



# évaluation des niveaux de benzène dans l'air

dans l'environnement de la raffinerie  
Total France à Donges

campagnes de mesure hiver 2005 – été 2006 - hiver 2006/2007

septembre 2007



# sommaire

synthèse .....	1
introduction .....	6
la raffinerie Total France de Donges.....	7
le dispositif mis en œuvre .....	9
la mesure par tubes à diffusion.....	9
la mesure par analyseurs automatiques.....	11
les résultats .....	14
comparaison aux mesures effectuées dans d'autres études .....	15
distribution spatiale des niveaux en benzène sur la commune de Donges.....	19
localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et évolution temporelle fine de la pollution en benzène .....	25
Evaluation des risques de dépassement des valeurs réglementaires.....	29
conclusions et perspectives .....	30
annexes .....	31
bibliographie .....	43

## contributions

Coordination de l'étude - Rédaction : François Ducroz, Cartographie : Frédéric Penven, Exploitation statistique : Frédéric Penven, Mise en page : Bérangère Poussin, Exploitation du matériel de mesure : Claude Baron, Arnaud Tricoire, Photographies : Claude Baron, Validation : Arnaud Rebours - Luc Lavrilleux.

## conditions de diffusion

Air Pays de la Loire est l'organisme agréé pour assurer la surveillance de la qualité de l'air dans la région des pays de la Loire, au titre de l'article L. 221-3 du code de l'environnement, précisé par l'arrêté du 1<sup>er</sup> août 2007 pris par le Ministère chargé de l'Environnement.

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

Air Pays de la Loire, réserve un droit d'accès au public aux résultats des mesures recueillies et rapports produits dans le cadre de commandes passées par des tiers. Ces derniers en sont destinataires préalablement.

Air Pays de la Loire a la faculté de les diffuser selon les modalités de son choix : document papier, communiqué, résumé dans ses publications, mise en ligne sur son site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org), etc...

Air Pays de la Loire ne peut en aucune façon être tenu responsable des interprétations et travaux intellectuels, publications diverses ou de toute œuvre utilisant ses mesures et ses rapports d'études pour lesquels Air Pays de la Loire n'aura pas donné d'accord préalable.

## remerciements

Nous tenons à remercier messieurs Carlier de la raffinerie Total France et Daniel de la Ville de Donges pour leur contribution à la localisation des sites de mesures.

Nous tenons également à remercier nos collègues messieurs Lemeur (Air Normand), Beaugard (ATMO Nord Pas de Calais), Socquet-Juglard et Masson (ATMO Rhone Alpes), Mathiot (Airfobep) pour la communication des données de benzène en environnement industriel.

# synthèse

## contexte → évaluer les niveaux de benzène dans l'air

La raffinerie Total France de Donges est la seconde raffinerie de France par sa capacité de traitement. Construite en 1930, elle atteint en 2006 une capacité de raffinage de 10 millions de tonnes ce qui représente plus de 10 % de la consommation nationale annuelle et 20 % de la capacité de raffinage de Total France en France.

Ses émissions de benzène dans l'air sont estimées à 17 tonnes pour les années 2005 et 2006.

Les arrêtés préfectoraux du 16 juin 2005 et du 3 juillet 2006 imposent une surveillance du benzène dans l'environnement de l'établissement. Dans ce cadre, Total France a confié à Air Pays de la Loire la réalisation d'une campagne d'évaluation du benzène dans l'environnement de son établissement.

## objectifs → un double objectif

L'objectif de cette étude est double :

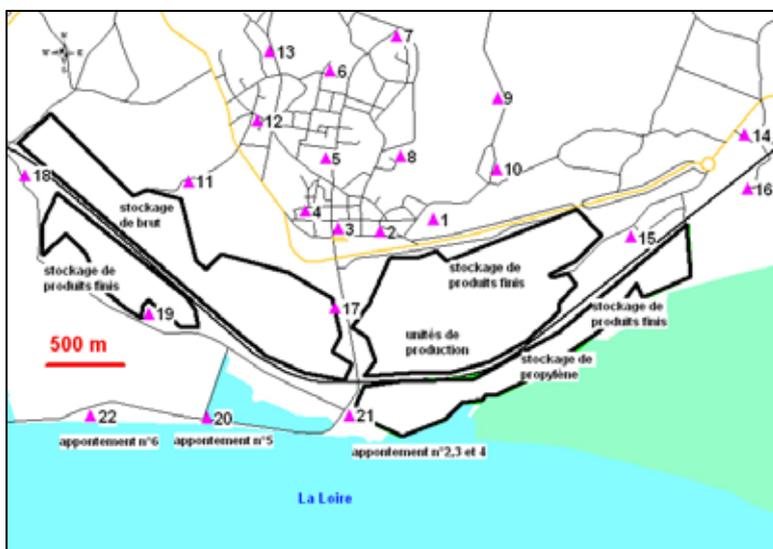
- étudier la distribution spatiale du benzène dans l'environnement de la raffinerie et plus largement sur la commune de Donges durant deux périodes aux conditions météorologiques contrastées.
- étudier l'évolution temporelle fine du benzène à proximité de la raffinerie et, couplée aux mesures de directions de vent, localiser les zones d'émissions prépondérantes au sein de la raffinerie.

## moyens → 2 méthodes de mesures complémentaires

Afin de répondre aux 2 objectifs, Air Pays de la Loire a mis en œuvre deux techniques complémentaires de mesure du benzène.

### mesures par tubes à diffusion passive

Les mesures par tubes à diffusion passive permettent d'avoir accès aux teneurs moyennes en benzène sur 7 jours mesurées sur une large zone. Cette technique a été mise en œuvre sur 22 sites simultanément localisés sur la commune de Donges à proximité immédiate de la raffinerie et dans le secteur plus urbanisé. Elle permet d'étudier la distribution de la pollution par le benzène sur le territoire de la commune.

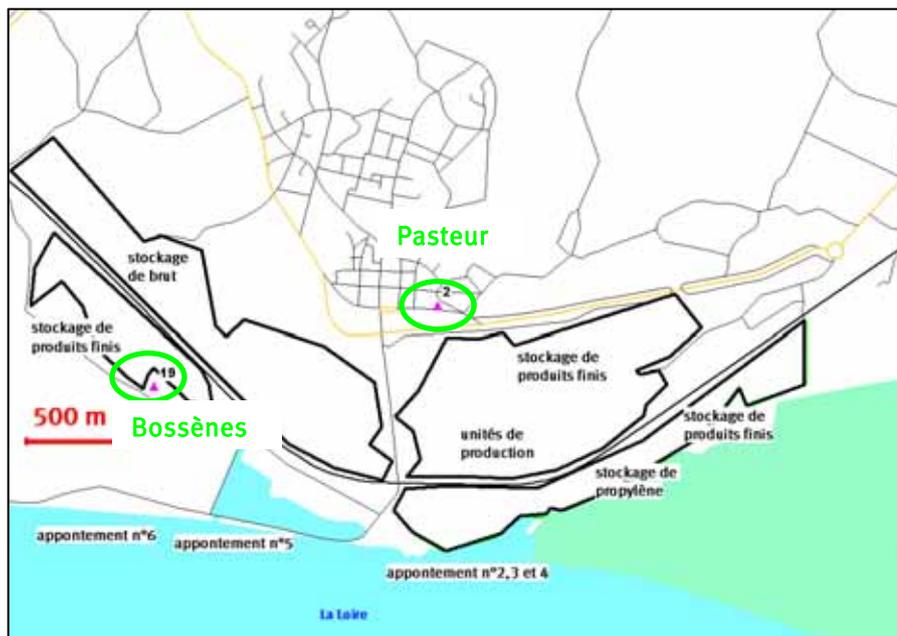


Localisation des 22 sites de mesure pourvus de tubes à diffusion passive

Ces mesures ont été réalisées durant 2 périodes de 3 semaines chacune respectivement durant l'hiver 2005 (24 novembre au 14 décembre 2005) et l'été 2006 (3 au 25 juillet 2006).

### mesures par analyseurs automatiques

Les mesures par analyseurs automatiques permettent de mesurer le benzène au pas de temps horaire et ainsi d'avoir des informations sur l'évolution des concentrations à un pas de temps court. Un analyseur automatique a été installé dans l'environnement immédiat de la raffinerie successivement dans le Sud du centre ville de Donges (rue Pasteur) et sur le site des Bossènes à proximité immédiate des zones de stockage Ouest.



Localisation des 2 sites permanents d'Air Pays de la Loire dotés successivement d'un analyseur automatique de benzène.

Le tableau suivant récapitule en fonction des objectifs visés les techniques mises en œuvre et les périodes de mesure associées.

Objectif	Méthode de mesure	Caractéristique de la méthode	Nombre de sites	Période de mesure
Distribution spatiale du benzène sur la commune de Donges	Tubes à diffusion passive	Mesures hebdomadaires facilité de mise œuvre couverture sur de larges zones	22	Hiver 2005 Été 2006
Localisation des zones d'émissions au sein de la raffinerie et étude de l'évolution temporelle fine	Analyseur automatique	Mesures horaires Nécessité d'un local climatisé, d'alimentations électrique et téléphonique	2 Pasteur et Bossènes	Septembre 2006- janvier 2007 Janvier- mars 2007

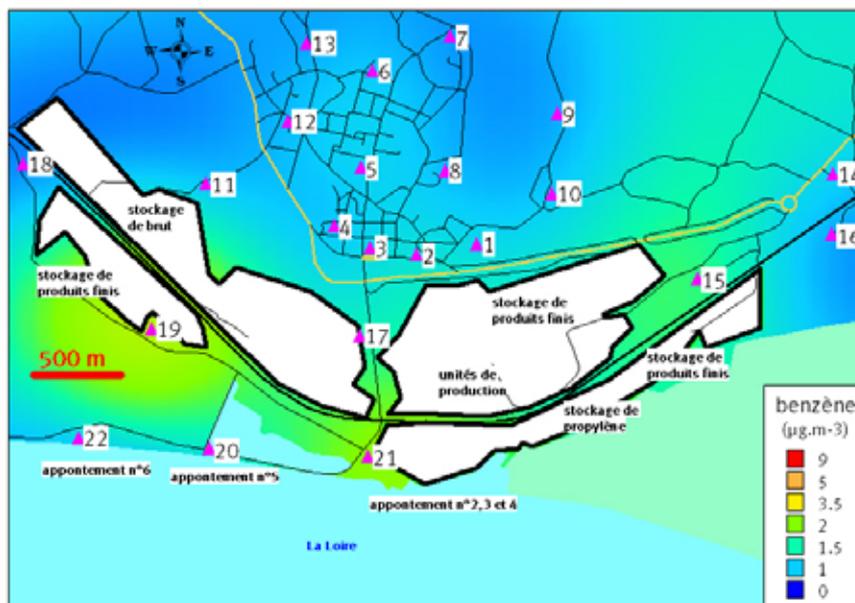
Caractéristiques des techniques de mesure mises en œuvre

**Rappel :** le dispositif mis en œuvre ne permet pas de situer de façon stricte la pollution en benzène vis-à-vis des valeurs réglementaires (objectif de qualité, valeur limite) qui sont basées sur des concentrations annuelles de benzène. Un suivi plus long sur une année civile serait alors nécessaire. Toutefois une estimation des risques de dépassement de ces valeurs peut être établie sur le site de Pasteur en se basant sur les 5,5 mois de mesure disponibles.

## résultats 1 ➤ distribution spatiale de la pollution sur Donges

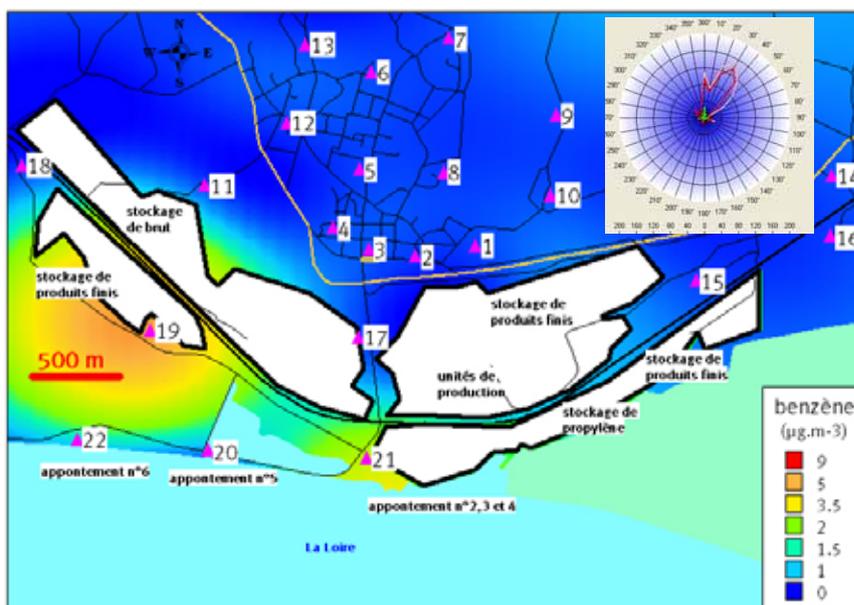
Les mesures hebdomadaires durant les 6 semaines durant l'hiver 2005 et l'été 2006 ont permis de mettre en évidence plusieurs faits marquants.

Les rejets de benzène par la raffinerie ont un impact sur les teneurs atmosphériques des sites les plus proches de l'établissement (entre 0 et 300 mètres) notamment au niveau de la zone de stockage Ouest. En s'éloignant de l'établissement la pollution devient plus faible et homogène, comparable à celle enregistrée à Nantes et Saint-Nazaire sur des sites urbains non influencés.



Distribution spatiale de la pollution en benzène sur la commune de Donges durant les 6 semaines de mesures (hiver 2005 – été 2006)

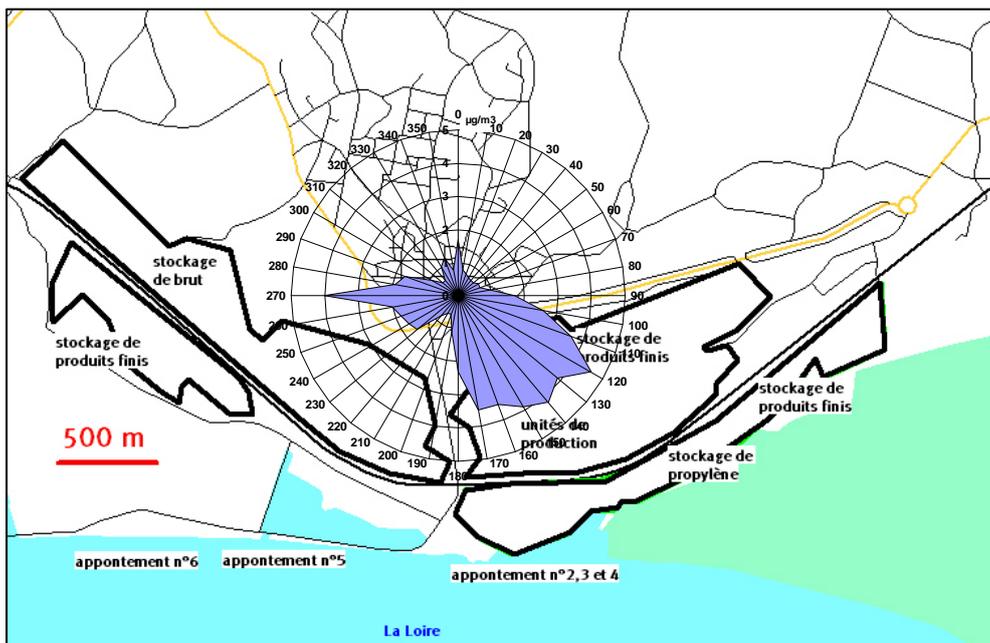
Les niveaux les plus élevés sont enregistrés lorsque le site de mesure est sous les vents de la raffinerie. Par exemple, du 10 au 17 juillet le site des Bossènes (19) a enregistré la teneur moyenne la plus élevée ( $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Durant cette période, ce site était sous les vents de Nord-Est des zones de stockage Ouest de la raffinerie.



Distribution spatiale de la pollution en benzène enregistrée du 10 au 17 juillet 2006.

## résultats 2 ➔ localisation des zones d'émissions au sein de la raffinerie

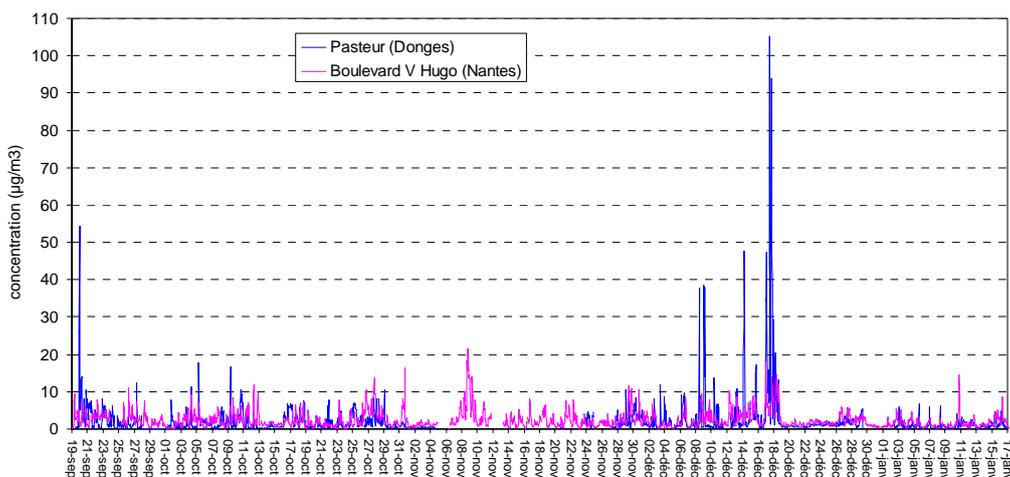
Les mesures horaires de benzène enregistrées à proximité de la raffinerie (rue Pasteur puis à Bossènes) couplées aux mesures de direction de vents permettent de localiser les zones d'émission prépondérantes au sein de la raffinerie. Elles correspondent à la zone de stockage Ouest et à la partie centrale de l'établissement.



