

Bilan 2005 des mesures de métaux lourds



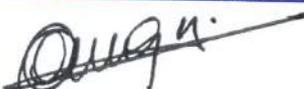
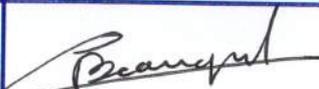
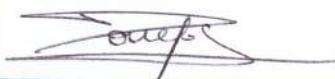
Rapport 2006 - 5 - AA

Avril 2006

Bilan 2005 des mesures de métaux lourds

N°RAPPORT : 2006 - 05 - AA
ATMO Nord - Pas de Calais
DATE DE PARUTION : Avril 2006

Ce document comporte 30 pages (hors couverture et annexes).

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	Arabelle ANQUEZ	Charles BEAUGARD	Caroline DOUGET
Fonction	Ingénieur d'Etudes	Ingénieur d'Etudes	Directrice
Visa			

Sommaire

Tables des illustrations	2
Avant - propos	3
Généralités	4
1. Définition	4
2. Les sources d'émissions	4
3. Réglementation	5
4. Les données d'émissions en Nord Pas de Calais	6
5. Historique des mesures	6
Exploitation des résultats	8
1. Taux de surveillance 2005	8
2. Résultats 2005	9
3. Evolution par station	9
4.1. Dunkerque.....	9
4.2. Béthune.....	11
4.3. Evin Malmaison.....	12
4.4. Lille Pasteur.....	15
4.5. Marcq en Baroeul.....	17
4.6. Roost Warendin.....	18
4. Evolution par polluant	21
4.1. Plomb.....	21
4.2. Nickel.....	23
4.3. Arsenic.....	24
4.4. Cadmium.....	25
4.5. Zinc.....	27
5. Fréquence de prélèvement	28
6. Etude de la semaine 49	28
Conclusion et perspectives 2006	30
Annexes	31
Annexe 1 : Coefficients de corrélation	32
Annexe 2 : Indices Atmo du 4/12 au 15/12	33
Annexe 3 : Tableau de données	34

Tables des illustrations

Figure 1 : Table périodique des éléments.....	4
Figure 2 : Valeurs cibles de la directive européenne.....	5
Figure 3 : Carte des émissions de Plomb en Nord Pas de Calais (à partir du cadastre régional, année 2001)	6
Figure 4 : Implantation des sites de mesure et des émetteurs de plomb (source DRIRE 2001).....	7
Figure 5 : Taux de fonctionnement.....	8
Figure 6 : Moyennes annuelles 2005.....	9
Figure 7 : Evolution 2005 des métaux sur Dunkerque (graphe à 2 échelles).....	10
Figure 8 : Maxima hebdomadaires sur Dunkerque.....	10
Figure 9 : Evolution des métaux à Dunkerque depuis 2002.....	11
Figure 10 : Evolution 2005 des métaux sur Béthune (graphe à 2 échelles).....	11
Figure 11 : Maxima hebdomadaires sur Béthune.....	12
Figure 12 : Coefficients de corrélation polluants/métaux sur Béthune.....	12
Figure 13 : Evolution de l'arsenic, du cadmium et du nickel sur Evin Malmaison.....	13
Figure 14 : Evolution du plomb sur Evin Malmaison.....	13
Figure 15 : Maxima hebdomadaires sur Evin Malmaison.....	14
Figure 16 : Coefficients de corrélation PM 10 / Métaux sur Evin.....	14
Figure 17 : Evolution de As, Cd et Ni sur Evin depuis 2003.....	14
Figure 18 : Evolution du plomb sur Evin depuis 2003.....	15
Figure 19 : Evolution 2005 des métaux sur Pasteur (graphe à 2 échelles).....	16
Figure 20 : Maxima hebdomadaires sur Pasteur.....	16
Figure 21 : Coefficients de corrélation Métaux – Oxydes d'azote sur Pasteur.....	16
Figure 22 : Evolution des métaux depuis 2002 sur Pasteur.....	16
Figure 23 : Evolution 2005 des métaux sur Marcq (graphe à 2 échelles).....	17
Figure 24 : Maxima hebdomadaires sur Marcq.....	17
Figure 25 : Coefficients de corrélation avec les polluants sur Marcq.....	18
Figure 26 : Evolution 2005 des métaux sur Marcq.....	18
Figure 27 : Evolution 2005 de Cd, As et Ni sur Roost Warendin.....	19
Figure 28 : Evolution 2005 de Pb et Zn sur Roost Warendin (graphe à 2 échelles).....	19
Figure 29 : Maxima hebdomadaires sur Roost Warendin.....	20
Figure 30 : Coefficients de corrélation avec les polluants sur Roost Warendin.....	20
Figures 31 a et 31 b : Evolution 2005 des métaux sur Roost Warendin.....	21
Figure 32 : Moyenne 2005 en plomb sur les sites de mesure régionaux.....	21
Figure 33 : Maxima hebdomadaires régionaux en 2005.....	22
Figure 34 : Evolution de la moyenne régionale en plomb depuis 2000.....	22
Figure 35 : Moyenne 2005 en nickel sur les sites de mesure régionaux.....	23
Figure 36 : Maxima hebdomadaires régionaux en 2005.....	23
Figure 37 : Evolution de la moyenne régionale en nickel depuis 2000.....	24
Figure 38 : Moyenne 2005 en arsenic sur les sites de mesure régionaux.....	24
Figure 39 : Maxima hebdomadaires régionaux en 2005.....	25
Figure 40 : Evolution de la moyenne régionale en arsenic depuis 2000.....	25
Figure 41 : Moyenne 2005 en cadmium sur les sites de mesure régionaux.....	26
Figure 42 : Maxima hebdomadaires régionaux en 2005.....	26
Figure 43 : Evolution de la moyenne régionale en cadmium depuis 2000.....	27
Figure 44 : Evolution de la moyenne régionale en zinc depuis 2002.....	27
Figure 45 : Etude comparative des fréquences de prélèvement sur Marcq.....	28
Figure 46 : Conditions météorologiques du 4 au 15 décembre 2005 (moyenne journalière).....	29
Figure 47 : Evolution des moyennes journalières PM 10 en Nord Pas de Calais.....	29

Avant - propos

Ce rapport est la propriété d'ATMO Nord - Pas de Calais. Il ne peut être reproduit, en tout ou partie, sans l'autorisation écrite d'ATMO Nord - Pas de Calais. Toute utilisation de ce rapport et de ces données doit faire référence à ATMO Nord - Pas de Calais dans les termes suivants : « source ATMO Nord - Pas de Calais, rapport d'essai N°2006 - 5 - AA ».

Aucun acquéreur ne pourra se prévaloir d'un usage exclusif.

Les informations de ce rapport ne traduisent que la mesure d'un ensemble d'éléments en un instant caractérisé par des conditions climatiques propres.

ATMO Nord - Pas de Calais, par ailleurs ne saurait être tenue pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations fournies par l'utilisateur. En conséquence, l'utilisateur s'engage à ne pas poursuivre ATMO Nord - Pas de Calais au titre de l'interprétation qu'il pourra faire des dites informations.

Toutes réclamations sur la non-conformité du travail effectué en regard de la demande devront être transmises par écrit dans les 15 jours qui suivent la réception du rapport. Il appartient au demandeur de fournir toute justification quant à la réalité des anomalies constatées. Il devra laisser à ATMO Nord - Pas de Calais toute facilité pour procéder à la constatation de ces anomalies pour y apporter éventuellement remède.

Généralités

1. Définition

On appelle, en général, métaux lourds les éléments métalliques naturels, les métaux ou dans certains cas les métalloïdes caractérisés par une masse volumique élevée, supérieure à 5 g/cm^3 . Quarante et un métaux correspondent à cette définition auxquels il faut ajouter cinq métalloïdes. Ces métaux sont présentés dans le tableau ci-dessous.

		G R O U P E																			
		IA	IIA	IIIB	IVB	VB	VIB	VIIIB	VIII			IB	IIIB	IIIA	IVA	VA	VIA	VIIA	0		
P É R A T O I D E	1	1																	2	He	
	2	Li	Be											B	C	N	O	F	Ne		
	3	Na	Mg											Al	Si	P	S	Cl	Ar		
	4	K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr		
	5	Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe		
	6	Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn		
	7	Fr	Ra	Ac	Unq	Unp	Unh	Uns	Uno	Une											
6				L A N T H A N I D E S																	
				58	59	60	61	62	63	64	65	66	67	68	69	70	71				
				Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu				
				A C T I N I D E S																	
				90	91	92	93	94	95	96	97	98	99	100	101	102	103				
				Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr				

Figure 1 : Table périodique des éléments

NB : le fond coloré indique les éléments de masse volumique supérieure à 5 g/cm^3 ; le cercle indique les éléments cités comme toxiques pour l'homme et l'environnement

2. Les sources d'émissions

L'arsenic est présent dans la nature, en particulier dans les roches qui renferment plus de 99% de l'arsenic présent dans la croûte terrestre sous forme de minerais (principalement FeSAs). Les principales sources biogéniques d'émission de l'arsenic sont l'érosion des roches, l'activité volcanique et les feux de forêt. La majeure partie de l'arsenic anthropique atmosphérique provient des fumées émanant des industries d'arsenic (sous forme de trioxyde d'arsenic As_2O_3) et de la combustion de produits fossiles (charbons, pétroles, huiles) qui contiennent un pourcentage important d'arsenic.

Le cadmium rejeté dans l'atmosphère provient de sources naturelles et anthropiques. Le cadmium présent dans la croûte terrestre peut être dispersé dans l'air par entraînement de particules provenant du sol et par les éruptions volcaniques. Cependant, les activités industrielles telles que le raffinage de métaux non ferreux, la combustion du charbon et des produits pétroliers, les

incinérateurs d'ordures ménagères et la métallurgie de l'acier constituent les principales sources de rejets atmosphériques.

La présence de nickel dans l'environnement est naturelle et anthropique. Le nickel représente 0.8 à 0.9% de la croûte terrestre. Il est présent dans divers minerais (chalcopirite, pentlandite...) Les principales sources anthropiques sont la combustion de charbon ou de fuel, l'incinération de déchets, l'épandage de boues d'épuration, l'extraction et la production de nickel, la fabrication de l'acier ou encore les fonderies de plomb. Les composés du nickel sont présents sous forme particulaire dans l'atmosphère, excepté le nickel tétracarbonyle qu'on trouve exclusivement en phase vapeur.

Le plomb est présent dans l'enveloppe terrestre et dans tous les compartiments de la biosphère. Les émissions de plomb provenant de poussières volcaniques sont reconnues d'importance mineure. Les rejets atmosphériques sont principalement anthropiques : l'industrie, l'imprimerie et les peintures durant la première moitié du XX^{ème} siècle, l'utilisation comme antidétonant dans les carburants automobiles durant la seconde moitié. L'introduction des essences sans plomb puis la disparition de l'essence plombée a fait nettement diminuer les teneurs atmosphériques. L'automobile reste malgré tout un émetteur de métaux lourds : plaquettes de frein et batteries (plomb), usure des pneus (zinc et cadmium)...

Enfin, le zinc est présent naturellement dans les roches magmatiques, les sédiments argileux et les schistes. Il entre dans le compartiment atmosphérique à partir du transport par le vent de particules du sol, des éruptions volcaniques, des feux de forêts et d'émission d'aérosols marins. Les apports anthropiques de zinc dans l'environnement résultent de trois groupes d'activités :

- les sources minières et industrielles : traitement du minerai, raffinage, galvanisation du fer, construction de toitures, fabrication de gouttières, piles électriques, pigments, matières plastiques, caoutchouc....
- les épandages agricoles : le zinc est ajouté volontairement à l'alimentation des animaux, surtout des porcs et se retrouve donc en abondance dans le lisier
- les activités urbaines et routières : érosion des toitures et des gouttières, usure des pneumatiques, poussières d'incinération des ordures ménagères.

3. Réglementation

Pour la surveillance du plomb, le décret 2002-213 du 15 février 2002 fixe un objectif de qualité à 0.25 µg/m³ en moyenne annuelle. La valeur limite est fixée à 0.5 µg/m³ en moyenne annuelle à partir du 1^{er} janvier 2002. Avant le 1^{er} janvier 2010 et depuis le 1^{er} janvier 2002, la valeur limite applicable est la valeur de 2010 augmentée des marges de dépassement suivantes :

Année	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009
Marge de dépassement (µg/m ³)	0.8	0.7	0.6	0.5	0.4	0.3	0.2	0.1

La valeur limite pour l'année 2005 est donc fixée à 1 µg/m³.

La directive 2004/107/CE du parlement européen du 15 décembre 2004 fixe une valeur cible pour l'arsenic, le cadmium et le nickel.

Polluant	Valeur cible (en ng/m ³)
Arsenic	6
Cadmium	5
Nickel	20

Figure 2 : Valeurs cibles de la directive européenne

La période minimale de prise en compte des données est de 50%. La saisie minimale des données est fixée à 90%.

Le prélèvement sur filtre s'effectue 1 semaine sur 2, soit 26 semaines au total. Enfin, pour répondre aux 90% de saisie minimale, 4 semaines supplémentaires de prélèvement sont ajoutées, au rythme d'une tous les trois mois. Le nombre de filtres prélevés s'élève donc à 30 par an.

4. Les données d'émissions en Nord Pas de Calais

La carte des émissions de plomb a été établie à partir des données transmises à la DRIRE en 2001. Ces données incluent donc les activités des usines COMILOG à Boulogne sur Mer et MétalEurop à Noyelles Godault, fermées depuis.

