

4.7 DIOXYDE DE SOUFRE (SO₂)

Le dioxyde de soufre est mesuré en «temps réel» dans 8 des 11 postes du réseau téléométrique, ainsi que dans le poste situé à Forest (47E013) et exploité par Electrabel. Un échantillonnage sur 24 heures est de plus effectué à 3 points de mesure. Dans ce cas, la détermination du SO₂ se fait ensuite en laboratoire, par le biais d'une analyse chimique humide.

Les points de mesure de SO₂ du réseau téléométrique se situent à Molenbeek (41R001), Ixelles-Avenue de la Couronne (41R002), Arts-Loi (41B003), Eastman-Belliard (B005), Uccle (41R012), Haren (41N043), Woluwé-St-Lambert (41WOL1) et au parc Meudon (41MEU1). Les valeurs journalières pour le SO₂ sont calculées sur la base des concentrations moyennes semi-horaires. Les mesures du SO₂ dans les poste de Berchem-Ste-Agathe et Forest (Electrabel) ont été mises à l'arrêt respectivement en février et avril 2005.

Les points de mesure à échantillonnage sur 24 heures se situent à Uccle (21R012), à Bruxelles-ville (21B004) et au parc Meudon (21MEU1). Fin 2003, le poste de mesure situé auprès de la police Bruxelles (21POLI) a été transféré à la station de métro Ste-Catherine (21B004). Suite à des travaux d'aménagement de la station métro ce poste a été mis à l'arrêt entre mars 2006 et mars 2008.

4.7.1 Réglementation SO₂

Les directives européennes 1999/30/CE et 2008/50/CE donnent les valeurs limites pour la concentration de SO₂ dans l'atmosphère. Ces directives formulent des objectifs pour la qualité de l'air qui, dans le cas du SO₂, doivent être respectés dès 2005. Jusqu'en 2005, une marge de dépassement, qui diminue d'année en année, est autorisée. Les dispositions relatives à la qualité de l'air de l'ancienne directive 80/779/CE restaient en vigueur jusque 2005.

La *directive 1999/30/CE* du 22 avril 1999 fixe les valeurs limites pour le SO₂ qui doivent être respectées à partir du 1^{er} janvier 2005 :

- **350 µg/m³** comme **valeur horaire** à ne pas dépasser plus de **24 fois par année calendrier**. Lors de l'entrée en vigueur une marge de tolérance de 150 µg/m³, qui sera réduite à 0 µg/m³ en 2005, peut être appliquée.
- **125 µg/m³** comme **valeur journalière** à ne pas dépasser plus de **3 fois par année calendrier**. Pour cette valeur limite aucune tolérance temporaire n'est prévue.

Les valeurs limites pour le SO₂, issues de l'ancienne *directive 80/779/CE*, étaient liées à la concentration de particules, mesurée selon la méthode des "fumées noires". Les dispositions suivantes constituaient les valeurs limites les plus strictes pour le SO₂:

- **250 µg/m³** comme **98^{ème} centile** des valeurs journalières sur l'année
- **80 µg/m³** comme **50^{ème} centile** des valeurs journalières sur l'année
- **130 µg/m³** comme **50^{ème} centile** des valeurs journalières pendant la période d'hiver (octobre - mars)

Les dispositions de cette directive ne sont plus d'application à partir de 2005

4.7.2 Valeurs de SO₂ mesurées

Le tableau IV.38 reproduit les principaux paramètres statistiques par lieu de mesure, calculés sur la base des valeurs journalières disponibles sur l'année. Le tableau indique la moyenne arithmétique (MOY) et le 98^{ème} centile (P98).

Les résultats indiquent que les valeurs limites, valables pour une période annuelle, sont respectées à tous les points de mesure. Sur la période 2006-2008, il n'y a eu aucune valeur journalière pour le SO₂ supérieure à 125 µg/m³ (nouvelle directive) ou supérieure à 250 µg/m³ (ancienne directive). Il n'y a d'ailleurs eu aucune valeur journalière supérieure à 80 µg/m³ (ancienne directive).