Rose de pollution pour les niveaux moyens en benzène enregistrés sur le site de Pasteur du 19 septembre 2006 au 17 janvier 2007

## résultats 3 → évolution temporelle fine de la pollution en benzène

L'évolution horaire de la pollution typique d'un établissement industriel mesurée à Pasteur puis à Bossènes se caractérise par la présence de hausses rapides des concentrations. Les niveaux moyens sont sensiblement équivalents à ceux enregistrés sur un site de trafic (boulevard Victor-Hugo à Nantes). Le maximum horaire ( $105.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a été enregistré sur le site de Pasteur le 17 décembre 2006 lorsque le site se situait sous les vents de la raffinerie. Ce maximum est conforme à ceux enregistrés à proximité d'autres raffineries (raffinerie Shell à Berre l'Etang, raffinerie Total à Gonfreville l'Orcher).



évolution temporelle des concentrations horaires en benzène mesurées du 19 septembre 2006 au 17 janvier 2007 sur le site de Pasteur

## conclusions

Cette étude a permis de mettre en évidence un impact des rejets de la raffinerie Total sur les niveaux de pollution en benzène dans les zones proches de l'établissement (0-300 mètres). La partie sud urbanisée du centre ville de Donges (au niveau de la rue Pasteur) est aussi influencée par ces rejets.

Sur les sites plus éloignés de la raffinerie nous observons des niveaux plus faibles, homogènes et comparables à ceux enregistrés sur des sites urbains non influencés de l'agglomération nantaise et nazairienne.

Les valeurs réglementaires définies pour le benzène (objectif de qualité et valeur limite) correspondent à des moyennes sur une année civile. Compte tenu de la durée de l'étude, une comparaison stricte des niveaux de pollution en benzène avec ces valeurs réglementaires ne peut donc être réalisée.

Un suivi sur une année civile serait alors nécessaire.

Toutefois une estimation des risques de dépassement de ces valeurs peut être réalisée sur le site de Pasteur en se basant sur les 5.5 mois de mesure disponibles.

Ainsi, le risque de dépassement de la valeur limite annuelle est a priori faible tandis qu'il existe un risque potentiel de dépassement de l'objectif de qualité sachant que la moyenne sur la période d'étude ( $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) demeure proche de l'objectif de qualité ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur un an).

# introduction

La raffinerie Total France de Donges est la seconde raffinerie de France par sa capacité de traitement. Construite en 1930, elle atteint en 2006 une capacité de raffinage de 10 millions de tonnes ce qui représente plus de 10 % de la consommation nationale annuelle et 20 % de la capacité de raffinage de Total France en France.

Ses émissions de benzène dans l'air sont estimées à 17 tonnes pour les années 2005 et 2006.

Les arrêtés préfectoraux du 16 juin 2005 et du 3 juillet 2006 imposent à la société Total France une surveillance du benzène dans l'environnement de l'établissement de Donges. Dans ce cadre, Total France a confié à Air Pays de la Loire la réalisation d'une campagne d'évaluation de ce polluant. Cette étude vient compléter le dispositif permanent d'Air Pays de la Loire pour la surveillance du dioxyde de soufre, des oxydes d'azote et des particules PM<sub>10</sub>.

Cette évaluation comporte 3 phases :

Phase 1 : Hiver 2005, des mesures hebdomadaires à l'aide de tubes de diffusion passive ont été effectuées sur 22 sites de la commune de Donges.

Phase 2 : Cette campagne a été renouvelée durant l'été 2006.

Ces deux premières phases ont permis d'étudier la distribution spatiale du benzène sur la commune de Donges durant deux périodes aux conditions météorologiques contrastées.

La troisième phase consiste en la mesure automatique au pas de temps horaire successivement sur 2 sites du réseau permanent d'Air Pays de la Loire situés à Donges (rue Pasteur, Bossènes) à proximité de la raffinerie. Elle permet d'étudier l'évolution temporelle fine de ce polluant à proximité de la raffinerie et couplée aux mesures de directions de vent de localiser les zones d'émission prépondérantes au sein de l'établissement.

Ce rapport présente successivement :

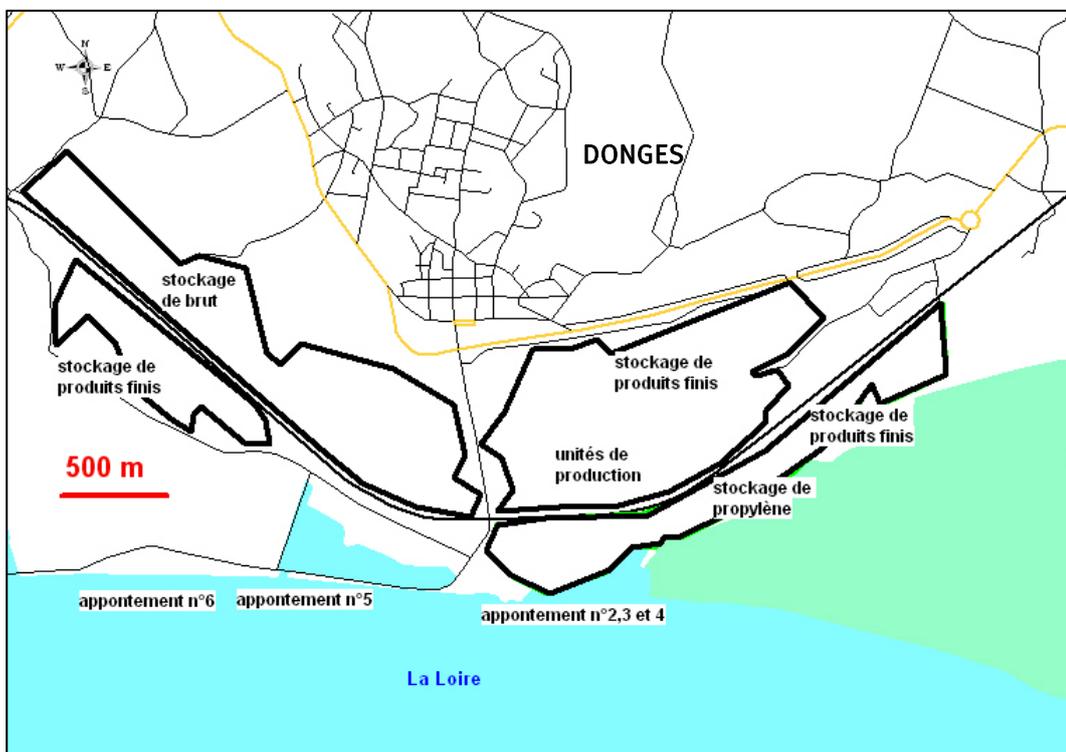
- un descriptif de la raffinerie en termes d'émissions polluantes ;
- le dispositif de mesure mis en œuvre ;
- les résultats des mesures par comparaison à d'autres environnements (urbains et industriels autour de raffineries notamment) ;
- les résultats en termes d'évolution spatiale des niveaux sur la commune de Donges obtenus à partir des mesures par tubes à diffusion ;
- les résultats en termes de localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et d'étude temporelle fine obtenus grâce aux mesures automatiques effectuées à Pasteur et Bossènes.

# la raffinerie Total France de Donges

**S**eule raffinerie sur la façade Atlantique, la raffinerie de Donges est la seconde raffinerie de France par sa capacité de traitement après celle du Havre . Construite en 1930, elle atteint en 2006 une capacité de traitement de 10 millions de tonnes ce qui représente plus de 10 % de la consommation nationale annuelle et 20 % de la capacité de raffinage de Total France en France.

Outre les carburants automobiles (essence, gazole, GPL), la raffinerie produit également du kérosène, du butane, du propane, des bitumes ainsi que des fiouls domestiques et industriels. Située à l'entrée de l'estuaire de la Loire, la raffinerie de Donges s'appuie sur une logistique axée conjointement vers la mer et vers l'intérieur des terres.

Six appontements peuvent accueillir des pétroliers pour la réception de brut et l'expédition de produits finis. Deux oléoducs desservent le marché l'un vers la Bretagne à travers le dépôt de Rennes, l'autre vers le centre et l'est avec le pipeline Donges –Melun-Metz. Deux gares routières et une gare ferroviaire permettent les livraisons par camions et par wagons dans l'ensemble des régions Ouest et Centre.



Carte 1 : le site de la raffinerie Total France à Donges

Les activités de la raffinerie sont sources de pollution dans l'air. Les quantités de benzène et de Composés Organiques non méthaniques émis en 2005 et 2006 sont mentionnées dans le tableau suivant.

Polluants	Emissions 2005 (tonnes) <sup>1</sup>	Emissions 2006 (tonnes) <sup>2</sup>
Benzène	17	17
Composés organiques volatils non méthaniques (COVNM)	1 800	1 440

Tableau 1 : émissions de composés organiques volatils par la raffinerie Total France de Donges en 2005 et 2006

Les émissions estimées de benzène sont stables depuis 2004 (16 tonnes) tandis que les émissions de COVNM sont en légère diminution entre 2005 et 2006.

À titre indicatif, les émissions de benzène en 2005 par d'autres raffineries sont présentées dans le tableau suivant.

Lieu	Société	Emissions de benzène en 2005 (tonnes)
Feyzin	Total France	64.5
Notre Dame de Gravenchon	ESSO	61.2
Notre Dame de Gravenchon	Exxonmobile	27.3
Gonfreville l'Orcher	Sogestrol	4.7
Harfleur	Total France	67.1
Loonplage	Total France	6.8
Martigues	BP	39
Fos sur mer	Esso	7.3 (2004)
Martigues	LBC Marseille/Fos	1.4
Berre	Shell Pétrochimie Méditerranée	6.5
Chateauneuf les Martigues	Total France	12.1

Tableau 2 : émissions de benzène par différentes raffineries en 2005 ([www.pollutionindustrielles.ecologie.gouv.fr](http://www.pollutionindustrielles.ecologie.gouv.fr)).

Avec 17 tonnes de benzène émis en 2005, la raffinerie Total France de Donges se situe dans la moyenne basse des établissements de raffinage en termes d'émissions.

<sup>1</sup> Registre français des Emissions Polluantes – [www.pollutionindustrielles.ecologie.gouv.fr](http://www.pollutionindustrielles.ecologie.gouv.fr)

<sup>2</sup> Total France – communication personnelle

# le dispositif mis en œuvre

Afin de répondre aux 2 objectifs de cette étude (évaluation de la distribution spatiale des niveaux de benzène sur la commune de Donges, localisation des zones d'émissions au sein de l'établissement et étude des variations temporelles fines), Air Pays de la Loire a mis en œuvre deux techniques complémentaires de mesure du benzène.

- les mesures par tubes à diffusion passives permettent d'avoir accès aux teneurs moyennes en benzène sur 7 jours mesurées sur une large zone ;
- les analyseurs automatiques permettent de mesurer le benzène au pas de temps horaire et ainsi d'avoir des informations sur l'évolution des concentrations à un pas de temps court.

## la mesure par tubes à diffusion

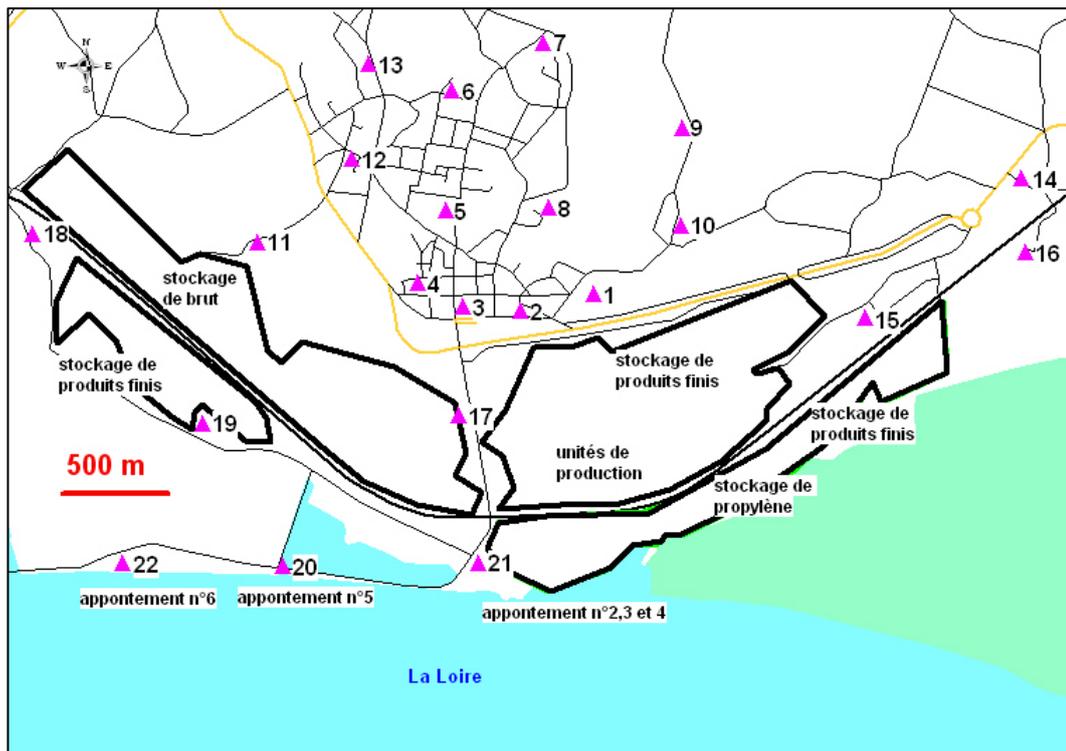
Cette méthode présente l'avantage de ne pas nécessiter d'alimentation électrique, d'être facile à mettre en œuvre. Elle peut donc être déployée sur de nombreux sites simultanément et permet ainsi d'étudier la distribution spatiale du benzène sur de larges zones géographiques.

### 22 sites de mesures

22 sites de mesures ont été considérés dans cette étude. La localisation de ces sites (cf. tableau et carte suivante) a été déterminée en collaboration avec Total France et la Ville de Donges lors d'une visite sur le terrain. Un maillage du milieu urbain est réalisé à l'aide de 11 sites. En complément, 11 sites ont été localisés à proximité immédiate des zones d'émissions de la raffinerie.

n°	description de la localisation
1	cimetière - futur site d'Air Pays de la Loire (enceinte grillagée poteau en béton le plus proche de la raffinerie avec boîte tournée vers raffinerie)
2	rue Pasteur : gouttière sur le garage de la station permanente d'Air Pays de la Loire
3	maison des associations - gouttière vers parking
4	stade municipal - gouttière bâtiment au bout de l'enceinte entre les 2 terrains
5	7 avenue des Herlains - ateliers municipaux gouttière en façade droite
6	rue de Vendée : entrée sur lampadaire 003-001
7	avenue des Herlains - au bout de la rue sur le lampadaire 053-028
8	cité des bois houlas : 4e montant (à partir de la droite) du grillage du court de tennis abandonné
9	lieu dit Beau Soleil : à l'arrière du panneau de signalisation virage dangereux en face de l'arrêt de bus
10	lieu dit la Rivaudais derrière poteau de signalisation "avertissement stop"
11	entre la Hermetière et la Héliardière - poteau du grillage de la raffinerie
12	rue Ampère - sur la canne de prélèvement de la station permanente d'Air Pays de la Loire
13	camping municipal sur lampadaire 046-030 (accès au fond de la rue de la Sorbonne).
14	la Mégretais sur bâtiment de la station permanente d'Air Pays de la Loire
15	lieu dit le pont Maudit - sur le montant gauche du portail R9 au niveau du pont
16	lieu dit l'Oisilière - pin à droite
17	poteau du grillage en face de la maison en ruine après ZI des Magouëts
18	lieu dit le Haut Village sur un poteau au niveau de la clôture de la raffinerie (portail B5) en face du réservoir P516
19	Lieu dit les Bossènes : sur un des montants du grillage entourant la station permanente d'Air Pays de la Loire
20	appontement pétrolier n°5 sur le mât du local (en haut des escaliers)
21	en face de l'entrée principale de la raffinerie sur le projecteur à 2 têtes
22	appontement pétrolier n°6, gouttière du local

Tableau 3 : description de la localisation des 22 sites de mesure



Carte 2 : localisation des 22 sites de mesure par tube à diffusion passive

### des mesures de benzène par tubes à diffusion passive

Des mesures de benzène par tubes à diffusion passive ont été réalisées sur les 22 sites.

La méthode de mesure du benzène par tubes à diffusion passive est basée sur le transport par diffusion moléculaire du benzène de l'air extérieur vers une zone de piégeage (cartouche adsorbante) constituée d'un adsorbant spécifique. Le benzène est ainsi retenu et s'accumule sur cette cartouche. Dans la pratique, le tube à diffusion passive est exposé dans l'air ambiant puis envoyé en laboratoire pour l'analyse du benzène piégé sur la cartouche adsorbante.

