



Rapport annuel - année 2020

Qualité de l'air Prélèvement passif du SO₂



Réalisé par :

SCAL'AIR

**Association Calédonienne de
Surveillance de la Qualité de
l'Air**

17 rue Charles Charbonneaux
NGéa - NOUMEA
Nouvelle-Calédonie
28.27.54

info@scalair.nc

Pour :

VALE NOUVELLE-CALEDONIE

Site de GORO
98800 MONT DORE
Nouvelle-Calédonie



Rapport N° : 03

Année 2020



Suivi documentaire

Année du suivi	Date de rédaction	N° Rapport	Rédacteur	Vérificateur	Validation Scal'Air
2020	03/2021	03	Sarah DUPUY	Philippe ESCOFFIER	Alexandra MALAVAL-CHEVAL

Scal'Air

Scal'Air, association de surveillance de la qualité de l'air en Nouvelle-Calédonie, assure le suivi de la qualité de l'air à Nouméa et dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie, ainsi que l'information du public et des autorités compétentes depuis 2007 par la publication de résultats sous forme de communiqués, bulletins, rapports et indices quotidiens.

Les réglementations provinciales des Installations Classées pour la Protection de l'Environnement (ICPE) fixent des prescriptions applicables à la surveillance de la qualité de l'air autour de certains sites industriels. Dans l'attente de la mise en place de la réglementation locale en matière de qualité de l'air, le dispositif de surveillance de Scal'Air se base sur les réglementations européennes et métropolitaines.

Conditions de diffusion

Au titre de ses missions et compte tenu de son objet statutaire à but non lucratif, Scal'Air se veut garante de la transparence de l'information concernant ses données et rapports d'études.

Toute utilisation partielle ou totale de ce document est libre, et doit faire référence à l'association Scal'Air et au titre du présent rapport. Les données contenues dans ce rapport restent la propriété de Scal'Air. Les données corrigées ne seront pas systématiquement rediffusées en cas de modifications ultérieures.

Scal'Air ne peut en aucune façon être tenue responsable des interprétations, travaux intellectuels, publications diverses résultant de ses travaux pour lesquels l'association n'aurait pas donné d'accord préalable.

Sommaire

Sommaire	3
Table des illustrations.....	4
Table des tableaux.....	4
1. Présentation de l'étude	5
1.1. Objet de la mission	5
1.2. Le dioxyde de soufre SO ₂	5
1.3. La réglementation	5
2. Échantillonnage	6
2.1. Le matériel d'échantillonnage.....	6
2.2. Échantillonnage temporel	6
2.3. Échantillonnage spatial.....	9
3. Données météorologiques	11
3.1. Direction et vitesse des vents.....	11
3.2. Température, pluviométrie, hygrométrie	12
4. Conditions et qualité des mesures	13
4.1. Analyse des tubes passifs « blancs »	13
4.2. Correspondance des mesures avec les spécifications techniques du fournisseur.....	13
5. Le dioxyde de soufre (SO ₂)	14
5.1. Valeurs de références et valeurs guides.....	14
5.2. Résultats de l'année 2019	15
5.3. Évolution des concentrations en SO ₂ de 2013 à 2019	18
6. Annexes	20
7. Glossaire	31

Table des illustrations

Figure 1: Dispositif de mesures passives du SO ₂ par tubes Passam Ag.....	6
Figure 2: Répartition spatiale des sites de mesure par tubes passifs à proximité du site industriel de Vale NC	10
Figure 3: Roses des vents	11
Figure 4: Précipitations, températures et humidité relative pour chacune des campagnes	12
Figure 5: Représentation spatiale des sites d'échantillonnage ainsi que les concentrations annuelles moyennes qui leurs sont associées.	16
Figure 6: Concentrations annuelles moyennes en SO ₂ par point d'échantillonnage (année 2019).....	17
Figure 7: Concentrations mensuelles moyennes en SO ₂ par point d'échantillonnage (année 2019).....	17
Figure 8: Evolution des concentrations annuelles moyennes en SO ₂ tous sites confondus de 2013 à 2019	19
Figure 9: Evolution des concentrations annuelles moyennes en SO ₂ par point d'échantillonnage de 2013 à 2019	19

Table des tableaux

Tableau 1: Dates de prélèvements et durées d'expositions des dispositifs passifs SO ₂	7
Tableau 2: Coordonnées GPS des points d'échantillonnage passif du SO ₂	9
Tableau 3: Spécifications techniques du fournisseurs et correspondances des mesures	13
Tableau 4: Normes de qualité de l'air pour le SO ₂	14
Tableau 5: Résultats des concentrations en SO ₂ en 2019	15

1. Présentation de l'étude

1.1. Objet de la mission

Anciennement réalisé par Bureaux Veritas, le suivi des concentrations en SO₂ de l'air à proximité de Vale NC est opéré par Scal'Air depuis mars 2018. Pour cela, des échantillonneurs passifs sont disposés au niveau du site industriel et de sa périphérie dans le but de quantifier les niveaux de SO₂ présents dans l'air et d'en suivre l'évolution à long terme.

1.2. Le dioxyde de soufre SO₂

La présence de SO₂ dans l'air ambiant au niveau du site de Vale NC est due à la production d'acide sulfurique, au stockage de soufre solide à l'air libre, ainsi qu'au fonctionnement de la centrale thermique de Prony Energie.

1.3. La réglementation

Le suivi de la qualité de l'air autour de l'usine de Vale dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie est encadré par les arrêtés suivants :

- L'arrêté 1467-2008/PS du 9 octobre 2008 autorisant la société Vale Nouvelle-Calédonie SAS (anciennement Goro Nickel SAS) à l'exploitation d'une usine de traitement de minerai de nickel et de cobalt, qui impose la surveillance de la qualité de l'air, et définit les valeurs de références ;
- L'arrêté 1946-2012/ARR/DIMEN du 5 septembre 2012, qui fixe des mesures complémentaires relatives au suivi par la société Vale Nouvelle-Calédonie SAS de la qualité de l'air et de la végétation ;
- L'arrêté 375-2019/ARR/DIMENC du 8 juillet 2019 qui fixe des mesures complémentaires relatives au suivi de la qualité de l'air à proximité de l'usine de Vale Nouvelle-Calédonie SAS;
- L'arrêté 2021-201/GNC du 26 janvier 2021 imposant à la société Vale Nouvelle-Calédonie SAS un suivi de la qualité de l'air ambiant sur son site industriel sis « Baie Nord » ;
- L'arrêté 2021-203/GNC du 26 janvier 2021 imposant à la société Prony Energies SAS un suivi de la qualité de l'air ambiant sur son site industriel sis « Goro ».

2. Échantillonnage

2.1. Le matériel d'échantillonnage

La mesure d'un polluant par échantillonnage passif est basée sur le principe de la diffusion passive de molécules du polluant atmosphérique recherché à travers une couche d'air délimitée par un tube jusqu'à un support adsorbant contenant un réactif chimique spécifique à ce polluant.



Figure 1: Dispositif de mesures passives du SO_2 par tubes Passam Ag

La quantité de molécules piégées sur l'adsorbant est proportionnelle à sa concentration dans l'air ambiant. Les supports adsorbants sont ensuite analysés en laboratoire permettant ainsi d'obtenir une concentration moyenne sur l'ensemble de la période d'exposition (valeur en $\mu g/m^3$).

Les tubes passifs fournissent une concentration moyenne sur la période d'échantillonnage mais ne permettent pas de suivre les données en continu ni d'évaluer la pollution de pointe. Le prélèvement passif est tributaire des conditions météorologiques. L'adsorption et donc les concentrations dépendent de la vitesse du vent, de la température et de l'humidité. Les campagnes de mesures sont uniquement représentatives de la période mesurée et se limitent aux sites de prélèvement.

Une fiche technique regroupant les caractéristiques et les spécifications des échantillonneurs passifs pour le dioxyde de soufre est disponible en **annexe 1**.

2.2. Échantillonnage temporel

Les campagnes de mesure du SO_2 par échantillonnage passif s'effectuent en continu. Chaque campagne dure environ 28 jours. Les durées d'exposition des dispositifs de prélèvements sont indiquées dans le tableau suivant :

Tableau 1: Dates de prélèvements et durées d'expositions des dispositifs passifs SO₂

Campagne	Point de mesure	Date et heure du début du prélèvement		Date et heure de fin du prélèvement		Durée d'exposition en jours
Campagne 1	PS11	2/1/20	09:02	30/1/20	09:31	28
	PS10	2/1/20	09:09	30/1/20	09:40	28
	PS30	2/1/20	09:25	30/1/20	10:00	28
	PS19	2/1/20	09:44	30/1/20	10:21	28
	PS29	2/1/20	10:26	30/1/20	11:36	28
	PS13	2/1/20	11:08	30/1/20	11:56	28
	PS14	2/1/20	11:20	30/1/20	12:07	28
	PS17	2/1/20	11:36	30/1/20	12:25	28
	PS23	2/1/20	12:25	30/1/20	12:42	28
	PS25	2/1/20	12:37	30/1/20	12:54	28
Campagne 2	PS11	30/1/20	09:31	27/2/20	09:22	28
	PS10	30/1/20	09:40	27/2/20	09:31	28
	PS30	30/1/20	10:00	27/2/20	09:46	28
	PS19	30/1/20	10:21	27/2/20	10:14	28
	PS29	30/1/20	11:36	27/2/20	10:56	28
	PS13	30/1/20	11:56	27/2/20	11:21	28
	PS14	30/1/20	12:07	27/2/20	11:33	28
	PS17	30/1/20	12:25	27/2/20	11:52	28
	PS23	30/1/20	12:42	27/2/20	12:21	28
	PS25	30/1/20	12:54	27/2/20	12:32	28
Campagne 3	PS11	27/2/20	09:22	2/4/20	08:35	35
	PS10	27/2/20	09:31	2/4/20	08:45	35
	PS30	27/2/20	09:46	2/4/20	09:02	35
	PS19	27/2/20	10:14	2/4/20	09:37	35
	PS29	27/2/20	10:56	23/4/20	10:48	56
	PS13	27/2/20	11:21	2/4/20	10:15	35
	PS14	27/2/20	11:33	2/4/20	10:28	35
	PS17	27/2/20	11:52	2/4/20	10:56	35
	PS23	27/2/20	12:21	2/4/20	11:30	35
	PS25	27/2/20	12:32	2/4/20	11:45	35
Campagne 4	PS11	2/4/20	08:35	23/4/20	09:10	21
	PS10	2/4/20	08:45	23/4/20	09:17	21
	PS30	2/4/20	09:02	23/4/20	08:34	21
	PS19	2/4/20	09:37	23/4/20	10:00	21
	PS29	/	/	/	/	/
	PS13	2/4/20	10:15	23/4/20	11:30	21
	PS14	2/4/20	10:28	23/4/20	11:44	21
	PS17	2/4/20	10:56	23/4/20	12:05	21
	PS23	2/4/20	11:30	23/4/20	12:42	21
	PS25	2/4/20	11:45	23/4/20	12:58	21
Campagne 5	PS11	23/4/20	09:10	20/5/20	09:21	27
	PS10	23/4/20	09:17	20/5/20	09:31	27
	PS30	23/4/20	08:34	20/5/20	09:49	27
	PS19	23/4/20	10:00	20/5/20	10:14	27
	PS29	23/4/20	10:48	20/5/20	11:04	27
	PS13	23/4/20	11:30	20/5/20	11:37	27
	PS14	23/4/20	11:44	20/5/20	11:50	27
	PS17	23/4/20	12:05	20/5/20	12:10	27
	PS23	23/4/20	12:42	20/5/20	12:46	27
	PS25	23/4/20	12:58	20/5/20	13:00	27
Campagne 6	PS11	20/5/20	09:21	18/6/20	09:16	29
	PS10	20/5/20	09:31	18/6/20	09:26	29
	PS30	20/5/20	09:49	18/6/20	09:45	29
	PS19	20/5/20	10:14	18/6/20	10:12	29
	PS29	20/5/20	11:04	18/6/20	11:02	29
	PS13	20/5/20	11:37	18/6/20	11:28	29