Tableau IV.38: **SO₂-VALEURS JOURNALIÈRES – MOYENNE et P98 [µg/m³]**
PÉRIODE ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DÉCEMBRE

MOY	R001	R002	B003	B005	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1996	25	17	24		13	14	16		14	19
1997	18	11	17		13	12	12		11	15
1998	15	9	14		10	10	13		7	11
1999	12	9	13		9	9	11	--	5	9
2000	10	8	10		7	7	9	8	4	9
2001	10	--	11	--	8	8	8	9	--	9
2002	9	6	--	7	6	7	6	6	6	7
2003	10	7	9	8	6	7	7	7	7	8
2004	9	5	9	7	5	7	6	6	4	7
2005	6	4	8	5	#	6	6	5	6	#
2006	6	5	7	5		6	6	5	6	
2007	5	4	6	4		7	6	4	5	
2008	4	5	5	4		5	5	3	3	

P98	R001	R002	B003	B005	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1996	71	58	67		47	56	47		52	70
1997	65	49	67		64	51	44		60	72
1998	43	32	40		33	30	37		26	36
1999	34	20	36		22	26	30	--	21	30
2000	27	19	28		21	22	21	20	18	27
2001	31	--	28	--	25	23	22	23	--	31
2002	26	14	--	23	26	23	17	20	13	29
2003	30	24	29	29	23	28	23	22	21	30
2004	22	14	24	17	16	20	14	18	15	19
2005	18	13	18	14	#	19	15	12	13	#
2006	19	14	22	16		19	17	15	15	
2007	15	12	18	14		20	15	14	13	
2008	12	13	18	10		12	11	10	8	

-- : moins de 50% de données validées sur base annuelle

Dans la Région de Bruxelles-Capitale, les concentrations de SO₂ sont relativement basses depuis assez longtemps et les différences de niveaux de concentration entre les jours ouvrables et les jours non ouvrables, et entre les périodes estivales et hivernales sont donc assez limitées. Des tableaux détaillés, avec la répartition de fréquences cumulées pour les valeurs horaires et journalières du SO₂, figurent aux *annexes B, C et D*. Des résultats sont présentés pour les périodes annuelles, hivernales (*octobre - mars*) et estivales (*avril - septembre*).

Suite du tableau IV.38: **SO₂-VALEURS JOURNALIÈRES – Réseau NON-TÉLÉMÉTRIQUE**

CONCENTRATION MOYENNE ANNUELLE et P98 [µg/m³]

MOY	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
1996		11.1		--	10.8	--
1997		9.1		17.2	10.8	13.7
1998	6.2	7.6		13.2	7.5	8.7
1999	6.0	6.4		10.6	6.2	8.7
2000	4.8	5.4		10.0	5.0	6.7
2001	4.5	5.3		9.2		
2002	4.5	4.9		7.7		
2003	6.0	5.6	--	9.5		
2004	4.5	3.6	5.2			
2005	3.6	3.5	5.1			
2006	3.1	3.4	--			
2007	3.0	3.2	--			
2008	2.1	3.4	2.6			

P98	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
1996		34.8		--	44.1	--
1997		44.9		78.5	53.4	68.2
1998	19.9	26.1		40.4	28.5	26.7
1999	16.4	18.7		33.0	17.8	29.3
2000	13.5	16.1		27.9	19.9	20.8
2001	12.7	16.1		24.9		
2002	14.7	15.7		23.7		
2003	17.4	18.8	--	26.1		
2004	12.4	9.4	13.9			
2005	10.2	8.7	12.8			
2006	10.6	10.2	--			
2007	9.2	10.4	--			
2008	7.0	14.0	7.7			

-- : moins de 50% de données sur base annuelle

Le tableau IV.39 donne le 50^{ème} centile des valeurs journalières durant les périodes hivernales successives “octobre – mars”. La valeur limite la plus stricte pour la période hivernale, à savoir 130 µg/m³ pour le 50^{ème} centile des valeurs journalières, est respectée à tous les points de mesure.

