%	49%		98%	45%		95%	36%		97%	53%		90%	40%		92%	43%	
IP	96%	48%		98%	32%		95%	36%		97%	49%		90%	46%		92%	43%	
ANT	96%	10%		98%	8%		95%	9%		97%	22%		90%	22%		92%	14%	
CHR	96%	70%		98%	58%		95%	64%		97%	64%		90%	78%		92%	66%	
PHE	96%	23%		98%	20%		95%	28%		97%	31%		90%	51%		92%	43%	
PY	96%	59%		98%	38%		95%	50%		97%	53%		90%	75%		92%	61%	

Figure 7 - Taux de prélèvement et de détection

Fct* = taux de prélèvement

Rep* = taux de représentativité

Dét* = taux de détection

L'ensemble des taux de fonctionnement est supérieur à 90%.

L'ensemble des taux de représentativité est supérieur à 14%. Celui de Lens atteint presque les 33 % prévu pour la surveillance en 2010 à 1 jour sur 3, en raison d'un retard de démarrage à cette fréquence en début d'année.

Concernant le taux de détection, on remarque qu'il varie de manière importante. En effet, le dibenzo(ah)anthracène et l'anthracène ne sont que très rarement détectés comparés au benzo(b)fluoranthène et au fluoranthène. Il est à noter quelques variations d'un site à l'autre pour un même composé, mais dans l'ensemble les taux sont assez proches pour les différentes stations.

2. Résultats 2010

Les résultats pour l'année 2010 des moyennes et maxima pour chaque site sont présentés dans le tableau suivant.

	Lens		Malo		Marcq		Grande-Synthe		Roubaix-Serres		Wallon	
	Moy*	Max	Moy*	Max	Moy*	Max	Moy*	Max	Moy*	Max	Moy*	Max
FL	0.7	4.8	0.5	6.0	0.3	1.7	1.9	24.9	0.9	8.4	0.6	4.2
B(a)A	0.6	5.2	0.3	2.7	0.2	1.4	1.1	11.9	0.6	4.5	0.4	3.5
DB(ah)A	0.1	0.6	0.1	0.3	0.0	0.1	0.2	1.4	0.1	0.2	0.1	0.2
B(b)F	1.1	8.8	0.5	2.7	0.4	1.9	1.2	10.4	0.8	3.3	0.6	6.1
B(k)F	0.4	2.5	0.3	1.5	0.2	0.9	0.7	5.7	0.4	1.5	0.3	2.7
B(j)F	0.2	2.8	0.1	1.1	0.1	1.2	0.1	1.5	0.2	3.2	0.1	2.4
B(a)P	0.5	4.8	0.3	2.0	0.2	1.3	0.7	8.5	0.4	3.3	0.3	3.7
B(ghi)P	0.5	3.2	0.3	1.9	0.2	1.2	0.6	4.9	0.4	2.2	0.4	3.2
IP	0.4	3.1	0.3	1.7	0.2	1.1	0.5	4.1	0.4	2.2	0.3	2.2
ANT	0.1	2.0	0.1	1.1	0.1	1.8	0.3	5.2	0.6	13.4	0.1	0.9
CHR	1.2	12.6	0.7	3.7	0.5	4.3	1.4	8.6	1.1	5.3	0.7	5.6
PHE	0.1	1.4	0.2	4.5	0.1	3.2	0.4	4.0	0.3	3.9	0.2	1.6
PY	0.6	6.0	0.4	5.0	0.3	3.1	1.2	11.7	0.8	8.4	0.5	2.8
HAP totaux	6.5		4.1		2.8		10.3		7.0		4.6	

Figure 8 - Données 2010 sur Lens, Malo, Marcq, Grande-Synthe, Roubaix-Serres et Wallon en ng/m³
Moy* = moyenne annuelle

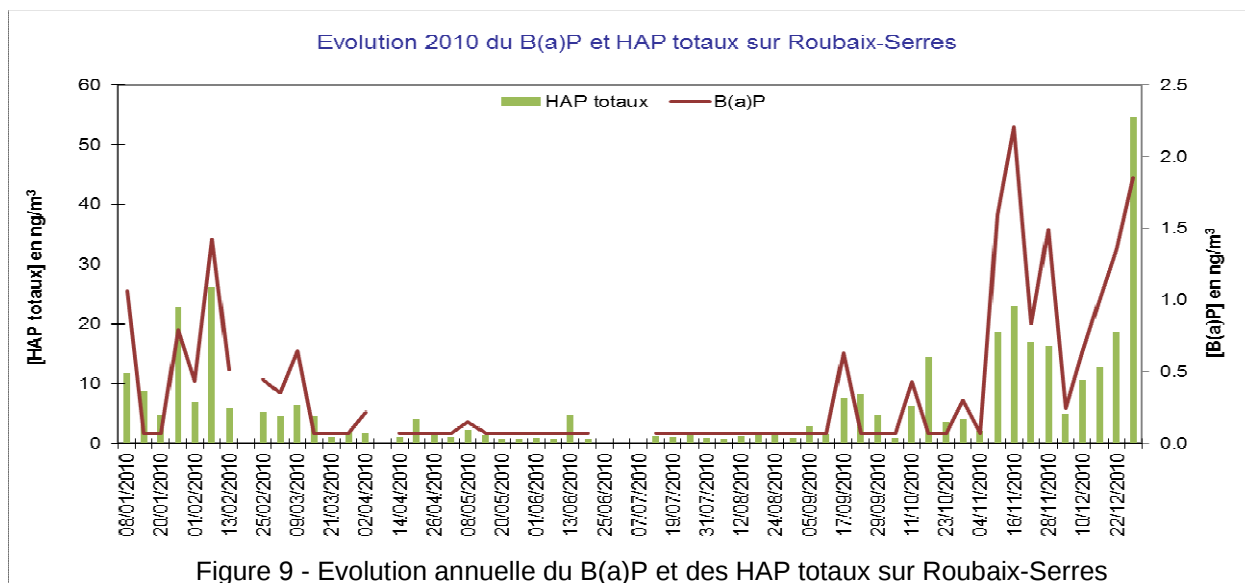
Tous les sites de mesures respectent la valeur cible fixée à 1 ng/m³ pour le benzo(a)pyrène, à respecter pour le 1^{er} janvier 2010.

3. Interprétations

3.1. Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux

Les profils d'évolution du benzo(a)pyrène et des HAP totaux ont la même allure pour tous les sites, excepté Grande-Synthe. En effet, les courbes de concentrations des HAP totaux et du B(a)P ne suivent pas la même tendance sur le site de Grande-Synthe que celles des autres sites ; et les valeurs des concentrations y sont nettement supérieures.

Sur les cinq sites autres que Grande-Synthe, les concentrations en polluants sont plus importantes en début et fin d'année (période hivernale de novembre à mars) qu'en milieu d'année (période estivale d'avril à octobre). Les concentrations journalières maximales pour ces cinq sites sont observées à Lens (HAP et B(a)P) et Valenciennes (B(a)P).



