

Avril 2008

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

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



Service de l'environnement

Mesures du dioxyde d'azote au moyen de capteurs passifs

1. Introduction
2. Evolution du dioxyde d'azote de 1998 à 2007
3. Carte cantonale des immissions pour l'année 2000
4. Vue d'ensemble de toutes les mesures depuis 1998

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

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 (station fixe), le monoxyde d'azote, le dioxyde d'azote, l'ozone, ainsi que les poussières fines (stations mobiles). A cela s'ajoute un nombre 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 (NO₂) 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 (O₃).

Dans le canton de Fribourg les émissions¹ d'oxydes d'azote proviennent en grande partie 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 encore située à 90 %.

Les plus hautes concentrations de monoxyde et de dioxyde d'azote sont observées aux alentours des axes routiers. Les moyennes annuelles maximales en dioxyde d'azote peuvent dépasser 40 µg/m³² dans les centres des villes; elles se situent entre 20 et 40 µg/m³ dans les agglomérations et en dessous de 20 µg/m³ dans les régions rurales.

Valeurs limites d'immission

S'il est établi ou à prévoir que, malgré les limitations préventives d'émissions, des immissions³ excessives sont ou seront occasionnées, l'autorité cantonale est tenue d'élaborer un plan de mesures 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.

¹ Emission : Polluants atmosphériques rejetés dans l'environnement par les installations, les véhicules ou les produits.

² µg/m³ : 1 µg/m³ signifie un millionième de gramme (µg) de polluant par mètre cube (m³) d'air.

³ Immission : Pollution atmosphérique à l'endroit où elle déploie ses effets sur l'homme, les animaux, les plantes, les sols et les biens matériels.

Pour le dioxyde d'azote, les valeurs limites d'immissions sont les suivantes :

pour la moyenne annuelle :	30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$
pour la moyenne par 24 heures :	80 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (ne doit pas être dépassée plus d'une fois par année)

L'expérience montre que la valeur limite annuelle de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ n'est en général pas respectée dans les environs de routes à fort trafic. Lorsque la limite annuelle 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.

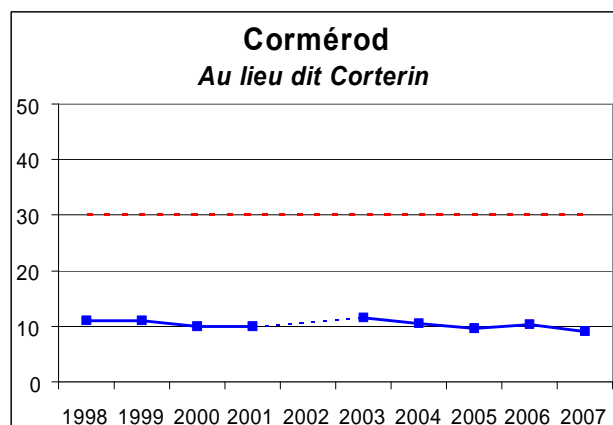
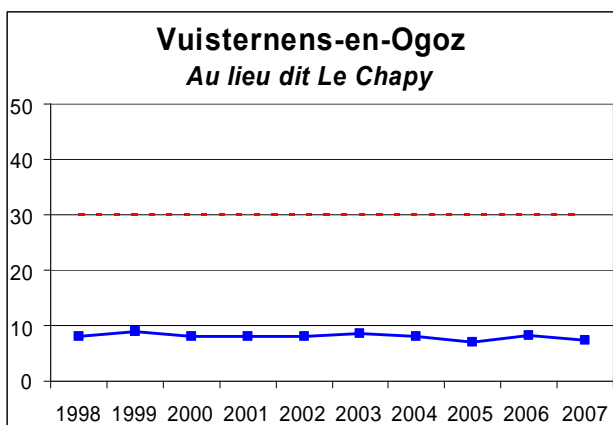
Comparés aux stations de mesure équipées d'analyseurs en continu, les capteurs passifs ont l'avantage de permettre la surveillance simultanée de la pollution atmosphérique dans un grand nombre d'endroits à un coût relativement modeste. Cependant, aucune valeur de pointe à court terme ne peut être saisie. 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).

