

ANNEXE 11 :
EVALUATION DE L'IMPACT DES
EMISSIONS DE POUSSIÈRES DANS
L'ENVIRONNEMENT – MESURE DES
PM 10
(EVADIES, 2018 ET 2020)



EVALUATION DE L'IMPACT DES EMISSIONS DE POUSSIÈRES DANS L'ENVIRONNEMENT DE LA CARRIÈRE KERGANTIC A PLOEMEUR

Mesures des PM10 et PM2,5

Rapport 0819

Adressé le 02 octobre 2019



Evaluation & Diagnostic
Impact / Environnement / Santé

EVALUATION DE L'IMPACT DES EMISSIONS DE POUSSIERES DANS L'ENVIRONNEMENT DE LA CARRIERE KERGANTIC A PLOEMEUR

Mesures des PM10 et PM2.5




RAPPORT 0819

Rapport destiné à S. MEDINA
Responsable Carrières Kaolins de Bretagne

Imerys Ceramics France
Lanvrian
56276 Ploemeur



Référence commandes : 2109449 & 2197590

Version	Date	Rédaction	Vérification	Validation
1.0.	03/04/2019	N. PANIZZOLI 	R. MERLEN 	R. MERLEN 
2.0	02/10/2019			

Pour nous joindre :

EVADIES • 9, rue principale 54 470 BOUILLONVILLE

Nicolas PANIZZOLI
Tél : 06 58 54 68 77
Courriel : nicolas.panizzoli@evadies.fr

Rémi MERLEN
Tél : 06 64 87 93 17
Courriel : remi.merlen@evadies.fr

Avertissement

Ce rapport d'étude est la propriété du bureau d'expertise EVADIES. Il ne peut être reproduit, tout ou partie, sans l'autorisation écrite d'EVADIES.

Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à EVADIES. EVADIES ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

TABLES DES MATIERES

1. CONTEXTE ET DEMARCHE DE L'ETUDE.....	6
2. SOURCES D'INFORMATION	7
3. LE PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE MIS EN ŒUVRE	7
3.1. DUREE ET PERIODE DE MESURES.....	7
3.2. CHOIX DES POLLUANTS TRACEURS	7
3.3. METHODOLOGIE DE MESURES DES POLLUANTS	8
3.2.1. Suivi des poussières en suspension PM10 et PM2.5 en continu	8
3.2.2. Suivi poussières fine PM10 et des éléments majeurs, de la silice cristalline et des anions et cations associés.....	9
3.4. DEFINITION DES STATIONS DE MESURES.....	10
3.5. SYNTHÈSE DE LA CONFIGURATION DES MESURES	18
4. ACTIVITES DU SITE SUR LES DEUX PERIODES DE MESURES.....	18
5. LES DONNES METEOROLOGIQUES PENDANT LES PERIODES DE MESURES.....	20
5.1. LES VENTS	20
5.2. LES PRECIPITATIONS.....	21
5.3. EXPOSITIONS DES STATIONS	24
6. CRITERES D'INTERPRETATION DES RESULTATS	26
6.1. MODALITES D'INTERPRETATION DES DONNEES	26
6.2. LES CRITERES D'APPRECIATION POUR LES POUSSIERES EN SUSPENSION PM10, PM2.5.....	26
6.3. LES CRITERES D'APPRECIATION POUR LA SILICE CRISTALLINE ASSOCIEE AUX POUSSIERES PM10	27
6.3.1 Fondement méthodologique	27
6.3.2. Effets de la silice cristalline sur la santé.....	28
6.3.3. Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence	29
6.3.4. Evaluation de l'exposition	30
6.3.5. Caractéristique des risques sanitaires.....	31
6.4. LES CRITERES D'APPRECIATION POUR LES ELEMENTS MAJEURS ASSOCIES AUX POUSSIERES PM10	31
6.5. CARACTERISATION DES APPORTS DUS AUX EMBRUNS MARINS SUR LA ZONE D'ETUDE	31
7. RESULTATS DES MESURES DE POUSSIERES PM10 ET PM2.5 EN CONTINU.....	32
7.1. NATURE DES RESULTATS	32
7.2. LES CONCENTRATIONS MOYENNES MESUREES LORS DES DEUX CAMPAGNES DE MESURES	32
7.3. EVOLUTIONS DES CONCENTRATIONS MOYENNES JOURNALIERES.....	33
7.4. EVOLUTIONS DES CONCENTRATIONS MOYENNES HORAIRES	37
7.5. ROSES DE POLLUTION	43
8. MESURES DES POUSSIERES PM10 PAR METHODE GRAVIMETRIQUE.....	46
8.1. RESULTATS DES MESURES	46
8.2. COMPARAISON ENTRE LES MESURES GRAVIMETRIQUES ET LES MESURES EN CONTINU	48
9. MESURES ET ANALYSE DE LA SILICE CRISTALLINE.....	50
10. RESULTATS ET INTERPRETATION DES ANALYSES DES ELEMENTS MAJEURS ASSOCIES AUX POUSSIERES PM10	55
11. ESTIMATION DE LA CONTRIBUTION DES EMBRUNS MARINS SUR LES PM10	57
12. BILAN	60

Liste des tableaux

Tableau 1. Moyens d'analyse de la silice dans les poussières en suspension PM10	10
Tableau 2. Moyens d'analyse des anions et des cations dans les poussières en suspension PM10 ...	10
Tableau 3. Synthèse des paramètres du plan de surveillance	18
Tableau 4. Calcul théorique d'exposition des stations de surveillance aux vents dont la vitesse est supérieure à 1,5 m/s en fonction de la source potentielle de poussières.....	25
Tableau 5. Calcul théorique d'exposition des stations de surveillance aux vents dont la vitesse est supérieure à 1,5 m/s en fonction de la source potentielle de poussières.....	25
Tableau 6. Seuils réglementaires en vigueur en 2018 pour les PM10 et PM2,5	27
Tableau 7. Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence pour les expositions chroniques par inhalation et les effets à seuil.....	30
Tableau 8. Concentrations moyennes observées sur la durée de chaque campagne (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	32
Tableau 9. Concentrations en poussières en suspension PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	46
Tableau 10. Concentrations en silice cristalline dans les poussières en suspension PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	51
Tableau 11. Quotients de Danger (QD) calculés	54
Tableau 12. Pourcentage en éléments majeurs dans les poussières en suspension PM10 (en %)	55
Tableau 13. Concentrations en Na^+ , Cl^- et sels marins dans les poussières en suspension PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	57
Tableau 14. Corrélation entre les concentrations en sels marins et les poussières PM10	58

Liste des figures

Figure 1 . Carrière de Kergantic à Ploemeur	6
Figure 2. Localisation des aires d'échantillonnage	11
Figure 3. Plan et données d'activité du site IMERYS Kergantic	19
.....	20
Figure 4. Régime des vents enregistrés pendant la première période de mesures des particules fines du 22/03/18 au 03/05/2018	20
Figure 5. Régime des vents enregistrés pendant la seconde période de mesures des particules fines du 23/10/18 au 20/11/18	21
Figure 6. Evolution des concentrations horaires des précipitations (en mm) pendant la période de mesures des particules fines du 22/03/18 au 03/05/2018	22
Figure 7. Evolution des concentrations horaires des précipitations (en mm) pendant la période de mesures des particules fines du 23/10/2018 au 20/11/2018.....	22
Figure 8. Régime des vents enregistrés pendant la période de mesures des particules fines et par temps de pluie du 22/03/18 au 03/05/2018	23
Figure 9. Régime des vents enregistrés pendant la période de mesures des particules fines et par temps de pluie du 23/10/2018 au 20/11/2018	24
Figure 10. Evolution des concentrations moyennes journalières en PM2,5 mesurées lors de la première campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	34
Figure 11. Evolution des concentrations moyennes journalières en PM10 mesurées lors de la première campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	34
Figure 12. Origines des vents selon les périodes de mesures	35
Figure 13. Evolution des concentrations moyennes journalières en PM2,5 mesurées lors de la seconde campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	36

Figure 14. Evolution des concentrations moyennes journalières en PM10 mesurées lors de la seconde campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	37
Figure 15. Origines des vents selon les périodes de mesures	37
Figure 16. Evolution des concentrations moyennes horaires en PM2,5 mesurées lors de la première campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	38
Figure 17. Evolution des concentrations moyennes horaires en PM2,5 mesurées lors de la seconde campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	39
Figure 18. Evolution des concentrations moyennes horaires en PM10 mesurées lors de la première campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	40
Figure 19. Evolution des concentrations moyennes horaires en PM10 mesurées lors de la seconde campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	41
Figure 20.. Evolution des moyennes des concentrations moyennes horaires en PM2,5 en fonction des heures de la journée des jours ouvrés (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	42
Figure 21. Evolution des moyennes des concentrations moyennes horaires en PM2,5 en fonction des heures de la journée des jours fériés et des week-ends (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	43
Figure 22. Rose de pollution des PM10 pour la station B3 installée à Kerguen	44
Figure 23. Rose de pollution des PM10 pour la station B1 installée à Keryel.....	44
Figure 24. 25Rose de pollution des PM10 pour la station B2 installée à Kernastellec	44
Figure 26. Rose de pollution des PM10 pour.....	45
la station B4 installée à Kerham	45
Figure 27. Rose de pollution des PM10 pour la station B5 installée à Keryan	45
Figure 28. Rose de pollution des PM10 pour la station B6 installée à Lannenec	45
Figure 29. Evolution des concentrations journalières en PM10	47
Figure 30. Roses des vents sur les périodes de mesures des poussières PM10 par gravimétrie	47
Figure 31. Comparaison des concentrations journalières en poussières PM10 <i>via</i> les deux méthodes de mesures sur la station B1	48
Figure 32. Comparaison des concentrations journalières en poussières PM10 <i>via</i> les deux méthodes de mesures sur la station B3.....	49
Figure 33. Comparaison des concentrations journalières en poussières PM10 <i>via</i> les deux méthodes de mesures sur la station B6.....	49
Figure 34. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B1	52
Figure 35. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B3.....	52
Figure 36. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B6	53
Figure 37. Roses des vents sur les périodes de mesures de la silice cristalline dans les poussières PM10	54
Figure 39. Evolution des concentrations journalières en sels marins et en poussières PM10 sur la station B1.....	58
Figure 40. Evolution des concentrations journalières en sels marins et en poussières PM10 sur la station B3	59
Figure 41. Evolution des concentrations journalières en sels marins et en poussières PM10 sur la station B6	59
Figure 42. Roses des vents sur la période de mesures de la contribution des embruns marin sur les poussières PM10	60

1. CONTEXTE ET DEMARCHE DE L'ETUDE

Dans le cadre d'une demande d'autorisation d'extension de l'exploitation en cours de préparation, la société Imerys Ceramics Bretagne a sollicité la société EVADIES pour la réalisation de deux campagnes de mesures des poussières en suspension PM10 et PM2.5 dans l'environnement de la carrière de Kaolins de Kergantic à Ploemeur (figure 1).