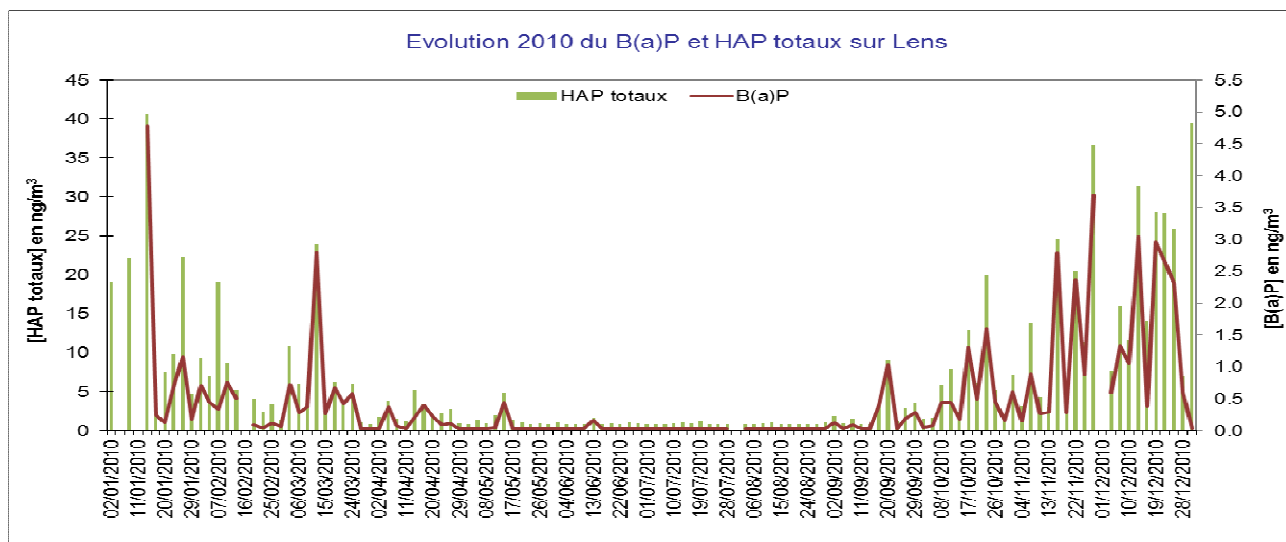


Figure 10 - Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux sur Lens

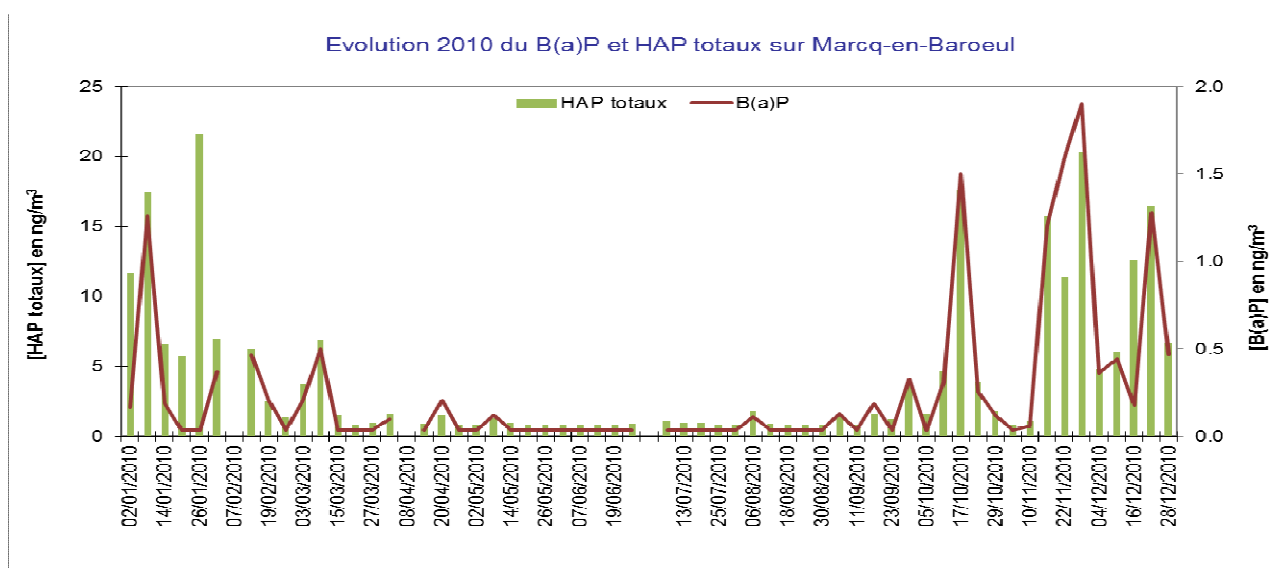


Figure 11 - Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux sur Marcq-en-Barœul

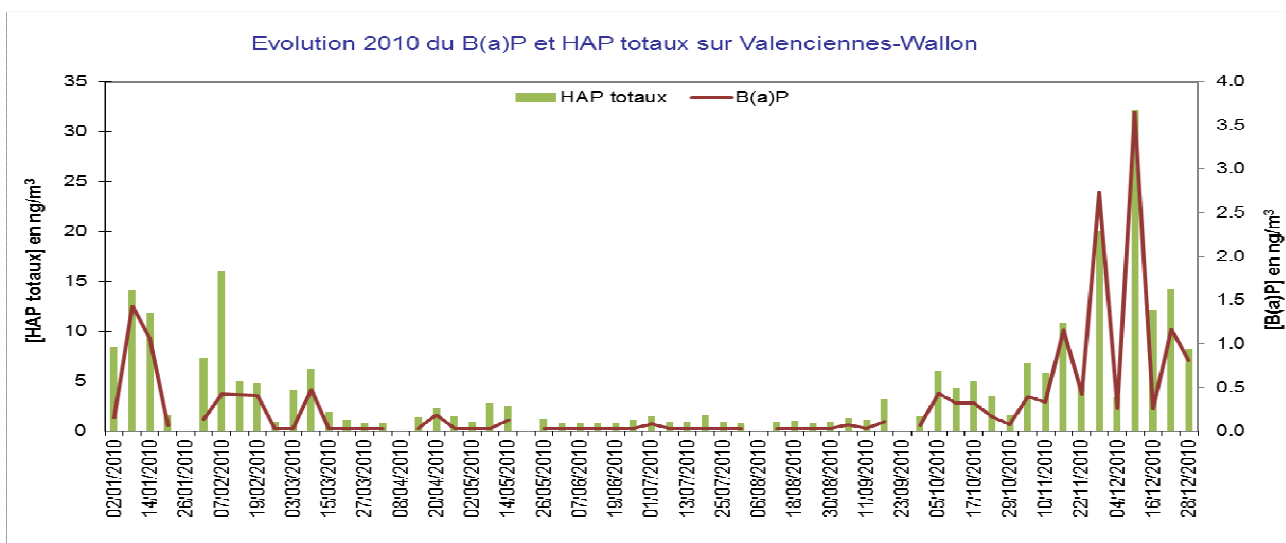


Figure 12 - Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux sur Valenciennes-Wallon

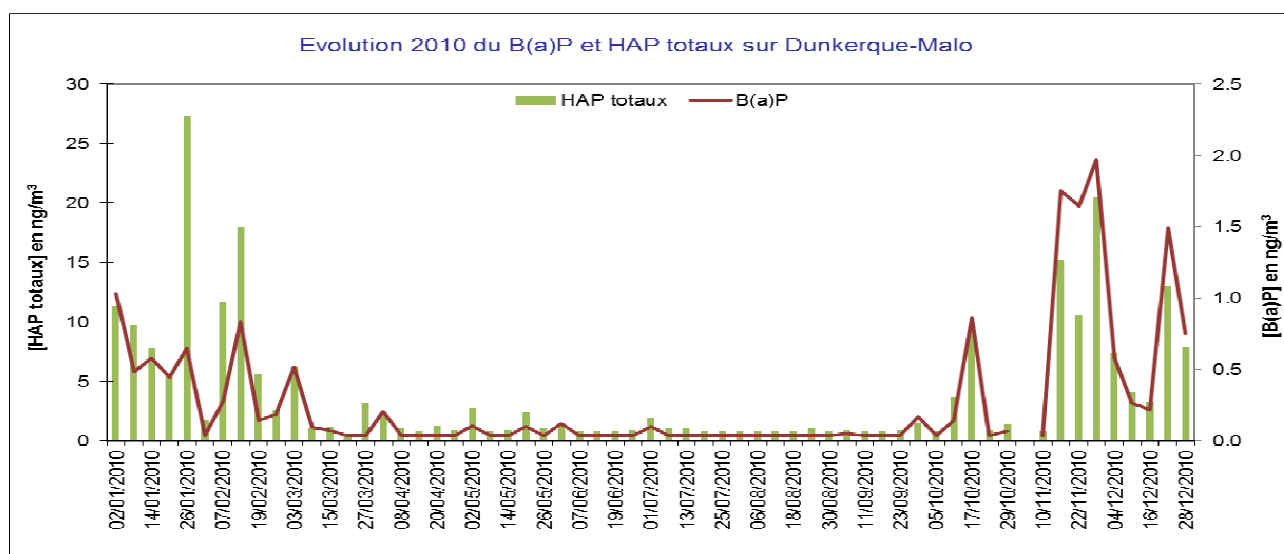


Figure 13 - Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux sur Dunkerque-Malo

