

“L'air est **essentiel à chacun**
et mérite l'**attention de tous**.”

ÉTUDE

Étude de dispersion des rejets de l'Unité de Valorisation Énergétique de Rennes Métropole

Période modélisée :
1 octobre 2016 – 30 septembre 2017



ORGANISME
DE MESURE, D'ÉTUDE
ET D'INFORMATION SUR
LA QUALITÉ DE L'AIR
EN BRETAGNE



Air Breizh
3 rue du Bosphore - Tour ALMA 8ème étage - 35200 Rennes
Tél : 02 23 20 90 90 – Fax : 02 23 20 90 95

www.airbreizh.asso.fr



Étude réalisée par Air Breizh

À la demande de Rennes Métropole

Avertissement

Les informations contenues dans ce rapport traduisent la mesure d'un ensemble d'éléments à un instant donné, caractérisé par des conditions climatiques propres.

Air Breizh ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

Conditions de diffusion

Air Breizh est l'organisme agréé de surveillance de la qualité de l'air dans la région Bretagne, au titre de l'article L221-3 du Code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 1^{er} aout 2016 pris par le Ministère de l'Environnement portant renouvellement de l'agrément de l'association.

À ce titre et compte tenu de ses statuts, Air Breizh est garant de la transparence de l'information sur les résultats des mesures et les rapports d'études produits selon les règles suivantes :

Air Breizh réserve un droit d'accès au public à l'ensemble des résultats de mesures et rapports d'études selon plusieurs modalités : document papier, mise en ligne sur son site internet www.airbreizh.asso.fr, résumé dans ses publications, ...

Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Air Breizh.
Air Breizh ne peut, en aucune façon, être tenu responsable des interprétations et travaux utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Breizh n'aura pas donné d'accord préalable.

Organisation interne – contrôle qualité

Service Études (rédacteur)	Validation	Version/Date
Simon Leray (<i>Chef de projet Modélisation/SIG</i>)	Gaël Lefeuvre (Directeur)	V1 – 05/01/2018

Sommaire

I. Contexte	7
II. Présentation du logiciel de modélisation et ses limites.....	8
III. Repères réglementaires.....	9
IV. Méthodologie	11
IV.1. Domaine d'étude	11
IV.2. Caractéristiques de l'UVE.....	12
i. Caractéristiques implémentées dans ADMS Urban.....	12
ii. Flux d'émissions et seuils réglementaires.....	13
iii. Profils mensuels et horaires sur la période étudiée	13
IV.3. Caractéristiques des polluants	15
i. Cas des poussières	15
ii. Cas des dioxines (PCDD) / furannes (PCDF)	16
IV.4. Conditions et paramètres météorologiques.....	17
i. Direction et vitesse de vent	17
ii. Comparaison des paramètres de vent avec les conditions moyennes sur 30 ans.....	18
iii. Rose des précipitations.....	18
V. Résultats de la simulation de dispersion atmosphérique.....	19
V.1. Zones d'impact et concentrations modélisées	19
V.2. Concentrations maximales modélisées et seuils réglementaires.....	21
V.3. Exposition des lieux sensibles et des populations riveraines.....	22
i. Evaluation de l'impact de l'UVE sur le secteur Nord-Ouest de Rennes.....	22
ii. Evaluation de l'impact de l'UVE aux niveaux des deux zones les plus impactées en 2017	23
V.4. Zones de dépôts particuliers	26
i. Zones de dépôt sédimentaire des TSP (PM10)	27
ii. Zones de dépôt sédimentaire des dioxines et furannes.....	28
VI. Conclusion	29
VII. Annexes.....	30
VII.1. Présentation des dioxines / furannes	30
VII.2. Calcul de toxicité des dioxines / furannes	31
VII.3. Synthèse nationale des dioxines / furannes (2006 – 2010)	32

Figures

Figure 1 : Emplacement de l'UVE de Rennes.....	7
Figure 2 : L'UVE de Rennes.....	7
Figure 3 : Zones d'activité et d'habitation autour de l'UVE de Rennes.....	7
Figure 4 : Délimitation du domaine modélisé (9km x 9km) avec points de sorties.....	11
Figure 5 : Profils temporels mensuels et horaires des trois lignes sur la période étudiée.....	14
Figure 6 : Profils d'émissions à la cheminée de l'UVE (étude Air Breizh 2015).....	16
Figure 7 : Conditions météorologiques globales.....	17
Figure 8 : Comparaison des paramètres de vent avec les conditions moyennes sur 30 ans.....	18
Figure 9 : Conditions météorologiques en période de précipitations.....	18
Figure 10 : Zones d'impact de l'UVE (en % d'impact maximal) - Domaine étendu.....	19
Figure 11 : Zones d'impact de l'UVE (en % d'impact maximal) - Domaine restreint.....	20
Figure 12 : Zones d'impact de l'UVE (en % d'impact maximal) – Zoom à l'échelle du quartier.....	20
Figure 13 : Impact de l'UVE (en % d'impact maximal) et établissements sensibles à proximité.....	22
Figure 14 : Localisation des zones les plus impactées.....	23
Figure 15 : Evolution horaire des concentrations de NO _x au niveau des quartiers sensibles.....	24
Figure 16 : Evolution horaire des concentrations de SO ₂ au niveau des quartiers sensibles.....	24
Figure 17 : Evolution horaire des concentrations de CO au niveau des quartiers sensibles.....	25
Figure 18 : Evolution horaire des concentrations de PM10 au niveau des quartiers sensibles.....	25
Figure 19 : Zones d'impact des retombées des TSP (PM10) de l'UVE (en % d'impact maximal) ..	27
Figure 20 : Zones d'impact des retombées de PCDD/F de l'UVE (en % d'impact maximal).....	28

Tableaux

Tableau 1 : Valeurs repères dans l'air ambiant pour les dioxines et furannes (PCDD/F).....	9
Tableau 2 : Valeurs repères dans l'air ambiant pour l'ammoniac (NH ₃).....	10
Tableau 3 : Valeurs repères dans l'air ambiant pour les chlorures gazeux (HCl).....	10
Tableau 4 : Repères réglementaires.....	10
Tableau 5 : Descriptif physique des rejets et flux d'émissions moyens de l'UVE.....	12
Tableau 6 : Comparaison des flux d'émissions avec les seuils réglementaires.....	13
Tableau 7 : Caractéristiques des polluants.....	15
Tableau 8 : Comparaison des moyennes maximales modélisées avec les seuils réglementaires.....	21
Tableau 9 : Concentrations maximales des retombées particulaires.....	26

Glossaire

Unités de mesure

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgramme (10^{-6} g) par mètre cube (d'air)
pg/m^3	Picogramme (10^{-12} g) par mètre cube (d'air)
fg/m^3	Fentogramme (10^{-15} g) par mètre cube (d'air)
$\text{pg}/\text{m}^2/\text{s}$	Picogramme (10^{-12} g) par mètre carré et par seconde
$\text{fg}/\text{m}^2/\text{s}$	Fentogramme (10^{-15} g) par mètre carré et par seconde
I-TEQ	Indicateur équivalent toxique
Nm3	Normal mètre cube : correspond au volume d'un mètre cube d'un gaz dans des conditions normales de température et de pression ($20^\circ\text{C} - 1 \text{ atm}$)
ppb	Partie par milliard (10^{-9})

Polluants

CO	Monoxyde de carbone
HCl	Chlorure d'hydrogène
NH_3	Ammoniac
NO	Monoxyde d'azote
NO_2	Dioxyde d'azote
NO_x ($\text{NO} + \text{NO}_2$)	Oxydes d'azote
SO_2	Dioxyde de soufre
PST	Poussières totales
PM10	Particules fines de diamètre inférieur à 10 microns (μm)
PM2.5	Particules fines de diamètre inférieur à 2.5 microns (μm)
PCDD/F	PolyChloroDibenzo-p-Dioxines / PolyChloroDibenzo-p-Furanes
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

Abréviations

AASQA	Association Agréée de Surveillance de la Qualité de l'Air
AEE	Agence Européenne de l'Environnement
CITEPA	Centre Interprofessionnel Technique d'Etudes de la Pollution Atmosphérique
CLC	Corine Land Cover
IGN	Institut National de l'information Géographique et forestière
ICPE	Installations Classées pour la Protection de l'Environnement
OMINEA	Organisation et Méthodes des Inventaires Nationaux des Emissions Atmosphériques en France
OMS	Organisation Mondiale pour la Santé
OTAN	Organisation du Traité de l'Atlantique Nord
SOBREC	SOciété BRétonne d'Exploitation de Chauffage
UVE	Unité de Valorisation Énergétique

I. Contexte

Dans le cadre de l'étude de l'impact environnemental de l'unité de valorisation énergétique de Rennes - Villejean, Air Breizh a été sollicité par Rennes métropole afin de réaliser une simulation de la dispersion des polluants atmosphériques émis par l'établissement, pour la période du 1^{er} octobre 2016 au 30 septembre 2017.

Cette simulation a pour objectif d'analyser la répartition spatiale de la dispersion des polluants à proximité de l'unité, et ainsi déterminer les zones d'impact maximal pour la période étudiée.

L'unité de valorisation énergétique de Villejean a été construite entre 1966 et 1968 par la Ville de Rennes. Elle est depuis 1995, dans le champ de compétence de Rennes Métropole qui en assume la responsabilité. L'UVE est exploitée par la SOBREC (groupe Veolia). L'établissement relève des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE).

L'unité de valorisation énergétique est située au nord-ouest de Rennes intra-périphérique, le long de l'avenue Charles Tillon. L'UVE est à proximité immédiate d'habitations (nouveau quartier Beauregard), d'installations sportives et des campus universitaires de Villejean et de la Harpe.



Figure 1 : Emplacement de l'UVE de Rennes



Figure 2 : L'UVE de Rennes

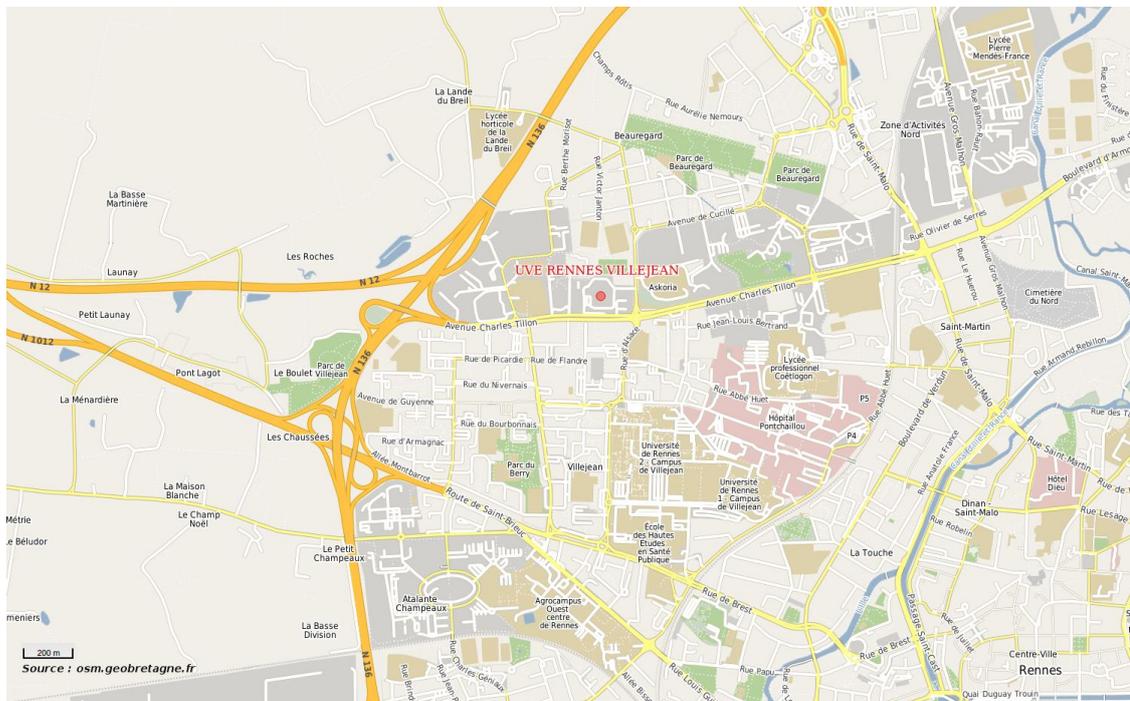


Figure 3 : Zones d'activité et d'habitation autour de l'UVE de Rennes

II. Présentation du logiciel de modélisation et ses limites

Le logiciel ADMS-Urban, développé par le CERC (Cambridge Environmental Research Consultants) et distribué en France par la société Numtech, est utilisé pour cette étude. C'est un logiciel opérationnel de modélisation gaussienne de la dispersion des polluants en milieu urbain, adapté à l'échelle d'un quartier ou d'une agglomération.

