

# Plan de Protection de l'Atmosphère Orléans

**Concentrations et  
émissions en zones 30**

**Automne 2006**

**Rapport final**

Juillet 2007



# Sommaire

<b>Avertissement .....</b>	<b>3</b>
<b>I- Introduction et cadre de l'étude .....</b>	<b>4</b>
<b>II- Présentation de l'étude .....</b>	<b>5</b>
II-1 Moyens et méthodes utilisés.....	5
II-2 Zone d'étude .....	5
II-3 Périodes de mesures .....	10
II-4 Polluants mesurés .....	10
II-5 Réglementation dans l'air ambiant .....	10
<b>III- Conditions météorologiques.....</b>	<b>11</b>
<b>IV- Résultats.....</b>	<b>12</b>
IV-1 Sensibilité des émissions à la vitesse de circulation .....	12
IV-2 Situation par rapport à la réglementation.....	15
IV-3 Comportement des polluants mesurés.....	17
<b>Conclusion .....</b>	<b>22</b>

# Avertissement

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

Ce rapport d'études est la propriété de Lig'Air. Il ne peut être reproduit, en tout ou partie, sans l'autorisation écrite de Lig'Air. Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à Lig'Air.

Lig'Air ne saurait être tenue pour responsable des évènements pouvant résulter de l'interprétation et/ou l'utilisation des informations faites par un tiers.

## **I- Introduction et cadre de l'étude**

La réduction des vitesses, dans les zones utilisées par les piétons et/ou les cyclistes, a un double objectif : améliorer la sécurité routière et réduire les émissions dues au trafic automobile dans ces zones. Ce dernier objectif constitue l'action IV.2 du plan de protection de l'atmosphère de l'agglomération Orléans-Val de Loire, qui retient de limiter les vitesses autorisées par un aménagement des voies et de l'environnement urbain. Les zones « 30 » sont concernées par ces dispositions.

Cependant, lors de la première réunion des pilotes des actions retenues dans le PPA, il est apparu que la réduction des émissions de polluants dans ces zones à très faible vitesse pouvait être peu significative. Afin de confirmer ou d'infirmer les réductions de pollutions envisagées dans les zones « 30 », Lig'Air a mené une campagne de mesure, à la demande de la DRIRE Centre, visant les concentrations du dioxyde d'azote et celles du benzène sur 6 zones « 30 » de l'agglomération orléanaise.

Les zones étudiées ont été choisies de façon à être représentatives des différentes configurations susceptibles d'être rencontrées sur l'agglomération orléanaise. Elles ont été sélectionnées à partir d'une liste établie par les services de l'agglomération orléanaise.

Sur chacune des zones étudiées, Lig'Air a effectué des prélèvements de dioxyde d'azote et de benzène sur les zones « 30 » proprement dites mais également en amont et en aval de celles-ci.

La présente étude dresse l'état des lieux des niveaux de polluants enregistrés sur ces zones et met en relief le gain de réduction de pollution observé ou non sur chacun des parcours étudiés. Les résultats sont discutés à la suite d'une étude de sensibilité des émissions polluantes aux vitesses de circulation adaptées au milieu urbain.

## II- Présentation de l'étude

### II-1 Moyens et méthodes utilisés

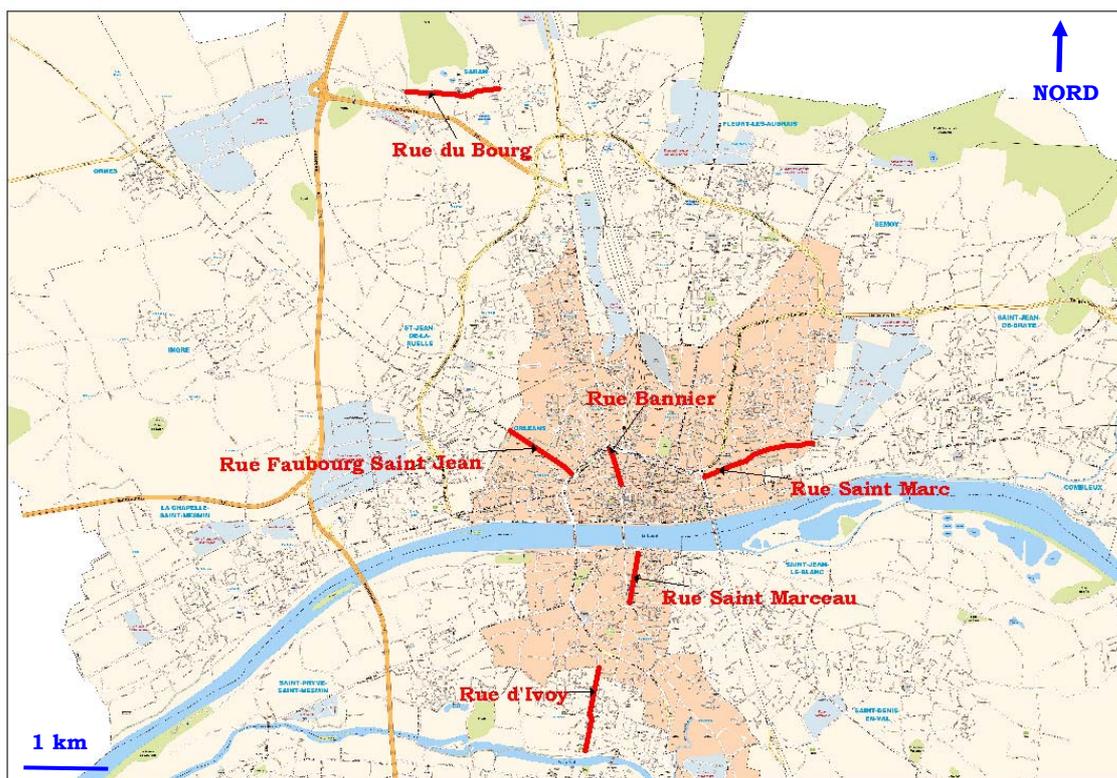
#### Echantillonnage passif : mesure étendue

La technique utilisée (échantillonnage passif) est basée sur le transfert passif des polluants, par simple diffusion moléculaire de l'air ambiant vers un adsorbant spécifique aux polluants visés. Le module d'échantillonnage se présente sous forme d'un tube poreux, appelé « tube passif », rempli d'adsorbant. Le tube passif est fixé dans une boîte de protection attachée à un support.

Après exposition, les tubes sont envoyés au laboratoire pour être analysés. Les concentrations des polluants obtenues par cette technique sont des concentrations moyennées sur la totalité de la période d'échantillonnage. Cette technique a été utilisée pour l'échantillonnage du dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) et du benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>). Elle permet d'établir par la suite une cartographie de la zone d'étude.

### II-2 Zone d'étude

La carte 1 présente les 6 rues échantillonnées.



*Carte n°1 : rues échantillonnées*

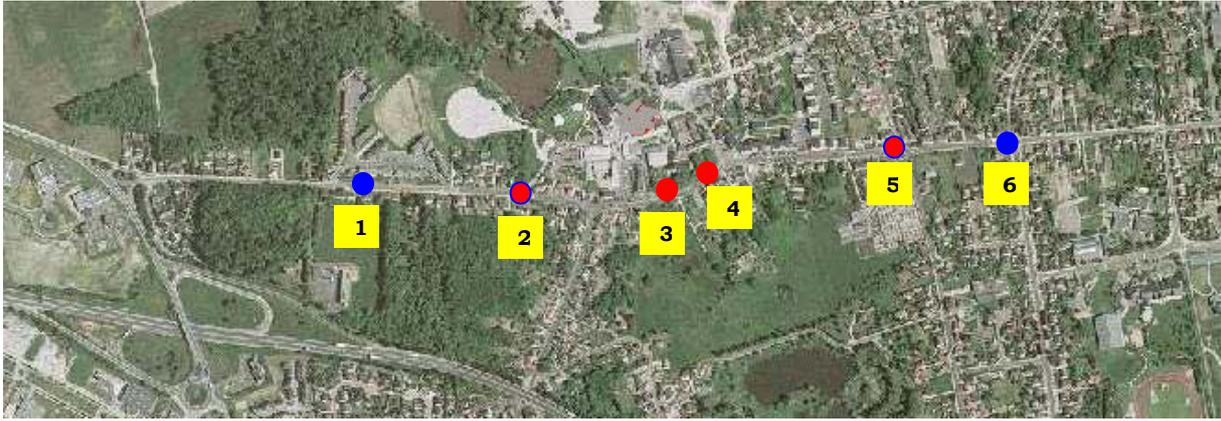
Le tableau 1 présente la localisation des tubes avec leur adresse respective ainsi que leurs coordonnées géographiques.

