



Plan de surveillance de la qualité de l'air

Cogénération bois SDCL / DALKIA

Site du Val de L'Aurence à Limoges
8 novembre au 8 décembre 2016
et 07 au 14 février 2017

Référence : IND_E19-2016
Version : 23/02/2017
Auteur : Audrey Chataing

Client : SDCL / DALKIA

Titre : Plan de surveillance de la qualité de l'air - Cogénération bois SDCL/DALKIA

Référence : IND_E19-2016

Version : 23/02/2017

	Rédaction	Vérification	Approbation
Nom	Audrey Chataing	Rémi Feuillade	Rémi Feuillade
Qualité	Ingénieure études	Directeur délégué Production et Exploitation	Directeur délégué Production et Exploitation
Visa			

Conditions de diffusion

Atmo Nouvelle-Aquitaine fait partie du dispositif français de surveillance et d'information sur la qualité de l'air. Sa mission s'exerce dans le cadre de la loi sur l'air du 30 décembre 1996 et de ses décrets d'application. A ce titre et compte tenu de ses statuts, Atmo Nouvelle-Aquitaine est garant de la transparence de l'information sur les résultats de ces travaux selon les règles suivantes :

- Atmo Nouvelle-Aquitaine est libre de leur diffusion selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site **internet** (www.atmo-nouvelleaquitaine.org) ;
- les données contenues dans ce rapport restent la propriété d'Atmo Nouvelle-Aquitaine. En cas de modification de ce rapport, seul le client cité ci-dessus sera informé d'une nouvelle version. Tout autre destinataire de ce rapport devra s'assurer de la version à jour sur le site Internet de l'association ;
- En cas d'évolution de normes utilisées pour la mesure des paramètres entrant dans le champ d'accréditation d'Atmo Nouvelle-Aquitaine, nous nous engageons à être conforme à ces normes dans un délai de 6 mois à partir de leur date de parution ;
- Toute utilisation totale ou partielle de ce document doit faire référence à Atmo Nouvelle-Aquitaine et au titre complet du rapport. Atmo Nouvelle-Aquitaine ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aura pas donnée d'accord préalable.

Dans ce rapport, les incertitudes de mesures ne sont pas utilisées pour la validation des résultats des mesures obtenues.

TABLE DES MATIÈRES

Glossaire.....	4
Contexte et objectif	6
PARTIE 1 – Polluants étudiés.....	7
1. Dioxines et furannes	7
2. Métaux lourds	9
3. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).....	10
4. Oxydes d'azote NO _x	11
5. Dioxyde de soufre SO ₂	12
6. Particules fines en suspension PM ₁₀	13
7. Composés Organiques Volatils Non Méthaniques COVNM	14
PARTIE 2 - Réglementation	15
1. Réglementation européenne	15
2. Procédure d'alerte.....	16
PARTIE 3 - Organisation de l'étude.....	17
1. Zone d'étude et dispositif de mesure	17
2. Technique de prélèvement et d'analyse	19
PARTIE 4 : Contexte météorologique	22
1. Direction et vitesse de vent	22
2. Température, humidité et précipitation	24
PARTIE 5 : Résultats	25
1. Dioxines et furannes	25
2. Métaux lourds	33
3. HAP.....	36
4. Dioxyde d'azote NO ₂	37
5. Dioxyde de soufre SO ₂	39
6. Particule fines PM ₁₀	41
7. Benzène	42
Conclusion	43
Table des illustrations	44
Table des tableaux	45
ANNEXE.....	46
ANNEXE 1 : Agrément Atmo Nouvelle-Aquitaine.....	47
ANNEXE 2 : Dioxines et furannes.....	48
ANNEXE 3 : Calcul de toxicité.....	49
ANNEXE 4 : Synthèse nationale	50

GLOSSAIRE

Unités de mesure

kg	kilogramme
g	gramme
mg	milligramme
µg	microgramme (1 millionième de gramme, 1 µg = 10 ⁻⁶ g)
ng	nanogramme (1 milliardième de gramme, 1 ng = 10 ⁻⁹ g)
pg	picogramme (1 millième de milliardième de gramme, 1 pg = 10 ⁻¹² g)
fg	femtogramme (1 millionième de milliardième de gramme, 1 fg = 10 ⁻¹⁵ g)
m ³	mètre cube (d'air)
I-TEQ	indicateur équivalent toxique
ld	limite de détection
lq	limite de quantification
ppm	partie par million / part per million
ppb	partie par milliard / part per billion, 1 ppm = 1 000 ppb

Dioxines et furannes

2.3.7.8 TCDD	2.3.7.8 TétraChloroDibenzoDioxine
1.2.3.7.8 PeCDD	1.2.3.7.8 PentaChloroDibenzoDioxine
1.2.3.4.7.8 HxCDD	1.2.3.4.7.8 HexaChloroDibenzoDioxine
1.2.3.6.7.8 HxCDD	1.2.3.6.7.8 HexaChloroDibenzoDioxine
1.2.3.7.8.9 HxCDD	1.2.3.7.8.9 HexaChloroDibenzoDioxine
1.2.3.4.6.7.8 HpCDD	1.2.3.4.6.7.8 HeptaChloroDibenzoDioxine
OCDD	OctoChloroDibenzoDioxine
2.3.7.8 TCDF	2.3.7.8 TétraChloroDibenzoFuranne
1.2.3.7.8 PeCDF	1.2.3.7.8 PentaChloroDibenzoFuranne
2.3.4.7.8 PeCDF	2.3.4.7.8 PentaChloroDibenzoFuranne
1.2.3.4.7.8 HxCDF	1.2.3.4.7.8 HexaChloroDibenzoFuranne
1.2.3.6.7.8 HxCDF	1.2.3.6.7.8 HexaChloroDibenzoFuranne
2.3.4.6.7.8 HxCDF	2.3.4.6.7.8 HexaChloroDibenzoFuranne
1.2.3.7.8.9 HxCDF	1.2.3.7.8.9 HexaChloroDibenzoFuranne
1.2.3.4.6.7.8 HpCDF	1.2.3.4.6.7.8 HeptaChloroDibenzoFuranne
1.2.3.4.7.8.9 HpCDF	1.2.3.4.7.8.9 HeptaChloroDibenzoFuranne
OCDF	OctoChloroDibenzoFuranne

Hydrocarbures Aromatiques Polycycliques (HAP)

B(a)A	Benzo(a)Anthracène
B(a)P	Benzo(a)Pyrène
B(b)F	Benzo(b)Fluorantène
B(g,h,i)P	Benzo(g,h,i)Pérylène
B(j)F	Benzo(j)Fluorantène
B(k)F	Benzo(k)Fluorantène
dB(a,h)A	Dibenzo(a,h)Antracène
IP	Indéno(1,2,3-cd)Pyrène

Métaux lourds

As	Arsenic
Cd	Cadmium
Co	Cobalt
Cr	Chrome
Cr(IV)	Chrome hexavalent
Cu	Cuivre
Hg	Mercuré
Mn	Manganèse
Ni	Nickel
Pb	Plomb
Sb	Antimoine
Se	Sélénium
Sn	Etain
Te	Tellurium
Tl	Thallium
V	Vanadium
Zn	Zinc

Autres polluants

BTEX	Benzène, Toluène, Éthylbenzène et Xylène
COV	Composés Organiques Volatils
NO _x	Oxydes d'azote
NO ₂	Dioxyde d'azote
NO	Monoxyde d'azote
PM	Particules en suspension (Particulate Matter)
PM10	Particules en suspension de diamètre aérodynamique inférieur à 10 micromètres
SO ₂	Dioxyde de soufre

Abréviations

CCE	Commission des Communautés Européennes
CIRC	Centre International de Recherche sur le Cancer
INERIS	Institut National de l'Environnement industriel et des RISques
OMS / WHO	Organisation Mondiale pour la Santé World Health Organization
OTAN / NATO	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord North Atlantic Treaty Organization
PEHD	Polyéthylène Haute Densité
SDCL	Société de Distribution de Chaleur de Limoges

CONTEXTE ET OBJECTIF

Dans le cadre de ses obligations réglementaires de surveillance atmosphérique, l'entreprise SDCL/DALKIA a sollicité Atmo Nouvelle-Aquitaine afin de mettre en œuvre son plan de surveillance de la qualité de l'air autour du site de cogénération biomasse du Val de l'Aurence à Limoges.

Initiée en 2012 avec la modélisation des retombées de panache autour de la centrale (ETD/2012/12) et une première campagne de mesure réalisée au mois de novembre (ETD/2012/15), l'évaluation de l'impact de la centrale de cogénération sur la qualité de l'air s'est poursuivie depuis à l'aide de campagnes de mesure réalisées chaque année sur une période identique (ETD-2013-14, E14-2014, E12-2015).

Différents matériels techniques ont été utilisés afin de caractériser les concentrations en air ambiant et dans les retombées atmosphériques pour plusieurs polluants : dioxines et furannes, métaux lourds, hydrocarbures aromatiques polycycliques, dioxyde d'azote, dioxyde de soufre, benzène, particules en suspension.

Une synthèse des résultats de mesure obtenus sur la période du 8 novembre au 8 décembre 2016 et du 7 au 14 février 2017 et une comparaison avec ceux des campagnes précédentes sont retranscrites dans le présent rapport.

En raison d'un problème analytique, une deuxième phase de mesures des métaux lourds en air ambiant a été menée du 07 au 14 février 2017, en complément des résultats des prélèvements de novembre 2016.

Il est important de rappeler le contexte géographique de la centrale de cogénération, caractérisé par la présence de voies de circulation (boulevard et pénétrante) et de quartiers résidentiels à proximité. Ainsi, l'influence du trafic de véhicules et de la combustion provoquée par le chauffage urbain et l'impact de la centrale ne pourront être dissociés dans les résultats fournis dans ce rapport.

PARTIE 1 – POLLUANTS ETUDIÉS

1. Dioxines et furannes

a. Origines

Le terme «dioxine» regroupe deux grandes familles, les polychlorodibenzodioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofurannes (PCDF), faisant partie de la classe des hydrocarbures aromatiques polycycliques halogénés (HAPH). Leurs structures moléculaires très proches contiennent des atomes de carbone (C), de chlore (Cl), d'oxygène (O), combinés autour de cycles aromatiques (Cf. Annexes : Dioxines et furannes).

Les dioxines sont issues des processus de combustion naturels (faible part) et industriels faisant intervenir des mélanges chimiques appropriés (chlore, carbone, oxygène) soumis à de fortes températures, comme dans la sidérurgie, la métallurgie et l'incinération.

b. Effets sur la santé

Il existe 75 congénères de PCDD et 135 de PCDF dont la toxicité dépend fortement du degré de chloration. Les dioxines sont répandues essentiellement par voie aérienne et retombent sous forme de dépôt.

Les dioxines peuvent ensuite remonter dans la chaîne alimentaire en s'accumulant dans les graisses animales (œufs, lait, ...). En se fixant au récepteur intracellulaire Ah (arylhydrocarbon), les dioxines peuvent provoquer à doses variables des diminutions de la capacité de reproduction, un déséquilibre dans la répartition des sexes, des chloracnées, des cancers (le CIRC de l'OMS a classé la 2,3,7,8-TCDD, dite de Seveso, comme substance cancérigène pour l'homme).

c. Effets sur l'environnement

Elles sont très peu assimilables par les végétaux mais sont faiblement biodégradables (10 ans de demi vie pour la 2,3,7,8-TCDD).

d. Molécules analysées

Les deux grandes familles de molécules (PCDD et PCDF) sont subdivisées en grandes familles d'homologues suivant leur degré de chloration :

Molécules	Abréviations
Dioxines tétrachlorées	TCDD
Dioxines pentachlorées	PeCDD
Dioxines hexachlorées	HxCDD
Dioxines heptchlorées	HpCDD
Dioxines octachlorées	OCDD
Furannes tétrachlorées	TCDF
Furannes pentachlorées	PeCDF
Furannes hexachlorées	HxCDF
Furannes heptchlorées	HpCDF
Furannes octachlorées	OCDF

Les analyses réalisées portent sur 17 congénères particuliers car présentant une toxicité élevée. Les concentrations sont exprimées en concentration équivalente toxique (I-TEQ). Ces dernières sont obtenues en multipliant la quantité nette retrouvée de la molécule par le coefficient de toxicité qui lui est propre (Cf. Annexes : Calcul de toxicité).

e. Remarques concernant l'analyse

On précise que lorsque les concentrations nettes sont inférieures aux seuils de quantification donnés par le laboratoire d'analyses (c'est-à-dire qu'elles peuvent se trouver entre 0 et la valeur du seuil), ce sont les valeurs de ces seuils qui sont prises en compte dans le calcul. Les résultats sont alors exprimés en concentrations I-TEQ max.

Cette méthode permet de se placer dans la situation la plus défavorable, les concentrations inférieures aux limites de quantification étant maximalisées.

On rappelle également que la quantification des dioxines et furannes dans les deux matrices proposées ci-après (retombées atmosphériques et air ambiant) est relativement complexe car elle s'effectue dans l'infiniment petit (quantités en picogrammes = 10-12 grammes).

Ainsi, selon la matrice et la qualité de l'extrait analysé, la détection des molécules est obtenue avec plus ou moins de facilité (bruit de fond plus ou moins élevé) et les seuils de quantification en sont influencés (valeurs plus ou moins élevées).

2. Métaux lourds

Dans la convention de Genève, le protocole relatif aux métaux lourds désigne par le terme "métaux lourds" les métaux qui ont une masse volumique supérieure à 4,5 g/cm³. Elle englobe l'ensemble des métaux présentant un caractère toxique pour la santé et l'environnement : arsenic (As), cadmium (Cd), nickel (Ni), manganèse (Mn), mercure (Hg), plomb (Pb), zinc (Zn), ...

a. Origines

Ces métaux toxiques proviennent de la combustion des charbons, pétroles, ordures ménagères... et de certains procédés industriels particuliers. Ils se retrouvent généralement au niveau des particules (sauf le mercure qui est principalement gazeux).

b. Effets sur la santé

Les métaux s'accumulent dans l'organisme et provoquent des effets toxiques à court et/ou à long terme. Ils peuvent affecter le système nerveux, les fonctions rénales, hépatiques, respiratoires, ... Les effets engendrés par ces polluants sont variés et dépendent également de l'état chimique sous lequel on les rencontre (métal, oxyde, sel, organométallique).

c. Effets sur l'environnement

En s'accumulant dans les organismes vivants, ils perturbent les équilibres biologiques, et contaminent les sols et les aliments. L'utilisation de certaines mousses ou lichens permet de suivre l'évolution des concentrations de métaux dans l'air ambiant.

d. Métaux analysés

- Arsenic (As)
- Cadmium (Cd)
- Cobalt (Co)
- Chrome (Cr)
- Cuivre (Cu)
- Mercure (Hg)
- Manganèse (Mn)
- Nickel (Ni)
- Antimoine (Sb)
- Sélénium (Se)
- Etain (Sn)
- Tellurium (Te)
- Thallium (Tl)
- Plomb (Pb)
- Vanadium (V)
- Zinc (Zn)

Surveillance réglementaire

Respect de la réglementation européenne. Les teneurs moyennes de cadmium en 2013 et 2014 étaient proches de la valeur cible réglementaire en raison d'une influence industrielle à proximité de la station de mesure. La fermeture définitive de l'usine VALDI Le Palais au début du mois de décembre 2015 a depuis fait chuter les concentrations mesurées.

Résultats (µg/m ³)	Polluants	Nombre de semaines d'échantillonnage	Maximum échantillonné	Moyenne annuelle		
				2015	2014	2013
Réglementations	-	7,3 semaines	-	As : 6 ; Cd : 5 ; Ni : 20 ; Pb : 500 ng/m ³ en moyenne annuelle (Valeur cible)		
PALAIS/VIENNE Les rivailles	As	13	1	0,6	0,5	0,7
	Cd	13	24,8	4,3	4,9	5,0
	Ni	13	11,1	3,5	3,2	7,2
	Pb	13	4,9	2,3	2,4	3
GUÉRET Nicolas	As	13	0,6	0,3	0,2	0,3
	Cd	13	0,1	0,1	0,1	0,2
	Ni	13	2,2	0,9	0,8	1,0
	Pb	13	4,8	2,7	1,4	3,2

Tableau 1 : Métaux lourds - Valeurs enregistrées en Limousin

3. Hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP)

a. Origines

Les HAP sont des composés organiques qui présentent au moins deux cycles benzéniques condensés. Ils font partie des polluants organiques persistants (POP). Ils sont issus des combustions incomplètes des hydrocarbures (essence), du charbon et des matières organiques (bois, ...). La principale source d'émission des HAP est anthropique (chauffage résidentiel, trafic automobile, ...).

b. Effets sur la santé

Leurs propriétés chimiques et physiques varient suivant leur structure, mais sont généralement très hydrophobes (mis à part le naphthalène) et disposent d'un potentiel d'absorption sur les matières organiques. De toxicité très variable, certains HAP sont faiblement toxiques, alors que d'autres sont des cancérigènes reconnus comme le Benzo(a)Pyène.

c. Effets sur l'environnement

Les HAP peuvent être bio-accumulés par la faune et la flore. Des études ont montré que des teneurs peuvent être retrouvées entre autres chez les poissons et les crustacés.

d. Surveillance réglementaire

Respect des seuils réglementaires européens sur l'ensemble du territoire Limousin.