ADMS Urban a été conçu pour prendre en compte une large gamme de situations allant des scénarios les plus simples (une source d'émission ponctuelle isolée) jusqu'aux modélisations urbaines plus complexes (multiples sources industrielles associées aux émissions du secteur résidentiel et du trafic routier sur une zone urbaine).

ADMS Urban fournit **l'évolution spatiale et temporelle des concentrations via le calcul de « transport-dispersion » des polluants et des phénomènes de dépôts sédimentaires sec et humide** (lessivage par les précipitations).

La modélisation de la dispersion d'une source industrielle nécessite les données d'entrées suivantes :

- Les **paramètres de l'installation** : hauteur et diamètre de ou des cheminées, vitesse et température d'éjection à la cheminée.
- Les **paramètres d'émissions** : débits horaires des fumées (Nm^3/h) et concentrations horaires des polluants émis dans la ou les cheminées (mg/Nm^3). Ces deux paramètres permettent d'obtenir les débits massiques (g/s) de chaque polluant pour chaque heure de l'année.
- Les **données météorologiques** : direction et vitesse du vent, précipitations, température et nébulosité. Ces données sont fournies par Météo France.

Des limites sont inhérentes à la modélisation :

- Celles-ci peuvent-être dues aux limites du logiciel. Pour rester dans des temps de calcul raisonnables, seuls les paramètres les plus importants sont pris en compte dans la simulation de la dispersion atmosphérique (Cf. paragraphe ci-dessus). Les paramètres qui paraissent mineurs, comme la topographie du terrain ou ceux qui ne peuvent pas être inclus dans le logiciel tel que le descriptif précis des bâtiments autour de l'UVE, ne font pas partie des données d'entrée.
- Les limites proviennent aussi des données d'entrées fournies à la fois par Météo France pour les paramètres météorologiques (données horaires) et par le gestionnaire de l'UVE pour la mesure des polluants (données toutes les dix minutes recalculées à l'heure). Les dioxines / furannes sont un cas particulier, seule une mesure mensuelle (ng/Nm^3) représentative d'un prélèvement continu sur 30 jours est disponible. Ainsi, cette valeur est redistribuée au pas de temps horaire à partir des débits horaires des fumées fournies (Nm^3/h).
- Un modèle numérique est « calé » par rapport à des mesures in situ. Dans le cas de la modélisation des rejets d'un industriel, toute autre source est écartée. Par conséquent, une comparaison modèle / mesure (si existante) n'est pas pertinente, n'ayant aucun moyen de différencier l'apport de l'UVE et les apports extérieurs.
- Concernant les dioxines / furannes, très peu de renseignements bibliographiques permettraient de relier les mesures in situ réalisées autour de l'UVE (collecteurs de précipitation, végétaux, lait...) aux résultats issus de la modélisation. Aucune de ces mesures in situ ne respecte les caractéristiques à l'émission (piégeage sélectif par les végétaux, transformation de la signature par les bovins...).

Le logiciel ADMS Urban permet ainsi d'évaluer la dispersion atmosphérique des rejets de l'unité de valorisation énergétique. Il convient toutefois de rester prudent sur les valeurs de concentrations modélisées.

III. Repères réglementaires

Source: Article R,221-1 du Code de l'environnement

A 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 ou 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.
- **Niveau critique** : un niveau fixé sur la base des connaissances scientifiques, au-delà duquel des effets nocifs directs peuvent se produire sur certains récepteurs, tels que les arbres, les autres plantes ou écosystèmes naturels, à l'exclusion des êtres humains.

Au cours de cette étude, les niveaux de concentrations en polluants dans l'air sont comparés aux valeurs réglementaires lorsqu'elles sont disponibles. Les valeurs de références pour les polluants mesurés sont synthétisées dans le tableau page suivante. A défaut de valeurs réglementaires françaises, les deux tableaux ci-dessous synthétisent quelques valeurs indicatives pour les dioxines et furannes (PCDD/F), l'ammoniac (NH₃) et les chlorures gazeux (HCl). Une synthèse nationale des concentrations mesurées de dioxines / furannes entre 2006 et 2010 dans le cadre des activités de surveillance des Associations Agréées de Surveillance de la Qualité de l'Air (AASQA) est également disponible en annexe de ce document.

Sources	Valeurs mesurées (fg I-TEQ/m ³)	Contexte de la mesure
INERIS (2001)	< 10 20 à 50 100 à 400	Rural éloigné Rural Urbain ou industriel
INERIS pour Air Paris (1997)	95 à 208	Paris et proches banlieue (4 sites)
ORAMIP (2004)	37 à 51	Proche incinérateur
Air Normand (2000-2014)	5 à 64	Sites ruraux proches d'un incinérateur (4 sites tous les 2 ans soit 32 prélèvements)
Atmo Poitou Charentes (2014)	21 à 45	Suivi UVE La Rochelle 4 sites de prélèvement
Atmo Poitou Charentes (2016)	13 à 38	Suivi UVE La Rochelle 4 sites de prélèvement
Air Pays de la Loire (2006)	9 à 28	/
Air Breizh - Etude UVE Rennes 2015	5 à 16	Milieu urbain entre 500 et 2 000 m de l'UVE

Tableau 1 : Valeurs repères dans l'air ambiant pour les dioxines et furannes (PCDD/F)

Sources	Valeurs mesurées ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contexte de la mesure
Air Breizh – Airparif (2016)	1.3 à 5.0	Site rural national - Guipry
	1.7 à 13.8	Site urbain de fond – Rennes (Avenue Pays-Bas)

Tableau 2 : Valeurs repères dans l'air ambiant pour l'ammoniac (NH_3)

Sources	Valeurs mesurées ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Contexte de la mesure
Air Normand (2002)	0.5 à 2	4 sites ruraux avant UIOM
Air Pays de la Loire (2005)	0.01 à 2.5	3 sites sur 7 périodes (21 prélèvements) – Suivi de l'UVE Arc en ciel
Air Pays de la Loire (2006)	0.03 à 1.3	
Air Pays de la Loire (2015)	0.1 à 1.0	
TA LUFT (1986)	100	Valeur limite réglementation allemande

Tableau 3 : Valeurs repères dans l'air ambiant pour les chlorures gazeux (HCl)

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			
	Valeur limite	Valeur cible	Objectif de qualité	Niveau critique (pour la protection de la végétation)
Oxydes d'azote NO_x	--	--	--	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle
Dioxyde d'azote NO₂	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 18 heures/an	--	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle	--
Dioxyde de soufre SO₂	125 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 3 jours/an 200 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne horaire, à ne pas dépasser plus de 24 heures/an	--	50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle	20 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle et hivernale
Monoxyde de carbone CO	10 000 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures :	--	--	--
Particules en suspension PM10	40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne journalière, à ne pas dépasser plus de 35 jours/an	--	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ en moyenne annuelle	--

Tableau 4 : Repères réglementaires

IV. Méthodologie

IV.1. Domaine d'étude

La dispersion des rejets atmosphériques a été effectuée sur un domaine modélisé de 9 km² autour de l'UVE; doté d'un maillage « intelligent » :

- Maillage de **100 m x 100 m en proximité de l'UVE (dans un rayon de 3 kilomètres)**,
- Maillage de **300 m x 300 m de 3 à 6 km de distance de l'UVE**,
- Maillage de **500m x 500m sur le reste du domaine**.

Ce maillage « intelligent » permet d'améliorer la précision des résultats dans les environs du site tout en limitant les temps de calcul.

Un fichier de rugosité de surface basée sur la nomenclature « Corine Land Cover » (base de données européenne pilotée par l'Agence Européenne de l'Environnement) a été créé pour définir la dispersion du vent sur la zone en fonction du type de terrain (rugosité du domaine variable dans l'espace).

Des données sur les bâtiments proches (géo-référencement, forme, hauteur, longueur et largeur provenant de la BD TOPO) ont été renseignées pour permettre au logiciel de mieux appréhender la configuration du terrain en proximité de l'UVE. En revanche le logiciel est limité à 10 bâtiments.

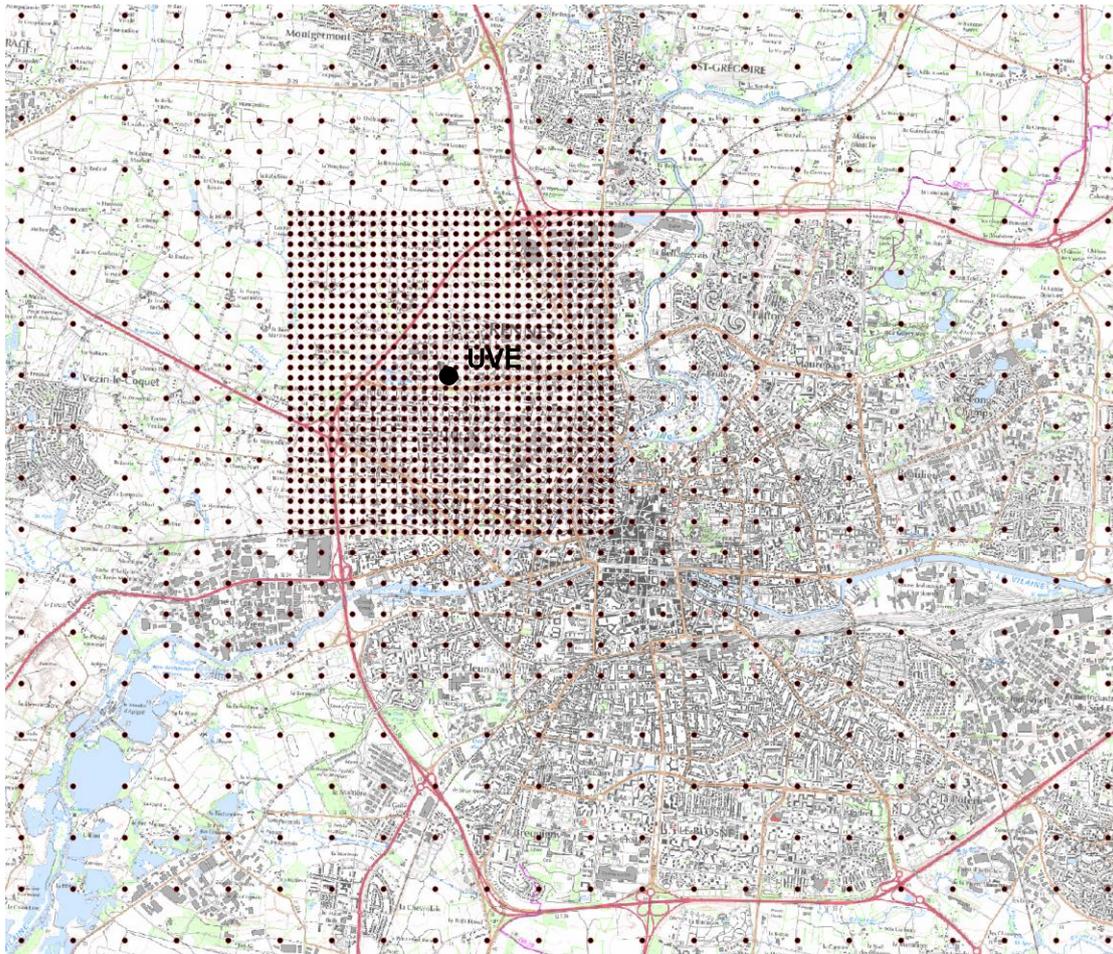


Figure 4 : Délimitation du domaine modélisé (9km x 9km) avec points de sorties

IV.2. Caractéristiques de l'UVE

i. Caractéristiques implémentées dans ADMS Urban

L'UVE est composée de trois lignes d'incinération dont les rejets sont distincts. L'effluent gazeux est ainsi émis par trois cheminées. Les caractéristiques physiques des rejets sur la période d'étude (01/10/16 – 30/09/17) sont décrites dans le tableau ci-dessous.

