

Mai 2007

**Protection de l'air
Surveillance de la
pollution atmosphérique**

**Mesure du
dioxyde d'azote (NO₂)
au moyen de
capteurs passifs**



Service de l'environnement

Mesure du dioxyde d'azote au moyen de capteurs passifs

1. Introduction
2. Evolution du dioxyde d'azote de 1997 à 2006
3. Carte cantonale des immissions pour l'année 2000
4. Vue d'ensemble de toutes les mesures depuis 1997

Remerciements

Direction du projet

Mandat technique
(carte d'immission dioxyde d'azote)



Service de l'environnement (SEn)
Section protection de l'air
Route de la Fonderie 2
1700 Fribourg

Infras
Mühlemattstr. 45, 3007 Bern

SEn · AfU | 2007 | BS
L:\6 Protection de l'air\62 Immissions et PM\621 Mesures\Données 2006\500
Rapports\530 Capteurs passifs\535 Rapports annuels\Rapport capa NO2
2006.doc

1. Introduction

En vertu de l'article 27 de l'ordonnance fédérale du 16 décembre 1985 sur la protection de l'air (OPair), le Service de l'environnement (SEn) procède à des mesures de la qualité de l'air dans l'ensemble du canton. A cet effet, il exploite actuellement un réseau de mesure composé d'une station fixe permanente et de deux stations mobiles. Chacune de ces stations permet la mesure en continu de plusieurs polluants : l'anhydride sulfureux (seulement à la station fixe), le monoxyde d'azote, le dioxyde d'azote, l'ozone, ainsi que les poussières respirables (seulement avec les stations mobiles). A cela s'ajoute un nombre aussi important de paramètres météorologiques.

Pour le dioxyde d'azote – l'un des polluants principaux dans nos villes - le service a mis en place, en plus des stations de mesures en continu, un second réseau de surveillance. Ce dernier, en fonction depuis 1989, est constitué de capteurs passifs qui permettent la mesure simultanée du dioxyde d'azote en de nombreux emplacements. Les résultats de ces mesures font l'objet du présent rapport.

Le dioxyde d'azote

Le dioxyde d'azote (formule chimique : NO_2) est un gaz toxique qui dégage une odeur piquante. C'est un polluant **secondaire**. En effet, il se forme à partir du monoxyde d'azote (NO), issu principalement de la combustion d'énergies fossiles, qui réagit chimiquement avec une substance oxydante telle que l'ozone (O_3).

Les émissions¹ d'oxydes d'azote au canton de Fribourg proviennent pour une grande part du trafic routier (56% en 2000). La contribution du trafic aux émissions totales a diminué depuis l'introduction du catalyseur. Dans les années 1980, la part du trafic était cependant encore située à 90 %.

Les plus hautes concentrations de monoxyde et de dioxyde d'azote sont observées aux alentours des axes routiers. Selon les résultats enregistrés actuellement, les moyennes annuelles maximales en dioxyde d'azote peuvent dépasser $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ² dans les centres des villes; elles se situent aujourd'hui entre 20 et $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les agglomérations et en dessous de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$ dans les régions rurales.

¹ Emission : Quantité de polluants atmosphériques au sortir d'une installation (p. ex.: véhicule, exploitation industrielle, chauffage domestique, exploitation agricole)

² $\mu\text{g}/\text{m}^3$: $1 \mu\text{g}/\text{m}^3$ signifie un millionième de gramme (μg) de polluant par mètre cube (m^3) d'air

Valeurs limites d'immission

S'il est établi ou à prévoir que, malgré les limitations préventives d'émissions, des immissions excessives sont ou seront occasionnées, l'autorité cantonale est tenue d'élaborer un plan de mesures à prendre pour réduire ces atteintes ou pour y remédier (articles 31 à 34 OPair). A propos des valeurs limites d'immission, il convient de préciser qu'elles ne représentent pas un seuil de danger aigu. Il faut les retenir en tant qu'objectifs pour la qualité de l'air qui devraient être atteints à moyen terme par l'application du plan de mesures.

Cela précisé, on considère comme excessives les immissions³ qui dépassent une ou plusieurs valeurs limites d'immission figurant dans l'annexe 7 de l'OPair. Pour le dioxyde d'azote, elles sont fixées de la manière suivante:

pour la moyenne annuelle :	30 µg/m ³
pour la moyenne par 24 heures :	80 µg/m ³ (ne doit pas être dépassée plus d'une fois par année)

Les récentes expériences montrent en particulier que la moyenne annuelle de 30 µg/m³ n'est en général pas respectée dans les environs de routes chargées. Toutefois lorsque cette limite est respectée, la valeur limite journalière n'est en principe pas dépassée.