Rue	Endroit de la rue	Zone	Référence site
Rue du Bourg	n°899	50	n°1
Rue du Bourg	n°461 (entrée zone 30)	30	n°2
Rue du Bourg	n°221	30	n°3
Rue du Bourg	n°137 (face à la poste)	30	n°4
Rue du Bourg	rond point (entrée zone 30)	30	n°5
Rue de la Montjoie	en face du n°646	50	n°6
Place de la Bascule	sur la place	50	n°7
Rue Saint Marceau	en face du n°46	50	n°8
Rue Saint Marceau	en face du n°78	30	n°9
Rue Saint Marceau	n°101	30	n°10
Rue Saint Marceau	en face du n°98 (entrée zone 30)	30/50	n°11
Rue Saint Marceau	n°127	50	n°12
Rue de Barbotte	n°1	50	n°13
Rue Ivoy	n°1085	30	n°14
Rue Ivoy	en face du n°812	30	n°15
Rue Ivoy	n°667	50	n°16
Rue Ivoy	n°225	30	n°17
Rue Ivoy	n°50	50	n°18
Rue Bannier	intersection rue Bannier / Boulevard Rocheplatte	50	n°19
Rue Bannier	n°113	30	n°20
Rue Bannier	n°87	30	n°21
Rue Bannier	n°63	30	n°22
Rue Bannier	en face du n°2 (boutique Aigle)	30	n°23
Place du Martroi	sur la place	/	n°24
Rue Saint Marc	en face du n°156 (sens unique)	30	n°25
Rue Saint Marc	n°101 (sens unique)	30	n°26
Rue Saint Marc	n°82 (sens unique)	30	n°27
Rue Saint Marc	n°57 (double sens)	30	n°28
Rue Saint Marc	n°20 (double sens, devant école St Marc)	30	n°29
Rue Saint Marc	n°1 (double sens)	30/50	n°30
Faubourg Saint Jean	n°45	50	n°31
Faubourg Saint Jean	n°23	50	n°32
Faubourg Saint Jean	n°40	30	n°33
Faubourg Saint Jean	n°13	30	n°34
Faubourg Saint Jean	n°3 (Thélem assurances)	30	n°35
Faubourg Saint Jean	intersection Saint Jean / Boulevard Jean Jaurès	50	n°36

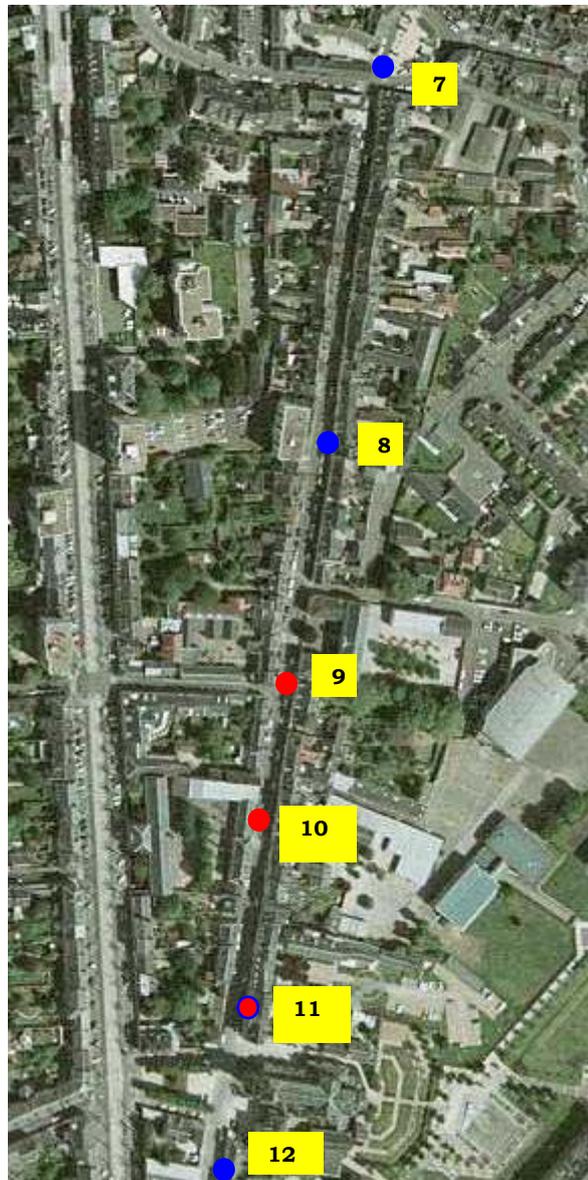
*Tableau 1 : adresse des sites de mesures*

Les photographies suivantes présentent les localisations des sites par vue aérienne sur chacune des rues étudiées.