Excepté pour les dioxines / furannes (PCDD/F), les quantités de polluants émis dans les cheminées ont été fournies pour la période d'étude au pas de temps horaire (débits volumiques exprimés en mg/Nm^3). Leur conversion en débits massiques par unité de temps pour chaque heure de l'année (g/s) a été réalisée à partir des débits horaires des fumées à l'éjection (Nm^3/h).

La toxicité des dioxines et des furannes étant différente pour l'ensemble des 17 composés ayant un impact toxicologique, les concentrations sont exprimées en équivalent toxique (I-TEQ). La molécule de référence est le composé le plus toxique : la dioxine 2.3.7.8 TétraChloroDibenzoDioxine (Cf. Annexes).

La mesure des PCDD/F fait l'objet d'un suivi semi-continu sur une période d'échantillonnage de 30 jours (exprimée $\text{ng I-TEQ}/\text{Nm}^3$). Ainsi, ces valeurs mensuelles ont été redistribuées pour chaque heure de l'année à partir des débits horaires des fumées fournis (Nm^3/h).

		Ligne 1	Ligne 2	Ligne 3
Caractéristiques des cheminées	[X – Y] Lambert 93 (m)	[350137 ; 6791025]		
	Hauteur (m)	47	47	47
	Diamètre (m)	1.1	1.1	1.35
Caractéristiques physiques des rejets	Vitesse moyenne d'éjection (m/s)	22.6	22.2	18.9
	Débits moyens d'éjection des fumées (Nm^3/h)	35 463	35 340	47 850
Moyenne 2016-2017	Température moyenne d'éjection ($^{\circ}\text{C}$)	191.6	195.0	185.8
Flux d'émission moyens (g/s)	NO_x (eq- NO_2)	0.596	0.666	0.901
	SO_2	0.106	0.073	0.274
	CO	0.089	0.128	0.200
	NH_3	0.022	0.095	0.009
	HCl	0.076	0.079	0.110
Moyenne 2016-2017	TSP (Poussières)	0.011	0.002	0.003
	PCDD/F gazeux	$1.026 \cdot 10^{-11}$	$2.841 \cdot 10^{-11}$	$1.164 \cdot 10^{-11}$
	PCDD/F particulaires	$3.079 \cdot 10^{-11}$	$8.522 \cdot 10^{-11}$	$3.492 \cdot 10^{-11}$

Tableau 5 : Descriptif physique des rejets et flux d'émissions moyens de l'UVE

ii. Flux d'émissions et seuils réglementaires

Les émissions de l'UVE sont régies par des réglementations issues de l'arrêté préfectoral, plus contraignant que l'arrêté ministériel. Le tableau ci-dessous permet de comparer les flux moyens journaliers d'émission par ligne sur la période étudiée (01/10/2016 – 30/09/2017) aux seuils réglementaires en sortie de cheminée.

Bilan : Respect des seuils réglementaires à l'émission pour l'ensemble des polluants mesurés.

Polluants	Seuils réglementaires (moyenne journalière)	Flux d'émissions moyens journaliers en sortie de cheminée Période : 01/10/2016 – 30/09/2017			Unités
		Ligne 1	Ligne 2	Ligne 3	
NO _x	80	60.2	68.72	67.62	mg/Nm ³
SO ₂	50	10.76	7.58	20.84	mg/Nm ³
CO	50	8.92	13.00	15.18	mg/Nm ³
NH ₃	30	2.26	7.08	0.69	mg/Nm ³
HCl	10	7.74	8.06	8.26	mg/Nm ³
TSP	10	1.14	0.22	0.20	mg/Nm ³
PCDD/F	0.1	0.004	0.012	0.003	ng I-TEQ/Nm ³

Tableau 6 : Comparaison des flux d'émissions avec les seuils réglementaires

iii. Profils mensuels et horaires sur la période étudiée

Les profils temporels mensuels illustrent les périodes d'arrêt de chaque ligne de l'UVE, en raison de la maintenance annuelle :

- Ligne 1 : Avril 2017.
- Ligne 2 : Septembre 2017.
- Ligne 3 : Juin 2017.

Les profils temporels horaires mettent en avant des flux d'émission presque constant pour l'ensemble des polluants et pour chaque heure de l'année.

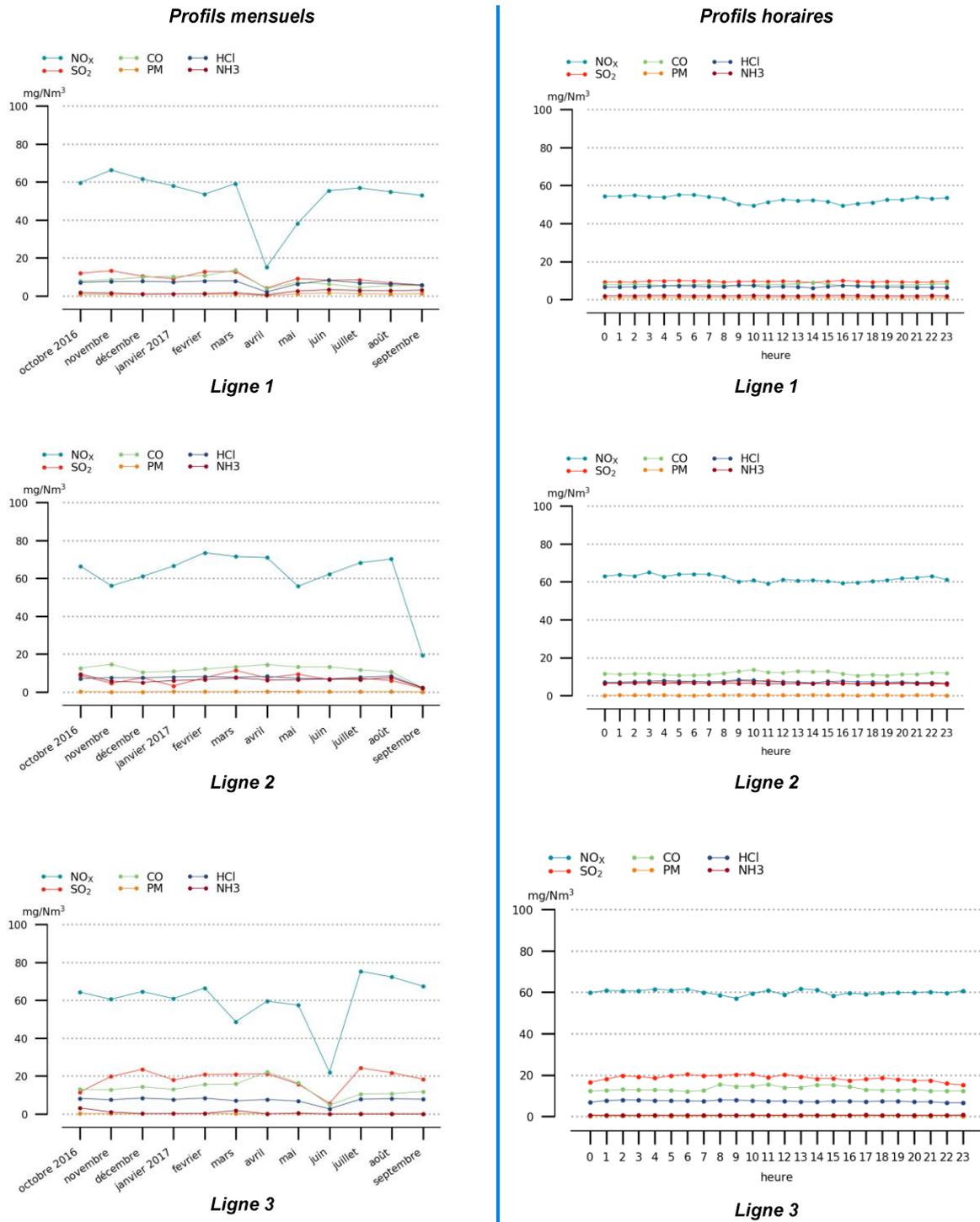


Figure 5 : Profils temporels mensuels et horaires des trois lignes sur la période étudiée

IV.3. Caractéristiques des polluants

Les caractéristiques des polluants, gazeux et particulaires, pris en compte dans cette étude de dispersion sont décrites dans le tableau suivant.

- **Pour les polluants gazeux réactifs**, un facteur de conversion des concentrations exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ vers des parties par milliard (ppb) doit être renseigné. Ce facteur est déterminé à partir de l'équation des gaz parfaits, dans des conditions standard de température et de pression :

$$\text{Facteur de conversion} = 24.06 / M$$

où M est la masse molaire du polluant, exprimé en gramme par mole (g/mol).

- **Pour les polluants particulaires et le calcul des dépôts sédimentaires** (sec et humide),
 - Le diamètre et la densité de la particule doivent être renseignés,
 - Un coefficient de lessivage (mm/h) est calculé à partir des précipitations horaires :

$$\text{Résolution de l'équation pour chaque pas de temps (heure)} : \Lambda = \Lambda P^B.$$

où,

- Λ est le coefficient de lessivage
- A et B sont les constantes du coefficient de lessivage
- P le taux de précipitation

Plus d'information sur les dioxines et furannes sont disponibles en annexe de ce document (définition des dioxines et furannes, toxicité et bibliographie 2006 – 2010 au sein de la fédération Atmo).

Polluants	Type de polluant	Facteur de conversion $\mu\text{g}/\text{m}^3 \Rightarrow \text{ppb}$	Masse molaire (g/mol)	Densité (kg/m^3)	Diamètre (μm)	Coefficient de lessivage
NO _x (eq-NO ₂)	Gazeux	0.52	46	--	--	--
SO ₂	Gazeux	0.37	64	--	--	--
CO	Gazeux	0.86	28	--	--	--
NH ₃	Gazeux	1.41	17	--	--	--
HCl	Gazeux	0.67	36	--	--	--
PCDD/F gazeux	Gazeux	0.066	391	--	--	--
TSP (Poussières)	Particulaire	--	--	1 000	10	A = 0.0001 B = 0.64
PCDD/F particulaire	Particulaire	--	--	2 000	2.5	

Tableau 7 : Caractéristiques des polluants

i. Cas des poussières

En l'absence de données relatives à la taille des particules à l'émission, les caractéristiques des PM10 ont été utilisées pour modéliser les poussières totales (TSP). Les PM10 représentant, selon le CITEPA (guide OMINEA – 14ème édition, Mai 2017), 95% des particules rejetées par les usines de traitement des déchets.

ii. Cas des dioxines (PCDD) / furannes (PCDF)

Le paramétrage des dioxines et furannes dans le logiciel ADMS Urban s'appuie sur l'étude d'impact de l'UVE de Rennes sur la qualité de l'air, réalisée par Air Breizh en 2015.