Résultats ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Nombre de jours d'échantillonnage	Maximum échantillonné	Moyenne annuelle		
			2015	2014	2013
Réglementations	51,2 jours	-	1 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle (Valeur cible)		
LIMOGES - Aine	120	0,47	0,16	0,14	0,12
SAILLAT - IPaper	120	0,24	0,06	0,05	0,09

Tableau 2 : Benzo(a)pyrène BAP - Valeurs enregistrées en Limousin

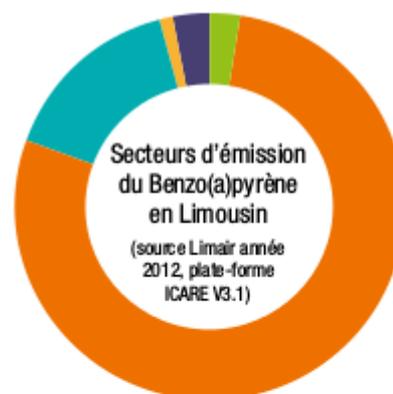


Figure 1 : Emissions de BaP – inventaire des émissions, plate-forme ICAREv3.1

4. Oxydes d'azote NO_x

a. Origines

Les oxydes d'azote NO_x (NO + NO₂), principalement émis par les véhicules et les installations de combustion, jouent un rôle majeur dans le cycle de formation et de destruction de l'ozone. Le NO₂, formé à partir du NO et d'oxydants tels que l'ozone ou le dioxygène est aussi détruit par l'action du rayonnement solaire.

b. Effets sur la santé

Le NO₂ est un gaz irritant qui pénètre dans les plus fines ramifications des voies respiratoires. Il peut, dès 200 µg/m³, entraîner une altération de la fonction respiratoire, une hyper-réactivité bronchique chez l'asthmatique et un accroissement de la sensibilité aux infections des bronches chez l'enfant.

c. Effets sur l'environnement

Les NO_x sont des gaz à effet de serre et interviennent dans le processus de formation de l'ozone dans la troposphère. Ils contribuent également au phénomène des pluies acides ainsi qu'à l'eutrophisation des cours d'eau et des lacs.

d. Surveillance réglementaire

Respect des seuils réglementaires européens sur l'ensemble du territoire Limousin.

Résultats (µg/m ³)	Taux de représentativité 2015	Maximum horaire	Nombre d'heures > 200 µg/m ³	Moyenne annuelle		
				2015	2014	2013
Réglementations	> 90 %	200 µg/m ³ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 heures/an		40 µg/m ³ en moyenne annuelle (Valeur limite et objectif de qualité)		
BRIVE - Dalton	99,1	95	0	16	15	16
GUÉRET - Nicolas	99,2	136	0	15	15	17
LIMOGES - Aine	98,4	153	0	30	34	34
LIMOGES - Présidial	99,3	128	0	21	20	21
SAILLAT - IPaper	99,4	62	0	9	11	9
ST-JUNIEN - Fontaine	98,9	76	0	10	10	13
TULLE - Hugo	99,6	96	0	15	16	17
TULLE - Victor*	98,0	117	0	22	20	18

*Station mise en service en début mars 2013

Tableau 3 : Dioxyde d'azote NO₂ - Valeurs enregistrées en Limousin

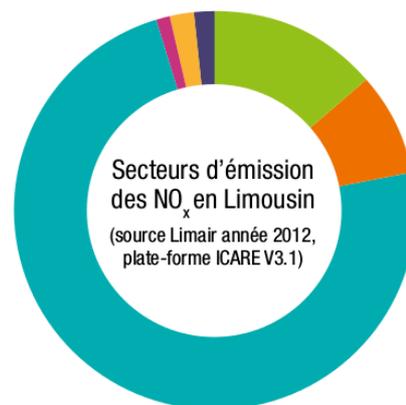


Figure 2 : Émissions de NO_x - Inventaire des émissions, plate-forme ICARE V3.1

5. Dioxyde de soufre SO₂

a. Origines

Ce gaz résulte essentiellement de la combustion de matières fossiles contenant du soufre (charbon, fuel, gazole...) et de procédés industriels.

b. Effets sur la santé

C'est un gaz irritant qui agit en synergie avec d'autres substances, notamment les particules en suspension. Il est associé à une altération de la fonction pulmonaire chez l'enfant et à une exacerbation des symptômes respiratoires aigus chez l'adulte (toux, gêne respiratoire). Les personnes asthmatiques y sont particulièrement sensibles.

c. Effets sur l'environnement

En présence d'humidité, il forme de l'acide sulfurique qui contribue au phénomène des pluies acides et à la dégradation de la pierre et des matériaux de certaines constructions.

d. Surveillance réglementaire

Respect de la réglementation européenne sur l'ensemble du territoire Limousin.

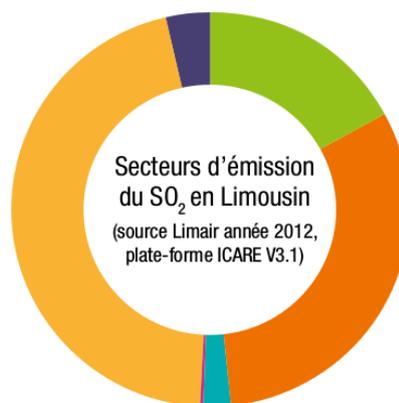


Figure 3 : Émissions de SO₂ - Inventaire des émissions, plate-forme ICARE V3.1

Résultats (µg/m ³)	Taux de représentativité 2015	Maximum horaire	Nombre d'heures > 200 µg/m ³	Moyenne annuelle		
				2015	2014	2013
Réglementations	> 90 %	350 µg/m ³ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 24 heures/an		50 µg/m ³ en moyenne annuelle (Objectif de qualité)		
LIMOGES - Présidial	98,1	30	0	0,4	0,3	0,5
PALAIS S/V. - Garros	97,1	37	0	0,2	1	0,6
SAILLAT - IPaper	98,4	81	0	1,1	0,8	0,4
ST-JUNIEN - Fontaine	99,4	8	0	0,3	0,6	0,1

Tableau 4 : Dioxyde de soufre SO₂ - Valeurs enregistrées en Limousin

6. Particules fines en suspension PM10

a. Origines

Elles proviennent surtout de la sidérurgie, des cimenteries, de l'incinération des déchets, de la circulation automobile. Leur taille varie de quelques microns à quelques dixièmes de millimètre. On distingue les particules fines et ultra fines, provenant par exemple des fumées des moteurs, et les grosses particules provenant des chaussées ou présentes dans certains effluents industriels.

b. Effets sur la santé

Les plus grosses particules sont retenues par les voies aériennes supérieures. Les plus fines, à des concentrations relativement basses, peuvent, surtout chez l'enfant, irriter les voies respiratoires inférieures et altérer la fonction respiratoire dans son ensemble. Certaines particules ont des propriétés mutagènes et cancérogènes. De nombreuses recherches sont développées pour évaluer l'impact des émissions.

c. Effets sur l'environnement

Les effets de salissure sont les plus évidents.

d. Surveillance réglementaire

Respect de la réglementation européenne sur l'ensemble du territoire Limousin.

Le seuil journalier établi à $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ est dépassé au niveau de sept stations sur les huit composant le parc technique sur le Limousin, mais seulement pendant quelques jours (maximum < 10 jours de dépassement sur les 35 autorisés par an).

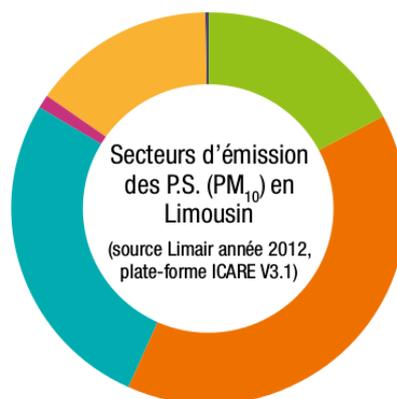


Figure 4 : Émissions de PM10 - Inventaire des émissions, plate-forme ICARE V3.1

Résultats ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Taux de représentativité 2015	Maximum journalier	Nombre de jours > $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$	Moyenne annuelle		
				2015	2014	2013
Réglementations	> 90 %	$50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours/an		$40-30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle (Valeur limite – Objectif de qualité)		
BRIVE - Dalton	90,2	61	4	19	21	16
GUÉRET - Nicolas	96,1	98	4	16	15	17
LIMOGES - Aine	96,8	79	1	17	16	18
LIMOGES - Présidial	97,5	74	1	15	13	17
PALAIS S/ V. - Garros	97,4	65	1	13	12	14
SAILLAT - IPaper	96,0	85	2	18	16	19
ST-JUNIEN - Fontaine	97,6	76	7	17	17	19
TULLE - Hugo	95,7	47	0	18	16	14

Tableau 5 : Particules fines PM10 - Valeurs enregistrées en Limousin

7. Composés Organiques Volatils Non Méthaniques COVNM

a. Origines

Les COVNM sont des composés à base d'atomes de carbone et d'hydrogène. Ils se trouvent principalement dans la composition des carburants et sont émis lors de la combustion incomplète des combustibles mais aussi dans de nombreux produits comme les peintures, les encres, les colles, les détachants, les cosmétiques, les solvants. La présence de COVNM dans l'air intérieur peut être, de ce fait, très importante. Ils sont également émis par le milieu naturel et certaines aires cultivées.

b. Effets sur la santé

Engendrés par la décomposition de la matière organique ou présents naturellement dans certains produits, ces composés provoquent des effets variés, allant de la simple gêne olfactive ou des irritations avec diminution de la capacité respiratoire, jusqu'à des conséquences plus graves comme des effets mutagènes et cancérogènes (benzène).

c. Effets sur l'environnement

Les COVNM jouent un rôle majeur dans les mécanismes complexes de formation de l'ozone en basse atmosphère (troposphère), participent à l'effet de serre et au processus de formation du trou d'ozone dans la haute atmosphère.

d. Molécules analysées

Hydrocarbures aromatiques monocycliques et halogénés : BTEX

- Benzène – Toluène – Éthylbenzène – Xylène (m+p et o)

e. Surveillance (réglementaire pour le Benzène)

Respect de la réglementation européenne sur l'ensemble du territoire Limousin.

Résultats ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Polluants	Nombre de semaines d'échantillonnage	Maximum échantillonné	Moyenne annuelle		
				2015	2014	2013
Réglementations	-	7,3 semaines	-	5-2 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle (Valeur limite – Objectif de qualité) pour le benzène		
LIMOGES Place d'Aine	Benzène	13	1,9	1,3	1,3	1,3
	Toluène	13	5,8	2,9	3,3	3,2
	Éthylbenzène	13	1,2	0,4	0,5	0,5
	M-p Xylène	13	3,6	1,4	1,8	1,8
	O Xylène	13	1,6	0,6	0,8	0,9
GUÉRET Nicolas	Benzène	13	1,1	0,8	0,6	0,8
	Toluène	13	3	1,1	1,2	1,2
	Éthylbenzène	13	0,4	0,2	0,2	0,3
	M-p Xylène	13	1,4	0,5	0,6	0,9
	O Xylène	13	0,6	0,2	0,3	0,4

Tableau 6 : COVNM - Valeurs enregistrées en Limousin

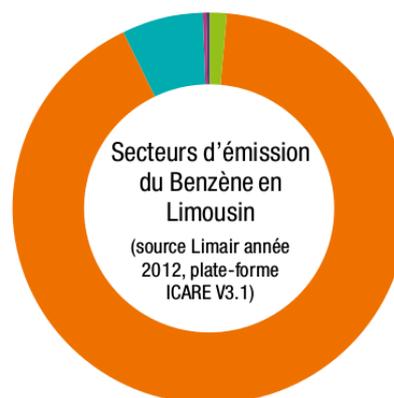


Figure 5 : Émissions de benzène - Inventaire des émissions, plate-forme ICARE V3.1

PARTIE 2 - REGLEMENTATION

1. Réglementation européenne

Source : Article R221-1 du Code de l'environnement

À l'heure actuelle, les teneurs dans l'atmosphère de certains polluants sont réglementées. Ces valeurs réglementaires sont définies au niveau européen dans des directives puis déclinées en droit français par des décrets et des arrêtés.

- **Valeur limite** : un niveau à atteindre dans un délai donné et à ne pas dépasser, et fixé sur la base des connaissances scientifiques afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble,
- **Valeur cible** : un niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé afin d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine ou l'environnement dans son ensemble,
- **Objectif de qualité** : un niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble.

Le tableau suivant regroupe les seuils pour chaque polluant réglementé et surveillé au cours de cette étude :

Le contexte réglementaire de la mesure de dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques et en air ambiant est particulier, aucun seuil n'existe tant au niveau français qu'euro péen. Seul des niveaux d'intervention ont été fixés dans le cadre de la bio-surveillance des denrées alimentaires.

Polluants	Valeurs réglementaires en air extérieur en vigueur Décrets N°98-360, 2002-2113, 2003-1479, 2007-1479, 2008-1152, 2010-1250 Directives 2004/107/CE et 2008/50/CE		
	Valeurs limites	Valeurs cibles	Objectifs de qualité
Dioxyde d'azote NO ₂	40 µg/m ³ en moyenne annuelle 200 µg/m ³ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 heures/an	-	-
Dioxyde de soufre SO ₂	125 µg/m ³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours/an 350 µg/m ³ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 24 heures/an	-	50 µg/m ³ en moyenne annuelle
Particules en suspension PM10	40 µg/m ³ en moyenne annuelle 50 µg/m ³ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours/an	-	30 µg/m ³ en moyenne annuelle
Benzène C ₆ H ₆	5 µg/m ³ en moyenne annuelle	-	2 µg/m ³ en moyenne annuelle
Plomb Pb	500 ng/m ³	-	250 ng/m ³ en moyenne annuelle
Arsenic As	-	6 ng/m ³ en moyenne annuelle	-
Cadmium Cd	-	5 ng/m ³ en moyenne annuelle	-
Nickel Ni	-	20 ng/m ³ en moyenne annuelle	-

Tableau 7 : Repères réglementaires

2. Procédure d'alerte

La procédure d'alerte à la pollution atmosphérique a pour but d'informer en temps réel les autorités, les collectivités locales, la population via les médias afin de limiter les épisodes de pollution. Des mesures tendant à limiter les émissions polluantes peuvent être prises dans le but de réduire l'ampleur des pics de pollution.

- **Seuil d'information et de recommandations** : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions,
- **Seuil d'alerte** : un niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence.

Polluants	Seuils d'alerte applicables en agglomérations disposant de stations de mesures fixes		
	Seuil d'information et de recommandations	Seuils d'alerte	
Dioxyde d'azote NO ₂	200 µg/m ³ en moyenne horaire	400 µg/m ³ en moyenne horaire	200 µg/m ³ en moyenne horaire dépassé la veille, le jour même et en prévision pour le lendemain
Dioxyde de soufre SO ₂	300 µg/m ³ en moyenne horaire	500 µg/m ³ en moyenne horaire dépassé pendant 3 heures consécutives	
Particules en suspension PM10	50 µg/m ³ en moyenne journalière	80 µg/m ³ en moyenne journalière	

Tableau 8 : Seuils des procédures d'alerte

PARTIE 3 - ORGANISATION DE L'ETUDE

1. Zone d'étude et dispositif de mesure

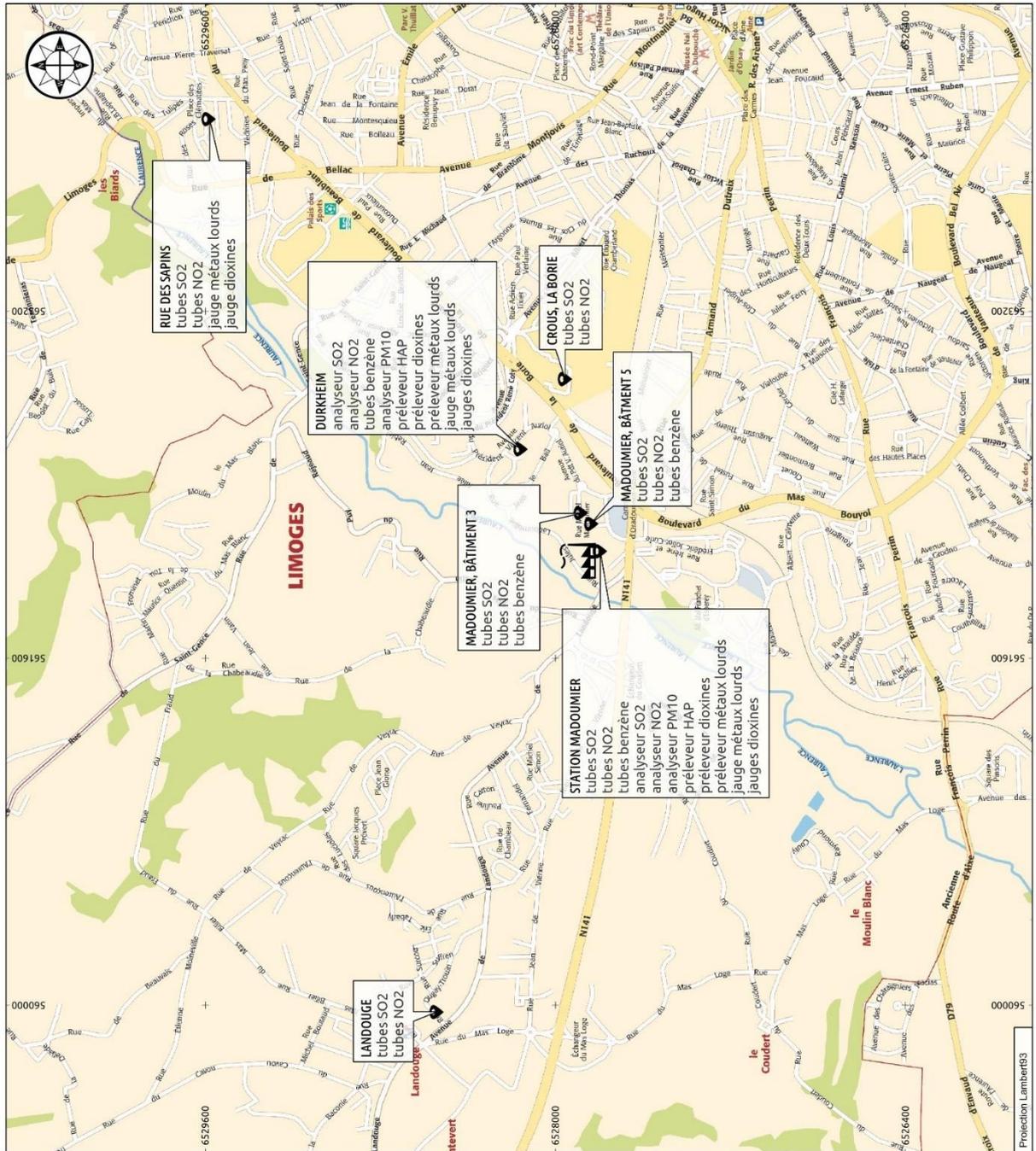
A l'identique des précédentes campagnes de mesure réalisées pendant la même période en 2012 (ETD-2012-15), 2013 (ETD-2013-14), 2014 (E14-2014) et 2015 (E12-2015), conformément aux résultats de la modélisation des retombées atmosphériques de la centrale effectuée en 2012 et suivants les prescriptions d'implantation des sites de mesure de l'INERIS, sept sites de mesure ont été sélectionnés avec les matériels suivants :

- 3 paires de jauges OWEN pour la récupération des dioxines, furannes et métaux lourds dans les retombées atmosphériques (Cf. Annexe),
- 1 préleveur haut débit (30 m³/h) DA80 Digital pour le prélèvement en air ambiant des dioxines et furannes),
- 2 préleveurs bas débit (1 m³/h) Partisol Plus BaP Thermo pour le prélèvement en air ambiant des HAP et des métaux lourds,
- 2 analyseurs AF21M Environnement S.A. pour les mesures temps réel du dioxyde de soufre,
- 2 analyseurs AC31M Environnement S.A. pour les mesures temps réel du dioxyde d'azote,
- 2 analyseurs TEOM 1405F Thermo pour les mesures temps réel des particules fines PM10,
- tubes passifs Gradko pour les mesures différées des dioxydes d'azote,
- tubes passifs code 166 Radiello pour les mesures différées des dioxydes de soufre,
- tubes passifs code 145 Radiello pour les mesures différées du benzène.