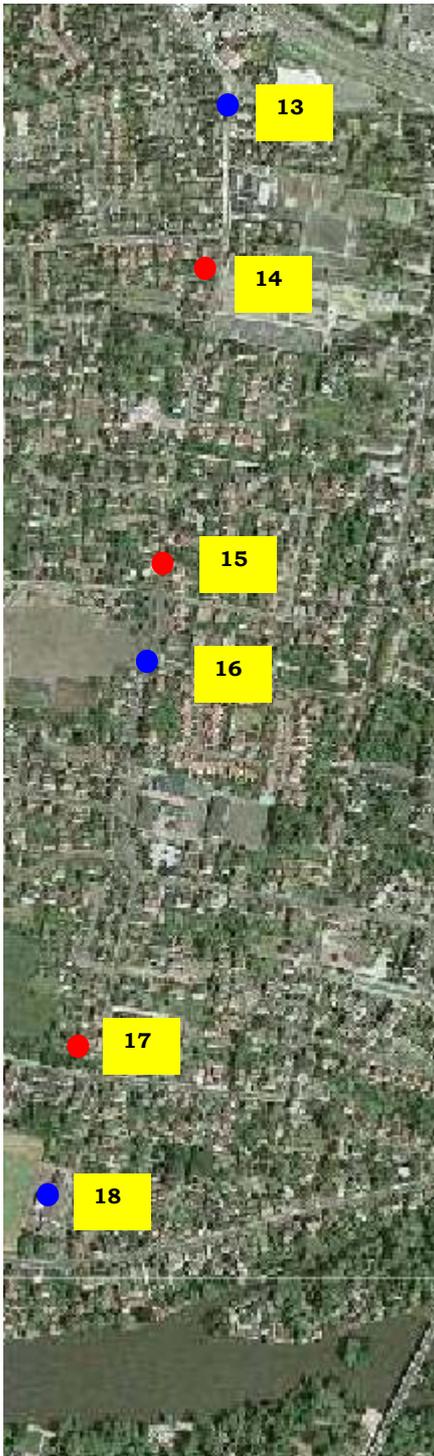
## Rue du Bourg



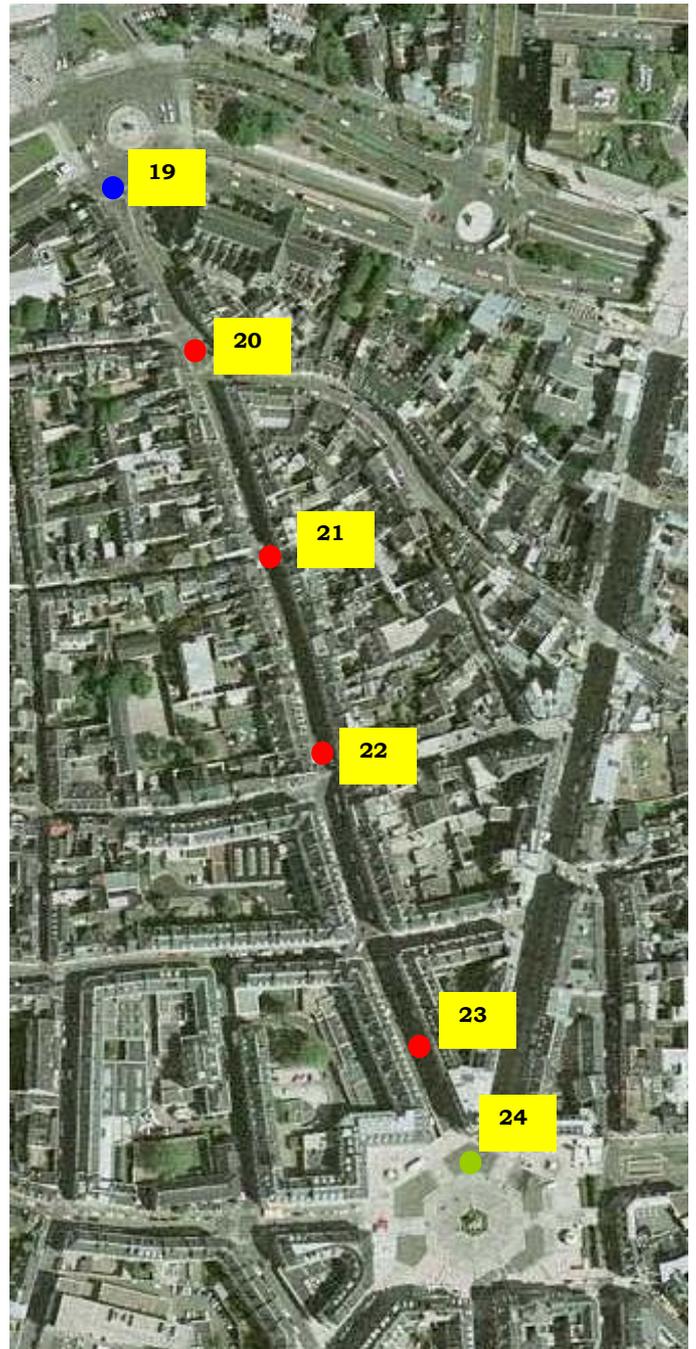
- Site en zone 50
- Site intermédiaire zones 30/50
- Site en zone 30



## Rue Saint Marceau



**Rue d'Ivoy**



**Rue Bannier**

- Site en zone 50
- Site intermédiaire zones 30/50
- Site en zone 30
- Site en zone piétonne

## Rue Saint Marc



## Rue Faubourg Saint Jean



- Site en zone 50
- Site intermédiaire zones 30/50
- Site en zone 30

## II-3 Période de mesures

La campagne de mesure s'est déroulée du 8 au 22 novembre 2006. La période d'échantillonnage permet d'obtenir des valeurs moyennées sur 15 jours.

La période retenue (automne) est favorable à la présence importante d'oxydes d'azote et de benzène dans l'atmosphère (les teneurs les plus faibles sont rencontrées en période estivale a contrario des concentrations les plus importantes obtenues en période hivernale).

## II-4 Polluants mesurés

### II-4-1 le dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>)

Origine : les oxydes d'azote sont principalement émis par les véhicules automobiles (60% en région Centre) et par les installations de combustion. Ils résultent principalement de la combinaison à très hautes températures de l'oxygène de l'air et de l'azote. Le monoxyde d'azote (NO) se transforme rapidement en dioxyde d'azote (NO<sub>2</sub>) en présence d'oxydants atmosphériques tels que l'ozone et les radicaux libres RO<sub>2</sub><sup>o</sup>.

Effets sur la santé : le dioxyde d'azote est un gaz irritant. Il provoque une irritation des yeux, du nez et de la gorge, des troubles respiratoires et des affections chroniques.

Pollution générée : ils contribuent au phénomène des pluies acides (HNO<sub>3</sub>) et sont précurseurs de la formation d'ozone.

### II-4-2 le benzène (C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>)

Origine : ils sont émis dans l'atmosphère par évaporation de produits raffinés (bacs de stockage pétroliers, pompes à essence...), de solvants d'extraction (en particulier dans l'industrie du parfum), de solvants dans certaines activités industrielles telles que l'imprimerie.

Les véhicules automobiles émettent également des COV et notamment le benzène qui est utilisé dans la formulation des essences.

Effets sur la santé : ses effets sont divers, il peut provoquer une simple gêne olfactive, ou des irritations des voies respiratoires, ou des troubles neuropsychiques et enfin des risques de cancers.

## II-5 Réglementation dans l'air ambiant

Le tableau 2 présente les différentes normes concernant le dioxyde d'azote et le benzène dans l'air ambiant. La définition des différents niveaux de réglementation est donnée ci-après :

Valeur limite : niveau maximal de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, [...], dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine [...].

Objectif de qualité : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère, [...], dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances pour la santé humaine [...], à atteindre dans une période donnée.

Seuil d'information et de recommandation : seuil au-delà duquel une information doit être donnée auprès de la population suivant un arrêté préfectoral. Ce seuil est dépassé lorsque deux stations, au moins, le dépassent dans un intervalle de 3 heures.

Seuil d'alerte : niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine [...] à partir duquel des mesures d'urgence doivent être prises.

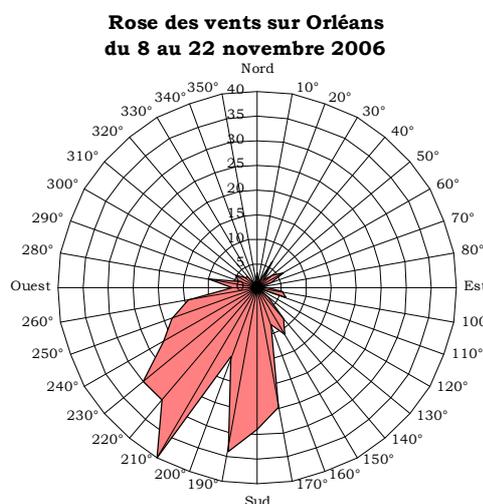
Les résultats de la campagne seront comparés à titre indicatif à la valeur limite annuelle 2006 (48 µg/m<sup>3</sup> pour le dioxyde d'azote et 9 µg/m<sup>3</sup> pour le benzène).

	Valeurs limites	Objectifs de qualité	Seuil de recommandation et d'information du public	Seuils d'alerte	Valeurs limites pour les écosystèmes
<b>C<sub>6</sub>H<sub>6</sub></b>	<b>En moyenne annuelle :</b> 9 µg/m <sup>3</sup>	<b>En moyenne annuelle :</b> 2 µg/m <sup>3</sup>			
<b>NO<sub>2</sub></b>	<b>En moyenne annuelle :</b> 48 µg/m <sup>3</sup> <b>En moyenne horaire :</b> - 240 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 0,2 % du temps. - 200 µg/m <sup>3</sup> à ne pas dépasser plus de 2 % du temps.	<b>En moyenne annuelle :</b> 40 µg/m <sup>3</sup>	<b>En moyenne horaire :</b> 200 µg/m <sup>3</sup>	<b>En moyenne horaire :</b> - 400 µg/m <sup>3</sup> - 200 µg/m <sup>3</sup> si dépassement de ce seuil la veille, et risque de dépassement de ce seuil le lendemain.	<b>En moyenne annuelle :</b> 30 µg/m <sup>3</sup>

Tableau 2 : réglementation française du dioxyde d'azote et du benzène dans l'air ambiant

### III- Conditions météorologiques

Pendant la période d'études, les conditions météorologiques étaient caractérisées majoritairement par des masses d'air venant du secteur sud à sud/ouest (rose ci-contre). Les secteurs nord à nord/est, caractérisant les situations anticycloniques sont quasiment inexistantes pendant cette période d'étude.