Tableau IV.39 : **SO₂-VALEURS JOURNALIÈRES – P50 – Période HIVERNALE [µg/m³]**
PÉRIODE HIVERNALE : 1 OCTOBRE – 31 MARS

Réseau TÉLÉMÉTRIQUE

P50	R001	R002	B003	B005	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
H95-96	28	22	36		14	18	18		15	--
H96-97	19	14	18		11	14	14		15	18
H97-98	19	8	17		12	12	13		5	12
H98-99	15	9	18		10	10	15		4	11
H99-00	13	9	10		8	9	10	10	3	10
H00-01	9	7	10		6	7	7	8	--	7
H01-02	10	--	12	10	7	7	7	8	3	9
H02-03	11	6	--	9	6	8	6	7	7	8
H03-04	11	6	7	8	6	7	7	7	7	8
H04-05	9	5	9	5	5	8	8	6	4	7
H05-06	7	5	9	5	#	7	7	5	6	#
H06-07	4	4	5	4		5	6	4	4	
H07-08	5	5	4	4		6	6	2	4	

Réseau NON-TÉLÉMÉTRIQUE

P50	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
H95-96		12.9			--	
H96-97		9.7		21.2	9.6	12.9
H97-98		7.9		17.3	9.0	11.6
H98-99	8.1	7.4		13.9	6.6	10.0
H99-00	5.5	6.8		11.5	5.0	8.0
H00-01	4.3	4.6		10.8		
H01-02	5.3	6.5		8.2		
H02-03	4.7	5.2		10.7		
H03-04	5.8	4.9	8.3	--		
H04-05	3.9	3.5	6.1			
H05-06	4.0	4.8	6.0			
H06-07	2.2	3.1	--			
H07-08	2.3	2.7	--			

-- : moins de 50% de données sur base annuelle

4.7.3 Dépassements des valeurs limites SO₂ (1999/30/CE)

Le tableau IV.40 donne pour les dernières années le nombre des valeurs horaires avec dépassement. C'est en 1997 que l'on a constaté les derniers dépassements consécutifs à une brève, et probablement accidentelle émission de SO₂, accompagné de composants interférents. Durant la période 2006-2008 il n'y a pas eu de dépassements

Tableau IV.40: **SO₂ - NOMBRE de VALEURS HORAIRES > 350 µg/m³**
Période ANNUELLE – Réseau Télémétrique

> 350	R001	R002	B003	B004	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1997	0	0	0		0	0	0		5	0
1998	0	0	0		0	0	0		0	0
1999	0	0	0		0	0	0	(0)	0	0
2000	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0
2001	0	(0)	0	0	0	0	0	0	(0)	0
2002	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	#	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0		0	0	0	0	#
2007	0	0	0	0		0	0	0	0	
2008	0	0	0	0		0	0	0	0	

Le tableau IV.41 donne le nombre de jours avec dépassement du seuil de 125 µg/m³ SO₂. Il n'y a pas de marge de tolérance admissible pour ce seuil. Cette valeur limite est également déjà respectée depuis plusieurs années sans problème.

Tableau IV.41 : **SO₂ – NOMBRE de VALEURS JOURNALIÈRES > 125 µg/m³**
Période ANNUELLE – Réseau Télémétrique

> 125	R001	R002	B003	B004	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1997	0	0	0		0	0	0		0	0
1998	0	0	0		0	0	0		0	0
1999	0	0	0		0	0	0	(0)	0	0
2000	0	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0
2001	0	(0)	0	0	0	0	0	0	(0)	0
2002	0	0	(0)	0	0	0	0	0	0	0
2003	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2004	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2005	0	0	0	0	#	0	0	0	0	0
2006	0	0	0	0		0	0	0	0	#
2007	0	0	0	0		0	0	0	0	
2008	0	0	0	0		0	0	0	0	