La méthode de mesure

La mesure par capteurs passifs s'opère au moyen de petits tubes en plastique. Ils ont un centimètre de diamètre, 6 à 7 centimètres de longueur et sont fermés par un bouchon à l'une des deux extrémités. L'extrémité fermée contient une ou plusieurs grilles métalliques imprégnées d'une substance chimique (le triéthanolamine) qui réagit en captant le dioxyde d'azote. Dans la pratique, chaque emplacement de mesure dispose de trois capteurs passifs qui sont exposés à l'air durant deux semaines. Les tubes sont ensuite analysés en laboratoire. Les résultats analytiques expriment la concentration moyenne en dioxyde d'azote pendant le temps d'exposition (deux semaines).

Comparée à celle s'appuyant sur les stations de mesure équipées d'analyseurs en continu, la méthode utilisant des capteurs passifs a l'avantage de permettre la surveillance simultanée de la pollution atmosphérique dans un grand nombre d'endroits différents à un coût relativement modeste. Cependant, aucune valeur de pointe à court terme ne peut être saisie. En conséquence, il faut effectuer une année de mesure pour vérifier si la valeur limite d'immission est respectée. La méthode appliquée est simple, peu coûteuse et offre malgré tout une précision acceptable (environ 15 à 20 % d'incertitude de mesure).

Certains paramètres de la méthode de mesure ont subi des changements au courant des années. En particulier, un changement de laboratoire a eu lieu en 1997. Par conséquent, il existe une certaine discontinuité dans les séries de mesures. Le présent rapport se limite aux résultats des mesures effectuées à partir de 1997, après le changement de laboratoire.

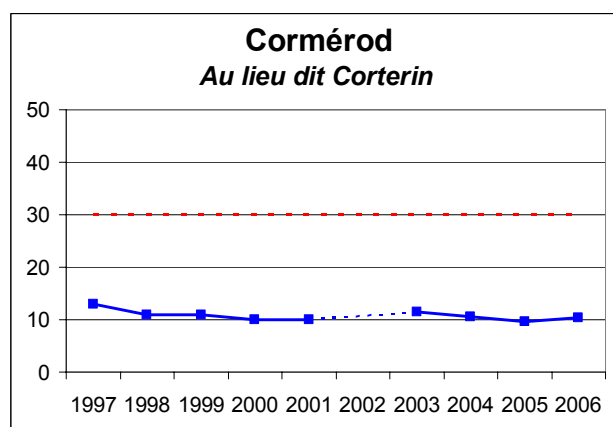
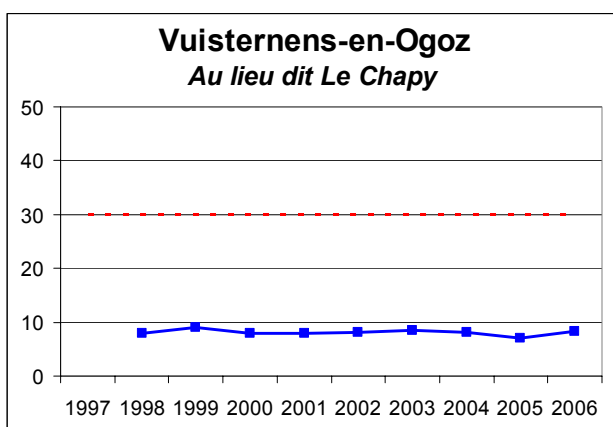
³ Immission : Polluants atmosphériques affectant l'homme, les animaux, les plantes, le sol et les constructions au lieu de leurs effets

2. Evolution du dioxyde d'azote de 1997 à 2006

Les représentations graphiques ci-dessous montrent l'évolution des moyennes annuelles du dioxyde d'azote (indiquées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Ces moyennes annuelles sont à comparer avec la valeur limite d'immission fixée à $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

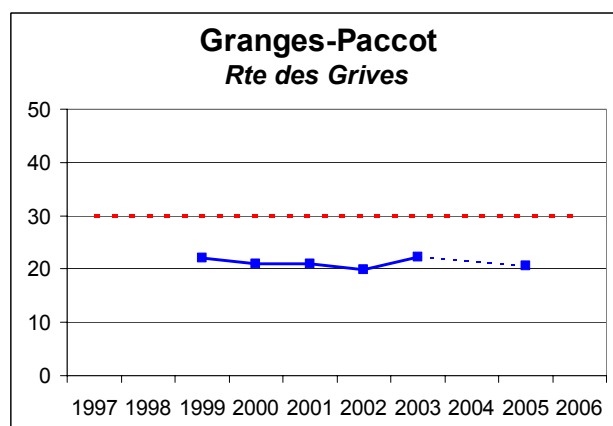
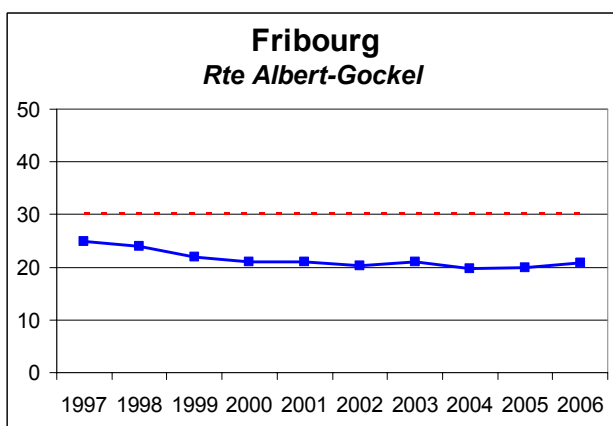
Situation rurale, concentration de fond