2. Evolution du dioxyde d'azote de 1998 à 2007

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 $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$.

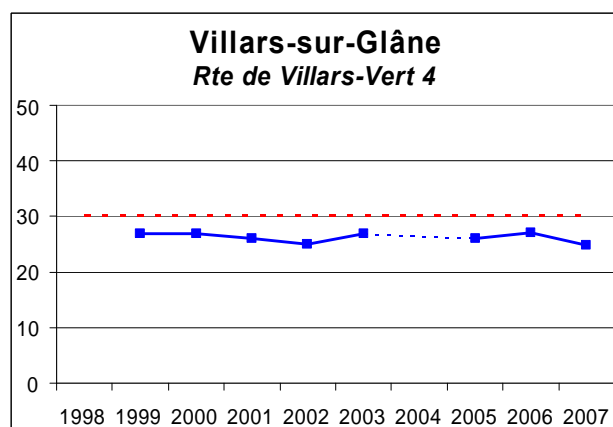
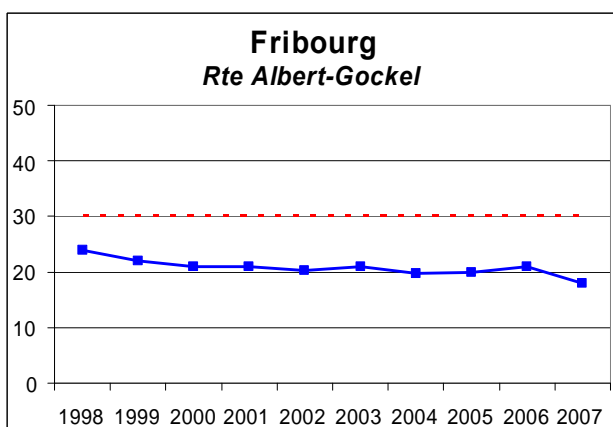
Situation rurale, concentration de fond