() : série incomplète de données

4.7.4 Évolution à long terme des concentrations de SO₂

La figure 4.107 reproduit l'*évolution* de la concentration de SO₂ à *plus long terme* (1968-2008). La baisse constatée durant les années '70 jusqu'au début des années '80, est la conséquence de divers facteurs : une succession de limitations légales concernant la teneur maximale autorisée en soufre dans les combustibles de chauffage et de production d'énergie, le remplacement de combustibles solides et liquides par le gaz naturel comme source d'énergie pour le chauffage domestique et la mise en service de centrales nucléaires. Le taux de soufre dans le diesel, qui a été ramené à 0,2% (masse/masse) durant les années '80, a été diminué par après vers 0,05%. Depuis 2000 les taux admissibles de S sont de 350 ppm (0.035%) pour le diesel et de 150 ppm pour l'essence. Les concentrations moyennes actuelles en SO₂ sont environ 15 à 20 fois plus faibles que celles mesurées au début des années '70.

La figure 4.108 reproduit la *dispersion spatiale* de la pollution par le SO₂ sous la forme de roses de pollution, représentées sur une carte de la Région. La carte d'en haut représente la période hivernale 'octobre 2007 – mars 2008' et la carte d'en bas, la période estivale 'avril – septembre 2008'. Aux postes de mesure qui ont une situation plus centrale, des concentrations légèrement supérieures sont constatées par rapport à la périphérie. En moyenne, les concentrations sont également un rien plus élevées l'hiver que l'été.

Le dioxyde de soufre n'est pas un polluant typique du trafic routier. Vu l'absence de sources industrielles importantes de SO₂ dans la Région, la part du trafic routier dans les émissions totales de SO₂ n'est toutefois pas à négliger.

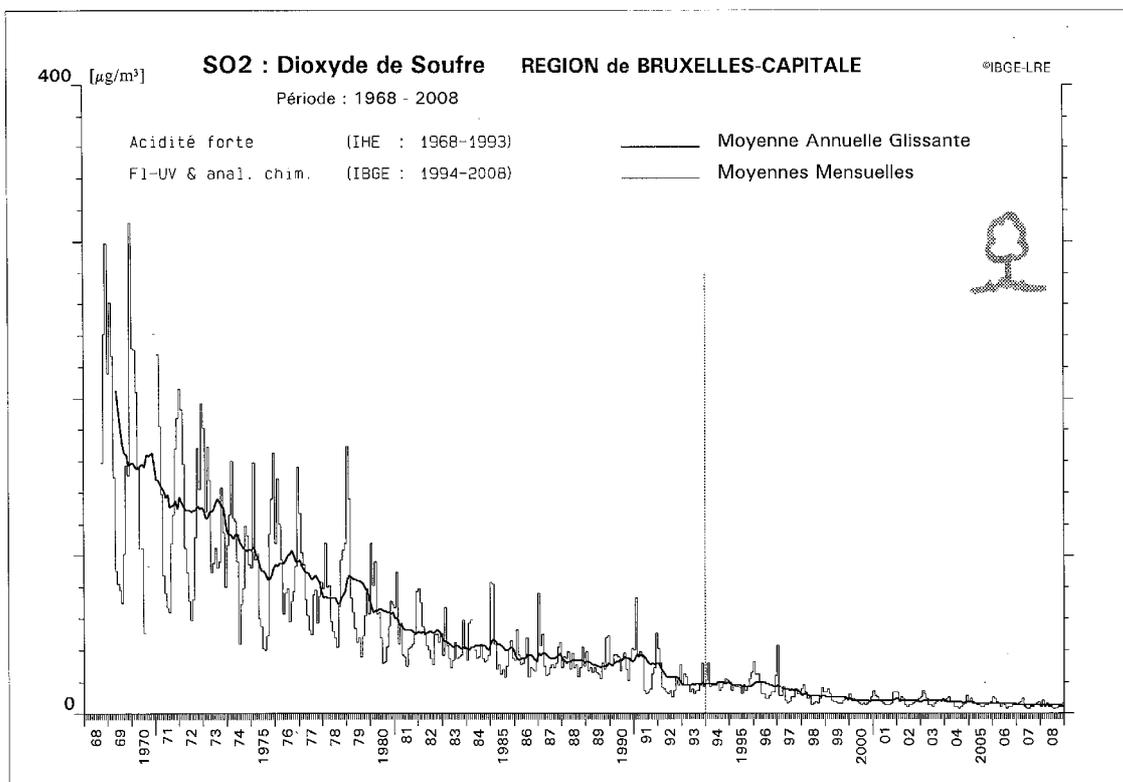


Fig. 4.107: SO₂ - évolution de la concentration à long terme (1968-2008)