Les objectifs sont les suivants :

- Mettre en place un suivi des concentrations en poussières dans l'air ;
- Estimer les apports des embruns marins sur les poussières PM10 ;
- Caractériser la nature minéralogique des poussières ;
- Déterminer les concentrations en silice cristalline associée aux poussières PM10 ;
- Apporter des éléments qui permettront à la société KAOLINS de Bretagne de mettre en place un système de gestion de l'activité des carrières sur les zones projetées en extension en fonction des concentrations mesurées en poussières.

Ce rapport présente la synthèse des mesures des deux campagnes réalisées en avril-mai et en octobre-novembre 2018.



Figure 1 . Carrière de Kergantic à Ploemeur

2. SOURCES D'INFORMATION

Ce document a été réalisé en considérant :

- Les critères méthodologiques cités dans le rapport INERIS de novembre 2016 relatif à « la surveillance dans l'air autour des installations classées » (N°DRC-16-158882-12366A) ;
- La demande d'autorisation d'exploitation ;
- La version projet du rapport n°DRC-12-126316-1295A relatif au guide méthodologique pour la surveillance environnementale des carrières ;
- ADEME, Emissions des poussières des carrières dans l'air, avril 2018, Etude des émissions de poussières autour de quatre carrières de granulats dans trois régions françaises (programme EMCAIR).

3. LE PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE MIS EN ŒUVRE

3.1. Durée et période de mesures

La durée des campagnes de mesures est habituellement ajustée afin de couvrir une durée globale de mesures permettant de rendre les résultats représentatifs de différentes chroniques météorologiques et des variations d'activités au cours de l'année. L'objectif est alors de répondre aux exigences de la directive européenne 2008/50/CE du 21 mai 2008 concernant la qualité de l'air ambiant qui précise que pour des mesures indicatives visant à être représentatives d'une année la période minimale de prise en compte doit être au minimum de 14% de l'année, soit 51 jours.

Les moyennes annuelles reconstituées dans le cadre de ces mesures peuvent ainsi être comparées aux normes annuelles de qualité de l'air (valeur limite et objectifs annuels de qualité de l'air) qui existent pour les PM₁₀ et les PM_{2,5}.

Dans le cadre de cette étude, deux campagnes ont été réalisées sur deux périodes contrastées, au printemps et à l'automne 2018. La première campagne a duré 42 jours, du 22 mars au 03 mai 2018 et la deuxième 28 jours, du 23 octobre au 20 novembre.

3.2. Choix des polluants traceurs

Les particules les plus grossières ont une vitesse de chute rapide, leur dépôt se fait à proximité du lieu d'émission. Ces poussières sont habituellement mesurées selon la norme NF X43-014. Cette méthode nécessite une analyse au laboratoire et donne donc des informations différées qui ne permettent pas de mettre en place un système continu de mesures. Ces dernières sont réalisées par la société ENCEM *via* un réseau de 6 points de mesures. Les campagnes de mesures, menées en même temps que celles réalisées par EVADIES, ont fait l'objet de pv d'intervention.

EVADIES a initialement orienté la première campagne de mesures sur les mesures en continu des particules fines inférieures à 10 µm ou 2,5 µm avec des capteurs (voir chapitre 3.2.1).

A la suite des résultats de la première campagne de mesures et afin d'affiner l'interprétation des résultats, l'étude a été complétée par des caractérisations des PM10. Il a ainsi été mis en place des préleveurs de PM10 (voir chapitre 3.2.2) qui ont permis de réaliser les analyses :

- De la silice cristalline ;
- Des éléments majeurs caractéristiques des matériaux extraits dans la carrière : SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O et TiO₂ ;
- Du Na⁺ et du Cl⁻ afin de caractériser les embruns marins.

3.3. Méthodologie de mesures des polluants

3.2.1. Suivi des poussières en suspension PM10 et PM2.5 en continu

Les mesures sont réalisées par la mise en place de capteurs e-PM commercialisés par la société TERA qui permettent la mesure en temps-réel des PM10, PM2,5, ainsi que les paramètres température et hygrométrie.

Les objectifs de l'utilisation de ces capteurs sont multiples :

- Mettre en place des actions rapides permettant la diminution des particules ;
- Faire des suivis instantanés en fonction des différentes phases d'activité ;
- Mettre en place un système d'alerte permettant d'amorcer une phase réactive de réduction des particules.

Les particules présentes dans l'air sont aspirées à travers le capteur par un flux forcé. Ces particules passent devant un laser, généré par une LED infrarouge, et dévient les photons sur une lentille qui les focalise sur une photodiode. Le signal de sortie est retranscrit sous forme de pourcentage de temps d'occupation des particules dans le capteur. La conversion de la déviation du signal par les particules en concentration est fonction d'un aérosol de calibration (un sable d'Arizona). De part ce principe optique, la propriété de la particule et ainsi sa chimie jouent un rôle important dans la réponse retournée par le capteur. A noter que le capteur ne peut pas détecter les particules avec un diamètre aérodynamique inférieur à 1 µm. La limite de quantification est de 2 µg/m³ et la précision est de 0,1 µg/m³.

Les capteurs fonctionnent en autonomie grâce à des panneaux solaires. L'ensemble des données sauvegardées dans la mémoire interne des capteurs sont consultables à distance à partir d'un logiciel spécifique. Des alertes e-mail sont réceptionnées en cas de problèmes du capteur (batterie, remontée de données...) et de dépassement de seuil.

Pour les remontées des données sur le cloud, 3 configuration sont possibles :

- Sur panneau solaire :
 - 1 mesure toutes les 10 min et transmission des données toutes les 30 min ;
 - 1 mesure toutes les 15min et transmission des données toutes les 15 min ;

- Sur secteur : périodicité minimale de 1 mesure toutes les 7 min et transmission toutes les 7min.

3.2.2. Suivi poussières fine PM10 et des éléments majeurs, de la silice cristalline et des anions et cations associés

Le système est équipé en amont d'une tête de prélèvement permettant d'échantillonner les particules présentes dans l'air ambiant avec un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm. Le volume d'air prélevé passe au travers d'un filtre dont la porosité permet de retenir les substances particulières.

Il possède un certificat d'équivalence à la méthode de référence décrite dans la norme NF EN 12341. La mesure des matières particulaires en suspension PM10 dans l'air ambiant répond aux exigences de la norme NF EN 12341.

La concentration en PM10 dans l'air ambiant est obtenue à partir de la masse de poussières prélevée et ramenée à l'unité de volume prélevé (55,2 m³ prélevés par échantillon). Toutes les pesées de filtres avant et après échantillonnage sont effectuées dans une salle climatisée (température et hygrométrie constantes), après 48 heures de stabilisation.



Les appareils utilisés sont les capteurs LECKEL. Ces appareils sont automatiques, ce qui permet de réaliser des séries de 15 prélèvements, à des durées de prélèvement programmables, sans intervention, sauf en cas de panne. Les prélèvements de matières particulaires en suspension PM 10 sont collectés sur des filtres de diamètre 47 mm. Le débit d'aspiration utilisé est de 2,3 m³/h et est maintenu constant pendant le prélèvement.

Les **analyses des éléments majeurs** ont été réalisées sur la fraction PM10 collectée du 23 octobre au 06 novembre 2018 à partir d'un échantillon moyen de 14 filtres en nitrate de cellulose par spectrométrie après une étape de minéralisation. Les analyses ont été sous-traitées au laboratoire ROCANALYSE, Service d'Analyse des Roches et des Minéraux du CNRS et CRPG de Vandœuvre-lès-Nancy, spécialiste des analyses de minéralogie sur les roches et les matières solides.

L'**analyse de la silice cristalline** est effectuée par Diffraction des Rayons X sur les prélèvements journaliers de PM10 effectués sur des filtres en PVC du 13 au 20 novembre 2018. L'analyse permet de distinguer les différents polymorphes, à savoir le quartz, la cristobalite et la tridymite. Les analyses ont été sous-traitées au laboratoire EUROFINIS, spécialiste des analyses de traces et accrédité par le COFRAC (accréditation n°1-1151, Essais, Portée disponible sur www.cofrac.fr) pour les analyses de silice cristalline. Les méthodes et les limites de quantification sont données dans le [tableau 1](#) ci-après.

Tableau 1. Moyens d'analyse de la silice dans les poussières en suspension PM10

	Méthode d'analyse	Limite de quantification
Quartz	DRX	4 µg
Cristobalite	DRX	7 µg
Tridymite	DRX	-

Les **analyses des anions et des cations** ont été réalisées sur la fraction PM10 prélevée de manière journalière du 06 au 13 novembre 2018 sur des filtres en fibre de quartz selon une méthode interne au laboratoire. Les analyses ont été sous-traitées au laboratoire Micropolluants Technologie, accrédité COFRAC. Les méthodes et les limites de quantification sont données dans le [tableau 2](#) ci-après.

Tableau 2. Moyens d'analyse des anions et des cations dans les poussières en suspension PM10

	Méthode d'analyse	Limite de quantification
Na+	Méthode interne	5 µg
Cl-	Méthode interne	5 µg

Parallèlement à toutes les analyses, 2 blancs de filtre (un blanc de filtre terrain et un blanc de filtre laboratoire) du même lot que celui utilisé pour les mesures ont été réalisés afin d'évaluer la présence éventuelle de silice sur des filtres non échantillonnés.

3.4. Définition des stations de mesures

Un des objectifs de l'étude étant d'évaluer l'impact au niveau des populations environnantes, il est nécessaire de situer les aires d'échantillonnage où un contact peut avoir lieu entre le polluant et les populations situées aux points d'exposition. Pour définir l'impact de l'exploitation, les aires d'échantillonnage sont placées au niveau des habitations les plus proches localisées sous les vents dominants. Pour définir les bruits de fond locaux, il s'agit de situer les aires d'échantillonnage à l'abri des vents dominants du site.

Les points de mesures sont au nombre de 6 et ont été définis sur le terrain, conjointement entre les sociétés EVADIES, IMERYS et ENCEM et sur la base des critères suivants :

- Localisation actuelle et future des zones exploitées par rapport aux lieux habités et aux points sensibles situés à proximité ;
- Conditions moyennes de vents habituellement rencontrées sur la zone ;
- Demandes des autorisations ;
- Risques de dégradation du matériel de mesures ;
- Localisation d'activités incontrôlées susceptibles de générer des polluants particuliers dans l'atmosphère et sur les sols (zone de brûlis, épandage de cendres, écobuage, brûlage des déchets, apports d'amendements) ;
- Hauteur de prélèvement située entre 1,5 et 3 mètres ;

- Distances des voies de circulation ;
- Bâtiment situé à une distance suffisante du point de prélèvement.

Les stations de mesures retenues sont présentées ci-après, sur un plan global (figure 2) et de façon détaillée ensuite.

Dans le cadre des investigations complémentaires menées lors de la deuxième campagne, seules les stations B1, B3 et B6 ont fait l'objet de mesures. Elles ont été choisies en fonction des résultats de la première campagne de mesure et de la possibilité d'accès à l'alimentation électrique nécessaire au fonctionnement des préleveurs.