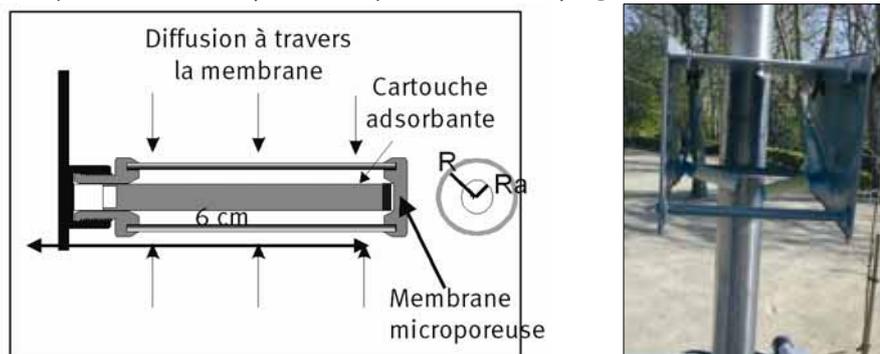


Photo 1 : tubes à diffusion passive installés dans leur boîte de protection

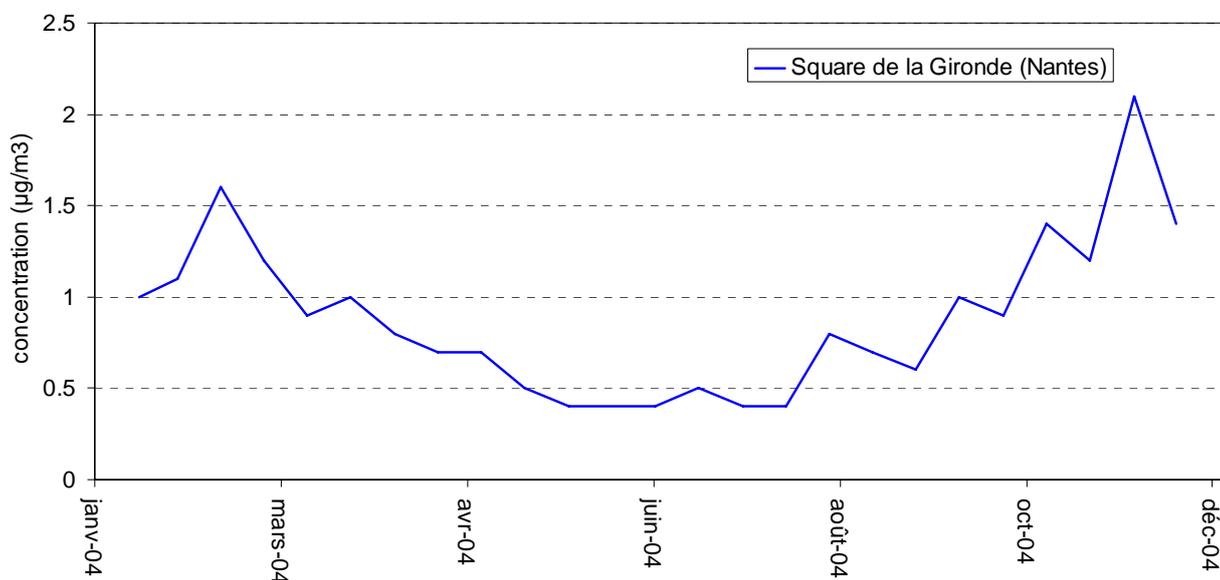
Pour la mesure du benzène, les tubes ont été exposés sur sites durant 7 jours. Les concentrations obtenues correspondent donc à des **teneurs moyennes sur 7 jours**.

Les tubes utilisés sont commercialisés par la société Radiello et ont fait l'objet de plusieurs études de validation en chambre d'exposition [1], [2], [3], [4], [5] et en conditions réelles sur le terrain [2], [5]. Après exposition ils ont été envoyés à la Fondazione Maugerie pour analyse.

Les 11 sites situés à proximité immédiate de la raffinerie ont été dotés de 2 tubes (doublons). La comparaison des 2 concentrations enregistrées sur chaque site a permis d'appréhender la répétabilité de la mesure (cf. annexe 2). Les sites plus éloignés ont été pourvus d'un tube.

## les périodes de mesure

2 périodes de 3 séquences de mesure d'une semaine chacune ont été considérées durant deux périodes aux conditions météorologiques contrastées (hiver 2005 et été 2006). En milieu urbain, les niveaux de benzène sont maxima durant l'hiver et minima durant l'été (cf. graphique suivant).



Graphique 1 : évolution du benzène mesuré sur le site urbain du square de la Gironde à Nantes en 2004

Le tableau suivant présente les 6 séquences de mesurées effectuées durant l'hiver 2005 et l'été 2006.

Période mesure	Séquences de mesure	Date de but—date de fin
Hiver 2005	1	du 24 novembre au 30 novembre 2005
	2	du 30 novembre au 7 décembre 2005
	3	du 7 décembre au 14 décembre 2005
Eté 2006	4	du 3 juillet au 10 juillet 2006
	5	du 10 juillet au 17 juillet 2006
	6	du 17 juillet au 25 juillet 2006

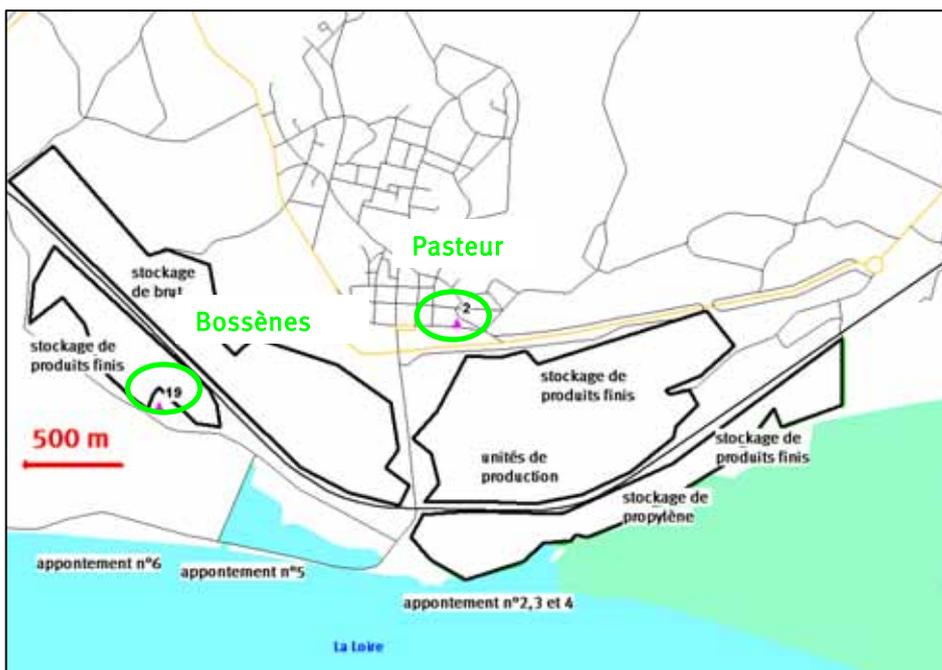
Tableau 4 : séquence de mesures durant l'hiver 2005 et l'été 2006

## la mesure par analyseurs automatiques

Cette méthode automatique de chromatographie permet d'avoir accès aux teneurs horaires de benzène et ainsi d'étudier l'évolution temporelle fine de ce polluant. L'analyseur est installé dans un local sécurisé, climatisé, doté d'alimentation électrique et relié au poste central d'Air Pays de la Loire via une ligne téléphonique.

### 2 sites de mesure

L'analyseur automatique a été installé successivement sur 2 sites permanents d'Air Pays de la Loire : rue Pasteur dans le Sud du centre ville de Donges à 250 mètres de la raffinerie puis sur le site des Bossènes localisé au niveau des zones de stockage Ouest de la raffinerie. Ces sites ont été choisis, en raison de leur proximité avec les zones d'émission, le premier étant de plus situé à proximité de la population résidente.



Carte 3 : localisation des 2 sites de mesures par analyseurs automatiques

## la mesure automatique par chromatographie

Il s'agit d'une méthode de mesure de référence au niveau européen. L'analyseur utilisé dans cette étude est un chromatographe en phase gazeuse à détection de ionisation de flamme (GC/FID) commercialisé par la société Chromatotech.

Le suivi du bon fonctionnement de l'analyseur est réalisé périodiquement, lors d'opérations de vérification ou d'étalonnage. Ces opérations sont manuelles, réalisées sur site.

Les opérations d'étalonnage sont effectuées avec des étalons de transfert raccordés directement au laboratoire d'étalonnage national de référence (Laboratoire National d'Essai).



Photo 2 : analyseur automatique de benzène

## les périodes de mesure

L'analyseur a été installé du 19 septembre 2006 au 17 janvier 2007 sur le site de Pasteur puis sur le site des Bossènes du 18 janvier au 15 mars 2007 (cf. tableau suivant).

Localisation	Période de mesure	Durée
Pasteur	19 septembre 2006 au 17 janvier 2007	4 mois
Bossènes	18 janvier au 15 mars 2007	2 mois

Tableau 5 : périodes de mesures du benzène par analyse automatique

Des problèmes métrologiques ont entraîné une interruption des mesures du 4 au 27 novembre 2006.

## récapitulatif des moyens mis en œuvre

Le tableau suivant récapitule pour les deux objectifs visés les méthodes mises en œuvre dans cette étude.

Objectif	Méthode de mesure	Caractéristique de la méthode	Nombre de site	Période de mesure
Distribution spatiale du benzène sur la commune de Donges	Tubes à diffusion passive	Mesures intégrées sur 7 jours facilité de mise œuvre couverture sur de larges zones	22	Hiver 2005 Eté 2006
Localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et étude de l'évolution temporelle fine	Analyseur automatique	Mesures horaires Nécessité d'un local climatisé, d'alimentation électrique et téléphonique	2 Pasteur et Bossènes	Septembre 2006-janvier 2007 Janvier-mars 2007

**Tableau 6 : récapitulatif des moyens mis en œuvre**

Rappel : Compte tenu de la durée de l'étude, le dispositif mis en œuvre ne permet pas de situer strictement les niveaux de pollution en benzène dans l'environnement de la raffinerie vis-à-vis des valeurs réglementaires (objectif de qualité, valeur limite) qui sont basées sur des concentrations annuelles de benzène.

Un suivi plus long sur une année civile serait alors nécessaire.

Toutefois une estimation des risques de dépassement de ces valeurs peut être établie sur le site de Pasteur en se basant sur les 5.5 mois de mesure réalisés sur ce site à l'aide de tubes à diffusion passive (1.5 mois de mesure) et de l'analyseur automatique (4 mois de mesure).

# les résultats

L'analyse suivante présente successivement :

La situation des niveaux de pollution par comparaison à d'autres études menées en milieu urbain et industriels.

Les résultats des deux campagnes par tubes à diffusion passive menées sur la commune de Donges durant l'hiver 2005 et l'été 2006 en termes de distribution spatiale de la pollution. Les résultats sont également reportés en annexe.

Les résultats obtenus lors de la campagne hivernale 2006-2007 par analyseur automatique menée sur les sites Pasteur et des Bossènes en termes de localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et d'évolution temporelle fine.

Une estimation des risques de dépassements des valeurs réglementaires sur le site de Pasteur basée sur les 5,5 mois de mesures réalisées sur ce site.

## comparaison aux mesures effectuées dans d'autres études

### comparaison aux mesures réalisées dans l'environnement d'autres raffineries

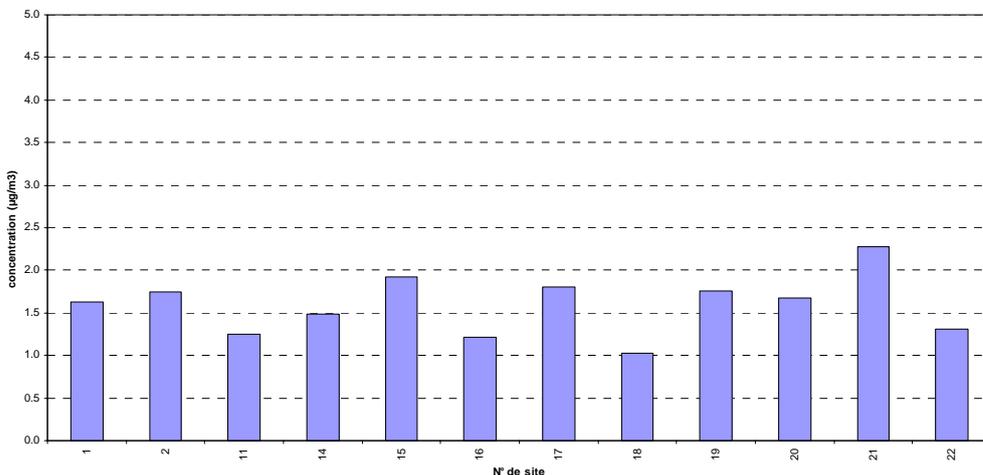
Le tableau suivant regroupe les niveaux de benzène mesurés par plusieurs réseaux de surveillance de la qualité de l'air autour de différentes raffineries.

Environnement industriel	Concentration en benzène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )			Remarques	Référence - AASQA
	Min-	moy-	max		
<b>Donges hiver 2005 :</b> environnement immédiat de la raffinerie Total	0.9	1.6	3.3	Mesures par tubes Radiello (7 jours du 24/11 au 14/12/05 sur 11 sites	Cette étude
<b>Donges été 2006 :</b> environnement immédiat de la raffinerie Total	0.2	1.1	5.5	Mesures par tubes Radiello (7 jours) du 03/07 au 25/07/07 sur 11 sites	Cette étude
<b>Donges hiver 2006-2007 :</b> environnement immédiat de la raffinerie Total	0.1	2.4	105.1	Mesures horaires par analyseurs automatiques (19 /09/06 -15/03/07)	Cette étude
<b>Petit Couronne :</b> à proximité de la raffinerie Shell	1.6	2.1	2.6	Mesures par tubes Radiello (14 jours) du 18/11/05 au 16/12/05 sur 2 sites	Air Normand communication personnelle
<b>Notre Dame de Gravenchon :</b> à proximité de la raffinerie Exxon Mobile	1.2	1.6	2.4	Mesures par tubes Radiello (14 jours) du 18/11/05 au 16/12/05 sur 1 site	Air Normand communication personnelle
<b>Notre Dame de Gravenchon :</b> à proximité de la raffinerie Exxon Mobile	0.03	0.68	19.5	Mesures horaires par analyseurs automatiques (juillet à décembre 2004)	Air Normand communication personnelle
<b>Gonfreville l'Orcher :</b> à proximité de la raffinerie Total	2.8	3.2	4.7	Mesures par tubes Radiello (14 jours) du 21/11/05 au 20/12/05 sur 2 sites	Air Normand communication personnelle
<b>Gonfreville l'Orcher :</b> à proximité de la raffinerie Total	0.04	2.75	136.4	Mesures horaires par analyseurs automatiques (année 2004)	Air Normand communication personnelle
<b>Mardyck :</b> à proximité immédiate raffinerie Total France	0.2	2.3	6.4	Mesures par tubes Radiello (7-14 jours) sur l'année 2004	ATmo Nord Pas de Calais
<b>Feyzin</b> à proximité de la raffinerie Total France		5.7		Mesures horaires par analyseurs automatiques (moyennes du 25 novembre au 15 décembre 2005)	Coparly communication personnelle
<b>Berre</b> à proximité de la raffinerie Shell	0.2	5.5	118.5	Mesures horaires par analyseurs automatiques (moyennes du 1/12/06 au 29/03/07)	Airfobep communication personnelle

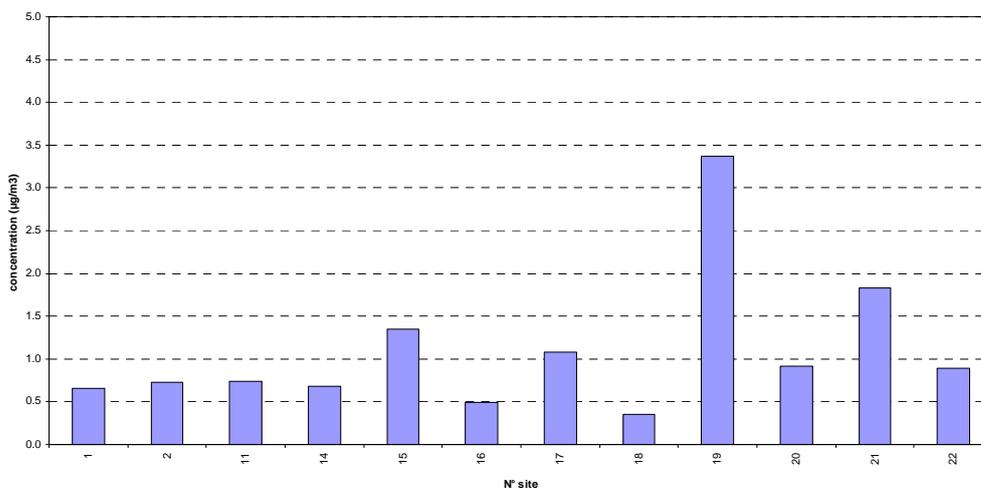
Tableau 7 : concentrations atmosphériques en benzène dans l'environnement de raffineries de pétrole

Les niveaux moyens en benzène mesurés à proximité de la raffinerie Total France à Donges sont similaires avec ceux enregistrés dans l'environnement d'autres sites de raffinage. Les niveaux de pointes (percentiles 98 et maxima) sont dans le même ordre de grandeur que ceux enregistrés autour de la raffinerie Total à Gonfreville l'Orcher (Seine Maritime) et de la raffinerie Shell à Berre (Bouches du Rhône).

Les deux graphiques suivants montrent les niveaux moyens enregistrés durant les périodes estivale et hivernale sur les sites localisés à proximité immédiate de la raffinerie.