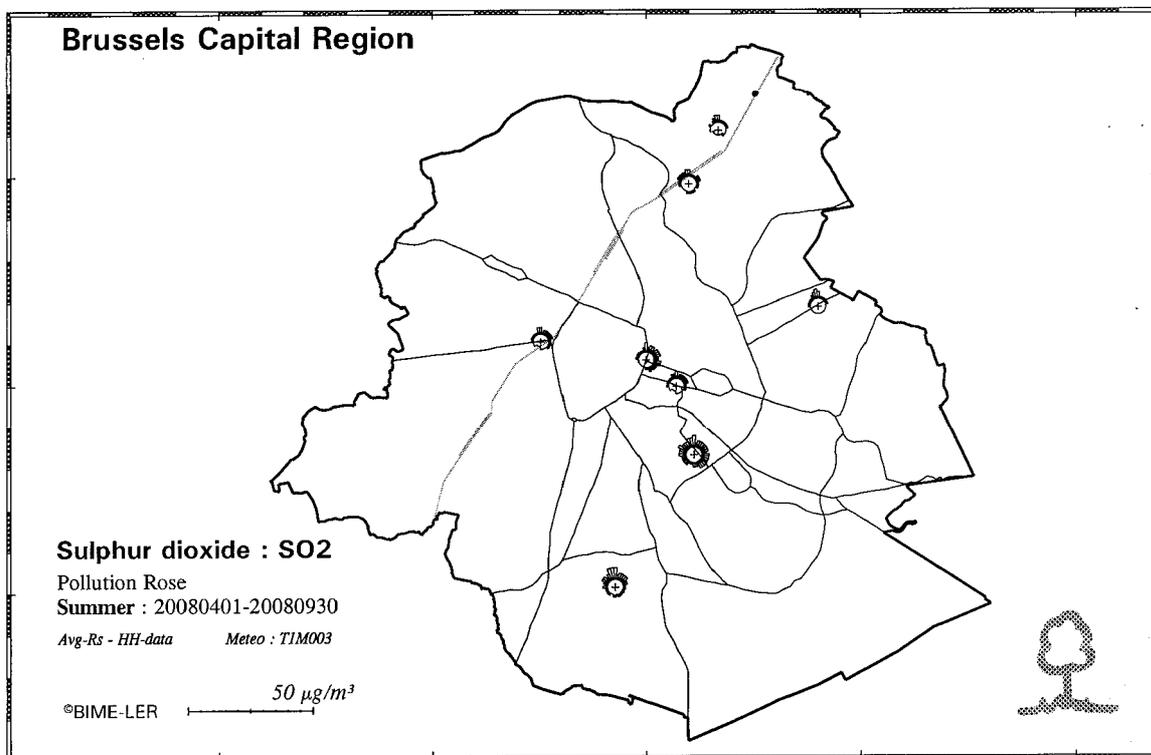
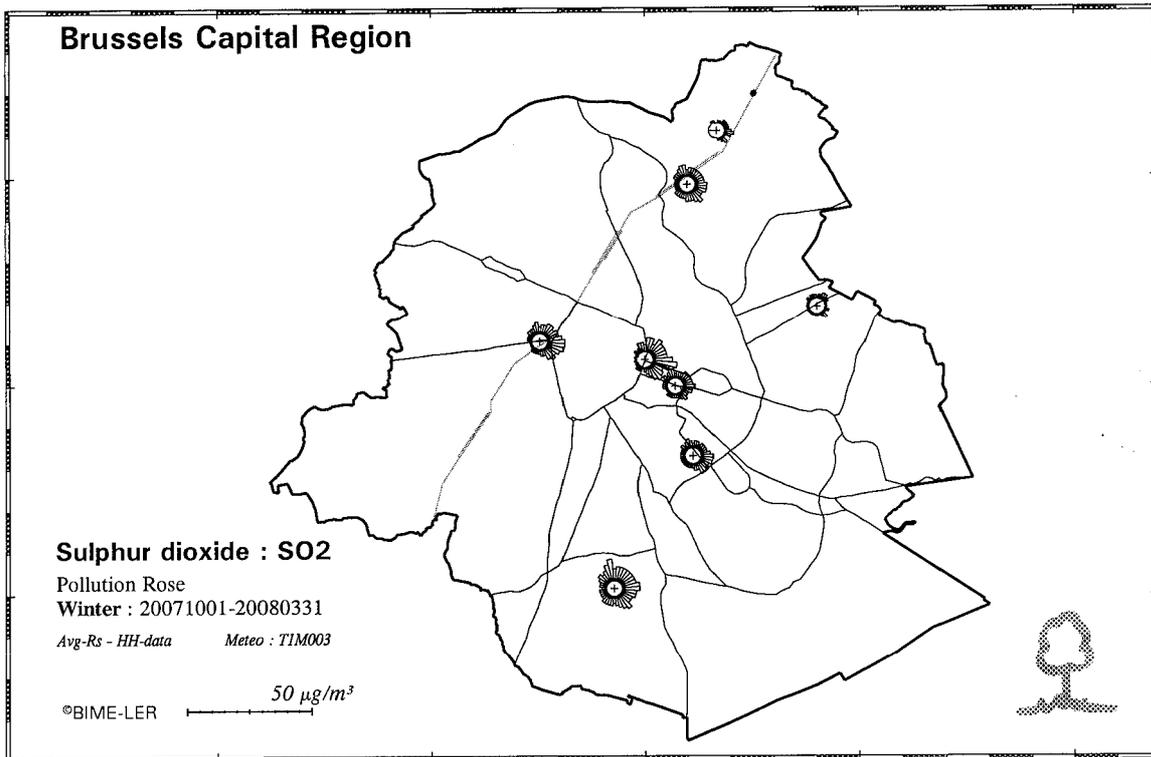