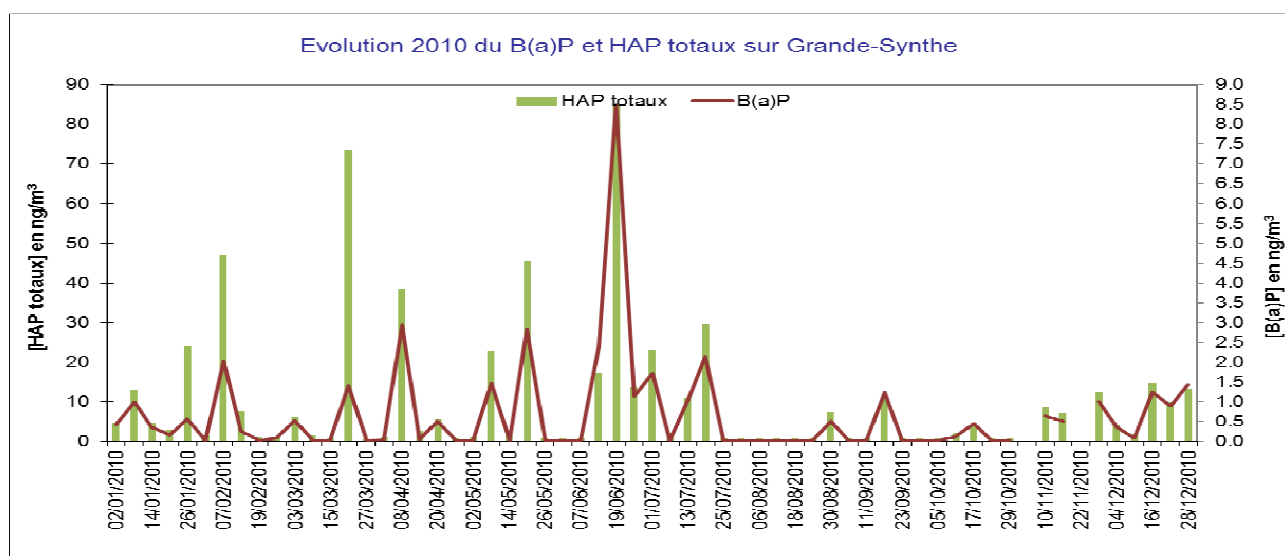


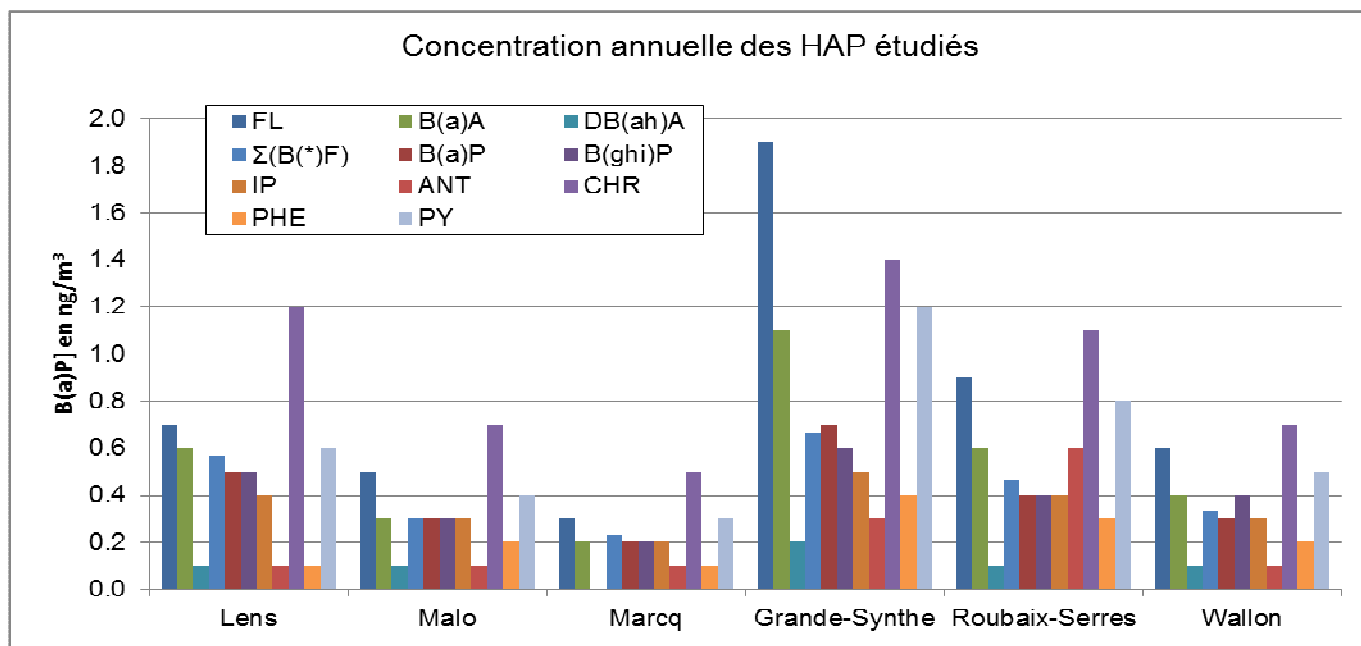
Figure 14 - Evolution annuelle du B(a)P et des HAP totaux sur Grande-Synthe

3.2. Concentration annuelle des différents composés

Les valeurs observées en zone urbaine à Lens sont en moyenne deux fois plus élevées que sur les zones urbaines de Marcq-en-Barœul et Dunkerque-Malo et sont aussi plus importantes que sur le site de proximité automobile de Valenciennes-Wallon. Mis à part pour l'anthracène et le fluoranthène, les moyennes de concentrations des HAP du site urbain de Lens sont équivalentes à celles du site de proximité automobile de Roubaix-Serres.

Le site de Marcq-en-Barœul possède les plus faibles moyennes annuelles en HAP parmi tous les sites. Pour tous les HAP autres que l'anthracène, le site industriel de Grande-Synthe présente des concentrations moyennes très supérieures aux autres sites.

A noter que les trois isomères du benzo(a)fluoranthène ont été regroupés dans le groupe $\Sigma(B(*)F)$.



3.3. Répartition des HAP et coefficient de corrélation

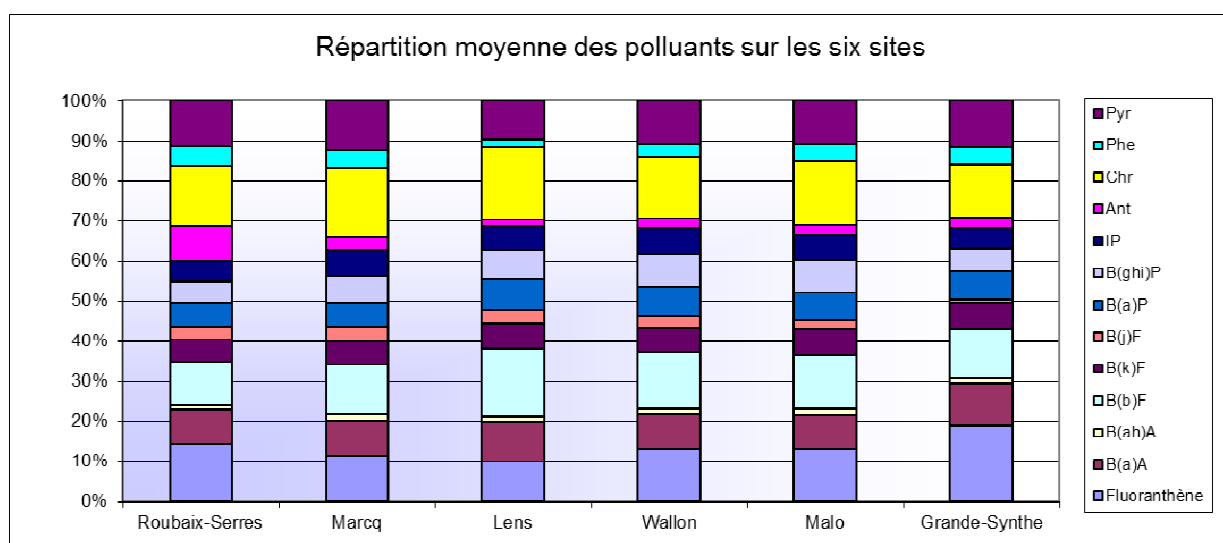
Répartition des HAP

La part de chaque molécule sur les HAP totaux a été calculée pour les six sites. Il en résulte le diagramme suivant qui permet de déterminer la proportion moyenne relative de chaque HAP.

A l'instar des concentrations moyennes annuelles et des maxima relevés, le site de Grande-Synthe se démarque des autres sites par la répartition annuelle des HAP. Le fluoranthène et le B(a)A représentent à eux deux près de 30% des HAP mesurés contre 21% en moyenne pour les autres sites ; le chrysène est lui mesuré en moins grande proportion qu'ailleurs.

Les proportions en pyrène et phénanthrène sur le site de Lens sont inférieures à celles des autres sites (environ 11% pour les deux molécules contre 17% sur les autres sites) au contraire du B(b)F qui est présent en plus grande proportion.

Pour rappel, il n'est pas possible de tirer de conclusion quant à certains composés comme l'anthracène et le dibenzo(ah)anthracène étant donné leur faible taux de détection.



Le tableau suivant indique les polluants prédominants dans les émissions de différentes sources. Les différences majeures de proportions en fluoranthène et benzo(a)anthracène entre le site de Grande-Synthe et les autres sites peut être expliqué par la nature des activités sur la zone industrialo-portuaire de Dunkerque à savoir l'aciérie et la cokerie (fonderie). Pour le benzo(a)pyrène et le benzo(b)fluoranthène, autres traceurs de cette activité, la différence avec les autres sites n'est pas significative.

	Chauffage domestique	Véhicules à essence	Véhicules Diesel	Usine d'engrais	Raffinerie de pétrole	Centrale électrique à charbon	Usine d'incinération des déchets	Fonderie
FL	X		X	X		X		X
B(a)A	X			X				X
DB(ah)A								
B(b)F								X
B(k)F								
B(a)P		X						X
B(ghi)P								
IP		X						
ANT					X			
CHR	X						X	
PHE			X	X	X	X	X	
PY	X		X		X		X	

Figure 17 - HAP prédominants dans les émissions de différentes sources (Masclet et al. 1984)

Coefficient de corrélation

Le coefficient de corrélation, compris entre 1 et -1, permet d'étudier l'intensité de la liaison qui peut exister entre deux variables.