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



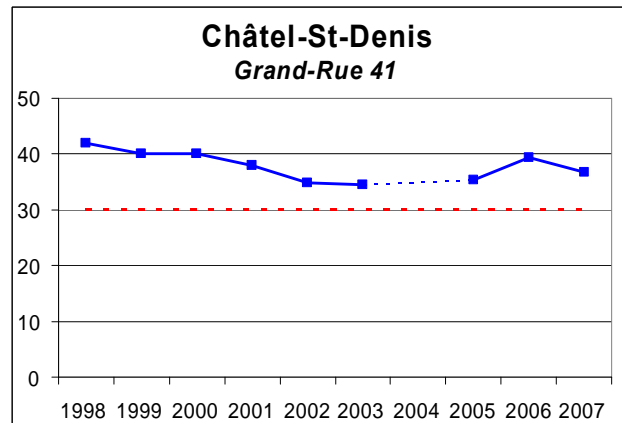
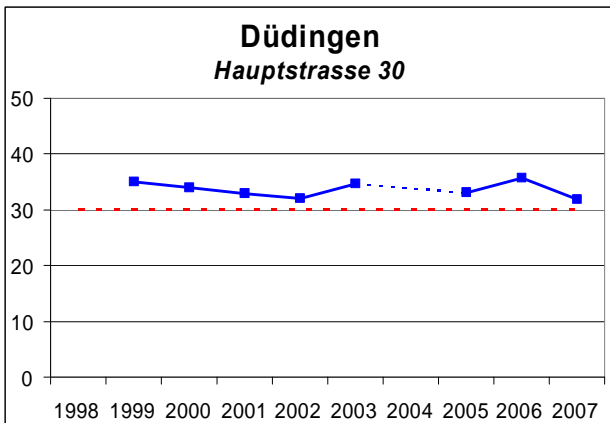
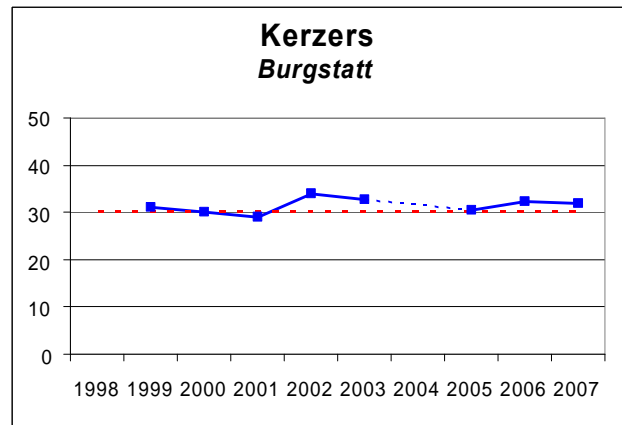
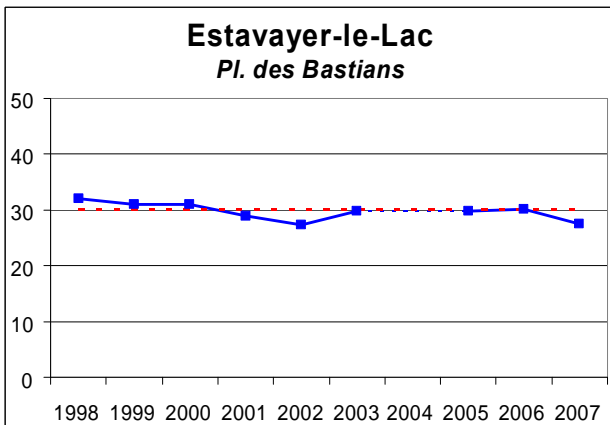
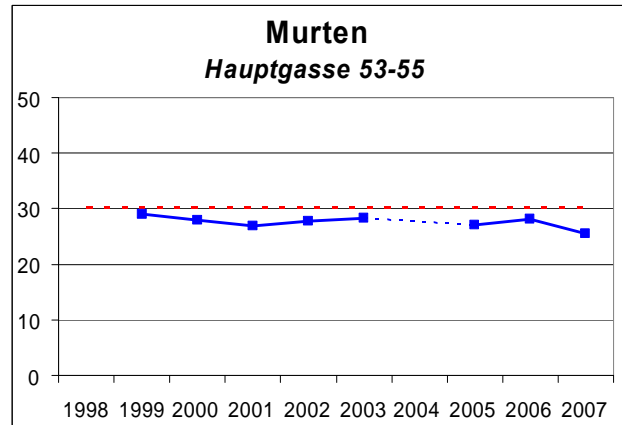
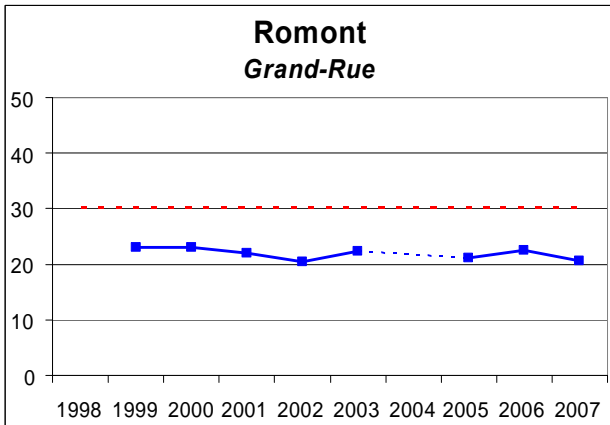
En agglomération ou en ville, concentration de fond

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) s'est stabilisée au courant des dernières années à un niveau inférieur à la valeur limite d'immission.