En zone rurale, éloignée de toute source d'émission, la valeur limite d'immission est largement respectée.



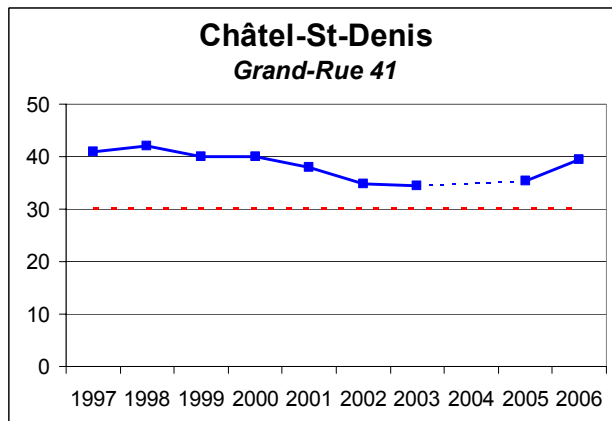
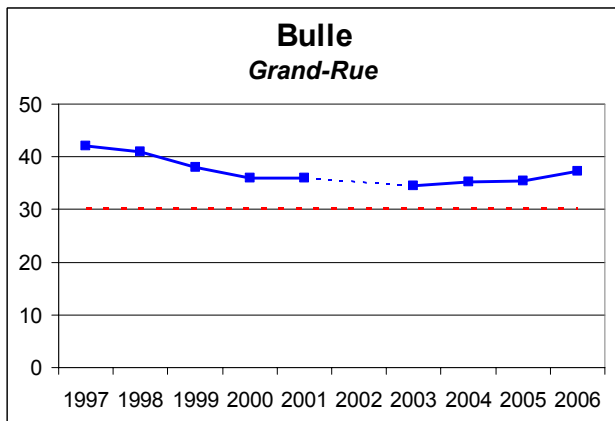
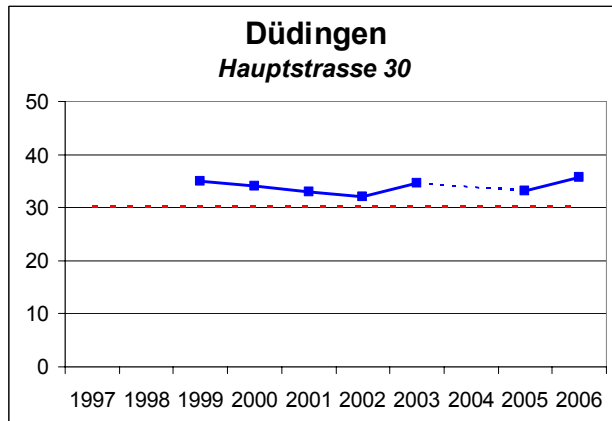
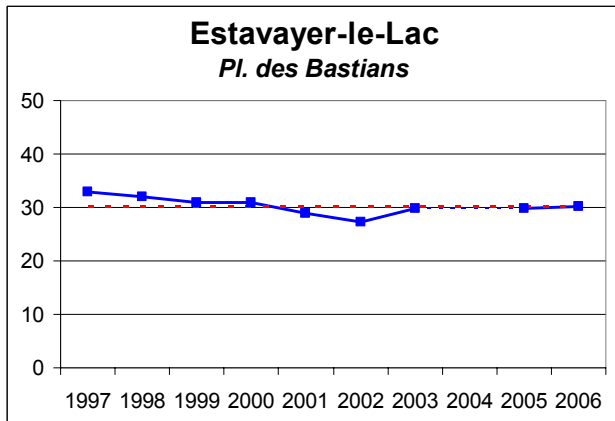
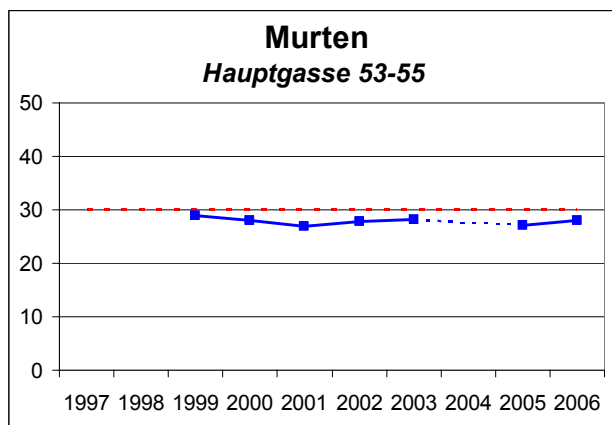
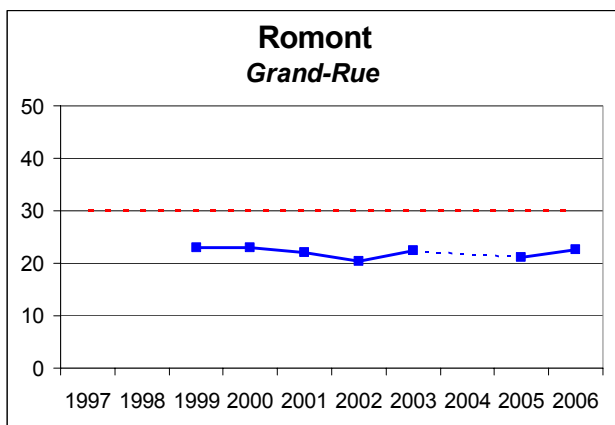
En agglomération ou en ville, concentration de fond