	PS14	20/5/20	11:50	18/6/20	11:41	29
	PS17	20/5/20	12:10	18/6/20	12:09	29
	PS23	20/5/20	12:46	18/6/20	12:40	29
	PS25	20/5/20	13:00	18/6/20	12:55	29
Campagne 7	PS11	18/6/20	09:16	16/7/20	09:32	28
	PS10	18/6/20	09:26	16/7/20	09:42	28
	PS30	18/6/20	09:45	16/7/20	10:00	28
	PS19	18/6/20	10:12	16/7/20	10:22	28
	PS29	18/6/20	11:02	16/7/20	11:10	28
	PS13	18/6/20	11:28	16/7/20	11:30	28
	PS14	18/6/20	11:41	16/7/20	10:40	28
	PS17	18/6/20	12:09	16/7/20	12:00	28
	PS23	18/6/20	12:40	16/7/20	12:38	28
PS25	18/6/20	12:55	16/7/20	12:50	28	
Campagne 8	PS11	16/7/20	09:32	13/8/20	09:10	28
	PS10	16/7/20	09:42	13/8/20	09:20	28
	PS30	16/7/20	10:00	13/8/20	09:43	28
	PS19	16/7/20	10:22	13/8/20	10:06	28
	PS29	16/7/20	11:10	13/8/20	10:52	28
	PS13	16/7/20	11:30	13/8/20	11:15	28
	PS14	16/7/20	10:40	13/8/20	11:28	28
	PS17	16/7/20	12:00	13/8/20	11:46	28
	PS23	16/7/20	12:38	13/8/20	12:19	28
PS25	16/7/20	12:50	13/8/20	12:33	28	
Campagne 9	PS11	13/8/20	09:10	10/9/20	09:20	28
	PS10	13/8/20	09:20	10/9/20	09:25	28
	PS30	13/8/20	09:43	10/9/20	09:40	28
	PS19	13/8/20	10:06	10/9/20	10:01	28
	PS29	13/8/20	10:52	10/9/20	10:47	28
	PS13	13/8/20	11:15	10/9/20	11:10	28
	PS14	13/8/20	11:28	10/9/20	11:25	28
	PS17	13/8/20	11:46	10/9/20	11:42	28
	PS23	13/8/20	12:19	10/9/20	12:00	28
PS25	13/8/20	12:33	10/9/20	12:10	28	
Campagne 10	PS11	10/9/20	09:20	8/10/20	09:22	28
	PS10	10/9/20	09:25	8/10/20	09:30	28
	PS30	10/9/20	09:40	8/10/20	09:50	28
	PS19	10/9/20	10:01	8/10/20	10:24	28
	PS29	10/9/20	10:47	8/10/20	11:14	28
	PS13	10/9/20	11:10	8/10/20	11:37	28
	PS14	10/9/20	11:25	8/10/20	11:52	28
	PS17	10/9/20	11:42	8/10/20	12:12	28
	PS23	10/9/20	12:00	8/10/20	12:53	28
PS25	10/9/20	12:10	8/10/20	13:02	28	
Campagne 11	PS11	8/10/20	09:22	5/11/20	09:13	28
	PS10	8/10/20	09:30	5/11/20	09:22	28
	PS30	8/10/20	09:50	5/11/20	10:01	28
	PS19	8/10/20	10:24	5/11/20	10:27	28
	PS29	8/10/20	11:14	5/11/20	11:10	28
	PS13	8/10/20	11:37	5/11/20	11:41	28
	PS14	8/10/20	11:52	5/11/20	11:52	28
	PS17	8/10/20	12:12	5/11/20	12:09	28
	PS23	8/10/20	12:53	5/11/20	12:26	28
PS25	8/10/20	13:02	5/11/20	12:40	28	
Campagne 12	PS11	5/11/20	09:22	7/04/21	09:01	153
	PS10	5/11/20	09:13	7/04/21	09:10	153
	PS30	5/11/20	09:22	7/04/21	09:29	153
	PS19	5/11/20	10:01	7/04/21	10:25	153
	PS29	5/11/20	10:27	7/04/21	11:16	153
	PS13	5/11/20	11:10	7/04/21	11:45	153

	PS14	5/11/20	11:41	7/04/21	12:15	153
	PS17	5/11/20	11:52	7/04/21	Route d'accès bloquée	/
	PS23	5/11/20	12:09	7/04/21	12:30	153
	PS25	5/11/20	12:26	7/04/21	13:15	153
Campagne 13	PS11	Non posé	/	/	/	/
	PS10	Non posé	/	/	/	/
	PS30	Non posé	/	/	/	/
	PS19	Non posé	/	/	/	/
	PS29	Non posé	/	/	/	/
	PS13	Non posé	/	/	/	/
	PS14	Non posé	/	/	/	/
	PS17	Non posé	/	/	/	/
	PS23	Non posé	/	/	/	/
	PS25	Non posé	/	/	/	/

Lors de la dépose de la campagne 3 (le 27/02/2020), la route pour accéder au point PS29 n'était pas accessible ; sur ce point, les tubes de la campagne 3 sont restés installés 2 mois (au lieu de 4 semaines), et ceux de la campagne 4 n'ont pas pu l'être.

En raison de l'impossibilité d'accéder au site de Vale NC entre le 12/11/2020 et le 07/04/2021, les tubes de la campagne 12 n'ont pu être récupérés en temps voulu. La campagne 13 prévue initialement n'a pas eu lieu pour les mêmes raisons.

2.3. Échantillonnage spatial

Des dispositifs d'échantillonnage passif sont installés autour du site industriel de Vale. Les caractéristiques des sites de prélèvements sont présentées dans le tableau suivant :

Tableau 2: Coordonnées GPS des points d'échantillonnage passif du SO₂

Point de mesure	Coordonnées GPS		Description du site d'implantation
	X	Y	
PS10	-22.332390	166.910480	lisière forêt sur arbre
PS11	-22.330800	166.907180	lisière forêt sur arbre
PS13	-22.328020	166.910130	lisière forêt sur arbre
PS14	-22.326830	166.914430	point en canopée
PS17	-22.327810	166.902070	lisière forêt sur arbre
PS19	-22.321970	166.914570	point en canopée
PS23	-22.325250	166.886670	lisière forêt sur arbre
PS25	-22.284480	166.894940	lisière forêt sur arbre
PS29	-22.317360	166.916080	lisière forêt sur arbre
PS30	-22.330193	166.918840	sur arbre bord parking

La majorité des dispositifs de prélèvements a été fixée à des arbres à une hauteur d'environ 1.5-2.0 mètres. Seuls les points PS14 et PS19 sont positionnés en canopée, à l'aide d'une corde et de poulies.

La carte ci-après présente la zone d'échantillonnage. Un zoom au niveau du site industriel est disponible en **annexe 2**.



Figure 2: Répartition spatiale des sites de mesure par tubes passifs à proximité du site industriel de Vale NC

3. Données météorologiques

Les conditions météorologiques constituent un facteur essentiel dans la dispersion des polluants atmosphériques. La vitesse et la direction du vent, les précipitations, la température de l'air et l'hygrométrie sont susceptibles d'avoir une influence sur la concentration des polluants en un site donné pendant la période d'échantillonnage.

Les données météorologiques ont été fournies par Météo France, grâce à une station située au sein du site industriel.

3.1. Direction et vitesse des vents

Sur l'année, les vents dominants ont été majoritairement de secteurs ENE à SSE. Les roses des vents de chacune des campagnes d'échantillonnage sont disponibles en **annexe 3**.

La vitesse moyenne des vents par campagne a été de 2.6 à 5.3 m/s, et la vitesse maximale par campagne de 3.5 m/s à 9.0 m/s.

Les vitesses moyennes et maximales des vents enregistrées sur chacune des campagnes, ainsi que les vents dominants sont présents en **annexe 4**.

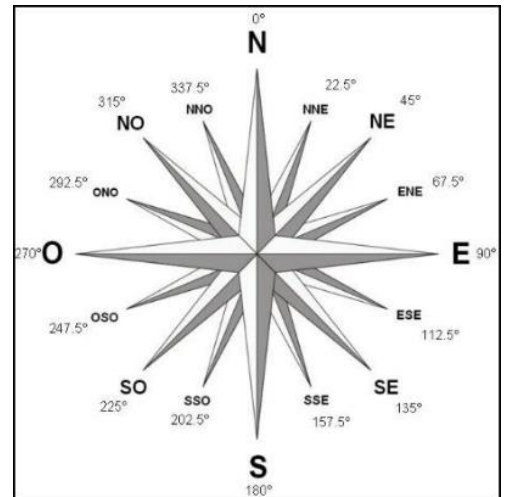


Figure 3 : Roses des vents

Les vents enregistrés sur l'année 2020 ont été majoritairement faibles (1.5 à 4.5 m/s) à moyens (4.5 à 8 m/s), représentant respectivement 41 et 48% des vents totaux. Les proportions de vitesses de vents par campagne sont présentées en **annexe 5**.

3.2. Température, pluviométrie, hygrométrie

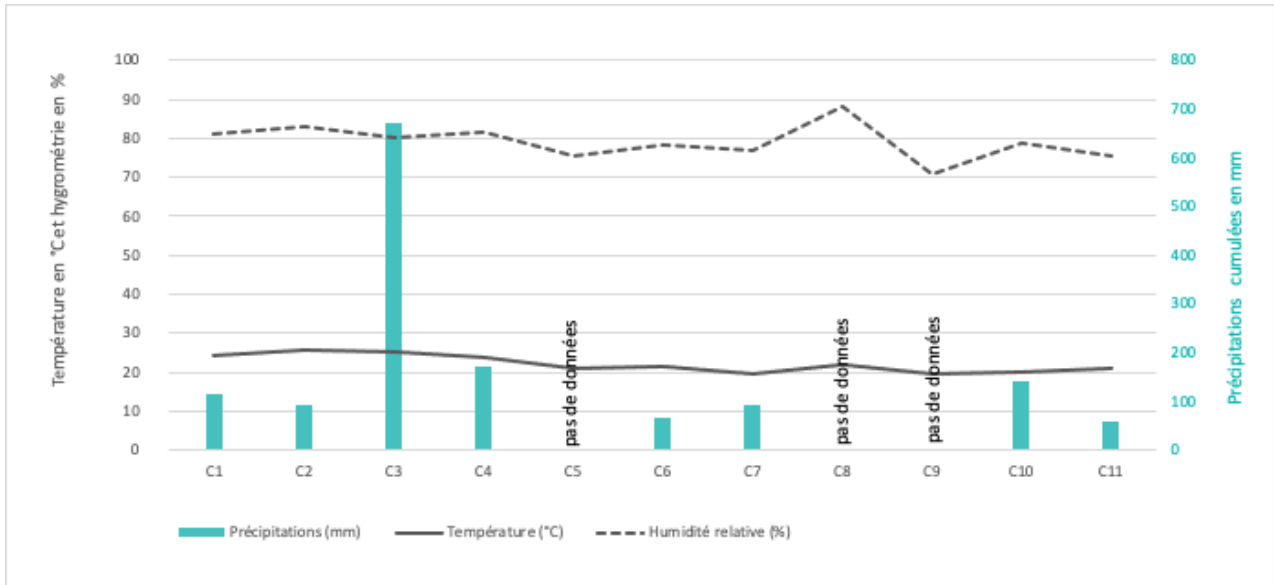


Figure 4 : Précipitations, températures et humidité relative pour chacune des campagnes (source Météo France)

Dans le Sud en 2020, de nombreuses données météorologiques n'ont pas été disponibles, notamment lors des campagnes 5, 8 et 9. Le cumul des précipitations n'a pas été calculé pour ces campagnes.