Il est à noter que lors de la seconde campagne de mesures, la station B1 a été déplacée d'une centaine de mètres.

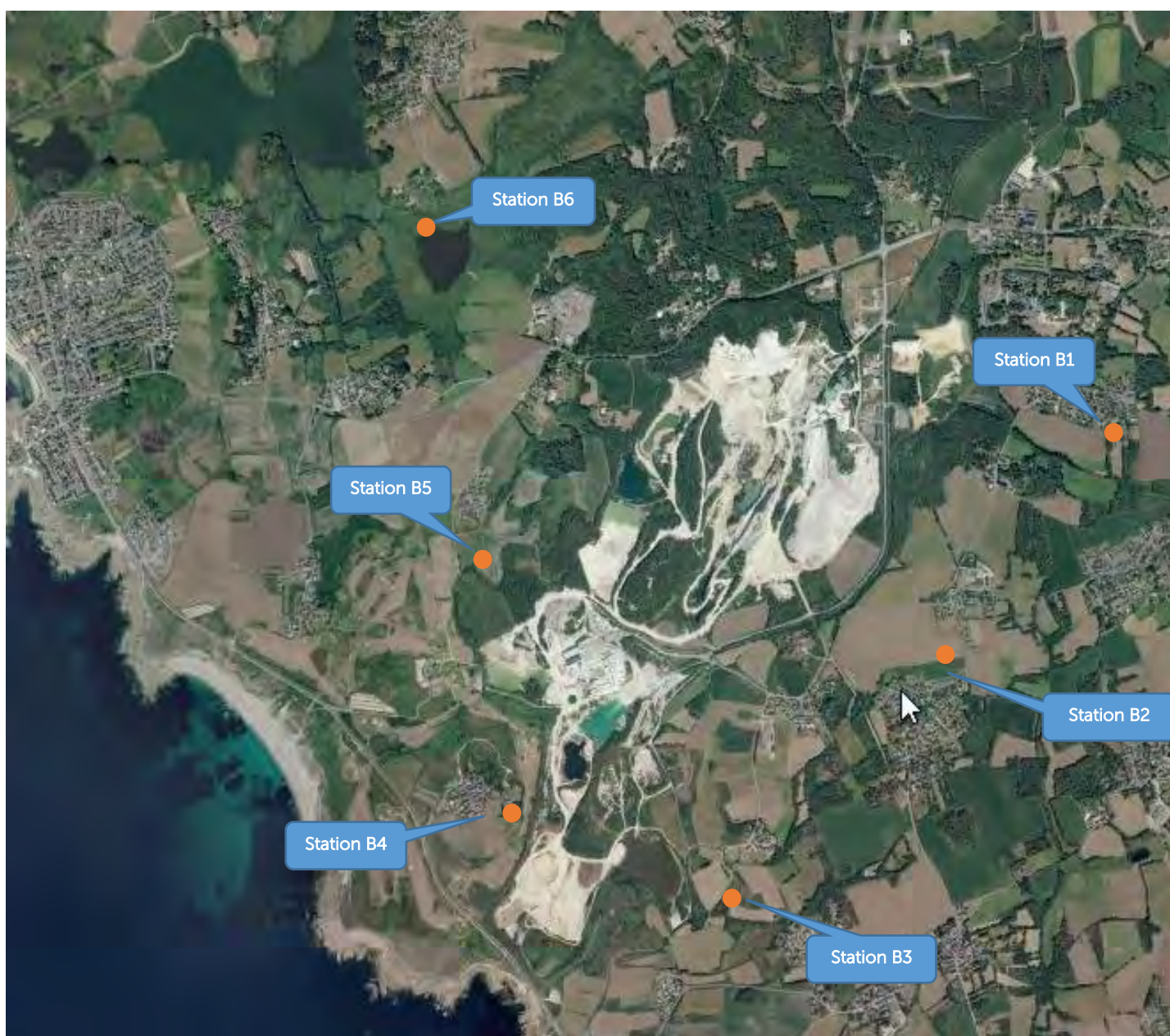
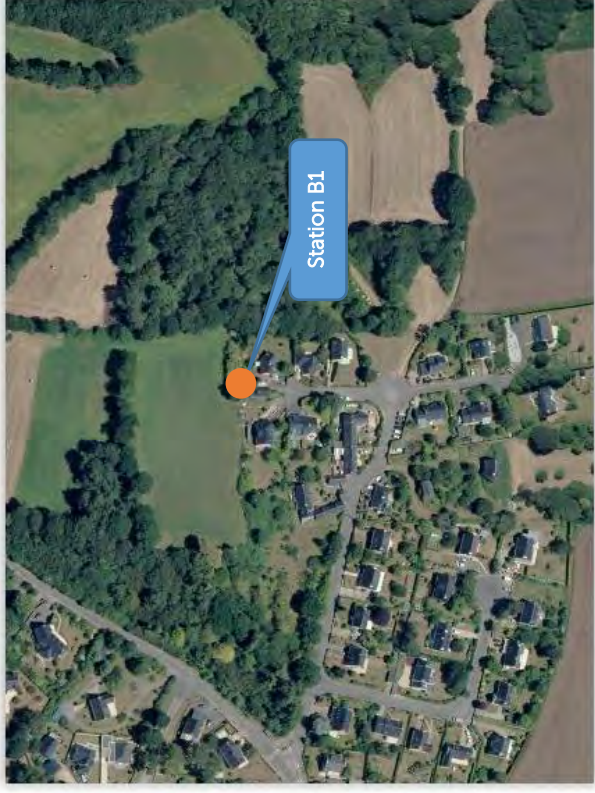


Figure 2. Localisation des aires d'échantillonnage

Station B1

Objectif du point de mesures : Mesure l'impact environnemental et sanitaire au niveau des habitations proches situées au NE de la carrière



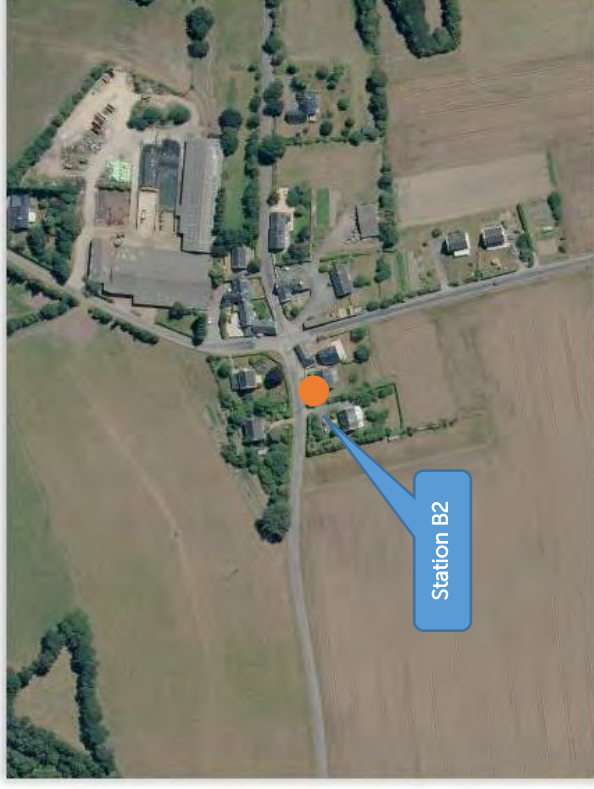
Descriptif de la station :

Lieu : Jardin d'un particulier au lieu-dit Keryel
 Coordonnées géoréférencées : 47°44'0.78"N / 3°26'47.44"O
 Altitude : 36 m
 Distance par rapport à la limite de propriété du site : 540 m
 Exposition de la station / site : 220 à 280°

Photo de la station prise par la société EVADIES

Station B2

Objectif du point de mesures : Mesure l'impact environnemental et sanitaire au niveau des habitations situées à l'Est de la carrière



Descriptif de la station :

Lieu : Pelouse dégagée chez un particulier au lieu-dit Kernastellec

Coordonnées géoréférencées : 47°43'35.51"N / 3°27'18.14"O

Altitude : 40 m

Distance par rapport à la limite de propriété du site 450 m

Exposition de la station / site : 230 à 360°

Photo de la station prise par la société EVADIES

Station B3

Objectif du point de mesures : Mesure l'impact environnemental et sanitaire au niveau des premières habitations situées à l'est et sud-est de la carrière



Descriptif de la station :

Lieu : Aire dégagée en limite de propriété de la carrière au lieu-dit Kerguen

Coordonnées géoréférencées : 47°43'8.13"N / 3°27'53.29"O

Altitude : 16 m

Distance par rapport à la limite de propriété du site : 110 m

Exposition de la station / site : 240 à 20°

Photo de la station prise par la société EVADIES

Station B4

Objectif du point de mesures : Mesure l'impact environnemental et sanitaire au niveau de l'habitation la plus proche située au sud et sud-ouest de la carrière



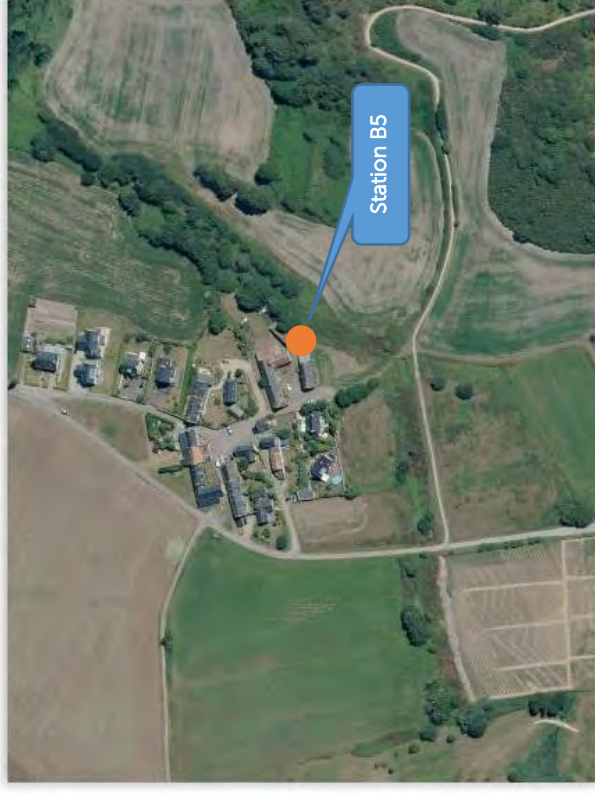
Descriptif de la station :

Lieu : Présence d'une aire dégagée au lieu-dit Kerham
 Coordonnées géoréférencées : 47°43'16.23"N / 3°28'32.33"O
 Altitude : 15 m
 Distance par rapport à la limite de propriété du site : 110 m
 Exposition de la station / site : 340 à 190°

Photo de la station prise par la société EVADIES

Station B5

Objectif du point de mesures : Mesure l'impact environnemental et sanitaire au niveau des habitations à l'ouest de la carrière