Centres régionaux

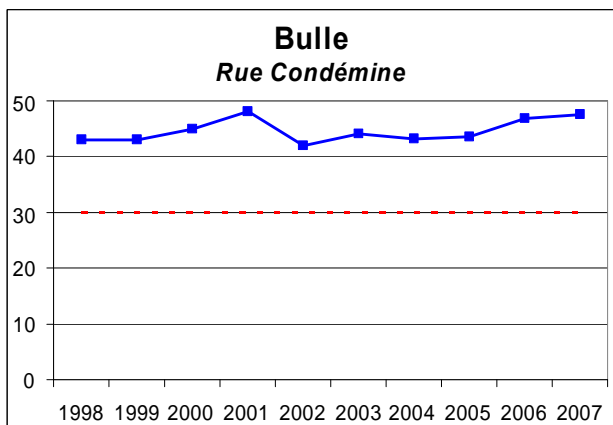
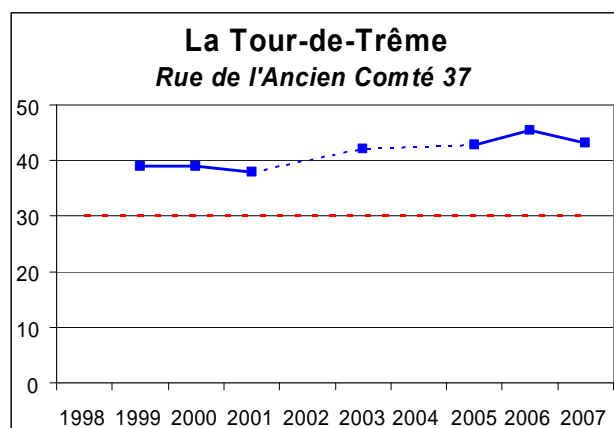
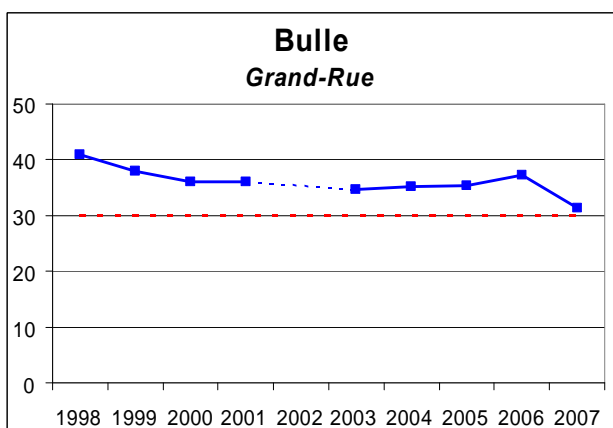
Aux emplacements exposés à une charge de trafic entre 5'000 et 20'000 véhicules par jour, les concentrations sont situées pour la plupart des cas entre 20 et 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Les concentrations se trouvent donc souvent près de la valeur limite d'immission de 30 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.



Agglomération bulloise

En 2007, la ville de Bulle a débuté d'importants travaux de réaménagement de son centre-ville. Ces travaux semblent avoir modifiés les flux de trafic. Ainsi, on observe par exemple une diminution considérable de la moyenne annuelle de dioxyde d'azote à la Grand-Rue, et une augmentation à la rue de la Condémine.