Les précipitations cumulées sont les plus faibles lors de la 11^{ème} campagne (8/10 au 5/11) avec 60 mm, et maximales lors de la 3^{ème} campagne (27/02 au 02/04) avec 671 mm. La moyenne des précipitations cumulés par campagne est de 177 mm.

En 2020 dans le Sud, la température moyenne a été de 22°C et l'humidité relative moyenne de 79%.

Les données de température, d'humidité relative et de précipitations par campagne sont données en **annexe 4**.

4. Conditions et qualité des mesures

4.1. Analyse des tubes passifs « blancs »

Les valeurs des blancs terrains sont entre $<1.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$ et $5.1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Les blancs les plus élevés correspondant aux campagnes 3 et 4. Il y a une absence ou une très faible contamination.

4.2. Correspondance des mesures avec les spécifications techniques du fournisseur

Le fournisseur de tubes Passam Ag préconise des spécifications techniques :

Tableau 3: Spécifications techniques du fournisseurs et correspondances des mesures

Spécifications techniques		Résultats mesurés	Commentaires
Tubes passifs SO ₂	Gamme de mesures	1 - 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$	$<0.2-143.7 \mu\text{g}/\text{m}^3$ Certains points d'échantillonnage présentent des niveaux de SO ₂ inférieurs à la limite de quantification ($<0.2 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les autres échantillonneurs présentent des niveaux en SO ₂ dans la gamme de mesure spécifiée par le fournisseur.
	Durée d'échantillonnage	2 - 4 semaines	14-35 jours La campagne 3 présente une durée d'exposition supérieure à la recommandation du laboratoire avec 35 jours de prélèvements (lié à l'attente de la fin du confinement à cause de la Covid-19). Cependant, les résultats sont cohérents et du même ordre de grandeur que ceux des autres campagnes de mesure. Les résultats du point PS 29 de la campagne 3 ont été invalidés. L'échantillonneur, non accessible le jour de la dépose (route non accessible), est resté en place 56 jours.
Influences externes	Vitesse du vent	influence $< 10 \%$ si vents $< 4.5 \text{ m/s}$	Moyennes par campagne comprises entre 2.6 et 5.3 m/s La vitesse moyenne par campagne est de 4 m/s.
	Température	pas d'influence entre 10 et 30 °C	Moyennes par campagne comprises entre 19 et 26°C Les températures mesurées lors de l'échantillonnage sont dans la gamme de mesures préconisée, indiquant que ce paramètre n'a pas d'influence sur les concentrations en SO ₂ mesurées.
	Humidité	pas d'influence entre 20 et 80 %	Moyennes par campagne comprises entre 71 et 88% L'humidité moyenne sur l'année 2020 est de 79%. La fiche technique du laboratoire Passam indique que les tests réalisés dans la gamme d'humidité 20-80% ne montrent pas d'influence de l'humidité sur les concentrations en SO ₂ . Les campagnes réalisées dans des conditions d'humidité supérieure à 88% présentent tout de même des résultats cohérents.

L'incertitude de mesure indiquée par le fournisseur est de 22.1% (au niveau de $20 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Les résultats donnés par Passam sont standardisés (20°C/1013hPa).

5. Le dioxyde de soufre (SO₂)

5.1. Valeurs de références et valeurs guides

Le tableau ci-dessous présente les valeurs de références concernant le suivi du SO₂ dans l'air dans le Sud de la Nouvelle-Calédonie, stipulées dans l'arrêté 1467-2008/PS du 9 octobre 2008.

Tableau 4: Normes de qualité de l'air pour le SO₂

Polluants	Dioxyde de soufre (SO ₂)	
Seuil d'information/ recommandation	En moyenne horaire :	300 µg/m ³
Seuil d'alerte	En moyenne horaire pendant 3 heures consécutives	500 µg/m ³
Valeur limite pour la protection de la santé humaine	En moyenne horaire :	350 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 24 heures par an.
	En moyenne journalière :	125 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 3 jours par an.
Niveau critique pour la protection de la végétation / des écosystèmes	En moyenne horaire :	570 µg/m ³ à ne pas dépasser plus de 9 heures par an.
	En moyenne journalière :	230 µg/m ³
	En moyenne annuelle :	20 µg/m³
Objectif de qualité	En moyenne annuelle :	50 µg/m ³

Les valeurs réglementaires issues de la réglementation ICPE en Province Sud sont données pour des conditions de température et de pression données, et concernent les analyseurs automatiques (fonctionnant en conditions standardisées). Dans ce rapport, compte tenu de la méthode de mesure, seule la valeur limite annuelle pour la protection de la végétation ne peut être comparée aux concentrations en SO₂ mesurées par échantillonnage passif.

5.2. Résultats de l'année 2020

Les résultats transmis par le laboratoire correspondent à des concentrations moyennes (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) de SO_2 par site de mesures pour la période d'échantillonnage concernée. Le tableau suivant présente les concentrations en SO_2 par site, par campagne, et moyennées sur l'année. Des triplicats ont été utilisés pour certains points, tous les résultats bruts se trouvent en **annexe 6**. Bien qu'il n'y ait pas de guide spécifique aux préleveurs passifs de SO_2 , certains résultats, notamment au sein des triplicats, ont été invalidés par Scal'Air (sur les critères du guide des préleveurs passifs de NO_2). Le fichier de validation est disponible sur demande. Lorsqu'un résultat est inférieur à la limite de quantification (LQ), une valeur égale à $\text{LQ}/2$ est appliquée à l'échantillon concerné.

Tableau 5: Résultats des concentrations en SO_2 en 2020 (moyennes annuelles calculées avec $<\text{LQ} = \text{LQ}/2$)

Site	Concentration de SO_2 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$													moyenne annuelle
	C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9	C10	C11	C12	C13	
PS 11	80,2	128,7	55,1	30,7	24,3	60,4	27,4	23,5	24,5	49,1	65,8	/	/	51,8
PS 10	20,5	99,7	49,3	17,4	19,0	42,6	21,6	23,8	12,2	23,5	57,8	/	/	35,2
PS 17	39,8	86,1	26,1	30,3	18,0	31,8	13,8	6,3	20,7	32,1	16,8	/	/	29,3
PS 13	9,4	15,5	17,3	17,0	23,2	9,6	18,9	4,4	13,8	15,6	9,5	/	/	14,0
PS 23	12,6	31,4	8,9	9,8	7,3	9,2	7,5	2,5	5,6	11,6	4,0	/	/	10,0
PS 14	0,6	7,8	1,7	5,9	3,1	4,8	13,0	7,4	3,6	4,5	1,9	/	/	4,9
PS 30	0,5	1,1	4,6	1,1	1,5	3,4	3,6	4,5	2,2	1,8	1,8	/	/	2,4
PS 19	0,1	5,5	1,6	4,1	1,2	3,1	4,8	4,4	3,3	4,7	1,6	/	/	3,1
PS 29	0,7	0,9	/	/	1,0	2,5	3,5	2,8	1,7	2,9	1,7	/	/	1,9
PS 25	0,1	0,6	2,9	0,9	0,1	2,6	1,4	0,4	0,7	1,2	1,0	/	/	1,1
blancs terrain	< 0.2	0,90	3,80	5,1/ 2.1 / 4.3	1,90	2,50	0,50	< 0.2	< 0.2	0,60	1,90	/	/	/

Représentation spatiale :

La carte suivante présente les sites d'échantillonnage ainsi que les concentrations annuelles moyennes qui leurs sont associées.



Figure 5 : Représentation spatiale des sites d'échantillonnage et concentrations annuelles moyennes (2020) associées.

Représentations graphiques :

Les concentrations moyennes en SO₂ par point d'échantillonnage sont représentées sur les graphiques suivants :

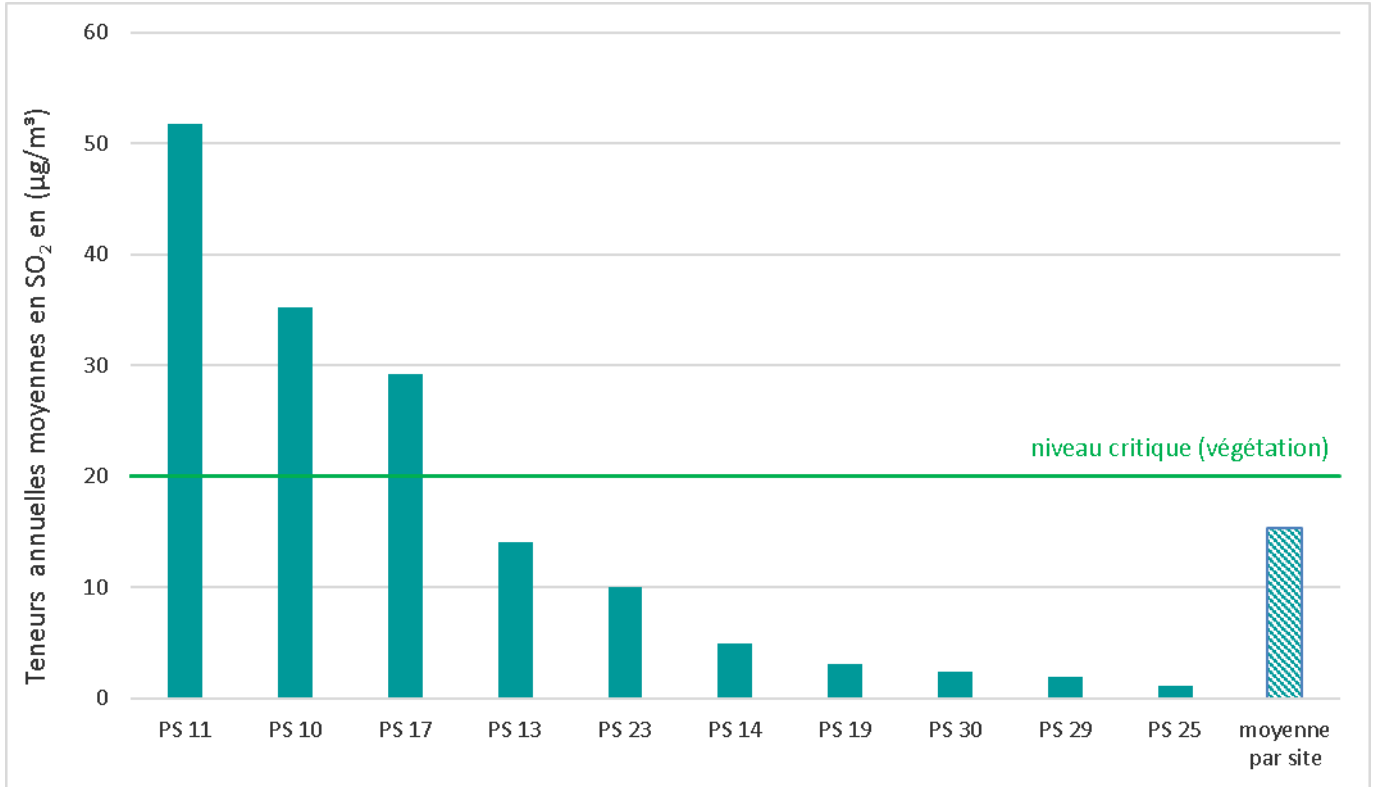


Figure 6: Concentrations annuelles moyennes en SO₂ par point d'échantillonnage (année 2020)