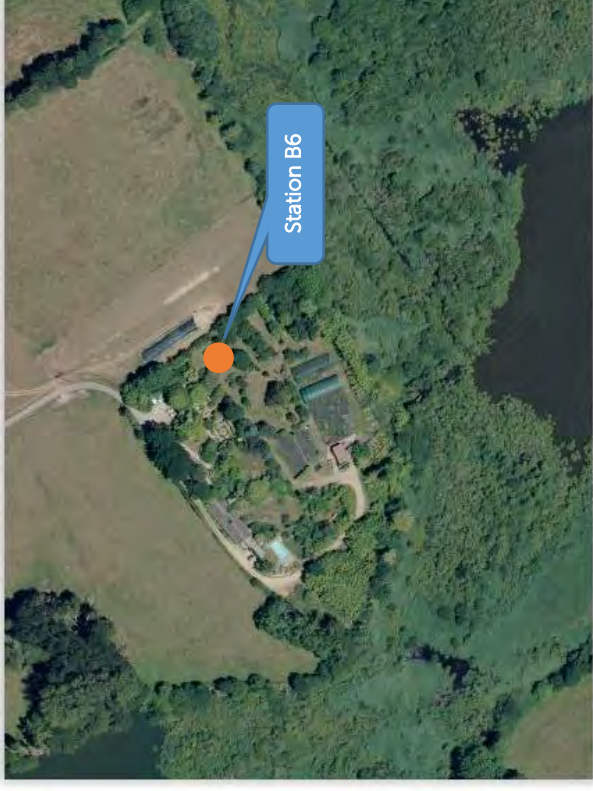
Descriptif de la station :

Lieu : Présence d'une aire dégagée au lieu-dit Keryan
 Coordonnées géoréférencées : 47°43'46.40"N / 3°28'37.78"O
 Altitude : 10 m
 Distance par rapport à la limite de propriété du site : 370 m
 Exposition de la station / site : 60 à 180°

Photo de la station prise par la société EVADIES

Station B6

Objectif du point de mesures : Station témoin de la zone d'étude située au nord-ouest de la carrière à l'abri des vents dominants



Descriptif de la station :

Lieu : Présence d'une aire dégagée dans l'enceinte de la société Créa-Paysage au lieu-dit Lannévec

Coordonnées géoréférencées : 47°44'23.81"N / 3°28'47.25"O

Altitude : 10 m

Distance par rapport à la limite de propriété du site : 1 160 m

Exposition de la station / site : 100 à 180°

Photo de la station prise par la société EVADIES

3.5. Synthèse de la configuration des mesures

La synthèse des paramètres configurant le plan de surveillance menée autour de la carrière est présentée dans le [tableau 3](#).

Tableau 3. Synthèse des paramètres du plan de surveillance

	Période de mesures	Nombre de jours de mesures	Appareil de mesures	Nombre de stations	Paramètres suivis
Campagne 1	22 mars au 03 mai 2018	42 jours	Capteur e-PM	6	PM10 et PM2.5 en continu
Campagne 2	23 octobre au 20 novembre 2018	28 jours	Capteur e-PM	6	PM10 et PM2.5 en continu
	23 octobre au 20 novembre 2018	28 jours	Préleveur LECKEL	3	PM10 en journalier <i>via</i> la méthode normalisée NF EN 12341
	23 octobre au 06 novembre 2018	14 jours	Préleveur LECKEL	3	Eléments majeurs associés aux poussières PM10 sur un échantillon moyen de 14 jours
	06 au 13 novembre 2018	7 jours	Préleveur LECKEL	3	Embruns marins sur les prélèvements journaliers en poussières PM10
	13 au 20 novembre 2018	7 jours	Préleveur LECKEL	3	Silice cristalline associée aux prélèvements journaliers de PM10

4. ACTIVITES DU SITE SUR LES DEUX PERIODES DE MESURES

La société IMERYS Kergantic a fourni à EVADIES les données d'activités du site sur les deux périodes de mesures, ainsi qu'un plan détaillé de la circulation des engins sur le site.

Le plan de circulation est présenté sur la [figure 3](#) ci-après. Ce plan inclut aussi les tonnages d'extraction du site.

Globalement, les tonnages d'extraction totaux fournis par IMERYS sont plus importants sur la première période de mesures, celle-ci ayant duré 42 jours, contre 28 jours pour la seconde campagne. En moyenne, sur le nombre de jours travaillés, les tonnages d'extractions totaux du site sont d'environ 2 040 tonnes/jour lors de la première campagne et de 2600 tonnes/jours lors de la deuxième campagne.



Figure 3. Plan et données d'activité du site IMERYS Kergantic

L'analyse des données d'extractions et la localisation des activités sur le site amènent à plusieurs conclusions :

- Les zones d'extractions les plus importantes sont localisées au nord du site ;
- L'extraction et le stockage de Kaolin se situant au nord du site, cette activité génère moins d'émissions de poussières dues à la circulation des engins sur une grande distance et condense les émissions au nord du site. C'est le cas lors de la première période de mesure, sur laquelle les activités d'extraction se sont surtout concentrées sur du kaolin ;
- Lors de la seconde période de mesure, l'activité du site, s'est plus centrée sur de la découverte et du remblai extérieur, obligeant les engins à traverser le site pour se diriger vers la zone de stockage située au sud du site. Le trafic des engins a été potentiellement plus générateur d'émissions de poussières lors de la seconde campagne de mesures.

5. LES DONNES METEOROLOGIQUES PENDANT LES PERIODES DE MESURES

5.1. Les vents

Les données météorologiques ont été établies sur la période de mesures à partir des observations réalisées sur la station météorologique de Lorient Lann Bihoue.

Les régimes des vents mesurés lors des deux campagnes sont présentés sur les figures 4 et 5. Elles montrent la fréquence des vents en fonction de leur provenance exprimée en pourcentage et par groupes de vitesses à partir de l'enregistrement des données horaires. Les roses des vents sont détaillées en annexe A.

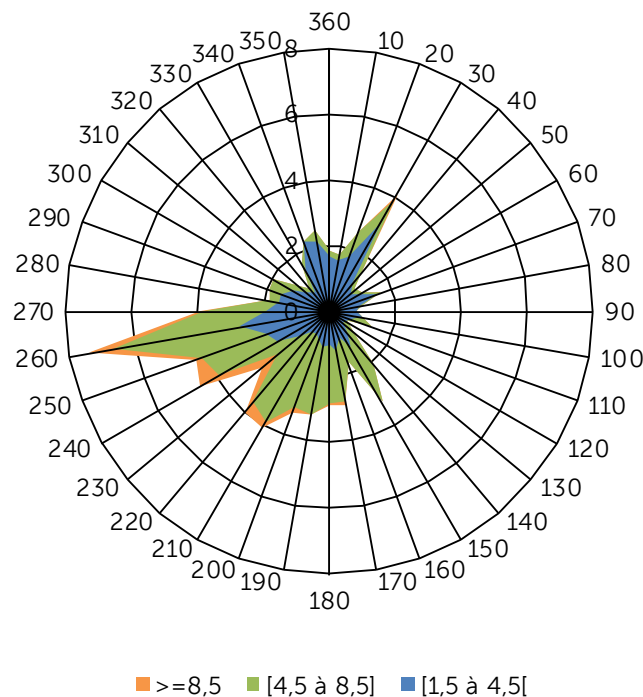


Figure 4. Régime des vents enregistrés pendant la première période de mesures des particules fines du 22/03/18 au 03/05/2018

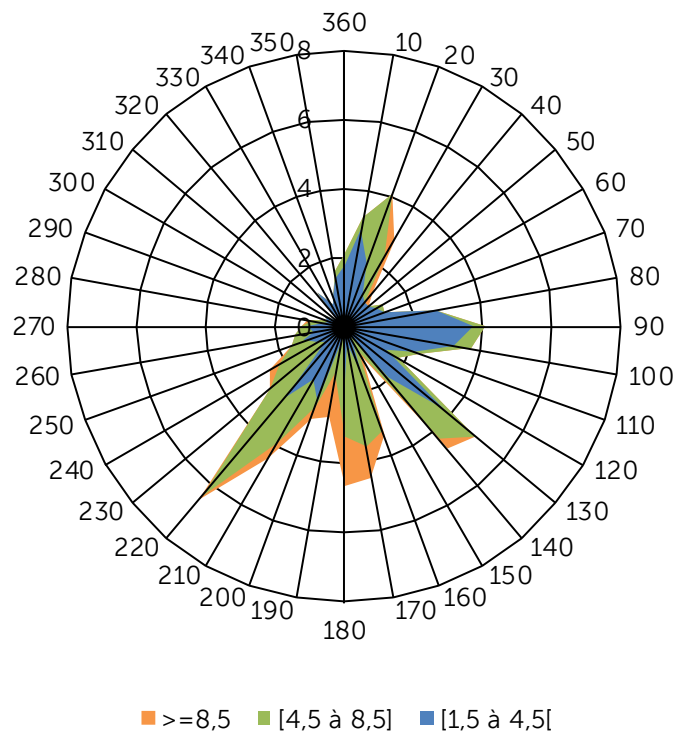


Figure 5. Régime des vents enregistrés pendant la seconde période de mesures des particules fines du 23/10/18 au 20/11/18

Les figures 4 et 5 montrent des répartitions des vents différentes entre les deux périodes de mesures.

Lors de la première campagne de mesure, les vents proviennent principalement du quart sud-ouest (180-260°) et du nord-est (40°). Lors de la seconde campagne de mesures, en plus des mêmes dominantes que la première campagne, les vents proviennent aussi de l'est (90°) et du sud-est (130-140°).

Dans les deux cas, la majorité des vents sont faibles (vitesse comprise entre 1,5 et 4,5 m/s) et moyens (4,5 à 8,5 m/s) puisqu'ils représentent entre 80,8 et 82,1 % des observations. Les vents nuls (<1,5 m/s) sont moins présents et équivalents représentant seulement entre 12,4 et 14,4% des occurrences. Lors des deux campagnes de mesure, les conditions de vents ont donc été favorables à un transport des particules.

5.2. Les précipitations

Les cumuls de précipitations durant les deux campagnes sont très différents.

Pour la première, le cumul est de 102,7 mm pendant la période de mesures. Il a plu 8,3 % du temps, principalement lors des trois premières semaines de la campagne de mesures (figure 6) avec la journée la plus pluvieuse enregistrée le 02 avril avec 12,3 mm de pluie. La seconde période de mesures est plus sèche avec 69,3 mm de pluie (figure 7) et présente moins d'épisodes pluvieux. Le

cumul des précipitations est principalement dû à deux épisodes orageux enregistrés les 06 et 09 novembre avec respectivement 27,7 et 29,2 mm de pluie sur la journée.

Lors de la première campagne de mesure, les conditions étaient donc favorables au rabattement des poussières fines au sol, phénomène favorisé par le lessivage de l'atmosphère par les précipitations, contrairement à la seconde campagne.