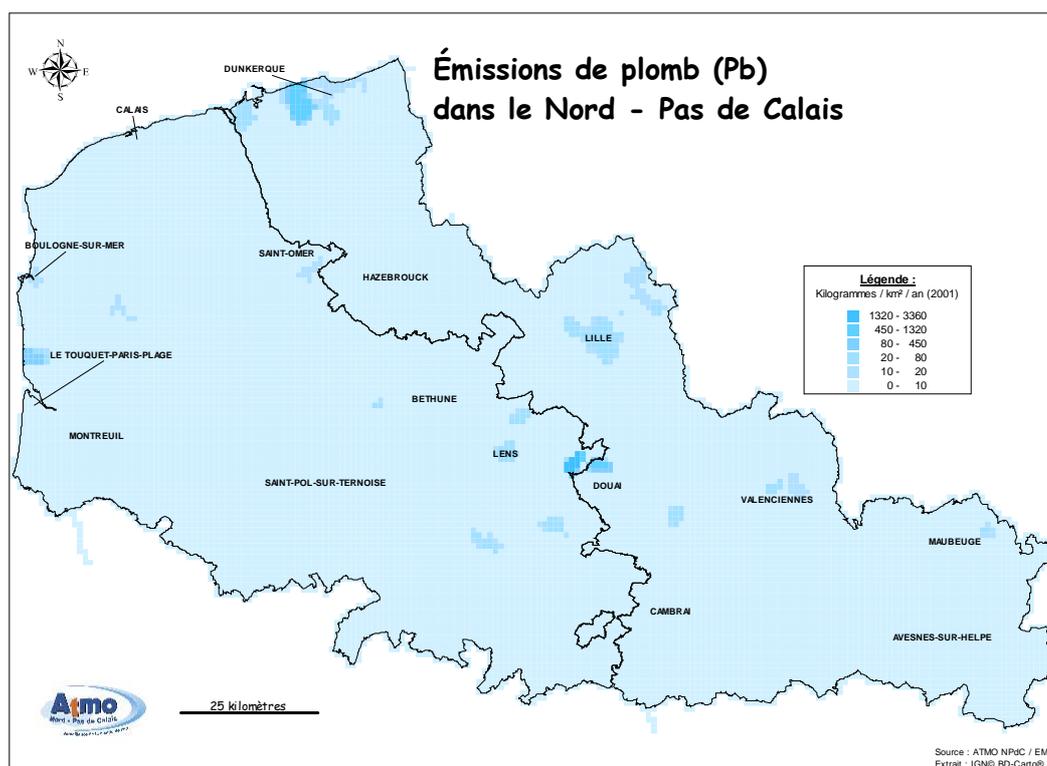


Figure 3 : Carte des émissions de Plomb en Nord Pas de Calais (à partir du cadastre régional, année 2001)

5. Historique des mesures

Au total, six stations fixes sont équipées de préleveurs de métaux lourds sur l'ensemble de la région. Les principales typologies de stations sont représentées :

Dunkerque Port Est : proximité industrielle

Evin Malmaison : proximité industrielle

Roost Warendin : proximité industrielle

Lille Pasteur : proximité automobile

Marcq en Baroeul : urbaine

Béthune : urbaine

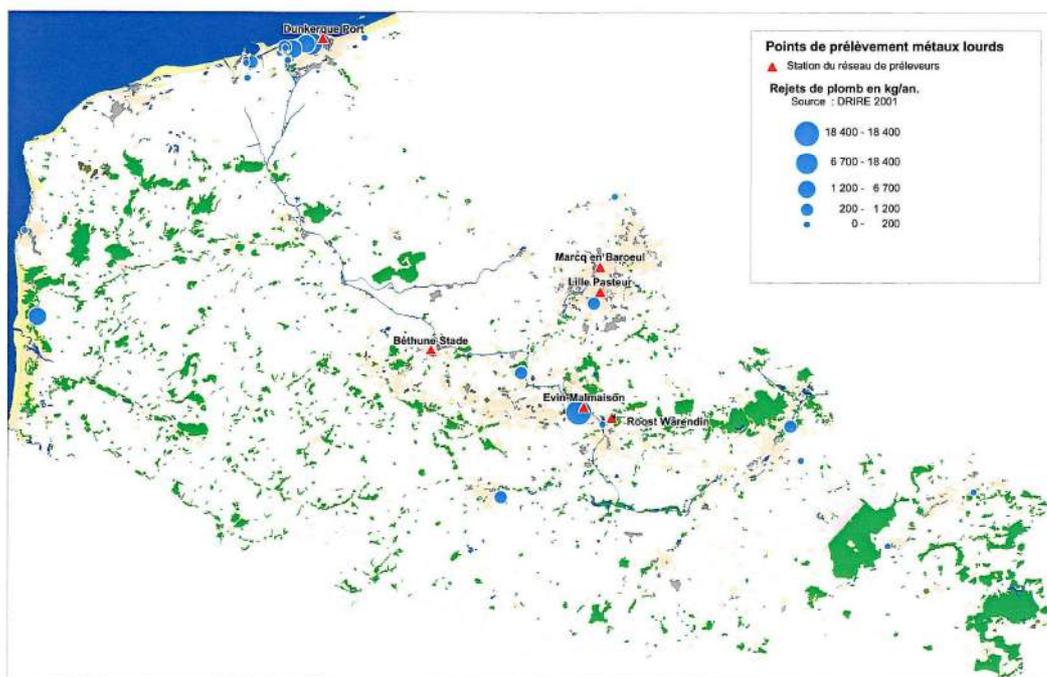


Figure 4 : Implantation des sites de mesure et des émetteurs de plomb (source DRIRE 2001)

Jusqu'en 2005, les analyses étaient réalisées par des laboratoires différents :

- Centre Commun de Mesures à Dunkerque pour le littoral
- Institut Pasteur pour les territoires Métropole et SSE
- Laboratoire Carso à Lyon pour l'Artois.

Depuis le 1^{er} janvier 2005, les analyses sont réalisées par le laboratoire Ianesco à Poitiers.

Exploitation des résultats

1. Taux de surveillance 2005

Les taux de fonctionnement étude sont déterminés par le rapport du nombre de filtres exploitables sur le nombre de filtres programmés.

Un filtre exploitable est considéré comme valide s'il n'a pas subi de dommages analytiques et si 75 % du volume total a été prélevé pendant la semaine, soit un volume minimal de 126 m³. En deçà de ce volume, le prélèvement est invalidé et les résultats ne sont pas pris en compte dans le calcul des moyennes.

Le seuil de validité correspond au nombre de semaines surveillance fixé par la directive (50% du temps soit 26 semaines) sur le nombre de semaines programmées en début d'année (variables d'un site à l'autre en 2005).

Station	Taux de fonctionnement étude	Seuil de validité	Commentaires
Béthune	97 %	70 %	37 semaines programmées du 1 ^{er} janvier au 31 décembre, 1 filtre non prélevé
Dunkerque	100 %	90 %	29 semaines programmées à partir du 28 mars (mise en place d'un nouveau préleveur)
Evin Malmaison	100 %	70 %	36 semaines programmées du 1 ^{er} janvier au 31 décembre
Lille Pasteur	85 %	79 %	33 semaines programmées du 1 ^{er} janvier au 31 décembre, 4 non prélevées et 1 invalidée
Marcq en Baroeul	98 %	59 %	44 semaines programmées du 1 ^{er} janvier au 31 décembre, 1 invalidée – surveillance en continu
Roost Warendin	97 %	70 %	37 semaines programmées du 1 ^{er} janvier au 31 décembre, 1 invalidée, prélèvement sur 15 jours jusque mi mars

Figure 5 : Taux de fonctionnement

Les taux de surveillance sur chaque site sont supérieurs aux seuils de validité. Les données sont donc exploitables pour l'année 2005.

2. Résultats 2005

Le tableau suivant regroupe les moyennes annuelles des sites de mesures en Nord Pas de Calais.

Station	Plomb (ng/m ³)	Nickel (ng/m ³)	Arsenic (ng/m ³)	Cadmium (ng/m ³)	Zinc (ng/m ³)
Béthune	14.07	3.27	0.59	0.35	-
Dunkerque	20.08	11.59	1.02	0.50	
Evin Malmaison	66.58	4.00	1.31	1.56	-
Lille Pasteur	20.65	3.74	0.80	0.39	-
Marcq en Baroeul	17.06	3.48	0.78	0.39	-
Roost Warendin	22.26	2.90	0.82	0.70	197.39

Figure 6 : Moyennes annuelles 2005

3. Evolution par station

4.1. Dunkerque

Les mesures de métaux lourds pour l'année 2005 ont débuté semaine 13 (fin mars), en raison du remplacement du préleveur (installation d'un partisol +).

L'évolution des mesures de métaux est reprise sur la figure 7 et les valeurs maximales sur la figure 8.

Arsenic :

Les valeurs d'arsenic sont assez variables d'une semaine à l'autre. La moyenne annuelle est largement inférieure à la valeur cible. De même, les valeurs maximales restent très inférieures à la valeur cible.

Cadmium :

La moyenne annuelle est très faible (0.5 ng/m³) et 10 fois inférieure à la valeur limite. Hormis deux valeurs de pointe, les mesures sont homogènes. Les maxima sont inférieurs à la valeur limite.

Plomb :

Les mesures de plomb restent très inférieures à la valeur limite et à l'objectif de qualité, tant en valeur moyenne qu'en valeur de pointe. Elles sont, cependant, très variables d'une semaine à l'autre.

Nickel :

La moyenne annuelle est inférieure à la valeur limite fixée à 20 ng/m³ par la directive européenne. Les mesures présentent une grande variabilité. On relève de nombreuses valeurs élevées durant la première moitié de la campagne de mesure (semaine 13 jusque semaine 38). En fin d'année, les valeurs sont plus faibles et plus homogènes. Deux valeurs hebdomadaires dépassent la valeur limite.

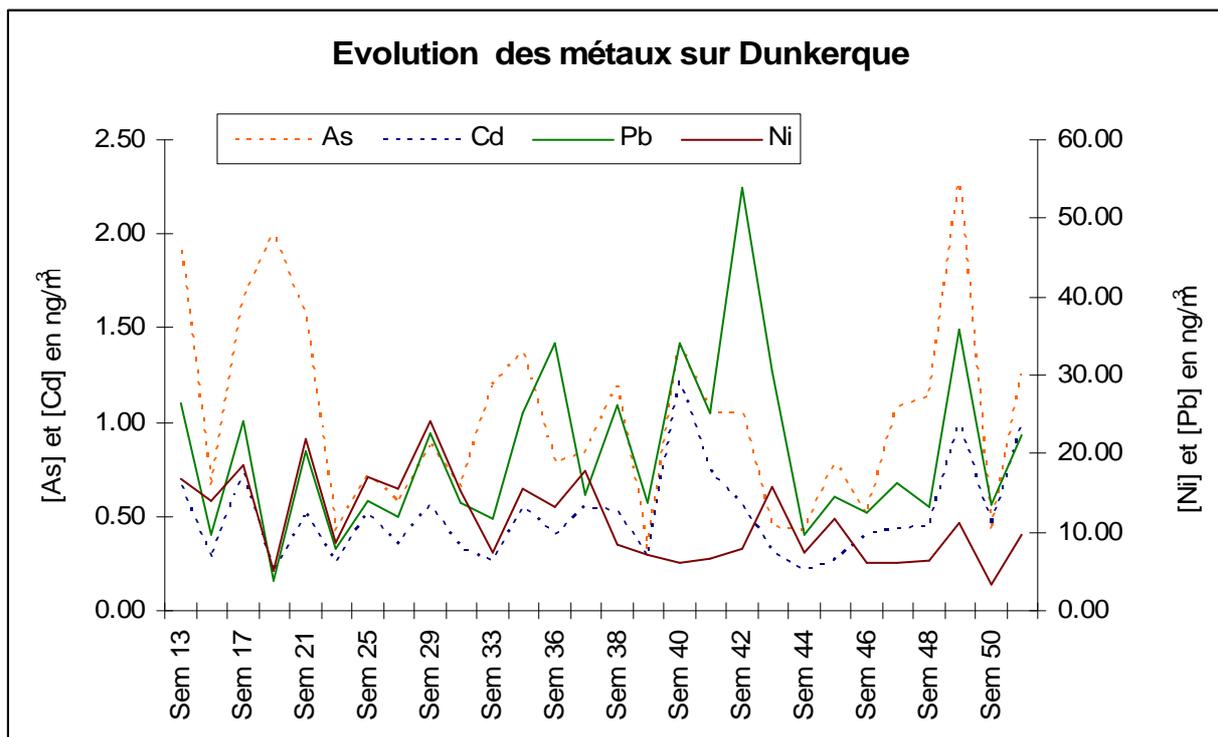


Figure 7 : Evolution 2005 des métaux sur Dunkerque (graphe à 2 échelles)

La semaine 49 enregistre des valeurs relativement élevées pour certains éléments. L'analyse des données de cette semaine sera faite de façon régionale dans un chapitre ultérieur.

Valeurs en ng/m ³	Maximum hebdomadaire	Semaine du maximum
Plomb	53.92	Semaine 42
Nickel	24.08	Semaine 25
Arsenic	2.28	Semaine 49
Cadmium	1.22	Semaine 40

Figure 8 : Maxima hebdomadaires sur Dunkerque

Les coefficients de corrélation de chaque élément avec les métaux sont relativement faibles : le maximum est à 0.59 pour le plomb et le cadmium (voir en annexe). Les taux les plus faibles sont attribués au nickel : entre 0.05 et 0.11. Ceci sous entend une évolution indépendante des métaux. On peut supposer plusieurs sources d'influence pour ces éléments sur ce site.

La station de mesure n'étant équipée que d'un analyseur de dioxyde de soufre, la corrélation avec d'autres polluants n'a pu être déterminée.

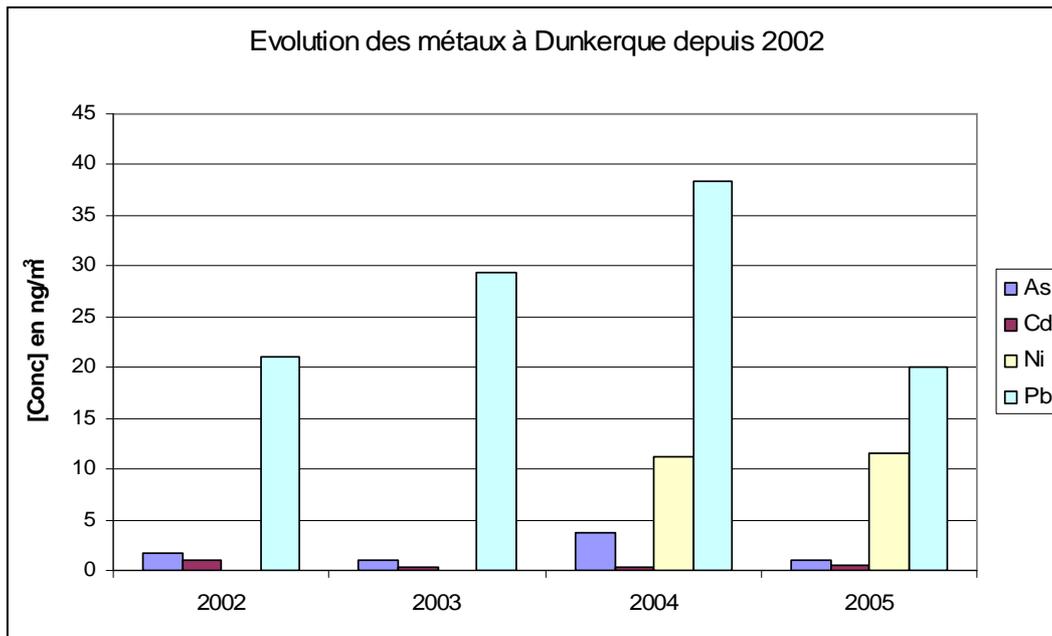


Figure 9 : Evolution des métaux à Dunkerque depuis 2002

L'évolution des teneurs moyennes en métaux est présentée sur la figure 9. Après trois années consécutives de hausse, la moyenne annuelle pour le plomb est en baisse (d'environ 48 %). La concentration moyenne en arsenic est en nette diminution (aux alentours de 75 % de diminution). Mesurées uniquement depuis 2004 (problèmes analytiques), les teneurs en nickel sont stables. Enfin, la moyenne pour le cadmium est en légère hausse ; les valeurs restant malgré tout très faibles.

4.2. Béthune

Les mesures de métaux sur Béthune ont démarré en fin d'année 2004. Nous ne disposons donc pas d'historique pour ce site.

L'évolution des mesures de métaux est reprise sur la figure 10 et les valeurs maximales sur la figure 11.