Le détail de la campagne de mesure est reporté dans le tableau suivant :

Moyens	Polluants	Sites de mesures	Période
Collecteurs (Jauges OWEN)	Dioxines/Furannes, Métaux lourds	Rue des sapins Station Madoumier Durkheim	08/11/16 au 08/12/16
Préleveurs haut débit (DA80 Digital)	Dioxines/Furannes		09/11/16 au 23/11/16
Préleveur bas débit (Partisol Plus)	Métaux lourds	Station Madoumier Durkheim	07/02/17 au 14/02/17
	HAP		09/11/16 au 07/12/16
Laboratoire sur remorque (Analyseurs)	NO ₂ , SO ₂ , PM ₁₀		08/11/16 au 08/12/16
Tubes passifs (Radiello)	NO ₂ , SO ₂	Rue des sapins Landouge Crous La Borie Madoumier bât 3 Madoumier bât 5 Station Madoumier	09/11/16 au 07/12/16
	Benzène	Madoumier bât 3 Madoumier bât 5 Station Madoumier Durkheim	09/11/16 au 07/12/16

Tableau 9: Planning de mesure et de prélèvement



 <p>La Surveillance de l'Air en Limousin</p>	<p>Sujet : Mesures des retombées de panache</p> <p>Site: Centrale Energie Biomasse du Val de l'Aurence Commune de Limoges</p>	<p>Légende</p> <p>Centrale Energie Biomasse</p>  <p>Sites de mesure</p> 	
---	---	---	---

Figure 6: Positionnement des points de prélèvements

2. Technique de prélèvement et d'analyse

a. Tube passif

Ce matériel repose sur des principes d'adsorption et de perméation. Les polluants échantillonnés traversent une membrane semi-perméable par adsorption sur un support traité chimiquement.

Parallèlement à chaque échantillonnage, des « blancs laboratoires » sont réalisés afin de déterminer les concentrations résiduelles non affectables à des mesures mais liées aux processus utilisés (transport des tubes, manipulations, conditionnements, ...).



Figure 7 : Exemple de tube à diffusion passive

Polluants	Tubes passifs		
	Durée d'exposition	Marque / Type	Méthode d'analyse
NO ₂	7 jours	Gradko	Analyse par spectrophotométrie après complexation avec un colorant, piégeage sur une grille imprégnée de triéthanolamine
SO ₂		Radiello 145	Couplage désorbeur thermique, chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse
BTEX		Radiello 166	Désorption thermique puis analyse par chromatographie en phase gazeuse

Tableau 10 : Méthode d'analyse des tubes passifs

b. Analyseur automatique

Un analyseur est un appareil électrique qui mesure en continu et en temps réel la concentration d'un polluant dans l'air et renvoie une valeur moyenne toutes les 15 minutes au poste central informatique.



Figure 8 : Analyseur en situation dans le laboratoire sur remorque

c. Préleveur dynamique bas débit

Les HAP et les métaux lourds ont été prélevés via des préleveurs dynamiques bas débit de marques Thermo Partisol Plus suivant un débit d'échantillonnage de 1 m³/h réglé (conforme aux normes européennes EN12341).

L'analyse de chaque prélèvement actif sur filtre est réalisée :

- pour les HAP, selon la norme NF EN 15549, par chromatographie liquide haute performance avec détecteurs à fluorescence et à barrettes de diode.
- Pour les métaux lourds, selon la méthode de digestion acide (HNO₃ et H₂SO₄) en micro-onde fermé puis l'identification et le dosage des composés s'effectuent par couplage à induction et spectrométrie de masse (ICP-MS).

d. Collecteur de précipitations

Les collecteurs de précipitation sont des jauges de type OWEN :

- Jauge 20 litres SVL42 avec bouchon et entonnoir ;
- Matériaux : verre pour collecte des dioxines- furannes, PEHD pour les métaux lourds ;
- Superficie de collecte : 471 cm² (verre) ; 707 cm² (PEHD) ;
- Bride de raccord et joint PTFE entre flacon et entonnoir ;
- Bouchon à vis complet SVL 42 ;
- Support Inox hauteur 800 mm pour jauge « owen » NF ;
- Rehausse de 1,5 m du sol afin d'éviter la collecte de poussières remise en suspension ;
- Fixation au sol ;

et répondent aux normes NF X 43-006 et ISO 222-2.



Figure 9 : jauge OWEN

e. Préleveur dynamique haut débit



Figure 10: Préleveur haut débit

Le préleveur dynamique haut débit est un modèle DA80 de marque Digital :

- Évaluation réussie par le « Landerausschuss für Immissionsschutz » en Allemagne et par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air (LCSQA) en France ;
- Débit d'échantillonnage : 500 NI/min (30 m³/h) régulé ;
- Prélèvement sur filtre PALLFLEX (lot N° 54982, recommande N° 7251); PALL Life Sciences ;
- Prélèvement sur PUF (filtre polyuréthane) (Réf. TE-1010); TISCH Environmental, INC ;
- Conforme aux normes européennes EN 12341.

Avant mise en exploitation, les jauges OWEN et les PUF ont été conditionnées en laboratoire d'analyses (Micropolluants technologie SA : 4, rue de Bort-lès-Orgues, ZAC de Grimont / BP 40 010, 57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ) accrédité COFRAC Essais 17025 (nettoyage, préparation, mise en conditionnement), afin d'avoir des prélèvements non influencés par l'environnement externe à la mesure.

L'analyse de chaque prélèvement a été réalisée suivant les normes en vigueur par ce même laboratoire.

Pour les dioxines et furannes dans les retombées atmosphériques, les échantillons seront préparés selon la norme EPA 23 et 1613. Le protocole de préparation et d'analyses des échantillons est décrit ci-après :

- Pesée, filtration et extraction ;
- Marquage avec une solution de composés marqués en 13C ;

- Extraction des PCCD/PCDF ;
- Concentration ;
- Purification sur plusieurs colonnes chromatographiques ;
- Micro concentration ;
- Identification et dosage des PCDD/
- PCDF par couplage de chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse à haute résolution (HRGC/HRMS).

Pour les dioxines et furannes par prélèvement actif, les échantillons seront préparés selon la norme EPA 23 et 1948. Le protocole de préparation et d'analyses des échantillons est décrit ci-après :

- Pesée, filtration et extraction ;
- Marquage avec une solution de composés marqués en ^{13}C ;
- Extraction des PCCD/PCDF ;
- Concentration ;
- Purification sur plusieurs colonnes chromatographiques ;
- Micro concentration ;
- Identification et dosage des PCDD/PCDF par couplage de chromatographie en phase gazeuse et spectrométrie de masse à haute résolution (HRGC/HRMS).

L'analyse sera menée dans des collecteurs distincts pour les dioxines-furannes et les métaux lourds.

Des contrôles qualités ont été opérés notamment sur les prélèvements dioxines - furannes par retombées atmosphériques (norme NF EN 1948-1) dans le cadre de la mise en évidence du rendement de récupération des marqueurs injectés (entre 40 et 135%). Les marqueurs sont utilisés uniquement sur les jauges pour dioxines – furannes.

La pose est effectuée par Atmo Nouvelle-Aquitaine. La récupération des marqueurs se fait en laboratoire.

PARTIE 4 : CONTEXTE METEOROLOGIQUE

Les résultats ci-dessous ont été élaborés à partir des mesures fournies par la station n° 87085006 du réseau Météo-France et située sur la commune de Limoges Bellegarde à 6 km environ au nord-ouest de la centrale, pour la première période de mesure du 8 novembre au 8 décembre 2016 et pour la seconde période du 07 au 14 février 2017.

1. Direction et vitesse de vent

Les mesures invalidantes de direction de vent égales à zéro ont été supprimées des calculs (soit 0.4 % des mesures sur 743 valeurs pour la 1^{ère} période et 0% pour la 2^{ème} période), ainsi que les vitesses de vent inférieures à 1 m/s où le vent est considéré comme calme et non suffisant pour obtenir des mesures métrologiquement fiables (1.9 % des mesures restantes pour la 1^{ère} période et 0.6% pour la 2^{ème} période).

Attention particulière : une rose des vents montre d'où vient le vent et fait intervenir dans sa construction les directions et les vitesses de vent. Son rendu est étroitement dépendant du nombre de secteurs de direction ainsi que du nombre de classes de vitesse de vent choisi. Nous prendrons en considération 16 secteurs : 8 secteurs primaires (Nord, Est,... Nord-Est, ...) et 8 secteurs secondaires (Nord-Nord-Ouest, Est-Sud-Est, ...), soit 22.5° par secteur (360°/16), et des classes de vent par pas de 1 m/s.

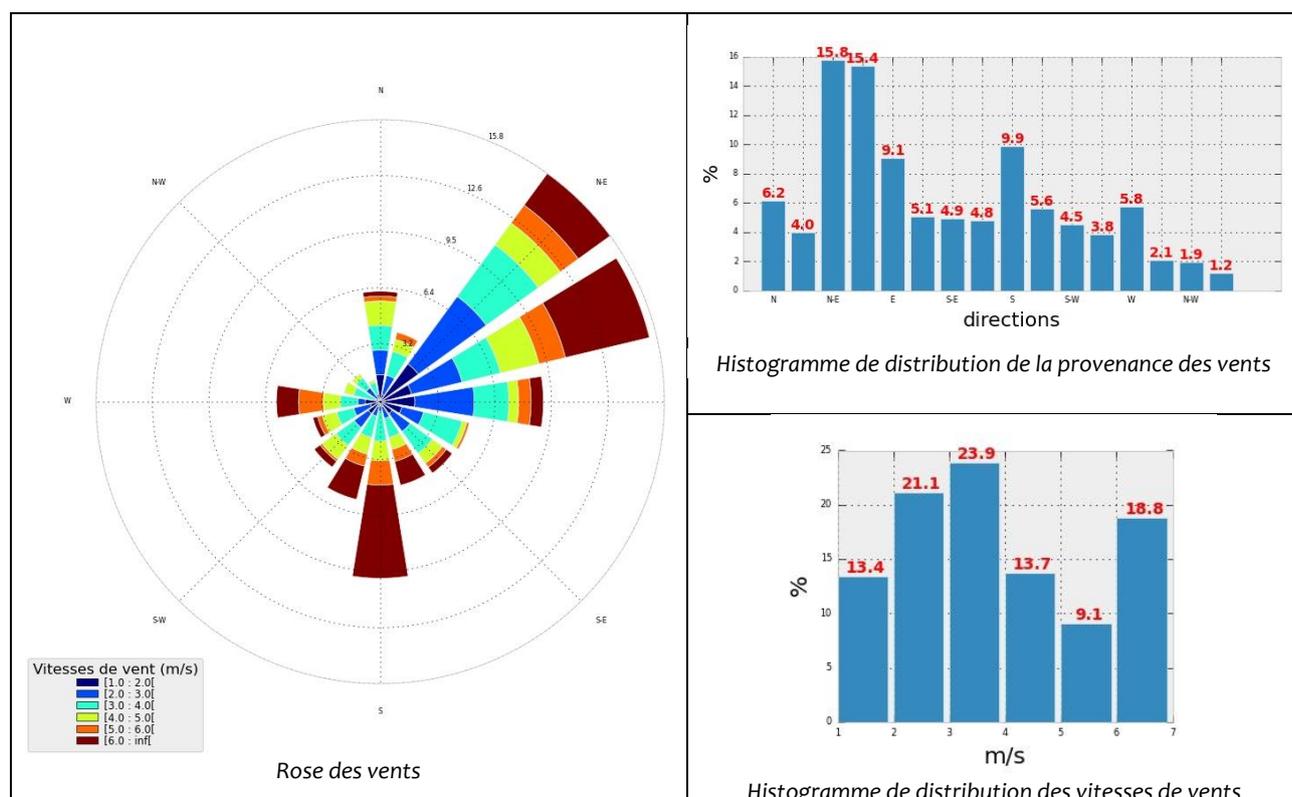


Figure 11: Conditions météorologiques globales sur la période du 08 novembre au 08 décembre 2016.

Sur l'ensemble de la première période d'échantillonnage, du 08 novembre au 08 décembre 2016, les vents d'est-nord-est et les vents du sud sont majoritaires avec des vitesses de vent relativement fortes (18.8% des vents sont supérieurs à 6 m/s). La vitesse maximale atteinte est de 11.7 m/s, soit 42 km/h.

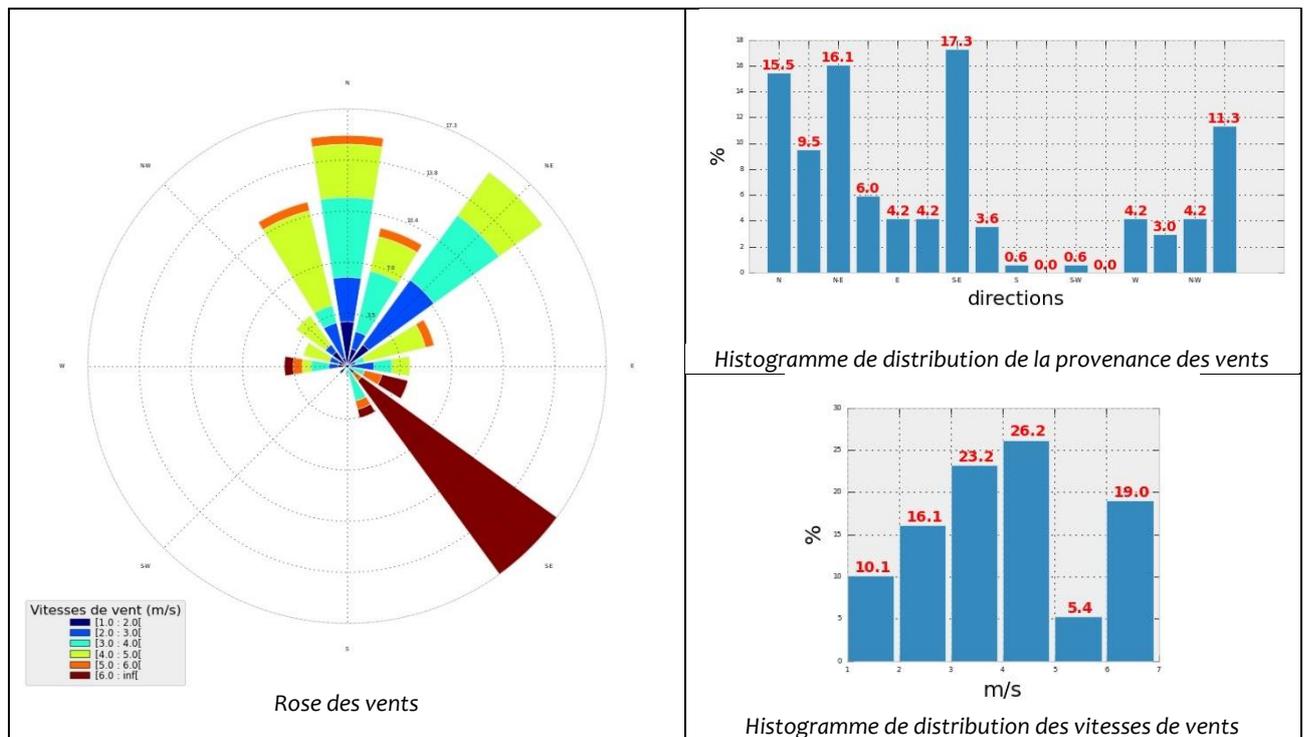


Figure 12 : Conditions météorologiques globales sur la période du 07 au 14 février 2017.

Sur l'ensemble de la seconde période d'échantillonnage, du 07 au 14 février 2017, les vents du nord et de sud-est sont majoritaires avec des vitesses de vent relativement fortes pour ces derniers (19 % des vents sont supérieurs à 6 m/s). La vitesse maximale atteinte est de 11.3 m/s, soit 41 km/h.