Les coefficients de corrélation des molécules aux HAP totaux sont bons de manière générale. Le choix du benzo(a)pyrène comme traceur des émissions de HAP apparaît comme tout à fait pertinent.

Seules exceptions, le dibenzo(ah)anthracène, l'anthracène et le phénanthrène dont les coefficients de corrélation sont inférieurs aux autres notamment du fait de leurs plus faibles taux de détection.

	Roubaix	Marcq	Lens	Wallon	Malo	Grande-Synthe
FL	0.93	0.82	0.86	0.93	0.90	0.97
B(a)A	0.95	0.93	0.96	0.88	0.83	0.93
B(ah)A	0.42	0.58	0.34	0.27	0.74	0.64
B(b)F	0.83	0.94	0.86	0.92	0.95	0.98
B(k)F	0.90	0.95	0.97	0.86	0.93	0.99
B(j)F	0.90	0.95	0.97	0.86	0.93	0.99
B(a)P	0.84	0.79	0.87	0.92	0.81	0.86
B(ghi)P	0.84	0.90	0.85	0.87	0.91	0.73
IP	0.88	0.91	0.93	0.93	0.85	0.71
Ant	0.78	0.42	0.25	0.21	0.15	0.35
Chr	0.88	0.90	0.93	0.84	0.87	0.95
Phe	0.74	0.49	0.54	0.39	0.59	0.88
Pyr	0.91	0.90	0.86	0.83	0.86	0.97

Figure 18 - Coefficients de corrélation des composés avec les HAP totaux sur les 6 sites

4. Evolution temporelle

4.1. De 1990 à 2001

Jusque 2001, seuls 6 composés étaient suivis et ce, sur les sites de Marcq-en-Barœul et Lille-Pasteur : le fluoranthène, le benzo(b)fluoranthène, le benzo(k)fluoranthène, le benzo(a)pyrène, le benzo(g,h,i)pérylène et l'indéno(1,2,3)pyrène.

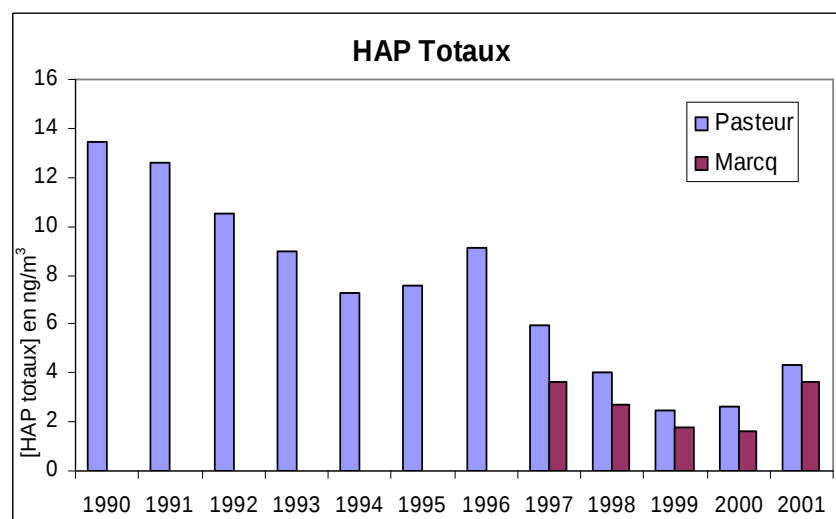


Figure 19 - Evolution des HAP totaux sur Pasteur et Marcq-en-Barœul entre 1990 et 2001

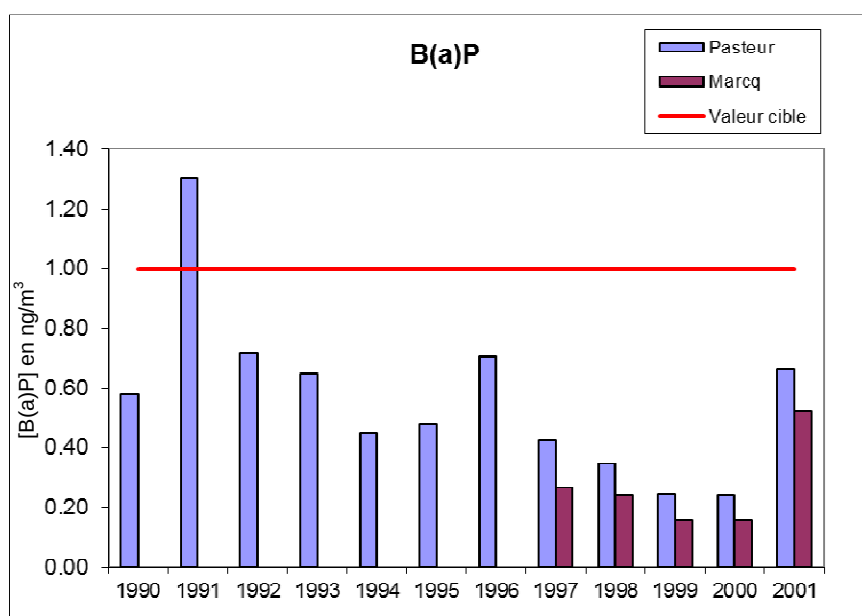


Figure 20 - Evolution du B(a)P entre 1990 et 2001 sur Pasteur et Marcq-en-Barœul

Les concentrations en HAP totaux et B(a)P entre 1991 et 2000 sont en baisse constante excepté pour 1996. En 2001, ces concentrations ont augmenté assez fortement par rapport à 2000.

4.2. Depuis 2002

En 2002, le nombre de HAP mesurés passe de 6 à 12. En 2008, le benzo(j)fluoranthène devient le 13^{ème} HAP mesuré.

Les graphiques retraçant les historiques de concentrations en polluants seront réalisés uniquement pour les stations de Lens et Marcq-en-Barœul. Les autres stations de mesures ont été mise en place plus récemment.

HAP totaux

Le graphique suivant représente l'évolution des concentrations en HAP totaux sur les sites de Lens (2007 à 2010) et Marcq-en-Barœul (2002 à 2010).

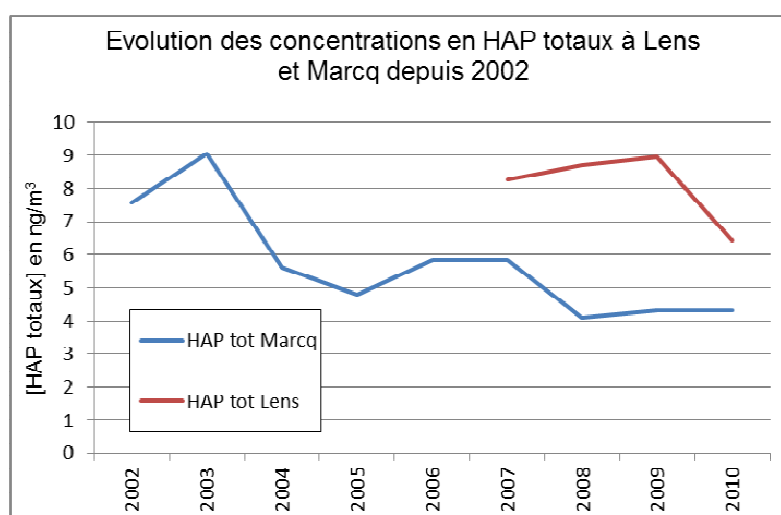


Figure 21 - Evolution des concentrations en HAP totaux à Lens et Marcq

La concentration en HAP totaux sur le site de Lens est en très nette diminution (-28%) par rapport à l'année 2009 alors que la tendance était plutôt à une légère hausse depuis 2007.

La concentration en HAP totaux sur le site de Marcq-en-Barœul reste assez stable (+6%) par rapport aux deux années précédentes.

Sur les deux autres sites où la mesure a commencé en 2009, les concentrations en HAP sont en augmentation en 2010 :

- +58% pour Valenciennes-Wallon
- +12% pour Dunkerque-Malo.

Ces concentrations restent cependant inférieures à celle du site urbain de Lens.

L'augmentation des concentrations en HAP totaux en 2010 sur trois sites par rapport à 2009 pourrait être expliquée par des conditions météorologiques défavorables en fin d'année (mois de décembre froid).

Benzo(a)pyrène

Le graphique suivant représente l'évolution des concentrations en B(a)P sur les sites de Lens (2007 à 2010) et Marcq-en-Barœul (2002 à 2010).