Source Météo-France

## IV- Résultats

### IV-1 Sensibilité des émissions à la vitesse de circulation

Il est généralement admis que les émissions dues au trafic automobile, augmentent avec la vitesse de circulation. Une réduction de cette dernière conduit donc à une diminution des émissions des polluants primaires émis par la circulation automobile. Cependant, la relation qui relie les émissions des polluants à la vitesse de circulation est loin d'être une simple relation linéaire. C'est une relation spécifique à un polluant, ou à défaut à une famille de polluants, considéré. Elle se traduit généralement par une courbe en « U » (figure 1).

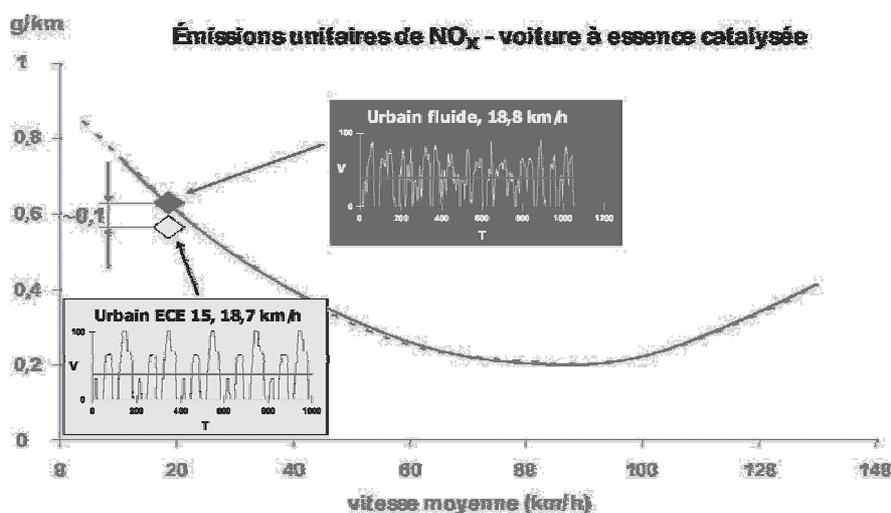


Figure 1 : émissions unitaires de NOx pour des profils de circulations différents à vitesse moyenne identique (source ADEME<sup>1</sup>)

Par conséquent, lorsque les vitesses sont déjà élevées (côté droit de la courbe en « U »), leur diminution peut effectivement conduire à une réduction des émissions. Par contre, lorsqu'elles sont relativement faibles (côté gauche de la courbe en « U »), leur diminution peut conduire à une augmentation des émissions. Le premier cas peut être rencontré sur les voies rapides. Le second cas peut être rencontré dans les centres urbains et pendant les situations de bouchons.

Afin de bien comprendre cette relation et d'approcher l'impact des zones 30 en terme d'émissions, nous avons étudié dans un premier cas, les émissions de chaque type de véhicule en fonction des vitesses de circulation. Les résultats de ce premier exercice ont été appliqués à un parc automobile constitué de 1000 véhicules représentatifs du parc national roulant en milieu urbain pour l'année 2006<sup>(2)</sup>. Les différents scénarii ont été réalisés à l'aide du logiciel COPERT 4<sup>(3)</sup>, en mode circulation urbaine.

Les variations des émissions en fonction de la vitesse de circulation par type de véhicule pour les oxydes d'azote (NOx) et les composés organiques volatils (COV), sont représentées respectivement sur les figures 2 et 3.

<sup>1</sup> ADEME : Livret de présentation du Logiciel IMPACT-ADEME. Edition 2003.

<sup>2</sup> INRETS : Transport routier Parc, inventaires et facteurs agrégés d'émission des véhicules en France de 1970 à 2025.

<sup>3</sup> Computer Programme to calculate Emission from Road Transport, édité par l'agence Européenne de l'Environnement (novembre 2006).

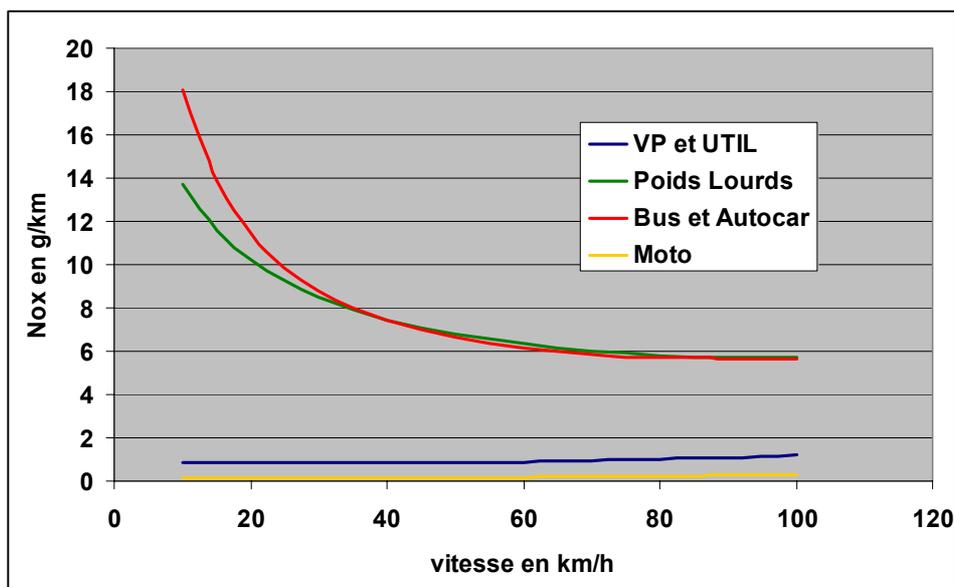


Figure 2 : variation des émissions de NOx en fonction de la vitesse de circulation et par type de véhicule dans les centres urbains

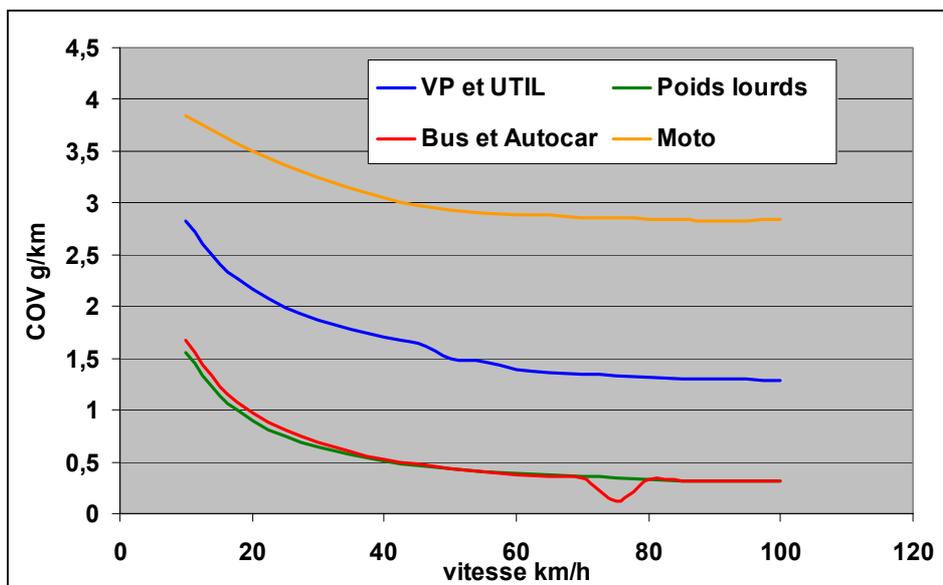


Figure 3 : variation des émissions des COV en fonction de la vitesse de circulation et par type de véhicule dans les centres urbains

En ce qui concerne les NOx, la figure 2 montre clairement que les véhicules lourds (poids lourds, bus et autocar) sont les premiers émetteurs de NOx dans la gamme de vitesses étudiées. Ils sont suivis par les véhicules particuliers et les utilitaires (VP et UTIL). Les motos et cyclomoteurs (Moto) arrivent en dernière position.