L'exposition des sites sous les vents en provenance de l'usine est reportée dans le tableau ci-dessous pour les deux périodes de mesures :

Sites	Position par rapport à la centrale		Fréquence sous le vent de la centrale (%)	
	Angle par rapport au nord (secteur)	Distance (mètres)	Du 08/11/16 au 08/12/16	Du 07/02/17 au 14/02/17
Rue des sapins	50° (NE)	2640	4.5	0.6
Crous, La Borie	87° (E)	840	5.8	4.2
Landouge	287° (ONO)	2180	5.1	4.2
Station Madoumier	157° (SSE)	110	1.2	11.3
Madoumier, bâtiment 3	94° (E)	220	5.8	4.2
Madoumier, bâtiment 5	110° (ESE)	180	2.1	3.0
Durkheim	57° (ENE)	580	3.8	0.0

Tableau 11: Fréquences d'exposition des sites de prélèvement

Les vents dominants sur la première période de mesure sont de nord-est et du sud. Etant donné qu'aucun des 7 points de prélèvements, n'est situé au sud-ouest ou au nord de la centrale de cogénération, il n'y a pas de site plus exposé que d'autres aux rejets de la centrale. En revanche, lors de la deuxième période de mesures en février 2017, le site « Station Madoumier », situé au sud-sud-est de la centrale de cogénération est le plus exposé à ses rejets.

2. Température, humidité et précipitation

Résultats horaires	Du 08/11/2016 au 08/12/2016			Du 07/02/2017 au 14/02/2017		
	Température (°C)	HR (%)	Précipitations (mm)	Température (°C)	HR (%)	Précipitations (mm)
Moyenne	7.7	80.2	0.1	5.1	82.2	0.1
Minimum	-0.7	17.0	0.0	-1.3	48.0	0.0
Maximum	15.3	100	6.0	14.9	100	2.6
Cumul	-	-	104.4	-	-	15.5

Tableau 12: Données de température, humidité et précipitations enregistrées sur les deux périodes

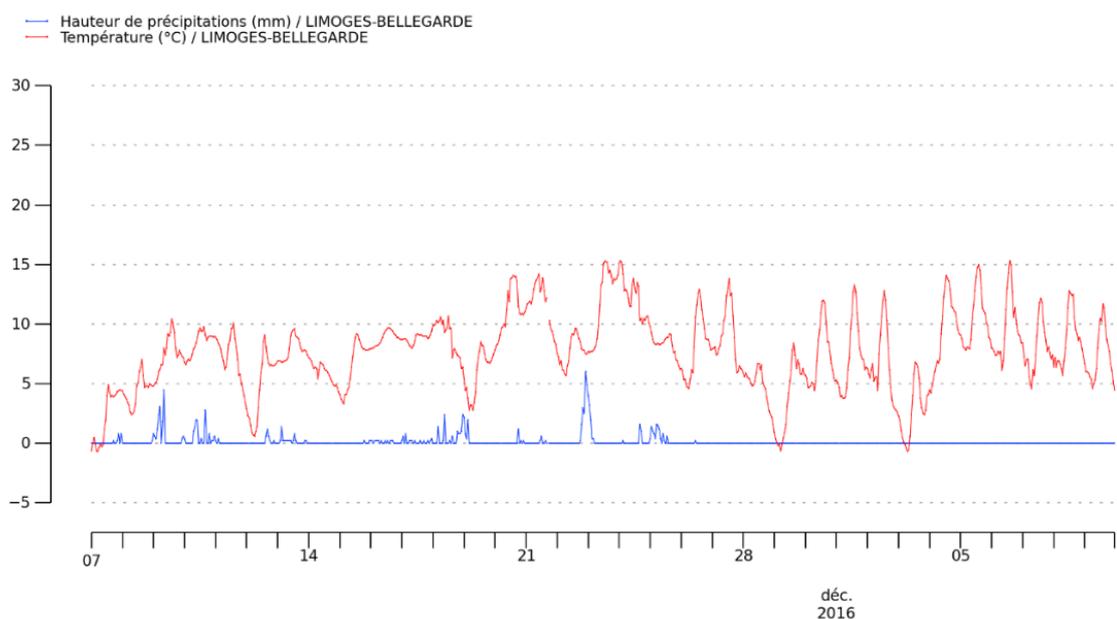


Figure 13: Températures et hauteurs de précipitations horaires du 08 novembre au 08 décembre 2016.

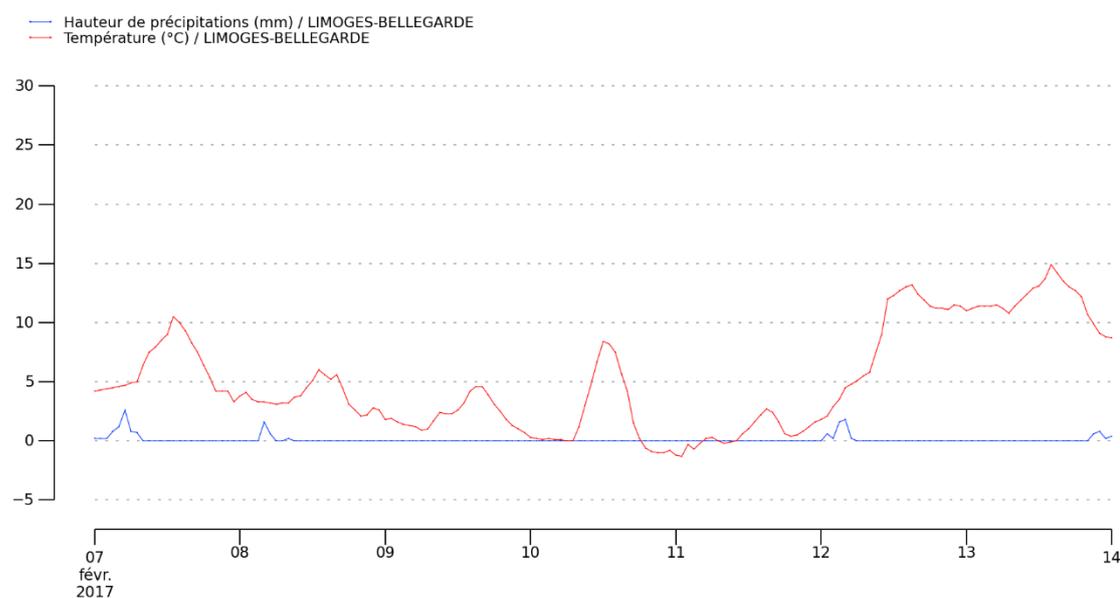


Figure 14 : Températures et hauteurs de précipitations horaires du 07 au 14 février 2017.

PARTIE 5 : RESULTATS

Dans la suite du rapport, des comparaisons entre les valeurs obtenues sur les sites de mesure lors de cette campagne qui s'est déroulée sur un mois, et les seuils réglementaires basés sur des évaluations annuelles (cf. Partie 2 - Réglementation), sont uniquement fournies à titre d'information compte tenu des échelles temporelles différentes.

1. Dioxines et furannes

a. Dans les retombées atmosphériques

Les jauges OWEN en verre utilisées possèdent une surface de collectage de 471 cm², et ont été exposées du 8 novembre au 8 décembre 2016, soit l'équivalent de 720 heures. Les concentrations nettes sont calculées suivant la formule :

$$C_{nette} = \frac{C_{éch} * 24}{(h * S)}$$

Avec

C_{nette} : concentration nette en pg/m²/j

C_{éch} : concentration après analyse du prélèvement en pg/échantillon

h : nombre d'heures de collectage

S : surface de collectage en m²

Concentrations nettes par famille d'homologues

Sont reportés ci-après les totaux des familles d'homologues, en séparant ceux de la grande famille des dioxines (PCDD = TCDD + PeCDD + HxCDD + HpCDD), et ceux formant la grande famille des furannes (PCDF = TCDF + PeCDF + HxCDF + HpCDF).

Congénères	Concentrations nettes (pg/m ² /j)		
	Rue des sapins	Madoumier	Durkheim
TCDD	--	--	--
PeCDD	--	--	--
HxCDD	--	--	--
HpCDD	10.0	18.3	13.5
PCDD (OCDD inclus)	23.0	43.4	29.2
TCDF	--	--	--
PeCDF	--	--	--
HxCDF	--	--	--
HpCDF	--	--	--
PCDF (OCDF inclus)	3.8	6.6	2.4
TOTAL	26.8	49.9	31.6

-- inférieur à la limite de quantification analytique (lq)

Tableau 13: concentrations nettes de dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques

Seule la famille d'homologue HpCDD a pu être quantifiée au cours de cette campagne de mesure, cependant les composés OCDD/F inclus dans les totaux PCDD/F ont également été mesurés, avec une nette prédominance des dioxines. Contrairement aux années précédentes, les plus fortes teneurs ont été relevées sur le site de Madoumier.

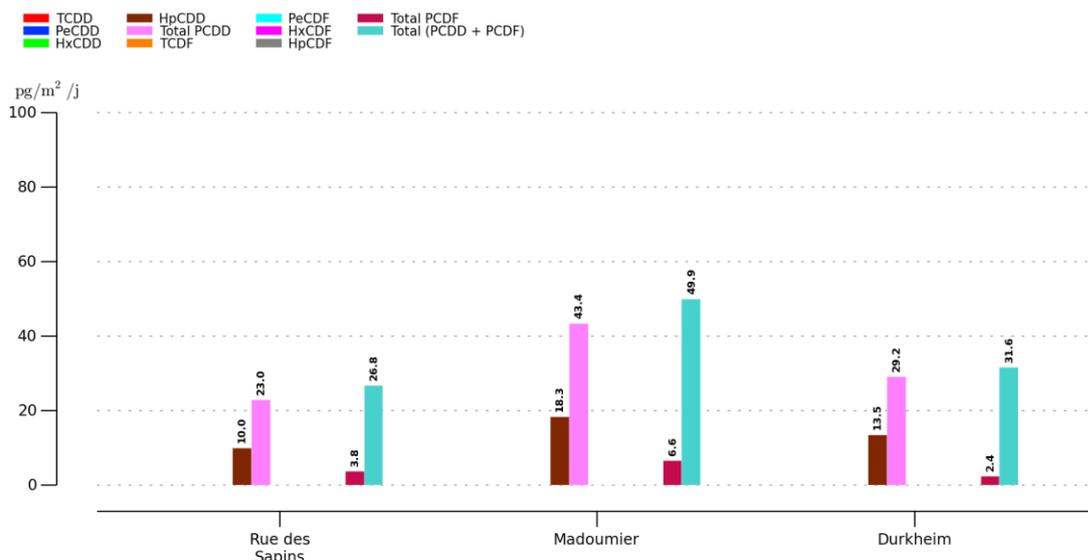


Figure 15: Concentrations nettes des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques

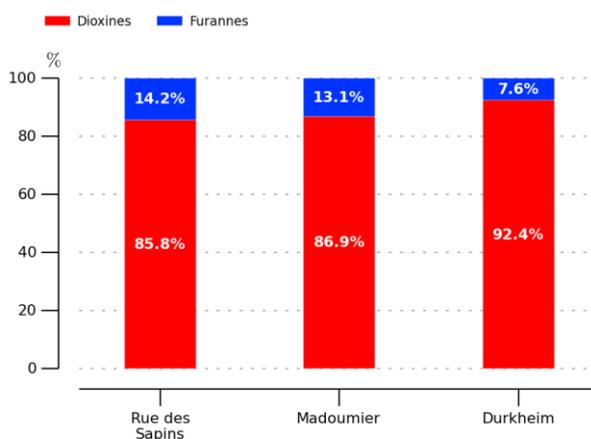


Figure 16: Répartition en concentrations nettes des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques

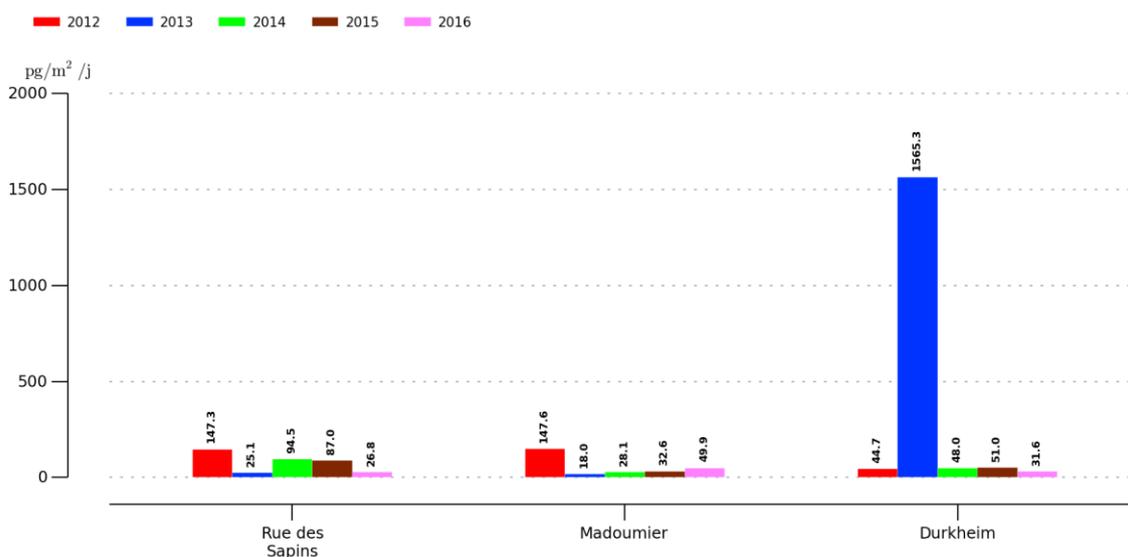


Figure 17: Evolution des concentrations nettes des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques

Détail des 17 congénères les plus toxiques

Un focus sur les 17 congénères les plus toxiques est réalisé, en appliquant une pondération sur chaque concentration nette par un indice de toxicité spécifique à chaque molécule (Cf. Annexe : Calcul de toxicité).

Les résultats d'analyses inférieurs aux seuils de quantification ne sont pas écartés, leurs valeurs étant remplacées par le seuil de quantification (situations majorantes).

Congénères	Concentrations en équivalence toxique (pg I-TEQmax /m ² /j)			
	I-TEF OTAN	Rue des sapins	Madoumier	Durkheim
2,3,7,8 TCDD	1	0.18*	0.18*	0.18*
1,2,3,7,8 PeCDD	1	0.18*	0.18*	0.18*
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0,1	0.04*	0.04*	0.04*
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0,1	0.04	0.07	0.06
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0,1	0.04	0.05	0.04
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0,01	0.05	0.09	0.07
OCDD	0,001	0.01	0.03	0.02
2,3,7,8 TCDF	0,1	0.02	0.07	0.04
1,2,3,7,8 PeCDF	0,05	0.02*	0.02*	0.02*
2,3,4,7,8 PeCDF	0,5	0.19	0.18*	0.19
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0,1	0.04*	0.04	0.04
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0,1	0.04*	0.04	0.04
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0,1	0.05	0.07	0.05
1,2,3,7,8,9 HxCDF	0,1	0.04*	0.04*	0.04*
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0,01	0.01	0.02	0.02
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	0,01	0.01*	0.01*	0.01*
OCDF	0,001	0.00	0.01	0.00
TOTAL	-	0.93	1.11	1.01

* seuils de quantification analytique

Figure 18: Détails des 17 congénères dans les retombées atmosphériques

Comme chaque année, seuls les composés les moins toxiques ont dépassé les limites de quantification analytique. Aucune évolution n'est notable depuis le démarrage des mesures en 2012.