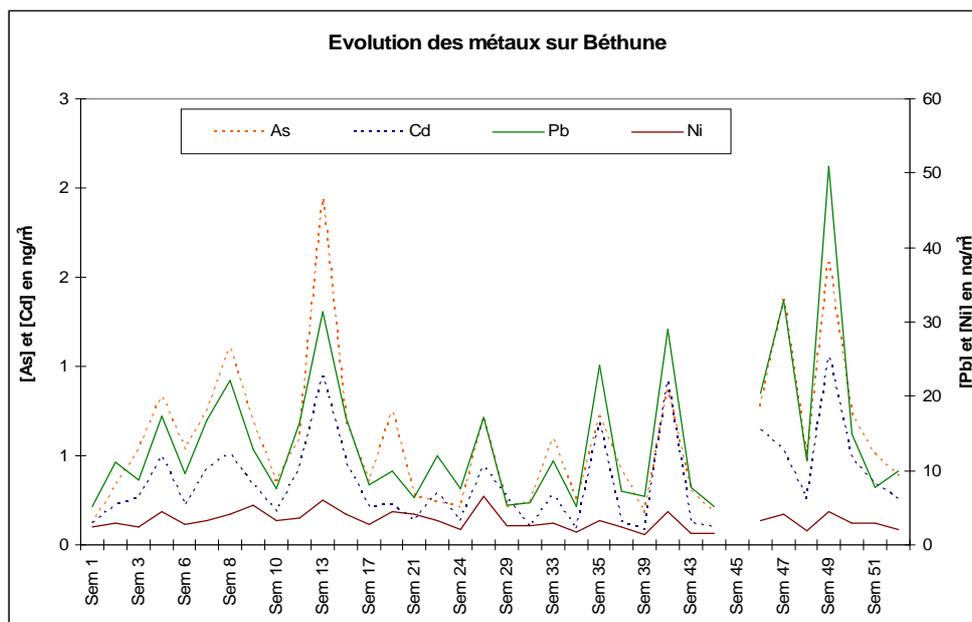


Figure 10 : Evolution 2005 des métaux sur Béthune (graphe à 2 échelles)

Arsenic :

Les teneurs relevées à Béthune en arsenic sont très faibles, tant en valeur moyenne (0.59 ng/m³) qu'en valeur maximale (1.95 ng/m³). Elles sont donc très inférieures à la valeur cible fixée à 6 ng/m³ par la directive européenne. Il apparaît une influence saisonnière, enregistrant quelques valeurs hautes. Les données hivernales sont plus élevées que le reste de l'année.

Cadmium :

Les mesures en cadmium sont faibles et largement inférieures à la valeur cible. Le profil annuel est plus aléatoire que pour l'arsenic ; on ne distingue pas vraiment d'influence saisonnière. Le maximum enregistré dépasse à peine le nano-gramme par mètre cube.

Plomb :

On observe pour le plomb une grande variabilité des mesures. Il est difficile d'établir une influence saisonnière. La moyenne et les valeurs maximales sont largement inférieures à la valeur limite et à l'objectif de qualité.

Nickel :

On ne constate pas de dépassement de la valeur cible pour le nickel. Une tendance saisonnière se distingue sur l'évolution du métal durant l'année. Les valeurs minimales ont été observées en été ; les maxima durant le mois de mars.

Valeurs en ng/m ³	Maximum hebdomadaire	Semaine du maximum
Plomb	50.90	Semaine 49
Nickel	6.59	Semaine 25
Arsenic	1.95	Semaine 13
Cadmium	1.05	Semaine 49

Figure 11 : Maxima hebdomadaires sur Béthune

Les coefficients de corrélation de chaque élément avec les autres métaux sont homogènes et assez élevés (voir en annexe). Le cadmium, l'arsenic et le plomb ont des coefficients supérieurs à 0.86. Seul le nickel présente les coefficients les plus faibles. Ceci illustre une pollution par les métaux homogène ; à priori avec un nombre de sources relativement restreint.

Les coefficients de corrélation avec les polluants classiques mesurés sur le site de Béthune sont bons. Seul le nickel présente les taux les plus bas. Les meilleurs coefficients sont rencontrés avec les poussières en suspension (voir figure 12).

Coefficient de corrélation	NO	NO ₂	PM 10
Arsenic	0.59	0.71	0.79
Cadmium	0.59	0.67	0.80
Plomb	0.74	0.64	0.74
Nickel	0.22	0.49	0.73

Figure 12 : Coefficients de corrélation polluants/métaux sur Béthune

4.3. Evin Malmaison

L'évolution des mesures de métaux est reprise sur les figures 13 et 14 ; le tableau – figure 15 – présente les valeurs maximales.

Arsenic :

Les teneurs en arsenic sont inférieures à la valeur cible, tant en valeur moyenne (1.31 ng/m³) qu'en valeur maximale (2.76 ng/m³). Nous ne distinguons pas d'influence saisonnière. Les valeurs maximales sont plutôt enregistrées dans la seconde moitié de l'année.

Cadmium :

Avec une moyenne annuelle à 1.56 ng/m³ et une valeur de pointe à 3.50 ng/m³, les valeurs restent inférieures à la valeur cible. Les maxima hebdomadaires s'en approchent malgré tout. Elles sont enregistrées en milieu d'année.

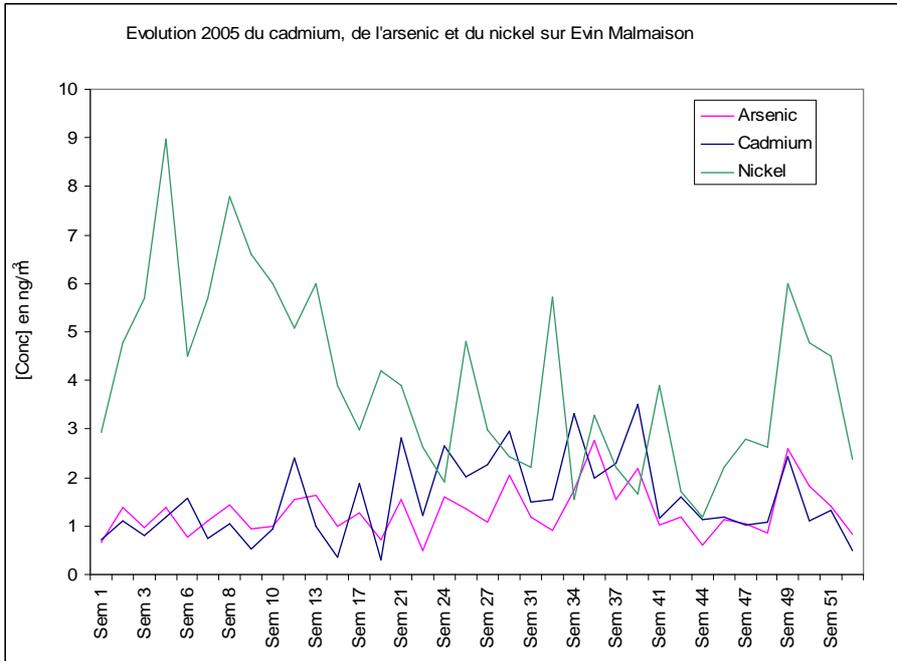


Figure 13 : Evolution de l'arsenic, du cadmium et du nickel sur Evin Malmaison

Nickel :

L'évolution des teneurs en nickel est aléatoire par rapport aux autres éléments mesurés à Evin. Les valeurs sont assez dispersées et plus élevées durant la première moitié de l'année. Elles diminuent progressivement avec quelques valeurs de pointe. Les concentrations augmentent de nouveau jusque la fin d'année. Aucune valeur supérieure à la valeur cible n'est enregistrée en 2005.

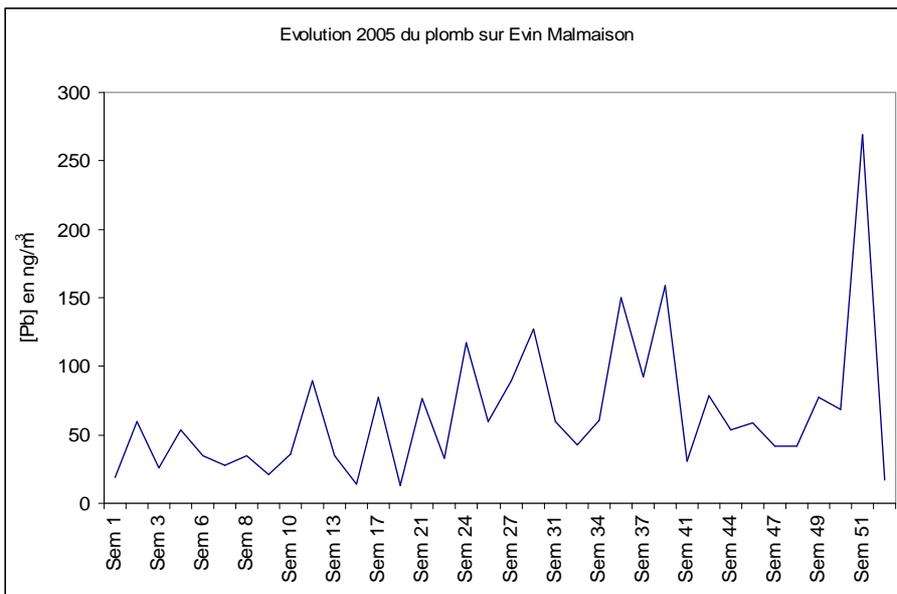


Figure 14 : Evolution du plomb sur Evin Malmaison

Plomb :

Les teneurs en plomb du site sont inférieures à la valeur cible et à l'objectif de qualité. Cependant, ces valeurs peuvent être particulièrement élevées (maximum enregistré à 269 ng/m³). On ne distingue pas d'influence saisonnière. Les retombées dépendent de la direction du vent, qui peut placer le site d'Evin sous le vent de l'ancienne usine Métaleurope, fermée depuis 2003. Ces valeurs de pointe sont liées au réenvol de poussières fines, chargées en métaux notamment en plomb. Elles sont rencontrées quasi exclusivement par vent de sud ouest.

Valeurs en ng/m ³	Maximum hebdomadaire	Semaine du maximum
Plomb	269.50	Semaine 51
Nickel	8.99	Semaine 5
Arsenic	2.76	Semaine 49
Cadmium	3.5	Semaine 39

Figure 15 : Maxima hebdomadaires sur Evin Malmaison

Les coefficients de corrélation des métaux entre eux sont peu élevés (autour de 0.6) pour le plomb, le cadmium et l'arsenic. Le nickel présente des taux très faibles. Les sources d'émission sont multiples sur ce site.

Les coefficients de corrélation des métaux avec les poussières en suspension, mesurées à Evin Malmaison sont faibles. Ceci laisse supposer des sources d'émissions distinctes entre métaux et poussières en suspension.

Coefficient de corrélation	PM 10
Arsenic	0.53
Cadmium	0.17
Plomb	0.47
Nickel	0.12

Figure 16 : Coefficients de corrélation PM 10 / Métaux sur Evin

Les concentrations moyennes de l'arsenic et du cadmium sont en légère hausse en 2005. Elles diminuent pour le nickel.

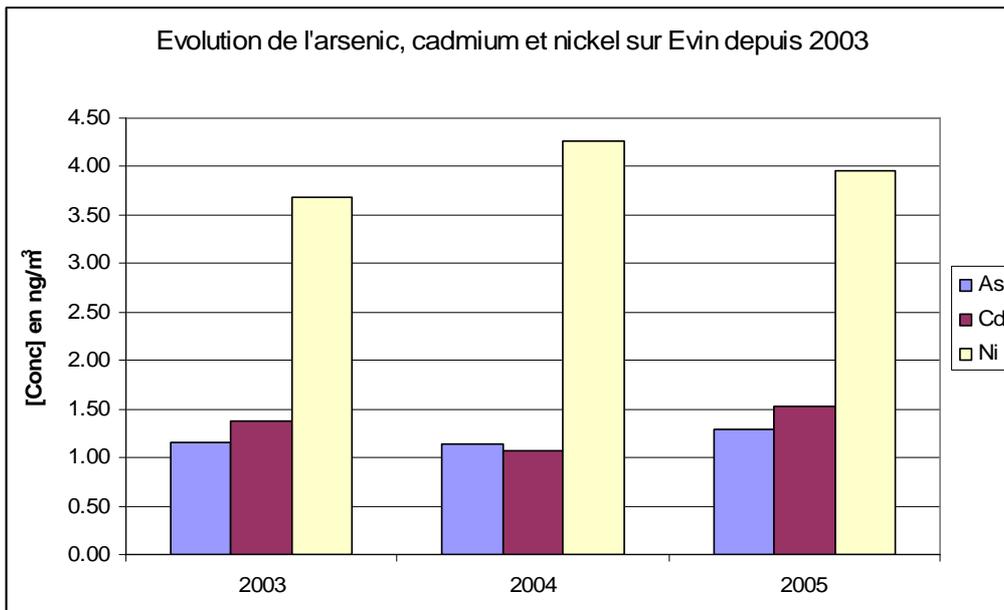


Figure 17 : Evolution de As, Cd et Ni sur Evin depuis 2003

Après une nette diminution des concentrations en plomb en 2004 (une baisse de 56% par rapport à 2003), la moyenne augmente de nouveau fortement en 2005 (près de 100%).

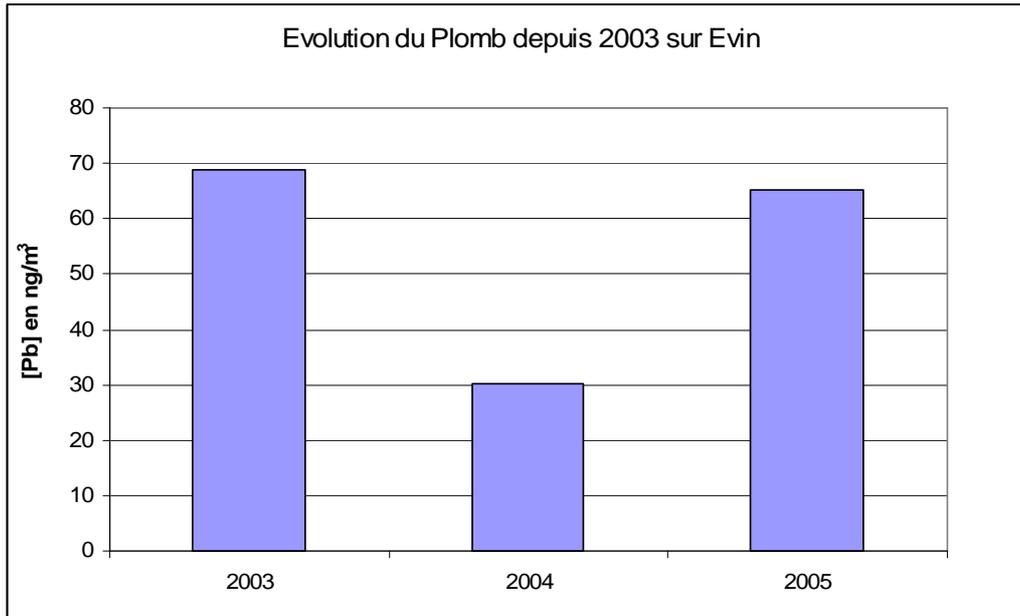


Figure 18 : Evolution du plomb sur Evin depuis 2003

4.4. Lille Pasteur

Arsenic :

Les teneurs en arsenic varient avec les saisons. Classiquement, on observe les valeurs les plus élevées en début et fin d'année, durant les périodes hivernales. Les valeurs les plus basses sont observées durant l'été. La moyenne annuelle est faible : 0.8 ng/m^3 , et très inférieure à la valeur cible fixée par la directive européenne.

Cadmium :

L'évolution des teneurs de cadmium est assez proche de celle de l'arsenic. La moyenne annuelle – 0.39 ng/m^3 – est inférieure à la valeur cible de même que les maxima hebdomadaires.

Plomb :

De même que pour le cadmium et l'arsenic, les teneurs en plomb enregistrées sur Pasteur sont soumises aux variations saisonnières. On observe une diminution des concentrations durant l'été. Ce phénomène est probablement lié à la baisse du trafic automobile en raison des congés estivaux. La moyenne annuelle et le maxima hebdomadaire sont inférieurs à l'objectif de qualité et à la valeur limite fixés par le décret du 15 février 2002.