Pour les véhicules lourds, une diminution de leur vitesse conduit directement à une augmentation des émissions des oxydes d'azote. Cette tendance semble être inversée chez les véhicules plus légers ("VP et UTIL" et "Moto"). Une diminution de la vitesse de circulation peut conduire, chez ce type de véhicule, à une légère baisse des émissions.

En ce qui concerne les COV dont le benzène, les véhicules légers ("VP et UTIL" et "Moto") sont les premiers émetteurs de ces composés (figure 3). Les motos et cyclomoteurs arrivent en première position et les véhicules lourds en dernière position.

Pour les COV, quel que soit le type de véhicule, une réduction de la vitesse de circulation entrainerait une augmentation des émissions de ces composés. L'augmentation des émissions peut être plus importante si la réduction concerne les faibles vitesses de circulation.

Sur la figure 4, sont présentées les émissions de NOx et de COV pour un parc de 1000 véhicules, représentatif du parc national roulant en milieu urbain pour l'année 2006<sup>(4)</sup>. Les véhicules "VP et UTIL", représentent environ 92% de ce parc.

Pour les oxydes d'azote, la figure 4 montre que la vitesse optimale, pour laquelle les émissions de ce parc sont minimales, est située aux alentours de 55 km/h. Un éloignement de cette vitesse, accélération ou ralentissement, peut conduire à une augmentation des émissions de NOx.

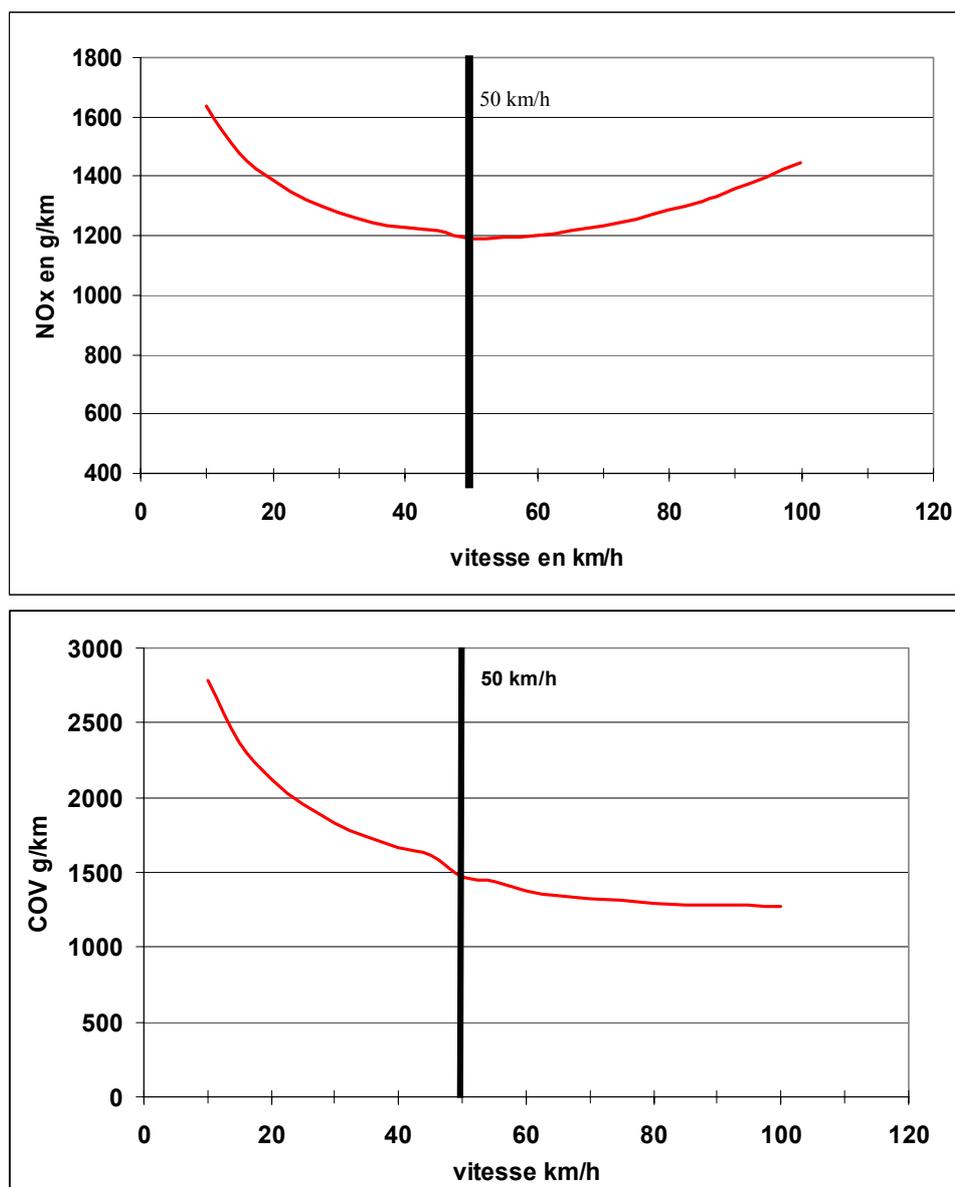


Figure 4 : variation des émissions en fonction de la vitesse de circulation pour un parc automobile constitué de 1000 véhicules en circulation urbaine

<sup>4</sup> INRETS : Transport routier Parc, inventaires et facteurs agrégés d'émission des véhicules en France de 1970 à 2025.

Dans les centres villes où la vitesse limite de circulation est déjà proche de la vitesse optimale, tout ralentissement peut conduire à une augmentation des émissions de NOx. Le passage par exemple de 50 à 30 km/h, peut conduire, dans l'exemple d'un parc de 1000 véhicules, à une augmentation d'environ 7% des émissions de ces composés. Sur les voies rapides, vitesses supérieures à 70 km/h, une diminution de la vitesse de circulation peut entraîner une réduction des émissions de NOx. Le passage par exemple de 90 à 70 km/h entraînerait une réduction de 9% des émissions en NOx.

Dans le cas des COV, toute diminution de vitesse entraînerait une augmentation de ces composés. En centre urbain, le passage par exemple de 50 à 30 km/h conduit à une augmentation de 24% des émissions de COV. Sur les voies rapides, le passage de 90 à 70 km/h conduit à une augmentation de 4% d'émissions de COV.

Il ressort de cette brève étude, que toutes les diminutions des vitesses de circulation n'entraînent pas une baisse automatique des émissions. Au contraire, dans certaines gammes de vitesses, toute réduction de vitesse de circulation entraînerait systématiquement une augmentation des émissions de NOx et de COV.

Dans les centres urbains, les routes, ou les portions de routes, empruntées par un parc automobile constitué d'un fort pourcentage de véhicules lourds (poids lourds, bus et autocar), peuvent générer des quantités relativement importantes en oxydes d'azote. Inversement, les voies empruntées par les véhicules légers, sont génératrices de fortes émissions en COV. Par conséquent, les comportements de ces deux familles de polluants en terme de concentration, peuvent varier d'une voie à l'autre suivant la composition des parcs circulants.

## **IV-2 Situation par rapport à la réglementation**

La comparaison des concentrations en dioxyde d'azote et en benzène ne peut se faire qu'à titre indicatif avec les valeurs réglementaires annuelles puisque les périodes de mesures ne sont pas représentatives de l'année.

Les niveaux de NO<sub>2</sub> obtenus lors de cette campagne sont comparés à la valeur limite de 2006 (48 µg/m<sup>3</sup>) et à l'objectif de qualité (40 µg/m<sup>3</sup>) correspondant à la valeur limite applicable à partir de 2010. Les concentrations en benzène sont comparées à la valeur limite de 9 µg/m<sup>3</sup> et à l'objectif de qualité fixé à 2 µg/m<sup>3</sup> (voir tableau 2 pour la réglementation en vigueur).