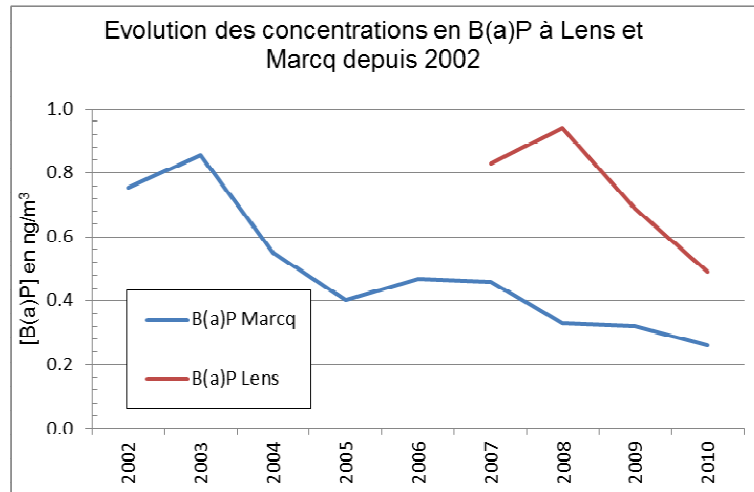


Figure 22 - Evolution des concentrations en B(a)P à Lens et Marcq

Pour les deux sites, la concentration en B(a)P est en diminution par rapport à 2008 et 2009 pour Lens et depuis 2007 pour Marcq-en-Barœul.

L'allure des courbes d'évolution en B(a)P et HAP totaux pour Marcq-en-Barœul sont très semblables. Ceci confirme que le B(a)P est un bon traceur d'émission de HAP. Pour le site de Lens, la concentration moyenne en B(a)P montre une nette baisse de 2008 à 2009, alors que les HAP totaux sont en légère hausse. Ceci implique une participation importante d'autres composés dans la concentration totale en HAP sur ce site.

Concernant les sites de Dunkerque-Malo et Valenciennes-Wallon, les concentrations en B(a)P sont en nette augmentation par rapport à 2009 (+27% pour Malo et +94% pour Wallon). Ces augmentations pourraient être liées aux conditions météorologiques du mois de décembre.

5. Etude des maxima journaliers

D'après les exploitations précédentes de résultats, il apparaît que l'étude du site de Grande-Synthe doit être réalisée séparément de celle des cinq autres sites étant donnée l'influence avérée de la zone industrialo-portuaire sur les mesures relevées.

L'étude des épisodes de pollutions par les poussières (PM₁₀) peut permettre de donner une origine à celles des HAP. En effet, les HAP se fixent sur les particules en suspension dans l'atmosphère et sont donc véhiculées par celles-ci. Une période est déclarée comme épisode de poussières si la moyenne journalière est supérieure à 50 µg/m³.

Depuis 2007, la région Nord – Pas-de-Calais subit régulièrement des épisodes de pollution par les poussières en suspension. En 2010, 8 épisodes de ce type ont été recensés, tous à échelle régionale.

5.1. Maxima sur Grande-Synthe

Le graphique suivant représente l'évolution des concentrations en PM10 et HAP totaux sur le site de Grande-Synthe.

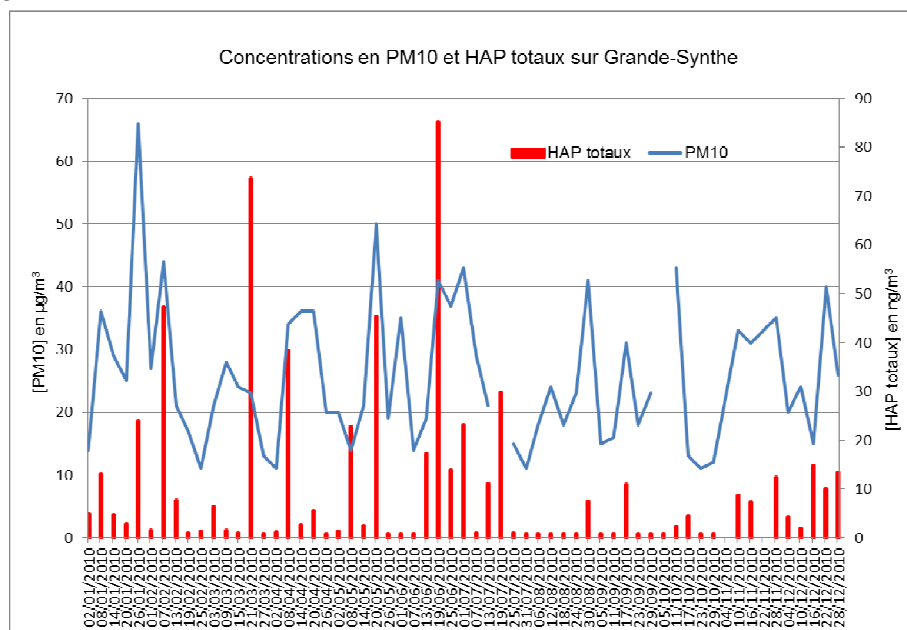


Figure 23 - Evolution des concentrations en PM10 et HAP totaux sur Grande-Synthe en 2010

Il semble que la relation entre les épisodes de pollution par les poussières et les concentrations en HAP totaux mesurés ne soit pas systématique. Par exemple, les hausses de concentration en HAP totaux du 7 février ou du 19 juin ont bien lieu en même temps que des épisodes de pollution par les poussières ; en revanche, les concentrations élevées en HAP relevées le 21 mars ne correspondent pas à une situation de concentrations particulièrement élevées en poussières.

De plus, la présence de concentrations élevées de HAP en période estivale est assez atypique, et dénote l'influence d'une source probablement industrielle. Les roses de vents ci-dessous illustrent quelques journées du mois de mai à août, au cours desquelles des concentrations relativement élevées ont pu être constatées sur la station de Grande-Synthe. On constate que ces valeurs ont lieu lorsque la journée enregistre des vents de nord-nord-est, ce qui place alors le site de mesure sous les vents de d'un émetteur de HAP, Arcelor Mittal (source Direction Régionale de l'Environnement, de l'Aménagement et du Logement).

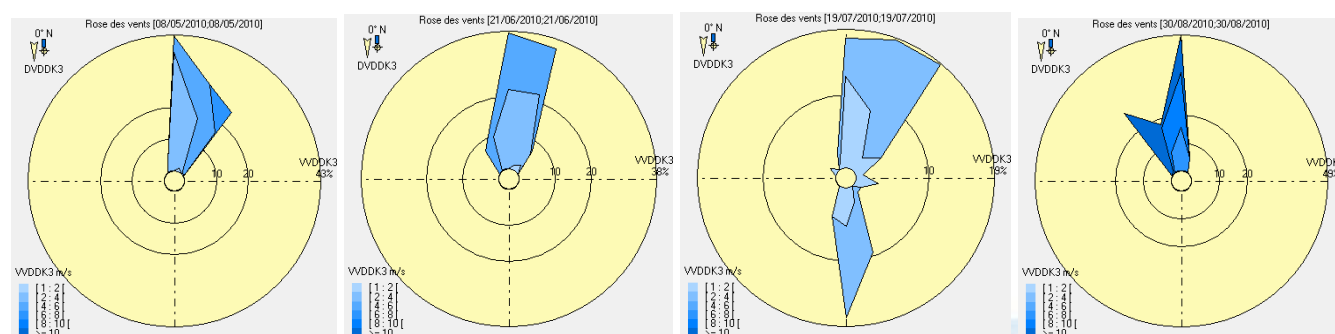


Figure 24 - Roses des vents à Dunkerque le 8 mai, le 21 juin, le 19 juillet et le 30 août

Les maxima en HAP peuvent donc être expliqués par les conditions météorologiques globales favorables à l'accumulation des polluants auxquelles s'ajoutent des directions de vents plaçant le site de mesure sous les émissions en HAP d'une source industrielle.

5.2. Maxima sur les autres sites

Pour rappel, le profil des courbes de concentrations en HAP totaux et en B(a)P sont semblables pour l'année 2010 sur les sites de Lens, Marcq-en-Barœul, Valenciennes-Wallon, Dunkerque-Malo et Roubaix-Serres. Les périodes de maxima en concentrations se situent de janvier à mars et de septembre à décembre. Aucun des sites ne présente de valeurs de concentrations importantes en dehors de cette période.

Le graphique suivant représente l'évolution annuelle des concentrations en poussières sur les cinq sites précédemment cités.

Le profil des courbes pour les cinq sites est très similaire et les maxima de concentrations sont observés à des périodes identiques à celles des maxima de concentrations en HAP, à savoir de janvier à mars et novembre-décembre. Des valeurs élevées de concentrations en HAP sont cependant observées en octobre alors qu'à cette période les concentrations en PM10 sont un peu plus modérées.