Nickel :

L'évolution des concentrations en nickel semble être indépendante des autres métaux. On observe une lente augmentation des teneurs jusqu'en milieu d'année. Elles diminuent nettement puis augmentent de nouveau en fin d'année. La moyenne est, cependant, inférieure à la valeur cible. On ne constate pas de dépassement en valeur hebdomadaire.

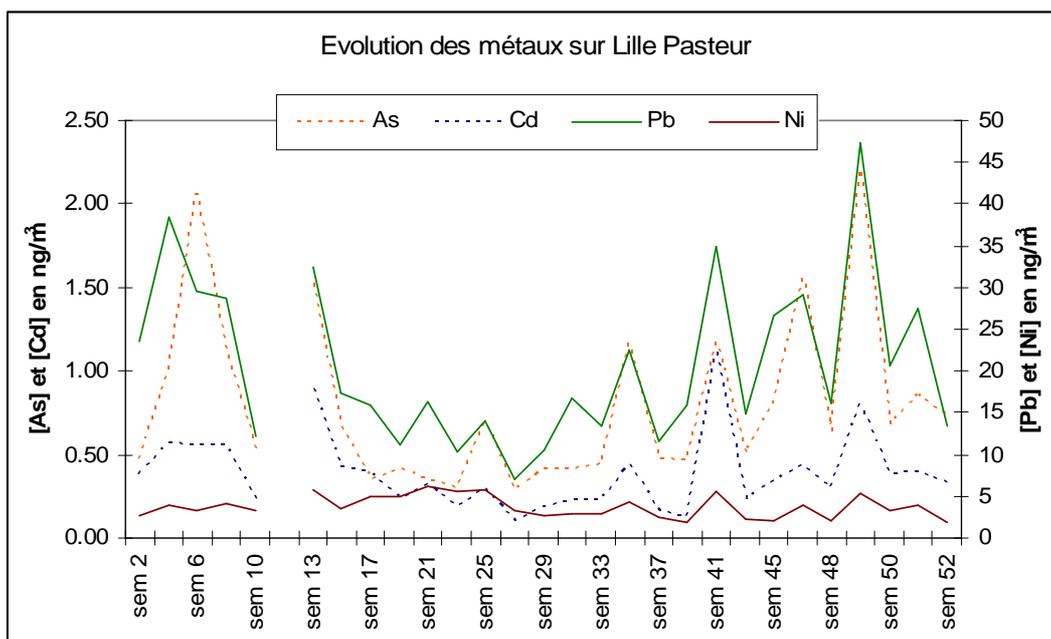


Figure 19 : Evolution 2005 des métaux sur Pasteur (graphe à 2 échelles)

Valeurs en ng/m ³	Maximum hebdomadaire	Semaine du maximum
Plomb	47.25	Semaine 49
Nickel	6.16	Semaine 19
Arsenic	2.21	Semaine 49
Cadmium	1.12	Semaine 41

Figure 20 : Maxima hebdomadaires sur Pasteur

Les coefficients de corrélation entre le plomb, le cadmium et l'arsenic sont élevés : 0.73 pour As/Cd et 0.84 pour Pb/As et Pb/Cd. Ils sont bas pour le nickel : 0.25 pour As/Ni, 0.5 pour cd/Ni et 0.3 pour Ni/Pb.

Les coefficients de corrélation avec les oxydes d'azote mesurés en station sont élevés pour le plomb, le cadmium et l'arsenic. Ils sont très faibles pour le nickel.

Le trafic automobile semble être la source prépondérante de plomb, cadmium et d'arsenic sur le site de Pasteur.

Coefficient de corrélation	NO	NO ₂
Arsenic	0.80	0.74
Cadmium	0.59	0.81
Plomb	0.83	0.87
Nickel	0.12	0.27

Figure 21 : Coefficients de corrélation Métaux – Oxydes d'azote sur Pasteur

La diminution des concentrations en plomb se poursuit en 2005. Les teneurs en nickel, arsenic et cadmium sont stables de 2004 à 2005.

ng/m ³	Arsenic	Cadmium	Nickel	Plomb
2002	Non mesuré	1.13	3.94	44.12
2003	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré	Non mesuré
2004	0.58	0.25	3.37	30.64
2005	0.80	0.39	3.74	20.65

Figure 22 : Evolution des métaux depuis 2002 sur Pasteur

4.5. Marcq en Baroeul

Arsenic :

Les teneurs en arsenic sont relativement homogènes. On ne constate pas vraiment de caractères saisonniers. Les quelques valeurs maximales ont été enregistrées en fin d'année. La moyenne annuelle est inférieure à la valeur cible, il en est de même pour les valeurs maximales.

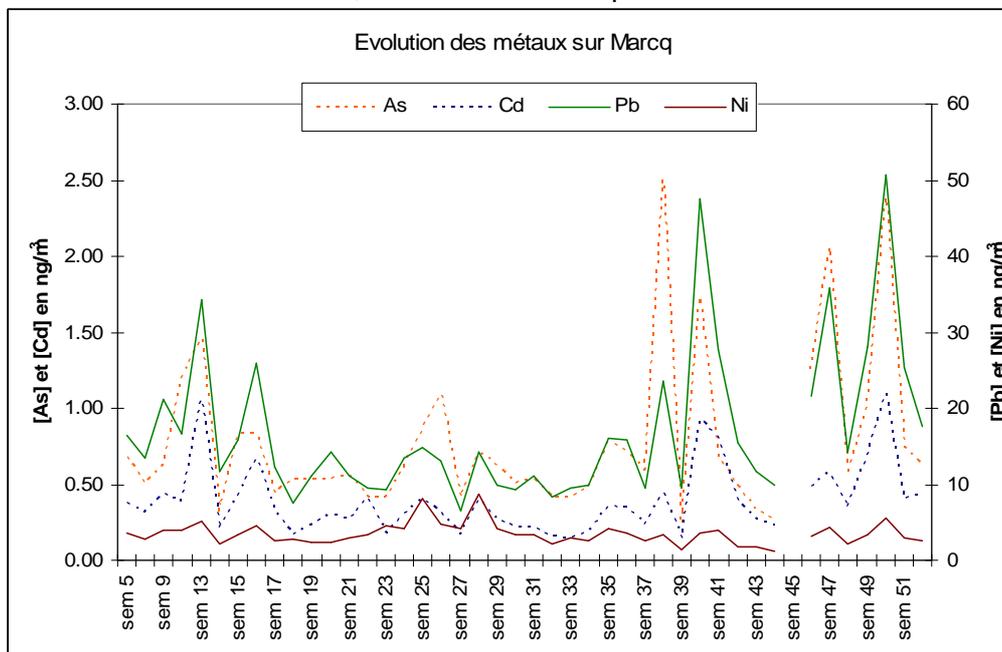


Figure 23 : Evolution 2005 des métaux sur Marcq (graphe à 2 échelles)

Cadmium :

L'évolution des teneurs de cadmium est assez proche de celle de l'arsenic, mais en concentrations plus faibles. La moyenne annuelle est très inférieure à la valeur cible de même que les maxima hebdomadaires. Les maxima sont observés en fin d'année.

Plomb :

De façon analogue au cadmium et à l'arsenic, on n'observe pas vraiment d'évolution saisonnière pour le plomb. On constate également pour le plomb une élévation des concentrations en fin d'année. Hormis ces valeurs maximales liées à des conditions météorologiques particulières, les concentrations sont globalement homogènes. L'objectif de qualité et la valeur limite ne sont dépassés ni en moyenne annuelle, ni en valeur de pointe.

Nickel :

L'évolution des teneurs en nickel est distincte des autres métaux. On constate une augmentation régulière des concentrations au printemps. Elles diminuent légèrement ensuite. La valeur cible n'a pas été dépassée.

Valeurs en ng/m ³	Maximum hebdomadaire	Semaine du maximum
Plomb	50.78	Semaine 49
Nickel	8.65	Semaine 28
Arsenic	2.51	Semaine 38
Cadmium	1.10	Semaine 50

Figure 24 : Maxima hebdomadaires sur Marcq

Les coefficients de corrélation entre le plomb, l'arsenic et le cadmium sont bons (supérieurs à 0.7). Le nickel se distingue avec des coefficients relativement faibles (entre 0.3 et 0.4). Il semblerait que la

source de nickel soit différente de celle du plomb, du cadmium et de l'arsenic. Les coefficients de corrélation avec les polluants mesurés en station confirment cette hypothèse.

Coefficient de corrélation	NO	NO ₂	PM 10	SO ₂
Arsenic	0.49	0.55	0.51	0.14
Cadmium	0.50	0.74	0.61	0.21
Plomb	0.55	0.74	0.53	0.19
Nickel	0.03	0.08	0.54	0.32

Figure 25 : Coefficients de corrélation avec les polluants sur Marcq

La diminution des concentrations en plomb amorcée dès 2003 se poursuit en 2005. Les teneurs restent stables pour le nickel et le cadmium. Elles diminuent pour l'arsenic. Ces valeurs restent très faibles.

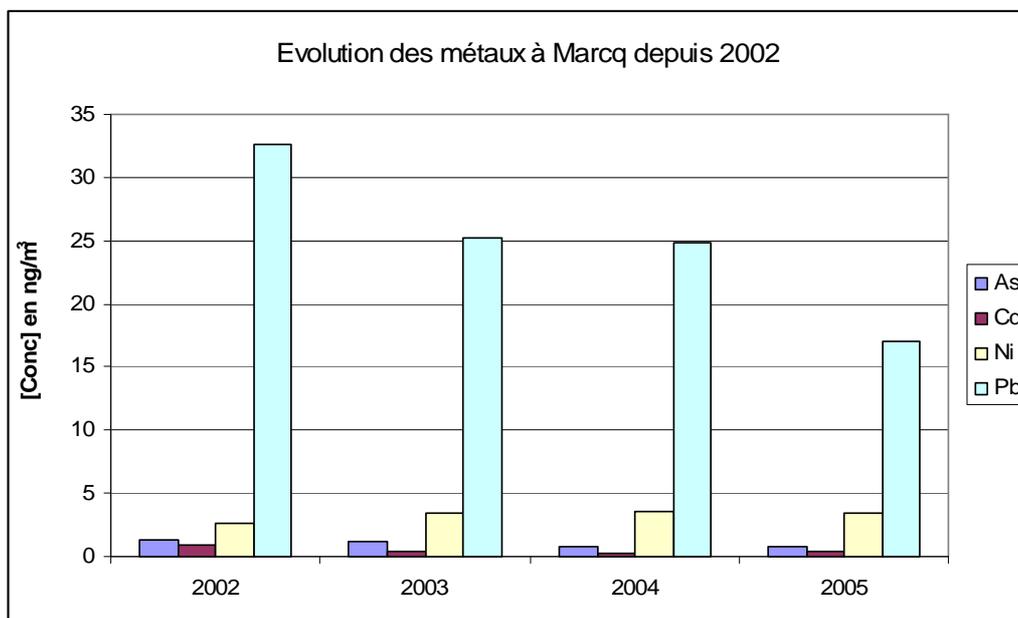


Figure 26 : Evolution 2005 des métaux sur Marcq

4.6. Roost Warendin

Arsenic :

Hormis quelques valeurs de pointe, les concentrations en arsenic varient peu. Les valeurs les plus élevées sont relevées en fin d'année. On ne constate pas vraiment d'influence saisonnière. Les données sont largement inférieures à la valeur cible, tant en moyenne qu'en valeur maximale.

Cadmium :

Les données de cadmium sont relativement proches des données d'arsenic. Contrairement à l'arsenic, les concentrations ne s'élèvent pas autant en fin d'année. On ne constate pas de dépassement de la valeur cible, tant en valeur moyenne qu'en valeur maximale.

Nickel :

L'évolution des teneurs en nickel est assez aléatoire et indépendante de l'évolution du cadmium et de l'arsenic. La valeur cible n'est pas dépassée.

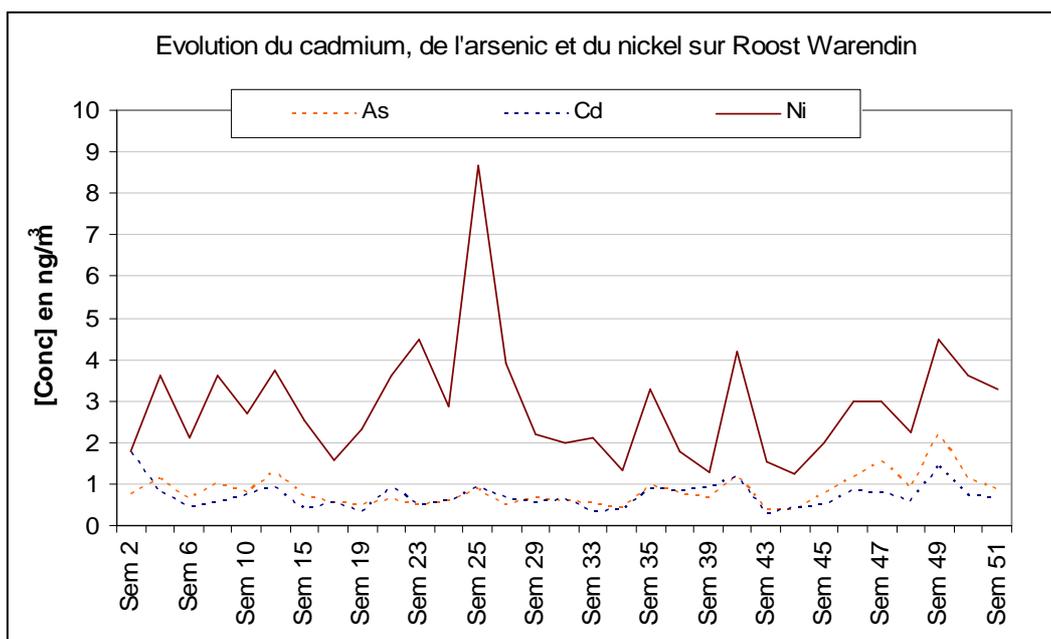


Figure 27 : Evolution 2005 de Cd, As et Ni sur Roost Warendin

Plomb :

Les concentrations en plomb sont très variables d'une semaine sur l'autre. Il ne se dégage pas de caractère saisonnier. On enregistre cependant les valeurs les plus élevées en phase hivernale. Les valeurs maximales sont enregistrées par vent de sud ouest. Elles sont liées à l'activité industrielle de l'usine Umicore d'Auby.

La moyenne annuelle est inférieure à la valeur limite et à l'objectif de qualité. On ne constate pas de dépassement en valeurs de pointe.