Fig. 4.108: SO₂ roses de pollution - dispersion spatiale de la concentration pendant l'hiver et l'été

4.7.5 Rendement et précision des mesures du SO₂

L'annexe VIII de la directive 1999/30/CE et l'annexe I de la directive 2008/50/CE formulent des objectifs relatifs à la qualité des données de mesure et à la collecte des résultats en vue d'évaluer la qualité de l'air. Pour les mesures en continu, une précision de 15% et un enregistrement minimal de données de 90% sont requis.

La qualité des résultats de mesure du réseau téléométrique est déterminée notamment par la précision du standard de référence et du standard de transfert (environ 2%), la reproductibilité du test interne de chaque poste de mesure (environ 1%) et l'écart autorisé lors de la réalisation des tests de contrôle réguliers (6%).

La fiabilité du standard de référence (banc d'étalonnage CELINE) est régulièrement contrôlée par la participation à des tests comparatifs internationaux, dans le cadre de programmes de qualité organisés par la CE ou l'OMS.

Le Laboratoire de Recherche en Environnement de l'IBGE a depuis 1998 une accréditation EN45001, pour déterminer notamment le taux de SO₂ dans l'air ambiant par le biais d'un échantillonnage sur 24 heures, suivi d'une analyse chimique en milieu humide (chromatographie ionique). La reproductibilité et la précision des résultats sont meilleures que 5%.

La majorité des mesures ont une précision nettement meilleure que la tolérance de 15 % imposée. Grâce aux progrès techniques de ces dernières années, tout le système de mesure est devenu plus stable dans le temps.

Les concentrations de SO₂ dans la Région de Bruxelles-Capitale sont cependant très faibles. Vu la proximité de la limite de détection, la marge d'erreur des résultats les plus bas (1 à 3 fois la limite de détection) peut être proportionnellement supérieure à 15%. Dans cet environnement, la précision est de toute façon limitée par la procédure analytique. La plus petite valeur détectable est d'environ 2,6 µg/m³ (1 ppb) pour le réseau de mesure téléométrique et d'environ 1 µg/m³ pour la méthode chimique en milieu humide.