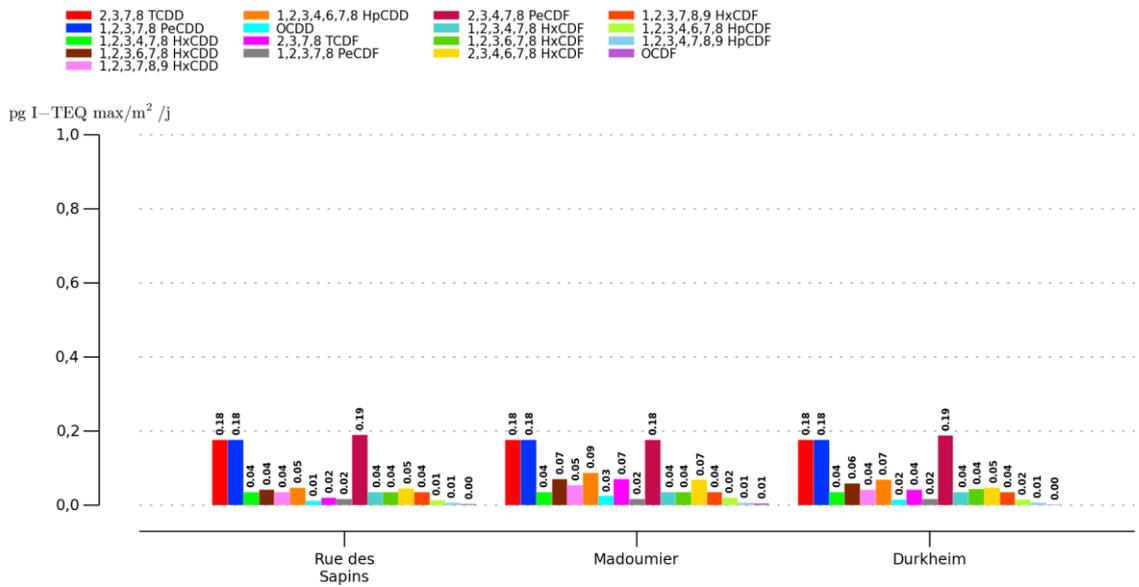


Figure 19: Concentrations en équivalent toxique des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques

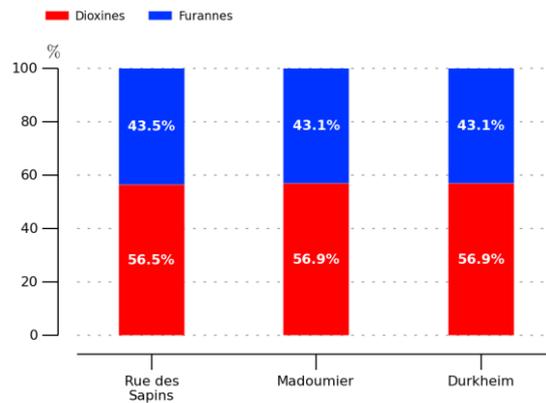


Figure 20 : Répartition en équivalent toxique des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques

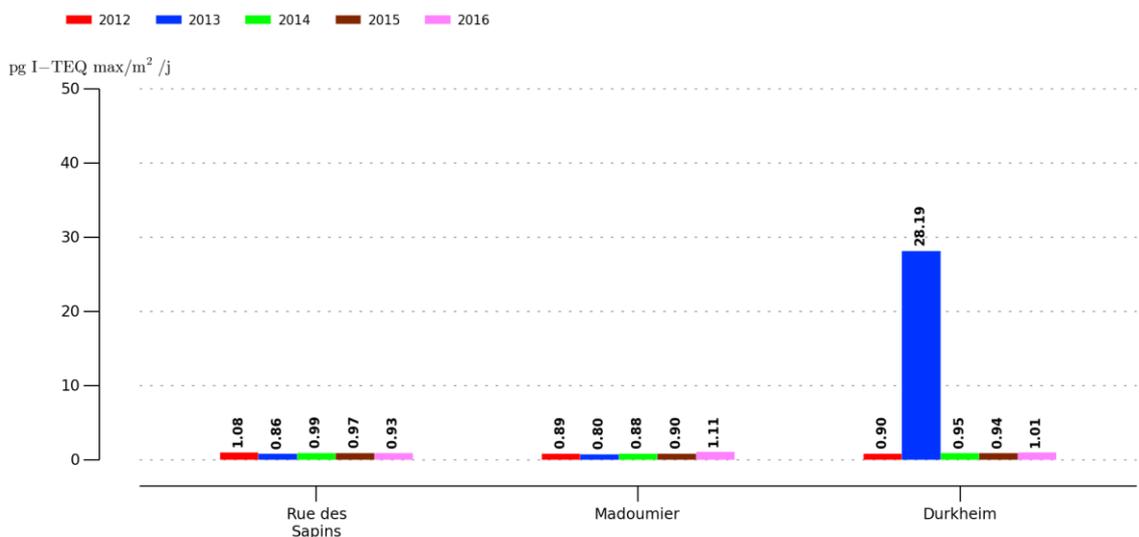


Figure 21: Evolution des concentrations en équivalent toxique des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques

b. En air ambient

Lors des prélèvements à haut débit en air ambient qui se sont déroulés du 9 au 16 novembre sur le site de Madoumier et du 16 au 23 novembre 2016 à Durkheim, il a été collecté 10 000 m³ d'air. Les concentrations volumiques sont exprimées suivant la formule :

$$C_{nette} = \frac{(C_{éch} - C_{blanc}) * 1000}{V}$$

Avec

C_{nette} : concentration nette calculée en fg/m³

C_{éch} : concentration du prélèvement analysé en pg/échantillon

C_{blanc} : concentration du blanc en pg/blanc

V : volume prélevé

Remarque : Les prélèvements en air ambient n'ont pas été réalisés concomitamment sur les deux sites, mais de manière décalée. L'interprétation des comparaisons de valeurs est sujette aux différentes conditions météorologiques et environnementales influençant les échantillonnages.

Concentrations nettes par famille d'homologues

Sont reportés ci-après les totaux des familles d'homologues, en séparant ceux de la grande famille des dioxines (PCDD = TCDD + PeCDD + HxCDD + HpCDD), et ceux formant la grande famille des furannes (PCDF = TCDF + PeCDF + HxCDF + HpCDF).

Congénères	Concentrations nettes (fg/m ³)	
	Madoumier	Durkheim
TCDD	13.7	17.1
PeCDD	14.5	24.2
HxCDD	33.4	60.9
HpCDD	54.7	121.2
PCDD (OCDD inclus)	166.2	349.7
TCDF	36.9	19.7
PeCDF	15.4	29.5
HxCDF	13.9	30.5
HpCDF	11.3	19.2
PCDF (OCDF inclus)	82.0	104.4
TOTAL	248.2	454.1
-- inférieur à la limite de quantification analytique (lq)		

Figure 22: Concentrations nettes des dioxines/furannes en air ambient

Le site de prélèvement de Madoumier présente des concentrations de dioxines/furannes plus faibles que le site de Durkheim, avec les plus faibles teneurs mesurées depuis 2012. Les quantités de dioxines sont plus élevées que les furannes pour chacun des sites. Les concentrations de dioxines et furannes qui étaient en hausse en 2015 sont cette année en baisse.

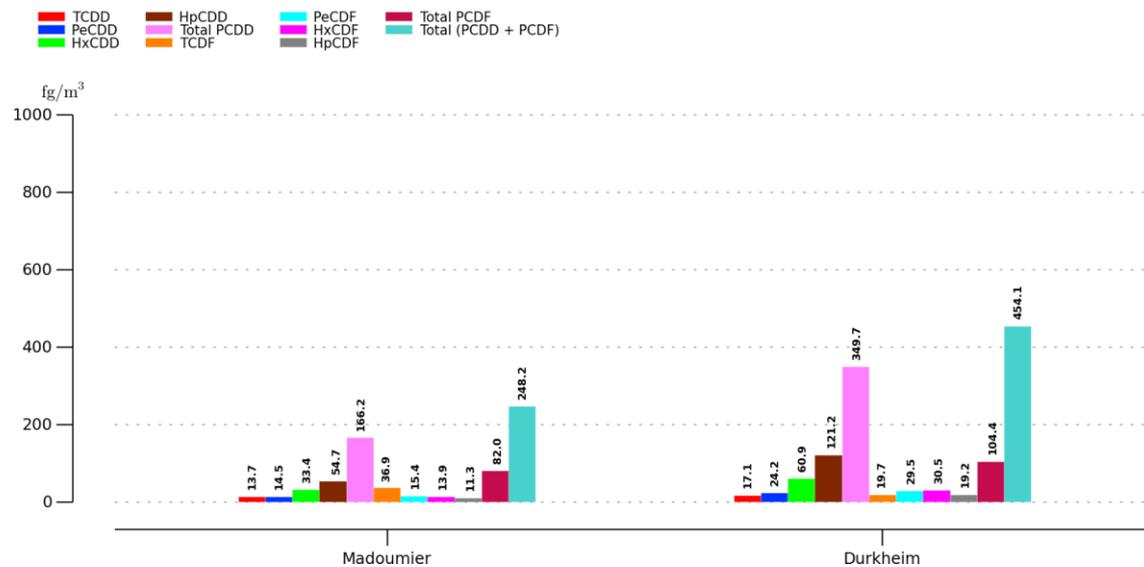


Figure 23: Concentrations nettes des dioxines/furannes en air ambiant

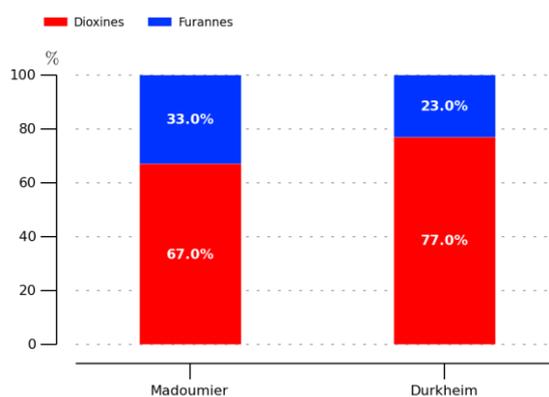


Figure 24: Répartition en concentrations nettes des dioxines/furannes en air ambiant

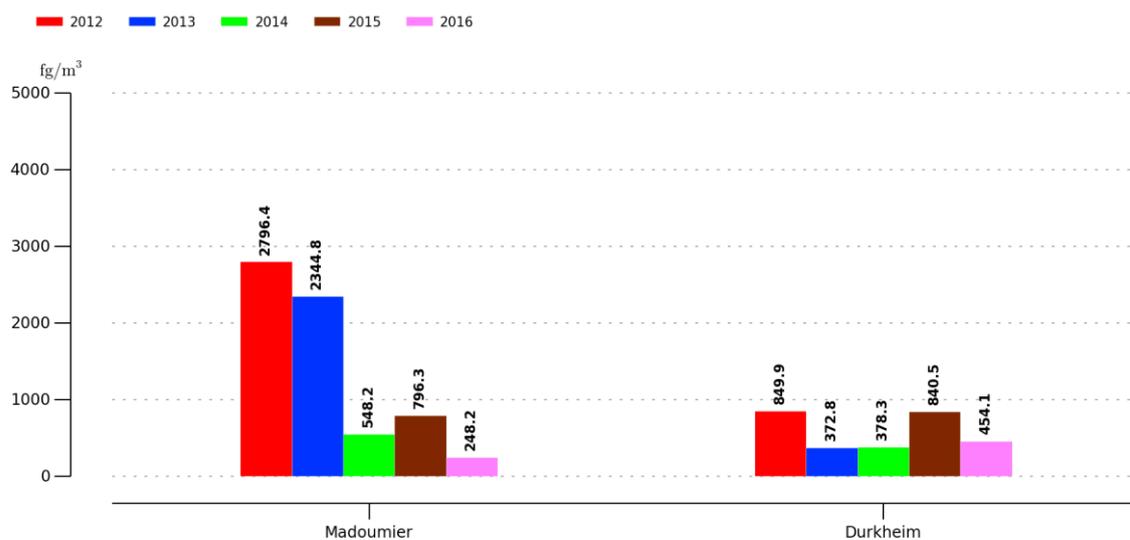


Figure 25: Evolution des concentrations nettes des dioxines/furannes en air ambiant

Détail des 17 congénères les plus toxiques

Une focalisation sur les 17 congénères les plus toxiques est réalisée, en appliquant une pondération sur chaque concentration nette par un indice de toxicité spécifique à chaque molécule (Cf. Annexe : Calcul de toxicité).

Les résultats d'analyses inférieurs aux seuils de quantification ne sont pas écartés, leurs valeurs étant remplacées par le seuil de quantification (situations majorantes).

Congénères	Concentrations en équivalence toxique (fg I-TEQmax /m ³)		
	I-TEF OTAN	Madoumier	Durkheim
2,3,7,8 TCDD	1	0.17	0.23
1,2,3,7,8 PeCDD	1	0.32	0.68
1,2,3,4,7,8 HxCDD	0.1	0.06	0.15
1,2,3,6,7,8 HxCDD	0.1	0.26	0.52
1,2,3,7,8,9 HxCDD	0.1	0.19	0.34
1,2,3,4,6,7,8 HpCDD	0.01	0.27	0.60
OCDD	0.001	0.05	0.13
2,3,7,8 TCDF	0.1	0.10	0.16
1,2,3,7,8 PeCDF	0.05	0.04	0.05
2,3,4,7,8 PeCDF	0.5	0.63	1.26
1,2,3,4,7,8 HxCDF	0.1	0.11	0.29
1,2,3,6,7,8 HxCDF	0.1	0.11	0.23
2,3,4,6,7,8 HxCDF	0.1	0.14	0.31
1,2,3,7,8,9 HxCDF	0.1	0.07*	0.13
1,2,3,4,6,7,8 HpCDF	0.01	0.05	0.09
1,2,3,4,7,8,9 HpCDF	0.01	0.01*	0.01
OCDF	0.001	0.00	0.01
TOTAL	-	2.59	5.18

* seuils de quantification analytique

Tableau 14: Détail des 17 congénères en air ambiant

Compte tenu de leur toxicité élevée, les molécules 2,3,4,7,8 PeCDF (furanne) et 1,2,3,7,8 PeCDD (dioxines) sont prépondérantes sur les deux sites de prélèvement, et ce depuis le démarrage des mesures en 2012. Cependant les concentrations des dioxines/furannes sont plus faibles que celles mesurées en 2015, avec les plus faibles teneurs mesurées depuis 2012 sur le site de Madoumier.

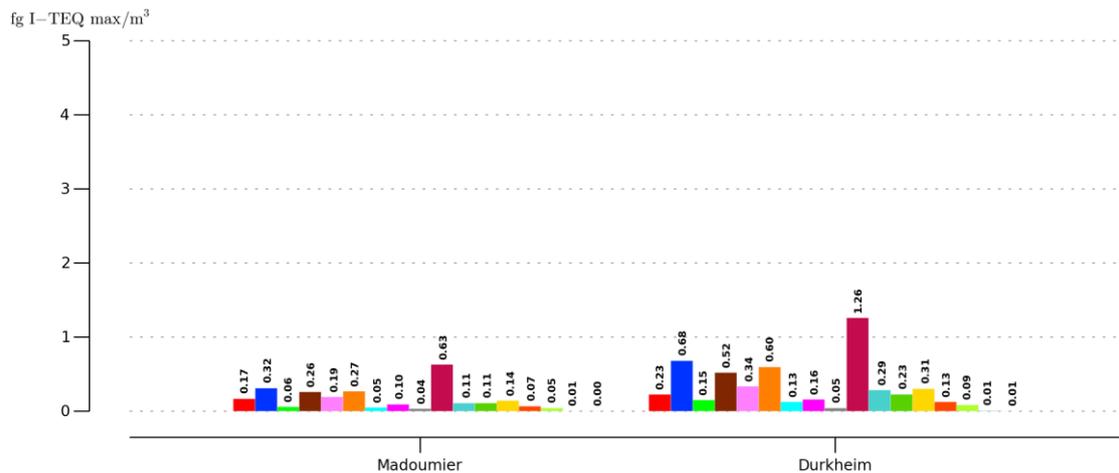


Figure 26: Concentrations en équivalent toxique des dioxines/furannes en air ambiant

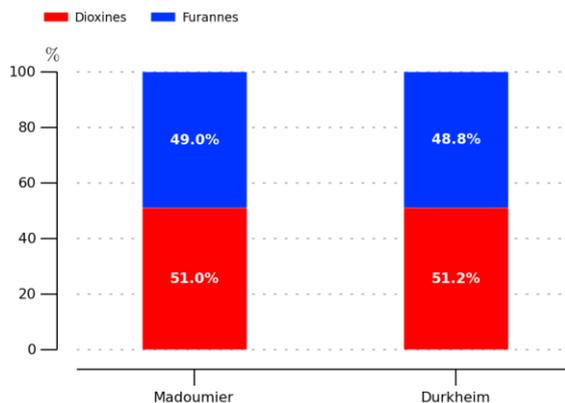


Figure 27: Répartition en équivalent toxique des dioxines/furannes en air ambiant

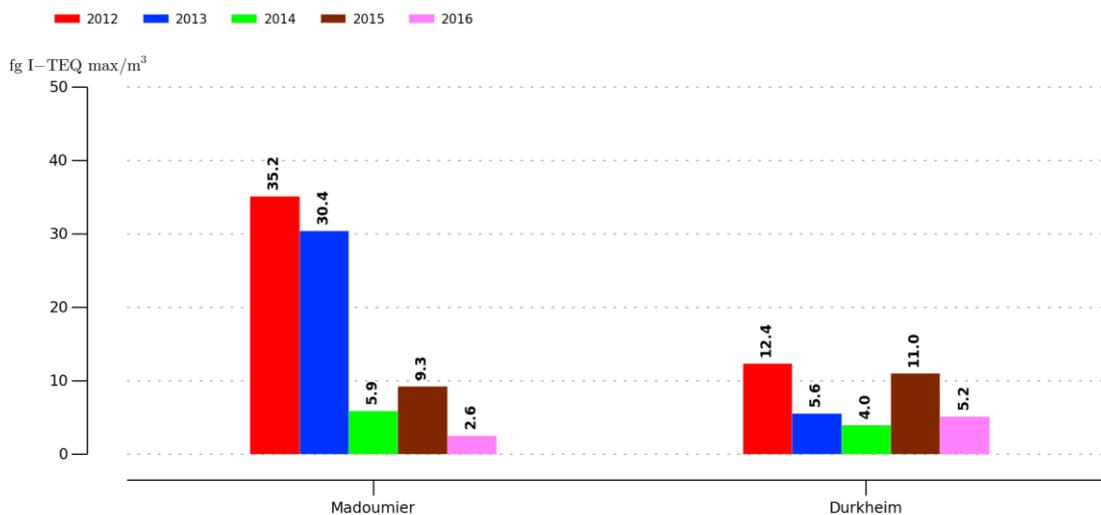


Figure 28: Evolution des concentrations en équivalent toxique des dioxines/furannes en air ambiant

2. Métaux lourds

a. Dans les retombées atmosphériques

Les prélèvements des métaux lourds dans les retombées atmosphériques ont été réalisés du 8 novembre au 8 décembre 2016, soit durant 720 heures, au moyen de jauges OWEN en PEHD. La surface de collectage est de 707 cm².

Comme les années précédentes, les espèces majoritaires sont le manganèse (Mn), le zinc (Zn) et le cuivre (Cu). Les autres métaux ont été relevés à l'état de trace.

Ainsi, un zoom est effectué pour ces trois métaux et pour le nickel (Ni) qui sont les métaux les plus retrouvés dans les retombées atmosphériques depuis le démarrage des mesures en 2012.

Le site de Madoumier, le plus proche du site de cogénération, présente les teneurs les plus élevées pour chacun des métaux lourds. Les concentrations sont en augmentation par rapport à 2015, particulièrement pour le zinc et le manganèse sur le site de Madoumier, avec des valeurs respectives de 67.23 et 573.13 µg/m²/j.