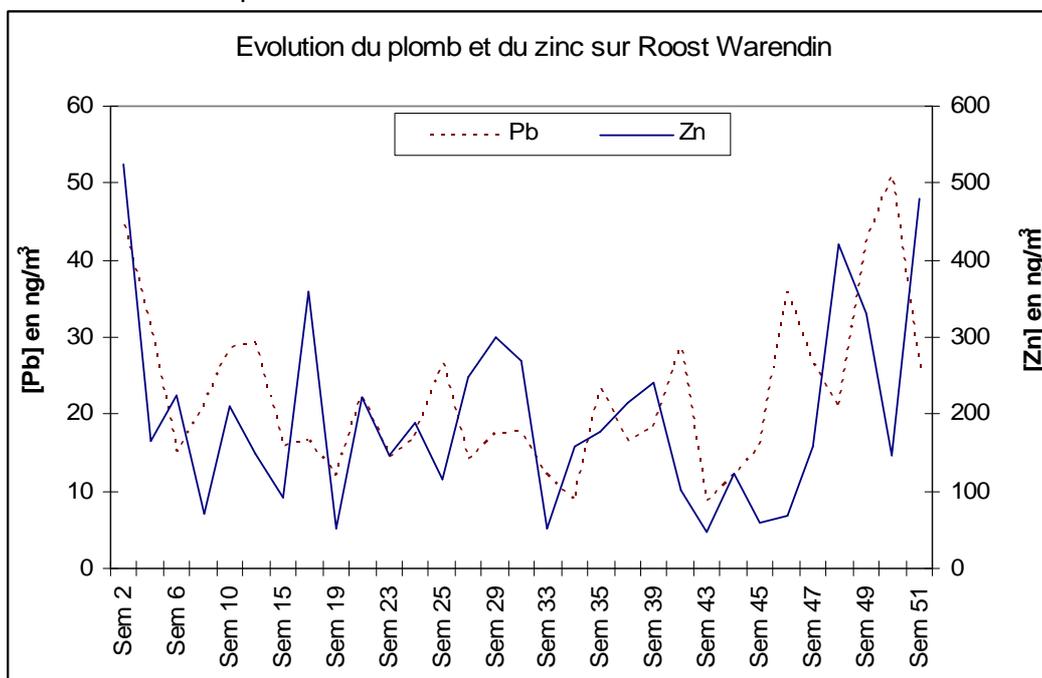


Figure 28 : Evolution 2005 de Pb et Zn sur Roost Warendin (graphe à 2 échelles)

Zinc :

Nous ne disposons pas de valeurs réglementaires pour le zinc. Les valeurs hebdomadaires sont très variables d'une semaine à l'autre. On remarque des valeurs de pointe en zinc corrélées à des valeurs de pointe de plomb. On relève aussi des anti - corrélations : pointe de zinc et diminution assez forte de plomb. Il semble qu'il y ait plusieurs sources d'émissions du zinc et du plomb.

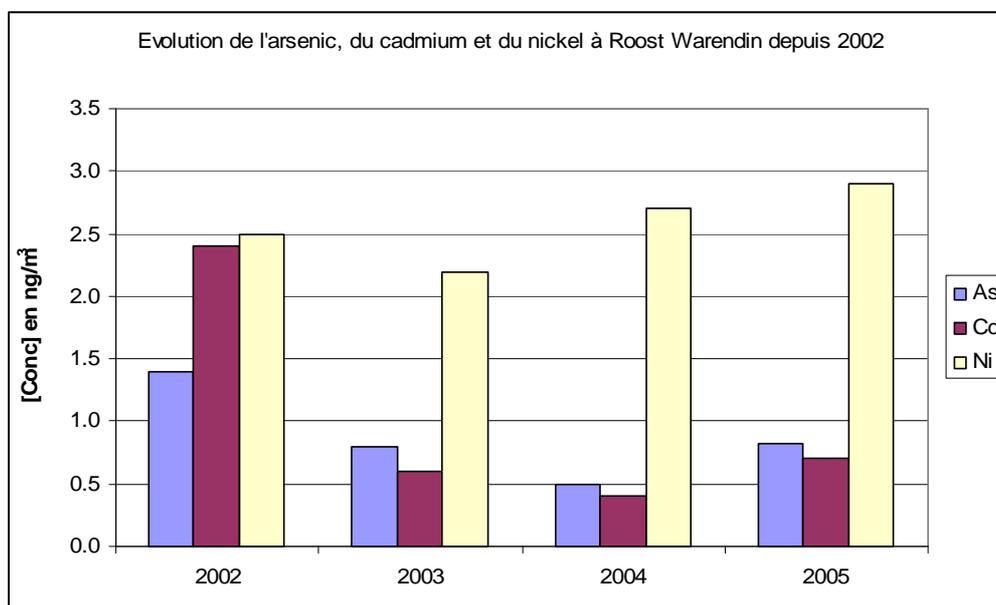
Valeurs en ng/m ³	Maximum hebdomadaire	Semaine du maximum
Plomb	50.98	Semaine 50
Nickel	8.69	Semaine 25
Arsenic	2.22	Semaine 49
Cadmium	1.41	Semaine 49
Zinc	479.33	Semaine 51

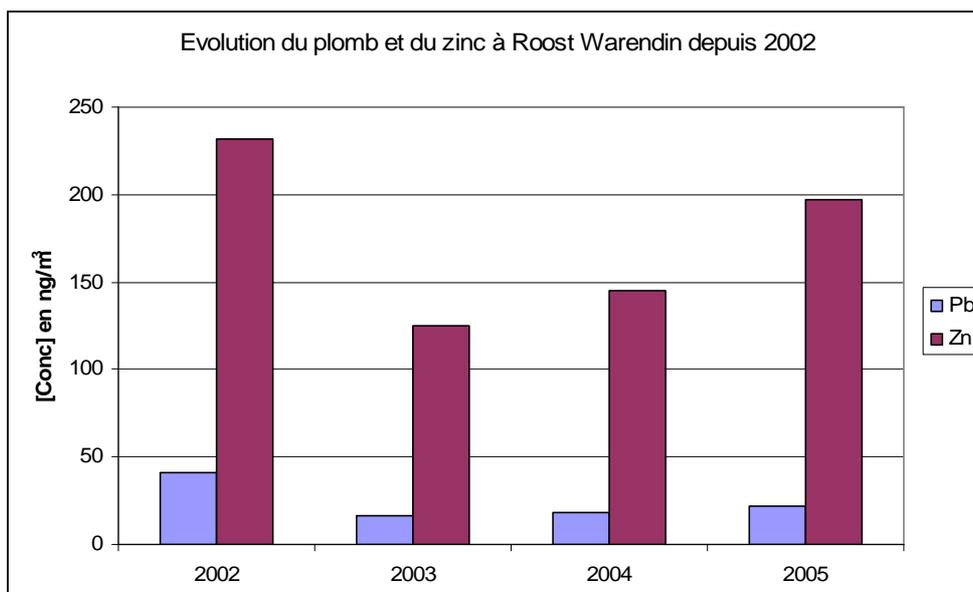
Figure 29 : Maxima hebdomadaires sur Roost Warendin

Les coefficients de corrélation sont assez variables d'un élément et d'un polluant à l'autre. L'arsenic présente des coefficients de corrélation homogène avec les oxydes d'azote et les poussières en suspension. Le plomb semble bien corrélé avec les oxydes d'azote. Les autres coefficients sont faibles.

Coefficient de corrélation	NO	NO ₂	PM 10	SO ₂
Arsenic	0.83	0.72	0.64	0.19
Cadmium	0.40	0.38	0.40	0.41
Plomb	0.61	0.72	0.40	0.38
Nickel	0.20	0.25	0.46	0.11
Zinc	0.21	0.11	- 0.14	0.49

Figure 30 : Coefficients de corrélation avec les polluants sur Roost Warendin





Figures 31 a et 31 b : Evolution 2005 des métaux sur Roost Warendin

4. Evolution par polluant

4.1. Plomb

Moyenne annuelle :

Le site d'Evin Malmaison se distingue par une moyenne trois fois plus élevée que les autres sites régionaux.

Les deux autres mesures en proximité industrielle – Dunkerque et Roost Warendin – ont des concentrations moyennes dans le même ordre de grandeur. Cette valeur est d'ailleurs proche de la teneur moyenne en plomb de la mesure en proximité automobile de Lille.

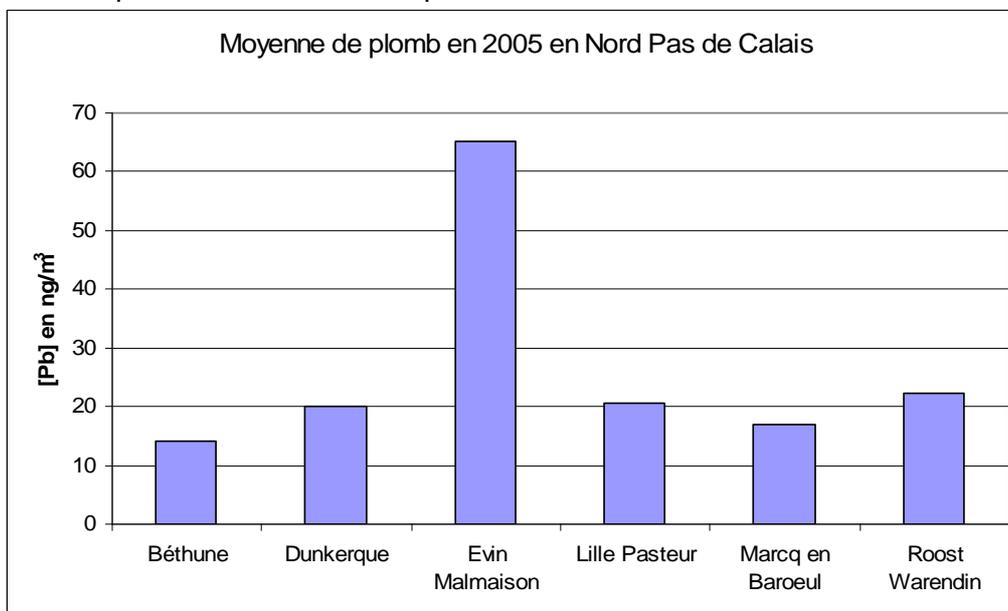


Figure 32 : Moyenne 2005 en plomb sur les sites de mesure régionaux

Les concentrations mesurées en sites urbains sont les minima observés dans la région, le site de Béthune étant la référence basse de la région.

	Béthune	Dunkerque	Evin Malmaison	Lille Pasteur	Marcq en Baroeul	Roost Warendin
Valeur maximale en ng/m ³	50.90	53.92	269.46	47.25	50.78	26.66

Figure 33 : Maxima hebdomadaires régionaux en 2005

Les valeurs maximales pour les sites de Béthune, Dunkerque, Pasteur et Marcq sont proches. Roost Warendin possède la valeur la moins élevée.

Il ne semble pas que les sites industriels de Dunkerque et Roost Warendin soient fortement marqués par une pollution au plomb d'origine industrielle.

Evolution temporelle :

Entre 2000 et 2001, la moyenne annuelle n'est établie qu'à partir des données lilloises. A partir de 2002, les sites de Dunkerque et Roost Warendin sont inclus. En 2003, le calcul de la moyenne intègre le site d'Evin, et en 2005, les données de Béthune

L'élévation de la moyenne en 2002 et 2003 est due à l'introduction des données des sites industriels dans le calcul de la moyenne.

La tendance générale est à la diminution des teneurs en plomb dans l'atmosphère. Seul le site d'Evin Malmaison voit sa moyenne annuelle fortement augmenter.

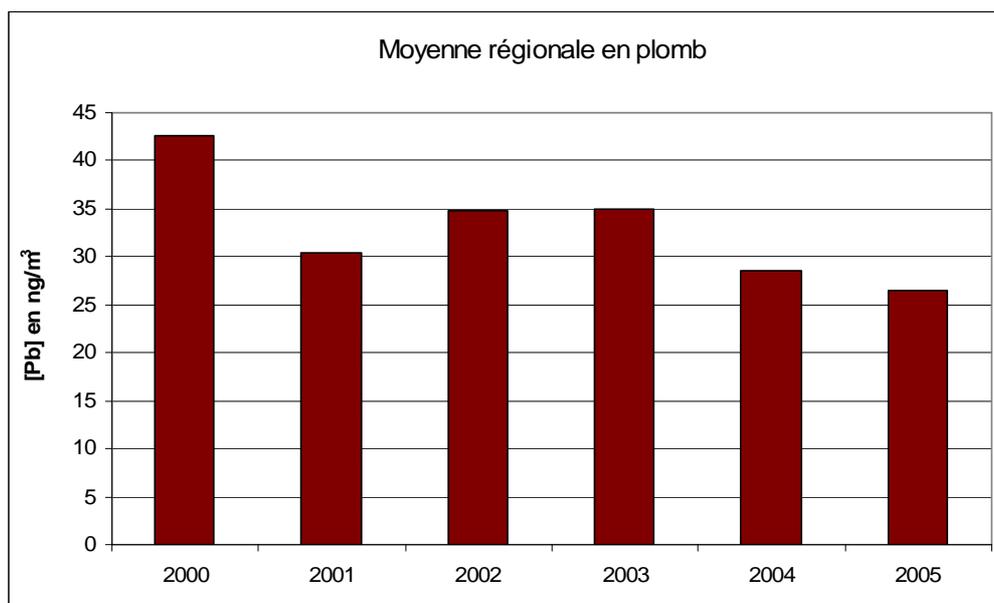


Figure 34 : Evolution de la moyenne régionale en plomb depuis 2000

Coefficients de corrélation (annexe 1) :

Les coefficients de corrélation avec les autres métaux sont bons, excepté avec le nickel, sur Béthune, Marcq en Baroeul, Lille Pasteur et Roost Warendin. Les zones urbaines semblent donc soumises à une pollution homogène en métaux lourds, avec vraisemblablement peu de diversité dans les sources d'émissions.

Les coefficients sont plus faibles pour le plomb sur Evin Malmaison. Le site est, en effet, sous l'influence potentielle de 2 émetteurs industriels distincts : l'ancien site MétalEurop à Noyelles Godault et l'usine Umicore à Auby.

Enfin, le coefficient de corrélation du plomb avec le zinc sur le site de Roost Warendin est faible (0.30). Il semblerait que l'on soit en présence de 2 sources d'émission distinctes. Le site de Roost Warendin peut se trouver sous le vent de l'ancien site MétalEurop ou sous le vent de l'usine Umicore ; ce qui peut être une explication de cette corrélation aussi faible.

Quant aux corrélations avec les polluants mesurés en station, elles varient en fonction du site. Le coefficient est élevé (autour de 0.7) avec le NO₂ sur les sites de Roost Warendin et Marcq. Il vaut même jusque 0.8 sur Pasteur. Sur Béthune, la valeur oscille autour de 0.7 pour les poussières en suspension et le NO. Enfin, il est faible à Evin avec les poussières en suspension (0.12).

4.2. Nickel

Moyenne annuelle :

Les valeurs de moyenne sont faibles et relativement homogènes, quelle que soit la typologie du site. Le site de Dunkerque se distingue par une moyenne particulièrement élevée au regard des autres sites. La rose des vents annuelle a pour dominante Sud Ouest, plaçant ainsi le site sous le vent de la zone industrialo – portuaire.