Le tableau IV.42 donne un aperçu des rendements (saisie de données en %) des mesures du SO₂. Actuellement, l'enregistrement de données est supérieur à 90% sur base annuelle et ce, à plusieurs points de mesure. Les rendements plus faibles à R002 en 2001 et B003 en 2002 et 2008 sont dus au déménagement ou à la réinstallation/aménagement du poste de mesure.

Tableau IV.42 : **SO₂-VALEURS JOURNALIÈRES – RENDEMENTS**

saisie de données (en %) = nombre de valeurs journalières validées / nombre de jours

RÉSEAU TÉLÉMÉTRIQUE
PÉRIODE ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DÉCEMBRE

Année	R001	R002	B003	B004	B011	R012	N043	MEU1	WOL1	E013
1981	68.2					75.0	67.6			
1982	61.9					84.3	79.4			
1983	70.6					83.0	92.8			
1984	64.2					84.9	86.6			
1985	83.0					79.1	83.8			
1986	81.9	35.6				86.5	92.0			
1987	84.3	86.0				77.5	83.2			
1988	77.3	95.9				85.2	84.9			
1989	82.1	94.5				93.9	80.8			
1990	75.0	70.6				69.0	79.4			
1991	48.2	53.4				93.9	85.2			
1992	86.0	61.7				79.7	92.8			
1993	92.3	19.4	93.1		94.5	91.2	95.0			
1994	87.1	70.6	75.8		89.8	83.5	87.3		74.7	
1995	90.9	89.3	79.4		93.9	61.3	90.1		84.6	
1996	89.8	90.7	82.5		93.1	90.7	93.4		96.4	77.0
1997	84.6	90.6	81.0		74.7	80.8	78.0		89.0	66.8
1998	93.4	96.9	82.1		94.5	97.2	97.8		95.6	91.5
1999	95.3	96.4	93.1		96.7	98.6	97.5	9.5	86.8	94.5
2000	96.7	95.9	97.5		97.8	96.4	90.7	89.8	73.7	80.6
2001	91.5	38.6	93.6	18.9	96.9	95.3	93.4	99.1	5.7	85.7
2002	98.3	66.5	40.2	94.2	94.2	98.6	97.5	99.9	92.0	86.5
2003	97.5	97.2	76.9	98.9	95.3	98.3	92.3	98.3	92.8	85.2
2004	98.6	95.6	98.9	98.3	92.6	98.9	96.7	98.3	92.8	92.6
2005	98.9	99.9	92.8	97.2	8.7	97.8	98.0	90.1	94.2	31.5
2006	98.3	99.9	98.0	98.9		98.0	96.9	95.8	95.0	
2007	99.1	99.9	97.5	96.7		99.4	92.8	95.6	96.9	
2008	99.4	99.9	60.3	99.9		95.9	94.2	98.3	98.0	

Série de données incomplète – (re)mise en service/interruption des mesures

Plus de 90% de données disponibles

Suite du tableau IV.42 : **SO₂-VALEURS JOURNALIÈRES – RENDEMENTS**

RÉSEAU NON-TÉLÉMÉTRIQUE : ÉCHANTILLONNAGE sur 24-HEURES
PÉRIODE ANNUELLE : 1 JANVIER – 31 DÉCEMBRE

Année	21MEU1	21R012	21B004	21POLI	21LAEK	21ANDE
1995		96.4				
1996		92.6		46.9	93.7	48.0
1997		97.8		86.3	98.3	81.6
1998	61.3	83.0		86.3	94.7	74.2
1999	92.0	95.3		96.7	99.1	96.4
2000	93.9	86.6		91.2	65.8	61.2
2001	92.6	90.1		91.2		
2002	93.4	94.2		93.1		
2003	93.9	93.4	7.3	71.5		
2004	94.5	85.2	92.0			
2005	96.7	91.2	93.1			
2006	95.8	94.2	14.5			
2007	99.4	90.9				
2008	99.4	95.3	67.7			