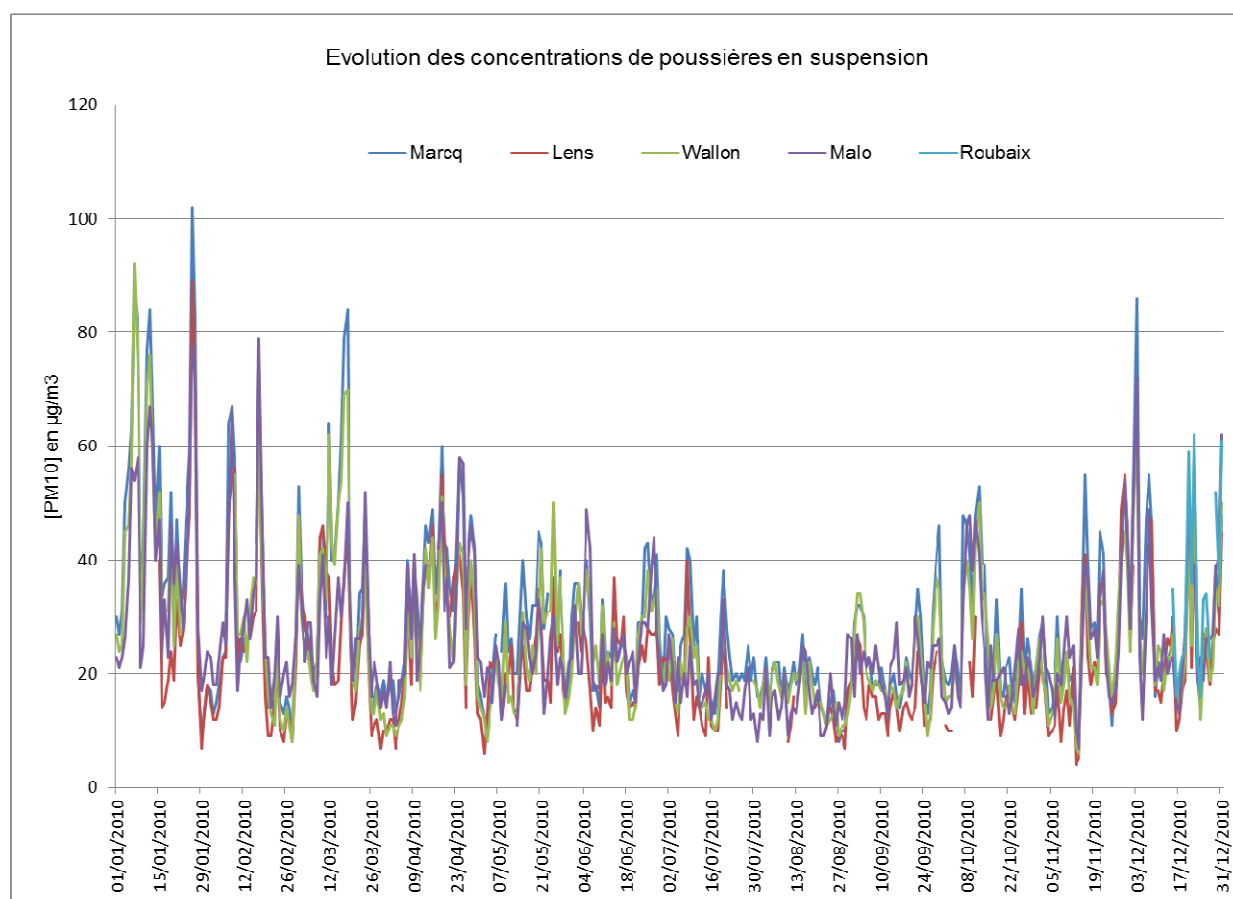


Figure 25 - Evolution des concentrations en PM10 sur cinq sites

Une étude plus précise des périodes janvier-mars et octobre-décembre peut être réalisée.

Janvier-Mars

Le tableau suivant reprend les dates où les concentrations en HAP totaux pour chaque site est supérieure à 10 ng/m³.

Les lignes colorées représentent les dates où un épisode de pollution par les poussières est survenu ([PM₁₀] journalière > 50 µg/m³).

Lens	Marcq	Roubaix	Malo	Wallon
2 janvier	2 janvier		2 janvier	
8 janvier		8 janvier		8 janvier
	11 janvier			
14 janvier				14 janvier
26 janvier	26 janvier	26 janvier	26 janvier	
7 février		7 février	7 février	7 février
			13 février	
12 mars				

Figure 26 - Dates des maxima de concentrations en HAP totaux

Pour la plupart de ces dates, les concentrations importantes en HAP totaux sont liées aux épisodes régionaux de pollutions par les poussières. De plus, les inversions thermiques provoquées par des températures basses (négatives ici sur l'ensemble de ces journées) empêchent la bonne dispersion des polluants et peuvent être un facteur expliquant des concentrations importantes en HAP.

Concernant le maximum du 2 janvier, la concentration en PM₁₀ n'est pas remarquable. Cependant, les températures basses de la journée peuvent expliquer la valeur des concentrations en HAP, par les conditions météorologiques limitant la dispersion des polluants (phénomène d'inversion thermique), combinées à des émissions accrues (chauffages, trafic automobile...).

Le maximum de concentrations en HAP du 13 février sur Dunkerque-Malo pourrait être expliqué par les conditions météorologiques locales (températures négatives et directions de vent) pour cette journée, favorisant un phénomène d'inversion thermique.

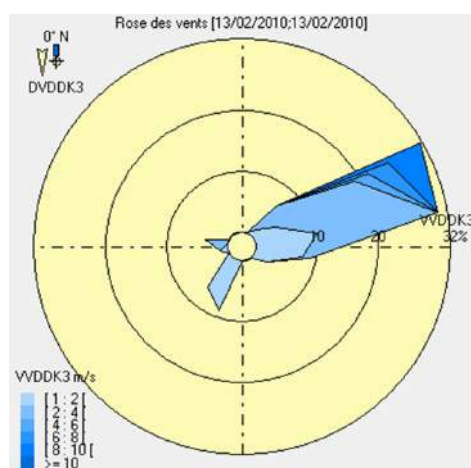


Figure 27 - Rose des vents pour Dunkerque le 13 février

Octobre -décembre

Le tableau suivant reprend les principaux épisodes de pollution en HAP sur cette période ainsi que les concentrations en poussières. Les lignes colorées correspondent aux dates où un épisode de pollution par les poussières est survenu.

Lens	Marcq	Roubaix	Malo	Wallon
17 octobre	17 octobre	17 octobre		
23 octobre				
7 novembre				
		10 novembre		
16 novembre	16 novembre	16 novembre	16 novembre	16 novembre
22 novembre	22 novembre	22 novembre	22 novembre	
28 novembre	28 novembre	28 novembre	28 novembre	28 novembre
7 décembre				
10 décembre				10 décembre
13 décembre				
16 décembre	16 décembre	16 décembre		16 décembre
19 décembre				
22 décembre	22 décembre	22 décembre	22 décembre	22 décembre
25 décembre				
		28 décembre		
31 décembre				

Figure 28 - Dates des maxima de concentrations en HAP

Un vent faible pour les dates du 17 octobre, 7 novembre, 10 novembre, 16 novembre et 22 novembre pourrait expliquer les maxima de concentrations en HAP. Les deux roses des vents suivantes montrent les conditions de vent à l'intérieur des terres (Lille) et sur le littoral (Dunkerque) le 16 novembre.

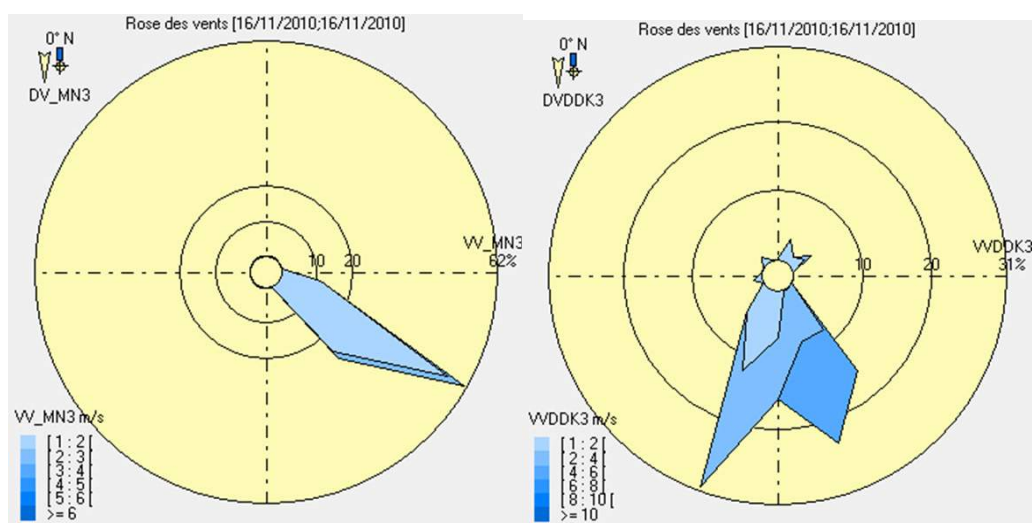


Figure 29 - Roses des vents du 16 novembre sur Lille et Dunkerque

Le maximum du 23 octobre à Lens ne correspond pas à un épisode de pollution par les poussières. Un vent modéré de secteur sud-sud-ouest et une température moyenne journalière de 6,8°C ont été mesurés.