Les résultats de la campagne de mesures sont présentés dans le tableau 4.

En ce qui concerne le benzène, aucun risque de dépassement de la valeur limite annuelle n'est pressenti. L'objectif de qualité du benzène risque d'être dépassé sur 5 sites dont 3 sont localisés dans le Faubourg Saint Jean (tableau 4 en bleu).

La valeur limite annuelle de NO<sub>2</sub> pour l'année 2006 risque d'être dépassée sur 4 sites dont 3 sont localisés dans le Faubourg Saint Jean (en rouge). Ces 4 sites présentent même un risque de dépassement de la valeur limite pour l'année 2007 (46 µg/m<sup>3</sup>). L'objectif de qualité du NO<sub>2</sub> risque d'être dépassé sur 8 sites dont 4 localisés dans le Faubourg Saint Jean (en rouge et bleu).

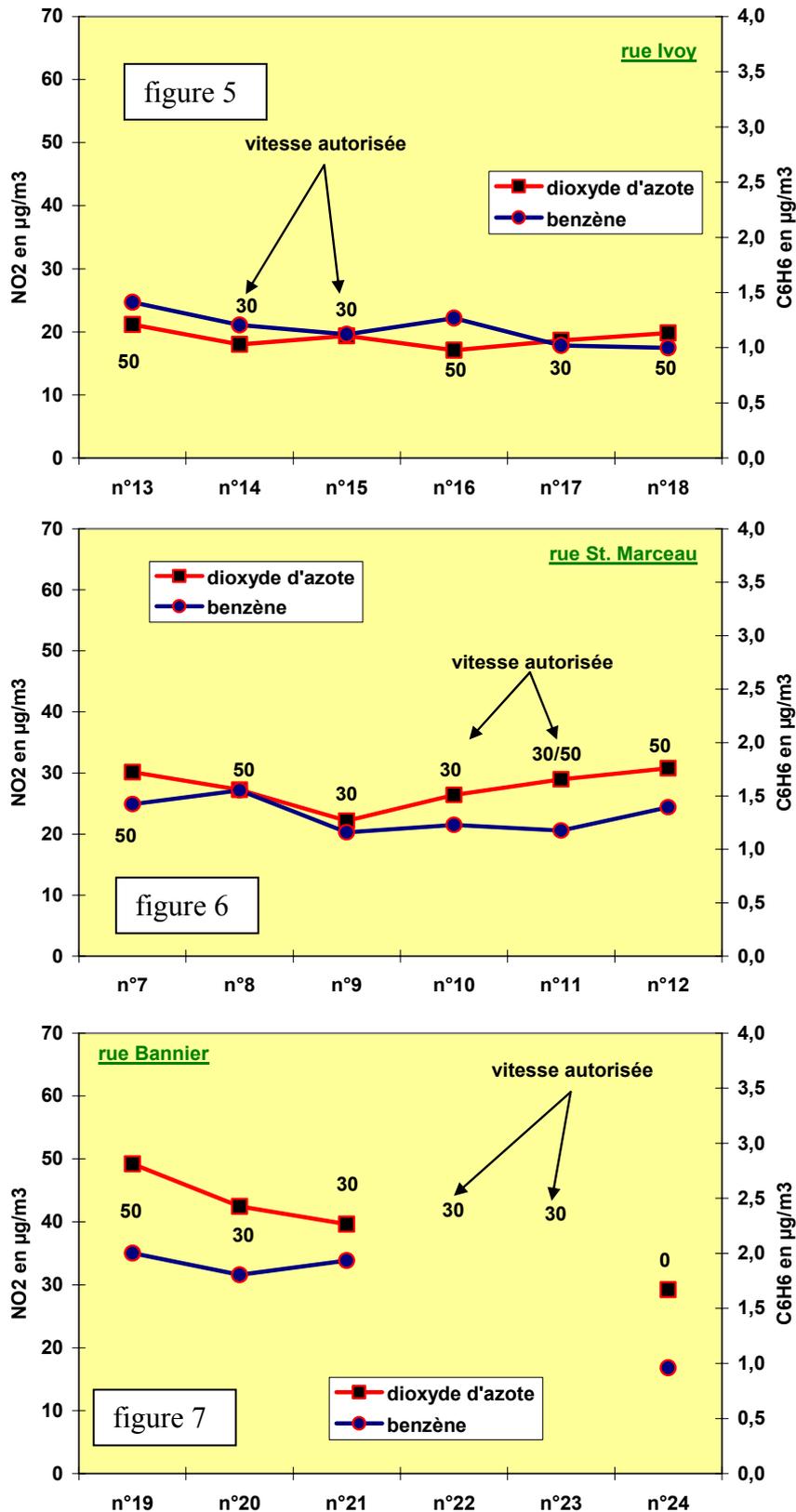
Rue	Localisation du site sur le parcours	Zone	Référence site	NO <sub>2</sub>	C <sub>6</sub> H <sub>6</sub>
Rue du Bourg	n°899	50	n°1	30,5	0,8
Rue du Bourg	n°461 (entrée zone 30)	30	n°2	41,8	1,3
Rue du Bourg	n°221	30	n°3	36,7	1,3
Rue du Bourg	n°137 (face à la poste)	30	n°4	42,9	1,4
Rue du Bourg	rond point (entrée zone 30)	30	n°5	38,7	1,3
Rue de la Montjoie	en face du n°646	50	n°6	32,3	1,2
Place de la Bascule	sur la place	50	n°7	30,1	1,4
Rue Saint Marceau	en face du n°46	50	n°8	27,2	1,6
Rue Saint Marceau	en face du n°78	30	n°9	22,2	1,2
Rue Saint Marceau	n°101	30	n°10	26,4	1,2
Rue Saint Marceau	en face du n°98 (entrée zone 30)	30/50	n°11	29,0	1,2
Rue Saint Marceau	n°127	50	n°12	30,8	1,4
Rue de Barbotte	n°1	50	n°13	21,2	1,4
Rue Ivoy	n°1085	30	n°14	18,0	1,2
Rue Ivoy	en face du n°812	30	n°15	19,4	1,1
Rue Ivoy	n°667	50	n°16	17,1	1,3
Rue Ivoy	n°225	30	n°17	18,6	1,0
Rue Ivoy	n°50	50	n°18	19,8	1,0
Rue Bannier	intersection rue Bannier / Bld Rocheplatte	50	n°19	49,2	2,0
Rue Bannier	n°113	30	n°20	42,4	1,8
Rue Bannier	n°87	30	n°21	39,6	1,9
Rue Bannier	n°63	30	n°22	-	-
Rue Bannier	en face du n°2 (boutique Aigle)	30	n°23	-	-
Place du Martroi	sur la place	/	n°24	29,2	1,0
Rue Saint Marc	en face du n°156 (sens unique)	30	n°25	32,2	1,3
Rue Saint Marc	n°101 (sens unique)	30	n°26	26,4	1,3
Rue Saint Marc	n°82 (sens unique)	30	n°27	29,5	1,6
Rue Saint Marc	n°57 (double sens)	30	n°28	39,3	2,0
Rue Saint Marc	n°20 (double sens, devant école St Marc) travaux !	30	n°29	34,5	1,4
Rue Saint Marc	n°1 (double sens)	30/50	n°30	34,3	1,5
Faubourg Saint Jean	n°45	50	n°31	65,9	3,5
Faubourg Saint Jean	n°23	50	n°32	37,9	1,7
Faubourg Saint Jean	n°40	30	n°33	39,4	1,7
Faubourg Saint Jean	n°13	30	n°34	51,4	2,9
Faubourg Saint Jean	n°3 (Thelem assurances)	30	n°35	62,1	3,2
Faubourg Saint Jean	intersection Saint Jean / Bld Jean Jaurès	50	n°36	40,5	1,6

Tableau 4 : Concentrations en dioxyde d'azote et en benzène sur les sites de mesures (en µg/m<sup>3</sup>)  
Agglomération d'Orléans (novembre 2006)