Rapport d'étude d'Air Breizh « Mesures de la qualité de l'air à proximité de l'UVE de Rennes (35) », Campagne de septembre 2015, Version 2 du 21/12/2015.

- **Profil d'émissions gaz / particules à la cheminée** : d'après les résultats des analyses de répartition gaz / particules à l'émission de l'UVE effectuées du 13 janvier au 11 février 2015, le profil moyen des PCDD/F est fortement lié au profil de la phase particulaire, représentant 75% de la part totale gaz/particule en moyenne sur les 3 lignes.

(Résultats jugés représentatifs du profil moyen des rejets de PCDD/F de l'UVE ; cf. figure ci-après extraite du rapport cité ci-dessus)

Ainsi la part des PCDD/F a été répartie en fonction des profils d'émission des lignes, soit 75% particulaire et 25 % gazeux.

- **Profils des congénères à l'émission** : les rejets de l'UVE sont composés d'une majorité de dioxines, représentant en moyenne 75% des émissions (en pg/échantillon), elles-mêmes composées majoritairement des congénères les plus chlorés, à savoir OCDD (8 chlores) et HpCDD (7 chlores), représentant environ 70% des rejets de l'UVE.

Par conséquent, une masse molaire pondérée a été calculée à partir de ce profil moyen, soit 391 g/mol, équivalent à un facteur de conversion ($\mu\text{g}/\text{m}^3$ vers ppb) de 0.066.

(Calcul réalisé à partir des masses molaires extraites de la fiche de données toxicologiques et environnementales des substances chimiques des dioxines, INERIS, 24/04/2006).

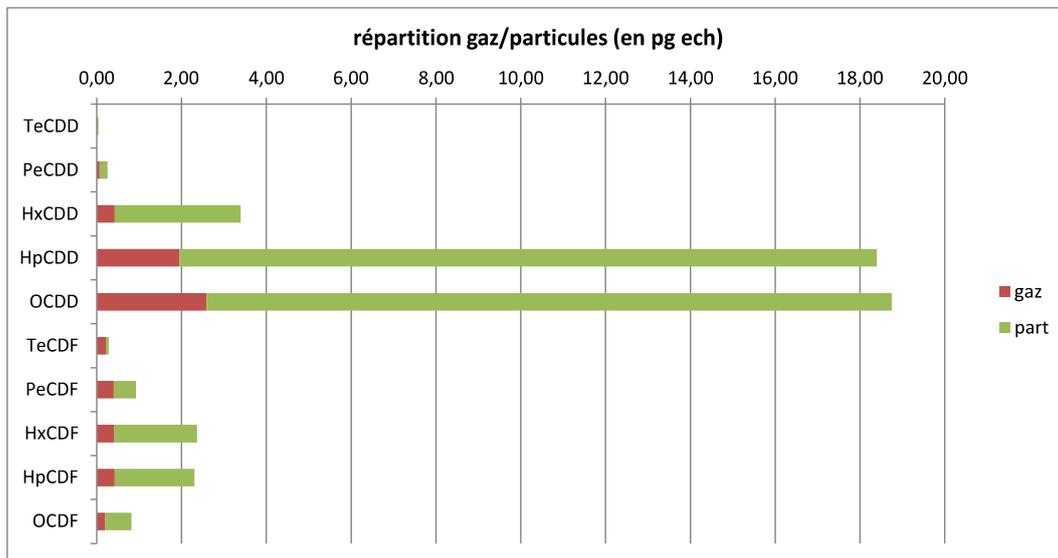


Figure 6 : Profils d'émissions à la cheminée de l'UVE (étude Air Breizh 2015)

- **Estimation de la densité et de la taille moyennes des PCDD/F particulaires** : Une particule est d'autant plus dense que sa taille diminue. Par approximation, les particules fines PM10 et très fines PM2.5 ont une densité respectivement de 1 000 kg/m³ et 2 000 kg/m³. La taille des PCDD/F se rapprochant des PM2.5, une densité fixée à 2 000 kg/m³ a été retenue pour la définition des polluants.

IV.4. Conditions et paramètres météorologiques

La dispersion des particules et des gaz est fonction, entre autre, d'un certain nombre de paramètres météorologiques. Parmi ceux-ci, il y a bien sûr les phénomènes de convection par le vent, mais aussi l'estimation de la diffusion turbulente due à l'écoulement, de la stabilité atmosphérique et de la stratification thermique. Les données météorologiques utilisées dans cette étude proviennent de la station Météo France de Rennes – Saint-Jacques, située à moins de dix kilomètres de l'UVE :

- vitesse et direction des vents,
- nébulosité,
- température,
- précipitations (pluviométrie pour le calcul dépôt sec / dépôt humide).

Les résultats ci-dessous ont été élaborés à partir des mesures enregistrées sur la période de l'étude, du 1^{er} octobre 2016 au 30 septembre 2017.

i. Direction et vitesse de vent

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.

Les vents de sud-ouest ont été majoritaires sur l'ensemble de la période d'échantillonnage. Des vents d'est et de nord ont également été enregistrés.

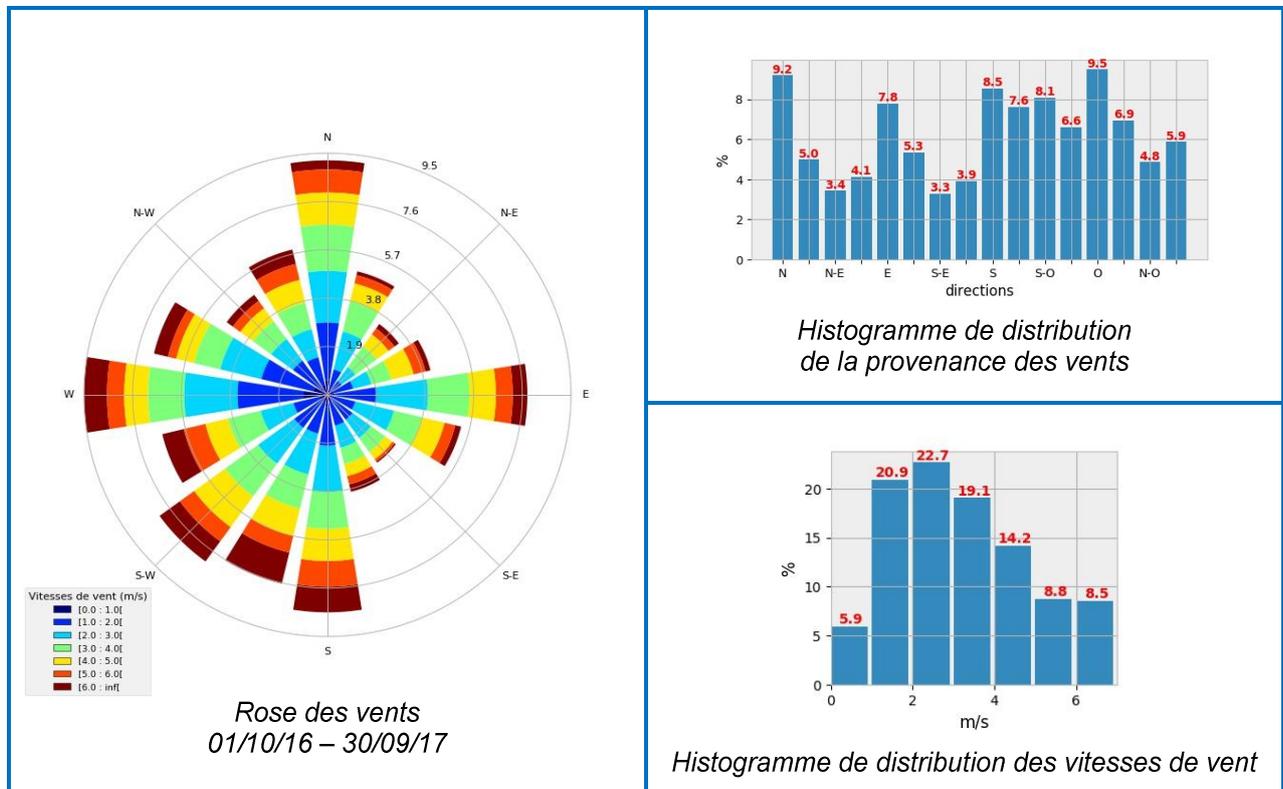


Figure 7 : Conditions météorologiques globales

ii. Comparaison des paramètres de vent avec les conditions moyennes sur 30 ans

La rose des vents moyenne 1981 - 2010 a été établie par Météo France avec les données météorologiques de la Station de Rennes – Saint-Jacques. Les vents dominants sur l'agglomération sont principalement des vents de quart Sud-Ouest, puis des vents de Nord.

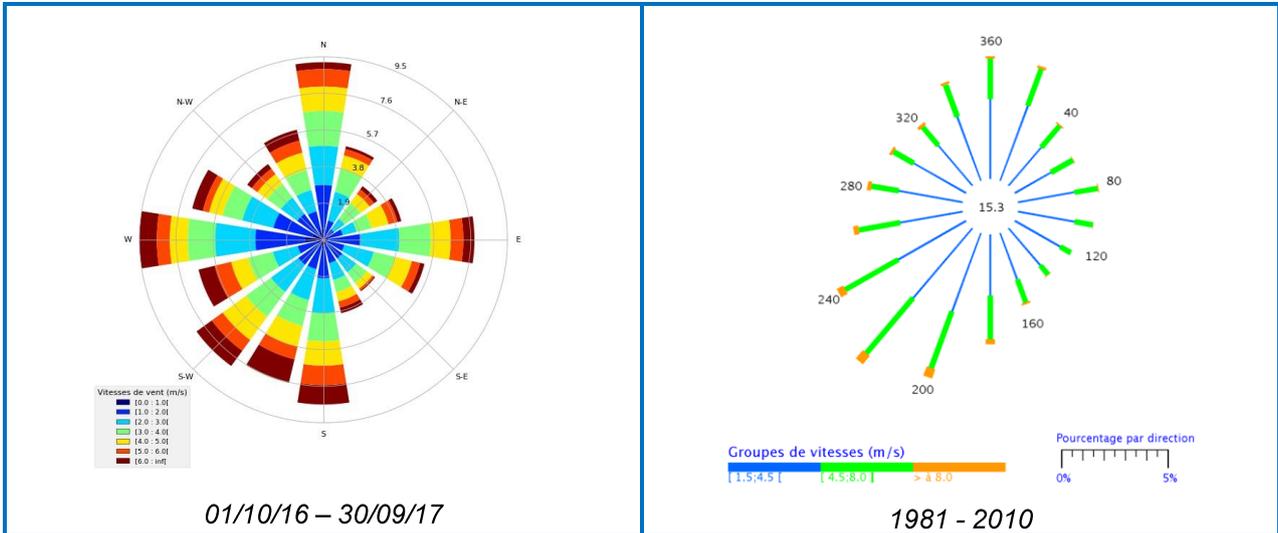


Figure 8 : Comparaison des paramètres de vent avec les conditions moyennes sur 30 ans

iii. Rose des précipitations

La corrélation des vents avec les précipitations permet d'identifier l'origine des vents et leur vitesse en période de pluie. Elle permet notamment d'expliquer les sorties modélisées des retombées atmosphériques (dépôts humides par phénomène de lessivage des particules au sol).