Graphique 2 : concentration moyenne en benzène à proximité immédiate de la raffinerie – hiver 2005 (du 30 novembre au 14 décembre 2005)



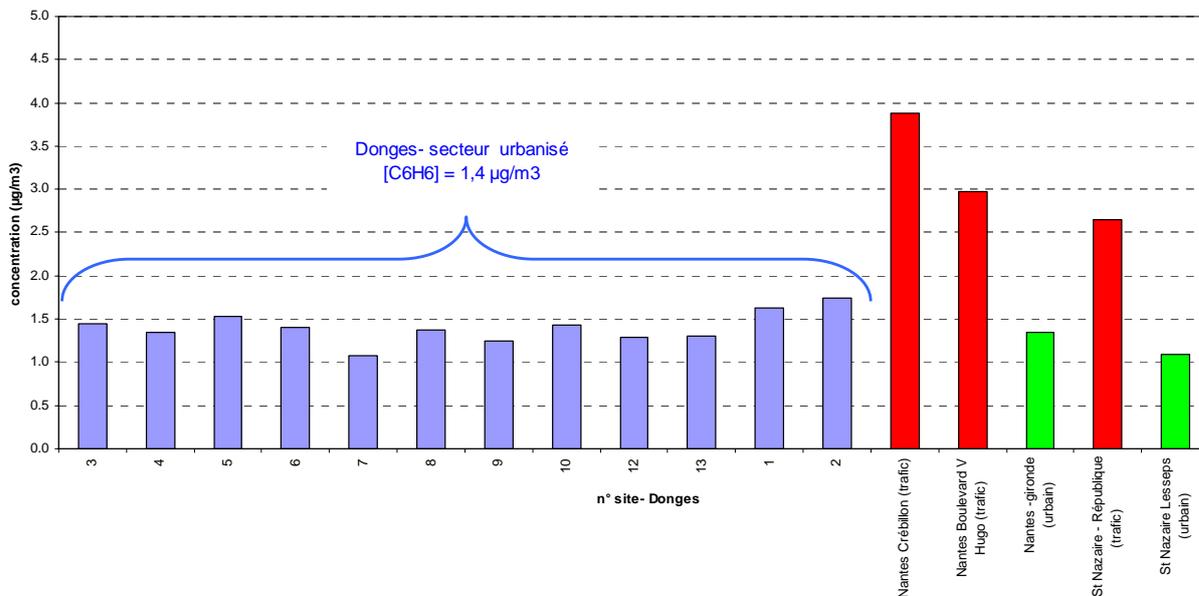
Graphique 3 : concentration moyenne en benzène à proximité immédiate de la raffinerie – été 2006 (du 3 au 25 juillet 2006)

Les niveaux moyens en benzène enregistrés varient fortement d'un site à l'autre, notamment durant la période estivale où nous enregistrons une concentration de 3.2 µg/m<sup>3</sup> sur le site de Bossènes (19) et seulement 0.3 µg/m<sup>3</sup> sur le site 18.

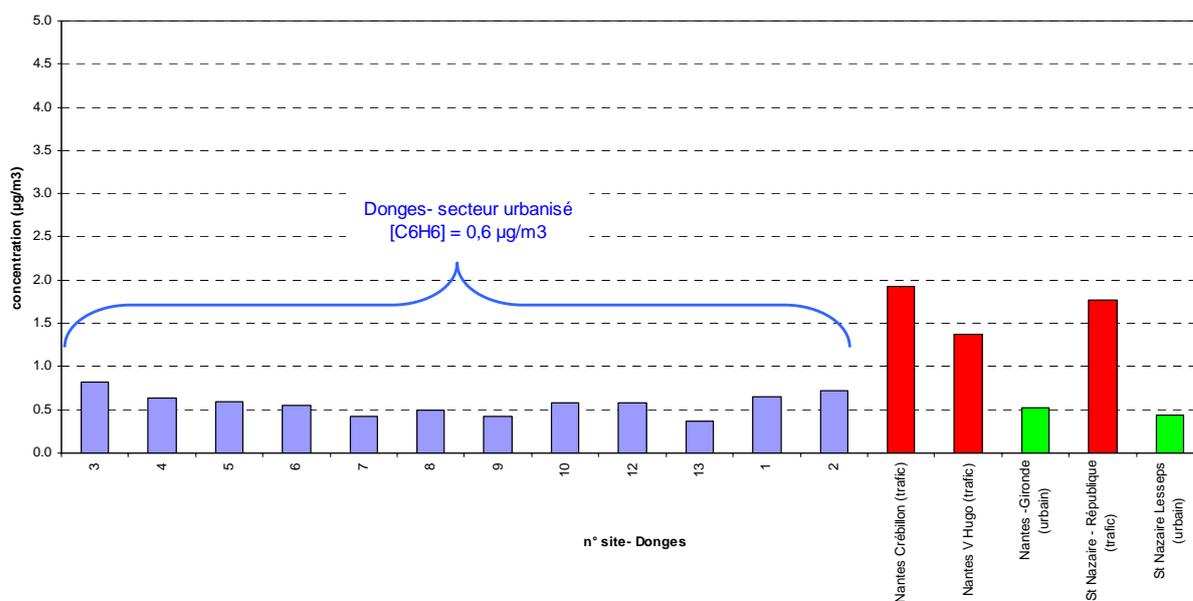
### comparaison au milieu urbain

Dans le cadre du suivi réglementaire, Air Pays de la Loire réalise depuis 2001 un suivi continu des teneurs en benzène en milieu urbain à l'aide de tubes diffusifs Radiello et également à l'aide d'un analyseur automatique situé sur le boulevard Victor-Hugo à Nantes. Les deux graphiques suivants montrent les niveaux moyens en benzène mesurés respectivement pendant l'hiver 2005 et l'été 2006 dans le secteur urbain de Donges comparés à ceux enregistrés sur 2 types de sites (site urbain et site de trafic) dans l'agglomération nantaise et nazairienne à la même période.

NB : les sites 1 et 2 (cimetière – et rue Pasteur) sont situés dans le secteur urbanisé de Donges à proximité de la raffinerie.



Graphique 4 : concentration moyenne en benzène en secteurs urbanisés de Donges, Nantes et Saint-Nazaire – hiver 2005 (24 novembre au 14 décembre 2005)



Graphique 5 : concentration moyenne en benzène en secteurs urbanisés de Donges, Nantes et Saint-Nazaire - été 2006 (3 au 25 juillet 2005)

Le tableau suivant présente les niveaux moyens et maxima en benzène mesurés au pas de temps horaire sur le site de Pasteur du 19 septembre 2006 au 17 janvier 2007.

Du 19 septembre 2006 au 17 janvier 2007	Moyenne ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Maxima horaire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Rue Pasteur (Donges)	2,1	105,1
Boulevard V.-Hugo (Nantes)	2,3	21,6

Tableau 8 : moyenne et maxima horaire en benzène enregistrés à Pasteur du 19 septembre 2006 au 17 janvier 2007

De façon globale durant l'hiver 2005 et l'été 2006, les niveaux de pollution sur les sites urbains de Donges sont homogènes et comparables à ceux enregistrés sur les sites urbains de Nantes et Saint-Nazaire. Toutefois, les sites 1 et 2 (Cimetière et rue Pasteur) localisés à proximité de la raffinerie présentent des niveaux en benzène ( $1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur les deux sites pendant les deux périodes) sensiblement plus élevés que les sites urbains de Nantes et St Nazaire ( $0.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les deux périodes de mesures).

Durant l'hiver 2006-2007, la concentration moyenne en benzène sur le site de Pasteur de Donges est sensiblement équivalente à celle enregistrée sur le site de trafic du boulevard Victor Hugo à Nantes. Le maximum enregistré pendant une heure est 5 fois plus élevé que celui mesuré au niveau du boulevard Victor Hugo à Nantes.

En résumé, pendant les périodes d'étude, le secteur urbanisé de Donges ne semble pas être influencé par les rejets de la raffinerie hormis le sud du centre ville (au niveau de la rue Pasteur et du Cimetière) qui est situé à 250- 300 mètres de l'établissement.

## distribution spatiale des niveaux en benzène sur la commune de Donges

### durant l'hiver 2005 (24 novembre - 7 décembre)

Les cartes suivantes représentent la distribution spatiale des teneurs en benzène sur le domaine d'étude. Elles ont été réalisées par interpolation statistique (méthode de krigeage) à l'aide du logiciel ISATIS commercialisé par la société Géovariance. Contrairement aux méthodes d'interpolation classiques, le krigeage prend en compte le comportement spatial de la variable étudiée à travers son étude géostatistique. Cette étude analyse la corrélation des données en fonction de la distance qui les séparent.

#### du 24 novembre au 30 novembre 2005



Carte 4 : distribution spatiale du benzène mesurée du 24 au 30 novembre 2005 sur la commune de Donges

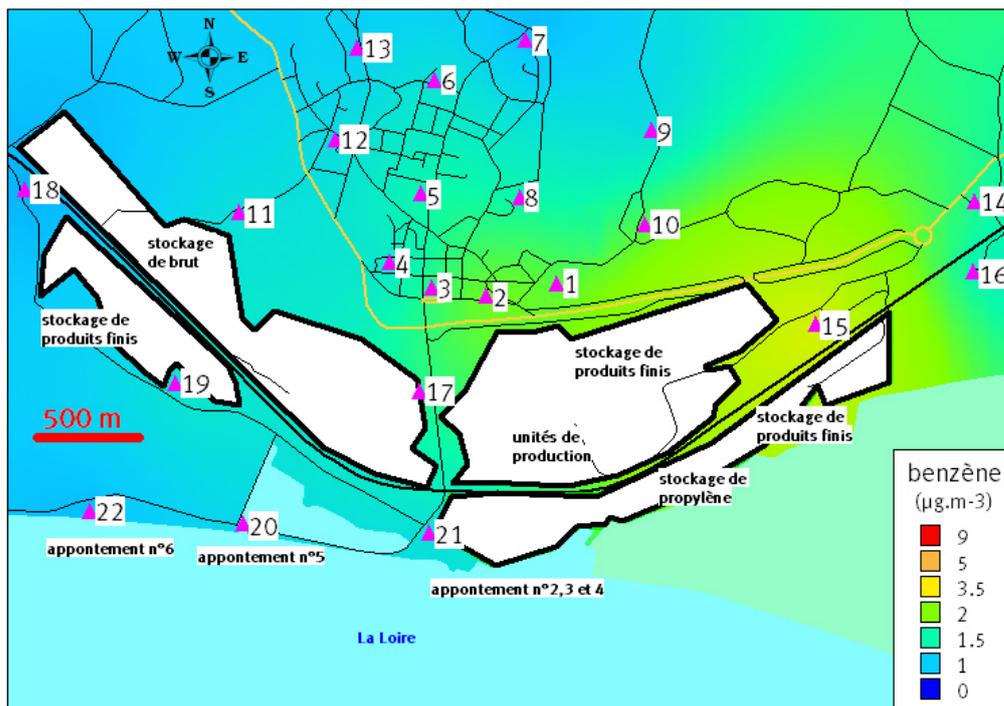
Les teneurs hebdomadaires s'échelonnent de 1.2 à 2.4  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

Les niveaux les plus élevés sont enregistrés à proximité immédiate de la raffinerie sur les sites 17, 19 et 21.

Il est à noter que ces 3 sites se situent, au cours de la période, sous les vents de Nord Ouest de la zone de stockage de l'ouest de la raffinerie. Ceci suggère une influence de la direction des vents sur la distribution spatiale des teneurs en benzène.

Dans le secteur plus urbanisé de Donges, les niveaux en benzène sont relativement homogènes puisqu'ils varient de 1.3 à 1.7  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ .

**du 30 novembre au 7 décembre 2005**



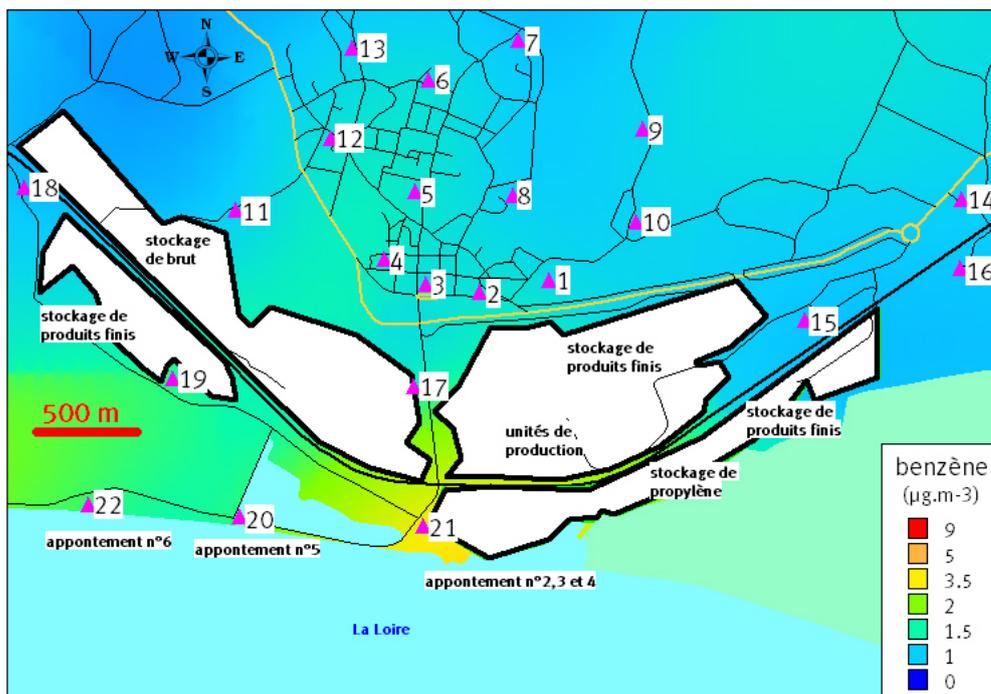
Carte 5 : distribution spatiale du benzène mesurée du 30 novembre au 7 décembre 2005 sur la commune de Donges

Les niveaux en benzène varient de 0.9 à 3.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le domaine d'étude.

Dans le secteur urbanisé de Donges, les concentrations demeurent relativement homogènes puisqu'elles s'échelonnent entre 0.9 et 1.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  selon les sites. En revanche à proximité de la raffinerie les niveaux sont plus dispersés (compris entre 0.9 et 3.1  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

Les niveaux les plus élevés sont enregistrés à l'est de l'établissement sous les vents d'Ouest ; vents prédominants durant cette période.

**du 7 au 14 décembre 2005**

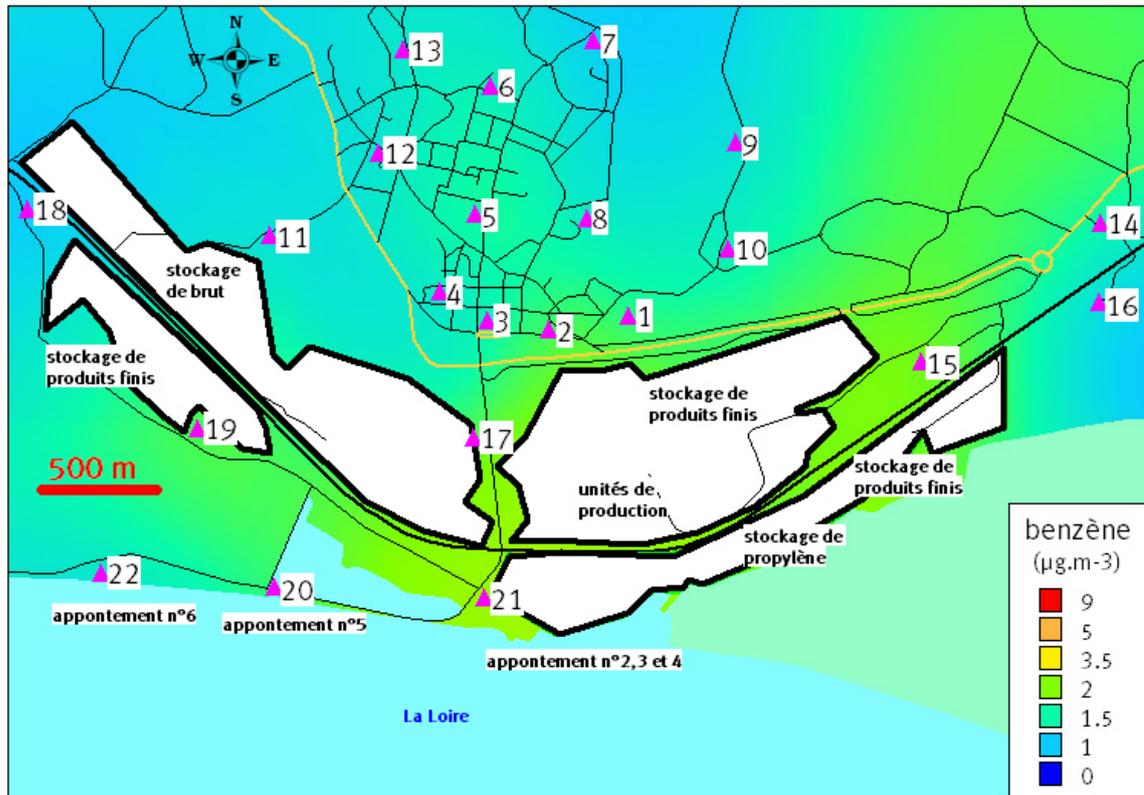


Carte 6 : distribution spatiale du benzène mesurée du 7 au 14 décembre 2005 sur la commune de Donges

À proximité de la raffinerie, les niveaux sont compris entre 0.9 et 3.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  ; les niveaux les plus élevés sont localisés dans la partie Sud de la raffinerie. Durant cette période, cette zone se situe sous les vents de Nord est des différentes unités de production.