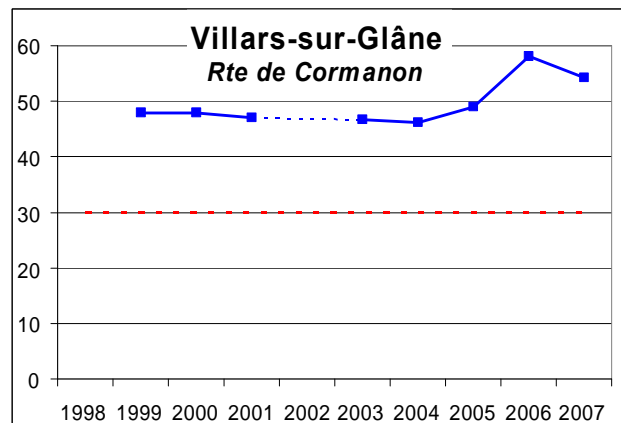
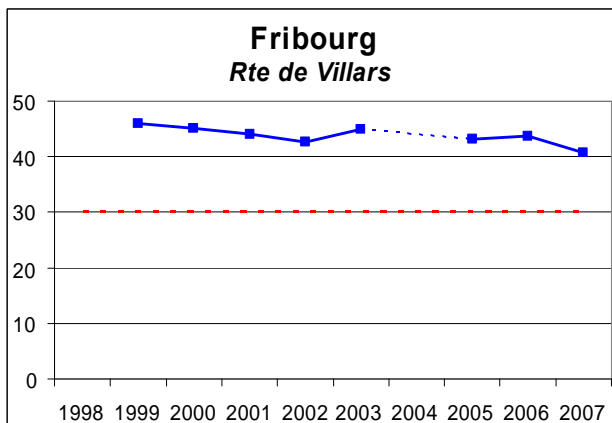
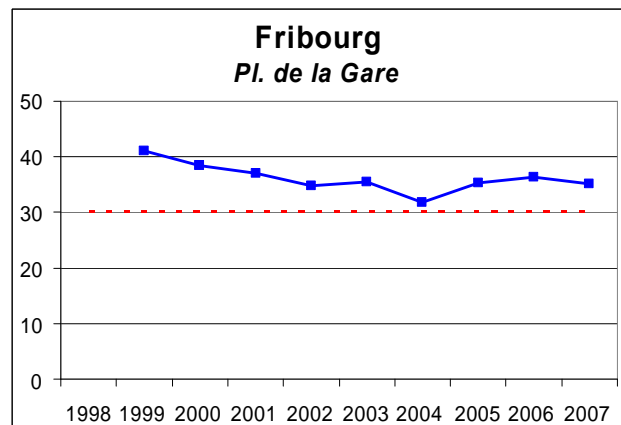
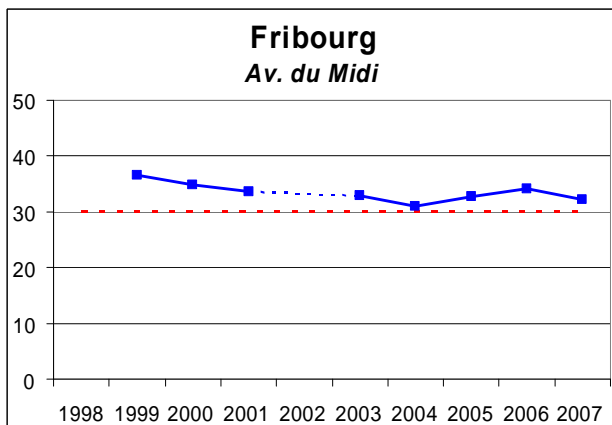
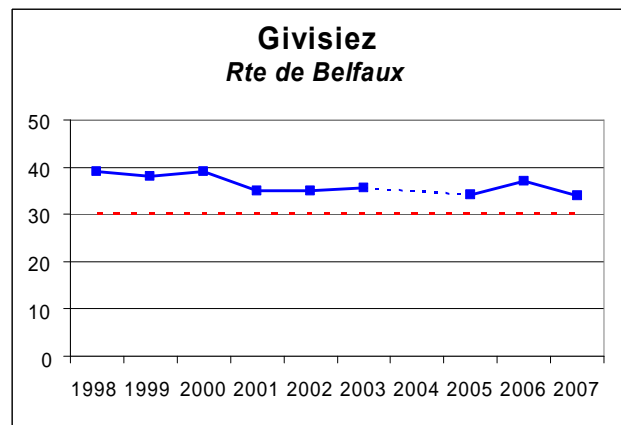
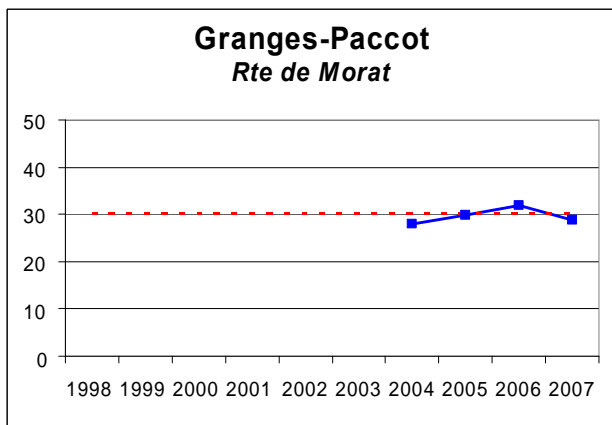
Pour la rue de l'Ancien Comté, l'axe principal de La Tour-de-Trême, et pour la rue de Condémine à Bulle, on constate dès le début des années 2000 une tendance à la hausse, tendance qui n'est pas observée dans les autres localités du canton de Fribourg.