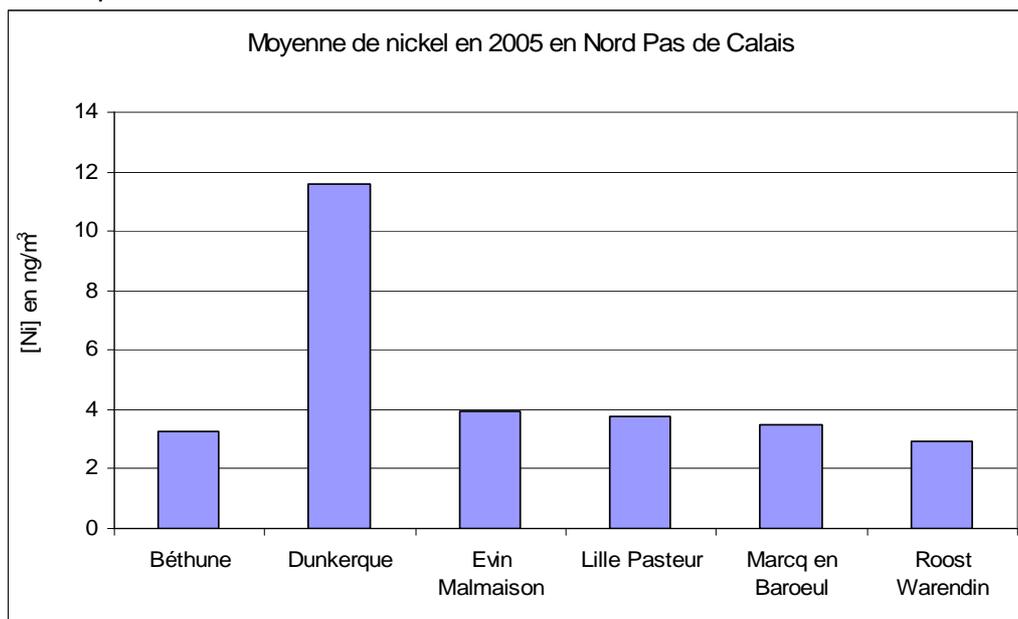


Figure 35 : Moyenne 2005 en nickel sur les sites de mesure régionaux

Les valeurs de maxima se distinguent en trois groupes : une valeur haute pour Dunkerque, un deuxième groupe constitué des sites de Marcq en Baroeul, Roost Warendin et Evin Malmaison, et un dernier groupe constitué de Béthune et de Lille Pasteur.

Les valeurs entre les deux derniers groupes ne présentent pas un écart important.

	Béthune	Dunkerque	Evin Malmaison	Lille Pasteur	Marcq en Baroeul	Roost Warendin
Valeur maximale en ng/m ³	6.59	24.08	8.99	6.16	8.65	8.69

Figure 36 : Maxima hebdomadaires régionaux en 2005

Evolution temporelle :

Entre 2000 et 2001, la moyenne annuelle n'est établie qu'à partir des données de Pasteur. A partir de 2002, les sites de Marcq en Baroeul et Roost Warendin sont inclus. En 2003, le calcul de la moyenne intègre le site d'Evin. En 2004, sont incluses les données de Dunkerque, et en 2005, les données de Béthune.

La hausse significative de la moyenne en 2004 est due à l'introduction des données de Dunkerque dans le calcul de la moyenne. La moyenne aurait malgré tout augmenté, mais de façon moins conséquente. Les moyennes sont en légère diminution en 2005.

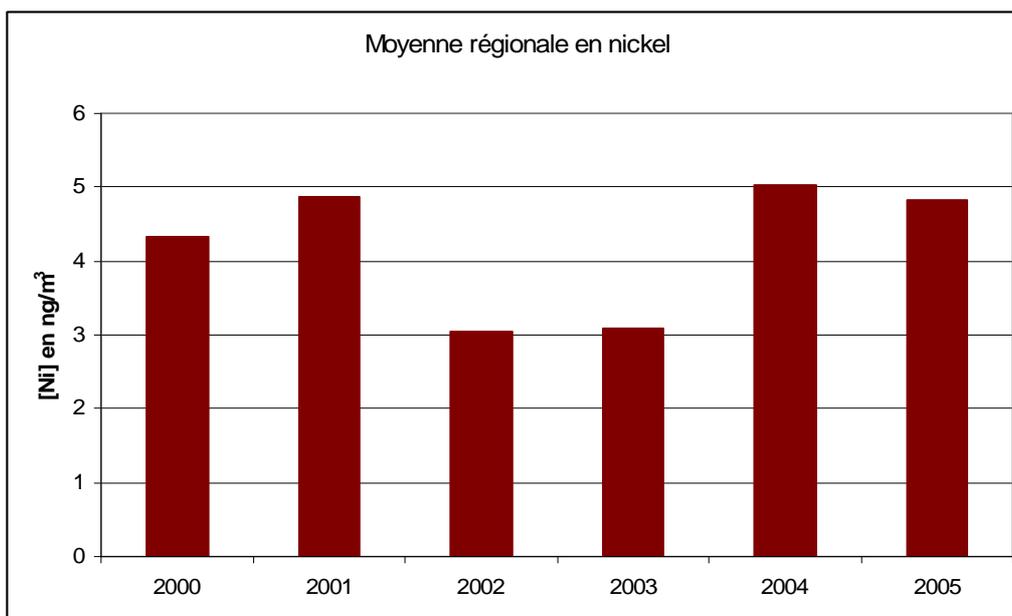


Figure 37 : Evolution de la moyenne régionale en nickel depuis 2000

Coefficients de corrélation (annexe 1) :

Le nickel est le métal surveillé qui a les coefficients de corrélation avec les autres métaux les plus faibles. Ils sont très faibles sur le site d'Evin Malmaison. Il semblerait donc que les sources d'émission du nickel ne soit pas industrielles pour ce site.

Ils sont faibles pour Dunkerque, Roost Warendin, Marcq et Lille Pasteur. On ne constate aucune corrélation avec le zinc sur le site de Roost Warendin.

Les meilleurs coefficients sont relevés à Béthune, en moyenne autour de 0.6.

Les coefficients de corrélation avec les polluants surveillés en station de mesure sont également faibles. Seule la corrélation avec les poussières en suspension (PM 10) sur les sites urbains (Béthune et Marcq) atteint des valeurs significatives (entre 0.6 et 0.7).

4.3. Arsenic

Moyenne annuelle :

Les sites industriels de Dunkerque et Evin se distinguent avec une moyenne plus élevée. Le site de Béthune a la moyenne la plus faible.

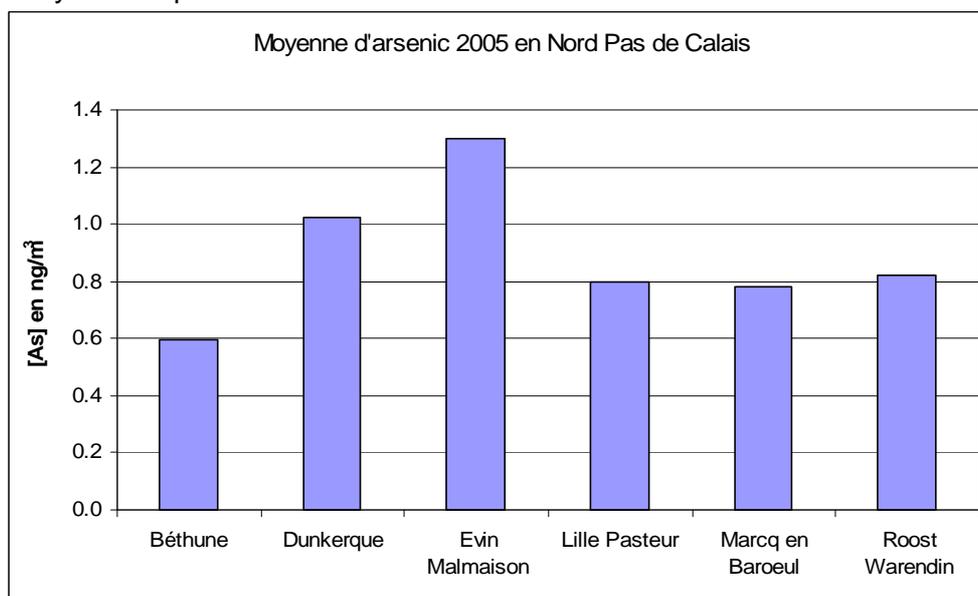


Figure 38 : Moyenne 2005 en arsenic sur les sites de mesure régionaux

L'ensemble des mesures d'arsenic en Nord Pas de Calais sont faibles et largement inférieures à la valeur cible de la directive européenne. Ce constat s'applique aux maxima hebdomadaires, de valeur homogène quelle que soit la typologie du site de mesure.

	Béthune	Dunkerque	Evin Malmaison	Lille Pasteur	Marcq en Baroeul	Roost Warendin
Valeur maximale en ng/m ³	1.95	2.28	2.76	2.21	2.51	2.22

Figure 39 : Maxima hebdomadaires régionaux en 2005

Evolution temporelle :

Dès 2002, la moyenne annuelle est établie avec les données des sites de Marcq en Baroeul et Roost Warendin. En 2003, le calcul de la moyenne intègre le site d'Evin et de Dunkerque. En 2004, sont incluses les données de Pasteur, et en 2005, les données de Béthune. Les moyennes sont faibles et diminuent entre 2004 et 2005.

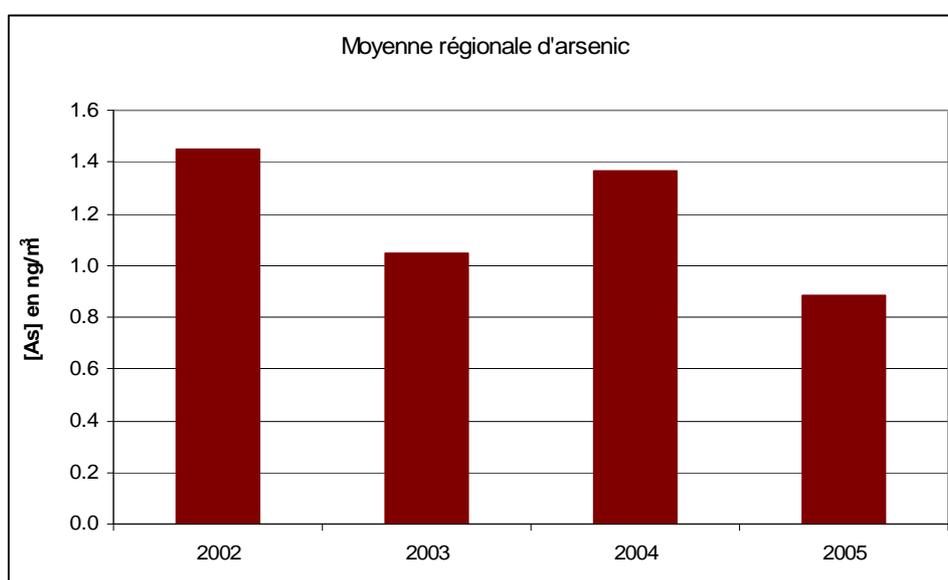


Figure 40 : Evolution de la moyenne régionale en arsenic depuis 2000

Coefficients de corrélation (annexe 1) :

De manière générale, les coefficients de corrélation avec les autres métaux sont plus faibles en sites industriels qu'en sites urbains. Ils sont élevés sur Pasteur, Marcq et Béthune. L'arsenic est bien corrélé avec le NO₂ et les PM 10 sur Roost Warendin, Lille Pasteur et Béthune. La corrélation est moins bonne sur Marcq en Baroeul.

4.4. Cadmium

Moyenne annuelle :

Les moyennes en zone urbaine sont proches, autour de 0.4 ng/m³. Les sites industriels se distinguent avec des valeurs plus élevées : Evin, Roost Warendin et Dunkerque. La différence est peu significative sur Dunkerque. Elle est plus marquée sur Roost Warendin et Evin, où l'on relève une moyenne quasiment 4 fois supérieure aux autres sites. Ces valeurs restent, malgré tout, assez faibles.

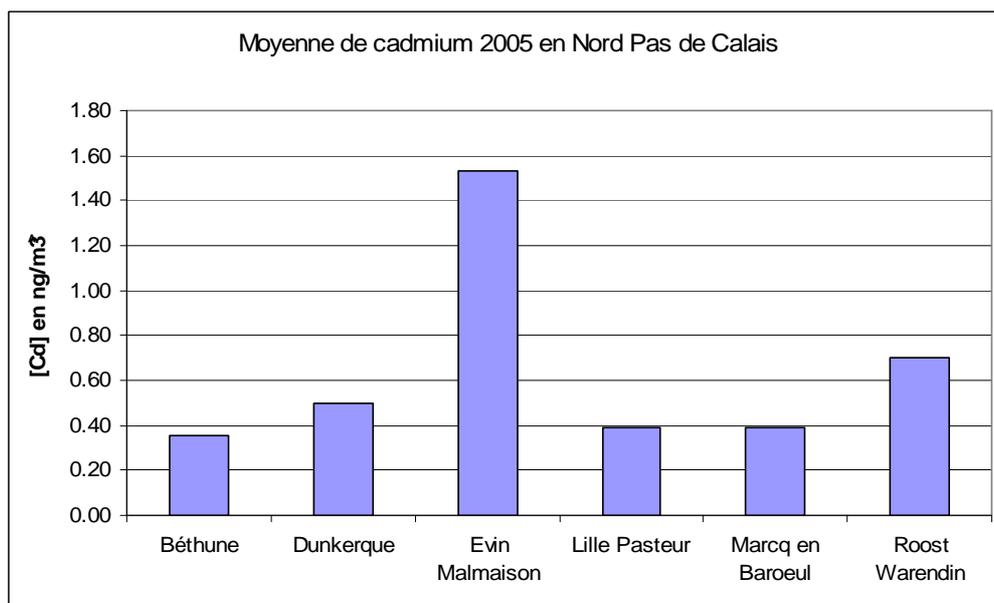


Figure 41 : Moyenne 2005 en cadmium sur les sites de mesure régionaux

Les maxima observés sont assez homogènes d'un site à l'autre. Evin Malmaison se distingue avec une valeur de pointe trois fois plus élevée que sur les autres sites. Ces valeurs sont, toutefois, inférieures à la valeur cible.

	Béthune	Dunkerque	Evin Malmaison	Lille Pasteur	Marcq en Baroeul	Roost Warendin
Valeur maximale en ng/m ³	1.05	1.22	3.50	1.12	1.10	0.92

Figure 42 : Maxima hebdomadaires régionaux en 2005

Evolution temporelle :

Entre 2000 et 2001, la moyenne annuelle n'est établie qu'à partir des données lilloises. A partir de 2002, les sites de Dunkerque et Roost Warendin sont inclus. En 2003, le calcul de la moyenne intègre le site d'Evin, et en 2005, les données de Béthune

L'augmentation des teneurs en 2003 est due à l'introduction des données d'Evin Malmaison dans le calcul de la moyenne annuelle ; année pour laquelle on relève la valeur maximale sur Evin. Depuis 2003, les concentrations oscillent autour de 0.6 ng/m³. Les concentrations en cadmium sont faibles et bien inférieures à la valeur cible.