Les concentrations dans le secteur plus urbanisé demeurent, comme les périodes précédentes, relativement homogènes.

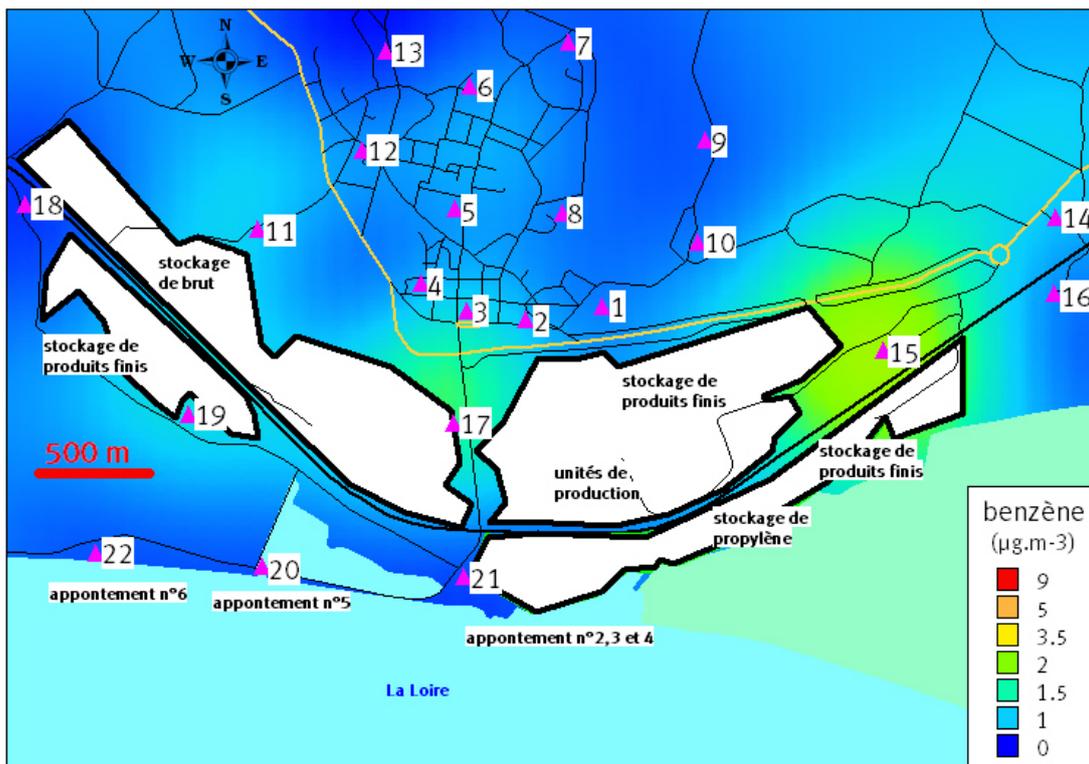
**en moyenne durant les 3 séquences hivernales**



Carte 7 : distribution spatiale du benzène mesurée du 30 novembre au 14 décembre 2005 sur la commune de Donges

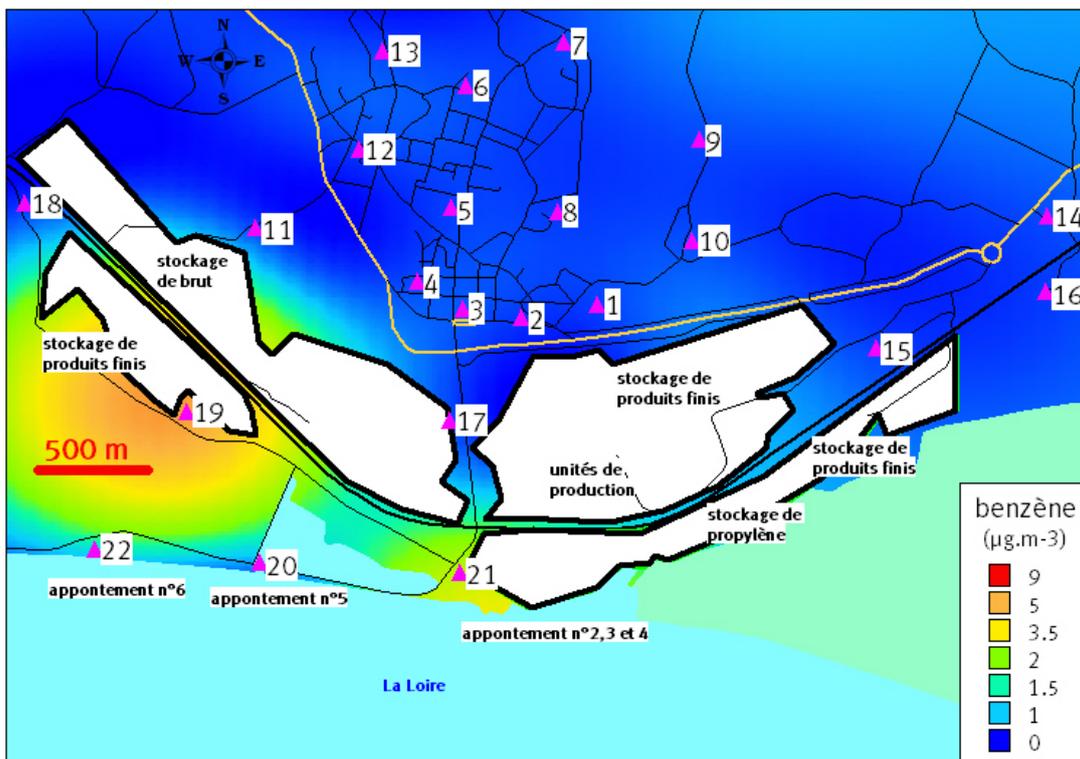
Au cours des 3 séquences de mesure, les niveaux moyens en benzène les plus élevés se situent à proximité de la raffinerie (concentration moyenne de 1.6  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) par comparaison au secteur plus urbanisé de Donges (concentration moyenne de 1.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ) soit un écart de 23 %. La concentration moyenne la plus élevée a atteint 2.3  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site 21.

**durant l'été 2006 (03 juillet – 25 juillet 2006)**  
**du 03 juillet au 10 juillet 2006**



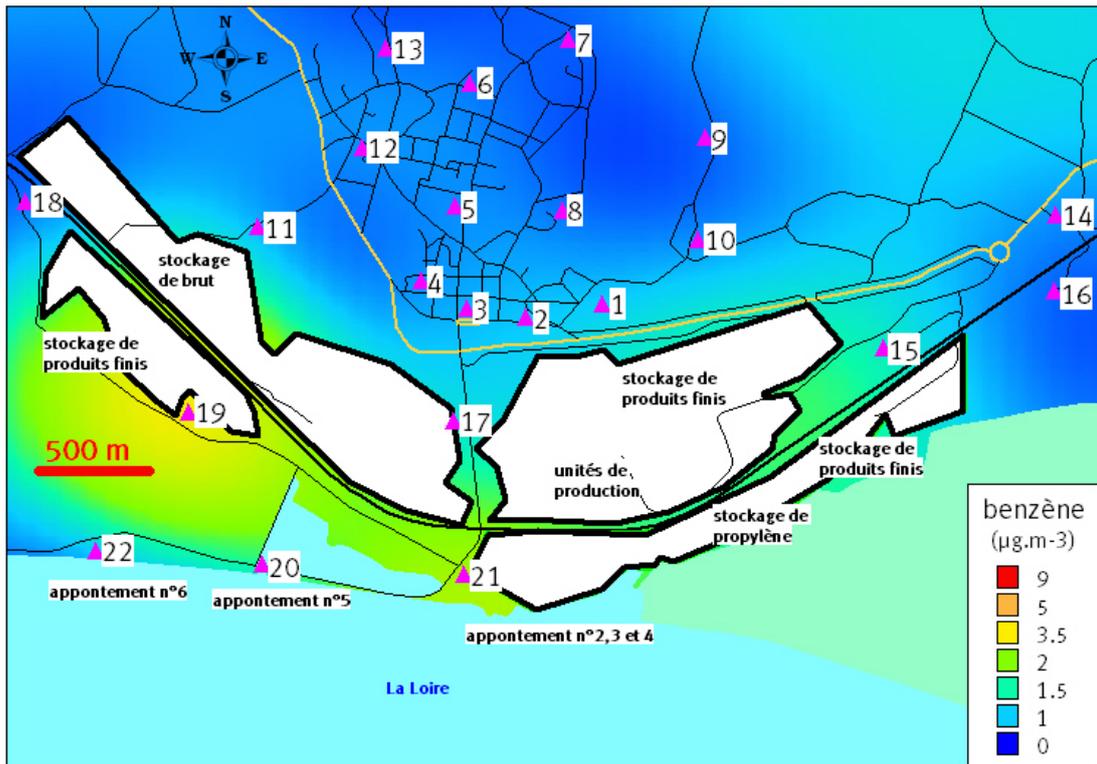
Carte 8 : distribution spatiale du benzène mesurée du 3 au 10 juillet 2006 sur la commune de Donges

**du 10 juillet au 17 juillet 2006**



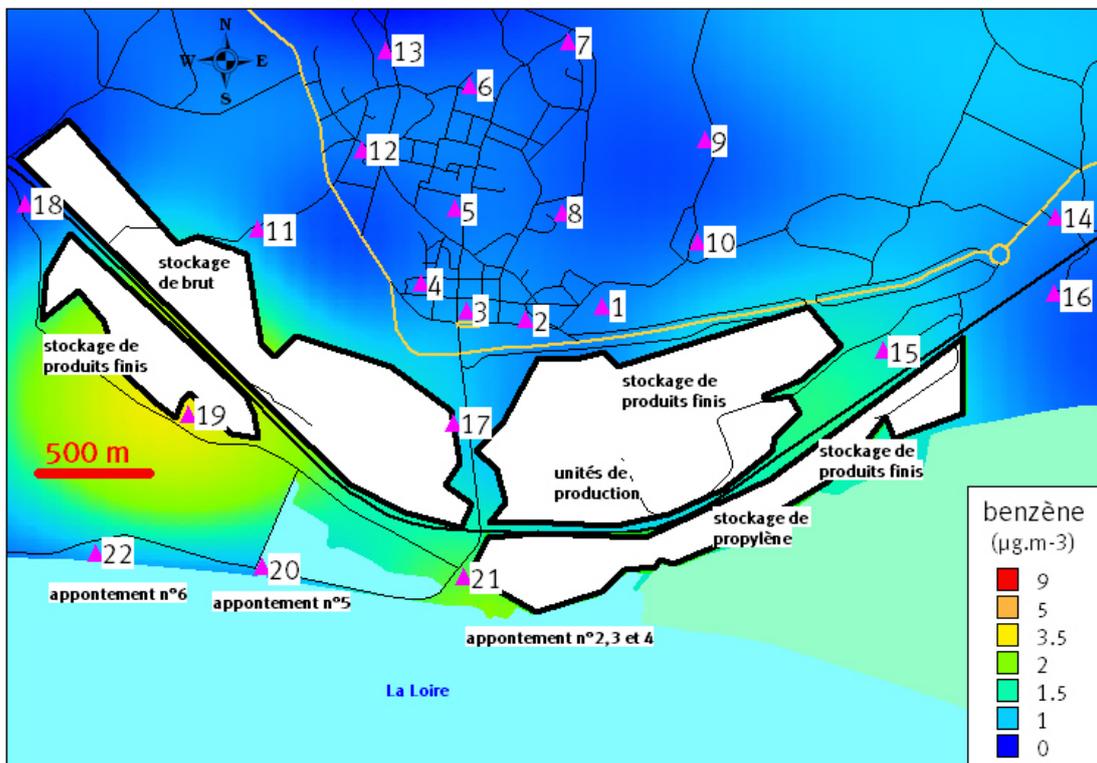
Carte 9 : distribution spatiale du benzène mesurée du 10 au 17 juillet 2006 sur la commune de Donges

**du 17 au 25 juillet 2006**



Carte 10 : distribution spatiale du benzène mesurée du 17 au 25 juillet 2006 sur la commune de Donges

**en moyenne sur les 3 séquences estivales**



Carte 11 : distribution spatiale du benzène mesurée du 3 au 25 juillet 2006 sur la commune de Donges

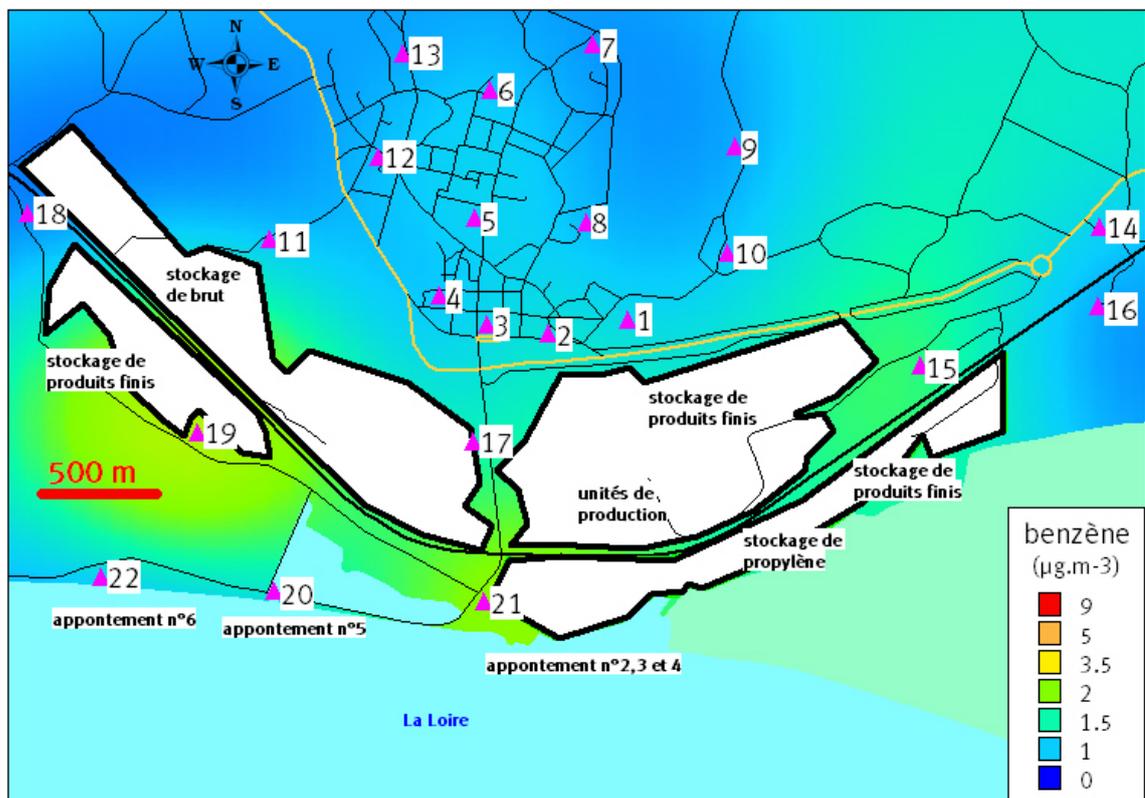
Durant les 3 séquences estivales nous retrouvons les mêmes caractéristiques en termes de distribution spatiale de la pollution.

Les rejets de benzène par la raffinerie ont un impact sur les teneurs atmosphériques des sites les plus proches de l'établissement (entre 0 et 300 mètres). Les niveaux les plus élevés sont enregistrés lorsque le site de mesure est sous les vents de la raffinerie. Du 10 au 17 juillet le site des Bossènes (19) a enregistré la teneur moyenne la plus élevée ( $5,5 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ). Durant cette période, ce site était sous les vents de Nord Est des zones de stockage Ouest de la raffinerie.

Du 3 au 10 juillet 2006, les vents essentiellement d'Ouest – Sud Ouest ont porté la pollution sur le site 17 ( $1,7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) localisé sous les vents de la zone de stockage Ouest et sur le site 15 ( $2,4 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) alors sous les vents des différentes unités de production et des zones de stockage.

Sur les sites plus éloignés de la raffinerie, les teneurs en benzène demeurent plus faibles et relativement homogènes (comprises entre  $0,4$  et  $0,9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

#### en moyenne sur les 2 périodes hivernale et estivale



Carte 12 : distribution spatiale du benzène sur la commune de Donges issue des 6 semaines de mesures menées durant l'hiver 2005 et l'été 2006

La distribution spatiale de la pollution par le benzène sur la commune durant les 6 semaines de mesures montre des niveaux plus élevés à proximité de la raffinerie notamment au niveau de la zone de stockage Ouest. En s'éloignant de l'établissement la pollution devient plus faible et homogène comparable à celle rencontrée en agglomérations urbaines (Nantes et Saint-Nazaire) sur des sites urbains non influencés.

## localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie et évolution temporelle fine de la pollution en benzène

Rappel du dispositif : des mesures horaires de benzène ont été effectuées à l'aide d'un analyseur automatique successivement sur deux sites permanents d'Air Pays de la Loire : rue Pasteur (du 19 septembre 2006 au 17 janvier 2007) et à Bossènes (du 18 janvier au 15 mars 2007).