Dans les localités de plus de 5'000 habitants, la concentration de fond (là où le trafic routier ou les activités industrielles ne sont pas les sources dominantes) a diminué dans les années 90. Les dernières années la concentration du dioxyde d'azote s'est stabilisée à un niveau inférieur à la valeur limite d'immission.



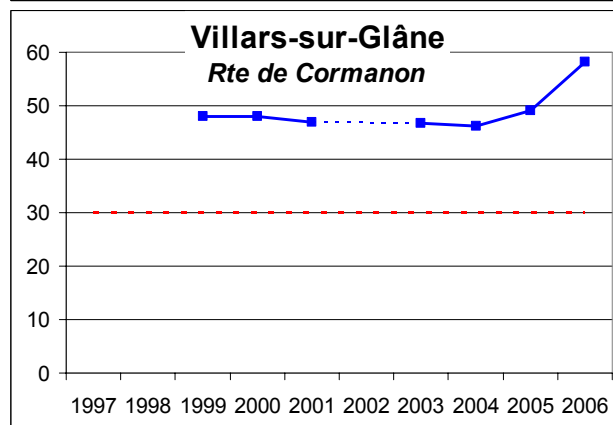
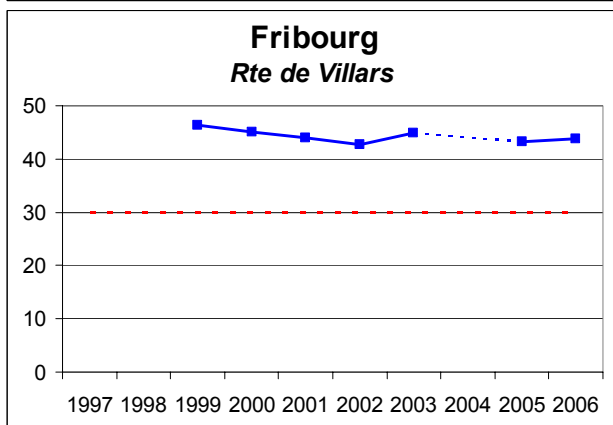
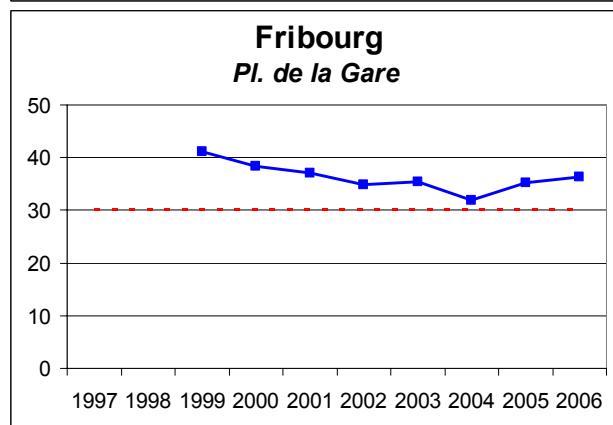
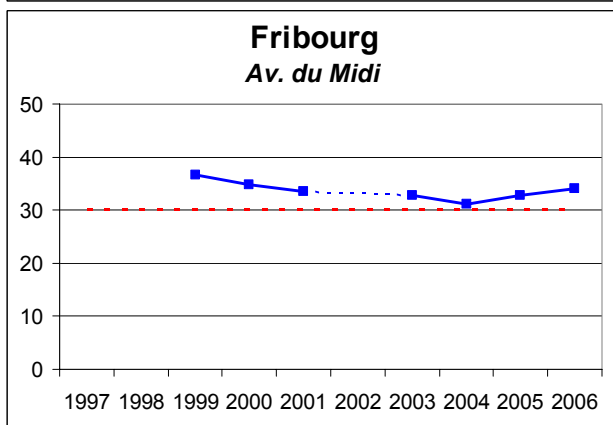
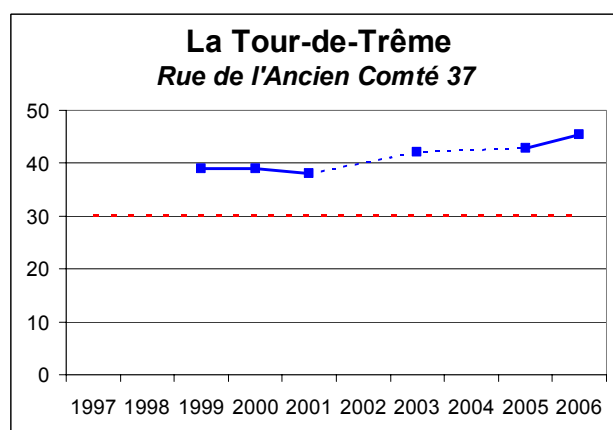
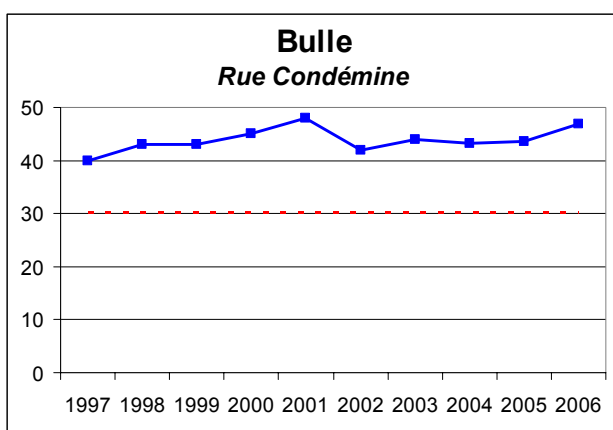
Centres régionaux