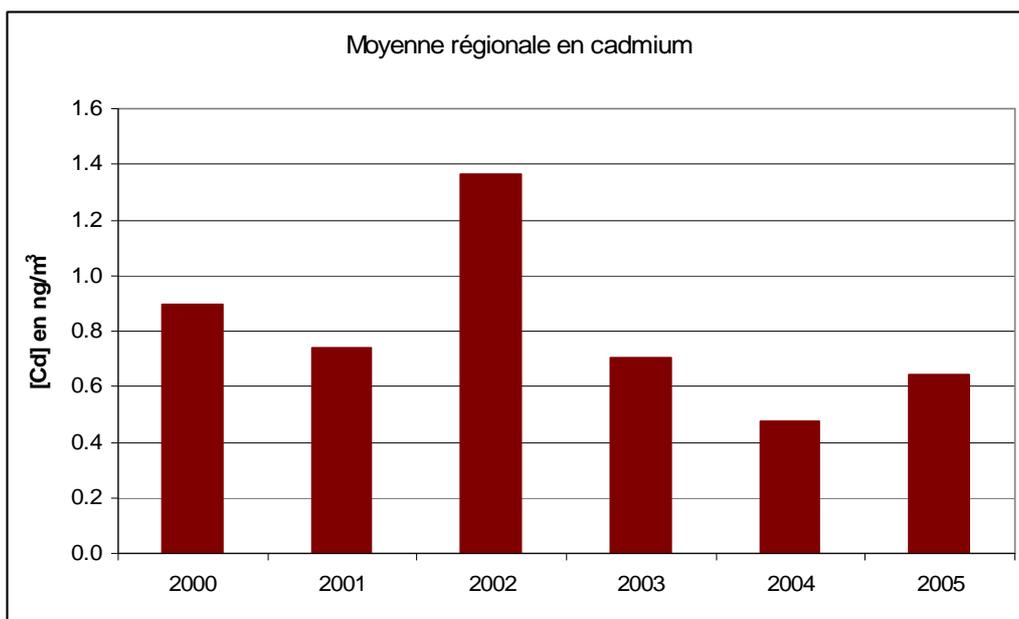


Figure 43 : Evolution de la moyenne régionale en cadmium depuis 2000

Coefficients de corrélation (annexe 1) :

De même que pour l'arsenic, les coefficients de corrélation avec les autres métaux sont plus élevés sur les sites urbains que sur les sites industriels. Concernant les polluants classiques, les conclusions sont identiques : meilleure corrélation avec le NO₂ et les PM 10 en zone urbaine ; peu de corrélation en zone industrielle.

4.5. Zinc

Seul le site de Roost Warendin fait l'objet d'une surveillance du zinc en raison de la proximité de l'usine Umicore d'Auby.

Evolution temporelle :

Après une première année durant laquelle on observe le maximum annuel de la moyenne annuelle, la concentration en zinc a nettement diminué en 2003. L'augmentation des teneurs amorcée en 2004 se poursuit en 2005.

Les valeurs maximales sont variables d'une année à l'autre.

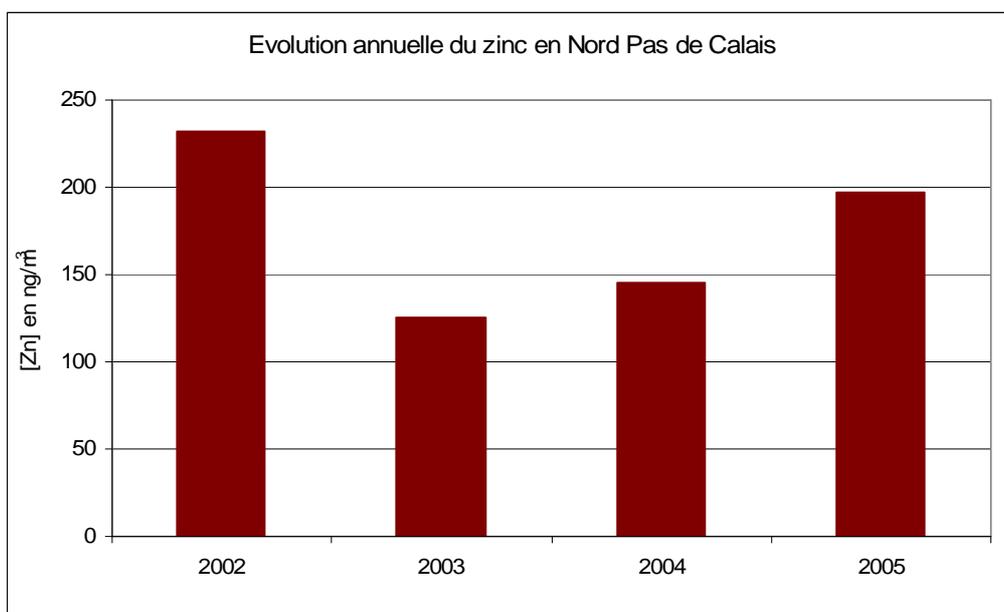


Figure 44 : Evolution de la moyenne régionale en zinc depuis 2002

Coefficients de corrélation (annexe 1) :

Les coefficients de corrélation avec les autres métaux sont assez faibles. Il en est de même avec les polluants mesurés en station (SO₂, PM10, NOx). Les meilleurs coefficients sont relevés pour le cadmium (0.48) et le SO₂ (0.49).

5. Fréquence de prélèvement

La surveillance des métaux a été maintenue sur un site en continu afin de vérifier la pertinence du prélèvement une semaine sur deux. Le site choisi en 2005 est Marcq en Baroeul. La moyenne est établie avec 43 semaines de prélèvement sur 52.

Le calcul de la moyenne (moyenne1/2) a donc été effectué avec les données des semaines impaires (comme sur les autres sites). En raison d'un décalage dans l'homogénéisation des pratiques en Nord Pas de Calais, le prélèvement des semaines 1 et 3 n'a pas été réalisé. Le prélèvement de la semaine 45 a été invalidé (moins de 75 % du volume de prélèvement).

Les résultats sont présentés dans le tableau (figure 45).

ng/m ³	Moyenne annuelle	Moyenne annuelle (1/2)	Delta	Ecart en %
As	0.78	0.72	-0.06	-7.75 %
Cd	0.39	0.38	-0.01	-3.04 %
Ni	3.48	3.56	0.09	2.49 %
Pb	17.00	16.40	-0.60	-3.50 %

Figure 45 : Etude comparative des fréquences de prélèvement sur Marcq

Les résultats sont assez satisfaisants. L'écart le plus important est constaté pour l'arsenic, ceci est dû en partie aux faibles concentrations de cet élément (variation de 0.06 ng/m³ seulement). Le calcul de la moyenne avec les semaines impaires donne une légère sous-estimation pour l'arsenic, le cadmium et le plomb ; une faible surestimation pour le nickel.

La fréquence de prélèvement d'une semaine sur deux peut donc donner des résultats satisfaisants sur des sites pour lesquels les données ont une faible variabilité. Les sites concernés en Nord Pas de Calais sont surtout les sites urbains, tels que Marcq en Baroeul, Béthune.

Ce système de prélèvement n'est peut être pas le mieux adapté à des sites de proximité industrielle tels qu'Evin Malmaison, soumis à de fortes variations en concentrations notamment en plomb. Un prélèvement en continu ou par phase de campagnes (périodes de plusieurs semaines consécutives en conditions favorables et défavorables) serait plus adéquat.

6. Etude de la semaine 49

De nombreuses valeurs élevées en métaux ont été observées durant la semaine 49 – du 4 au 10 décembre. L'établissement de conditions anticycloniques hivernales (voir figure 46) au cours de la semaine (augmentation de la pression atmosphérique, diminution des températures) a favorisé l'accumulation des polluants dans l'atmosphère, notamment des poussières en suspension.

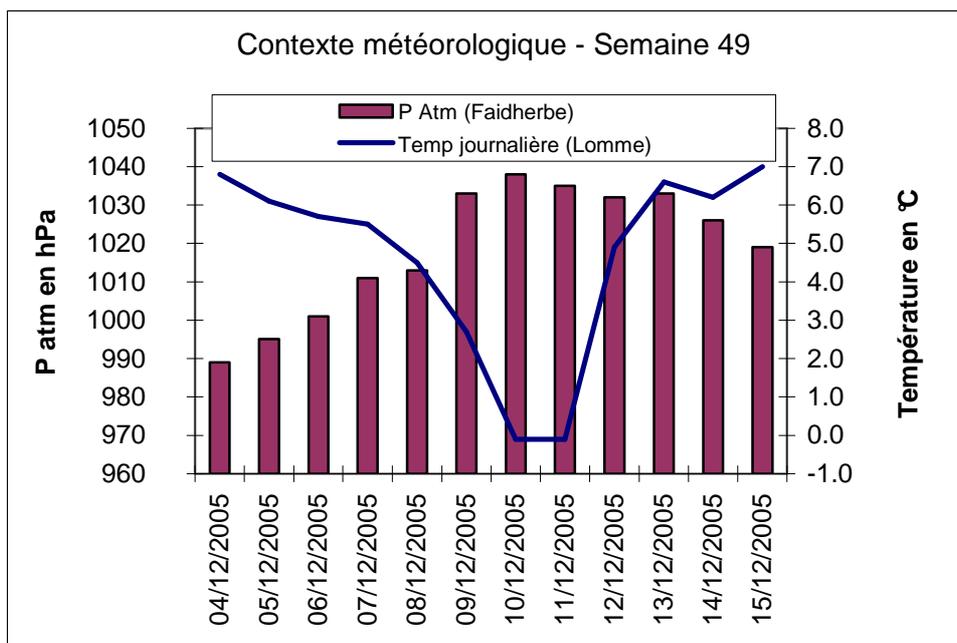


Figure 46 : Conditions météorologiques du 4 au 15 décembre 2005 (moyenne journalière)

Les teneurs en poussières en suspension ont augmenté régulièrement, provoquant un indice Atmo à 8 sur l'agglomération de Douai le 11 décembre (annexe 2).

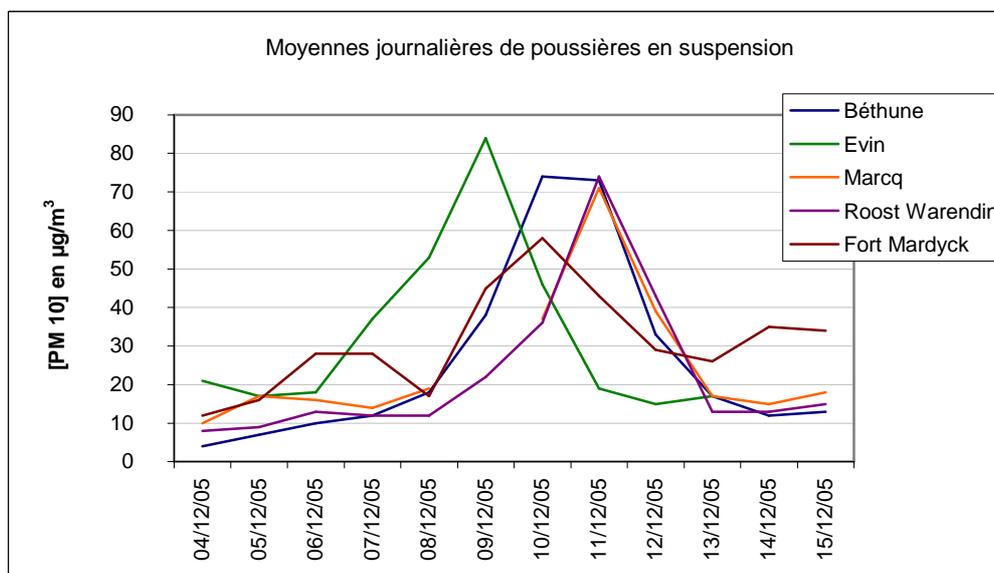


Figure 47 : Evolution des moyennes journalières PM 10 en Nord Pas de Calais

Cette augmentation des teneurs en PM 10 a provoqué l'élévation des concentrations de métaux sur l'ensemble de la région.

Conclusion et perspectives 2006

2005 a été l'année de mise en place d'un protocole uniforme de prélèvement et de surveillance des métaux sur les six sites de mesure régionaux.

Afin de répondre à la directive européenne, un prélèvement effectif de 50 % a été mis en place (une semaine sur deux). Un site a fait l'objet d'une surveillance en continu, afin de vérifier la pertinence de cette méthode.

Il n'a pas été constaté de dépassements des valeurs réglementaires pour l'ensemble des métaux surveillés – Arsenic, Cadmium, Nickel et Plomb – sur l'ensemble des sites régionaux (Béthune, Dunkerque, Roost Warendin, Lille Pasteur, Marcq et Evin Malmaison).

De manière générale, on constate une bonne corrélation de l'arsenic, du cadmium et du plomb avec les polluants classiques en zone urbaine. Le nickel n'offre de bons coefficients de corrélation ni avec les autres métaux, ni avec les polluants classiques surveillés en station. En ce qui concerne le zinc, ces coefficients sont faibles et en l'absence de réglementation, il est difficile de conclure. Il serait donc pertinent d'envisager soit la mesure sur un second site – notamment Evin Malmaison –, soit de supprimer la mesure de zinc.

Les teneurs les plus faibles sont observées sur la station urbaine de Béthune. Les valeurs les plus fortes sont relevées sur le site industriel d'Evin Malmaison pour le plomb, le cadmium et l'arsenic ; sur Dunkerque pour le nickel. Le site de Roost Warendin, bien qu'ayant une typologie de proximité industrielle, s'apparente plus à un site urbain (pour les 4 métaux réglementés). Le site de Marcq en Baroeul, pour l'année 2005, s'approche des teneurs relevées sur Pasteur (le plomb à Marcq est légèrement inférieur). La surveillance sur ces deux stations urbaines ne semble pas impérative. La station de Marcq dispose d'un historique plus important, cependant il existe déjà un point de mesure l'agglomération lilloise.

L'exploitation des résultats sur Marcq a permis de valider la fréquence de prélèvement : les écarts constatés sont faibles. Cependant, il est probable que cette fréquence de prélèvement ait des incidences différentes sur les sites de proximité industrielle, offrant une plus grande variabilité des mesures. Au vu des résultats d'analyse et de cette hypothèse, le choix du site surveillé de façon continue s'est porté sur Evin Malmaison. Une exploitation analogue des résultats en fin d'année 2006 permettra de conclure définitivement sur cette hypothèse.