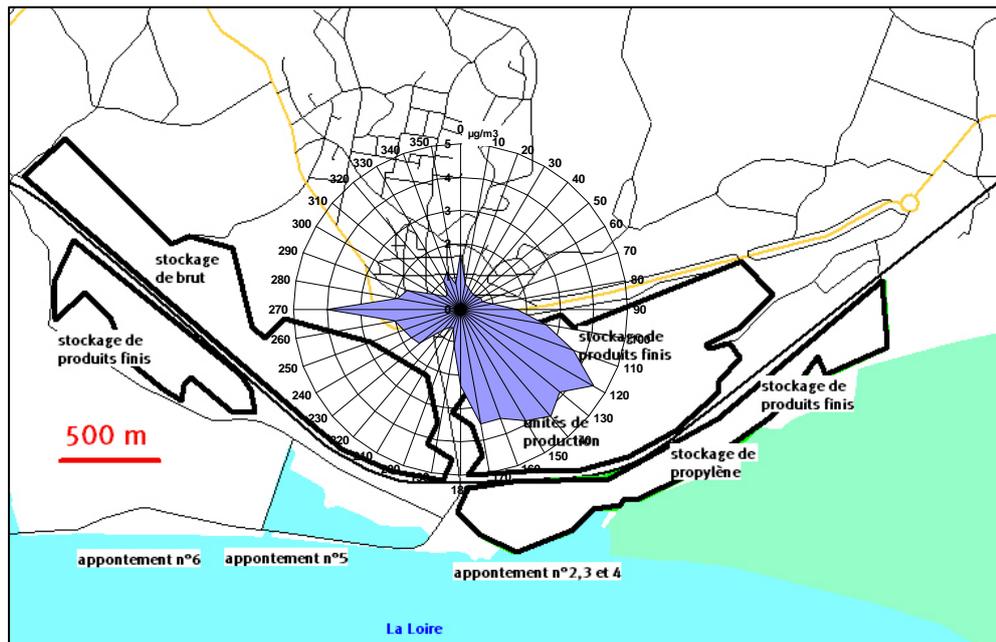
### localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie

La localisation des zones d'émission au sein de la raffinerie se base sur l'étude des roses de pollution enregistrées respectivement sur le site de Pasteur et des Bossènes.

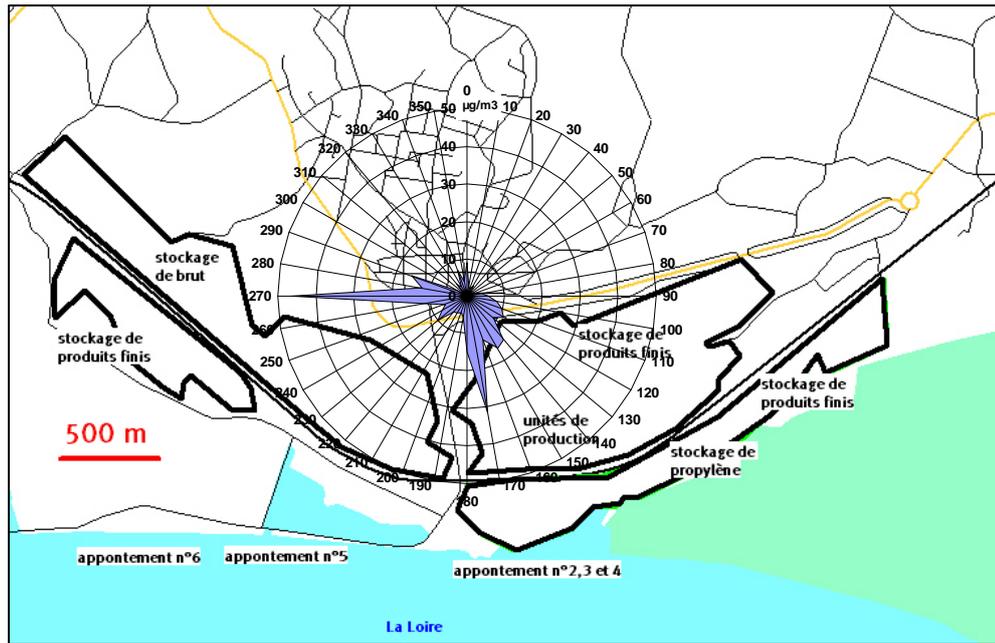
Ce type de graphique indique les niveaux de benzène en fonction de la direction des vents enregistrés par Météo France à Gron. Sur un site donné, il permet de savoir sous quelle direction de vents les niveaux sont les plus élevés et ainsi de localiser les zones d'émission prépondérantes au sein de la raffinerie.

#### sur le site de Pasteur

Les graphiques suivants représentent la rose de pollution pour les niveaux moyens et de pointe (percentile 98) en benzène, enregistrés du 19 septembre au 17 janvier 2007 sur le site de Pasteur.



Graphique 6 : rose de pollution des niveaux moyens de benzène mesurés rue Pasteur à Donges entre le 19 septembre 2006 et le 17 mars 2007

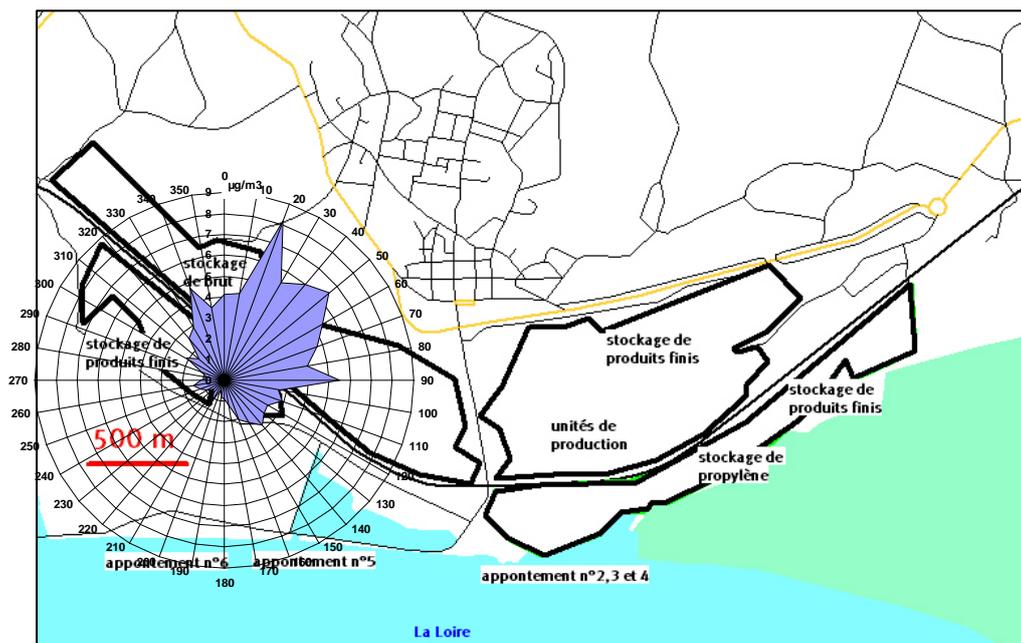


Graphique 7 : rose de pollution des niveaux de pointe (percentile 98) en benzène mesurés rue Pasteur à Donges entre le 19 septembre 2006 et le 17 janvier 2007 (4 mois)

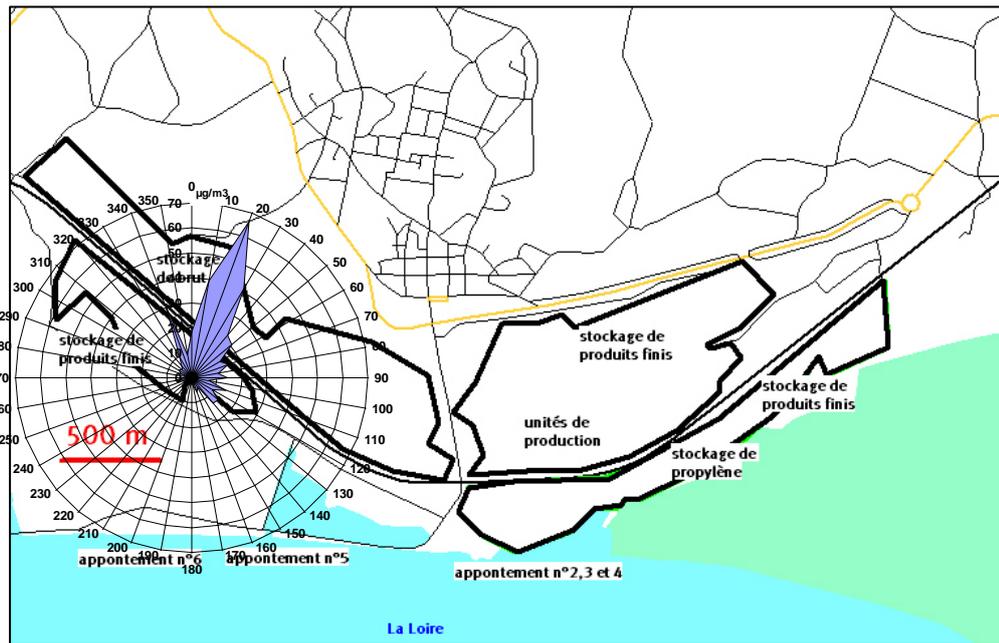
Les niveaux moyens et de pointe les plus élevés sont observés par vent d'Ouest (270 °N) et par vent de Sud est [110°N-170 °N]. Ceci suggère la présence de deux zones d'émission prépondérantes au sein de la raffinerie l'une située dans la partie Ouest de l'établissement (zone de stockage) comme l'a montré les cartographies de niveaux moyens et la seconde dans la partie centrale de l'établissement. Aucune élévation particulière de la pollution n'est visible en provenance des autres directions.

**sur le site des Bossènes**

Les deux graphiques suivants représentent la rose de pollution pour les niveaux moyens et de pointe (percentile 98) enregistrés du 18 janvier au 15 mars 2007 sur le site de Bossènes.



Graphique 8 : rose de pollution des niveaux moyens de benzène mesuré à Bossènes entre le 18 janvier et le 17 mars 2007 (2 mois)



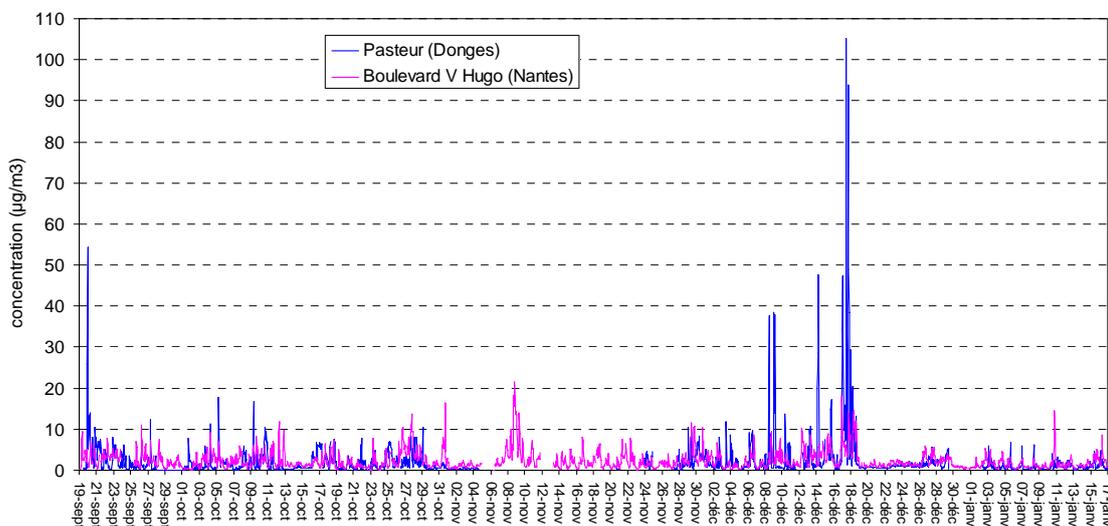
Graphique 9 : rose de pollution des niveaux de pointe (percentile 98) de benzène mesuré à Bossènes entre le 18 janvier et le 17 mars 2007

Les niveaux moyens et de pointe les plus élevés sont observés par vents de Nord est [10°N- 60°N]. Ceci confirme la zone d'émission prépondérante au sein de la raffinerie située dans la partie Ouest de l'établissement (Zone de stockage). L'étude détaillée de cette rose de pollution montre également mais dans une moindre mesure, les appontements 2.3.4 et la partie centrale de l'établissement comme zone d'émissions. Les teneurs les plus faibles sont observées par vents de sud ouest lorsque le site des Bossènes se situe au vent des différentes installations.

### évolution temporelle fine de la pollution en benzène

Les deux graphiques suivants montrent l'évolution temporelle des concentrations horaires enregistrées respectivement sur le site de Pasteur et sur le site de Bossènes. À titre indicatif, une comparaison est faite avec le site de trafic du Boulevard Victor-Hugo à Nantes.

#### sur le site de Pasteur



Graphique 10 : évolution temporelle des concentrations horaires en benzène mesurées du 19 septembre 2006 au 17 janvier 2007 sur le site de Pasteur

L'évolution temporelle sur le site de Pasteur se caractérise par la présence de hausses rapides des niveaux horaires de benzène qui peuvent atteindre plusieurs dizaines de  $\mu\text{g}/\text{m}^3$  voire une centaine (max horaire de 105.1 le 17 décembre 2006). Le tableau suivant récapitule les 18 journées où le maximum horaire a dépassé  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ . Il est également mentionné si le site était sous les zones d'émissions et la durée de l'épisode de pollution (nombre d'heures consécutives où les niveaux horaires dépassent  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ).

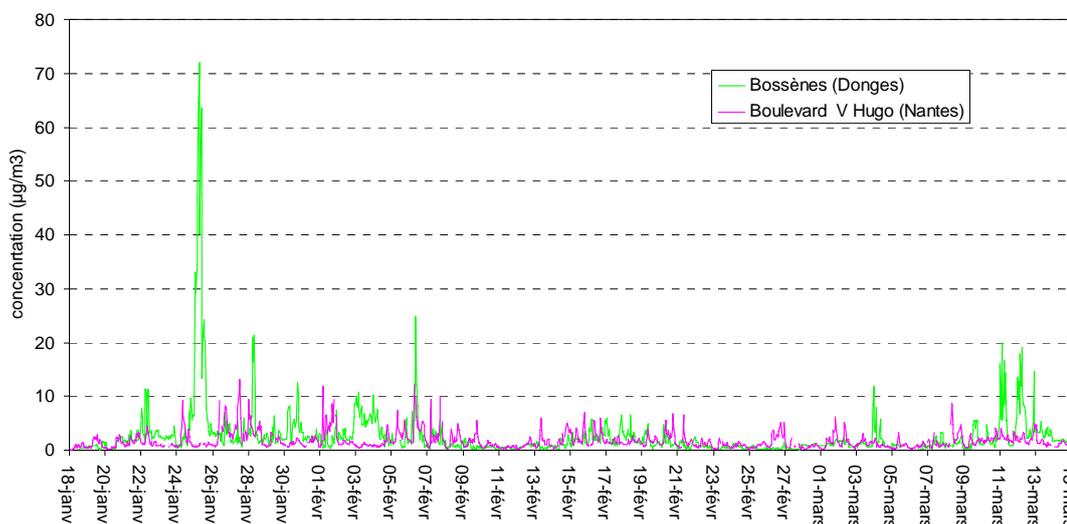
date	Max hor ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Sous les vents des zones d'émissions?	Durée de l'épisode (heure)
17/12/2006	105.1	oui	5
20/09/2006	54.2	oui	3
14/12/2006	47.6	oui	4
09/12/2006	38.5	oui	4
08/12/2006	37.6	oui	2
18/12/2006	29.3	oui	2
19/09/2006	25.9	oui	1
05/10/2006	17.7	oui	1
15/12/2006	17.3	oui	2
09/10/2006	16.6	oui	1
10/12/2006	13.8	oui	1
27/09/2006	12.4	oui	1
03/12/2006	11.7	oui	1
04/10/2006	11.4	non	1
13/12/2006	10.7	oui	1
29/10/2006	10.6	oui	1
10/10/2006	10.5	oui	1
29/11/2006	10.4	oui	1

Tableau 9 : journée où un dépassement de la valeur horaire  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a été enregistré sur le site Pasteur et durée de l'épisode

La quasi totalité (17/18) des maxima horaires supérieurs à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sont enregistrés lorsque le site de Pasteur se situe sous les vents des deux zones d'émissions.

Nous recensons sur la période de mesure 11 épisodes d'une durée d'une heure et 7 épisodes d'une durée supérieure ou égale à 2 heures. Il est à noter que les hausses les plus élevées en termes de concentrations sont également celles qui durent le plus longtemps.

### sur le site des Bossènes



Graphique 11 : évolution temporelle des concentrations horaires en benzène mesurées du 18 janvier au 15 mars 2007 sur le site de Bossènes

Comme sur le site de Pasteur, l'évolution horaire des niveaux de benzène mesurés sur le site des Bossènes se caractérise par la présence de hausses rapides des concentrations. 9 journées durant lesquelles le maximum horaire a dépassé  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  ont été recensées. Le tableau suivant récapitule ces journées ainsi que la durée de ces épisodes.

date	Max horaire ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )	Sous les vents des zones d'émissions ?	Durée de l'épisode (heure)
25/01/2007	72	oui	15
06/02/2007	24.8	oui	3
28/01/2007	21.3	oui	4
11/03/2007	19.9	oui	1
12/03/2007	19	oui	4
30/01/2007	12.6	oui	2
03/03/2007	11.8	oui	1
22/01/2007	11.3	oui	2
03/02/2007	10.6	oui	1

Tableau 8 : journée où un dépassement de la valeur horaire  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  a été enregistré sur le site des Bossènes et durée de l'épisode

La totalité des maxima horaires supérieures à  $10 \mu\text{g}/\text{m}^3$  est enregistrée lorsque le site de Bossènes se situe sous les vents de la raffinerie.

Sur les 9 épisodes recensés, 6 ont une durée minimale de 2 heures et 3 ont duré une heure. Il est à noter que l'épisode du 25/01/07 (maximum horaire de  $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) a duré plus de la demi-journée (15 heures).