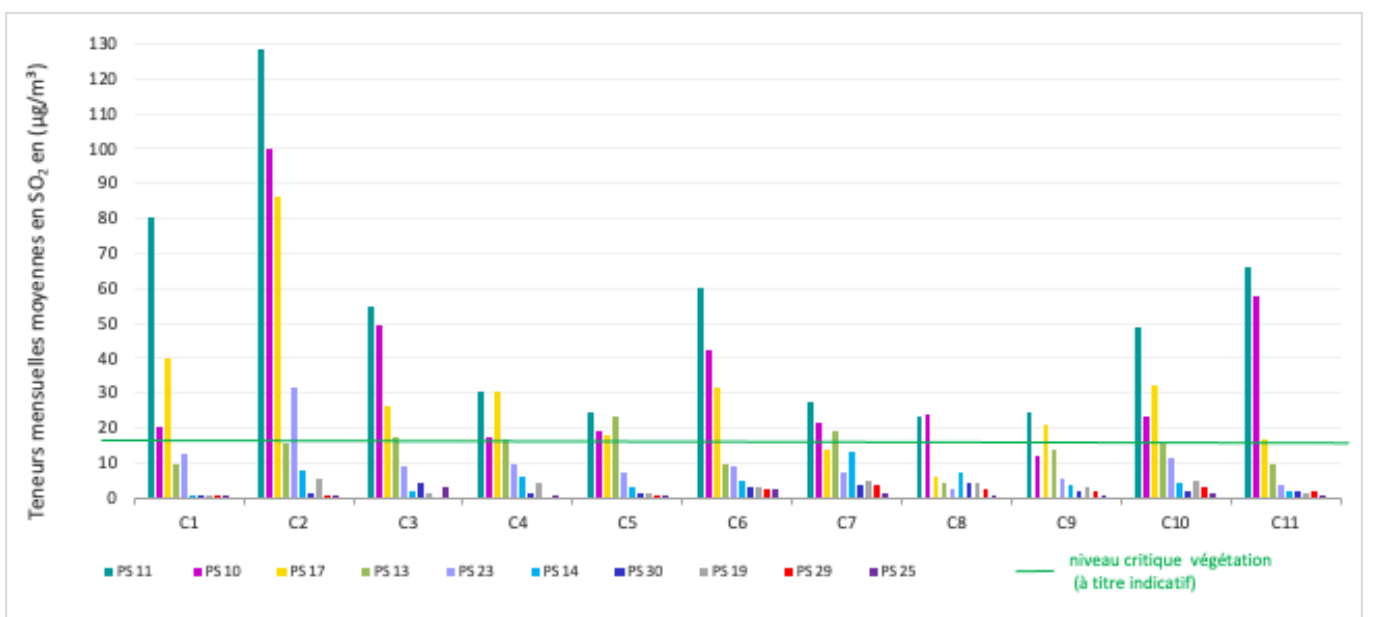


Figure 7: Concentrations moyennes par campagne en SO₂ par point d'échantillonnage (année 2020)

Commentaires sur les résultats :

En 2020, les concentrations annuelles moyennes dépassent le niveau critique pour la protection de la végétation ($20 \mu\text{g}/\text{m}^3$) aux points PS11, PS10, et PS17. Pour rappel, en 2018 et 2019, le point PS13 dépassait également cette limite.

Les concentrations moyennes varient :

Dans l'espace : Les points les plus proches du site industriel, notamment du site de stockage du soufre et du site de production d'acide sulfurique, et orientés sous les vents dominants, de secteurs ENE à SE par rapport au site industriel, présentent les concentrations en SO_2 les plus importantes (PS10, PS11, PS13, PS17). Les sites les plus éloignés, et/ou ne se situant pas sous les vents dominants par rapport au site industriel montrent les concentrations les plus faibles (PS25, PS23, PS30, PS14, PS19, et PS29).

Dans le temps : Les concentrations varient de façon importante au cours de l'année 2020. Les maximums sont toutefois majoritairement relevés au cours de la saison chaude, durant laquelle les alizés de secteurs est à sud-est sont les plus présents.

5.3. Évolution des concentrations en SO_2 de 2013 à 2019

Les concentrations de SO_2 aux alentours de l'usine sont suivies depuis 2013 en appliquant un protocole similaire permettant de comparer les données au cours du temps.

Représentations graphiques :

Les graphiques suivants représentent l'évolution des concentrations annuelles moyennes en SO_2 de 2013 à 2020, tous sites confondus et par point d'échantillonnage.

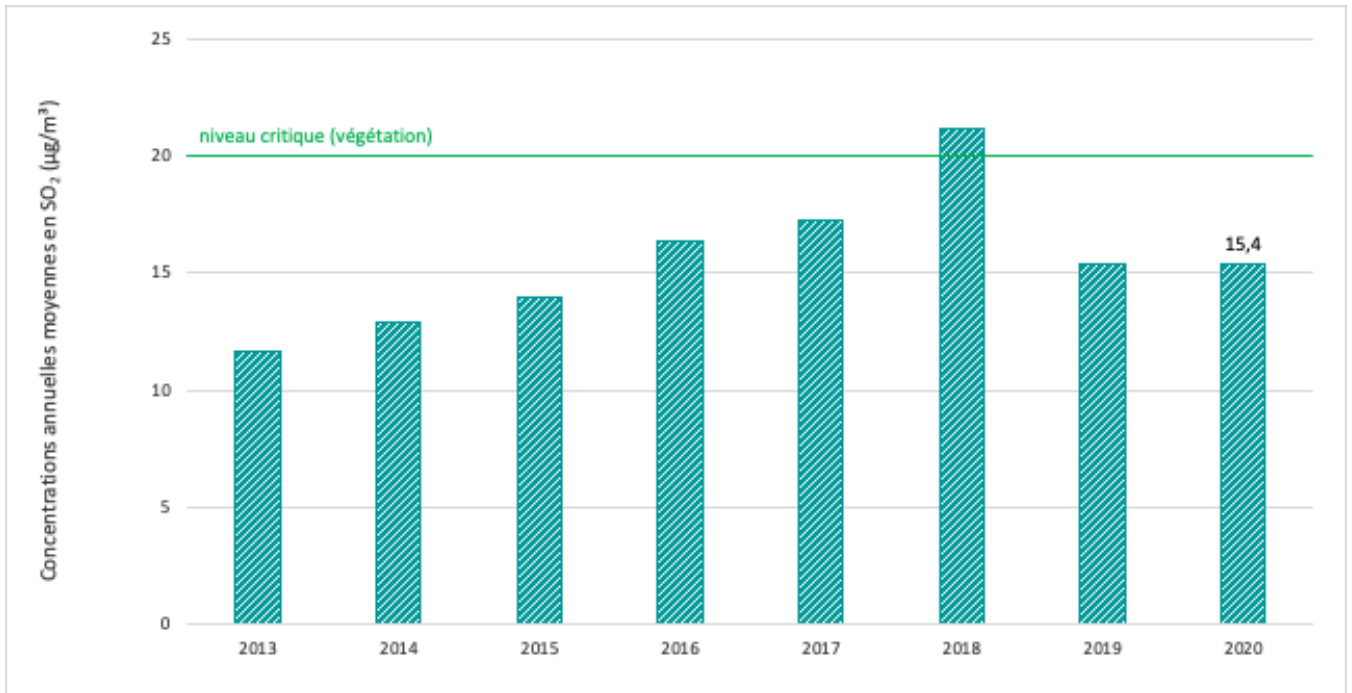


Figure 8 : Évolution des concentrations annuelles moyennes en SO₂ tous sites confondus de 2013 à 2020

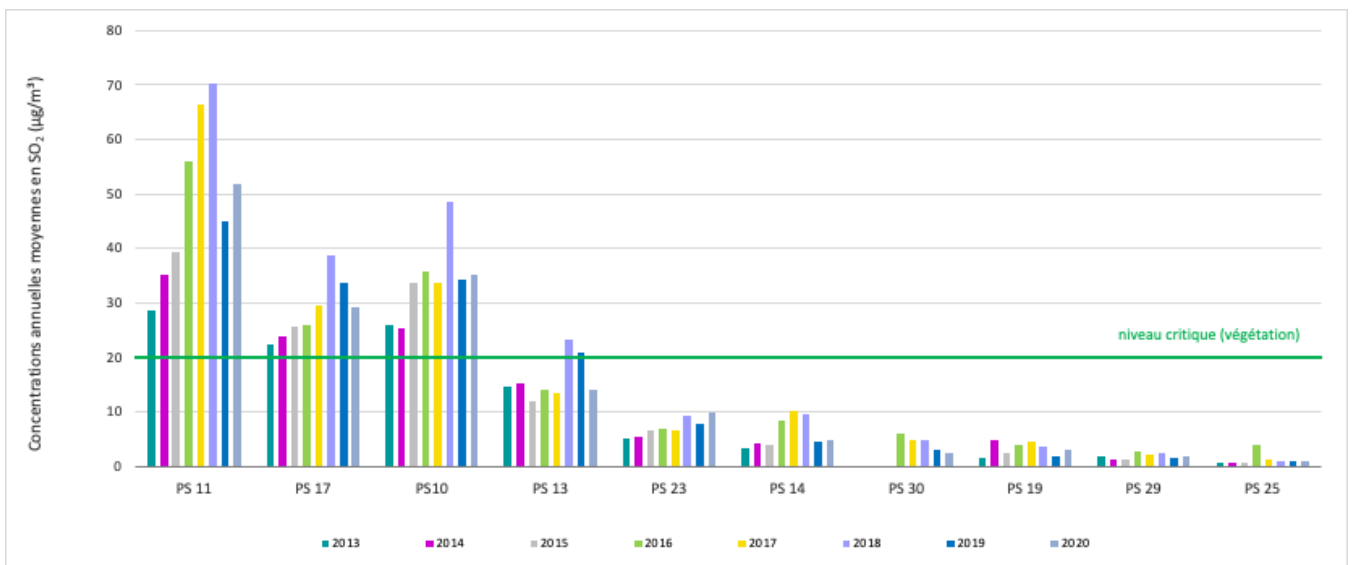


Figure 9 : Évolution des concentrations annuelles moyennes en SO₂ par point d'échantillonnage de 2013 à 2020

Commentaires sur les résultats :

Si l'on considère tous les sites confondus, les niveaux de SO₂ ont augmenté de 2013 à 2018, dépassant pour la première fois le niveau critique pour la protection de la végétation en 2018 avec 21.1 µg/m³. Une diminution des niveaux moyens en SO₂, tous sites confondus, a été mesurée en 2019. En 2020, la concentration tous sites confondus est la même que celle mesurée en 2019. Les moyennes de chacun des points de mesure sont similaires en 2019 et 2020.

6. Annexes

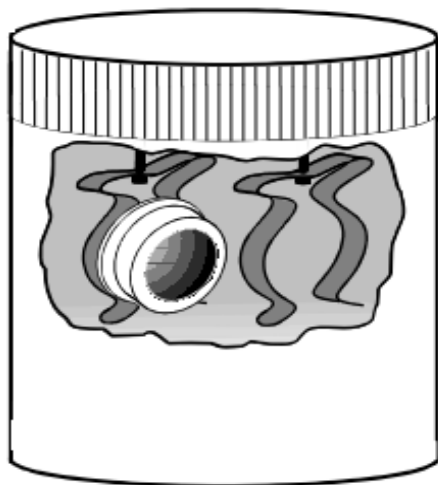
ANNEXE 1 : FICHE TECHNIQUE ECHANTILLONNEUR PASSIF SO₂ (Passam Ag)

Caractéristiques

Echantillonneur passif pour le dioxyde de soufre

Le dioxyde d'azote est un gaz irritant pour le système respiratoire et peut lors d'une exposition prolongée provoquer de façon importante des maladies des voies respiratoires, comme par exemple, la bronchite chronique. Le dioxyde de soufre provient en grande partie de combustion fossile surtout de celle du charbon sulfureux et dans une moindre mesure des gaz d'échappement des véhicules diesel.

L'échantillonneur passif pour la mesure du dioxyde de soufre repose sur le principe de la diffusion passive des molécules de dioxyde de soufre sur un milieu absorbant, dans ce cas un mélange de carbonate de potassium et de glycérine [1]. Il consiste en un tube de polypropylène avec une ouverture de 20 mm de diamètre. Pour diminuer l'influence du vent on place une membrane que l'on soutient par un treillis en fil de fer. Un dispositif de suspension est conseillé pour la protection de l'échantillonneur contre les intempéries et pour réduire l'influence du vent.