Métaux lourds	Concentrations (µg/m ² /j)		
	Rue des sapins	Madoumier	Durkheim
As - Arsenic	0.58	1.46	0.81
Cd - Cadmium	0.07	0.44	0.05
Co - Cobalt	0.16	0.85	0.13
Cr - Chrome	0.66	2.88	0.78
Cu - Cuivre	2.76	11.13	3.38
Hg - Mercure	0.01	0.01	0.01
Mn - Manganèse	8.55	573.17	33.51
Ni - Nickel	0.90	2.71	1.35
Pb - Plomb	0.85	3.63	1.38
Sb - Antimoine	0.47	0.77	0.51
Se - Sélénium	0.37	0.57	0.39
Sn - Etain	0.26	0.56	0.28
Te - Tellurium	--	--	--
Tl - Thallium	--	0.08	--
V - Vanadium	1.07	3.47	1.27
Zn - Zinc	29.05	67.23	23.37

-- Inférieur à la limite de quantification analytique (Iq)

Tableau 15: Concentrations des métaux lourds dans les retombées atmosphériques

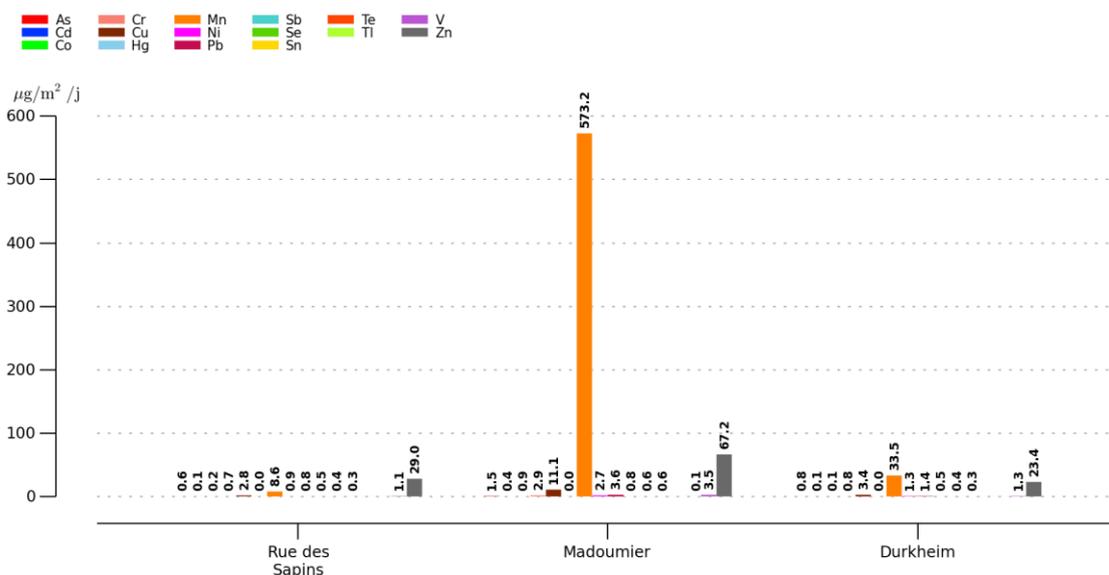


Figure 29: Concentrations nettes des métaux lourds dans les retombées atmosphériques

Cuivre

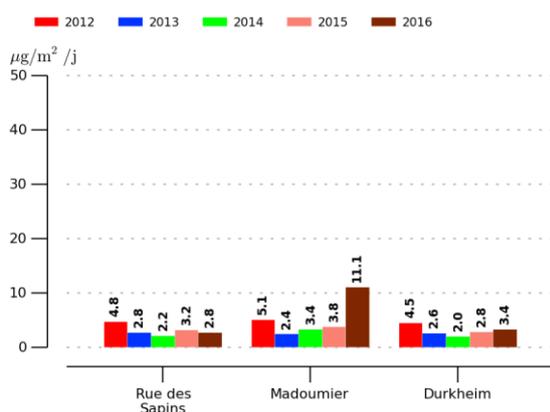


Figure 30: Concentrations nettes de cuivre dans les retombées atmosphériques

Manganèse

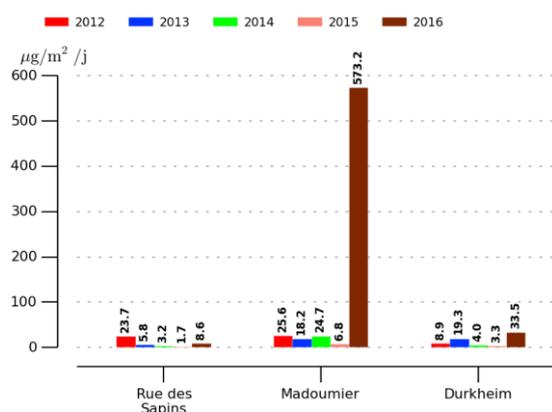


Figure 31: Concentrations nettes de manganèse dans les retombées atmosphériques

Nickel

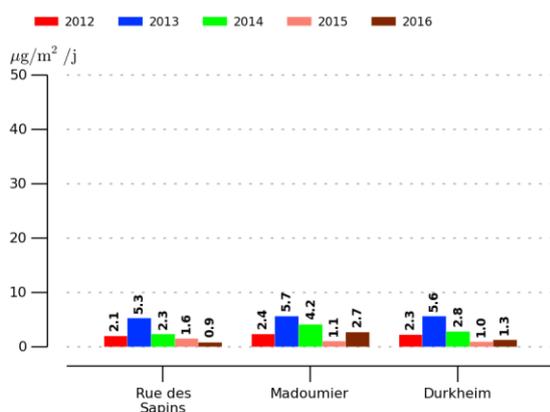


Figure 32: Concentrations nettes de nickel dans les retombées atmosphériques

Zinc

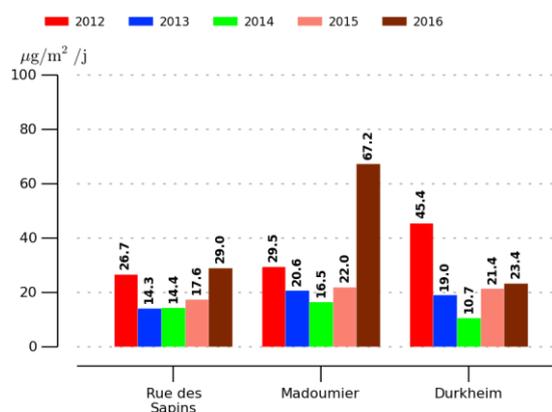


Figure 33: Concentrations nettes de zinc dans les retombées atmosphériques

b. En air ambiant

En raison d'un problème analytique, les prélèvements de métaux lourds en air ambiant réalisés du 09 au 23 novembre 2016 sur les sites de Durkheim et de Madoumier, n'ont pas pu être analysés. Une deuxième phase de mesure a été mise en œuvre du 07 au 14 février 2017 pour pallier à ce manque de données.

Les concentrations des métaux lourds en air ambiant ne peuvent être comparés à celles dans les retombées atmosphériques en raison de conditions météorologiques et environnementales différentes entre les deux phases de mesures.

Les concentrations mesurées en air ambiant présentent une prédominance de zinc (Zn) et de cuivre (Cu), puis dans une moindre mesure de manganèse (Mn) et de Plomb (Pb). Le site de Madoumier présente les plus fortes valeurs pour ces quatre métaux.

Métaux lourds	Concentrations (n/m ³)	
	Madoumier	Durkheim
As - Arsenic	0.21	0.22
Cd - Cadmium	--	--
Co - Cobalt	--	--
Cr - Chrome	1.67	1.36
Cu - Cuivre	6.38	5.14
Hg - Mercure	--	--
Mn - Manganèse	3.00	2.97
Ni - Nickel	1.09	1.35
Pb - Plomb	2.43	1.84
Sb - Antimoine	1.14	--
Se - Sélénium	--	--
Sn - Etain	1.31	--
Te - Tellurium	--	--
Tl - Thallium	--	--
V - Vanadium	--	--
Zn - Zinc	19.67	10.86

-- inférieur à la limite de quantification analytique (lq)

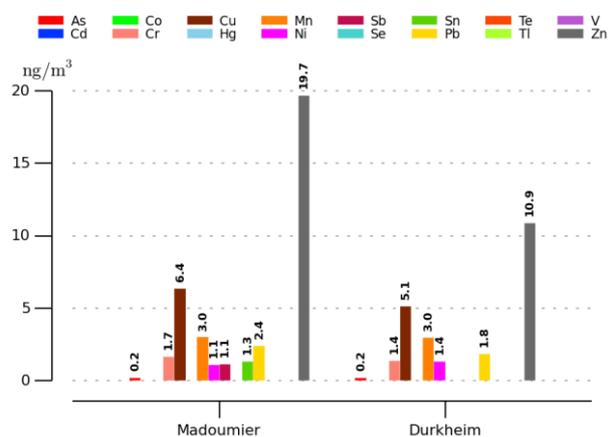


Figure 34 : Concentrations nettes des métaux lourds en air ambiant

Tableau 16: Concentrations des métaux lourds en air ambiant

3. HAP

Les prélèvements d'HAP à bas débit en air ambiant ont été réalisés du 9 novembre au 7 décembre 2016 sur les sites Durkheim et Madoumier, avec un prélèvement de 24h toutes les 48h soit 240h de fonctionnement réparties sur le mois de novembre et début décembre.

Une analyse de l'évolution des concentrations de Benzo(a)Pyrène (BaP), seul HAP réglementé au jour d'aujourd'hui, est également représentée, montrant des concentrations en 2016 plus faibles qu'en 2015 sur les deux sites.

Les concentrations mesurées sur les deux sites de mesure restent faibles.

HAP	Concentrations* (ng/m ³)	
	Madoumier	Durkheim
Anthracène	0.03	0.06
Benzo(a)Anthracène - B(a)A	0.11	0.2
Dibenzo(a,h)Anthracène - dB(a,h)A	0.03	0.05
Chrysène	0.14	0.29
Fluoranthène	0.11	0.3
Benzo(b)Fluorantène - B(b)F	0.3	0.39
Benzo(j)Fluorantène - B(j)F	0.04	0.15
Benzo(k)Fluorantène - B(k)F	0.08	0.16
Phénanthrène	0.3	0.71
Pyrène	0.15	0.29
Benzo(a)Pyrène - B(a)P	0.14	0.27
Indéno(1,2,3-cd)Pyrène - IP	0.16	0.18
Benzo(g,h,i)Pérylène - B(g,h,i)P	0.15	0.23

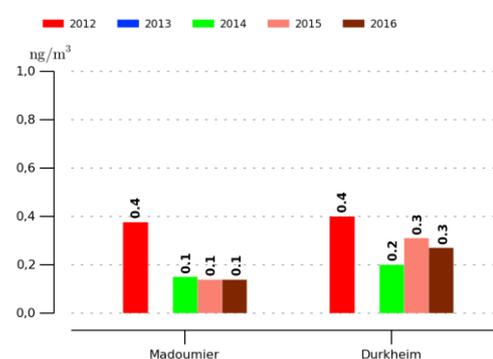


Figure 35: Concentrations nettes de BaP en air ambiant

-- inférieur à la limite de quantification analytique (lq)

* Concentrations moyennes calculées sur la période d'échantillonnage, avec prise en compte de la limite de quantification lorsque les résultats sont inférieurs à la lq

Tableau 17: Concentrations des HAP en air ambiant

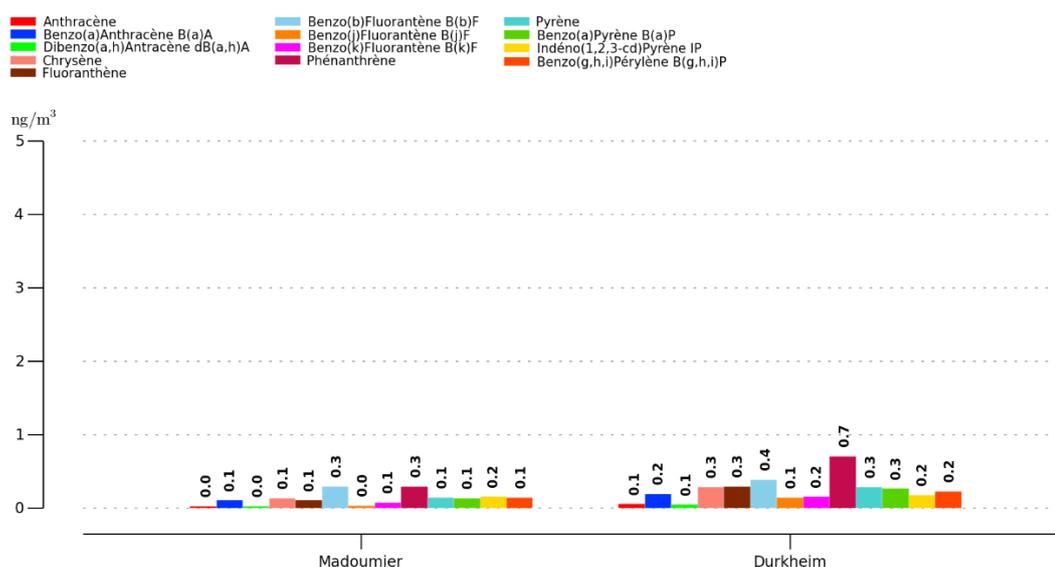


Figure 36: Concentrations nettes des HAP en air ambiant

4. Dioxyde d'azote NO₂

Le dioxyde d'azote a été analysé parallèlement de manière continue (heure par heure) par des analyseurs AC31M Environnement SA sur les sites de Station Madoumier et de Durkheim, et de manière différée (moyennes hebdomadaires) par des tubes de prélèvement passifs de marque Gradko sur l'ensemble des sites, mis à part celui de Durkheim.

a. Dioxyde d'azote par prélèvement

Les teneurs en dioxyde d'azote relevées, de l'ordre de 20 µg/m³, sont plus élevées durant les 3^{ème} et 4^{ème} semaines de prélèvement. Le site « Madoumier, bâtiment 5 » présente les plus fortes teneurs allant jusqu'à 44.2 µg/m³ du 30 novembre au 07 décembre 2016.

Sites	Concentrations (µg /m ³)				[C] moyenne
	09/11/2016 16/11/2016	16/11/2016 23/11/2016	23/11/2016 30/11/2016	30/11/2016 07/12/2016	
Rue des sapins	9.3	12.6	21	37.2	20.0
Crous, La Borie	11.8	9.6	22.6	33.6	19.4
Landouge	8.5	7.1	17.8	23.3	14.2
Station Madoumier	13.1	15.2	23.9	35.9	22.0
Madoumier, bâtiment 3	12.8	8.3	26.8	37.2	21.3
Madoumier, bâtiment 5	13.8	10.1	33.8	44.2	25.5

Tableau 18: Concentrations hebdomadaires de NO₂ par tubes passifs

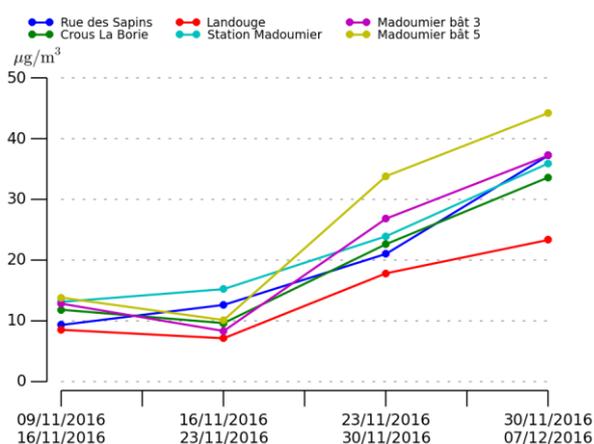


Figure 37 : Concentrations hebdomadaires de NO₂ par tubes passifs

b. Dioxyde d'azote par mesure en temps réel

La comparaison des valeurs maximales journalières obtenues sur les deux points de mesure en temps réels avec celles fournies par les stations fixes de mesure du réseau Atmo Nouvelle-Aquitaine implantées en centre-ville de Limoges (Station Présidial en mesure de fond urbain ; Station place d'Aine en proximité automobile) permet de relativiser les concentrations mesurées lors de cette campagne de mesure. Globalement, les teneurs mesurées autour du site de cogénération sont, comme les années précédentes, inférieures à celles obtenues en configuration de proximité automobile et de fond.