## Evaluation des risques de dépassement des valeurs réglementaires.

Les valeurs réglementaires définies pour le benzène (objectif de qualité et valeur limite) correspondent à des moyennes sur une année civile.

Compte tenu de la période d'étude, une comparaison stricte des niveaux de pollution en benzène avec ces valeurs réglementaires ne peut donc être réalisée.

Un suivi sur une année civile serait alors nécessaire.

Toutefois une estimation des risques de dépassement de ces valeurs peut être réalisée sur le site de Pasteur en se basant sur les 5.5 mois de mesure disponibles.

Le tableau suivant récapitule les concentrations moyennes en benzène enregistrées respectivement durant l'hiver 2005, l'été 2005 et l'hiver 2006-2007 sur le site de Pasteur.

période	durée	Concentration moyenne en benzène ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Du 24 novembre 2005 au 7 décembre 2005	3 semaines	1.7
Du 3 au 25 juillet 2006	3 semaines	0.7
Du 19 septembre 2006 au 17 janvier 2007	4 mois	2.1

Tableau 10 : concentration moyenne en benzène durant les 3 périodes de mesure

La moyenne pondérée en fonction des durées des périodes de mesure s'élève à  $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur les 5.5 mois.

Ainsi, le risque de dépassement de la valeur limite annuelle ( $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en 2006) est a priori faible tandis qu'il existe un risque potentiel de dépassement de l'objectif de qualité sachant que la moyenne sur la période d'étude ( $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) demeure proche de l'objectif de qualité ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur un an).

## conclusions et perspectives

Les mesures hebdomadaires de benzène réalisées à l'aide de tubes à diffusion passive durant 6 semaines (hiver 2005 et été 2006) sur 22 sites de mesure localisés sur l'ensemble du territoire de la commune de Donges ont mis en évidence :

- un impact des rejets de la raffinerie sur les concentrations mesurées sur les sites les plus proches situés entre 0 et 300 mètres de l'établissement ;
- sur ces sites la pollution est très variable et dépend notamment de la direction des vents. Les niveaux de pollution les plus élevés sont enregistrés lorsque le site se trouve sous les vents de la raffinerie ;
- sur les sites plus éloignés, la pollution en benzène reste faible et homogène, comparable à celle enregistrée sur d'autres sites urbains de Nantes et Saint-Nazaire.

À proximité de la raffinerie, les mesures de benzène enregistrées durant l'hiver 2006-2007 rue Pasteur dans le centre ville de Donges puis à Bossènes (zone de stockage Ouest) à l'aide d'un analyseur automatique ont permis de mettre en évidence :

- un impact des émissions de la raffinerie sur les teneurs atmosphériques enregistrées sur ces 2 sites confirmant ainsi les observations faites durant l'hiver 2005 et l'été 2006 ;
- deux zones d'émissions prépondérantes ont pu être localisées (Ouest de la raffinerie au niveau de la zone de stockage, partie centrale de l'établissement) ;
- des niveaux moyens sensiblement comparables à ceux enregistrés sur un site de trafic (boulevard Victor Hugo à Nantes) ;
- des maximums horaires ( $105.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de Pasteur et  $72 \mu\text{g}/\text{m}^3$  sur le site de Bossènes comparables à ceux mesurés à proximité d'autres raffineries (raffinerie Shell à Berre l'Etang et raffinerie Total à Gonfreville l'Orcher).

Les valeurs réglementaires définies pour le benzène (objectif de qualité et valeur limite) correspondent à des moyennes sur une année civile. Compte tenu de la durée de l'étude, seule une estimation des risques de dépassement de ces valeurs peut être réalisée sur le site de Pasteur en se basant sur les 5.5 mois de mesure disponibles.

Ainsi, le risque de dépassement de la valeur limite annuelle est à priori faible tandis qu'il existe un risque potentiel de dépassement de l'objectif de qualité sachant que la moyenne sur la période d'étude ( $1.8 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) demeure proche de l'objectif de qualité ( $2 \mu\text{g}/\text{m}^3$  en moyenne sur un an).

Pour une comparaison stricte des niveaux en benzène par rapport à la réglementation, un suivi sur une année civile serait alors nécessaire.

# annexes

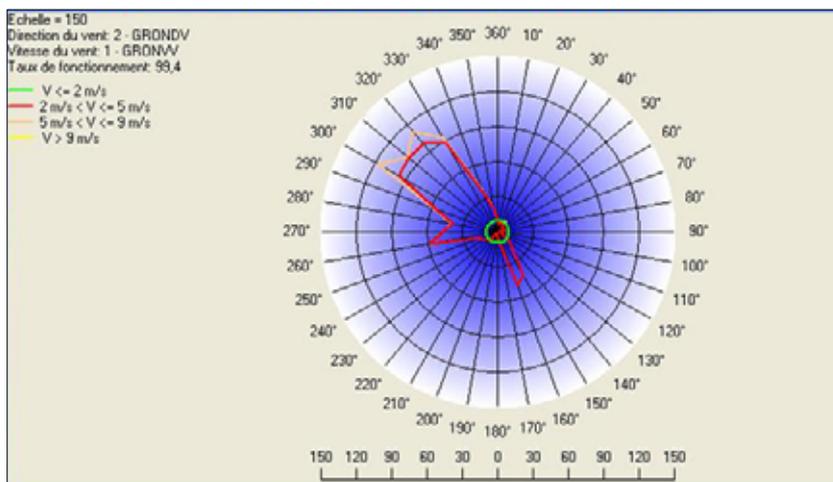
- annexe 1 : les conditions météorologiques durant l'étude
- annexe 2 : validation des mesures par tubes à diffusion
- annexe 3 : concentrations en benzène mesurée par tubes à diffusion passive
- annexe 4 : Air Pays de la Loire
- annexe 5 : techniques d'évaluation
- annexe 6 : types des sites de mesure
- annexe 7 : polluants
- annexe 8 : seuils de qualité de l'air 2005, 2006 et 2007

## annexe 1: les conditions météorologiques durant la campagne

### hiver 2005 du 24 novembre au 14 décembre 2005

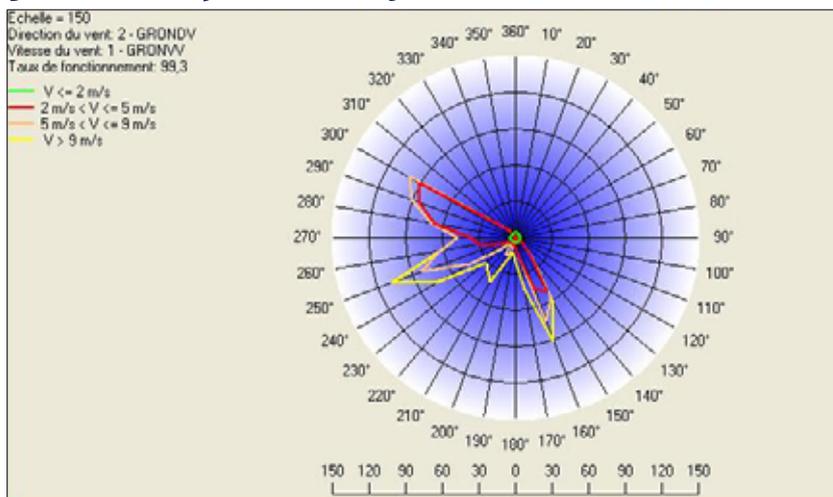
#### du 24 au 30 novembre 2005

Durant cette première séquence de mesure les vents ont soufflé essentiellement du Nord Ouest (cf. graphique suivant). La température moyenne sous abris n'a atteint que 4 °C.



Rose des vents à Gron du 24 au 30 novembre 2005 (source de données Météo France)

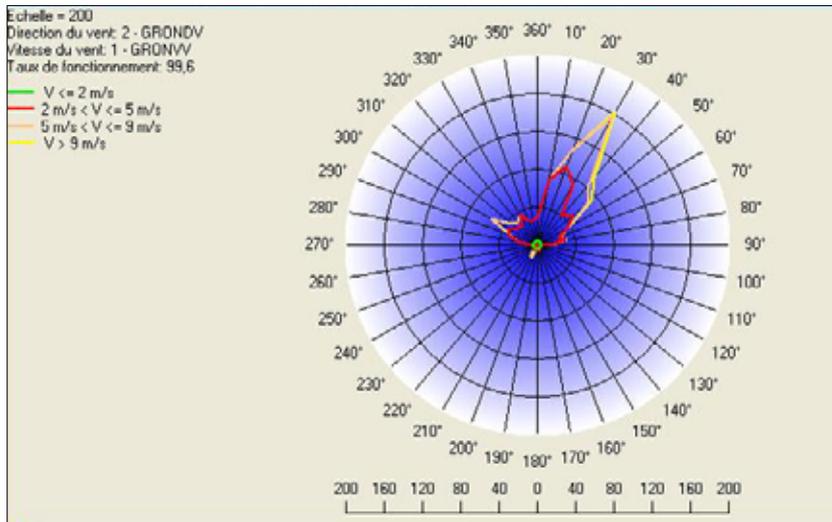
#### du 30 novembre au 7 décembre 2005



Rose des vents à Gron du 30 novembre au 7 décembre 2005 (source de données Météo France)

Nous assistons à un léger réchauffement par rapport à la première séquence de mesure ; la température moyenne sous abris atteignant 8°C. Durant cette semaine, les vents ont soufflé du secteur Ouest et dans une moindre mesure du Sud Est.

**du 7 au 14 décembre 2005**



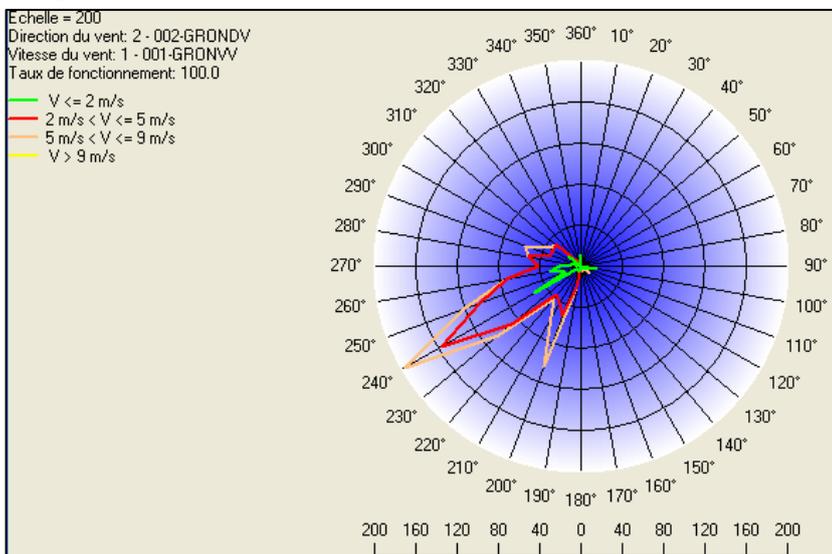
Rose des vents à Gron du 7 au 14 décembre 2005 (source de données Météo France)

Les vents ont soufflé essentiellement du Nord-Est. La température moyenne sur la semaine a atteint 5 °C.

**été 2006 : 3 au 25 juillet 2006**

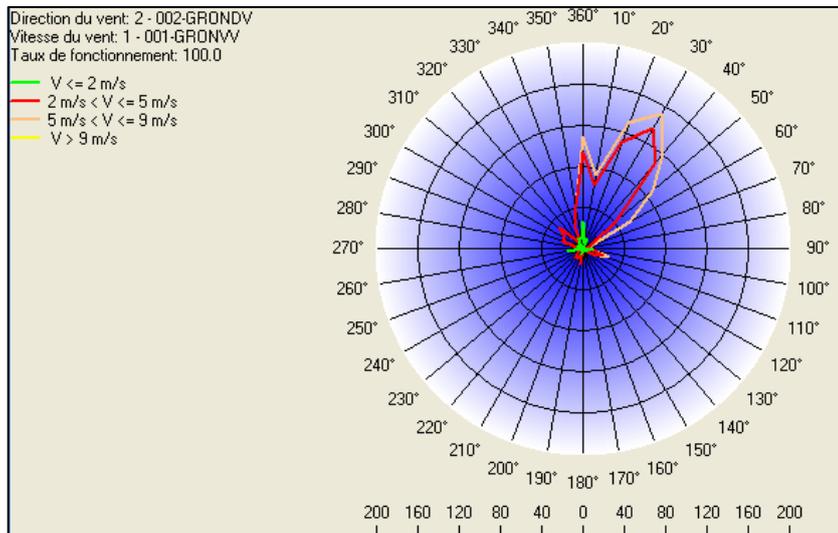
**du 03 au 10 juillet 2006**

Durant cette séquence de mesure les vents ont soufflé essentiellement du Sud Ouest (cf. graphique suivant). La température moyenne sous abris a atteint 19°C.



Rose des vents à Gron du 3 au 10 juillet 2006 (source de données Météo France)

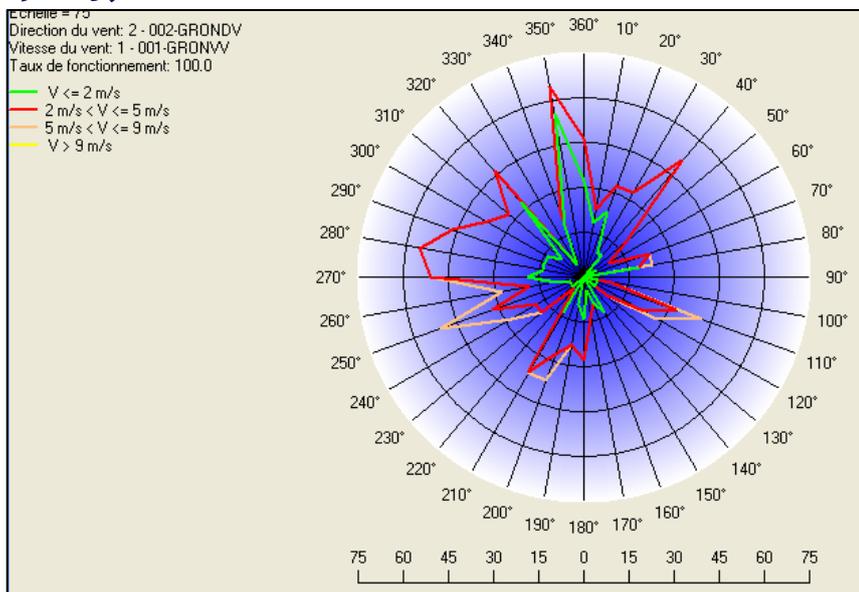
**du 10 au 17 juillet 2007**



Rose des vents à Gron du 10 au 17 juillet 2006 (source de données Météo France)

Nous assistons à un léger réchauffement par rapport à la première séquence de mesure ; la température moyenne sous abris atteignant 23°C. Durant cette semaine, les vents ont soufflé exclusivement du Nord Est.

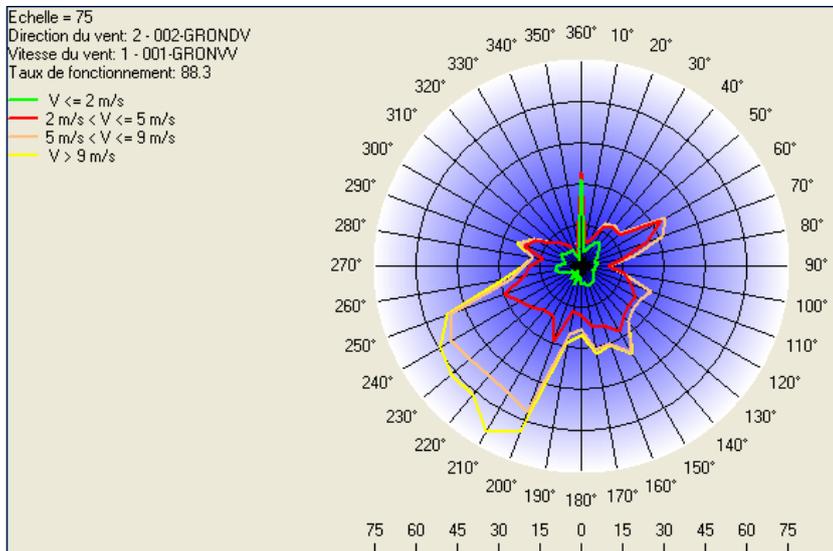
**du 17 au 25 juillet 2006**



Rose des vents à Gron du 17 au 25 juillet 2006 (source de données Météo France)

Durant cette dernière semaine les vents ont été faibles et variables en direction. La température moyenne sous abris a été de 24 °C.

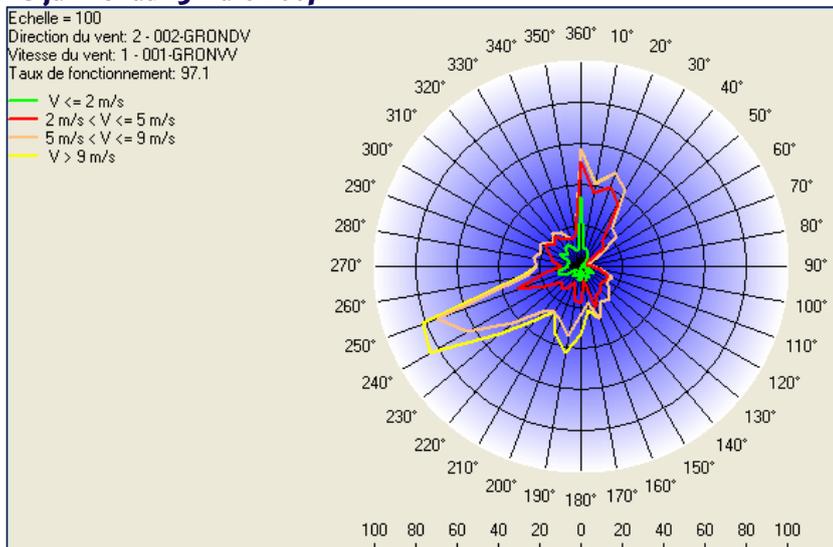
**Hiver 2006 -2007 : du 19 septembre 2006 au 15 mars 2007.**  
**du 19 septembre 2006 au 17 janvier 2007**



Rose des vents à Gron du 19 septembre 2006 au 17 janvier 2007 (source de données Météo France)

Durant ces périodes, des vents forts ont soufflés essentiellement du Sud Ouest. La température moyenne 11 °C a été particulièrement douce pour la saison.