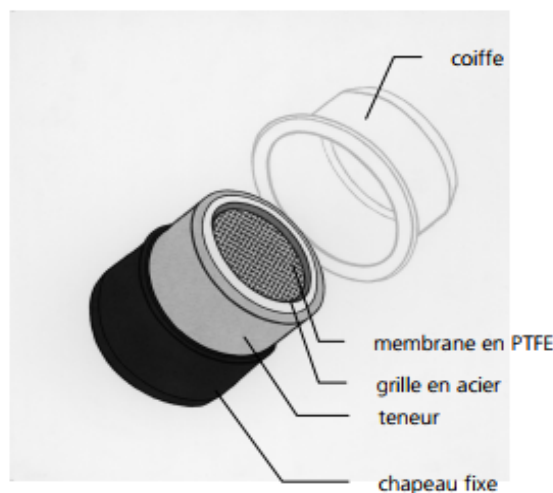
Système de suspension comme protection contre les intempéries

La quantité de dioxyde de soufre absorbée est proportionnelle à sa concentration dans l'environnement. Après un temps d'exposition d'une semaine à un mois, on extrait la quantité totale de dioxyde de soufre que l'on mesure par chromatographie ionique.

Les valeurs limite annuelles ou les valeurs recommandées pour le dioxyde de soufre sont fixées de manière différente suivant les pays:

OMS	50 µg/m ³ (moyenne)
EU	20 µg/m ³ (moyenne)
Suisse	30 µg/m ³ (annuelle)

Il convient d'utiliser l'échantillonneur passif pour le dioxyde de soufre, en complément des stations de mesure en continu, dans le but aussi de déterminer la pollution de superficie d'une région. Si les mesures des échantillonneurs passifs restent autour d'une valeur limite on peut ensuite augmenter la validité de ces mesures, au moyen de méthodes actives.



Echantillonneur à membrane en téflon pour la mesure du dioxyde de soufre

Le dioxyde de soufre est une substance importante dans la formation des pluies acides. En ce qui concerne la pollution d'écosystèmes sensibles, il peut être significatif de poursuivre l'enregistrement à long terme au moyen de méthodes passives.

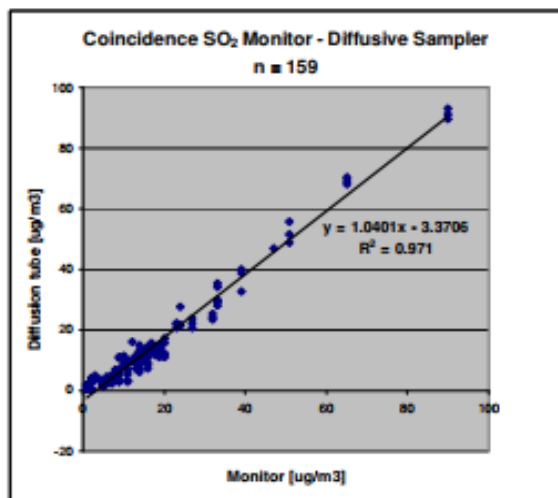


accrédité selon ISO/IEC 17025 STS 149

www.passam.ch

Spécifications

Comparaison avec les mesures en continu de dioxyde de soufre [3]



Débit de prélèvement [3]	11.9 ml/min à 20°C	
zone de fonctionnement normal	1 – 150 µg/m ³	
Durée d'échantillonnage	2 – 4 semaines	
Limite de détection	0.2 µg/m ³ pour une exposition mensuelle	
Influences externes : vitesse du vent	l'influence < 10% pour un vent de vitesse inférieure à 4.5 m/sec avec boîte à protection	
température	pas d'influence entre 10 et 30°C	
humidité	pas d'influence entre 20 et 80%	
Stockage	avant l'utilisation:	24 mois
	après l'utilisation:	6 mois
Interférences	non connu	
Incertitude élargie *	22.1 %	au niveau de 20 µg/m ³

* selon GUM; réserve de modifications

révisé 5.1.2012

Bibliografie

[1] Voltti Ulla and Sirkka Juntto: Field Experiment using passive samplers in the determination of Sulfur dioxide. Proceeding of 10th World Clean Air Congress, Espoo Finland, Vol 2 pp 334-347 (1995)

[2] AirNormand : Michel Bobbia, Rapport d'études E02_04. Quelques remarques sur la Norme NF ISO 13752 ; 2002

<http://www.airnormand.asso.fr> études divers

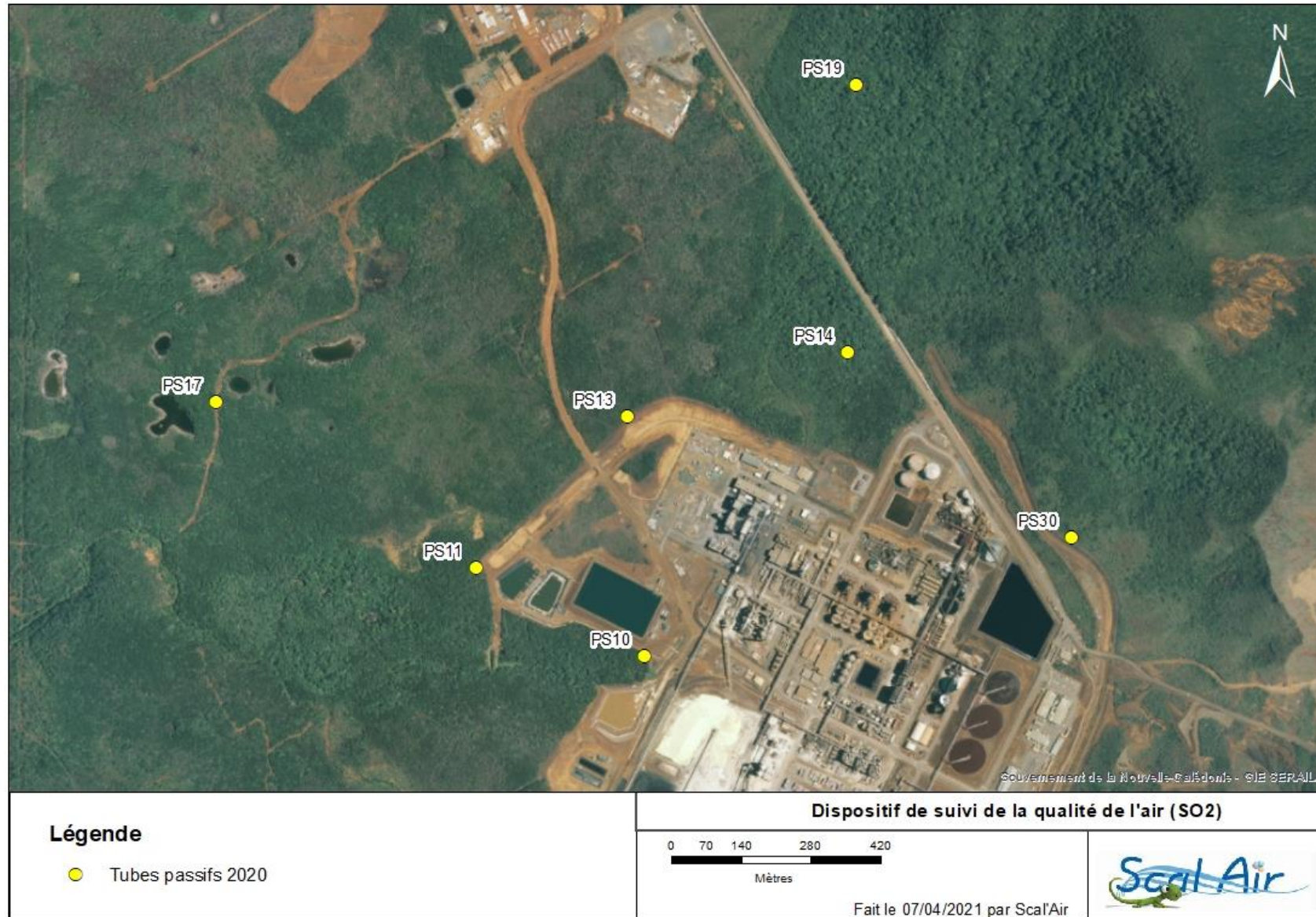
[3] Validierungsunterlagen passam ag. Bericht Nr. VP100304 (2006).

passam ag

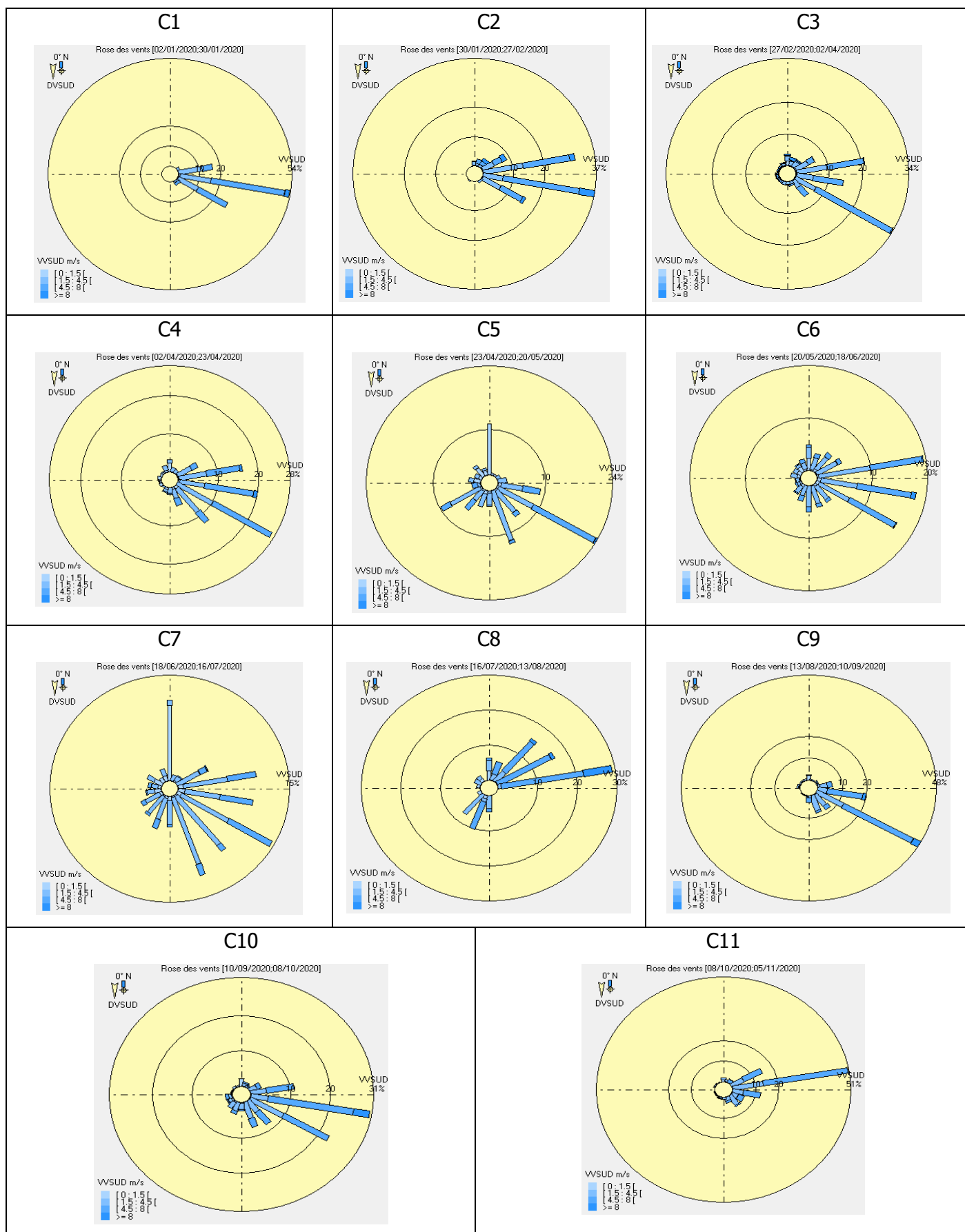
Analyses environnementales
CH-8708 Männedorf, Suisse