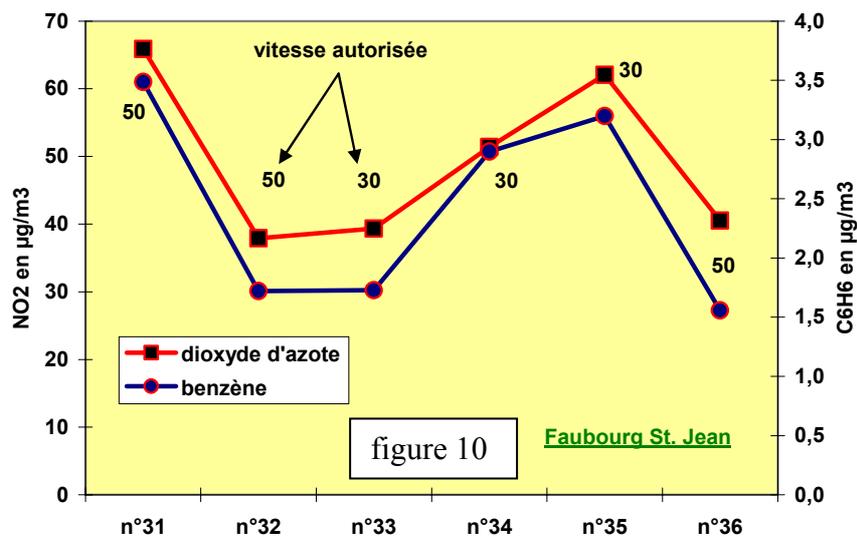
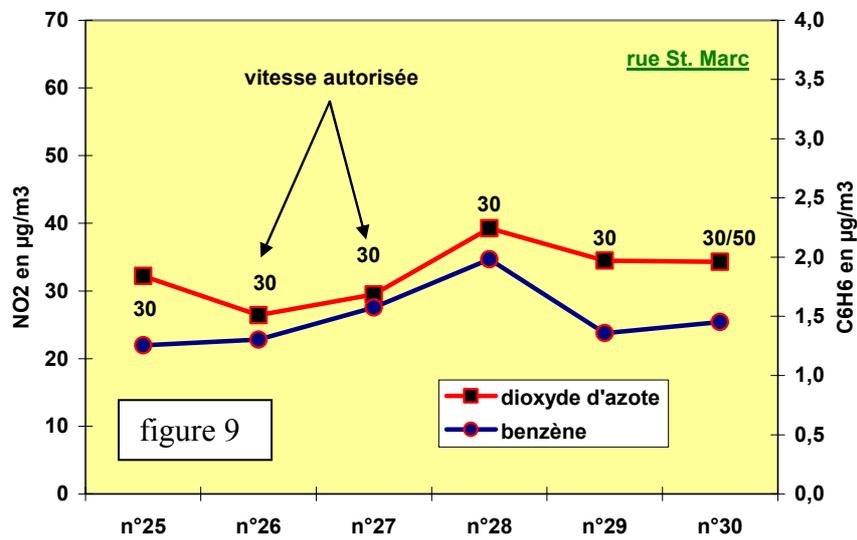
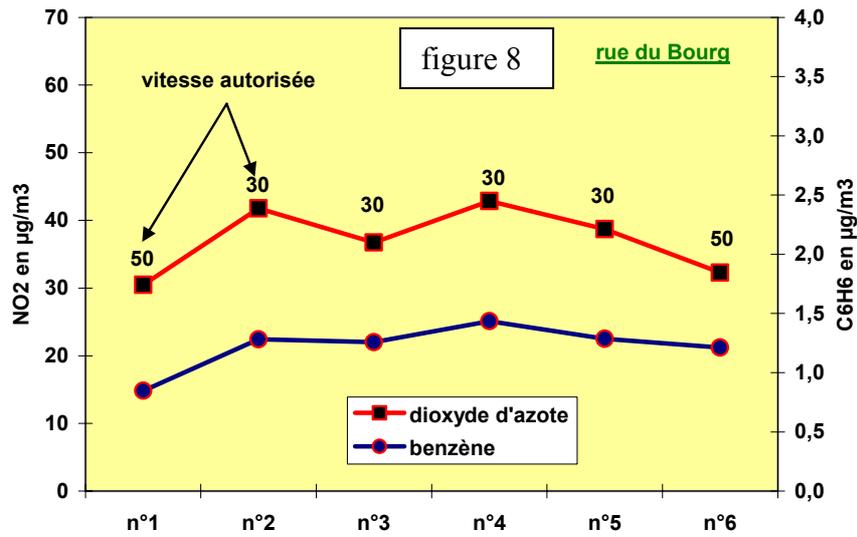
D'une manière générale, sur les 6 parcours étudiés, seul celui du Faubourg Saint Jean semble avoir un fort potentiel du risque de dépassement des valeurs limites en NO<sub>2</sub> pour les années à venir. Ces dépassements risquent de se produire même en zone trente.

### IV-3 Comportement des polluants mesurés

Les résultats des mesures en dioxyde d'azote et en benzène sont présentés en fonction des sites de prélèvements et par rue sur les figures 5 à 10.



**Figures 5 à 7 : Variation des concentrations en dioxyde d'azote et en benzène en fonction des sites de prélèvements et des zones étudiées**



**Figures 8 à 10 : Variation des concentrations en dioxyde d'azote et en benzène en fonction des sites de prélèvements et des zones étudiées**

Les concentrations en dioxyde d'azote et en benzène ont présenté des comportements similaires au sein d'une même rue. Individuellement, elles présentent des comportements variables d'une rue à l'autre.

La comparaison des concentrations enregistrées en zones 30 avec celles des zones 50, sur un même parcours, donne des résultats mitigés. Elles peuvent être supérieures, de même ordre de grandeur et même des fois inférieures à celles des zones 50. Au sein d'une même zone 30, une augmentation des concentrations en NO<sub>x</sub> et en C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>, peut même être observée d'un site à l'autre. Ceci indique que la vitesse de circulation n'est pas le seul paramètre qui conditionne les niveaux ambiants de ces polluants. Les effets de ce paramètre peuvent être compensés ou aggravés selon l'intensité du trafic automobile, en particulier, au sein d'un même parcours.

L'étude de sensibilité des émissions aux vitesses de circulation (cf. IV-1) a montré dans les classes de vitesse typique en milieu urbain (aux alentours de 50 km/h), que tout ralentissement peut conduire à une augmentation des émissions. La rue du Bourg (commune de Saran) est un exemple type de ce comportement (figure 8). En effet, les concentrations enregistrées à l'entrée et à la sortie de la zone 30, sont bien inférieures à celles observées dans la zone 30 (figure 8). En moyenne, les concentrations en dioxyde d'azote et en benzène dans la zone 30 sont respectivement de 28% et de 32% supérieures à celles enregistrées à l'extérieur de cette zone. La restriction des vitesses couplée aux ralentissements provoqués, entre autres, par les fréquents arrêts au niveau des commerces, semble être les principales causes des comportements de ces deux polluants. A ceci s'ajoute la faible largeur de la rue qui ne favorise pas la dispersion des polluants.

La restriction de la vitesse de circulation sur la rue d'Ivoy (commune d'Olivet) ne semble avoir aucun effet sur les concentrations de ces deux polluants (figure 5). Les niveaux en NO<sub>2</sub> observés dans cette rue, sont les plus faibles de la campagne de mesure et ils sont de même ordre de grandeur à l'entrée et à la sortie de la zone 30. Cette rue est située dans un quartier principalement pavillonnaire, favorable à la dispersion des polluants. Le trafic automobile semble être moins dense que sur les autres rues étudiées. L'absence de commerces et d'établissements de services (poste, banque...) rend le trafic fluide sur cette route incitant ainsi les automobilistes à maintenir une vitesse quasi constante sur ce parcours.