Aux emplacements exposés à une charge de trafic entre 5'000 et 20'000 véhicules par jour, les concentrations sont situées pour la plupart des cas entre 20 et 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations se trouvent donc souvent dans le domaine de la valeur limite d'immission.



Agglomérations bulloise et fribourgeoise, exposées au trafic

Dans les agglomérations de Bulle et de Fribourg, aux emplacements exposés au trafic, les concentrations dépassent la valeur limite d'immission. La diminution de pollution due au dioxyde d'azote, qui a pu être observée au cours des années 90, ne s'est plus poursuivie. En revanche, on constate même, pour certains emplacements, une augmentation des concentrations au cours des deux à trois dernières années. L'augmentation de 49 à 58 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ à l'emplacement de Cormanon à Villars-sur-Glâne est particulièrement frappante et probablement causée par un accroissement considérable du volume du trafic. Cet accroissement a sans doute un rapport avec la fermeture provisoire de la route de Condoz ainsi qu'avec le trafic engendré par la construction du centre commercial de Cormanon-Centre. L'avenir montrera si cette augmentation n'est que temporaire, ou si les flux de trafic ont changé de manière permanente.



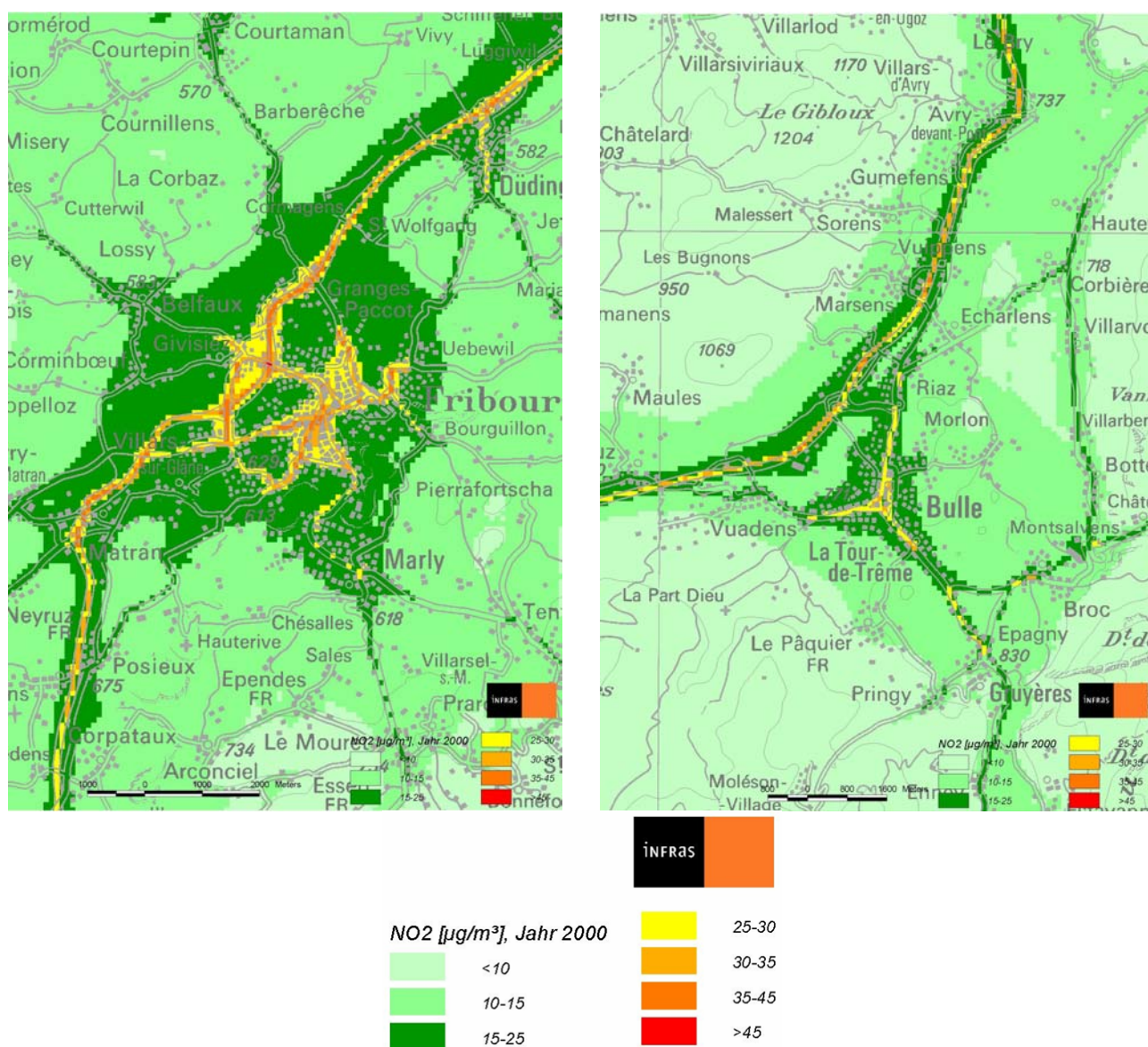
L'année 2006

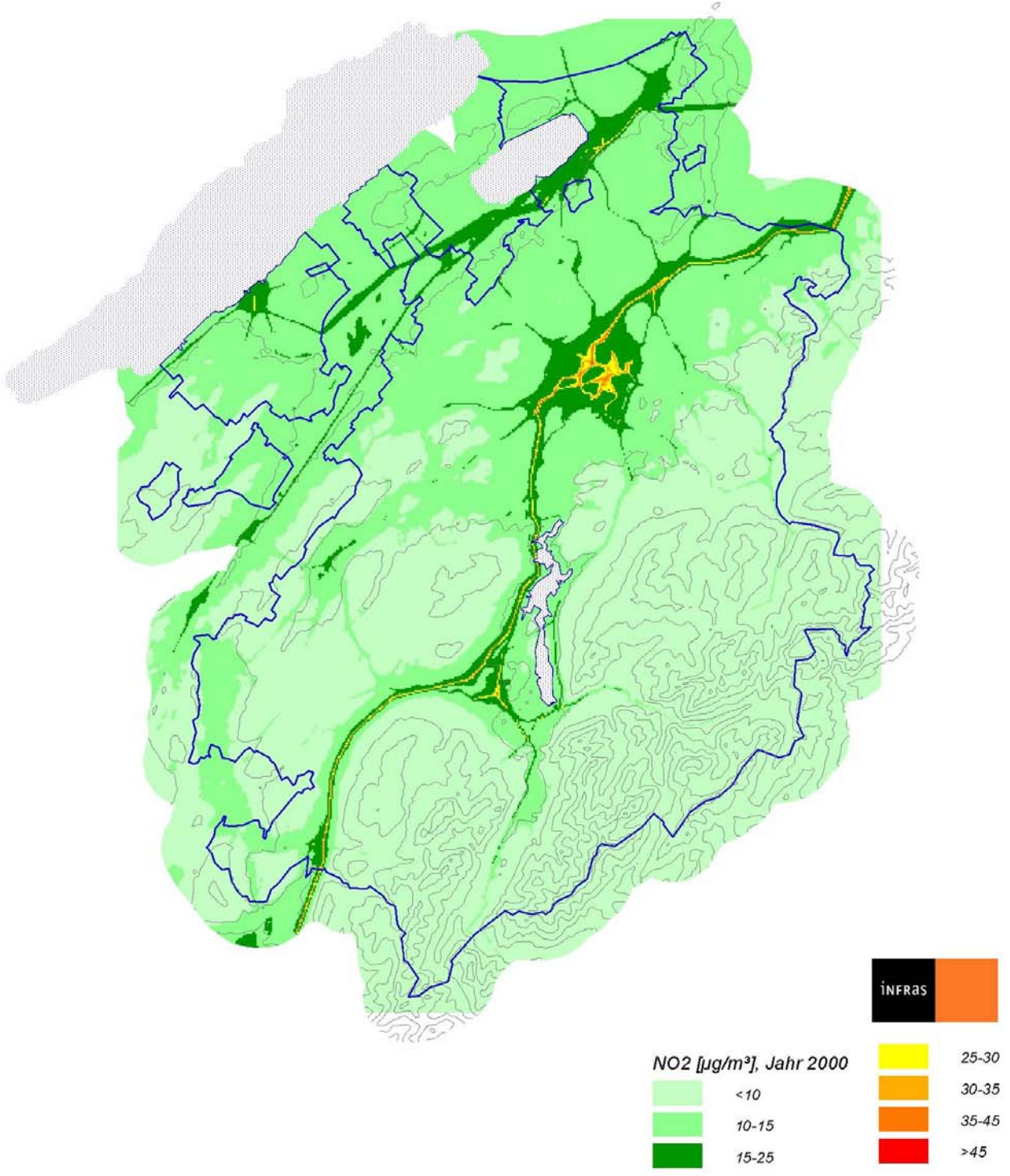