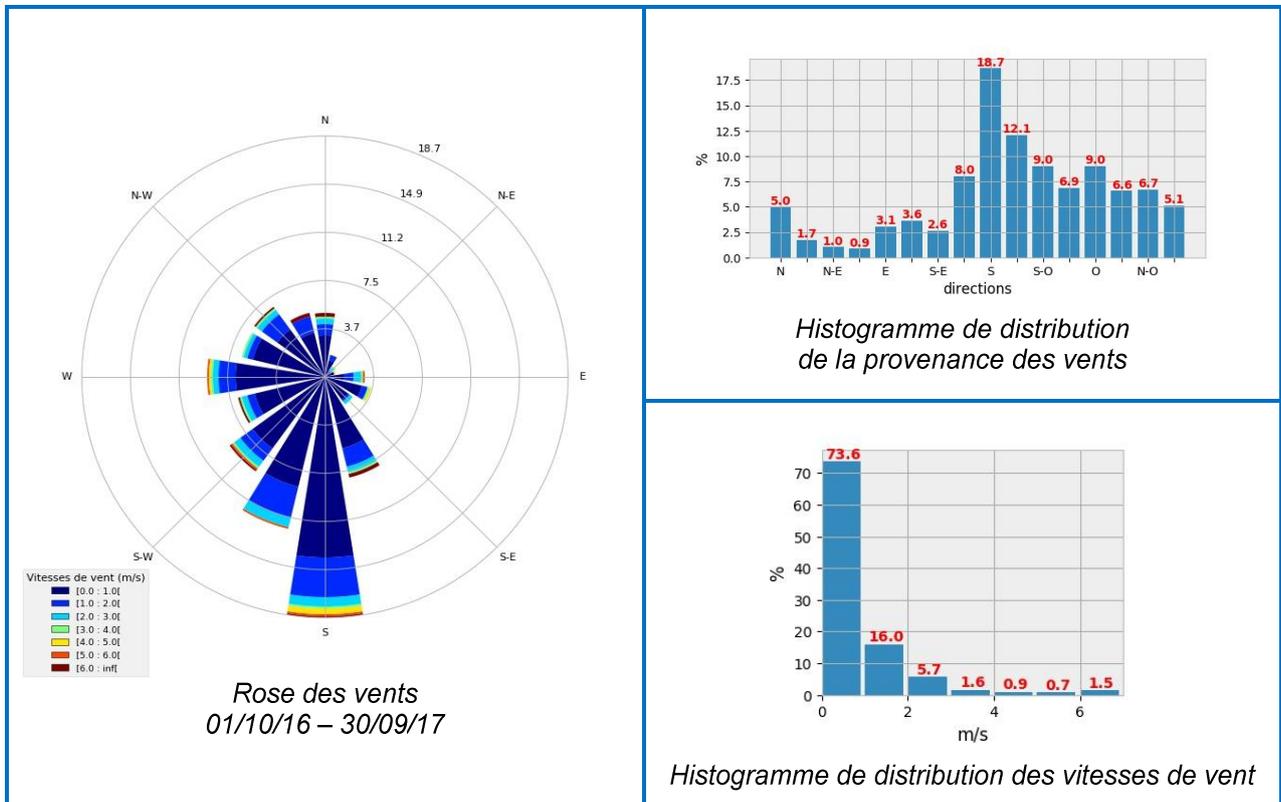


Figure 9 : Conditions météorologiques en période de précipitations

V. Résultats de la simulation de dispersion atmosphérique

V.1. Zones d'impact et concentrations modélisées

Les cartes suivantes représentent les zones d'impact des polluants étudiés en pourcentage de l'impact maximal. La dispersion atmosphérique étant dépendante des conditions météorologiques, les nuages de dispersion sont très corrélés entre polluants. **Seul l'impact de l'UVE apparaît sur ces cartes indépendamment des autres sources d'émissions** (trafic routier, chauffage résidentiel,...).

Définition de l'indicateur « Pourcentage d'impact maximal » :

1. Pour chaque polluant et en chaque point de grille de sortie « p » : % d'impact (de 0 à 100%) = C_p/C_{pmax}

Avec $\left\{ \begin{array}{l} C_p = \text{Concentration moyenne au point de grille « p »} \\ C_{pmax} = \text{Concentration moyenne maximale (point le plus impacté)} \end{array} \right.$

2. En chaque point de grille de sortie « p » : Calcul du maximum MULTI-POLLUANT

Les conditions anticycloniques, caractérisées par une couverture nuageuse faible, des vitesses de vent nulles (< 1 m/s) et parfois des inversions thermiques (effet « couvercle ») vont empêcher la dispersion des polluants et favoriser leur présence en proximité de l'UVE.

Les zones les plus exposées aux rejets de l'UVE de Rennes sont situées au Nord-Est, à l'Ouest et au Sud-Est de l'installation, en lien avec les paramètres météorologiques. En effet, les vents dominants au cours de la période d'étude ont été des vents de Sud-Ouest, d'Est et de Nord, représentatifs des vents moyens qu'on retrouve sur l'agglomération de Rennes.

Les zones d'impact maximal sont situées à environ 300 mètres de la source, en particulier au Nord-Est. La décroissance de l'impact est rapide, au-delà de maximum 900 mètres du site, les valeurs sont inférieures à 40% de l'impact maximal.

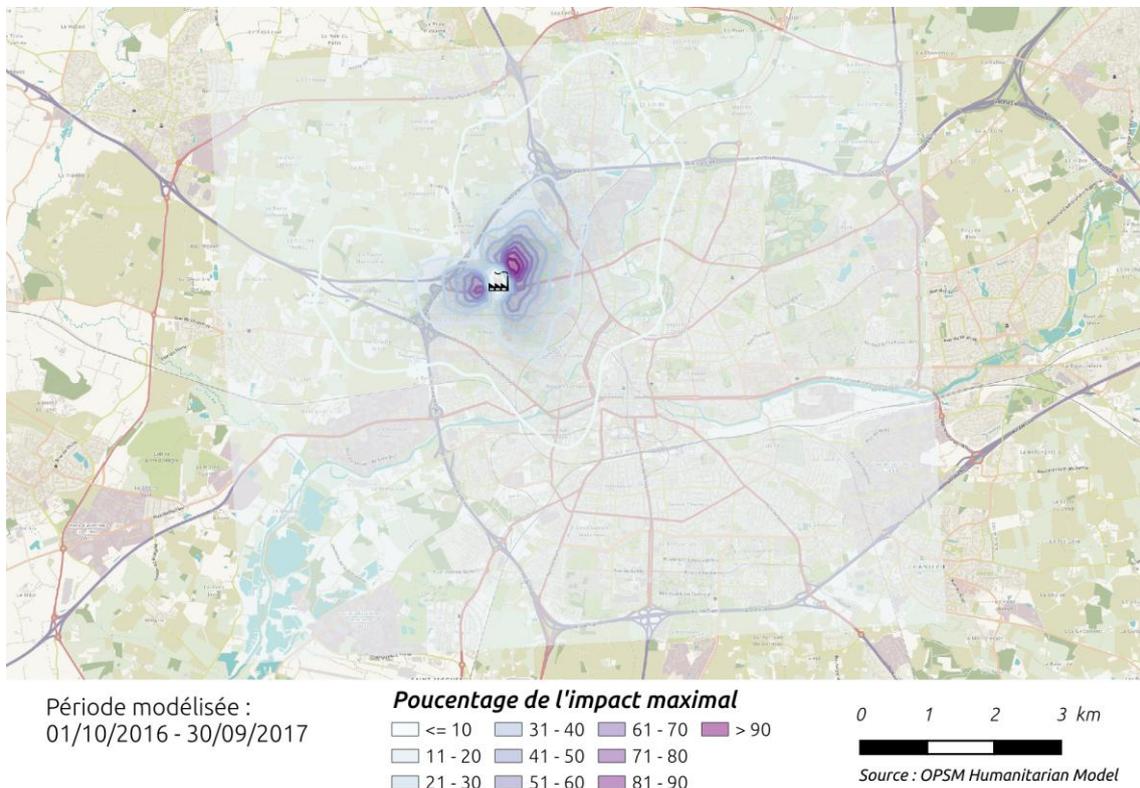
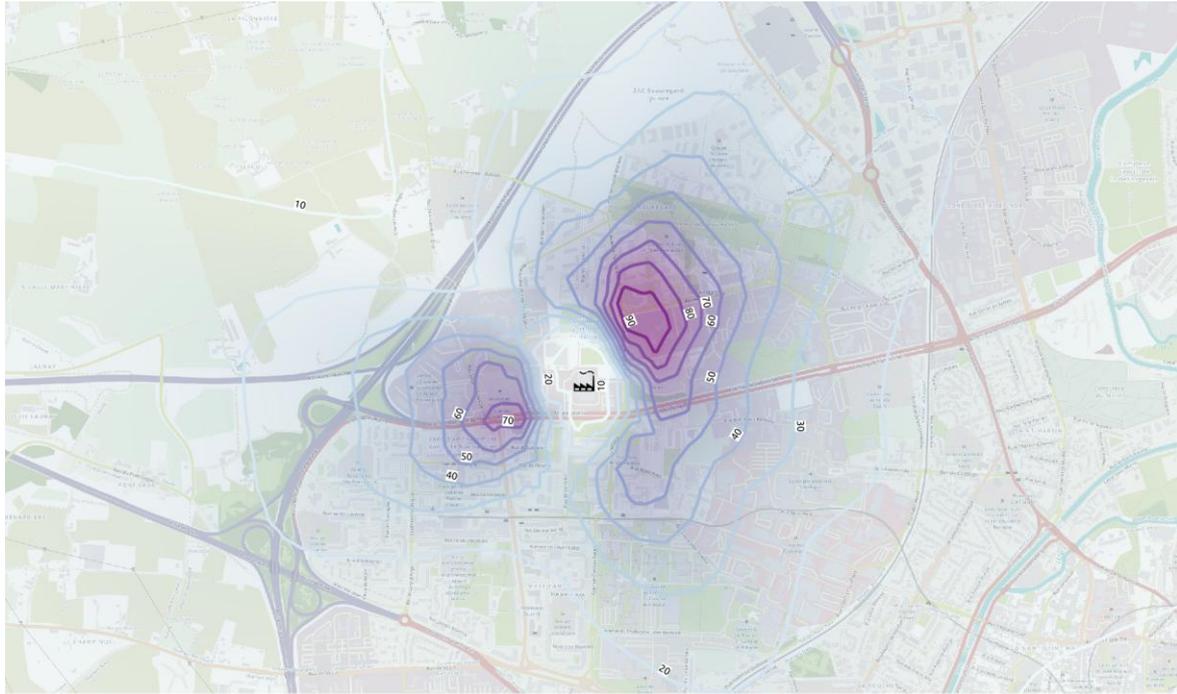


Figure 10 : Zones d'impact de l'UVE (en % d'impact maximal) - Domaine étendu



Période modélisée :
01/10/2016 - 30/09/2017

Pourcentage de l'impact maximal

<= 10	31 - 40	61 - 70	> 90
11 - 20	41 - 50	71 - 80	
21 - 30	51 - 60	81 - 90	

0 200 400 600 m

Source : OPSM Humanitarian Model

Figure 11 : Zones d'impact de l'UVE (en % d'impact maximal) - Domaine restreint



Période modélisée :
01/10/2016 - 30/09/2017

Pourcentage de l'impact maximal

<= 10	31 - 40	61 - 70	> 90
11 - 20	41 - 50	71 - 80	
21 - 30	51 - 60	81 - 90	

0 100 200 300 m

Source : GoogleStreet

Figure 12 : Zones d'impact de l'UVE (en % d'impact maximal) – Zoom à l'échelle du quartier

V.2. Concentrations maximales modélisées et seuils réglementaires

Pour les polluants réglementés NO_x, SO₂ et PM10, l'influence de l'UVE est quasiment négligeable par rapport aux valeurs limites européennes pour la protection de la santé humaine et aux niveaux critiques pour la protection de la végétation.