La rue Bannier (commune d'Orléans) est le rare exemple qui montre une diminution des concentrations dans la zone 30 (figure 7) par rapport à celles enregistrées à l'entrée de cette zone. En effet, le tube 19 installé à l'intersection de la rue Bannier et du boulevard Rocheplatte, enregistre des concentrations de 49,2 µg/m<sup>3</sup> et 2 µg/m<sup>3</sup> respectivement pour NO<sub>2</sub> et C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>. Les deux premiers tubes de la zone 30, tubes 20 et 21, enregistrent respectivement des baisses des concentrations de 13,8% et 19,5% pour NO<sub>2</sub> et de 10% et 5% pour C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>. Les réductions moyennes de ces deux tubes par rapport à celui de l'entrée de la zone 30, sont de 17% et de 7,5% respectivement pour NO<sub>2</sub> et C<sub>6</sub>H<sub>6</sub>. Malheureusement, la disparition des tubes 22 et 23 ne permet pas de quantifier cette baisse le long de la zone 30. Néanmoins, le tube 24, situé à la fin de la zone 30 mais sur une place semi piétonne, place Martroi, enregistre des baisses de l'ordre de 41% et 50% respectivement pour le dioxyde d'azote et le benzène, confirmant ainsi la continuité de cette baisse le long de cette route.

La rue Bannier est une route à sens unique qui prend naissance à l'intersection d'un boulevard à forte circulation et débouche sur une place semi piétonne. Les baisses de concentrations observées à l'intérieur de la zone 30, semblent être

directement liées à la réduction du flux automobile entre le début et la fin de cette route (boulevard Rocheplatte environ 48000 véhicules par jour et rue Bannier environ 6540 véhicules par jour). La baisse des concentrations est accentuée par la forte réduction du trafic au niveau de la place Martroi. Cependant, la concentration enregistrée sur cette place reste relativement élevée pour une place semi piétonne. Elle est supérieure à celles enregistrées le long de la rue d'Ivoy et de même ordre de grandeur que celles observées dans la rue Saint Marceau.

Le cas de la rue Saint Marc est très intéressant (figure 9). En effet, cette étroite et longue rue possède une portion à double sens et une autre à sens unique. Le flux de circulation est plus important dans la partie à double sens. Les deux portions de routes sont situées dans la zone 30. Les tubes 25, 26 et 27 sont situés dans la partie à sens unique. Les 3 autres tubes, 28 à 30, sont localisés dans la zone à double sens. Le passage du tronçon de route à sens unique vers l'autre tronçon est matérialisé, sur la figure 9, par une nette augmentation des niveaux des deux polluants mesurés. Les concentrations en dioxyde d'azote et en benzène sur le segment de route à double sens, sont respectivement supérieures de 22% et de 16% par rapport à celles enregistrées sur la portion de route à sens unique.

La variabilité des niveaux le long de la rue saint Marc semble donc être directement liée à la variabilité de l'intensité de circulation sur cette route. Néanmoins, les concentrations enregistrées le long de cette rue, ont été peut-être accentuées par la présence de deux facteurs aggravants. En effet, la rue Saint Marc est une rue étroite, type canyon, caractérisée par la présence de nombreux ralentisseurs « dos-d'âne » qui obligent les automobilistes à réduire leurs vitesses de circulation et, par conséquent, à augmenter les émissions polluantes. La configuration canyon de la rue favorise l'accumulation de ces polluants et donc une augmentation de leurs concentrations.

Les comportements du dioxyde d'azote et du benzène le long de la rue Saint Marceau (figure 6) peuvent prêter à confusion. En effet, le passage de la zone 50 à la zone 30 semble conduire à une diminution des concentrations (figure 6). Cependant, l'aménagement de la voirie de cette rue, couplé à son étroitesse et aux stationnements bilatéraux, impose aux usagers une réduction de vitesse bien avant l'entrée de la zone 30. La place de la bascule, représentée par le tube 7, est aussi une zone à vitesse réduite. Par conséquent, la variabilité observée sur les comportements du dioxyde d'azote et du benzène le long de cet axe, ne peut être attribuée à la réduction de vitesse.

Plusieurs facteurs ont peut-être contribué à ce comportement. En effet, la réduction du flux de circulation entre la place de la bascule et l'entrée de la rue Saint Marceau peut expliquer la diminution des concentrations enregistrées au niveau du tube 8. Les concentrations les plus faibles enregistrées rue Saint Marceau ont été observées au niveau du tube 10. Ce dernier est situé entre deux intersections avec la rue Saint Marceau, la rue Jules Gouchault d'un côté et la rue Duhamel du Monceau de l'autre côté. La proximité de ces deux intersections peut conduire à une meilleure circulation de l'air et donc à une dilution de la pollution dans cette partie de la rue Saint Marceau. Enfin, les ralentissements provoqués par les arrêts au niveau de l'école Libre de Saint Marceau et l'école Maternelle Saint Marceau, peuvent expliquer l'augmentation des concentrations mesurées au niveau des tubes 10, 11 et 12.

Le Faubourg Saint Jean est une zone qui peut être inquiétante dans la mesure où 50% des sites étudiés présentent un risque de dépassement de la valeur limite

2006 et même celles des prochaines années (figure 10). Deux de ces trois sites sont situés dans la zone 30 (sites 34 et 35).

Dans la zone 50, les concentrations les plus élevées en dioxyde d'azote et en benzène, sont enregistrées au niveau du site 31. Ce dernier site est localisé sur le Faubourg Saint Jean, à proximité du feu tricolore régulant la circulation aux intersections avec le boulevard Châteaudun et la rue Beaumonts, montrant ainsi que les niveaux enregistrés sont largement dus aux différents arrêts au niveau du feu, et non à un trafic automobile, circulant à une vitesse approchant les 50 km/h. De la même façon, l'augmentation des concentrations enregistrées entre les tubes 33 et 35, est due largement aux ralentissements provoqués par les arrêts au feu tricolore situé au niveau du tube 35. Ces ralentissements sont accentués par les aménagements de la voirie dans cette partie du Faubourg Saint Jean. Les tubes 32 et 33 ainsi que le tube 36, sont localisés dans des zones plutôt fluides et bien aérées, autour de l'intersection de la rue Vauquois/Coulmiers pour les deux premiers et Boulevard Jean Jaurès pour le tube 36. Les niveaux enregistrés par ces tubes, sont de même ordre de grandeur et ils sont largement inférieurs aux autres niveaux enregistrés sur cet axe.

## Conclusion

La réduction des vitesses dans les zones souvent utilisées par les piétons et/ou les cyclistes, a un double objectif : améliorer la sécurité routière dans ces zones et réduire les émissions dues au trafic automobile. Cependant, d'après les scénarii de sensibilité réalisés dans le cadre de cette étude, la réduction des émissions dépend de la gamme des vitesses de circulation. Dans les centres urbains, où la vitesse de circulation est limitée à 50 km/h, tout ralentissement ou réduction de vitesse entraînerait systématiquement une augmentation des émissions de NOx et de COV. Une réduction de vitesse sur ces zones peut avoir un impact positif par rapport à la sécurité routière mais négatif par rapport aux émissions polluantes.

En terme de concentration, les études de terrains ont montré l'absence de corrélation simple avec la vitesse de circulation. Les concentrations dans les zones 30 peuvent dépasser celles en zone 50. Mais elles peuvent aussi être de même ordre de grandeur ou inférieures, montrant ainsi leurs dépendances vis-à-vis d'autres paramètres. Au sein d'un même parcours, les concentrations peuvent augmenter en présence de ralentissements causés par des feux tricolores ou les arrêts au niveau des établissements fréquentés par les usagers (école, poste, commerce...). Elles sont plus faibles sur les segments de route à sens unique que sur les segments de route à double sens, montrant ainsi l'influence directe du flux automobile sur les concentrations mesurées.

Cette étude montre clairement que les zones 30 ne conduisent pas à une réduction des émissions du trafic automobile. Au contraire, leur multiplicité peut conduire à une augmentation des émissions, en particulier celles de NOx et de COV. Leurs effets négatifs peuvent être compensés en diminuant l'intensité du trafic automobile, en instaurant une circulation à sens unique dans ces zones par exemple.