Sites	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Madoumier	Durkheim
Moyenne	22.4	21.8
Minimum	7.3	2.3
Maximum	48.7	53.9

Tableau 19: Statistiques de mesure en temps réel du NO₂

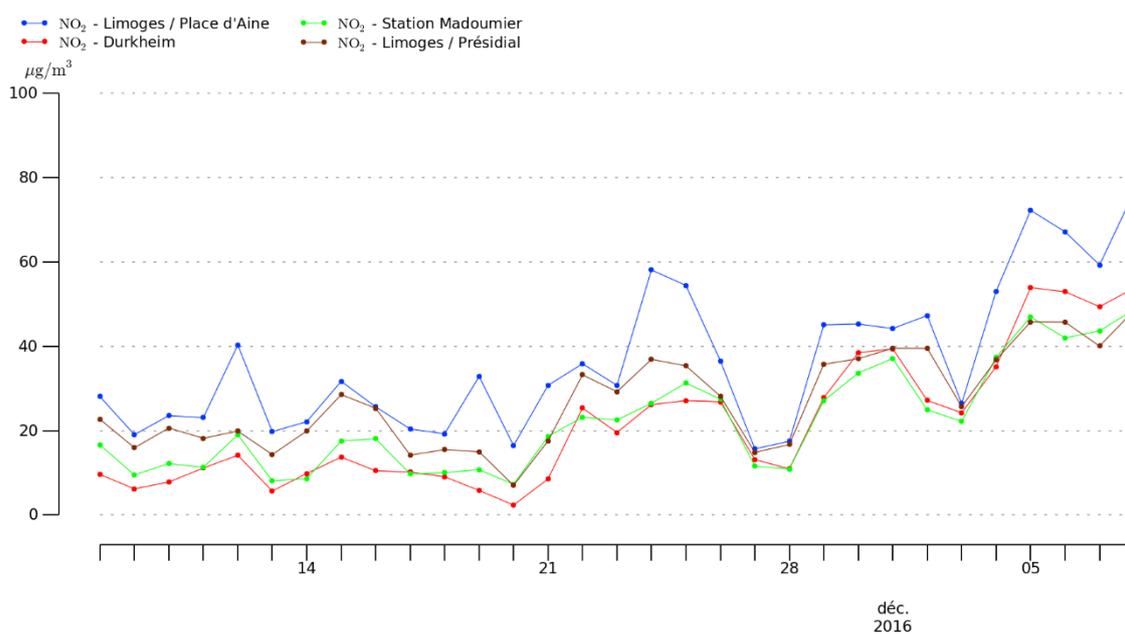


Figure 38: Maxima horaires journaliers de NO₂

5. Dioxyde de soufre SO₂

Le dioxyde de soufre a été analysé parallèlement de manière continue (heure par heure) par des analyseurs AF21M Environnement SA sur les sites de Station Madoumier et de Durkheim, et de manière différée (moyennes hebdomadaires) par des tubes de prélèvement passifs code 166 Radiello sur l'ensemble des sites, mis à part celui de Durkheim.

a. Dioxyde de soufre par prélèvement

Les concentrations hebdomadaires mesurées en dioxyde de soufre sont comme les années précédentes très faibles voire non quantifiables.

Sites	Concentrations (µg /m ³)				[C] moyenne
	09/11/2016 16/11/2016	16/11/2016 23/11/2016	23/11/2016 30/11/2016	30/11/2016 07/12/2016	
Rue des sapins	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Crous, La Borie	--	--	0.1	--	0.1
Landouge	--	--	--	0.1	0.1
Station Madoumier	0.1	--	--	0.1	0.1
Madoumier, bâtiment 3	--	--	0.1	0.2	0.2
Madoumier, bâtiment 5	0.1	0.5	0.3	0.3	0.3

Tableau 20: Concentrations hebdomadaires de SO₂ par tubes passifs

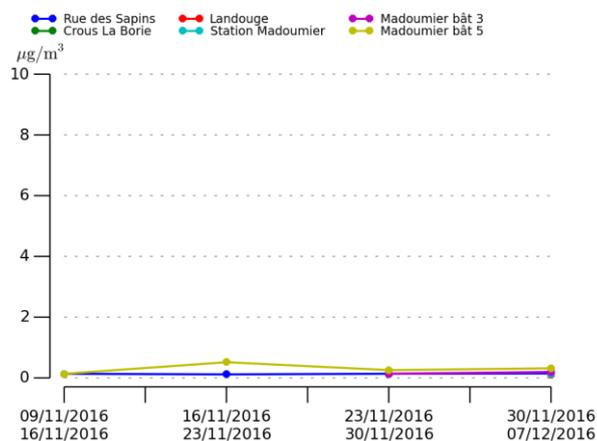


Figure 39: Concentrations hebdomadaires de SO₂ par tubes passifs

b. Dioxyde de soufre par mesure en temps réel

Les valeurs de dioxyde de soufre mesurées par les analyseurs sont aussi très faibles et n'excèdent pas 15 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Les concentrations mesurées sont légèrement plus fortes sur le site de Madoumier avec un maximum de 14.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire, contre 8.3 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ sur le site de Durkheim.

Sites	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Madoumier	Durkheim
Moyenne	0.5	0.5
Minimum	0	0
Maximum	14.3	8.3

Tableau 21 : Statistiques de mesure en temps réel du SO₂

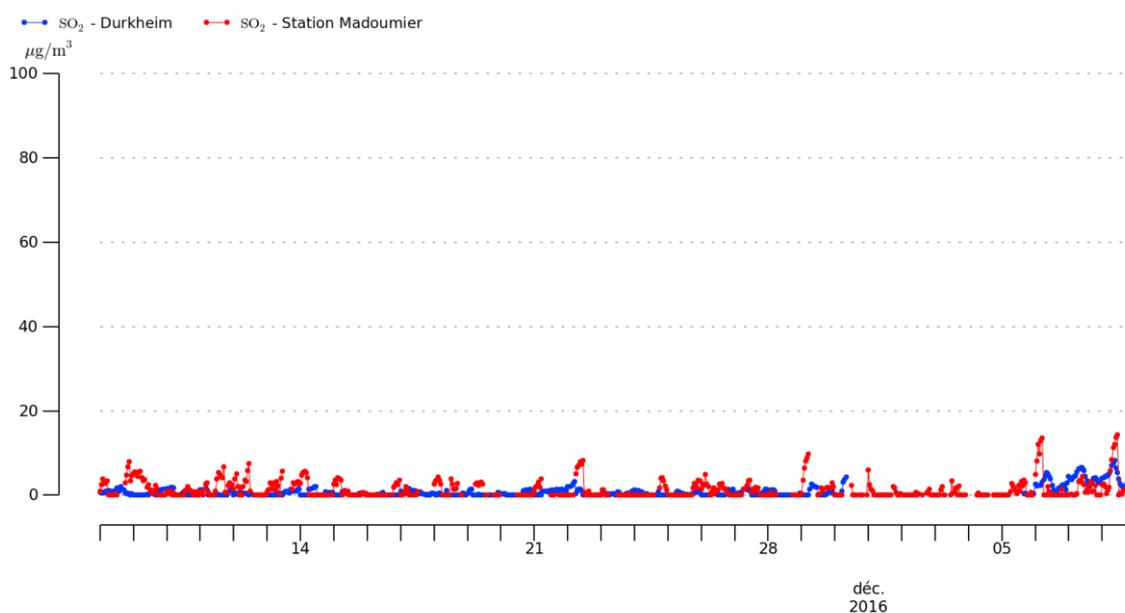


Figure 40: Mesures horaires de SO₂

6. Particule fines PM10

Les particules fines PM10 ont été analysées de manière continue par deux analyseurs TEOM 1405F placés sur les sites de Station Madoumier » et de Durkheim. Sont reportées uniquement les valeurs journalières pour permettre une comparaison avec la réglementation en vigueur.

Le seuil réglementaire d'information et de recommandations pour les particules, fixé à 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière, n'a pas été dépassé au cours de la campagne de mesure au niveau des sites de Durkheim et de Madoumier. C'est également le même constat pour les deux stations fixes implantées sur Limoges (Station Présidial en mesure de fond urbain ; Station place d'Aine en proximité automobile).

Au niveau des deux sites de mesure, les teneurs journalières en particules sont relativement proches et suivent les mêmes évolutions que celles obtenues en centre-ville de Limoges, dénotant le caractère global de ce polluant.

Sites	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	
	Madoumier	Durkheim
Moyenne	14.0	17.6
Minimum	4.7	8.8
Maximum	29.0	35.0

Tableau 22 : Statistiques de mesure en temps réel des PM10

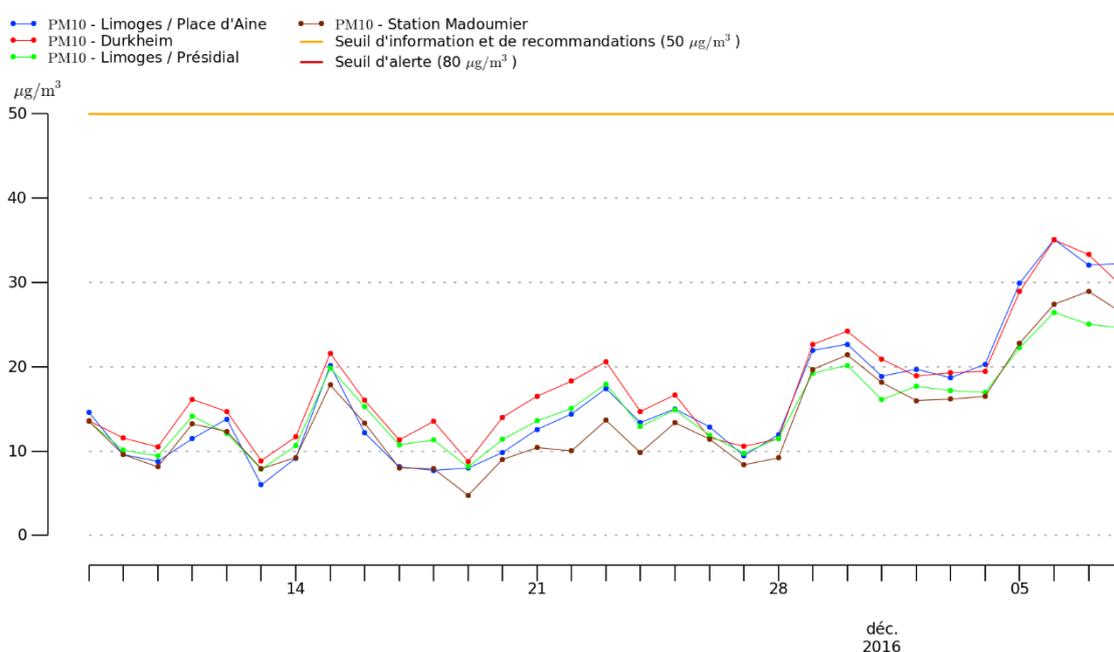


Figure 41: Mesures journalières de PM10

7. Benzène

Le benzène a été analysé de manière différée (moyennes hebdomadaires) par des tubes de prélèvement passifs code 145 Radiello.

Les concentrations hebdomadaires de benzène sont du même ordre de grandeur d'un site de prélèvement à un autre, mais sont plus élevées durant la semaine du 30 novembre au 07 décembre 2016.

En complément, une analyse réalisée par tube passif chaque dernière semaine de novembre sur la station de mesure fixe place d'Aine à Limoges est représentée.

Excepté en 2013, les teneurs prélevées sont de même ordre de grandeur et cohérentes avec les résultats des prélèvements effectués chaque année sur la place d'Aine.

Sites	Concentrations ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				[C] moyenne
	09/11/2016 16/11/2016	16/11/2016 23/11/2016	23/11/2016 30/11/2016	30/11/2016 07/12/2016	
Station Madoumier	0.2	1.0	0.5	3.3	1.2
Madoumier, bâtiment 3	1.3	0.9	1.2	3.4	1.7
Madoumier, bâtiment 5	1.4	0.9	1.6	2.5	1.6
Durkheim	0.2	0.9	0.4	3.6	1.3

Tableau 23: Concentrations hebdomadaires de Benzène par tubes passifs

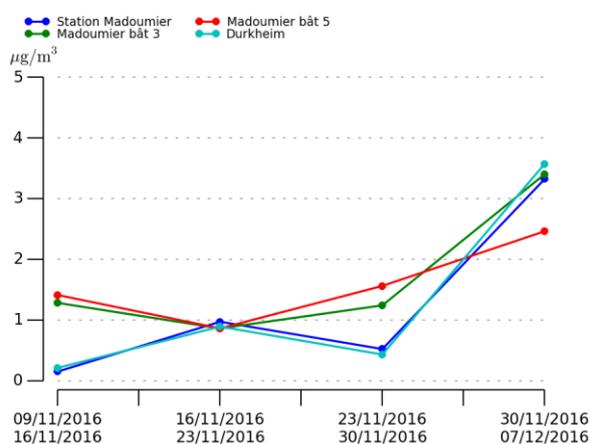


Figure 42: Concentrations hebdomadaires de Benzène par tubes passifs

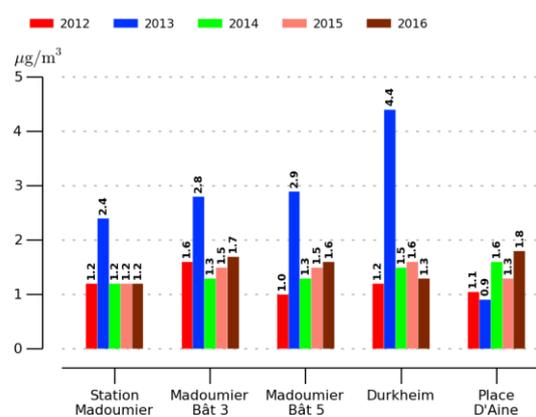


Figure 43: Evolution des concentrations mensuelles de Benzène par tubes passifs

CONCLUSION

Dioxines/Furannes

Comme chaque année dans les retombées atmosphériques, seuls les composés les moins toxiques ont dépassé les limites de quantification analytique. Cependant, deux composés parmi les 17 congénères les plus toxiques, le 2,3,4,7,8 PeCDF (furanne) et le 1,2,3,7,8 PeCDD (dioxines), sont prépondérants en air ambiant, et ce depuis le démarrage des mesures en 2012.

Métaux lourds

Comme les années précédentes, les espèces majoritaires relevées dans les retombées atmosphériques et en air ambiant sont le cuivre (Cu), le manganèse (Mn) et le zinc (Zn). Le plomb (Pb) est également relevé en air ambiant. Les autres métaux sont relevés à l'état de trace.

Les teneurs de Manganèse sont particulièrement élevées dans les retombées atmosphériques au regard des années précédentes, notamment sur le site de Madoumier.

HAP

Depuis le démarrage des campagnes en 2012, les concentrations mesurées autour de la centrale de cogénération restent faibles.

NO₂

Chaque année, les teneurs mesurées autour du site de cogénération sont inférieures à celles obtenues dans le centre-ville de Limoges en configuration de proximité automobile et de fond.

SO₂

Depuis le démarrage des campagnes en 2012, les concentrations mesurées sont très faibles voire non quantifiables.

PM₁₀

Au niveau des deux sites de mesure, les teneurs journalières en particules sont relativement proches et suivent les mêmes évolutions que celles obtenues en centre-ville de Limoges, dénotant le caractère global de ce polluant.

Benzène

Excepté en 2013, les teneurs prélevées sont de même ordre de grandeur et cohérentes avec les résultats des prélèvements effectués chaque année sur la place d'Aine à Limoges.

TABLE DES ILLUSTRATIONS

Figure 1 : Emissions de BaP – inventaire des émissions, plate-forme ICAREv3.1.....	10
Figure 2 : Émissions de NO _x - Inventaire des émissions, plate-forme ICARE V3.1.....	11
Figure 3 : Émissions de SO ₂ - Inventaire des émissions, plate-forme ICARE V3.1.....	12
Figure 4 : Émissions de PM10 - Inventaire des émissions, plate-forme ICARE V3.1.....	13
Figure 5 : Émissions de benzène - Inventaire des émissions, plate-forme ICARE V3.1.....	14
Figure 6: Positionnement des points de prélèvements.....	18
Figure 7 : Exemple de tube à diffusion passive.....	19
Figure 8 : Analyseur en situation dans le laboratoire sur remorque.....	19
Figure 9 : jauge OWEN.....	20
Figure 10: Préleveur haut débit.....	20
Figure 11 : Conditions météorologiques globales sur la période du 08 novembre au 08 décembre 2016...	22
Figure 12 : Conditions météorologiques globales sur la période du 07 au 14 février 2017.....	23
Figure 13: Températures et hauteurs de précipitations horaires du 08 novembre au 08 décembre 2016.	24
Figure 14 : Températures et hauteurs de précipitations horaires du 07 au 14 février 2017.....	24
Figure 15: Concentrations nettes des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques.....	26
Figure 16: Répartition en concentrations nettes des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques.....	26
Figure 17: Evolution des concentrations nettes des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques.....	26
Figure 18: Détails des 17 congénères dans les retombées atmosphériques.....	27
Figure 19: Concentrations en équivalent toxique des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques.....	28
Figure 20 : Répartition en équivalent toxique des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques.....	28
Figure 21: Evolution des concentrations en équivalent toxique des dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques.....	28
Figure 22: Concentrations nettes des dioxines/furannes en air ambiant.....	29
Figure 23: Concentrations nettes des dioxines/furannes en air ambiant.....	30
Figure 24: Répartition en concentrations nettes des dioxines/furannes en air ambiant.....	30
Figure 25: Evolution des concentrations nettes des dioxines/furannes en air ambiant.....	30
Figure 26: Concentrations en équivalent toxique des dioxines/furannes en air ambiant.....	32
Figure 27: Répartition en équivalent toxique des dioxines/furannes en air ambiant.....	32
Figure 28: Evolution des concentrations en équivalent toxique des dioxines/furannes en air ambiant....	32
Figure 29: Concentrations nettes des métaux lourds dans les retombées atmosphériques.....	34
Figure 30 : Concentrations nettes de cuivre dans les retombées atmosphériques.....	34
Figure 31: Concentrations nettes de manganèse dans les retombées atmosphériques.....	34
Figure 32: Concentrations nettes de nickel dans les retombées atmosphériques.....	34
Figure 33: Concentrations nettes de zinc dans les retombées atmosphériques.....	34
Figure 34 : Concentrations nettes des métaux lourds en air ambiant.....	35
Figure 35: Concentrations nettes de BaP en air ambiant.....	36
Figure 36: Concentrations nettes des HAP en air ambiant.....	36
Figure 37 : Concentrations hebdomadaires de NO ₂ par tubes passifs.....	37
Figure 38: Maxima horaires journaliers de NO ₂	38
Figure 39: Concentrations hebdomadaires de SO ₂ par tubes passifs.....	39
Figure 40: Mesures horaires de SO ₂	40
Figure 41: Mesures journalières de PM10.....	41
Figure 42: Concentrations hebdomadaires de Benzène par tubes passifs.....	42
Figure 43 : Evolution des concentrations mensuelles de Benzène par tubes passifs.....	42