En effet, les concentrations moyennes liées à l'impact de l'UVE sont très modérées pour l'ensemble des polluants, même au niveau des zones d'impact maximal. Les valeurs pour les NO_x sont inférieures à 1 µg/m³ sur l'ensemble de l'année, soit une contribution moyenne annuelle faible par rapport à un fond urbain moyen sur Rennes Métropole compris entre 20 et 30 µg/m³.

À titre d'indication, les concentrations moyennes modélisées des dioxines/furannes (PCDD/F), de l'ammoniac (NH₃) et des chlorures gazeux (HCl) sont bien en deçà de celles mesurées en air ambiant dans le cadre d'études ponctuelles (1 mois en moyenne) urbaines et d'impact d'incinérateurs ou chaufferies (Cf. II. Repères réglementaires et Annexes – Synthèse nationale des dioxines). Cette comparaison s'explique par le fait que seules les concentrations liées directement à l'UVE sont modélisées.

Polluants	Seuils réglementaires annuels européens		Moyenne modélisée maximale (01/10/16–30/09/17)	Unités
	Valeur limite	Niveau critique		
NO _x	--	30 (protection de la végétation)	0.55	µg/m ³
SO ₂	50 (protection de la santé humaine)	20 (protection de la végétation)	0.12	µg/m ³
CO	--	--	0.11	µg/m ³
NH ₃	--	--	0.02	µg/m ³
HCl	--	--	0.07	µg/m ³
PM10 (TSP)	30 (protection de la santé humaine)	--	0.003	µg/m ³
PCDD/F gazeux	--	--	0.015	fg I-TEQ /m ³
PCDD/F particulaire	--	--	0.041	fg I-TEQ/m ³

Tableau 8 : Comparaison des moyennes maximales modélisées avec les seuils réglementaires

V.3. Exposition des lieux sensibles et des populations riveraines

i. Évaluation de l'impact de l'UVE sur le secteur Nord-Ouest de Rennes

Sont ici superposés aux cartes d'impact les lieux ou établissements recevant un public particulièrement sensible à la pollution de l'air, soit de par leur activité (sport) ou de par leur fragilité (jeunes enfants, personnes malades ou âgées, ...).

Les lieux sensibles ont été identifiés à partir des données de la BD TOPO (version 2.2 - 2017) de l'IGN. Elles permettent d'identifier les catégories suivantes :

- PAI_SCIENCE_ENSEIGNEMENT : Désignation d'un établissement d'enseignement ou de recherche.
- PAI_SANTE : Désignation d'un établissement thermal ou de type hospitalier.
- PAI_SPORT : Désignation d'un établissement ou lieu spécialement aménagé pour la pratique d'une ou de plusieurs activités sportives.
- PAI_CULTURE_LOISIRS : Désignation d'un établissement ou lieu spécialement aménagé pour une activité culturelle, touristique ou de loisirs.

Les concentrations les plus fortes sont modélisées au niveau du rond-point reliant les avenues de Cucillé et du Bois Labbé, à proximité immédiate d'habitations (résidences quartier Beauregard) et d'installations sportives (complexe sportif de la Harpe).

Sont également impactés le campus universitaire de la Harpe situé à l'ouest de l'UVE et le quartier d'habitation Villejean au sud-est de l'UVE (50% de l'impact maximal).

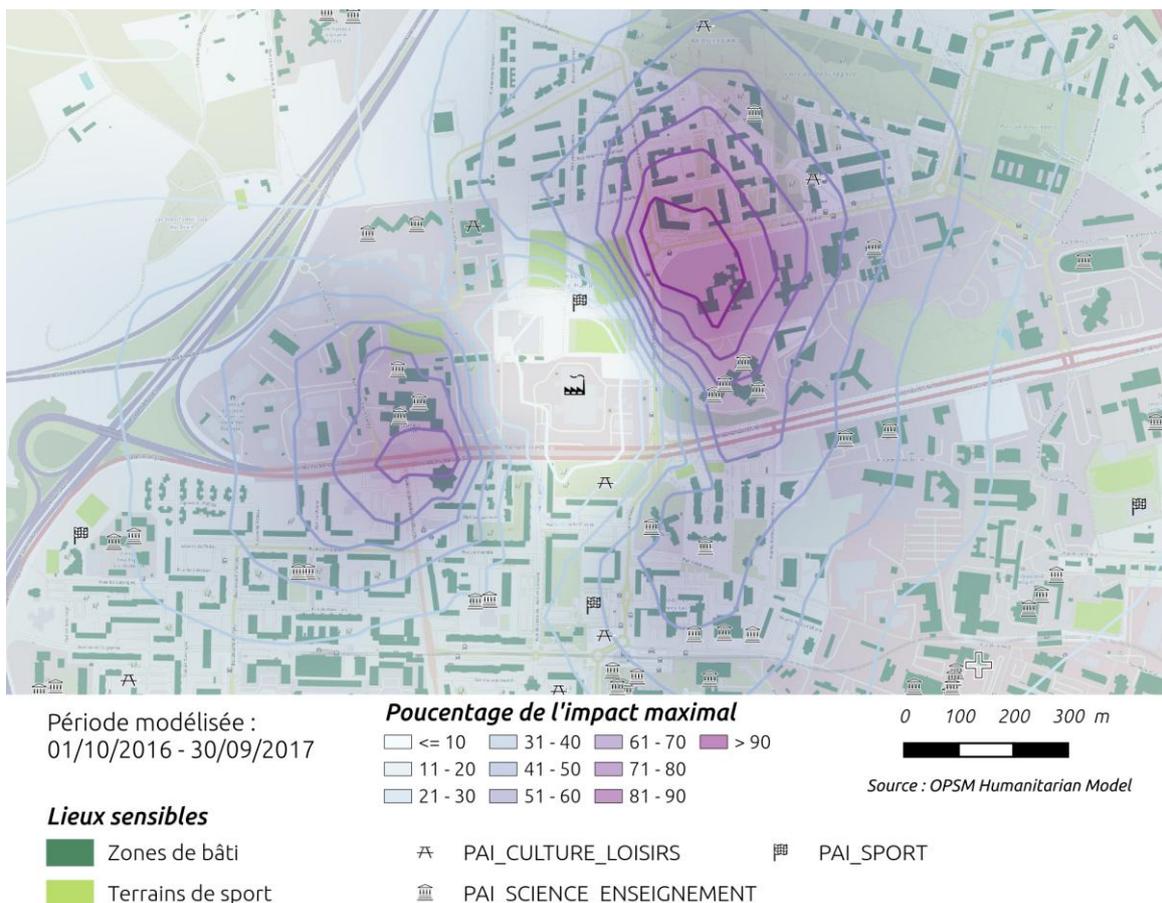


Figure 13 : Impact de l'UVE (en % d'impact maximal) et établissements sensibles à proximité

ii. *Evaluation de l'impact de l'UVE aux niveaux des deux zones les plus impactées en 2017*

Une simulation plus poussée a été réalisée en complément sur les trois quartiers impactés et au niveau de la zone d'impact maximal (là encore, seules les concentrations liées directement à l'UVE sont modélisées) :

- La zone résidentielle de Beauregard au Nord-Est de l'UVE,
- Le campus universitaire de la Harpe à l'Ouest de l'UVE,
- Le quartier Villejean au Sud-Est de l'UVE.

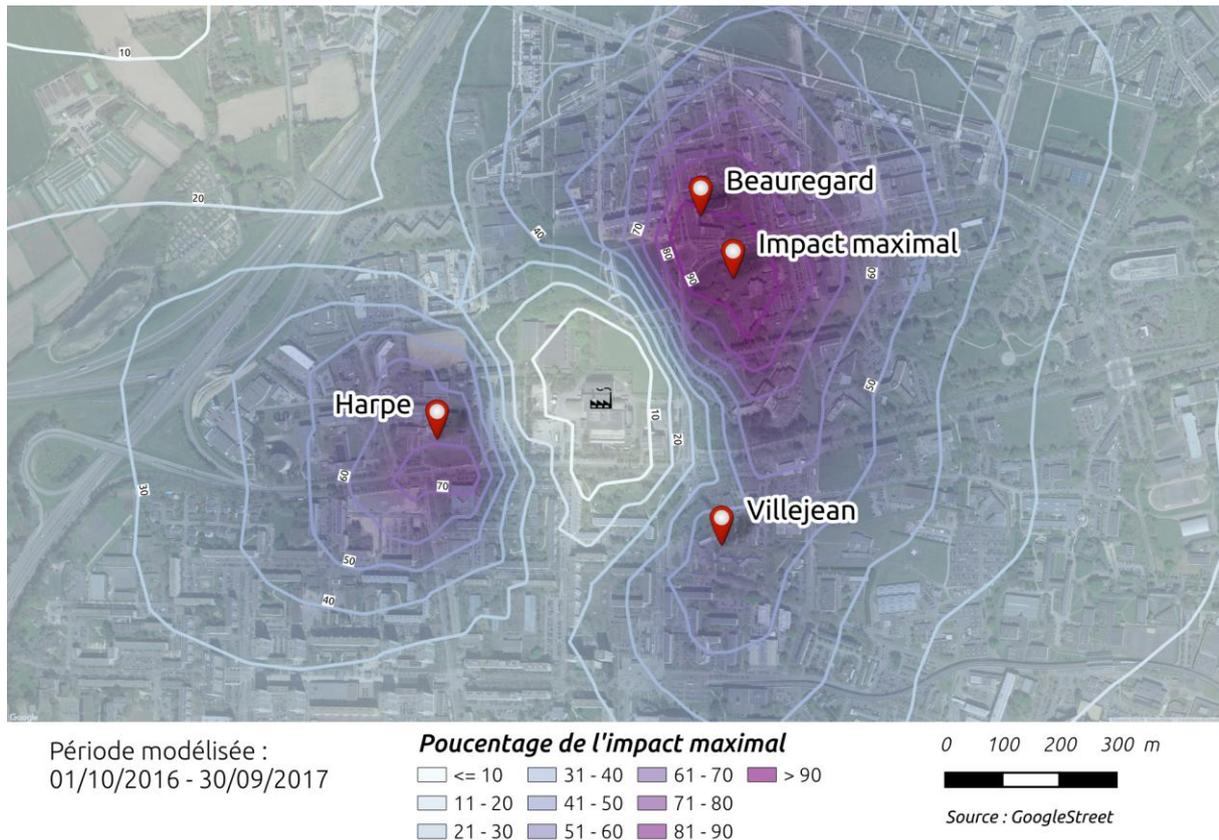


Figure 14 : Localisation des zones les plus impactées

Les graphiques suivants représentent les concentrations d'oxydes d'azote (NO_x), de dioxyde de soufre (SO₂), du monoxyde de carbone (CO) et des poussières (PM10) modélisées à l'échelle horaire sur les trois emplacements sélectionnés et au niveau de la zone d'impact maximal.