Agglomération fribourgeoise, exposée au trafic

Les concentrations dépassent la valeur limite d'immission de 30 µg/m³ dans tous les endroits exposés au trafic, à l'exception de la rte de Morat à Granges-Paccot, à la hauteur du centre commercial Agy (cet emplacement est bien ventilé).

A la route de Cormanon à Villars-sur-Glâne, une augmentation considérable de dioxyde d'azote a été mesurée en 2006. Elle pouvait être expliquée par la fermeture provisoire de la route de Condoz et par le trafic engendré par le chantier du quartier de Cormanon-Est. Les données 2007 montrent toutefois que la quantité et le flux de trafic ont peut-être changé de manière permanente. Mais les valeurs élevées à la route de Cormanon sont probablement un phénomène limité à cet endroit comme l'indiquent des mesures en parallèle à la même route à seulement 300 m de distance. En effet, en 2007 à la hauteur du centre commercial de Cormanon a été trouvée une valeur annuelle 44 % plus basse (30 µg/m³).



L'année 2007

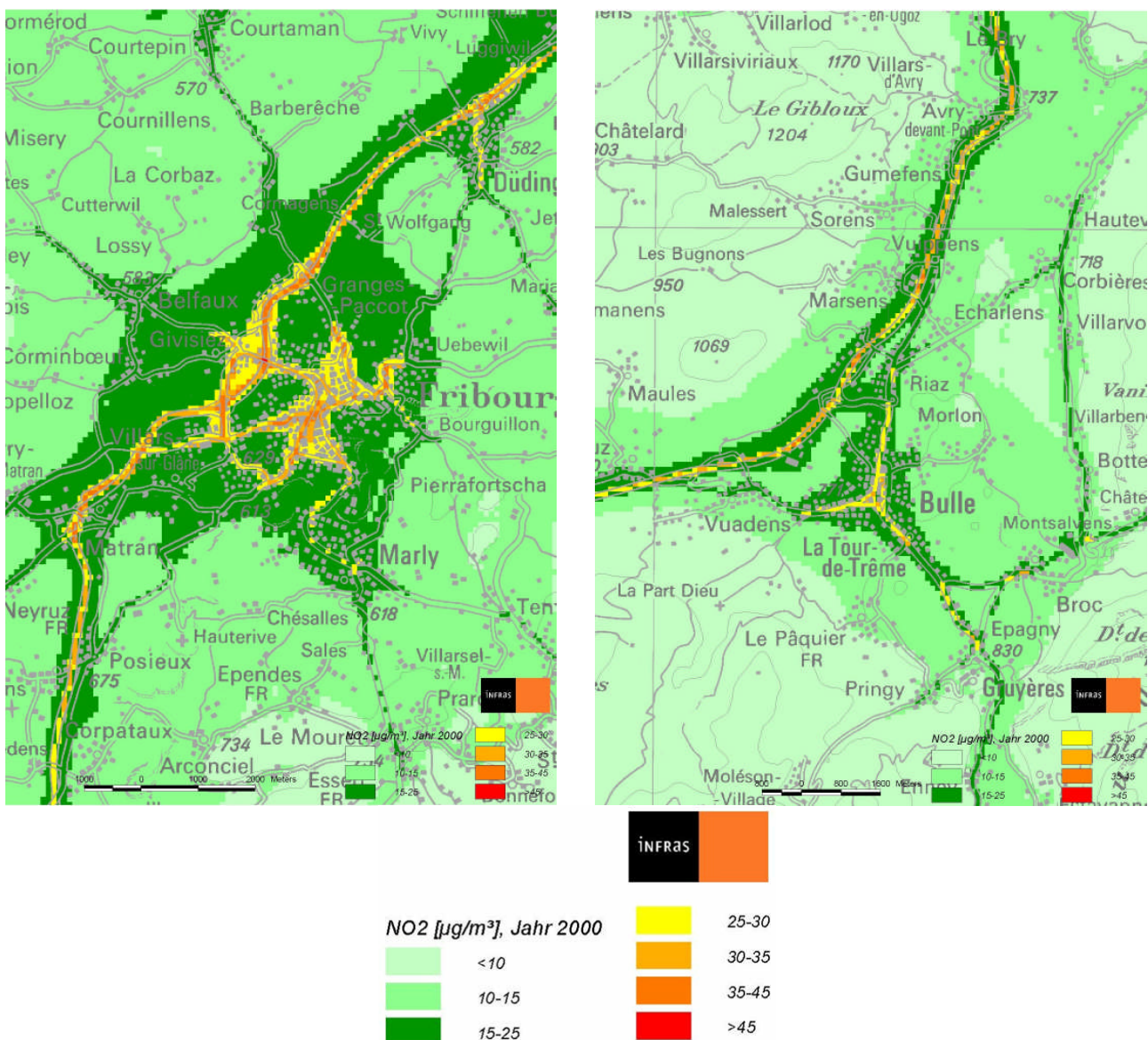
Les concentrations en dioxyde d'azote ont diminué à tous les emplacements en 2007 par rapport à 2006, à une exception près (rue Condémine à Bulle). En moyenne, les valeurs 2007 sont semblables à celles observées en 2005, voire légèrement plus basses. Toutefois, elles restent pour la plupart des emplacements mesurés en dessus de la valeur limite d'immission de 30 µg/m³.