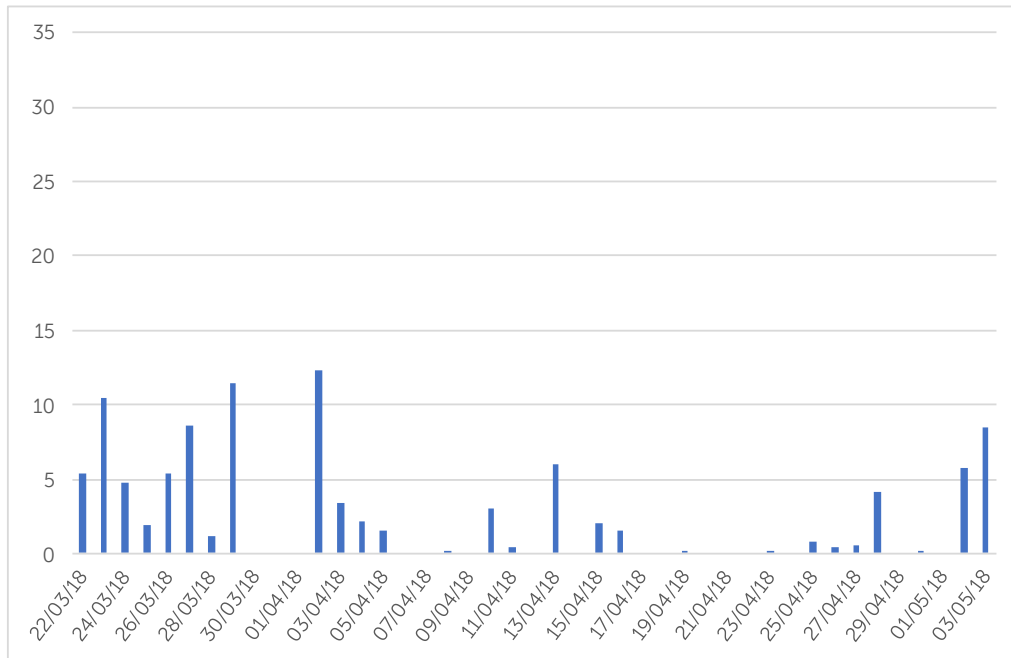


Figure 6. Evolution des concentrations horaires des précipitations (en mm) pendant la période de mesures des particules fines du 22/03/18 au 03/05/2018

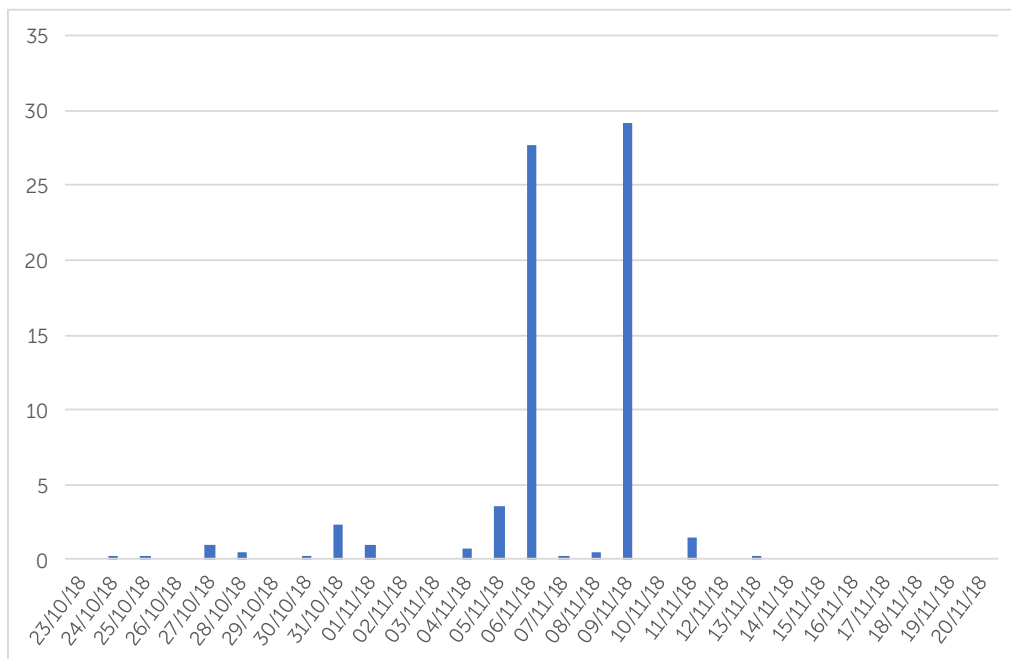


Figure 7. Evolution des concentrations horaires des précipitations (en mm) pendant la période de mesures des particules fines du 23/10/2018 au 20/11/2018

Il est intéressant d'étudier le régime des vents lors des évènements pluvieux. Les *figure 8 et 9* présentent les roses des pluies qui tiennent compte uniquement des données horaires des vents associées aux données horaires des évènements pluvieux. Les roses des vents sont détaillées en *annexe B*.

Les *figures 8 et 9* montrent alors la dominance des vents en provenance du secteur sud à sud-ouest (150°-230°) lors de la première campagne de mesure et du sud (170°-180°) et du sud-ouest (210°) lors de la seconde campagne de mesures. Par rapport au régime des vents général, on observe la disparition des vents en provenance de la façade est lors des évènements pluvieux.

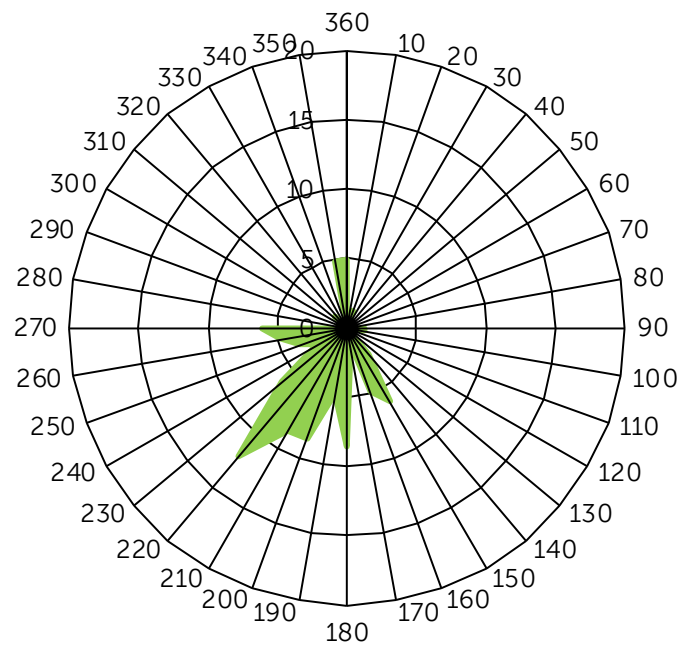


Figure 8. Régime des vents enregistrés pendant la période de mesures des particules fines et par temps de pluie du 22/03/18 au 03/05/2018

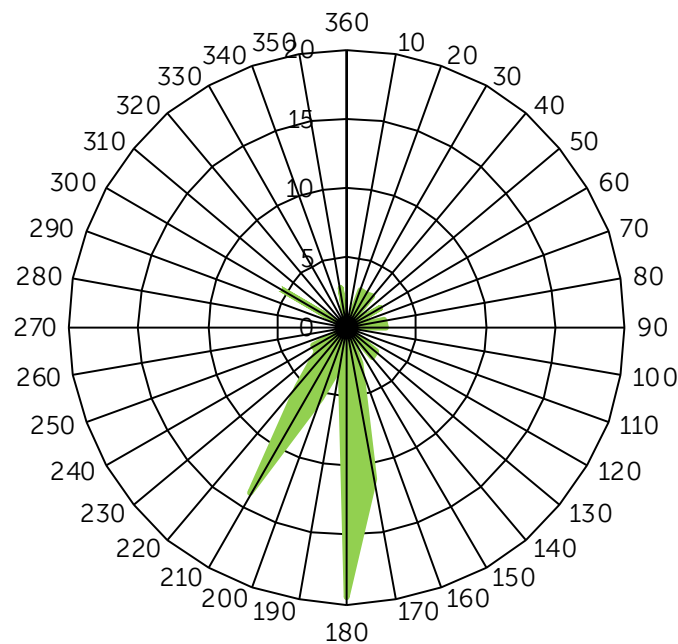


Figure 9. Régime des vents enregistrés pendant la période de mesures des particules fines et par temps de pluie du 23/10/2018 au 20/11/2018

5.3. Expositions des stations

La connaissance de la position géographique des stations et du régime des vents observables pendant les périodes de mesures permet d'apporter un premier critère de hiérarchisation des stations basé sur le calcul théorique de leur fréquence d'exposition potentielle vis-à-vis des différentes activités présentes sur la carrière lorsque la vitesse des vents est supérieure à 1,5 m/s. Ce critère permet de vérifier qu'une station est située ou non dans le ou les axes de vents dominants. Bien évidemment, cette fréquence d'exposition, donnée dans les tableaux 4 et 5, n'est pas représentative de l'exposition réelle des stations car cette dernière dépend également de facteurs importants tels que la distance de la station par rapport au site, la vitesse du vent, la topographie locale et les autres paramètres météorologiques (température, nébulosité, pluviométrie) qui ne sont ici pas pris en compte. Les stations peuvent également être exposées à d'autres sources que celles choisies pour le calcul.

Les expositions ont été calculées en fonction de :

- La zone globale regroupant l'extraction du Kaolin et du Mica ;
- La zone d'extraction du sable ;
- La zone globale sur laquelle les engins circulent ;
- Différentes zones de stockages.