Le graphique suivant montre les répartitions des HAP pour le 23 octobre et en moyenne annuelle. Le chrysène et le fluoranthène sont présents en plus grande proportion comparé à la moyenne annuelle de répartition. Ces polluants sont des traceurs du chauffage domestique. Le maximum de pollution en HAP à cette date pourrait être lié à l'utilisation du chauffage domestique sur Lens.

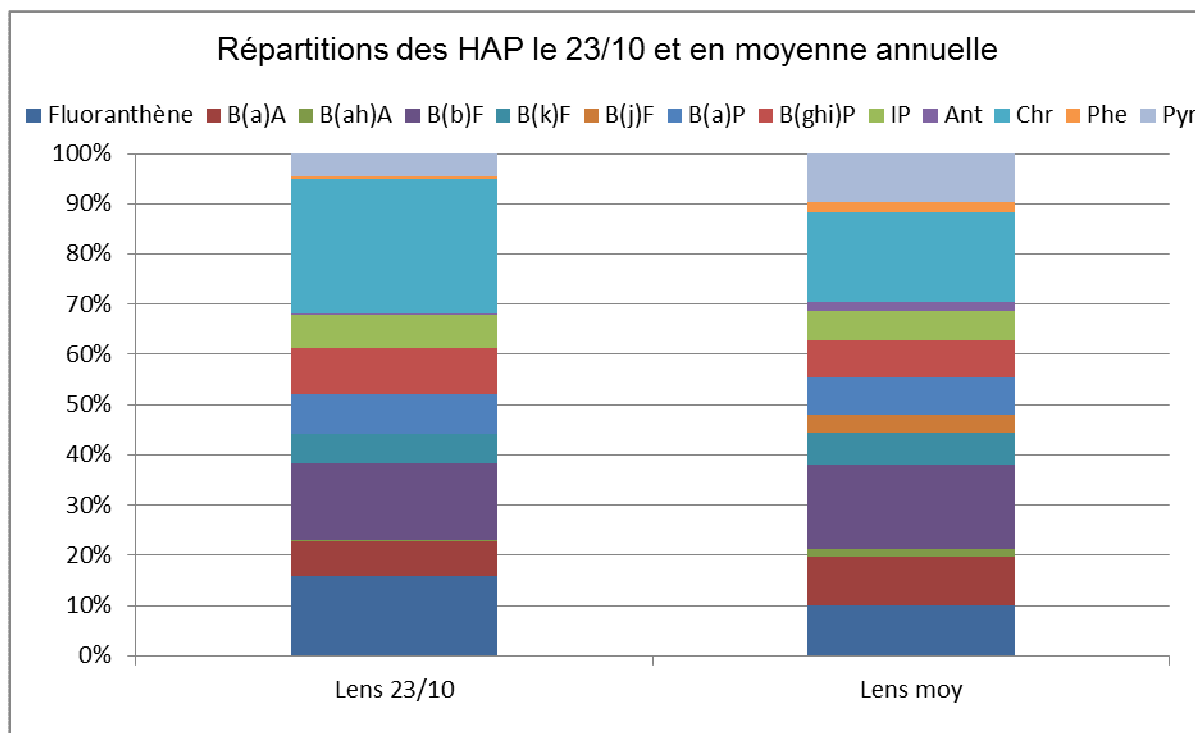


Figure 30 - Répartitions des HAP le 23 octobre et en moyenne annuelle

Plusieurs vagues de froid ont traversé le pays et la région de la fin-novembre à la fin-décembre. Les températures basses et les vents faibles ont favorisé l'accumulation des polluants et provoqué plusieurs maxima de concentrations à cette période. Les maxima de concentrations en HAP observés entre le 28 novembre et le 31 décembre sont probablement dus à ces conditions météorologiques et en lien avec des épisodes de pollution par les poussières. Le graphique suivant représente les températures moyennes journalières relevées à Dunkerque et Lens du 25 novembre au 22 décembre.

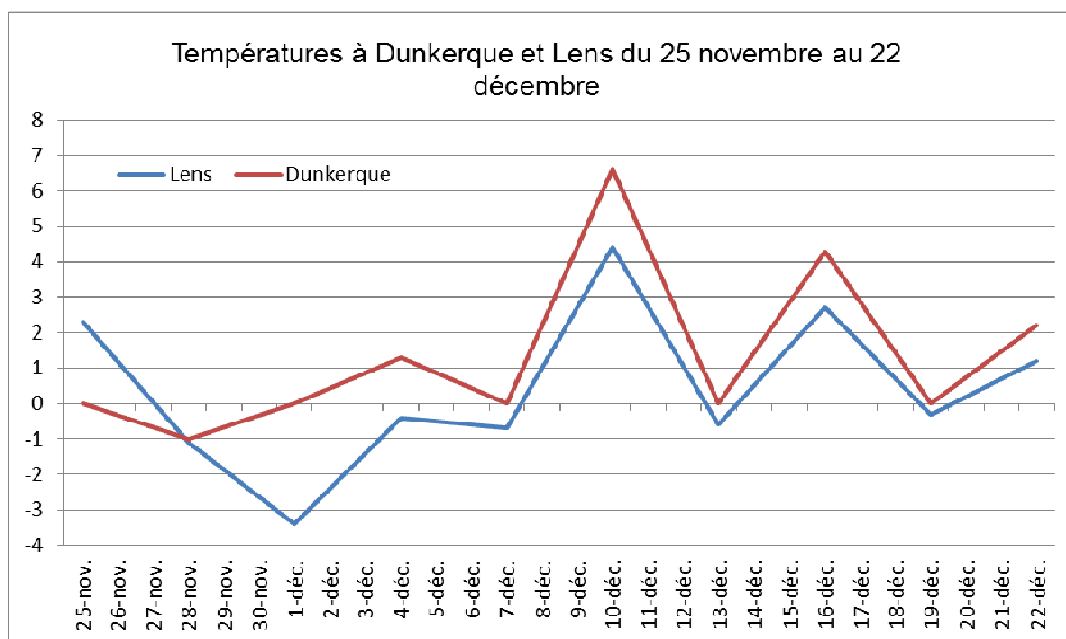


Figure 31 - Températures à Lens et Dunkerque du 25 novembre au 22 décembre

6. Campagnes de mesures ponctuelles

Dans le cadre d'une convention relative à l'évaluation de la qualité de l'air, Resonor a confié à Atmo Nord - Pas de Calais, la réalisation d'une étude visant à évaluer les niveaux de pollution autour du site de la chaufferie du Mont-de-Terre, rue du Pont de Tournai à Lille, et l'éventuel impact de l'installation sur la qualité de l'air ambiant du secteur. Cette étude se déroule en 3 parties :

- la première partie consiste en une exploitation des résultats des stations fixes d'Atmo Nord - Pas de Calais implantées dans l'environnement de l'installation ;
- la deuxième partie porte sur des mesures de la qualité de l'air, par la réalisation de 2 campagnes de mesures à l'aide des unités mobiles d'Atmo Nord - Pas de Calais ;
- la troisième partie est une étude de modélisation de la qualité de l'air sur le secteur de la rue du Pont de Tournai, selon plusieurs scenarii.

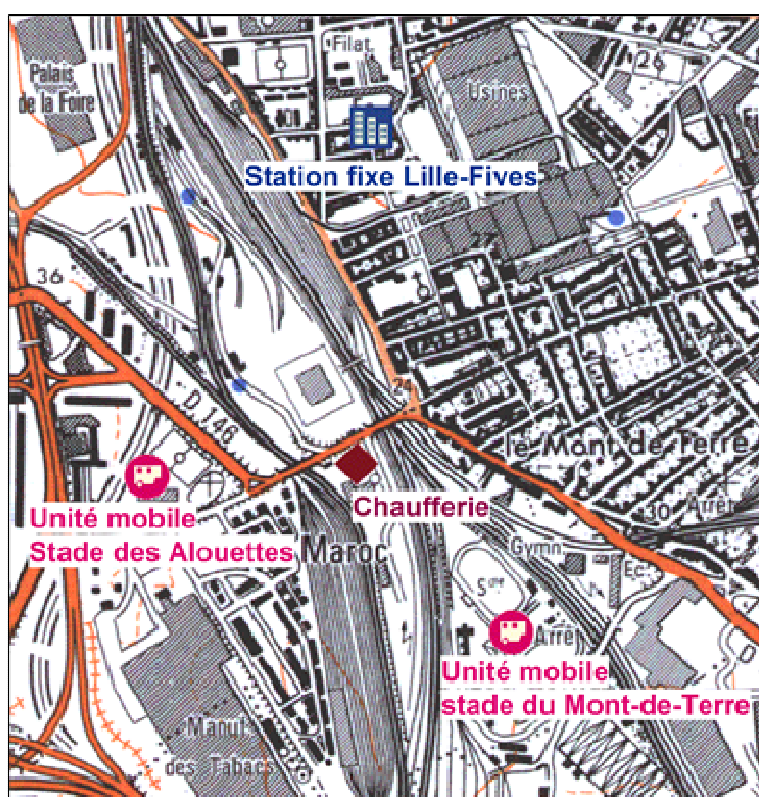


Figure 32 - Carte du site d'étude

Le prélèvement s'est déroulé du 20 janvier au 7 février 2010, à raison de 4 périodes d'une journée de mesures sur la campagne.