Téléphone 0041 44 920 46 44, Téléfax 0041 44 920 24 97 e-mail : passam@passam.ch

ANNEXE 2 : REPARTITION SPATIALE DES SITES DE MESURE PAR TUBES PASSIFS –ZOOM SITE INDUSTRIEL VALE NC



ANNEXE 3 : ROSES DES VENTS POUR CHACUNE DES 11 CAMPAGNES



ANNEXE 4 : DONNÉES MÉTÉOROLOGIQUES
(SOURCE DE DONNEES : METEO FRANCE)

Campagnes	Vitesse max des vents (m/s)	Vitesse moyenne des vents (m/s)	Précipitations cumulées (mm)	Température (°C)	Humidité relative (%)	Vents dominants
C1	5,8	4,6	116,4	24,4	81	ENE-SE
C2	9,0	5,3	93,7	25,8	83	ENE-SE
C3	7,6	4,4	670,5	25,1	80	ENE-SE
C4	6,5	4,0	172,0	23,7	82	ENE-SSE
C5	3,8	2,6	/	20,8	75	ESE-SSE
C6	3,5	3,5	67,1	21,5	78	ENE-SE
C7	6,8	2,9	93,9	19,4	77	ENE-SSE
C8	7,2	4,7	/	21,7	88	NNE-E
C9	6,7	4,8	/	19,5	71	E-SE
C10	6,8	4,6	142,8	20,3	79	ENE-SE
C11	3,8	2,6	60,1	20,8	75	NE-ESE
Moyenne 2020	6,1	4,0	177,1	22,1	79	/

ANNEXE 5 : PROPORTIONS DE LA VITESSE DES VENTS
(SOURCE DES DONNEES : METEO FRANCE)

	très faible (0 -1.5 m/s)	faible (1.5 -4.5m/s)	moyen (4.5 -8 m/s)	fort (> 8 m/s)
C1	1,1	38,6	58	2,3
C2	0,8	33,8	54,7	10,6
C3	4,3	37,2	55,3	3,2
C4	8,1	45	45,3	1,6
C5	20,9	51,9	26,9	0,4
C6	8,6	53,1	37,1	1,3
C7	18,7	58,9	22,2	0,1
C8	6,4	23,6	60,9	9,1
C9	4,9	35,7	54,8	4,6
C10	4,5	38,4	53	4,2
C11	1,8	38,1	59,8	0,3
% sur l'année	7,3	41,3	48,0	3,4

ANNEXE 6 : RESULTATS BRUTES FOURNIS PAR LE LABORATOIRE (NON VALIDÉS)

Campagne 1

Rapport d'essai mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

SO2 Mesure du dioxyde de soufre au moyen d'un échantillonneur passif

informations client

client: Scal' Air, Noumea
ID client: NSS
contact: Claire Chéron
projet:
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 03.03.2020
type: badge
polluant: SO2
taux d'échantillonnage: 11,9 [ml/min]

analyse

méthode: SP10 chromatographie ionique
analyte: SO2
date: 05.03.2020
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 09.03.2020
créé par: C. Panier
vérifié le: 09.03.2020
vérifié par: S. Huber
nom de fichier: NSS102001
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir fiche technique: www.passam.ch;
concentration calculée en supposant: T = 20°C; p = 1013 hPa; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure					mesure			résultat		Commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début		fin		temps d'expo. [h]	blanc [ppm]	échantillon dilution	valeur [ppm]	m analyte/sampler [ug]	C SO2 [ug/m3]	
Blanc terrain	196	181205	02/01/2020		30/01/2020		672,0	0,195	-	0,219	< 0,1	< 0,2	
S011	197	181205	02/01/2020	09:02	30/01/2020	09:31	672,5	0,195	-	13,281	34,91	72,7	
S011	198	181205	02/01/2020	09:02	30/01/2020	09:31	672,5	0,195	-	15,527	40,91	85,2	
S011	199	181205	02/01/2020	09:02	30/01/2020	09:31	672,5	0,195	-	15,083	39,72	82,7	
S010	200	181205	02/01/2020	09:09	30/01/2020	09:40	672,5	0,195	-	3,893	9,87	20,5	
S030	201	181205	02/01/2020	09:25	30/01/2020	10:00	672,6	0,195	-	0,284	0,24	0,5	
S019	202	181205	02/01/2020	09:44	30/01/2020	10:21	672,6	0,195	-	0,225	< 0,1	< 0,2	
S029	203	181205	02/01/2020	10:26	30/01/2020	11:36	673,2	0,195	-	0,268	0,19	0,4	
S029	204	181205	02/01/2020	10:26	30/01/2020	11:36	673,2	0,195	-	0,291	0,26	0,5	
S029	205	181205	02/01/2020	10:26	30/01/2020	11:36	673,2	0,195	-	0,397	0,54	1,1	
S013	206	181205	02/01/2020	11:08	30/01/2020	11:56	672,8	0,195	-	1,881	4,50	9,4	
S014	207	181205	02/01/2020	11:20	30/01/2020	12:07	672,8	0,195	-	0,296	0,27	0,6	
S017	208	181205	02/01/2020	11:36	30/01/2020	12:25	672,8	0,195	-	7,355	19,10	39,8	
S023	209	181205	02/01/2020	12:25	30/01/2020	12:42	672,3	0,195	-	2,461	6,05	12,6	
S025	210	181205	02/01/2020	12:37	30/01/2020	12:54	672,3	0,195	-	0,209	< 0,1	< 0,2	

Campagne 2

Rapport d'essai mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

SO2 Mesure du dioxyde de soufre au moyen d'un échantillonneur passif

informations client

client: Scal' Air, Noumea
ID client: NSS
contact: Claire Chéron
projet:
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 25.06.2020
type: badge
polluant: SO2
taux d'échantillonnage: 11,9 [ml/min]

analyse

méthode: SP10 chromatographie ionique
analyte: SO2
date: 06.07.2020
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 15.07.2020
créé par: U. Kunz
vérifié le: 16.07.2020
vérifié par: S. Huber
nom de fichier: NSS102002
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir fiche technique: www.passam.ch;
concentration calculée en supposant: T = 20°C; p = 1013 hPa; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure					mesure			résultat		Commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début		fin		temps d'expo. [h]	blanc [ppm]	échantillon dilution	valeur [ppm]	m analyte/sampler [ug]	C SO2 [ug/m3]	
Blanc terrain	1	43808	30/01/2020		27/02/2020		672,0	0,139	-	0,305	0,44	0,9	
S011	2	43808	30/01/2020	09:31	27/02/2020	09:22	671,9	0,139	-	21,083	55,88	116,5	
S011	3	43808	30/01/2020	09:31	27/02/2020	09:22	671,9	0,139	-	22,754	60,34	125,8	
S011	4	43808	30/01/2020	09:31	27/02/2020	09:22	671,9	0,139	-	25,972	68,92	143,7	
S010	5	43808	30/01/2020	09:40	27/02/2020	09:31	671,9	0,139	-	18,062	47,82	99,7	
S030	6	43808	30/01/2020	10:00	27/02/2020	09:46	671,8	0,139	-	0,334	0,52	1,1	
S019	7	43808	30/01/2020	10:21	27/02/2020	10:14	671,9	0,139	-	1,129	2,64	5,5	
S029	8	43808	30/01/2020	11:36	27/02/2020	10:56	671,3	0,139	-	0,708	1,52	3,2	
S029	9	43808	30/01/2020	11:36	27/02/2020	10:56	671,3	0,139	-	0,333	0,52	1,1	
S029	10	43808	30/01/2020	11:36	27/02/2020	10:56	671,3	0,139	-	0,273	0,36	0,7	
S013	11	43808	30/01/2020	11:56	27/02/2020	11:21	671,4	0,139	-	2,925	7,43	15,5	
S014	12	43808	30/01/2020	12:07	27/02/2020	11:33	671,4	0,139	-	1,543	3,75	7,8	
S017	13	43808	30/01/2020	12:25	27/02/2020	11:52	671,5	0,139	-	15,618	41,30	86,1	
S023	14	43808	30/01/2020	12:42	27/02/2020	12:21	671,7	0,139	-	5,780	15,05	31,4	
S025	15	43808	30/01/2020	12:54	27/02/2020	12:32	671,6	0,139	-	0,243	0,28	0,6	

Campagne 3

Rapport d'essai mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

SO2 Mesure du dioxyde de soufre au moyen d'un échantillonneur passif

informations client

client: Scal' Air, Noumea
ID client: NSS
contact: Claire Chéron
projet:
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 25.06.2020
type: badge
polluant: SO2
taux d'échantillonnage: 11,9 [ml/min]

analyse

méthode: SP10 chromatographie ionique
analyte: SO2
date: 06.07.2020
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 15.07.2020
créé par: U. Kunz
vérifié le: 16.07.2020
vérifié par: S. Huber
nom de fichier: NSS102003
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir fiche technique: www.passam.ch;
concentration calculée en supposant: T = 20°C; p = 1013 hPa; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				temps d'expo. [h]	mesure		résultat		Commentaire sur l'analyse	
	ID	lot no.	début		fin			blanc [ppm]	dilution	valeur [ppm]	m analyte/sampler [ug]		C SO2 [ug/m3]
Blanc terrain	16	43808	27/02/2020		02/04/2020		840,0	0,139	-	0,993	2,28	3,8	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S011	17	43808	27/02/2020	09:22	02/04/2020	08:35	839,2	0,139	-	12,699	33,51	55,9	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S011	18	43808	27/02/2020	09:22	02/04/2020	08:35	839,2	0,139	-	11,359	29,93	50,0	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S011	19	43808	27/02/2020	09:22	02/04/2020	08:35	839,2	0,139	-	13,477	35,59	59,4	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S010	20	43808	27/02/2020	09:31	02/04/2020	08:45	839,2	0,139	-	11,217	29,56	49,3	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S030	21	43808	27/02/2020	09:46	02/04/2020	09:02	839,3	0,139	-	1,181	2,78	4,6	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S019	22	43808	27/02/2020	10:14	02/04/2020	09:37	839,4	0,139	-	0,496	0,95	1,6	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S029	23	43808	27/02/2020	10:56	23/04/2020	10:48	1343,9	0,139	-	0,474	0,89	0,9	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S029	24	43808	27/02/2020	10:56	23/04/2020	10:48	1343,9	0,139	-	0,616	1,27	1,3	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S029	25	43808	27/02/2020	10:56	23/04/2020	10:48	1343,9	0,139	-	0,929	2,11	2,2	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S013	26	43808	27/02/2020	11:21	02/04/2020	10:15	838,9	0,139	-	4,030	10,38	17,3	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S014	27	43808	27/02/2020	11:33	02/04/2020	10:28	838,9	0,139	-	0,529	1,04	1,7	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S017	28	43808	27/02/2020	11:52	02/04/2020	10:56	839,1	0,139	-	5,989	15,61	26,1	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S023	29	43808	27/02/2020	12:21	02/04/2020	11:30	839,2	0,139	-	2,132	5,32	8,9	spéc. non respectée: temps d'expo.;
S025	30	43808	27/02/2020	12:32	02/04/2020	11:45	839,2	0,139	-	0,801	1,77	2,9	spéc. non respectée: temps d'expo.;