Tableau 4. Calcul théorique d'exposition des stations de surveillance aux vents dont la vitesse est supérieure à 1,5 m/s en fonction de la source potentielle de poussières

	Extraction du Kaolins, Mica et découverte			Extraction du sable			Circulation sur le site		
	Distance/station	Orientation des vents	Taux d'exposition	Distance/station	Orientation des vents	Taux d'exposition	Orientation des vents	Taux d'exposition	Taux
Campagne 1	Station B1	1,4 à 1,5 km	240-270°	2,3 km	240-250°	4,4 %	220-280°	25,7 %	
	Station B2	0,3 à 1,2 km	270-330°	1,4 à 1,5 km	250-270°	13,4 %	230-360°	36,6 %	
	Station B3	1,0 à 1,6 km	350-20°	0,8 à 1,0 km	300-320°	2,6 %	240-20°	36,9 %	
	Station B4	1,1 à 1,4 km	20-60°	0,3 à 0,5 km	5-50°	10,3 %	340-190°	39,0 %	
	Station B5	0,8 à 1,0 km	60-110°	0,4 à 0,7 km	140-170°	7,3 %	60-180°	18,1 %	
	Station B6	1,1 à 1,8 km	110-140°	3,3 %	1,6 à 1,8 km	150-170°	4,7 %	100-180°	14,7 %
Campagne 2	Station B1	1,4 à 1,5 km	240-270°	2,3 km	240-250°	2,1 %	220-280°	13,4 %	
	Station B2	0,3 à 1,2 km	270-330°	1,4 à 1,5 km	250-270°	2,8 %	230-360°	16,1 %	
	Station B3	1,0 à 1,6 km	350-20°	0,8 à 1,0 km	300-320°	1,2 %	240-20°	19,7 %	
	Station B4	1,1 à 1,4 km	20-60°	0,3 à 0,5 km	5-50°	11,8 %	340-190°	57,8 %	
	Station B5	0,8 à 1,0 km	60-110°	0,4 à 0,7 km	140-170°	9,0 %	60-180°	37,2 %	
	Station B6	1,1 à 1,8 km	110-140°	10,3 %	1,6 à 1,8 km	150-170°	6,2 %	100-180°	26,8 %

Tableau 5. Calcul théorique d'exposition des stations de surveillance aux vents dont la vitesse est supérieure à 1,5 m/s en fonction de la source potentielle de poussières

	Stockage du Kaolins			Stockage du Mica			Stockage du sable			Stockage des découvertes et remblais		
	Distance/station	Orientation des vents	Taux d'exposition	Distance/station	Orientation des vents	Taux d'exposition	Distance/station	Orientation des vents	Taux d'exposition	Distance/station	Orientation des vents	Taux d'exposition
Campagne 1	Station B1	1,1 km	250-265°	2,3 km	240-245°	2,3 %	1,2 km	240-250°	4,4 %	2,7 km	225-235°	2,7 %
	Station B2	0,7 km	310-330°	1,4 km	255-260°	3,7 %	0,5 km	280-325°	6,9 %	1,7 km	230-240°	3,6 %
	Station B3	1,4 km	10-15°	0,8 km	305-315°	1,1 %	1,2 km	5-20°	3,0 %	0,7 km	245-270°	11,5 %
	Station B4	1,6 km	40-50°	0,4 km	15-50°	8,6 %	1,4 km	45-55°	1,0 %	0,4 km	145-185°	10,6 %
	Station B5	1,2 km	75-85°	0,7 km	150-160°	2,4 %	1,2 km	85-100°	1,8 %	1,3 km	165-180°	4,4 %
	Station B6	1,7 km	120-130°	0,8 %	1,8 km	165-170°	1,5 %	1,9 km	125-135°	1,0 %	2,5 km	165-175°
Campagne 2	Station B1	1,1 km	250-265°	2,3 km	240-245°	1,3 %	1,2 km	240-250°	2,1 %	2,7 km	225-235°	2,8 %
	Station B2	0,7 km	310-330°	1,4 km	255-260°	0,7 %	0,5 km	280-325°	3,2 %	1,7 km	230-240°	2,7 %
	Station B3	1,4 km	10-15°	0,8 km	305-315°	0,2 %	1,2 km	5-20°	5,3 %	0,7 km	245-270°	2,8 %
	Station B4	1,6 km	40-50°	0,4 km	15-50°	6,5 %	1,4 km	45-55°	0,9 %	0,4 km	145-185°	13,5 %
	Station B5	1,2 km	75-85°	0,7 km	150-160°	2,3 %	1,2 km	85-100°	7,3 %	1,3 km	165-180°	6,7 %
	Station B6	1,7 km	120-130°	3,4 %	1,8 km	165-170°	2,2 %	1,9 km	125-135°	5,0 %	2,5 km	165-175°

D'après les données météorologiques à disposition, on constate que les stations sont principalement exposées aux poussières pouvant être émises par :

- La circulation sur les deux campagnes ;
- La zone d'extraction du Kaolin pour les stations B1 et B2 lors de la campagne 1 et pour les stations B5 et B6 lors de la campagne 2 ;
- La zone d'extraction du sable pour les stations B2 et B4 lors de la campagne 1 et la station B4 lors de la campagne 2 ;
- La zone de stockage des découvertes et des remblais pour les stations B3 et B4 lors de la campagne 1 et pour la station B4 lors de la campagne 2.

De manière globale, ce sont les stations B2 et B4 qui sont les plus exposées aux émissions du site lors de la campagne 1 et la station B4 lors de la campagne 2.

Entre les deux campagnes, les expositions ont tendance à baisser sur les stations B1, B2 et B3 et à augmenter sur les stations B4 et B5 en raison de l'apparition des vents d'est lors de la deuxième campagne de mesures.

6. CRITERES D'INTERPRETATION DES RESULTATS

6.1. Modalités d'interprétation des données

L'interprétation des résultats est réalisée successivement en :

- Évaluant la dégradation éventuellement attribuable à l'installation grâce à la comparaison des concentrations mesurées sur les points ;
- Comparant les concentrations mesurées avec les valeurs réglementaires ou indicatives sur la qualité des milieux investigués, ou si elles n'existent pas à réaliser une quantification des risques.

6.2. Les critères d'appréciation pour les poussières en suspension PM10, PM2.5

Les particules PM10 et PM2.5 possèdent des valeurs de référence données par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008. Ces valeurs de gestion étant fixées majoritairement en moyenne annuelle, la transposition doit être réalisée sur le long terme. Ces valeurs sont présentées dans le [tableau 6](#) ci-après.

Tableau 6. Seuils réglementaires en vigueur en 2018 pour les PM10 et PM2,5

Polluants	Seuils pour la protection de la santé humaine	Conditions de dépassements	Valeurs de référence
			en 2018 en $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (en ng/m^3 pour le B(a)P, l'arsenic, le cadmium et le nickel et en mg/m^3 pour le CO)
PM2,5	Valeur limite* annuelle	Moyenne annuelle	25
	Valeur cible** annuelle	Moyenne annuelle	20
	Objectif de qualité*** annuel	Moyenne annuelle	10
		Moyenne annuelle	10
	Ligne directrice OMS	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	25
PM10	Valeur limite annuelle	Moyenne annuelle	40
	Valeur limite journalière	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	50
		Moyenne annuelle	20
	Ligne directrice OMS	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	50

*Valeur limite : niveau à atteindre, dans la mesure du possible, dans un délai donné, et fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs pour la santé des personnes et de l'environnement dans son ensemble.

**Valeur cible : niveau fixé dans le but d'éviter, de prévenir ou de réduire les effets nocifs sur la santé humaine et/ou l'environnement dans son ensemble, à atteindre dans la mesure du possible sur une période donnée.

***Objectif de qualité : niveau à atteindre à long terme, 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.

6.3. Les critères d'appréciation pour la silice cristalline associée aux poussières PM10

Aucune valeur réglementaire n'existe en France et en Europe concernant la silice cristalline. L'interprétation sera réalisée dans un premier temps en comparant les concentrations obtenues sur les stations impactées avec celle de la station témoin. Dans un deuxième temps il sera réalisé une démarche d'évaluation partielle des risques.

6.3.1 Fondement méthodologique

L'évaluation des risques sanitaires (ERS) est une démarche visant à décrire et à quantifier les risques sanitaires consécutifs à l'exposition des personnes à des substances toxiques. Elle s'applique depuis 2000 à l'analyse des effets potentiels liés à la toxicité des substances chimiques émises par les ICPE dans leur environnement.

Le process qui sera suivi dans le cadre de cette étude est basé sur la démarche d'évaluation des risques sanitaires :

- Identification des dangers ;

- Définition des relations dose-réponse ;
- Evaluation de l'exposition humaine ;
- Caractérisation des risques.

Les étapes 1 et 2 seront réalisées parallèlement. Il s'agit de définir et d'analyser les potentiels de dangers pour la santé. Ensuite, il s'agira de sélectionner les valeurs toxicologiques pour établir une relation entre une dose et un effet toxique, ou entre une dose et une probabilité d'effet. Elles sont établies par des instances internationales (OMS) ou des structures nationales (US EPA, ATSDR, RIVM, ...).

L'étape 3 fait appel aux données de mesures. L'étape 4 permet d'établir les indicateurs exprimant quantitativement les risques potentiels encourus pour les populations.

6.3.2. Effets de la silice cristalline sur la santé

Les effets toxiques de la silice cristalline sur la santé sont liés uniquement aux particules suffisamment fines pour atteindre la partie profonde des poumons (bronchioles et sacs alvéolaires). Par conséquent, seule la silice cristalline dite « respirable » présente un risque potentiel pour la santé lié à l'inhalation de particules.

La silice cristalline respirable doit ses effets toxiques au fait qu'elle peut s'accumuler dans les poumons. Une fois présente au niveau des alvéoles, la silice est capturée par des cellules (phagocytes) qui ont pour rôle de la détruire. Les systèmes de destruction de ces cellules sont donc stimulés mais, comme la silice ne peut pas être détruite, cette stimulation perdure et conduit à une inflammation chronique ainsi qu'à la formation de nodules puis de fibrose. Plus la silice s'accumule dans les poumons, plus il y a de cellules impliquées et plus l'inflammation et la formation de nodules et de fibrose est importante. Cela a notamment pour effets de monopoliser la première ligne de défense du système immunitaire (phagocytes) et de produire des dommages cellulaires du fait de l'inflammation chronique. Les effets de la silice cristalline sur la santé sont donc essentiellement liés à l'inflammation chronique et à la diminution des défenses immunitaires au niveau pulmonaire.

Les premiers symptômes liés à une exposition à des particules de silice sont semblables à ceux liés à une exposition à des poussières, soit une irritation des yeux et des voies respiratoires supérieures (nez, gorge). À plus long terme, une bronchite chronique, des limitations chroniques des voies respiratoires, une hypersécrétion de mucus et de l'emphysème pathologique peuvent se développer. A une exposition prolongée ou à des niveaux élevés, une fibrose pulmonaire progressive (la silicose) peut également se développer.

Sur la base de l'ensemble des données épidémiologiques disponibles, les agences de santé s'entendent aussi pour dire que l'exposition à la silice cristalline respirable augmente le risque de cancer du poumon chez les personnes atteintes de silicose ou les fumeurs. Sur la base des données épidémiologiques et expérimentales, le centre international de recherche sur le cancer considère

que les preuves sont suffisantes pour classer la silice cristalline (quartz ou cristobalite) inhalée comme cancérigène pour l'humain (groupe 1) dans le cadre d'une exposition professionnelle.

Toutefois, en l'absence de données d'exposition suffisamment fiables, aucune relation quantitative entre l'exposition à la silice et l'incidence de cancer du poumon n'a pu être établie à partir des études disponibles. La silicose est actuellement, la seule maladie pour laquelle un estimateur de risque quantitatif peut être déterminé. Sur la base des données disponibles, la silicose serait aussi un des effets les plus sensibles de l'exposition à la silice.

6.3.3. Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Une évaluation de risque sanitaire ne peut se mener d'un point de vue quantitatif que s'il existe des valeurs toxicologiques de référence (VTR) éditées par des organismes internationalement reconnus. La VTR représente la quantité maximale théorique pouvant être administrée à un sujet, issu d'un groupe sensible ou non, sans provoquer d'effet nuisible à sa santé. Elle est construite sur la base d'études épidémiologiques et expérimentales sur les animaux (NOAEL - No Observable Adverse Effect Level -, LOAEL - Lowest Observable Adverse Effect Level -, etc.).