Annexes

Annexe 1 : Coefficients de corrélation

Béthune

Coefficient de corrélation	As	Cd	Pb	Ni
As	1	0.86	0.88	0.69
Cd	0.86	1	0.93	0.63
Pb	0.88	0.93	1	0.59
Ni	0.69	0.63	0.59	1

Evin Malmaison

Coefficient de corrélation	As	Cd	Pb	Ni
As	1	0.64	0.58	0.04
Cd	0.64	1	0.56	-0.35
Pb	0.58	0.56	1	-0.23
Ni	0.04	-0.35	-0.23	1

Dunkerque

Coefficient de corrélation	As	Cd	Pb	Ni
As	1	0.55	0.33	0.10
Cd	0.55	1	0.59	0.05
Pb	0.33	0.59	1	0.11
Ni	0.10	0.05	0.11	1

Marcq en Baroeul

Coefficient de corrélation	As	Cd	Pb	Ni
As	1	0.70	0.80	0.38
Cd	0.70	1	0.93	0.38
Pb	0.80	0.93	1	0.30
Ni	0.38	0.38	0.30	1

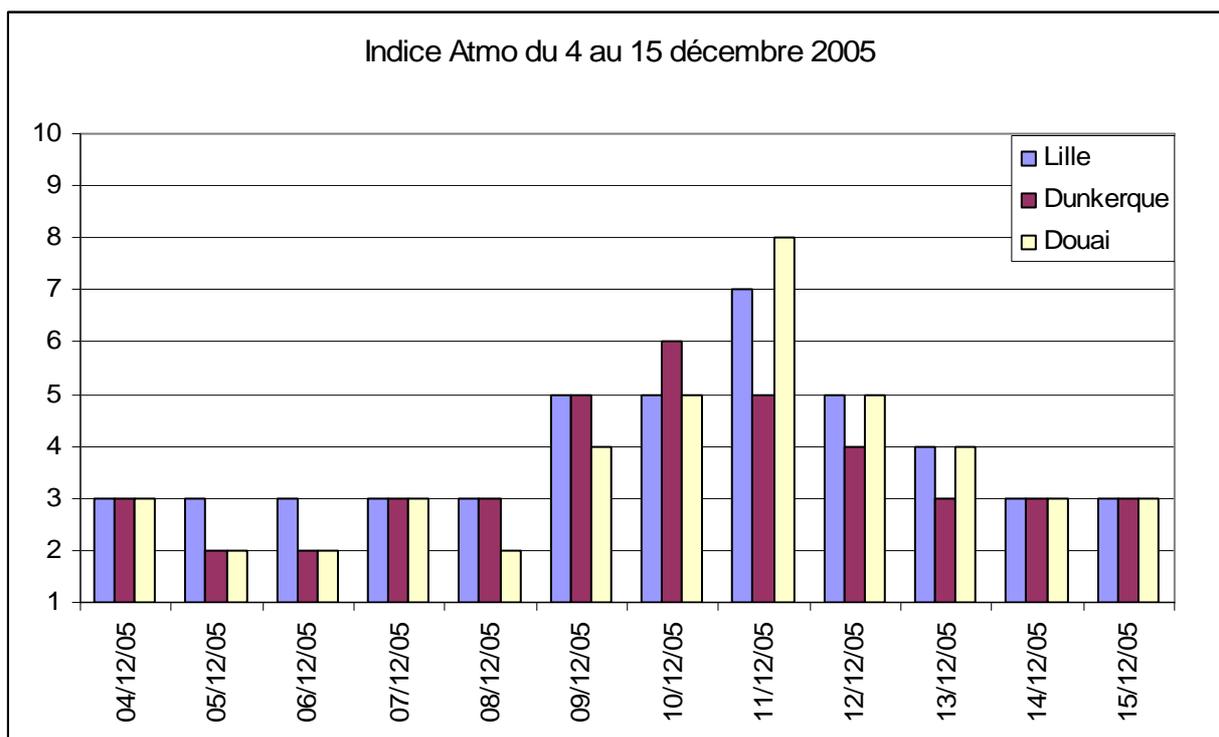
Lille Pasteur

Coefficient de corrélation	As	Cd	Pb	Ni
As	1	0.73	0.84	0.25
Cd	0.73	1	0.84	0.50
Pb	0.84	0.84	1	0.30
Ni	0.25	0.50	0.30	1

Roost Warendin

Coefficient de corrélation	As	Cd	Pb	Ni	Zn
As	1	0.59	0.72	0.41	0.10
Cd	0.59	1	0.76	0.30	0.48
Pb	0.72	0.76	1	0.37	0.30
Ni	0.41	0.30	0.37	1	-0.13
Zn	0.10	0.48	0.30	-0.13	1

Annexe 2 : Indices Atmo du 4/12 au 15/12



Annexe 3 : Tableau de données

Dunkerque Port Est

Semaine	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Pb ng/m ³	Ni ng/m ³
Semaine 13	1.92	0.67	26.48	16.88
Semaine 15	0.66	0.27	9.59	14.08
Semaine 17	1.65	0.73	24.27	18.57
Semaine 19	2.01	0.20	3.89	5.09
Semaine 21	1.56	0.50	20.37	21.87
Semaine 23	0.42	0.26	7.81	8.71
Semaine 25	0.72	0.52	14.08	17.08
Semaine 27	0.57	0.35	11.98	15.58
Semaine 29	0.88	0.56	22.73	24.08
Semaine 31	0.66	0.32	13.78	15.28
Semaine 33	1.20	0.27	11.68	7.49
Semaine 35	1.38	0.55	25.16	15.58
Semaine 36	0.78	0.41	34.15	13.18
Semaine 37	0.84	0.55	14.68	17.68
Semaine 38	1.20	0.53	26.06	8.39
Semaine 39	0.33	0.29	13.83	7.22
Semaine 40	1.41	1.22	34.15	5.99
Semaine 41	1.05	0.74	25.16	6.59
Semaine 42	1.05	0.56	53.92	7.79
Semaine 43	0.45	0.30	30.56	15.88
Semaine 44	0.42	0.21	9.59	7.49
Semaine 45	0.78	0.27	14.38	11.68
Semaine 46	0.51	0.40	12.58	5.99
Semaine 47	1.08	0.43	16.18	5.99
Semaine 48	1.14	0.45	13.18	6.29
Semaine 49	2.28	0.99	35.95	11.08
Semaine 50	0.42	0.44	13.48	3.30
Semaine 51	1.26	0.98	22.47	9.59

Béthune Stade

Semaine	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Pb ng/m ³	Ni ng/m ³
Semaine 1	0.12	0.12	5.09	2.40
Semaine 2	0.33	0.22	11.08	2.99
Semaine 3	0.54	0.27	8.68	2.46
Semaine 4	0.84	0.50	17.37	4.49
Semaine 6	0.54	0.22	9.58	2.72
Semaine 7	0.75	0.43	16.77	3.29
Semaine 8	1.11	0.51	22.16	4.19
Semaine 9	0.69	0.33	12.87	5.39
Semaine 10	0.36	0.18	7.49	3.29
Semaine 11	0.60	0.43	16.47	3.59
Semaine 13	1.95	0.95	31.44	5.99
Semaine 15	0.69	0.46	17.07	4.19
Semaine 17	0.36	0.21	8.08	2.69
Semaine 19	0.75	0.22	9.88	4.49
Semaine 21	0.27	0.13	6.29	4.19
Semaine 23	0.24	0.29	11.98	3.29
Semaine 24	0.21	0.14	7.49	2.01
Semaine 25	0.72	0.44	17.07	6.59
Semaine 29	0.21	0.27	5.39	2.57
Semaine 31	0.24	0.10	5.69	2.63
Semaine 33	0.60	0.28	11.38	2.99
Semaine 34	0.24	0.08	5.09	1.80
Semaine 35	0.72	0.69	24.25	3.29
Semaine 37	0.42	0.13	7.19	2.46
Semaine 39	0.18	0.08	6.59	1.38
Semaine 41	0.81	0.92	29.04	4.49
Semaine 43	0.30	0.12	7.78	1.59
Semaine 44	0.18	0.10	5.11	1.59
Semaine 46	0.78	0.64	20.36	3.29
Semaine 47	1.38	0.53	32.93	4.19
Semaine 48	0.48	0.25	11.38	1.89
Semaine 49	1.59	1.05	50.90	4.49
Semaine 50	0.72	0.49	14.97	2.84
Semaine 51	0.51	0.34	7.78	2.93
Semaine 52	0.39	0.26	9.88	1.98

Semaine	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Pb ng/m ³	Ni ng/m ³
Semaine 1	0.66	0.71	2.94	18.57
Semaine 2	1.38	1.10	4.79	59.88
Semaine 3	0.96	0.80	5.69	26.05
Semaine 5	1.38	1.19	8.99	53.92
Semaine 6	0.78	1.57	4.49	34.73
Semaine 7	1.11	0.75	5.69	28.14
Semaine 8	1.44	1.06	7.78	34.73
Semaine 9	0.93	0.54	6.59	20.97
Semaine 10	0.99	0.95	5.99	35.93
Semaine 11	1.56	2.41	5.09	89.87
Semaine 13	1.62	1.00	5.99	34.73
Semaine 15	0.99	0.36	3.89	14.07
Semaine 17	1.26	1.89	3.00	77.59
Semaine 19	0.72	0.31	4.19	13.17
Semaine 21	1.56	2.81	3.89	76.09
Semaine 23	0.51	1.23	2.64	32.95
Semaine 24	1.59	2.65	1.92	116.91
Semaine 25	1.35	2.01	4.79	59.92
Semaine 27	1.08	2.27	2.99	89.82
Semaine 29	2.05	2.95	2.44	126.74
Semaine 31	1.20	1.49	2.22	59.88
Semaine 33	0.90	1.56	5.72	42.75
Semaine 34	1.74	3.31	1.56	60.22
Semaine 35	2.76	1.98	3.30	149.79
Semaine 37	1.56	2.30	2.22	91.97
Semaine 39	2.19	3.50	1.65	158.78
Semaine 41	1.02	1.15	3.89	31.16
Semaine 43	1.20	1.61	1.71	78.79
Semaine 44	0.60	1.14	1.20	53.29
Semaine 45	1.14	1.18	2.22	58.98
Semaine 47	1.05	1.01	2.78	41.92
Semaine 48	0.87	1.09	2.63	41.92
Semaine 49	2.60	2.44	5.99	77.84
Semaine 50	1.83	1.10	4.79	68.86
Semaine 51	1.41	1.33	4.49	269.46
Semaine 52	0.82	0.48	2.38	17.07

Semaine	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Pb ng/m ³	Ni ng/m ³
Semaine 2	0.47	0.39	23.64	2.78
Semaine 4	1.01	0.57	38.51	3.85
Semaine 6	2.07	0.56	29.50	3.25
Semaine 8	1.12	0.55	28.62	4.13
Semaine 10	0.53	0.22	12.12	3.25
Semaine 13	1.53	0.90	32.35	5.88
Semaine 15	0.68	0.42	17.33	3.53
Semaine 17	0.35	0.39	15.85	4.99
Semaine 19	0.41	0.24	11.21	5.01
Semaine 21	0.35	0.32	16.42	6.16
Semaine 23	0.29	0.19	10.31	5.59
Semaine 25	0.70	0.30	13.99	5.83
Semaine 27	0.29	0.10	7.01	3.21
Semaine 29	0.41	0.19	10.50	2.63
Semaine 31	0.41	0.22	16.70	2.93
Semaine 33	0.44	0.23	13.48	2.81
Semaine 35	1.17	0.44	22.56	4.39
Semaine 37	0.47	0.16	11.66	2.51
Semaine 39	0.47	0.13	15.85	1.88
Semaine 41	1.17	1.12	34.94	5.58
Semaine 43	0.51	0.23	14.87	2.23
Semaine 45	0.82	0.34	26.66	2.14
Semaine 47	1.56	0.44	29.12	3.82
Semaine 48	0.64	0.30	16.07	2.10
Semaine 49	2.21	0.81	47.25	5.32
Semaine 50	0.68	0.38	20.71	3.25
Semaine 51	0.86	0.39	27.55	3.85
Semaine 52	0.73	0.33	13.52	1.94

Marcq en Baroeul

Semaine	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Pb ng/m ³	Ni ng/m ³
Semaine 5	0.69	0.38	16.43	3.58
Semaine 7	0.51	0.31	13.44	2.69
Semaine 9	0.63	0.44	21.22	3.89
Semaine 11	1.19	0.38	16.72	3.88
Semaine 13	1.46	1.06	34.33	5.07
Semaine 14	0.33	0.21	11.65	2.15
Semaine 15	0.84	0.42	15.83	3.29
Semaine 16	0.84	0.68	25.99	4.48
Semaine 17	0.45	0.33	12.24	2.48
Semaine 18	0.54	0.17	7.46	2.78
Semaine 19	0.54	0.23	11.04	2.42
Semaine 20	0.54	0.31	14.33	2.42
Semaine 21	0.57	0.27	11.03	2.92
Semaine 22	0.42	0.42	9.55	3.28
Semaine 23	0.42	0.18	9.25	4.47
Semaine 24	0.63	0.31	13.42	4.18
Semaine 25	0.86	0.40	14.91	8.05
Semaine 26	1.10	0.32	13.13	4.77
Semaine 27	0.42	0.16	6.56	4.18
Semaine 28	0.72	0.41	14.31	8.65
Semaine 29	0.63	0.26	9.84	4.18
Semaine 30	0.51	0.22	9.24	3.28
Semaine 31	0.54	0.22	11.04	3.28
Semaine 32	0.42	0.16	8.35	2.09
Semaine 33	0.42	0.15	9.54	2.98
Semaine 34	0.48	0.18	9.84	2.51
Semaine 35	0.79	0.36	16.01	4.23
Semaine 36	0.72	0.35	15.80	3.58
Semaine 37	0.60	0.24	9.55	2.54
Semaine 38	2.51	0.44	23.60	3.46
Semaine 39	0.24	0.15	9.55	1.34
Semaine 40	1.73	0.93	47.43	3.58
Semaine 41	0.69	0.81	27.76	3.88
Semaine 42	0.48	0.38	15.45	1.84
Semaine 43	0.33	0.27	11.63	1.85
Semaine 44	0.27	0.23	9.84	1.16
Semaine 46	1.25	0.48	21.49	3.13
Semaine 47	2.06	0.59	35.84	4.33
Semaine 48	0.57	0.35	14.34	2.18
Semaine 49	1.01	0.69	28.06	3.40
Semaine 50	2.39	1.10	50.78	5.47
Semaine 51	0.75	0.41	25.39	2.99
Semaine 52	0.63	0.44	17.62	2.54

Roost Warendin

Semaine	As ng/m ³	Cd ng/m ³	Pb ng/m ³	Ni ng/m ³	Zn ng/m ³
Semaine 2	0.77	1.80	44.74	1.80	525.53
Semaine 4	1.11	0.80	31.08	3.60	165.17
Semaine 6	0.63	0.47	15.02	2.10	225.23
Semaine 8	0.98	0.53	21.32	3.60	70.57
Semaine 10	0.80	0.73	28.53	2.70	210.21
Semaine 13	1.29	0.92	29.36	3.71	149.79
Semaine 15	0.69	0.35	15.88	2.52	92.87
Semaine 17	0.54	0.55	16.48	1.56	359.50
Semaine 19	0.48	0.31	11.98	2.31	50.93
Semaine 21	0.63	0.93	22.47	3.59	221.69
Semaine 23	0.51	0.48	14.38	4.49	146.79
Semaine 24	0.60	0.58	17.08	2.85	188.74
Semaine 25	0.87	0.91	26.66	8.69	116.84
Semaine 27	0.51	0.64	14.08	3.89	248.65
Semaine 29	0.66	0.56	17.38	2.22	299.58
Semaine 31	0.60	0.62	17.68	1.98	269.62
Semaine 33	0.54	0.33	11.98	2.10	50.93
Semaine 34	0.42	0.37	8.69	1.32	158.78
Semaine 35	0.96	0.87	23.37	3.30	176.75
Semaine 37	0.78	0.81	16.48	1.80	215.70
Semaine 39	0.66	0.91	18.29	1.29	239.81
Semaine 41	1.20	1.14	28.76	4.19	101.86
Semaine 43	0.39	0.28	8.69	1.53	47.93
Semaine 44	0.36	0.42	11.99	1.26	122.90
Semaine 45	0.75	0.49	15.88	1.98	59.92
Semaine 46	1.17	0.83	35.95	3.00	68.90
Semaine 47	1.53	0.80	26.36	3.00	158.78
Semaine 48	0.90	0.58	20.67	2.25	419.41
Semaine 49	2.22	1.41	41.94	4.49	329.54
Semaine 50	1.14	0.72	50.93	3.59	146.79
Semaine 51	0.87	0.68	26.06	3.30	479.33

QUATRE SERVICES SUR QUATRE SITES



GRAVELINES

ADMINISTRATIF ET FINANCIER/RESSOURCES HUMAINES

Rue du Pont de pierre - B.P. 78
59820 GRAVELINES

administration@atmo-npdc.fr ou finances@atmo-npdc.fr



VALENCIENNES

COMMUNICATION

Zone d'activités de Prouvy-Rouvignies - B.P. 800
59309 VALENCIENNES Cedex

contact@atmo-npdc.fr



BÉTHUNE

ÉTUDES/RECHERCHE & DÉVELOPPEMENT

Centre Jean-monnet
Avenue de Paris
62400 BÉTHUNE

etudes@atmo-npdc.fr



LILLE

TECHNIQUE ET MÉTROLOGIE

189, boulevard de la Liberté
59000 LILLE Cedex

technique@atmo-npdc.fr