TABLE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Métaux lourds - Valeurs enregistrées en Limousin.....	9
Tableau 2 : Benzo(a)pyrène BAP - Valeurs enregistrées en Limousin	10
Tableau 3 : Dioxyde d'azote NO ₂ - Valeurs enregistrées en Limousin.....	11
Tableau 4 : Dioxyde de soufre SO ₂ - Valeurs enregistrées en Limousin.....	12
Tableau 5 : Particules fines PM ₁₀ - Valeurs enregistrées en Limousin.....	13
Tableau 6 : COVNM - Valeurs enregistrées en Limousin	14
Tableau 7 : Repères réglementaires	15
Tableau 8 : Seuils des procédures d'alerte.....	16
Tableau 9: Planning de mesure et de prélèvement.....	17
Tableau 10 : Méthode d'analyse des tubes passifs.....	19
Tableau 11: Fréquences d'exposition des sites de prélèvement.....	23
Tableau 12: Données de température, humidité et précipitations enregistrées sur les deux périodes.....	24
Tableau 13: concentrations nettes de dioxines/furannes dans les retombées atmosphériques	25
Tableau 14: Détail des 17 congénères en air ambiant	31
Tableau 15: Concentrations des métaux lourds dans les retombées atmosphériques	33
Tableau 16: Concentrations des métaux lourds en air ambiant.....	35
Tableau 17: Concentrations des HAP en air ambiant.....	36
Tableau 18: Concentrations hebdomadaires de NO ₂ par tubes passifs	37
Tableau 19: Statistiques de mesure en temps réel du NO ₂	38
Tableau 20: Concentrations hebdomadaires de SO ₂ par tubes passifs	39
Tableau 21 : Statistiques de mesure en temps réel du SO ₂	40
Tableau 22 : Statistiques de mesure en temps réel des PM ₁₀	41
Tableau 23: Concentrations hebdomadaires de Benzène par tubes passifs.....	42

ANNEXE

ANNEXE 1 : AGREMENT ATMO NOUVELLE-AQUITAINE

28 décembre 2016

JOURNAL OFFICIEL DE LA RÉPUBLIQUE FRANÇAISE

Texte 10 sur 189

Décrets, arrêtés, circulaires

TEXTES GÉNÉRAUX

MINISTÈRE DE L'ENVIRONNEMENT, DE L'ÉNERGIE ET DE LA MER, EN CHARGE DES RELATIONS INTERNATIONALES SUR LE CLIMAT

Arrêté du 14 décembre 2016 portant agrément de l'association
de surveillance de la qualité de l'air de la région Nouvelle-Aquitaine

NOR : DEVR1637873A

La ministre de l'environnement, de l'énergie et de la mer, chargée des relations internationales sur le climat,
Vu le code de l'environnement, notamment ses articles L. 221-3 et R. 221-13,

Arrête :

Art. 1^{er}. – L'association de surveillance de la qualité de l'air « ATMO Nouvelle-Aquitaine » est agréée du
1^{er} janvier 2017 au 31 décembre 2019 au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement.

Cette association exerce sa compétence sur la région Nouvelle-Aquitaine.

Art. 2. – Le directeur général de l'énergie et du climat est chargé de l'exécution du présent arrêté, qui sera
publié au *Journal officiel* de la République française.

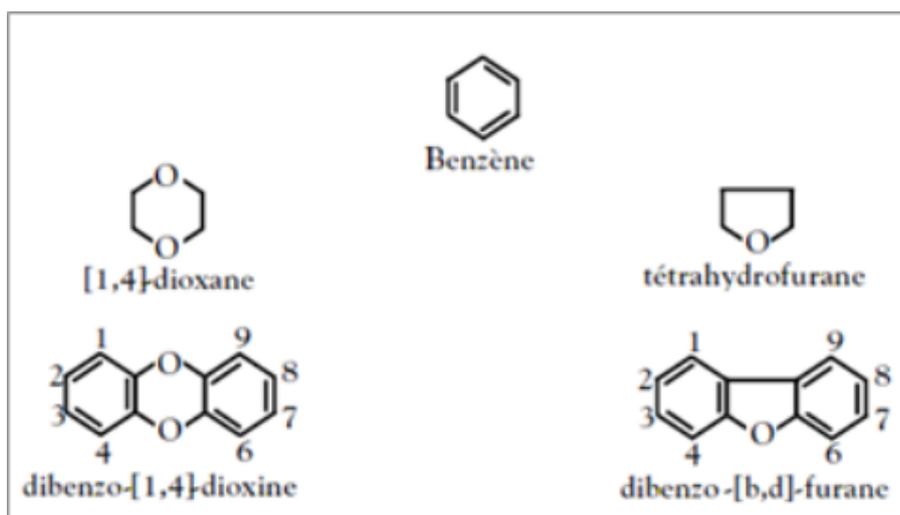
Fait le 14 décembre 2016.

Pour la ministre et par délégation :
*Le directeur général
de l'énergie et du climat,*
L. MICHEL

ANNEXE 2 : DIOXINES ET FURANNES

Les dioxines sont issues des processus de combustion naturels (faible part) et industriels faisant intervenir des mélanges chimiques appropriés (chlore, carbone, oxygène) soumis à de fortes températures, comme dans la sidérurgie, la métallurgie et l'incinération.

Le terme «dioxine» regroupe deux grandes familles, les polychlorodibenzodioxines (PCDD) et les polychlorodibenzofurannes (PCDF), faisant partie de la classe des hydrocarbures aromatiques polycycliques halogénés (HAPH). Leurs structures moléculaires très proches contiennent des atomes de carbone (C), de chlore (Cl), d'oxygène (O), combinés autour de cycles aromatiques. Les PCDD contiennent 2 atomes d'oxygène contre un seul pour les PCDF.



En fonction du nombre et des positions prises par les atomes de Chlore sur les cycles aromatiques, il existe 75 congénères de PCDD et 135 de PCDF. Leurs caractéristiques physicochimiques et leurs propriétés cumulatives et toxiques dépendent fortement de leurs degrés de chloration, avec une affinité plus forte pour les lipides (très liposolubles) que pour l'eau (peu hydrosolubles). Leurs toxicités augmentent ainsi avec le nombre d'atomes de chlore présent sur leurs cycles aromatiques, pour atteindre un maxima pour les composés en position 2,3,7,8 (7 congénères PCDD et 10 congénères PCDF, soit 4 atomes de chlore). La toxicité diminue ensuite fortement dès 5 atomes de chlore (l'OCDD est 1 000 fois moins toxique que la 2,3,7,8-TCDD).

Les dioxines sont répandues essentiellement par voie aérienne et retombent sous forme de dépôt. Elles sont très peu assimilables par les végétaux et sont faiblement biodégradables (10 ans de demi vie pour la 2,3,7,8-TCDD). Les dioxines peuvent ensuite remonter dans la chaîne alimentaire en s'accumulant dans les graisses animales (œufs, lait, ...). En se fixant au récepteur intracellulaire Ah (arylhydrocarbon), les dioxines peuvent provoquer à doses variables des diminutions de la capacité de reproduction, un déséquilibre dans la répartition des sexes, des chloracnées, des cancers (le CIRC de l'OMS a classé la 2,3,7,8-TCDD comme substance cancérigène pour l'homme). Les valeurs limites d'exposition professionnelle des composés recherchés et /ou analysés durant cette étude sont données dans le tableau suivant à titre d'information, les mesures réalisées lors de cette campagne n'entrant pas dans le cadre d'une exposition professionnelle.

ANNEXE 3 : CALCUL DE TOXICITE

Afin de comparer la toxicité des divers congénères, un indicateur synthétique est utilisé, le I-TEQ (International Toxic Equivalent Quantity), définissant la charge toxique globale liée aux dioxines. Chaque congénère se voit attribuer un coefficient de toxicité, le TEF (Toxic Equivalent Factor) définissant son activité par rapport à la dioxine la plus toxique (2,3,7,8-TCDD, ou dioxine de Seveso), la toxicité d'un mélange étant la somme des TEF de tous les composants du mélange.

$$TEF = \frac{\text{(potentialité toxique du composé individuel)}}{\text{(potentialité toxique de la 2, 3, 7, 8 – TCDD)}}$$

$$I - TEQ = \sum TEF * [PCDD \text{ ou } PCDF]$$

Il existe deux systèmes d'équivalence toxique :

- **TEQ OTAN:** c'est le plus vieux système d'Equivalence Toxique International, mis au point par l'Organisation du Traité de l'Atlantique Nord (OTAN), initialement établi en 1989 et réactualisé depuis. C'est le système utilisé pour les mesures dans l'air ambiant et les retombées atmosphériques.
- **I-TEQ OMS** (ou, en anglais, WHO-TEQ) : l'Organisation Mondiale de la Santé a suggéré que soient modifiées les valeurs des Facteurs d'Equivalences Toxiques. La proposition a débouché sur un nouveau système, utilisé entre autres pour les mesures dans les aliments. C'est le système utilisé pour la mesure dans les lichens, les légumes et le lait de vache.

Les 17 congénères étudiés avec leur TEF correspondants :

Congénères		I-TEF OTAN	I-TEF OMS 1998	I-TEF Oms 2005*
DIOXINES	2,3,7,8 Tétrachlorodibenzodioxine (TCDD)	1	1	1
	1,2,3,7,8 Pentachlorodibenzodioxine (PeCDD)	0,5	1	1
	1,2,3,4,7,8 Hexachlorodibenzodioxine (HxCDD)	0,1	0,1	0,1
	1,2,3,6,7,8 Hexachlorodibenzodioxine (HxCDD)	0,1	0,1	0,1
	1,2,3,7,8,9 Hexachlorodibenzodioxine (HxCDD)	0,1	0,1	0,1
	1,2,3,4,6,7,8 Heptachlorodibenzodioxine (HpCDD)	0,01	0,01	0,01
	Octachlorodibenzodioxine (OCDD)	0,001	0,0001	0,0003
FURANNES	2,3,7,8 Tétrachlorodibenzofuranne (TCDF)	0,1	0,1	0,1
	1,2,3,7,8 Pentachlorodibenzofuranne (PeCDF)	0,05	0,05	0,03
	2,3,4,7,8 Pentachlorodibenzofuranne (PeCDF)	0,5	0,5	0,3
	1,2,3,4,7,8 Hexachlorodibenzofuranne (HxCDF)	0,1	0,1	0,1
	1,2,3,6,7,8 Hexachlorodibenzofuranne (HxCDF)	0,1	0,1	0,1
	2,3,4,6,7,8 Hexachlorodibenzofuranne (HxCDF)	0,1	0,1	0,1
	1,2,3,7,8,9 Hexachlorodibenzofuranne (HxCDF)	0,1	0,1	0,1
	1,2,3,4,6,7,8 Heptachlorodibenzofuranne (HpCDF)	0,01	0,01	0,01
	1,2,3,4,7,8,9 Heptachlorodibenzofuranne (HpCDF)	0,01	0,01	0,01
Octachlorodibenzofuranne (OCDF)	0,001	0,0001	0,0003	

* L'Organisation Mondiale de la Santé (OMS) a organisé, du 28 au 30 juin 2005, un atelier d'experts sur la réévaluation des facteurs d'équivalence toxique (TEF) qu'elle avait définis en 1998.

ANNEXE 4 : SYNTHÈSE NATIONALE

Synthèse des mesures de dioxines et furannes réalisées par les AASQA de 2006 à 2010

Réponses au questionnaire envoyé à l'ensemble des AASQA concernant la mesure des dioxines et furannes entre 2006 et 2010. Les résultats détaillés sont fournis dans un fichier à part.

Remarques concernant l'homogénéité des résultats :

- Certaines AASQA retranchent les valeurs mesurées dans les blancs terrains pour la mesure par jauge de sédimentation, d'autres non.
- Une typologie (industrielle/rurale/urbaine...) avait été demandée pour chacun des prélèvements. Sans précisions supplémentaires, cette notion a été interprétée différemment selon les AASQA, en particulier dans le cas d'études industrielles ; dans certains cas tous les sites ont été classés dans la catégorie « industrielle », et dans d'autres seuls les sites les plus proches ont reçu cette mention.

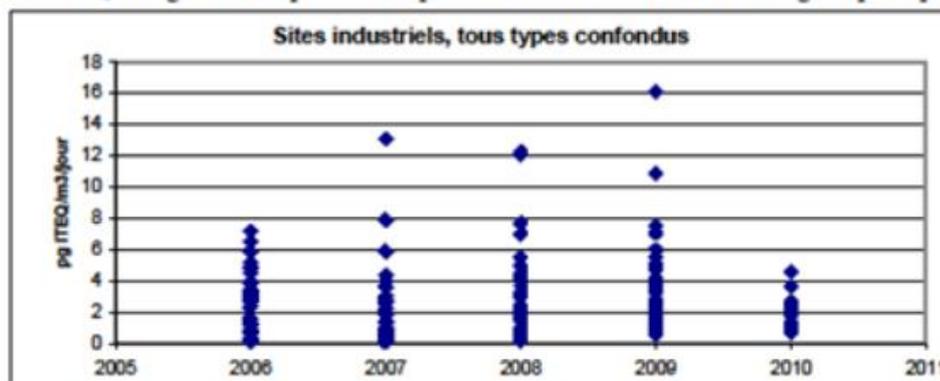
Les valeurs sont données tel qu'elles ont été reçues (en enlevant cependant toute indication de lieu).

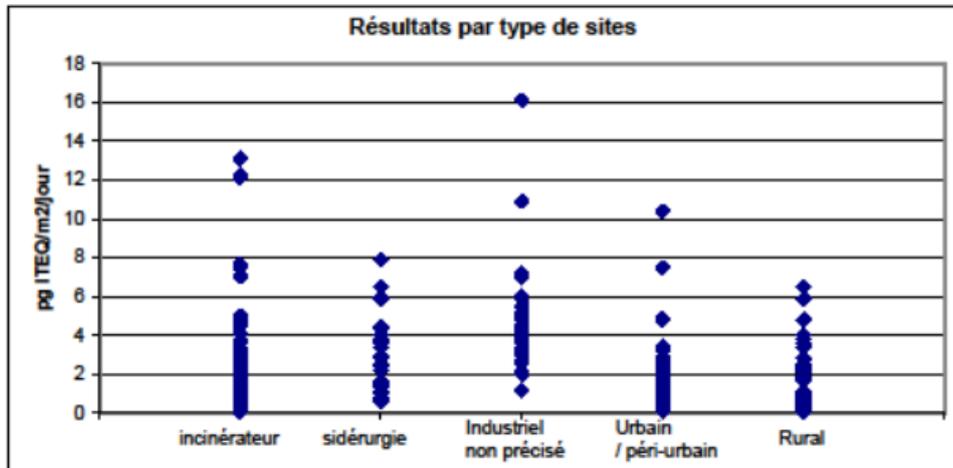
I. Mesure dans les retombées atmosphériques (prélèvements par jauges de sédimentation)

Remarques :

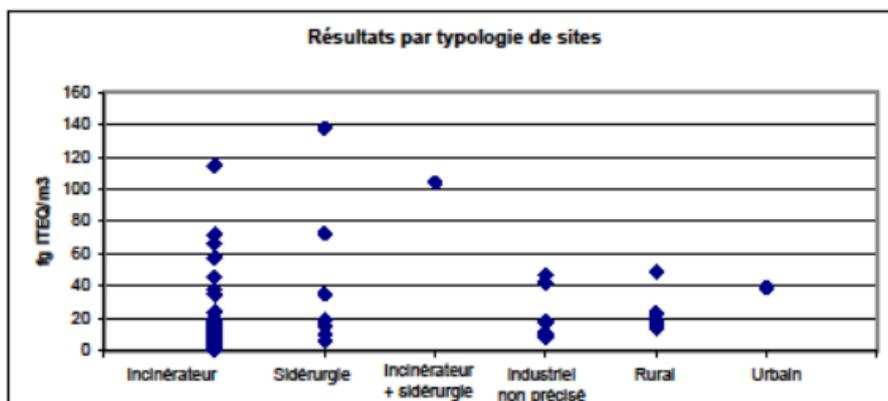
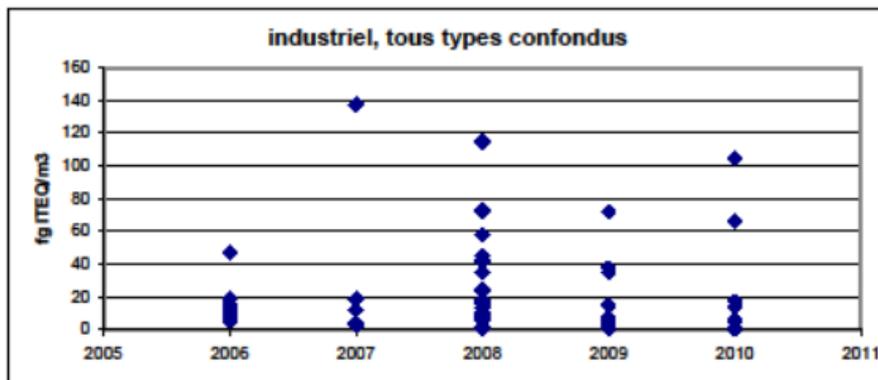
Deux valeurs sont non représentées, elles concernent des mesures réalisées autour du même incinérateur en 2006 et 2010, elles sont respectivement de 116 et 80 pg ITEQ/m³/jour.

Une valeur de 53, mesurée en site urbain est également non représentée ; selon l'AASQA concernée, il s'agirait d'une pollution de proximité accidentelle liée à du brûlage de plastique.





II. Mesure dans l'air ambiant (prélèvements actifs par DA80)





Atmo Nouvelle-Aquitaine L'observatoire régional de l'air

Pôle de Bordeaux (siège social)

ZA Chemin Long
13 allée James Watt
CS 30016
33692 MERIGNAC CEDEX

Pôle de la Rochelle (adresse postale)

ZI Périgny / La Rochelle
12 rue Augustin Fresnel
17184 PERIGNY CEDEX

Pôle de Limoges

Parc Ester Technopole
35 rue Soyouz
87068 LIMOGES CEDEX