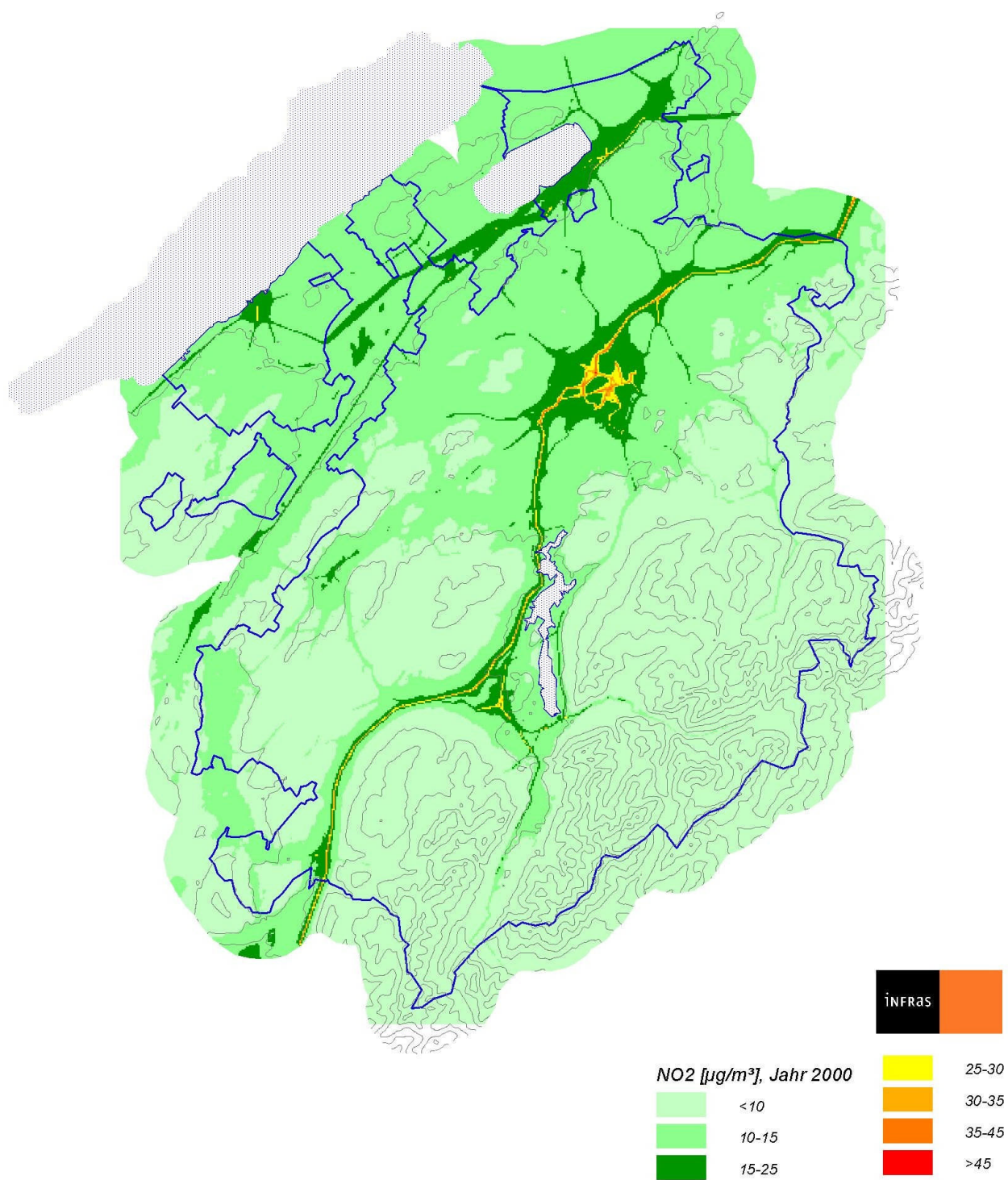
Les valeurs 2006 peuvent être attribuées en grande partie aux conditions atmosphériques extraordinaires des mois de janvier à mars 2006. Ces mois ont été caractérisés par plusieurs longues phases avec des situations d'inversion prononcées. Pendant de telles situations météorologiques, les polluants émis 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 de 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 de 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 1998