Les composés toxiques peuvent être rangés en deux catégories en fonction de leur mécanisme d'action :

- Les toxiques à seuil, qui sont le plus souvent des toxiques systémiques (atteinte d'un organe ou d'un système d'organes), pour lesquels les effets sanitaires associés n'apparaissent qu'au-delà d'une certaine dose d'exposition. L'intensité des effets croît alors avec l'augmentation de la dose. Pour une exposition par voie respiratoire, les VTR recensées sont exprimées en milligramme ou microgramme par mètre cube d'air (mg/m^3 ou $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Pour la voie par ingestion, les VTR sont exprimées en milligramme par kg de poids corporel et par jour ($\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$).
- Les toxiques sans seuil tels que certains produits cancérigènes génotoxiques, pour lesquels les effets sanitaires associés sont susceptibles d'apparaître quelle que soit la dose d'exposition. La probabilité de survenue de ces effets croît avec la dose et la durée d'exposition. La VTR des toxiques cancérigènes représente la probabilité de survenue d'un effet cancérigène pour une exposition vie entière à une unité de dose donnée applicable à tous les individus d'une population qu'ils appartiennent ou non à un groupe sensible. Elles sont exprimées sous forme d'Excès de Risque Unitaire (ERU). Les ERU sont exprimés en inverse de dose ($\mu\text{g}/\text{m}^3)^{-1}$ ou $(\text{mg}/\text{kg}/\text{j})^{-1}$).

Le résultat d'essai retenu pour la construction d'une VTR est la dose critique la plus protectrice pour l'effet critique le plus sensible. Dans le cas de l'élaboration d'une VTR pour les effets à seuil, des facteurs d'incertitude sont appliqués à la dose pour tenir compte :

- De la variabilité inter-espèce (estimation de la dose pour la population humaine générale à partir d'une étude source animale) ;

- De la variabilité intra-espèce (individus plus ou moins sensible au sein d'une population humaine) ;
- De l'extrapolation du labo au terrain (tel que la différence de durée d'exposition entre l'étude source et la VTR élaborée) ;
- De la qualité du jeu de données de l'étude source.

Aujourd'hui, une seule instance a proposé une VTR (tableau 7) par inhalation pour les effets à seuil de la silice. L'ANSES travaille aujourd'hui sur l'élaboration d'une VTR.

Tableau 7. Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence pour les expositions chroniques par inhalation et les effets à seuil

	Valeur	Organisme	Année	Effets
Silice Cristalline	3 µg/m ³	OEHHA	2005	Effet pulmonaire

6.3.4. Evaluation de l'exposition

L'objectif de cette phase est d'utiliser les concentrations mesurées pour estimer les expositions des populations à partir d'un scénario d'exposition. Les effets de la silice sur la santé sont liés à son inhalation. L'inhalation d'air ambiant (à l'extérieur des bâtiments) et d'air intérieur (affecté par les échanges d'air entre l'extérieur et l'intérieur) est donc la seule voie d'exposition pertinente pour la présente étude.

Les résultats des mesures sont utilisés pour le calcul de dose inhalée de polluants, c'est-à-dire les expositions théoriques, pour la traduire sous forme de niveaux de risques associés selon les équations exposées ci-après.

La dose inhalée de polluants est calculée selon l'équation (1) suivante :

$$CI = \frac{\sum (Ci \times Ti) \times T \times Ef}{24 \times Tm \times 365} \quad (1)$$

Avec :

CI : concentration moyenne inhalée théorique (µg/m³)

Ci : concentration de la substance dans l'air

Ti : durée d'exposition journalière à la substance dans l'air

T : durée d'exposition (année)

Ef : nombre de jours d'exposition théorique annuel (jour)

Tm : période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (année) (pour une substance à seuil d'effet *Tm*=*T* ; pour une substance sans seuil d'effet, *Tm* est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement à 70 ans)

Les facteurs *Ti* et *Ef* de l'équation (1) seront considérés égaux à 1. Le calcul considèrera donc que l'exposition des populations est permanente, ce qui représente un cas majorant. Le formule de la concentration inhalée *CI* se simplifie donc : *CI* = *Ci* pour les effets à seuil de la silice.

6.3.5. Caractéristique des risques sanitaires

Cette étape permet d'établir les indicateurs exprimant quantitativement les risques potentiels encourus pour les populations en calculant pour la silice un quotient de dangers (QD) pour les effets à seuil.

Il s'agit de comparer l'exposition avec la valeur toxicologique de référence (VTR) retenue. Les quotients de dangers (QD) calculés sont le rapport entre les concentrations (CI) attendues dans l'environnement estimées à partir des résultats de mesures.

En termes d'interprétation, lorsque le Quotient de Danger est inférieur à 1, la survenue d'effet toxique apparaît peu probable même pour les populations sensibles. Au-delà de 1 la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue.

$$QD = \frac{CI}{VTR} \quad (2)$$

Avec :

QD : Quotient de Danger

CI : Concentration inhalée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

DJE : Dose Journalière d'Exposition en mg/kg de poids corporel/jour

VTR : Valeur Toxicologique de Référence pour l'inhalation (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ou pour la voie digestive (en mk/kg de poids corporel/jour)

6.4. Les critères d'appréciation pour les éléments majeurs associés aux poussières PM10

Aucune réglementation n'est disponible en France et en Europe. L'interprétation se fera donc en comparant les résultats obtenus sur les différentes stations d'impact avec ceux de la station témoin représentative du fond ambiant. Dans un second temps les résultats seront comparés aux résultats de la composition chimique des matériaux extraits sur la carrière fournie par IMERYS Ceramics.

6.5. Caractérisation des apports dus aux embruns marins sur la zone d'étude

La méthodologie d'interprétation et de détermination des apports des embruns marins sur la zone d'étude s'appuiera d'abord sur l'étude de la composition moyenne des sels marins et citée dans le programme EMCAIR.

Les concentrations seront déterminées selon la formule (3) suivante :

$$[\text{Sels de mer}] = ([\text{Na}^+] + [\text{Cl}^-]) \times 1,168 \quad (3)$$

Avec :

[Sels de mer] : Concentrations en PM10 liées aux embruns marins

[Na+] : Concentrations en ions Sodium présents dans les PM10

[Cl-] : Concentrations en ions chlorures présents dans les PM10

Le facteur de 1,168 est appliqué car les ions Na+ et Cl- représentent 85,62 % de la concentration des sels marins (Source : programme EMCAIR).

Aucune réglementation n'est disponible en France et en Europe. L'interprétation se fera donc en comparant les résultats obtenus sur les différentes stations d'impact avec ceux de la station témoin représentative du fond ambiant.

7. RESULTATS DES MESURES DE POUSSIÈRES PM10 ET PM2.5 EN CONTINU

7.1. Nature des résultats

Les capteurs ont mesuré des concentrations en PM10 et PM2,5 toutes les dix minutes, soit plus de 6000 concentrations mesurées sur chaque station et pour chaque paramètre lors de la première campagne de mesures et plus de 4000 lors de la seconde campagne. Ces données ont fait l'objet d'un traitement afin de calculer les moyennes sur la durée de la campagne, les moyennes journalières et les moyennes horaires. Les données journalières brutes sont présentées en annexe C.

7.2. Les concentrations moyennes mesurées lors des deux campagnes de mesures

Les concentrations moyennes calculées à partir des concentrations horaires sont présentées dans le tableau 8 ci-après.

Tableau 8. Concentrations moyennes observées sur la durée de chaque campagne (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

	Campagne de mesure	Station B1 Keryel	Station B2 Kernastellec	Station B3 Kerguen	Station B4 Kerham	Station B5 Keryan	Station B6 Lannec
PM2,5	Campagne 1	63,3	48,3	90,6	76,7	30,7	50,1
	Campagne 2	91,2	109,8	86,6	54,3	70,5	23,4
	Moyenne	77,3	79,1	88,6	65,5	50,6	36,8
PM10	Campagne 1	88,5	53,7	142,1	93,4	40,5	68,1
	Campagne 2	146,1	197,2	133,2	132,1	122,3	50,9
	Moyenne	117,3	125,5	137,7	112,8	81,4	59,5

Lors de la première campagne de mesures, les concentrations mesurées sur les stations B2 et B5 sont significativement plus faibles ou du même ordre de grandeur que celles mesurées sur la station B6, station témoin de l'étude.

Lors de la deuxième campagne, les concentrations diminuent sur la station témoin et se stabilisent sur la station 3. Les teneurs augmentent sur les stations B1, B2 et B5. Ces augmentations peuvent être importantes comme sur la station B2 où les teneurs sont quasiment multipliées par 4. Contrairement à la première campagne, les stations B2 et B5 sont plus exposées que la station témoin.

Les variations constatées entre les stations et les campagnes ne sont pas cohérentes avec celles des orientations et des taux d'exposition des stations aux vents par rapport aux activités du site qui ont notamment montré que la station était moins exposée lors de la deuxième campagne de mesures.

En moyenne annuelle, pour situer les résultats, il est fait appel aux valeurs réglementaires en vigueur concernant les PM10 et PM2,5 citées dans la directive 2008/50/CE. Sur l'ensemble des stations de mesure, les concentrations moyennes mesurées en poussières PM2.5 et PM10 sont supérieures aux objectifs de qualités et aux valeurs limites réglementaires, y compris sur la station B6.

Ces premières comparaisons indiquent que les niveaux moyens mesurés sur la station témoin sont élevés et qu'un niveau de fond important mesuré par les capteurs doit être considéré pour comprendre quantitativement et qualitativement les résultats de mesures. L'influence des embruns marins, notamment lors du phénomène de brise de mer, peut fortement expliquer les niveaux observés sur les capteurs. Ces derniers n'arrivent en effet pas à distinguer ses aérosols marins du reste des particules.

7.3. Evolutions des concentrations moyennes journalières

Les figures 10 à 13 présentent l'évolution des concentrations journalières exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$. Certaines périodes n'ont pas pu être exploitées sur certaines stations lors de la deuxième campagne en raison de la panne temporaire du capteur sur ces stations.