Les concentrations moyennes modélisées pour ces polluants réglementés (NO_x, SO₂, CO, PM10) sont faibles en moyenne annuelle mais peuvent cependant être ponctuellement plus élevées lorsque les quartiers d'habitation sont sous les vents de l'installation.

À titre d'information, les valeurs limites horaires européennes des polluants réglementés sont loin d'être atteintes :

- Pour le **NO₂** : 200 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 18 heures par an,
- Pour le **SO₂** : 350 µg/m³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an,
- Pour le **CO** : 10 000 µg/m³ (maximum journalier de la moyenne glissante sur 8 heures),
- Pour les **PM10** : 50 µg/m³ en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an.

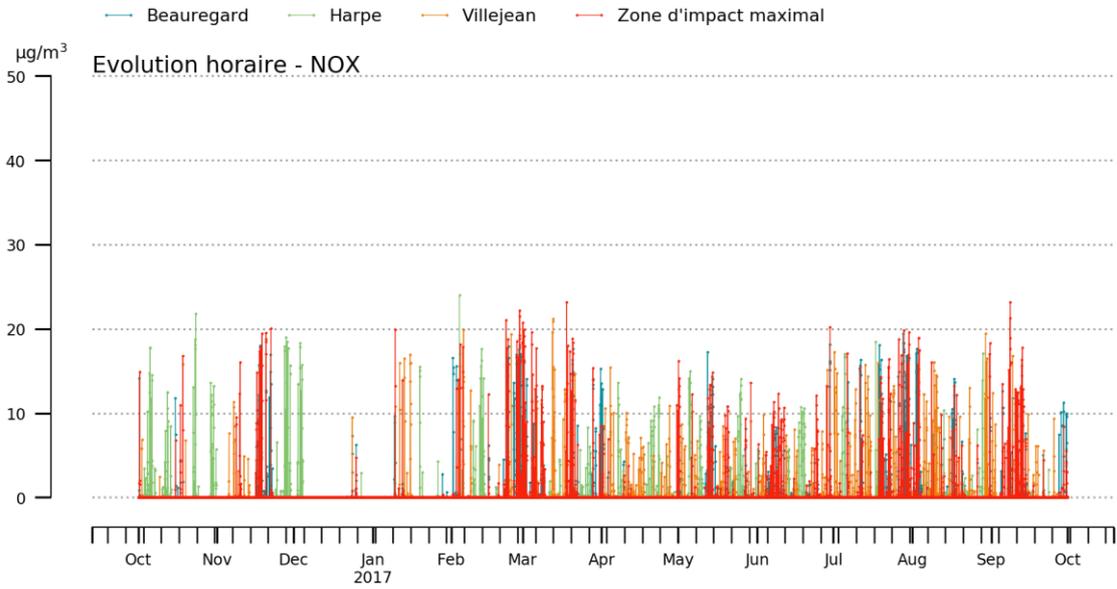


Figure 15 : Evolution horaire des concentrations de NO_x au niveau des quartiers sensibles

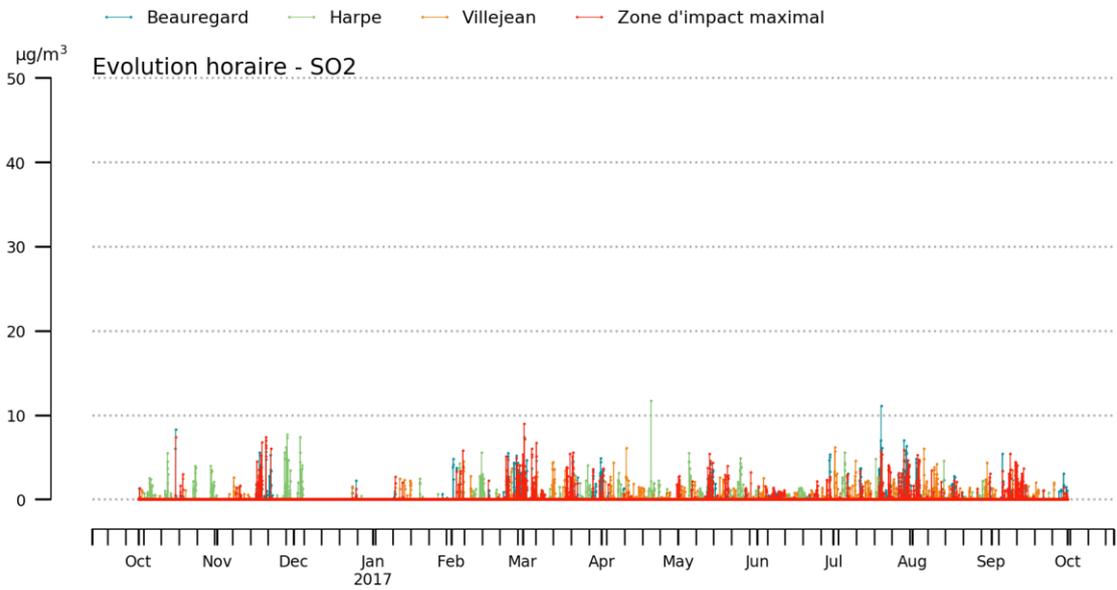


Figure 16 : Evolution horaire des concentrations de SO₂ au niveau des quartiers sensibles

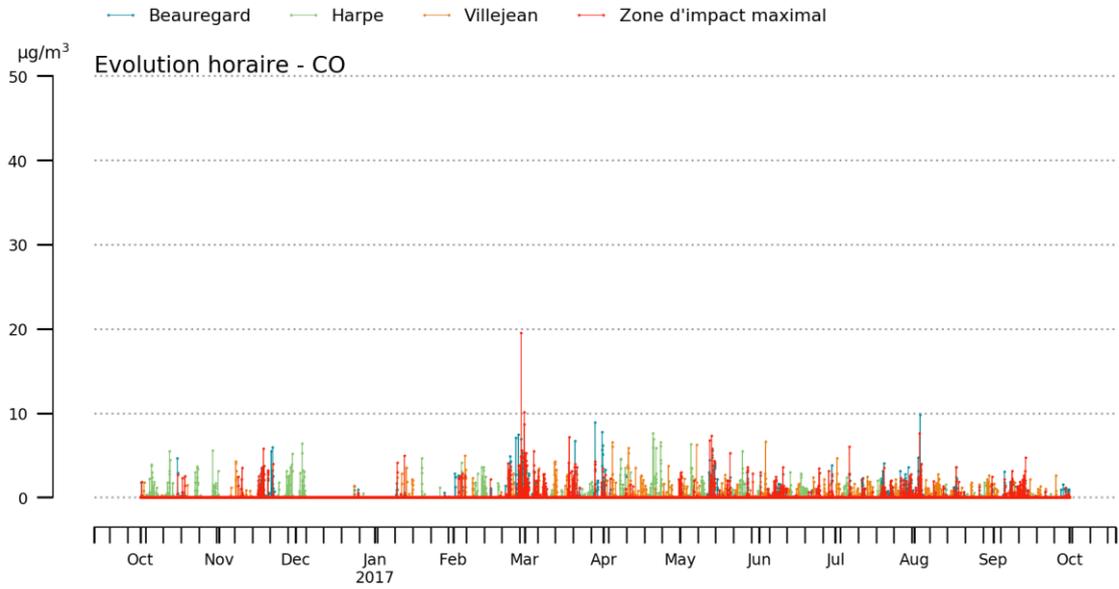


Figure 17 : Evolution horaire des concentrations de CO au niveau des quartiers sensibles

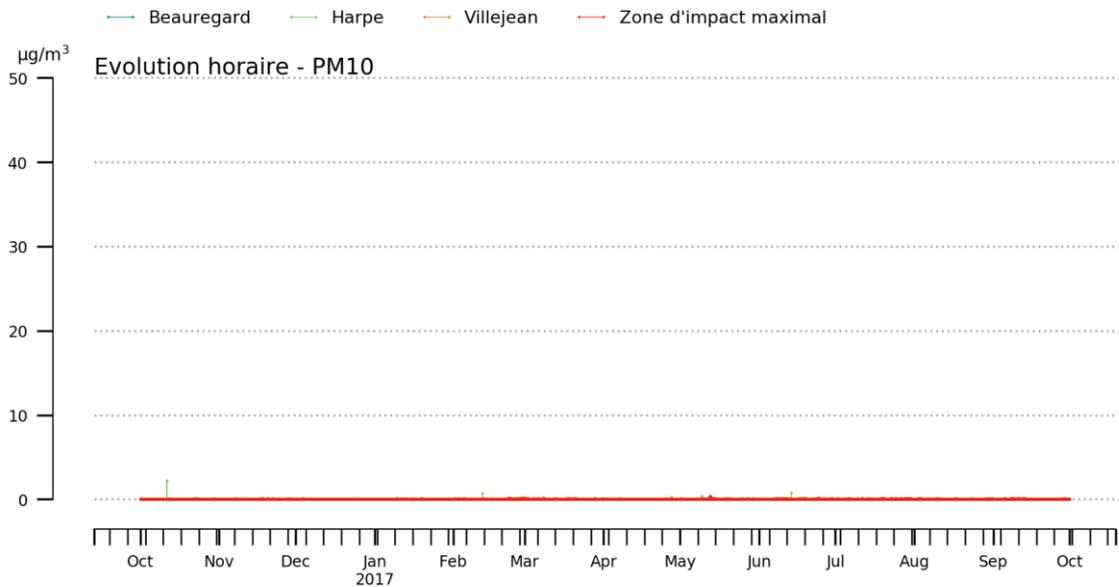


Figure 18 : Evolution horaire des concentrations de PM10 au niveau des quartiers sensibles

V.4. Zones de dépôts particulaires

Les résultats précédents représentent les concentrations dans l'air liées aux rejets de l'UVE. Il est également important d'étudier les zones de dépôts au sol des polluants particulaires (TSP, PCDD/F) liées aux retombées sèches ou humides (phénomène de lessivage par les pluies). Les cartes suivantes représentent les zones de retombées {totales, sèches, humides} autour de l'UVE pour les particules puis pour les dioxines et furannes, en pourcentage de l'impact maximal.

Définition du dépôt total :

En chaque point de grille de sortie « p » : Total = Sec + Humide

Les zones d'impact des dépôts particulaires sont très proches de celles des concentrations dans l'air, bien que plus rapprochées de la source et limitées sur leur étendue du fait du lessivage des particules au sol par les pluies. Les retombées humides sont parfaitement corrélées avec la rose des précipitations, caractérisées par des vents essentiellement de quart Sud-Ouest

La part du dépôt humide des particules TSP est inférieure à celle des PCDD/F, en raison de leurs caractéristiques physiques différentes (variation des densité et diamètre moyens).