Campagne 4

Rapport d'essai mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

SO2 Mesure du dioxyde de soufre au moyen d'un échantillonneur passif

informations client

client: Scal' Air, Noumea
ID client: NSS
contact: Claire Chéron
projet:
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 25.06.2020
type: badge
polluant: SO2
taux d'échantillonnage: 11,9 [ml/min]

analyse

méthode: SP10 chromatographie ionique
analyte: SO2
date: 06.07.2020
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 15.07.2020
créé par: U. Kunz
vérifié le: 16.07.2020
vérifié par: S. Huber
nom de fichier: NSS102004
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir fiche technique: www.passam.ch;
concentration calculée en supposant: T = 20°C; p = 1013 hPa; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				temps d'expo. [h]	mesure		résultat		Commentaire sur l'analyse	
	ID	lot no.	début		fin			blanc [ppm]	dilution	valeur [ppm]	m analyte/sampler [ug]		C SO2 [ug/m3]
Blanc terrain	31	43808	02/04/2020		23/04/2020		504,0	0,139	-	0,829	1,84	5,1	
Blanc terrain	38	43808	02/04/2020		23/04/2020		504,0	0,139	-	0,423	0,76	2,1	
Blanc terrain	39	43808	02/04/2020		23/04/2020		504,0	0,139	-	0,716	1,54	4,3	
S011	32	43808	02/04/2020	08:35	23/04/2020	09:10	504,6	0,139	-	3,817	9,81	27,2	
S011	33	43808	02/04/2020	08:35	23/04/2020	09:10	504,6	0,139	-	4,876	12,64	35,1	
S011	34	43808	02/04/2020	08:35	23/04/2020	09:10	504,6	0,139	-	4,153	10,71	29,7	
S010	35	43808	02/04/2020	08:45	23/04/2020	09:17	504,5	0,139	-	2,491	6,28	17,4	
S030	36	43808	02/04/2020	09:02	23/04/2020	09:34	504,5	0,139	-	0,285	0,39	1,1	
S019	37	43808	02/04/2020	09:37	23/04/2020	10:00	504,4	0,139	-	0,695	1,48	4,1	
S013	41	43808	02/04/2020	10:15	23/04/2020	11:30	505,3	0,139	-	2,434	6,12	17,0	
S014	42	43808	02/04/2020	10:28	23/04/2020	11:44	505,3	0,139	-	0,937	2,13	5,9	
S017	43	43808	02/04/2020	10:56	23/04/2020	12:05	505,2	0,139	-	4,236	10,93	30,3	
S023	44	43808	02/04/2020	11:30	23/04/2020	12:42	505,2	0,139	-	1,462	3,53	9,8	
S025	45	43808	02/04/2020	11:45	23/04/2020	12:08	504,4	0,139	-	0,255	0,31	0,9	

Campagne 5

Rapport d'essai mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

SO₂ Mesure du dioxyde de soufre au moyen d'un échantillonneur passif

informations client

client: Scal' Air, Noumea
ID client: NSS
contact: Claire Chéron
projet:
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 25.06.2020
type: badge
polluant: SO₂
taux d'échantillonnage: 11,9 [ml/min]

analyse

méthode: SP10 chromatographie ionique
analyte: SO₂
date: 06.07.2020
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 15.07.2020
créé par: U. Kunz
vérifié le: 16.07.2020
vérifié par: S. Huber
nom de fichier: NSS102005
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir fiche technique: www.passam.ch;
concentration calculée en supposant: T = 20°C; p = 1013 hPa; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				temps d'expo. [h]	mesure			résultat		Commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début		fin			blanc [ppm]	dilution	valeur [ppm]	m analyte/samplier [ug]	C SO ₂ [ug/m ³]	
Blanc terrain	46	43808	23/04/2020		20/05/2020		648,0	0,139	-	0,461	0,86	1,9	
S011	47	43808	23/04/2020	09:10	20/05/2020	09:21	648,2	0,139	-	3,680	9,45	20,4	
S011	48	43808	23/04/2020	09:10	20/05/2020	09:21	648,2	0,139	-	4,298	11,10	24,0	
S011	49	43808	23/04/2020	09:10	20/05/2020	09:21	648,2	0,139	-	5,065	13,14	28,4	
S010	50	43808	23/04/2020	09:17	20/05/2020	09:31	648,2	0,139	-	3,430	8,78	19,0	
S030	51	43808	23/04/2020	09:34	20/05/2020	09:49	648,3	0,139	-	0,395	0,68	1,5	
S019	52	43808	23/04/2020	10:00	20/05/2020	10:14	648,2	0,139	-	0,340	0,54	1,2	
S029	53	43808	23/04/2020	10:48	20/05/2020	11:04	648,3	0,139	-	0,293	0,41	0,9	
S029	54	43808	23/04/2020	10:48	20/05/2020	11:04	648,3	0,139	-	0,285	0,39	0,8	
S029	55	43808	23/04/2020	10:48	20/05/2020	11:04	648,3	0,139	-	0,371	0,62	1,3	
S013	56	43808	23/04/2020	11:30	20/05/2020	11:37	648,1	0,139	-	4,164	10,74	23,2	
S014	57	43808	23/04/2020	11:44	20/05/2020	11:50	648,1	0,139	-	0,684	1,45	3,1	
S017	58	43808	23/04/2020	12:05	20/05/2020	12:10	648,1	0,139	-	3,259	8,32	18,0	
S023	59	43808	23/04/2020	12:42	20/05/2020	12:46	648,1	0,139	-	1,399	3,36	7,3	
S025	60	43808	23/04/2020	12:58	20/05/2020	13:00	648,0	0,139	-	0,145	< 0,1	< 0,2	

Campagne 6

Rapport d'essai mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

SO₂ Mesure du dioxyde de soufre au moyen d'un échantillonneur passif

informations client

client: Scal' Air, Noumea
ID client: NSS
contact: Claire Chéron
projet:
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 11.09.2020
type: badge
polluant: SO₂
taux d'échantillonnage: 11,9 [ml/min]

analyse

méthode: SP10 chromatographie ionique
analyte: SO₂
date: 22.09.2020
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 24.09.2020
créé par: C. Panier
vérifié le: 29.09.2020
vérifié par: S. Huber
nom de fichier: NSS102006
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir fiche technique: www.passam.ch;
concentration calculée en supposant: T = 20°C; p = 1013 hPa; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				temps d'expo. [h]	mesure			résultat		Commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début		fin			blanc [ppm]	dilution	valeur [ppm]	m analyte/samplier [ug]	C SO ₂ [ug/m ³]	
Blanc terrain	61	43808	20/05/2020		18/06/2020		696,0	0,258	-	0,719	1,23	2,5	
S011	62	43808	20/05/2020	09:21	18/06/2020	09:16	695,9	0,258	-	11,180	29,14	58,6	
S011	63	43808	20/05/2020	09:21	18/06/2020	09:16	695,9	0,258	-	11,904	31,07	62,5	
S011	64	43808	20/05/2020	09:21	18/06/2020	09:16	695,9	0,258	-	11,431	29,81	60,0	
S010	65	43808	20/05/2020	09:31	18/06/2020	09:26	695,9	0,258	-	8,197	21,18	42,6	
S030	66	43808	20/05/2020	09:49	18/06/2020	09:45	695,9	0,258	-	0,882	1,66	3,4	
S019	67	43808	20/05/2020	10:14	18/06/2020	10:12	696,0	0,258	-	0,844	1,56	3,1	
S029	68	43808	20/05/2020	11:04	18/06/2020	11:02	696,0	0,258	-	1,080	2,19	4,4	
S029	69	43808	20/05/2020	11:04	18/06/2020	11:02	696,0	0,258	-	0,767	1,36	2,7	
S029	70	43808	20/05/2020	11:04	18/06/2020	11:02	696,0	0,258	-	0,677	1,12	2,2	
S013	71	43808	20/05/2020	11:37	18/06/2020	11:28	695,9	0,258	-	2,041	4,76	9,6	
S014	72	43808	20/05/2020	11:50	18/06/2020	11:41	695,9	0,258	-	1,151	2,38	4,8	
S017	73	43808	20/05/2020	12:10	18/06/2020	12:09	696,0	0,258	-	6,190	15,83	31,8	
S023	74	43808	20/05/2020	12:46	18/06/2020	12:40	695,9	0,258	-	1,973	4,58	9,2	
S025	75	43808	20/05/2020	13:00	18/06/2020	12:55	695,9	0,258	-	0,746	1,30	2,6	

Campagne 7

Rapport d'essai mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

SO₂ Mesure du dioxyde de soufre au moyen d'un échantillonneur passif

informations client

client: Scal' Air, Noumea
ID client: NSS
contact: Claire Chéron
projet:
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 11.09.2020
type: badge
polluant: SO₂
taux d'échantillonnage: 11,9 [ml/min]

analyse

méthode: SP10 chromatographie ionique
analyte: SO₂
date: 22.09.2020
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 24.09.2020
créé par: C. Panier
vérifié le: 08.10.2020
vérifié par: S. Huber
nom de fichier: NSS102007
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir fiche technique: www.passam.ch;
concentration calculée en supposant: T = 20°C; p = 1013 hPa; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				temps d'expo. [h]	mesure		résultat		Commentaire sur l'analyse	
	ID	lot no.	début		fin			blanc [ppm]	échantillon dilution	échantillon valeur [ppm]	m analyte/samplier [ug]		C SO ₂ [ug/m ³]
Blanc terrain	76	43808	18/06/2020		16/07/2020		672,0	0,258	-	0,349	0,24	0,5	
S011	77	43808	18/06/2020	09:16	16/07/2020	09:32	672,3	0,258	-	5,522	14,04	29,3	
S011	78	43808	18/06/2020	09:16	16/07/2020	09:32	672,3	0,258	-	4,723	11,91	24,8	
S011	79	43808	18/06/2020	09:16	16/07/2020	09:32	672,3	0,258	-	5,302	13,46	28,0	
S010	80	43808	18/06/2020	09:26	16/07/2020	09:42	672,3	0,258	-	4,144	10,37	21,6	
S030	81	43808	18/06/2020	09:45	16/07/2020	10:00	672,3	0,258	-	0,914	1,75	3,6	
S019	82	43808	18/06/2020	10:12	16/07/2020	10:22	672,2	0,258	-	1,116	2,29	4,8	
S029	83	43808	18/06/2020	11:02	16/07/2020	11:10	672,1	0,258	-	1,094	2,23	4,6	
S029	84	43808	18/06/2020	11:02	16/07/2020	11:10	672,1	0,258	-	0,939	1,82	3,8	
S029	85	43808	18/06/2020	11:02	16/07/2020	11:10	672,1	0,258	-	0,808	1,47	3,1	
S013	86	43808	18/06/2020	11:28	16/07/2020	11:30	672,0	0,258	-	3,663	9,08	18,9	
S014	87	43808	18/06/2020	11:41	16/07/2020	10:40	671,0	0,258	-	2,596	6,24	13,0	
S017	88	43808	18/06/2020	12:09	16/07/2020	12:00	671,9	0,258	-	2,740	6,62	13,8	
S023	89	43808	18/06/2020	12:40	16/07/2020	12:38	672,0	0,258	-	1,613	3,62	7,5	
S025	90	43808	18/06/2020	12:55	16/07/2020	12:50	671,9	0,258	-	0,518	0,69	1,4	