Par rapport aux années précédentes et pour tous les emplacements, les concentrations du dioxyde d'azote ont augmenté en 2006, en partie même de manière prononcée. On ne peut pas exclure que ceci reflète le fait que dans le secteur du transport aucune réduction d'émissions n'a eu lieu au cours des dernières années. En effet, la norme Euro 4 rendue obligatoire pour fin 2006 pour les camions, n'a pas encore déployé ses effets de réduction des émissions d'oxydes d'azote de manière significative. Pour les voitures de tourisme, la tendance continue à l'acquisition de véhicules équipés de moteurs diesel conduit peut-être même à une augmentation des émissions car les moteurs diesel émettent nettement plus d'oxydes d'azote que les voitures à essence. Il est en tout cas sûr que les valeurs accrues pour 2006 peuvent être attribuées en grande partie aux conditions atmosphériques extraordinaires des mois de janvier à mars 2006. Ces mois ont été caractérisés par plusieurs longues phases avec des situations d'inversion prononcées. Pendant de telles situations météorologiques, les polluants émis s'accumulent à proximité du sol, puisque l'échange avec l'air plus propre en altitude est empêché.

3. Carte cantonale des immissions pour l'année 2000

Sur la base des mesures du dioxyde d'azote, une modélisation tenant compte des différents mécanismes physiques et chimiques dans l'atmosphère a permis d'établir une carte cantonale des immissions du NO₂ pour l'année 2000.