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	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Bulle	Grand-Rue	570'790	163'105	769	2	B	c	41	38	36	36		35	35	35	37	31
Bulle	Pl. du Tilleul	570'810	163'020	770	2	B	b	27	28	27	27	24	24		24		
Bulle	Rue Condémine	570'986	163'242	755	2	B	c	43	43	45	48	42	44	43	44	47	48
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	42	40	40	38	35	35		35	39	37
Cormérod	Au lieu dit Corterin	573'287	190'186	590	7	A	a	11	11	10	10		11	11	10	10	9
Düdingen	Hauptstrasse 30	581'024	188'622	585	2	B	c		35	34	33	32	35		33	36	32
Estavayer-le-Lac	Pl. des Bastians	554'840	188'780	448	2	B	c	32	31	31	29	27	30		30	30	28
Fribourg	Av. du Midi	577'855	183'350	631	1	B	c		37	35	34		33	31	33	34	32
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	35
Fribourg	Rte Albert-Gockel	578'317	182'594	640	5	B	c	24	22	21	21	20	21	20	20	21	18

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	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Fribourg	Rte de Villars	577'372	183'312	659	1	C	c		46	45	44	43	45		43	44	41
Fribourg	Rue de Chantermerle	577'125	184'540	645	2	C	b		39		38		37		38		38
Fribourg	Rue du Pont-Suspendu	579'060	183'889	580	1	C	d		40		40		39		38		36
Givisiez	Rte de Belfaux	576'430	184'916	621	2	B	b	39	38	39	35	35	36		34	37	34
Givisiez	Rte d'Alcantara	576'306	184'275	655	2	C	b									31	29
Granges-Paccot	Rte de Morat	578'195	185'480	600	2	B	b							28	30	32	29
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	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	43
Murten	Hauptgasse 53-55	575'597	197'599	453	2	B	d		29	28	27	28	28		27	28	26
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 NO2 [µg/m3]									
					site	trafic	construction	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	2006	2007
Romont	Grand-Rue	560'157	171'798	755	2	B	c		23	23	22	20	22		21	23	21
Villars-sur-Glâne	Rte de Cormanon	577'002	182'421	677	2	B	c		48	48	47		47	46	49	58	54
Villars-sur-Glâne	Cormanon-Centre	577'760	182'487	685	2	B	b										30
Villars-sur-Glâne	Rte de Villars-Vert 4	576'373	183'137	700	6	A	b		27	27	26	25	27		26	27	25
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	7

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.