**du 18 janvier au 15 mars 2007**



Rose des vents à Gron du 18 janvier au 15 mars 2007 (source de données Météo France)

Les vents ont soufflé du Nord Est puis du Sud Ouest. La température moyenne a atteint 8.5 °C.

## annexe 2 : validation des mesures réalisées par tubes à diffusion passive

Les tubes placés en doublons sur les sites proches de la raffinerie permettent d'appréhender la répétabilité de la mesure. Les résultats sont regroupés dans le tableau suivant.

	Ecart entre relatif en %	Ecart absolu ( $\mu\text{g}/\text{m}^3$ )
Moyenne sur 30 doublons (hiver 2005)	9%	0.13
Moyenne sur 23 doublons (été 2006)	8.2%	0.09

Tableau : répétabilité des mesures de benzène effectuées par tubes à diffusion passive

L'écart relatif ne dépasse pas 10 % (soit un écart absolu moyen ne dépassant  $0.13 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ) ce qui suggère une bonne répétabilité de la mesure de benzène par tubes Radiello. Cette remarque confirme les tests réalisés par le Laboratoire Central de Surveillance de la Qualité de l'Air [1], [2].

## annexe 3 : concentrations en benzène mesurés par tubes à diffusion passive

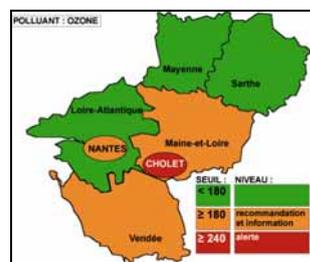
site	N° site description site	hiver 2005			été 2006		
		24 nov 05 au 30 nov 05	30 nov 05 au 07 déc 05	7 déc 05 au 14 déc 05	3 juil 06 au 10 juil 06	10 juil 06 au 17 juil 06	17 juil 06 au 25 juil 06
1	cimetière - futur site d'Air Pays de la Loire (enceinte grillagée poteau en béton le plus proche de la raffinerie avec boîte tournée vers raffinerie)	1.9	1.8	1.2	0.6	0.3	1.0
2	rue Pasteur : gouttière sur le garage de la station permanente d'Air Pays de la Loire	2.0	2.0	1.3	0.9	0.3	1.0
3	maison des associations - gouttière vers parking	1.5	1.6	1.2	1.1	0.4	0.9
4	stade municipal - gouttière bâtiment au bout de l'enceinte entre les 2 terrains	1.4	1.3	1.4	0.8	0.4	0.7
5	7 avenue des Herlains - ateliers municipaux gouttière en façade droite	1.8	1.5	1.3	0.8	0.3	0.7
6	rue de Vendée : entrée sur lampadaire 003-001	1.7	1.3	1.2	0.7	0.4	0.6
7	avenue des Herlains - au bout de la rue sur le lampadaire 053-028	1.3	0.9	1.0	0.5	0.4	0.5
8	cité des bois houlas : 4e montant (à partir de la droite) du grillage du court de tennis abandonné	1.6	1.5	1.1	0.6	0.3	0.6
9	lieu dit Beau Soleil : à l'arrière du panneau de signalisation virage dangereux en face de l'arrêt de bus	1.5	1.2	1.1	0.4	0.3	0.5
10	lieu dit la Rivaudais derrière poteau de signalisation "avertissement stop"	1.8		1.1	0.6	0.4	0.7
11	entre la Hermetière et la Hélandière - poteau du grillage de la raffinerie	1.4	1.2	1.1	1.0	0.3	0.9
12	rue Ampère - sur la canne de prélèvement de la station permanente d'Air Pays de la Loire	1.4	1.2	1.2	0.7	0.3	0.7
13	camping municipal sur lampadaire 046-030 (accès au fond de la rue de la Sorbonne).	1.8	1.0	1.1	0.2	0.4	0.6
14	la Mégretais sur bâtiment de la station permanente d'Air Pays de la Loire	1.8	1.6	1.0	1.0	0.4	0.7
15	lieu dit le pont Maudit - sur le montant gauche du portail R9 au niveau du pont	1.8	3.1	1.0	2.4	0.3	1.4
16	lieu dit l'Oisilière - pin à droite	1.2	1.4	1.0	0.7	0.3	0.5
17	poteau du grillage en face de la maison en ruine après ZI des Magouëts	2.4	1.6	1.4	1.6	0.4	1.3
18	lieu dit le Haut Village sur un poteau au niveau de la clôture de la raffinerie (portail B5) en face du réservoir P516	1.3	0.9	0.9	0.2	0.2	0.6
19	Lieu dit les Bossènes : sur un des montants du grillage entourant la station permanente d'Air Pays de la Loire	2.4	1.3	1.6	1.2	5.5	3.4
20	appontement pétrolier n°5 sur le mât du local (en haut des escaliers)	1.7		1.7	0.4	0.8	1.6
21	en face de l'entrée principale de la raffinerie sur le projecteur à 2 têtes	2.3	1.2	3.3	0.4	2.7	2.4
22	appontement pétrolier n°6, gouttière du local	1.4	0.9	1.7	0.4	1.2	1.0

## annexe 4 : Air Pays de la Loire

Dotée d'une solide expertise riche de vingt-cinq ans d'expérience, Air Pays de la Loire est agréée par le ministère de l'Écologie, de l'Aménagement et du Développement durable pour surveiller la qualité de l'air de la région des Pays de la Loire. Air Pays de la Loire regroupe de manière équilibrée l'ensemble des acteurs de la qualité de l'air : services de l'État et établissements publics, collectivités territoriales, industriels et associations et personnalités qualifiées.

Air Pays de la Loire mène deux missions d'intérêt général : surveiller et informer.

### surveiller pour savoir et comprendre



#### l'air de la région sous haute surveillance

Fonctionnant 24 heures sur 24, le dispositif permanent de surveillance est constitué d'une cinquantaine de sites de mesure, déployés sur l'ensemble de la région : principales agglomérations, zones industrielles et zones rurales.

#### mesurer où et quand c'est nécessaire

Air Pays de la Loire s'est doté de systèmes mobiles de mesure (laboratoires mobiles, préleveurs...). Ces appareils permettent d'établir un diagnostic complet de la qualité de l'air dans des secteurs non couverts par le réseau permanent. Des campagnes de mesure temporaires et ciblées sont ainsi menées régulièrement sur l'ensemble de la région.

#### la fiabilité des mesures garantie

Les mesures de qualité de l'air consistent le plus souvent à détecter de très faibles traces de polluants. Elles nécessitent donc le respect de protocoles très précis. Pour assurer la qualité de ces mesures, Air Pays de la Loire dispose d'un laboratoire d'étalonnage, airpl.lab accrédité par le Cofrac et raccordé au Laboratoire National d'Essais.

#### simuler et cartographier la pollution

Pour évaluer la pollution dans les secteurs non mesurés, Air Pays de la Loire utilise des logiciels de modélisation. Ces logiciels simulent la répartition de la pollution dans le temps et l'espace et permettent d'obtenir une cartographie de la qualité de l'air. La modélisation permet par ailleurs d'estimer l'impact de la réduction, permanente ou ponctuelle, des rejets polluants. Elle constitue un outil d'aide à la décision pour les autorités publiques compétentes et les acteurs privés.

#### prévoir la qualité de l'air

Si le public souhaite connaître la pollution prévue pour le lendemain afin de pouvoir adapter ses activités, les autorités ont, elles, besoin d'anticiper les pics de pollution pour pouvoir prendre les mesures adaptées. En réponse à cette attente, Air Pays de la Loire réalise des prévisions de la pollution atmosphérique grâce à ses logiciels Sib'Air.

### informer pour prévenir



#### pics de pollution : une vigilance permanente

En cas d'épisodes de pollution, une information spécifique est adressée aux autorités et aux médias. Suivant les concentrations de pollution atteintes, le préfet de département prend, si nécessaire, des mesures visant à réduire les émissions de polluants (limitations de vitesse, diminution d'activités industrielles...)

#### sur Internet : tous les résultats, tous les dossiers

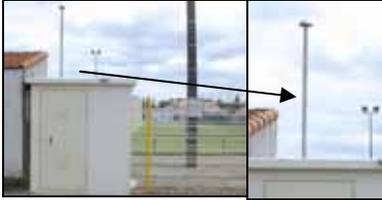
Le site Internet [www.airpl.org](http://www.airpl.org) donne accès à de très nombreuses informations sur la qualité de l'air des Pays de la Loire. Elles sont actualisées plusieurs fois par jour. On y trouve les cartes de pollution et de vigilance, les communiqués d'alerte, les indices Atmo, les mesures de pollution heure par heure, les actualités, toutes les publications d'Air Pays de la Loire...

#### des publications largement diffusées

Chaque mois, Air Pays de la Loire publie des informations sur la qualité de l'air de la région, grâce à son bulletin *Au fil de l'air*. Un rapport annuel dresse par ailleurs un état très complet de la qualité de l'air.

## annexe 5 : techniques d'évaluation

### mesures



#### les sites fixes

C'est le principal moyen de surveillance : il existe une cinquantaine de sites fixes dans les Pays de la Loire. Ils surveillent en continu la qualité de l'air des principales agglomérations de la région, des zones industrielles de Basse-Loire, et également dans un secteur rural dans l'est de la Vendée. Fonctionnant 24 heures sur 24, ils sont équipés d'analyseurs spécifiques des principaux indicateurs de pollution atmosphérique : dioxyde de soufre, oxydes d'azote, ozone, particules PM10 ou PM25, monoxyde de carbone, BTX. Ces stations sont reliées au poste central d'Air Pays de la Loire où les données sont traitées et servent le cas échéant à activer les procédures d'information et d'alerte.



#### les tubes à diffusion passive

Ces systèmes de dimension réduite permettent à moindre coût de mesurer sur des périodes de 15 jours en général, et après analyse en laboratoire, des polluants tels que le dioxyde d'azote, l'ozone, benzène et les composés organiques volatils, de façon générale. Ils sont également utilisés pour mailler un territoire et obtenir ainsi la répartition géographique de la pollution.

## annexe 6 : types des sites de mesure

Les sites de mesure sont localisés selon des objectifs précis de surveillance de la qualité de l'air, définis au plan national.



### sites urbains

Les sites urbains sont localisés dans une zone densément peuplée en milieu urbain et de façon à ne pas être soumis à une source déterminée de pollution ; ils caractérisent la pollution moyenne de cette zone.



### sites de trafic

Les sites de trafic sont localisés près d'axes de circulation importants, souvent fréquentés par les piétons ; ils caractérisent la pollution maximale liée au trafic automobile.



### sites industriels

Les sites industriels sont localisés de façon à être soumis aux rejets atmosphériques des établissements industriels ; ils caractérisent la pollution maximale due à ces sources fixes.

## annexe 7 : polluants

### **les composés organiques volatils (COV)**

Ils englobent des composés organiques gazeux que l'on rencontre dans l'atmosphère, dont les principaux sont des hydrocarbures.

Les trois sources principales sont le trafic routier (39 %), l'utilisation industrielle ou domestique de peinture, vernis, colle, etc, dont les solvants s'évaporent au cours du séchage, et l'évaporation à partir du stockage d'hydrocarbures. Avec les oxydes d'azote et le monoxyde de carbone, ils contribuent à la formation d'ozone troposphérique.

Les BTEX (appellation regroupant le benzène, le toluène, l'éthylbenzène et les xylènes) sont des hydrocarbures monocycliques (HAM) constitués d'un seul cycle benzénique. Les BTEX entrent dans la composition des carburants des réservoirs ou des stations services.

## annexe 8 : seuils de qualité de l'air 2005-2006-2007

TYPE DE SEUIL (µg/m <sup>3</sup> )	DONNÉE DE BASE	POLLUANT							
		Ozone décrets 2002-213 du 15/02/02 et 2003-1085 du 12/11/03	Dioxyde d'azote décret 2002-213 du 15/02/02	Oxydes d'azote décret 2002-213 du 15/02/02	Poussières (PM10) décret 2002-213 du 15/02/02	Plomb décret 2002-213 du 15/02/02	Benzène décret 2002-213 du 15/02/02	Monoxyde de carbone décret 2002-213 du 15/02/02	Dioxyde de soufre décret 2002-213 du 15/02/02
valeurs limites	moyenne annuelle	-	40 <sup>(1)</sup>	30 <sup>(2)</sup>	40	0,5	5 <sup>(3)</sup>	-	20 <sup>(4)</sup>
	moyenne hivernale	-	-	-	-	-	-	-	20 <sup>(4)</sup>
	moyenne journalière	-	-	-	50 <sup>(5)</sup>	-	-	-	125 <sup>(6)</sup>
	moyenne 8-horaire maximale du jour	-	-	-	-	-	-	10 000	-
	moyenne horaire	-	200 <sup>(7)</sup> 200 <sup>(8)</sup>	-	-	-	-	-	350 <sup>(9)</sup>
seuils d'alerte	moyenne horaire	1 <sup>er</sup> seuil : 240 <sup>(10)</sup> 2 <sup>e</sup> seuil : 300 <sup>(10)</sup> 3 <sup>e</sup> seuil : 360	400 200 <sup>(11)</sup>	-	-	-	-	-	500 <sup>(10)</sup>
seuils de recommandation et d'information	moyenne horaire	180	200	-	-	-	-	-	300
objectifs de qualité	moyenne annuelle	-	40	-	30	0,25	2	-	50
	moyenne journalière	65 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne 8-horaire	110	-	-	-	-	-	-	-
	moyenne horaire	200 <sup>(2)</sup>	-	-	-	-	-	-	-

(1) valeur applicable à compter du 01/01/2010 (marges de tolérance applicables en 2005 : 10 ; 8 en 2006 et 6 en 2007)

(2) pour la protection de la végétation

(3) valeur applicable à compter du 01/01/2010 (marges de tolérances applicables en 2005 : 5 ; 4 en 2006 et 3 en 2007)

(4) pour la protection des écosystèmes

(5) à ne pas dépasser plus de 35j par an (percentile 90,4 annuel)

(6) à ne pas dépasser plus de 3j par an (percentile 99,2 annuel)

(7) à ne pas dépasser plus de 175h par an (percentile 98 annuel)

(8) à ne pas dépasser plus de 18h par an (percentile 99,8 annuel) – valeur applicable à compter du 01/01/2010 (marges de tolérance applicable en 2005 : 50 ; 40 en 2006 et 30 en 2007)

(9) à ne pas dépasser plus de 24h par an (percentile 99,7 annuel)

(10) à ne pas dépasser plus de 3h consécutives

(11) si la procédure de recommandation et d'information a été déclenchée la veille et le jour même et que les prévisions font craindre un nouveau risque de déclenchement pour le lendemain

**valeur limite** : niveau maximal de pollution atmosphérique, fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement.

**seuil d'alerte** : niveau de pollution atmosphérique au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine ou de dégradation de l'environnement et à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

**seuil de recommandation et d'information** : niveau de pollution atmosphérique qui a des effets limités et transitoires sur la santé en cas d'exposition de courte durée et à partir duquel une information de la population est susceptible d'être diffusée.

**objectif de qualité** : niveau de pollution atmosphérique fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de la pollution pour la santé humaine et/ou l'environnement, à atteindre dans une période donnée.

# bibliographie

[1] Plaisance Hervé, Pennequin-Cardinal Anne, Locoge Nadine, **2003** : Programme d'évaluation du tube Radiello pour la mesure des BTEX ; étude n°11, rapport LCSQA décembre 2003, 34 pages.

[2] Plaisance Hervé, Pennequin-Cardinal Anne, Leonardis Thierry, Locoge Nadine, **2004** : Programme d'évaluation du tube Radiello pour la mesure des BTEX ; étude n°7, rapport LCSQA décembre 2004 , 30 pages.

[3] Pennequin-Cardinal A, Plaisance H, Locoge N., Ramalho O., kirchner S., Galloo J.C.; **2005**, : Dependence on sampling rates of Radiello diffusion sampler for BTEX measurements with the concentration level and exposure; **Talanta**, **65**, **1233-1240**.

[4] Pennequin-Cardinal A, Plaisance H, Locoge N., Ramalho O., kirchner S., Galloo J.C.;**2005**, Performances of the Radiello diffusive sampler for BTEX measurements : influence of environmental conditions and determination of modelled sampling rates ; Atmospheric Environment, 39: 2535-2544.

[5] Zdanevitch Isabelle., 2003 : Mesure des BTEX par tubes passifs, étude sur site et mesure en chambre d'exposition ; étude n°10, rapport LCSQA, 33 pages

# air pays de la Loire

7, allée Pierre de Fermat – CS 70709 – 44307 Nantes cedex 3

**Tél + 33 (0)2 28 22 02 02**

Fax + 33 (0)2 40 68 95 29

**[contact@airpl.org](mailto:contact@airpl.org)**