L'interprétation de la carte d'immissions doit se faire avec nuances. Il faut être conscient que la résolution de la méthode utilisée se limite à l'hectare ; une exposition locale élevée (p.ex. dans une rue encaissée) ne peut donc pas être modélisée.





4. Vue d'ensemble de toutes les mesures depuis 1997

Localité	Rue, lieu précis	Coordonnée x	Coordonnée y	Altitude [m]	Caractérisation du site ⁴			Moyennes annuelles en NO ₂ [µg/m ³]									
					site	trafic	construction	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Bulle	Grand-Rue	570'790	163'105	769	2	B	c	42	41	38	36	36		35	35	35	37
Bulle	Pl. du Tilleul	570'810	163'020	770	2	B	b	27	27	28	27	27	24	24		24	
Bulle	Rue Condémine	570'986	163'242	755	2	B	c	40	43	43	45	48	42	44	43	44	47
Bulle	Rue de Vevey	570'690	162'915	770	2	B	c		35		32		33		32		35
Châtel-St-Denis	Grand-Rue 41	558'805	153'090	815	2	B	d	41	42	40	40	38	35	35		35	39
Cormérod	Au lieu dit Corterin	573'287	190'186	590	7	A	a	13	11	11	10	10		11	11	10	10
Düdingen	Hauptstrasse 30	581'024	188'622	585	2	B	c			35	34	33	32	35		33	36
Estavayer-le-Lac	Pl. des Bastions	554'840	188'780	448	2	B	c	33	32	31	31	29	27	30		30	30
Fribourg	Av. du Midi	577'855	183'350	631	1	B	c			37	35	34		33	31	33	34
Fribourg	Av. L. Weck-Reynold	578'049	183'976	640	1	B	c		40		38		36		38		42
Fribourg	Pl. de la Gare	578'104	183'607	625	1	B	c			41	38	37	35	35	32	35	36
Fribourg	Rte Albert-Gockel	578'317	182'594	640	5	B	c	25	24	22	21	21	20	21	20	20	21

⁴ Des explications concernant la caractérisation du site sont données toute à la fin de ce chapitre.