Les tableaux suivant reprennent les résultats de ces mesures sur les sites du Stade des Alouettes et de Lille-Fives :

Stade des Alouettes (station mobile)	Concentrations en ng/m ³														
Période de mesures	FL	B(a)A	B(b)F	B(ah)A	B(k)F	B(a)P	B(ghi)P	IP	Ant	Chr	Phe	Pyr	B(f)F	HAP totaux	
20/01/2010	0,38	0,24	0,61	0,07	0,27	0,15	0,07	0,07	0,07	0,65	0,07	0,51	0,01	3,17	
26/01/2010	1,38	1,06	2,90	0,12	1,11	0,04	0,52	1,20	0,07	2,89	1,19	0,69	2,53	15,70	
01/02/2010	1,06	0,60	0,97	0,07	0,39	0,15	0,46	0,33	0,07	1,24	0,31	1,20	0,75	7,60	
07/02/2010	3,56	1,05	2,06	0,08	0,88	0,26	1,08	1,28	0,07	2,08	2,20	3,54	0,01	18,15	
Moyenne	1,60	0,74	1,63	0,09	0,66	0,15	0,53	0,72	0,07	1,71	0,94	1,48	0,83	11,16	
Valeur cible	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	

Lille-Fives (station urbaine)	Concentrations en ng/m ³													
Période de mesures	F	B(a)A	B(b)F	B(ah)A	B(k)F	B(a)P	B(ghi)P	IP	Ant	Chr	Phe	Pyr	B(j)F	HAP totaux
20/01/2010	0,51	0,30	0,65	0,07	0,28	0,15	0,07	0,07	0,70	0,07	0,07	0,20	0,01	3,15
26/01/2010	5,59	0,90	2,48	0,11	0,89	0,04	0,33	0,90	0,07	2,52	4,60	3,52	1,85	23,80
01/02/2010	0,58	0,40	0,69	0,07	0,28	0,13	0,37	0,28	0,07	0,95	0,13	0,53	0,36	4,84
07/02/2010	3,53	0,99	2,19	0,09	0,86	0,31	1,07	1,40	0,07	2,40	1,78	3,40	2,04	20,14
Moyenne	0,17	0,65	1,50	0,09	0,58	0,16	0,46	0,66	0,23	1,49	1,65	1,91	1,07	12,98
Valeur cible	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-

Figure 33 - Tableaux de résultats de mesures en HAP totaux

Les concentrations en hydrocarbures aromatiques polycycliques enregistrées à Lille-Fives et au stade des Alouettes sont faibles, bien inférieures à la valeur cible fixée pour le benzo(a)pyrène, et montrent les mêmes variations. Les teneurs ont été les plus élevées le 27 janvier et le 7 février 2010, journées pendant lesquelles les conditions météorologiques étaient défavorables à la bonne dispersion des polluants. Aucune source d'émissions particulière n'a été identifiée.

7. Positionnement par rapport à la réglementation

Le graphique suivant reprend les concentrations annuelles en B(a)P sur les six sites de mesures de HAP en 2010.

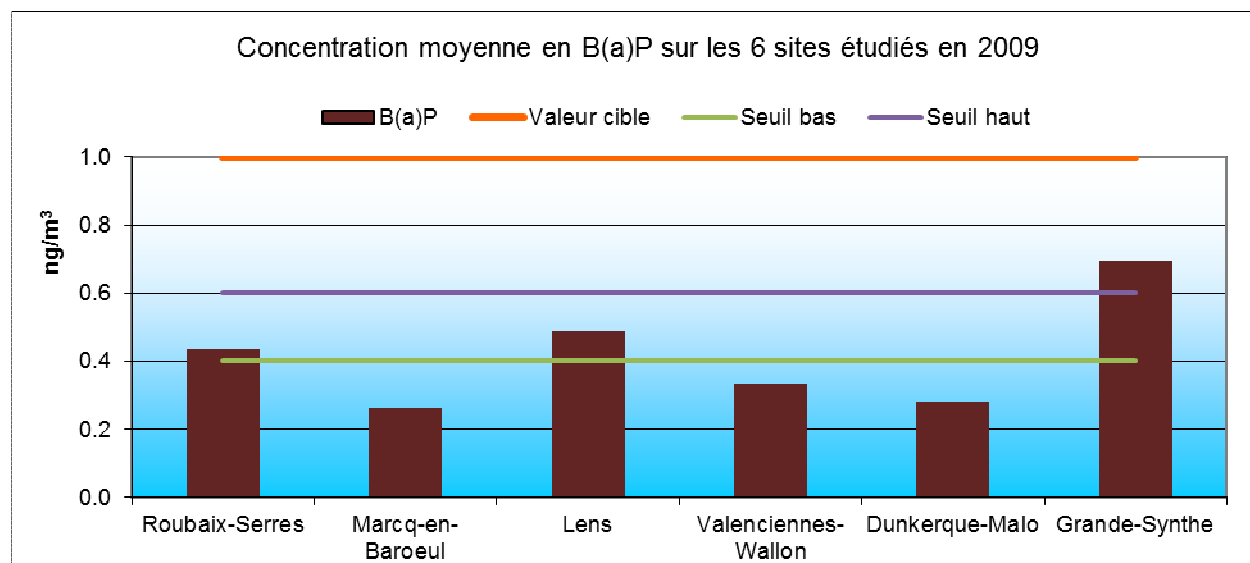


Figure 34 - Moyenne annuelle de B(a)P en 2010 sur les 6 sites

Les concentrations en benzo(a)pyrène sur l'ensemble des sites sont inférieures à la valeur cible. Le site de Grande-Synthe présente cependant une concentration annuelle supérieure au seuil d'évaluation maximal et les sites de Roubaix-Serres et Lens des concentrations supérieures au seuil d'évaluation minimal.

Conclusion - perspectives

Les stations de Grande-Synthe et Roubaix-Serres ne mesurent les HAP que depuis cette année et un comparatif avec les années antérieures n'est pas possible.

Les concentrations en HAP sur les sites de Dunkerque-Malo, Marcq-en-Barœul et Valenciennes-Wallon sont en augmentation par rapport à l'année 2009. Seul le site de Lens présente une diminution de concentrations.

Les augmentations relevées sur les trois sites pourraient être expliquées par un mois de décembre plus froid que la normale et à des phénomènes fréquents d'inversion thermique empêchant la dispersion des polluants.

Pour le benzo(a)pyrène, le site de Lens enregistre une concentration moyenne annuelle supérieure au seuil d'évaluation minimal alors que cette concentration dépassait le seuil d'évaluation maximal les trois années précédentes. Le site de Marcq-en-Barœul présente une concentration en B(a)P inférieure à celle de 2009 à la différence de Valenciennes-Wallon et Dunkerque-Malo. Ces trois concentrations restent sous le seuil d'évaluation minimal.

L'étude de l'évolution annuelle des concentrations en HAP totaux et benzo(a)pyrène permet de distinguer le site de Grande-Synthe des autres sites. En effet, les résultats obtenus à Grande-Synthe laissent constater que les concentrations relevées sont largement influencées par un site industriel à proximité, à la différence des autres sites plutôt influencés par des sources moins localisées et par les conditions météorologiques, en lien avec les épisodes de pollution par les poussières.

Le site de Grande-Synthe possède des concentrations en HAP totaux et B(a)P supérieures aux autres sites. La concentration moyenne annuelle en B(a)P dépasse le seuil d'évaluation maximal, tout en restant inférieur à la valeur cible.

En 2010, la station de proximité automobile de Lille-Pasteur a été remplacée par celle de Roubaix-Serres pour la mesure des HAP du fait de la baisse du trafic automobile à proximité de la station lilloise. Pour cette première année de mesure, la station de Roubaix-Serres présente la plus forte concentration moyenne annuelle en HAP des sites de mesures (hors Grande-Synthe) et une concentration moyenne annuelle supérieure au seuil d'évaluation minimal.

La stratégie de surveillance, mise en œuvre depuis 2009 dans le cadre de l'application de la 4^{ème} directive fille, se poursuivra en 2011 en milieu urbain et en proximité automobile et industrielle. L'évaluation préliminaire en proximité industrielle amorcée en 2010 à Grande-Synthe sera complétée par la création d'un point de mesure à Trith-Saint-Léger en proximité d'une aciérie. Enfin, l'installation de nouvelles stations de mesures en zone rurale régionale permettra de finaliser la mise en place des évaluations préliminaires sur la région.



Association régionale Agréée pour la Surveillance de la Qualité de l’Air
55 place Rihour - 59044 Lille cedex

Téléphone 03 59 08 37 30
Fax 03 59 08 37 31

contact@atmo-npdc.fr
www.atmo-npdc.fr