Polluants	Zone de dépôt sédimentaire maximal (01/10/16 – 30/09/17)			Unités
	Sec	Humide	Total	
TSP (PM10)	0.167	0.061	0.181	ng/m ² /s
PCDD/F particulaire	0.0004	0.0007	0.0007	fg I-TEQ/m ² /s

Tableau 9 : Concentrations maximales des retombées particulaires

i. Zones de dépôt sédimentaire des TSP (PM10)

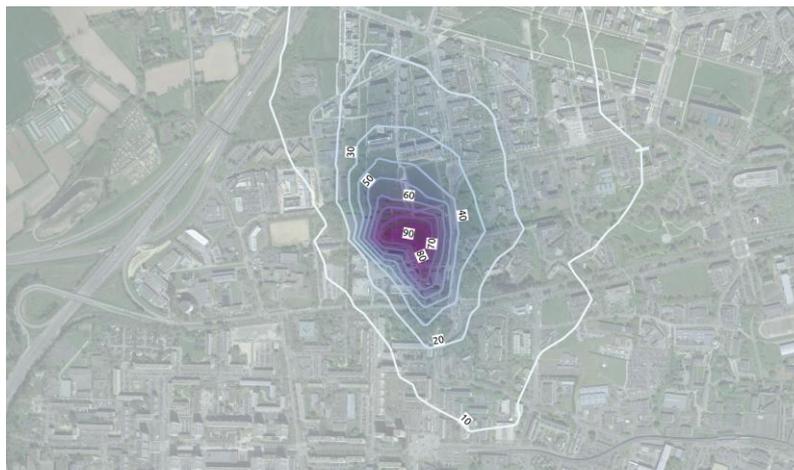
Retombées totales



Retombées sèches



Retombées humides



Période modélisée :
01/10/2016 - 30/09/2017

Pourcentage de l'impact maximal

<= 10	31 - 40	61 - 70	> 90
11 - 20	41 - 50	71 - 80	
21 - 30	51 - 60	81 - 90	

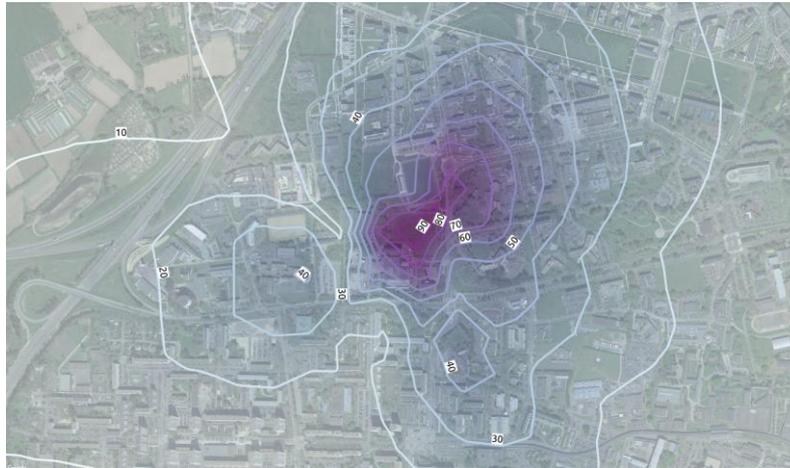
0 100 200 300 m

Source : GoogleStreet

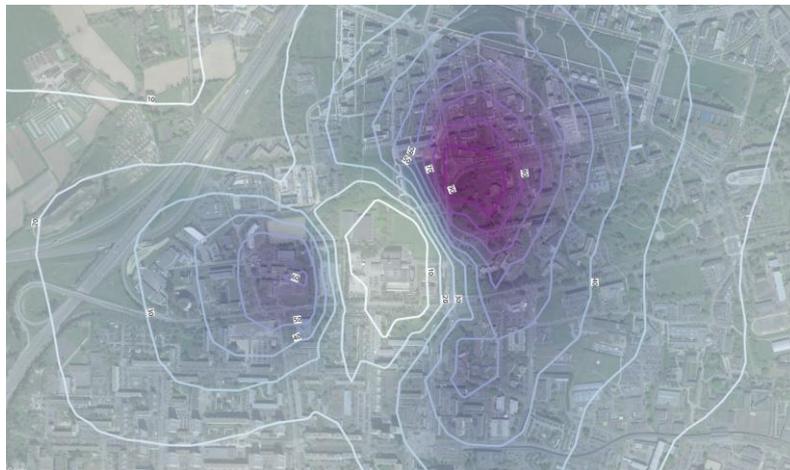
Figure 19 : Zones d'impact des retombées des TSP (PM10) de l'UVE (en % d'impact maximal)

ii. Zones de dépôt sédimentaire des dioxines et furannes

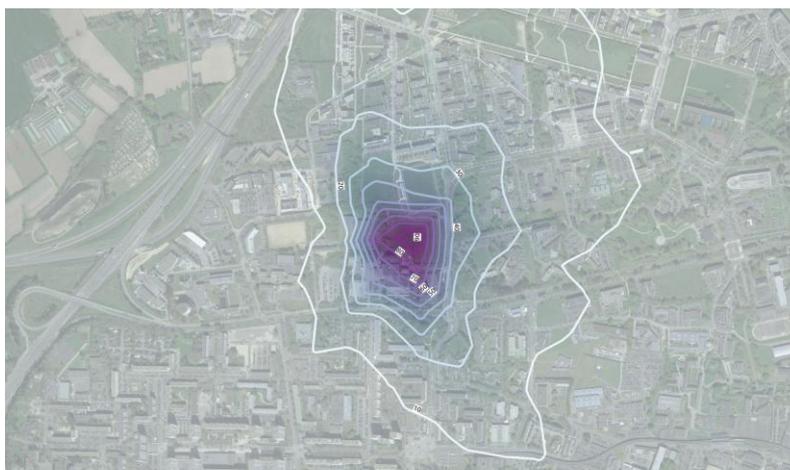
Retombées totales



Retombées sèches



Retombées humides



Période modélisée :
01/10/2016 - 30/09/2017

Pourcentage de l'impact maximal

<= 10	31 - 40	61 - 70	> 90
11 - 20	41 - 50	71 - 80	
21 - 30	51 - 60	81 - 90	

0 100 200 300 m

Source : GoogleStreet

Figure 20 : Zones d'impact des retombées de PCDD/F de l'UVE (en % d'impact maximal)

VI. Conclusion

L'étude de dispersion montre que les zones d'impact maximal sont situées à environ 300 mètres de la source, en particulier au Nord-Est de l'UVE de Rennes, zone résidentielle de Beauregard. Dans une moindre mesure, les quartiers de la Harpe et de Villejean, respectivement à l'Ouest et au Sud-Est sont également impactés (impacts maximaux inférieurs à 80 et 60 %). Ces zones croisent des secteurs habités, d'enseignement et de loisirs (complexes sportifs). **La décroissance de l'impact est rapide, au-delà de 900 mètres du site, les valeurs sont inférieures à 40% de l'impact maximal.**

Les concentrations moyennes modélisées pour les polluants réglementés étudiés (NO_x, SO₂, PM10) sont faibles au regard des concentrations attendues pour un fond urbain. Les concentrations peuvent cependant être ponctuellement plus élevées lorsque les quartiers d'habitation sont sous les vents de l'installation. Elles sont toutefois bien en dessous des valeurs limites réglementaires européennes.

Une approche plus globale via une modélisation de la dispersion des rejets de l'UVE de Rennes sur une période de référence de 3 à 5 ans (2014 - 2018) présenterait un vif intérêt. Elle permettrait de s'affranchir des variations climatiques annuelles et d'analyser les retombées des rejets moyens sur les quartiers à proximité.

En effet, les modélisations annuelles réalisées par Air Breizh pour les années de références 2015, 2016 et 2017 montrent une variation des zones d'impact :

- Une variation Nord (Beauregard) – Sud (Villejean) de la zone d'impact maximal,
- Une variation de l'impact sur le quartier de la Harpe due à des vents d'Est plus ou moins présents chaque année.

Cette simulation sur plusieurs années aboutirait sur la création d'une carte de dispersion simple (en pourcentage d'impact maximal), unique et valable sur une durée de 3 à 5 ans.

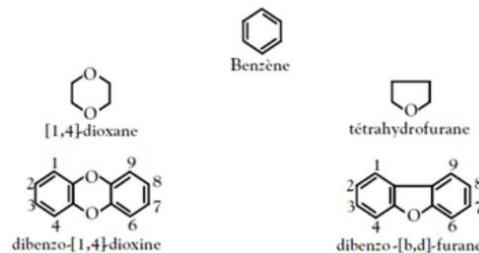
L'analyse d'une telle simulation confirmerait également la pertinence du suivi du plan de surveillance de l'UVE (points de mesure et de prélèvement effectués chaque année).

VII. Annexes

VII.1. Présentation des dioxines / 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 deux 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 chloracnés, des cancers (le CIRC de l'OMS a classé la 2,3,7,8-TCDD comme substance cancérigène pour l'homme).

VII.2. Calcul de toxicité des dioxines / furannes

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.

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

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

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.

VII.3. Synthèse nationale des dioxines / furannes (2006 – 2010)

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.

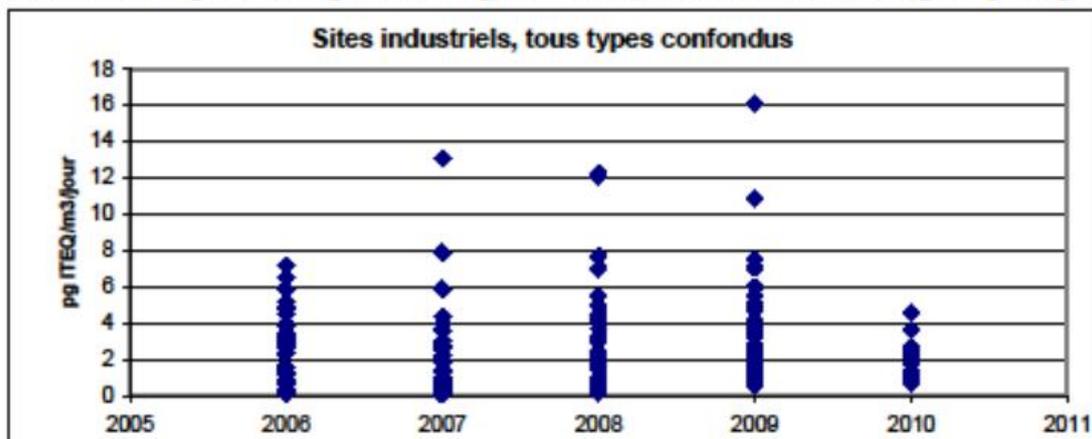
Les valeurs sont données tel qu'elles ont été reçues (en enlevant cependant toute indication de lieu).

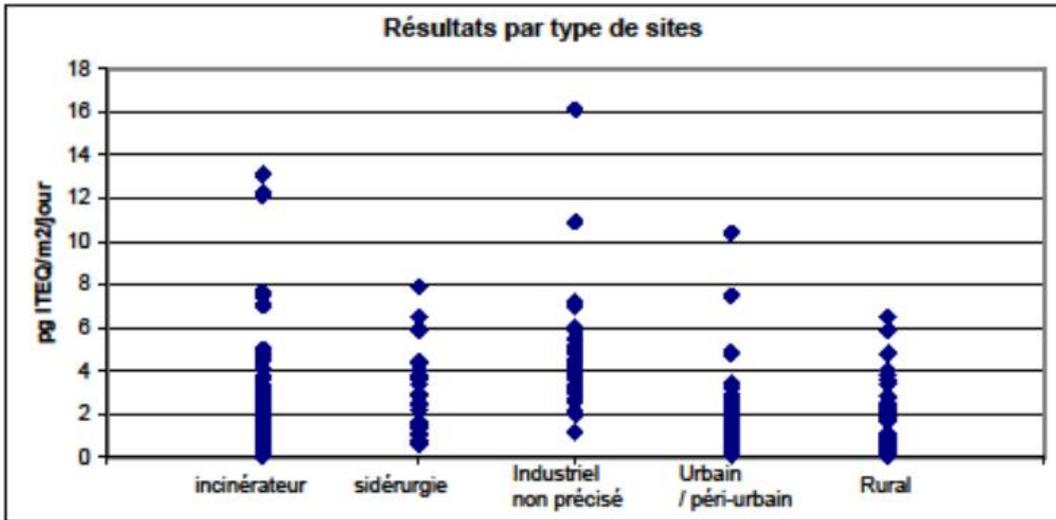
I. Mesure dans les retombées atmosphériques (prélèvements par jauges de sédimentation)

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)