Localité	Rue, lieu précis	Coordonnée x	Coordonnée y	Altitude [m]	Caractérisation du site ⁵			Moyennes annuelles en NO ₂ [µg/m ³]									
					site	trafic	construction	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Fribourg	Rte de Villars	577'372	183'312	659	1	C	c			46	45	44	43	45		43	44
Fribourg	Rue de Chanterle	577'125	184'540	645	2	C	b	41		39		38		37		38	
Fribourg	Rue du Pont-Suspendu	579'060	183'889	580	1	C	d	44		40		40		39		38	
Givisiez	Rte de Belfaux	576'430	184'916	621	2	B	b	37	39	38	39	35	35	36		34	37
Givisiez	Rte d'Alcantara	576'306	184'275	655	2	C	b										31
Granges-Paccot	Rte de Morat	578'195	185'480	600	2	B	b								28	30	32
Granges-Paccot	Rte des Grives	578'080	185'529	600	6	A	b			22	21	21	20	22		21	
Kerzers	Burgstatt	581'503	202'684	450	2	B	c			31	30	29	34	33		30	32
La Tour-de-Trême	Rue de l'Ancien Comté 37	571'395	162'055	744	2	C	c			39	39	38		42		43	45
Murten	Hauptgasse 53-55	575'597	197'599	453	2	B	d			29	28	27	28	28		27	28
Murten	Ober Prehl	576'330	196'505	483	3	B	a				20	21	21	23	22	22	
Murten	Oberes Neugut	576'105	196'526	470	7	A	b			16	15	15	16	17	16	16	17

⁵ Des explications concernant la caractérisation du site sont données toute à la fin de ce chapitre.

Localité	Rue, lieu précis	Coordonnée x	Coordonnée y	Altitude [m]	Caractérisation du site ⁶			Moyennes annuelles en NO ₂ [µg/m ³]									
					site	trafic	construction	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006
Romont	Grand-Rue	560'157	171'798	755	2	B	c			23	23	22	20	22		21	23
Villars-sur-Glâne	Rte de Cormanon	577'002	182'421	677	2	B	c			48	48	47		47	46	49	58
Villars-sur-Glâne	Rte de Villars-Vert 4	576'373	183'137	700	6	A	b			27	27	26	25	27		26	27
Vuisternens-en-Ogoz	Au lieu dit Le Chapy	569'708	173'324	850	7	A	a		8	9	8	8	8	9	8	7	8

⁶ Des explications concernant la caractérisation du site sont données toute à la fin de ce chapitre.

Explications concernant la caractérisation des sites de mesures

Selon les Recommandations relatives aux mesures d'immissions du 1^{er} janvier 2004 de l'Office fédéral de l'environnement, des forêts et du paysage.

Caractérisation du site

N°	Caractérisation du site	Nombre d'habitants
1	En ville – exposé au trafic	> 25'000
2	En agglomération – exposé au trafic	5'000 – 25'0000
3	En zone rurale – exposé au trafic	0 – 5'000
4	Zone industrielle	
5	En ville – concentration de fond	> 25'000
6	Agglomération – concentration de fond	5'000 – 25'0000
7	En zone rurale, en dessous de 1000 m. s/mer [#] – concentration de fond	0 – 5'000
8	En zone rurale, au dessus de 1000 m. s/ mer [#] – concentration de fond	0 – 5'000
9	Haute montagne	

hauteur habituelle de la phase d'inversion en Suisse

Explications :

Exposé au trafic circulation routière comme source principale d'émissions
 Zone industrielle installations industrielles comme sources principales d'émissions
 Concentration de fond là où le trafic routier ou les activités industrielles ne sont pas les sources dominantes

La charge de trafic et le type de constructions aux alentours seront déterminés selon les catégories suivantes :

Charge de trafic

	charge de trafic	TJM
A	faible	< 5'000
B	moyenne	5'000 – 20'000
C	intense	20'001 – 50'000
D	très intense	> 50'000

Type de constructions

a	aucune
b	ouvert
c	fermé latéralement
d	encaissé

Remerciements

Nous saisissons l'occasion de ce rapport pour exprimer notre gratitude et nos chaleureux remerciements à toutes les personnes qui ont collaboré à nos mesures et sans le concours desquelles notre tâche aurait été impossible. Notre reconnaissance s'adresse tout d'abord aux autorités communales pour leur compréhension et leur participation active, mais aussi à toutes celles et ceux qui se sont engagés à nous fournir ce qui constitue l'essentiel de ce rapport, les mesures sur le terrain.