Campagne 8

Rapport d'essai mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

SO₂ Mesure du dioxyde de soufre au moyen d'un échantillonneur passif

informations client

client: Scal' Air, Noumea
ID client: NSS
contact: Claire Chéron
projet:
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 29.10.2020
type: badge
polluant: SO₂
taux d'échantillonnage: 11,9 [ml/min]

analyse

méthode: SP10 chromatographie ionique
analyte: SO₂
date: 11.11.2020
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 16.11.2020
créé par: C. Panier
vérifié le: 18.11.2020
vérifié par: B. Michen
nom de fichier: NSS102008
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir fiche technique: www.passam.ch;
concentration calculée en supposant: T = 20°C; p = 1013 hPa; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				temps d'expo. [h]	mesure		résultat		Commentaire sur l'analyse	
	ID	lot no.	début		fin			blanc [ppm]	échantillon dilution	échantillon valeur [ppm]	m analyte/samplier [ug]		C SO ₂ [ug/m ³]
Blanc terrain	91	43808	16/07/2020		13/08/2020		672,0	0,258	-	0,179	< 0,1	< 0,2	
S011	92	43808	16/07/2020	09:32	13/08/2020	09:10	671,6	0,258	-	4,638	11,69	24,4	
S011	93	43808	16/07/2020	09:32	13/08/2020	09:10	671,6	0,258	-	4,208	10,54	22,0	
S011	94	43808	16/07/2020	09:32	13/08/2020	09:10	671,6	0,258	-	4,598	11,58	24,1	
S010	95	43808	16/07/2020	09:42	13/08/2020	09:20	671,6	0,258	-	4,538	11,42	23,8	
S030	96	43808	16/07/2020	10:00	13/08/2020	09:43	671,7	0,258	-	1,070	2,17	4,5	
S019	97	43808	16/07/2020	10:22	13/08/2020	10:06	671,7	0,258	-	1,054	2,12	4,4	
S029	98	43808	16/07/2020	11:10	13/08/2020	10:52	671,7	0,258	-	1,215	2,55	5,3	
S029	99	43808	16/07/2020	11:10	13/08/2020	10:52	671,7	0,258	-	0,724	1,24	2,6	
S029	100	43808	16/07/2020	11:10	13/08/2020	10:52	671,7	0,258	-	0,795	1,43	3,0	
S013	101	43808	16/07/2020	11:30	13/08/2020	11:15	671,8	0,258	-	1,053	2,12	4,4	
S014	102	43808	16/07/2020	10:40	13/08/2020	11:28	672,8	0,258	-	1,591	3,56	7,4	
S017	103	43808	16/07/2020	12:00	13/08/2020	11:46	671,8	0,258	-	1,391	3,02	6,3	
S023	104	43808	16/07/2020	12:38	13/08/2020	12:19	671,7	0,258	-	0,707	1,20	2,5	
S025	105	43808	16/07/2020	12:50	13/08/2020	12:33	671,7	0,258	-	0,336	0,21	0,4	

Campagne 9

Rapport d'essai mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

SO2 Mesure du dioxyde de soufre au moyen d'un échantillonneur passif

informations client

client: Scal' Air, Noumea
ID client: NSS
contact: Claire Chéron
projet:
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 29.10.2020
type: badge
polluant: SO2
taux d'échantillonnage: 11,9 [ml/min]

analyse

méthode: SP10 chromatographie ionique
analyte: SO2
date: 11.11.2020
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 16.11.2020
créé par: C. Panier
vérifié le: 18.11.2020
vérifié par: B. Michen
nom de fichier: NSS102009
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir fiche technique: www.passam.ch;
concentration calculée en supposant: T = 20°C; p = 1013 hPa; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				temps d'expo. [h]	mesure			résultat		Commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début		fin			blanc [ppm]	dilution	valeur [ppm]	m analyte/sampler [ug]	C SO2 [ug/m3]	
Blanc terrain	106	43808	13/08/2020		10/09/2020		672,0	0,258	-	0,275	< 0,1	< 0,2	
S011	107	43808	13/08/2020	09:10	10/09/2020	09:20	672,2	0,258	-	4,821	12,17	25,4	
S011	108	43808	13/08/2020	09:10	10/09/2020	09:20	672,2	0,258	-	4,300	10,78	22,5	
S011	109	43808	13/08/2020	09:10	10/09/2020	09:20	672,2	0,258	-	4,848	12,25	25,5	
S010	110	43808	13/08/2020	09:20	10/09/2020	09:25	672,1	0,258	-	2,447	5,84	12,2	
S030	111	43808	13/08/2020	09:43	10/09/2020	09:40	672,0	0,258	-	0,646	1,04	2,2	
S019	112	43808	13/08/2020	10:06	10/09/2020	10:01	671,9	0,258	-	0,855	1,59	3,3	
S029	113	43808	13/08/2020	10:52	10/09/2020	10:47	671,9	0,258	-	0,451	0,51	1,1	
S029	114	43808	13/08/2020	10:52	10/09/2020	10:47	671,9	0,258	-	0,651	1,05	2,2	
S029	115	43808	13/08/2020	10:52	10/09/2020	10:47	671,9	0,258	-	0,577	0,85	1,8	
S013	116	43808	13/08/2020	11:15	10/09/2020	11:10	671,9	0,258	-	2,747	6,64	13,8	
S014	117	43808	13/08/2020	11:28	10/09/2020	11:25	672,0	0,258	-	0,901	1,72	3,6	
S017	118	43808	13/08/2020	11:46	10/09/2020	11:42	671,9	0,258	-	3,972	9,91	20,7	
S023	119	43808	13/08/2020	12:19	10/09/2020	12:00	671,7	0,258	-	1,269	2,70	5,6	
S025	120	43808	13/08/2020	12:33	10/09/2020	12:10	671,6	0,258	-	0,376	0,31	0,7	

Campagne 10

Rapport d'essai mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

SO2 Mesure du dioxyde de soufre au moyen d'un échantillonneur passif

informations client

client: Scal' Air, Noumea
ID client: NSS
contact: Claire Chéron
projet:
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 01.12.2020
type: badge
polluant: SO2
taux d'échantillonnage: 11,9 [ml/min]

analyse

méthode: SP10 chromatographie ionique
analyte: SO2
date: 07.12.2020
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 08.12.2020
créé par: C. Panier
vérifié le: 09.12.2020
vérifié par: S. Huber
nom de fichier: NSS102010
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir fiche technique: www.passam.ch;
concentration calculée en supposant: T = 20°C; p = 1013 hPa; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				temps d'expo. [h]	mesure			résultat		Commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début		fin			blanc [ppm]	dilution	valeur [ppm]	m analyte/sampler [ug]	C SO2 [ug/m3]	
Blanc terrain	121	43808	10/09/2020		08/10/2020		672,0	0,258	-	0,357	0,26	0,6	
S011	122	43808	10/09/2020	09:20	08/10/2020	09:22	672,0	0,258	-	9,060	23,48	48,9	
S011	123	43808	10/09/2020	09:20	08/10/2020	09:22	672,0	0,258	-	8,555	22,14	46,1	
S011	124	43808	10/09/2020	09:20	08/10/2020	09:22	672,0	0,258	-	9,683	25,15	52,4	
S010	125	43808	10/09/2020	09:25	08/10/2020	09:30	672,1	0,258	-	4,491	11,29	23,5	
S030	126	43808	10/09/2020	09:40	08/10/2020	09:50	672,2	0,258	-	0,581	0,86	1,8	
S019	127	43808	10/09/2020	10:01	08/10/2020	10:24	672,4	0,258	-	1,100	2,25	4,7	
S029	128	43808	10/09/2020	10:47	08/10/2020	11:14	672,5	0,258	-	0,752	1,32	2,7	
S029	129	43808	10/09/2020	10:47	08/10/2020	11:14	672,5	0,258	-	0,660	1,07	2,2	
S029	130	43808	10/09/2020	10:47	08/10/2020	11:14	672,5	0,258	-	0,916	1,76	3,7	
S013	131	43808	10/09/2020	11:10	08/10/2020	11:37	672,5	0,258	-	3,063	7,48	15,6	
S014	132	43808	10/09/2020	11:25	08/10/2020	11:52	672,5	0,258	-	1,061	2,14	4,5	
S017	133	43808	10/09/2020	11:42	08/10/2020	12:12	672,5	0,258	-	6,029	15,40	32,1	
S023	134	43808	10/09/2020	12:00	08/10/2020	12:53	672,9	0,258	-	2,342	5,56	11,6	
S025	135	43808	10/09/2020	12:10	08/10/2020	13:02	672,9	0,258	-	0,474	0,58	1,2	

Campagne 11

Rapport d'essai mesure de la pollution de l'air

passam ag

air quality monitoring

SO₂ Mesure du dioxyde de soufre au moyen d'un échantillonneur passif

informations client

client: Scal' Air, Noumea
ID client: NSS
contact: Claire Chéron
projet:
référence:

échantillonneurs passifs

date de réception: 01.12.2020
type: badge
polluant: SO₂
taux d'échantillonnage: 11,9 [ml/min]

analyse

méthode: SP10 chromatographie ionique
analyte: SO₂
date: 07.12.2020
lieu: passam ag

rapport de test

créé le: 08.12.2020
créé par: C. Panier
vérifié le: 09.12.2020
vérifié par: S. Huber
nom de fichier: NSS102011
pages: 1



notes: s'applique à l'échantillon tel que reçu; informations sur l'incertitude de mesure et la limite de détection, voir fiche technique: www.passam.ch;
concentration calculée en supposant: T = 20°C; p = 1013 hPa; cette méthode est accréditée selon ISO 17025

site de mesure	échantillonneur passif		période de mesure				temps d'expo. [h]	mesure			résultat		Commentaire sur l'analyse
	ID	lot no.	début		fin			blanc [ppm]	dilution	valeur [ppm]	m analyte/sampler [ug]	C SO ₂ [ug/m ³]	
Blanc terrain	136	43808	08/10/2020		05/11/2020		672,0	0,258	-	0,597	0,90	1,9	
S011	137	43808	08/10/2020	09:22	05/11/2020	09:13	671,9	0,258	-	12,109	31,62	65,9	
S011	138	43808	08/10/2020	09:22	05/11/2020	09:13	671,9	0,258	-	12,083	31,55	65,8	
S011	139	43808	08/10/2020	09:22	05/11/2020	09:13	671,9	0,258	-	12,096	31,58	65,8	
S010	140	43808	08/10/2020	09:30	05/11/2020	09:22	671,9	0,258	-	10,655	27,74	57,8	
S030	141	43808	08/10/2020	09:50	05/11/2020	10:01	672,2	0,258	-	0,585	0,87	1,8	
S019	142	43808	08/10/2020	10:24	05/11/2020	10:27	672,1	0,258	-	0,537	0,74	1,6	
S029	143	43808	08/10/2020	11:14	05/11/2020	11:10	671,9	0,258	-	0,533	0,73	1,5	
S029	144	43808	08/10/2020	11:14	05/11/2020	11:10	671,9	0,258	-	0,553	0,79	1,6	
S029	145	43808	08/10/2020	11:14	05/11/2020	11:10	671,9	0,258	-	0,605	0,93	1,9	
S013	146	43808	08/10/2020	11:37	05/11/2020	11:41	672,1	0,258	-	1,967	4,56	9,5	
S014	147	43808	08/10/2020	11:52	05/11/2020	11:52	672,0	0,258	-	0,600	0,91	1,9	
S017	148	43808	08/10/2020	12:12	05/11/2020	12:09	672,0	0,258	-	3,286	8,08	16,8	
S023	149	43808	08/10/2020	12:53	05/11/2020	12:26	671,6	0,258	-	0,974	1,91	4,0	
S025	150	43808	08/10/2020	13:02	05/11/2020	12:40	671,6	0,258	-	0,445	0,50	1,0	

7. Glossaire

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Microgramme par mètre cube ($1 \mu\text{g} = 10^{-6} \text{g}$)
Air ambiant	Air extérieur de la troposphère, à l'exclusion des lieux de travail tels que définis à l'article R. 4211-2 du code du travail
m/s	Mètre par seconde
SO_2	Dioxyde de soufre
LQ	Limite de quantification
Objectif de qualité	Niveau à atteindre à long terme et à maintenir, sauf lorsque cela n'est pas réalisable par des mesures proportionnées, afin d'assurer une protection efficace de la santé humaine et de l'environnement dans son ensemble
Seuil d'alerte	Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé de l'ensemble de la population ou de dégradation de l'environnement, justifiant l'intervention de mesures d'urgence
Seuil d'information et de recommandation	Niveau au-delà duquel une exposition de courte durée présente un risque pour la santé humaine de groupes particulièrement sensibles au sein de la population et qui rend nécessaires l'émission d'informations immédiates et adéquates à destination de ces groupes et des recommandations pour réduire certaines émissions
Valeur limite	Niveau de concentration de substances polluantes dans l'atmosphère fixée sur la base des connaissances scientifiques à ne pas dépasser dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs de ces substances sur la santé humaine ou sur l'environnement dans son ensemble