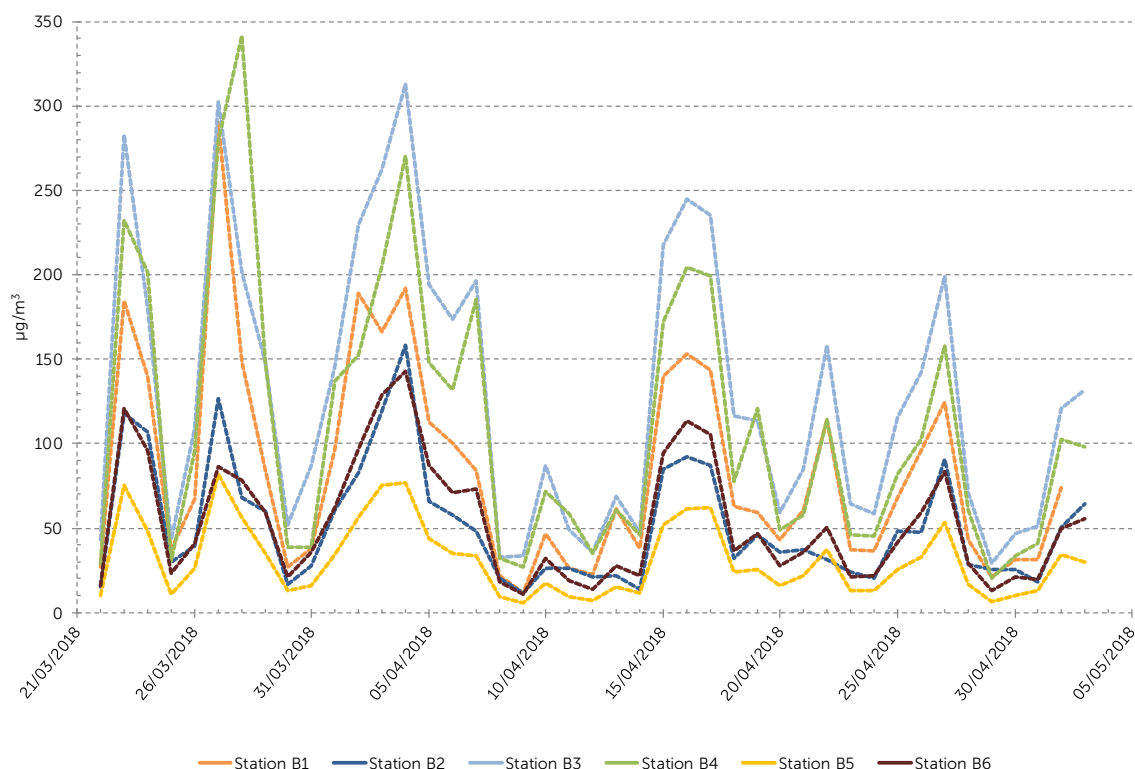


Figure 10. Evolution des concentrations moyennes journalières en PM_{2,5} mesurées lors de la première campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

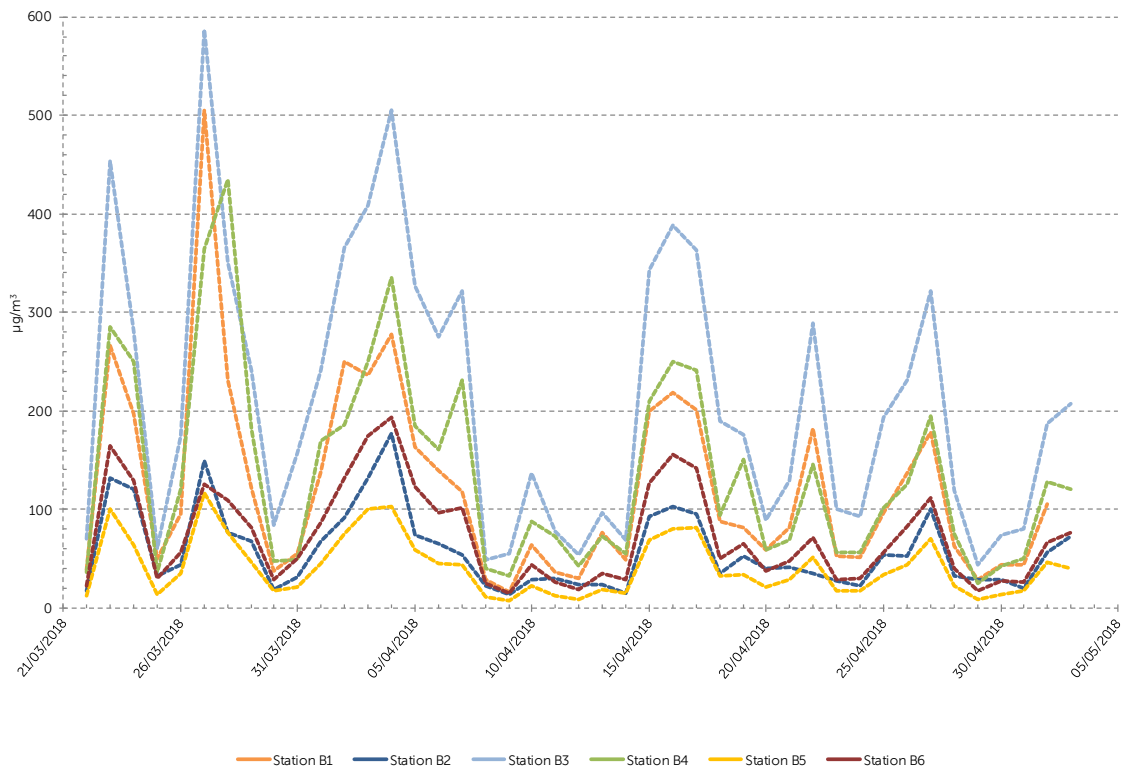


Figure 11. Evolution des concentrations moyennes journalières en PM₁₀ mesurées lors de la première campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

L'étude des évolutions journalières sur la première campagne de mesures (figures 10 et 11) est riche d'enseignements car elle permet de mettre en avant la similitude des profils journaliers sur l'ensemble des stations, y compris sur la station de fond. Des différences significatives des teneurs journalières existent cependant entre les stations. On observe globalement trois groupes de stations en raison de la similarité des profils quantitatifs rencontrés :

- La première rassemble les stations B2, B5, B6 avec les concentrations journalières les plus faibles ;
- La deuxième regroupe les stations B1 et B4 avec des teneurs intermédiaires ;
- La troisième concerne la station B3.

Pour chacun des groupes on retrouve des pics journaliers mesurés notamment les 23, 24, 27, 28 mars, les 2, 3, 4, 15, 16, 17, 22 et 27 avril.

L'étude des conditions de vents rencontrées sur des périodes de mesures contrastées où l'on observe des pics de concentrations et où l'on constate des concentrations plus faibles permet d'établir une relation de cause à effet. A titre d'exemple, la figure 12 présente les régimes des vents rencontrés sur

les périodes du 23 et 24 mars, 27 au 29 mars et du 15 au 17 avril où les teneurs journalières sont plus élevées et sur les périodes du 30 au 31 mars, du 08 au 14 avril et du 18 au 21 avril où les teneurs sont plus faibles. Ces figures montrent que les concentrations les plus fortes sont observées quand les vents viennent du sud-ouest et sont plus forts, y compris sur la station témoin de l'étude.

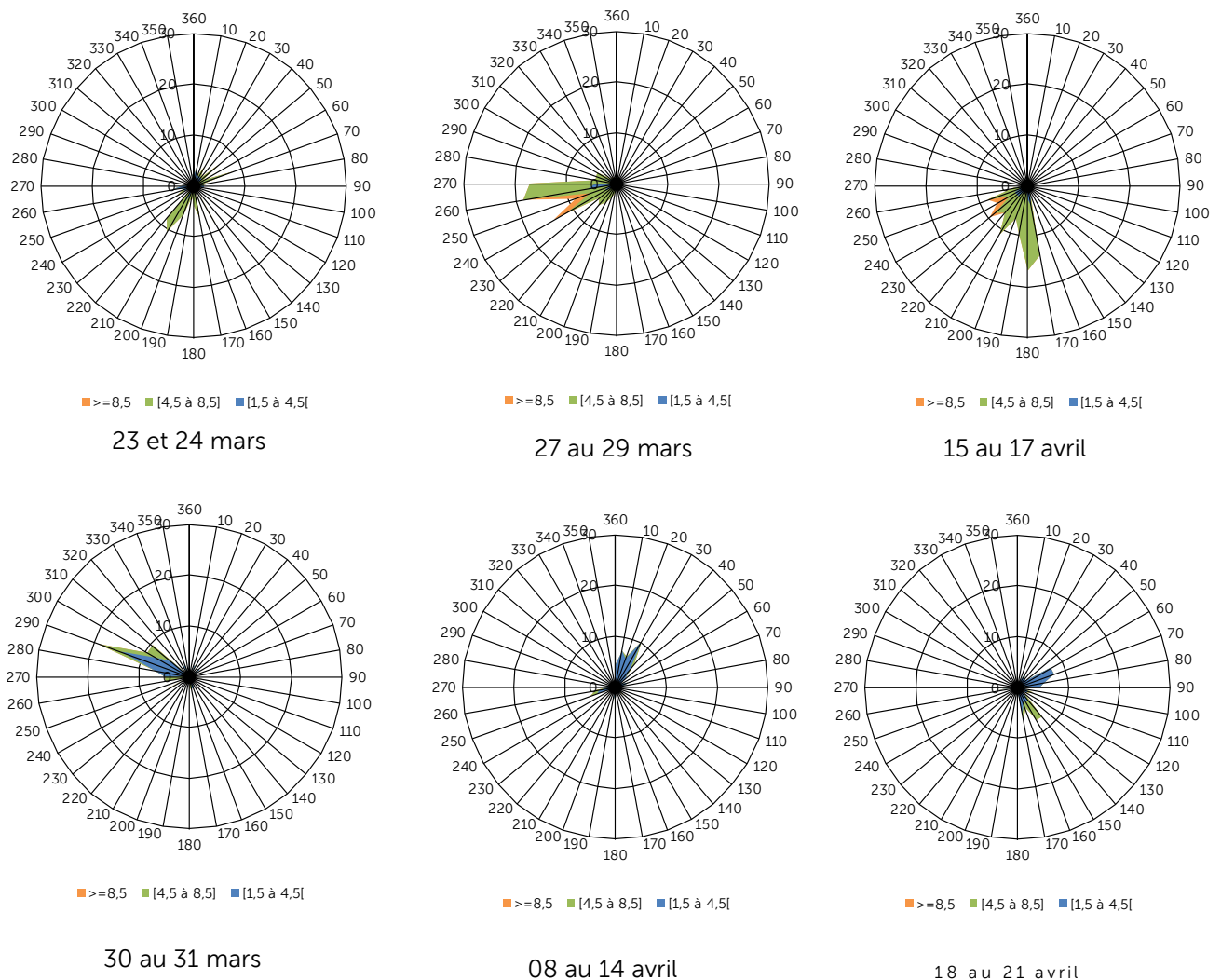


Figure 12. Origines des vents selon les périodes de mesures

Ces différentes observations montrent que la carrière n'est pas le facteur à l'origine des évolutions qualitatives constatées sur les différentes stations. Par contre, il semble exister un phénomène d'impact qui amplifie le phénomène sur les stations B1, B3 et B4.

Lors de la deuxième campagne (figures 13 et 14), on retrouve une similitude des profils. Par contre, les pics journaliers sont moins marqués et les concentrations plus homogènes, notamment pour les $PM_{2,5}$. *De facto*, on relève plus aisément certains faits marquants :

- Une démarcation des concentrations journalières en PM_{2,5} sur la station B5 entre le 07 et le 16 novembre 2018 ;
- Une augmentation plus prononcée des concentrations en PM₁₀ sur les stations B1 et B4 le 25 octobre et entre le 07 et le 16 novembre sur toutes les stations exceptée sur la station de fond.

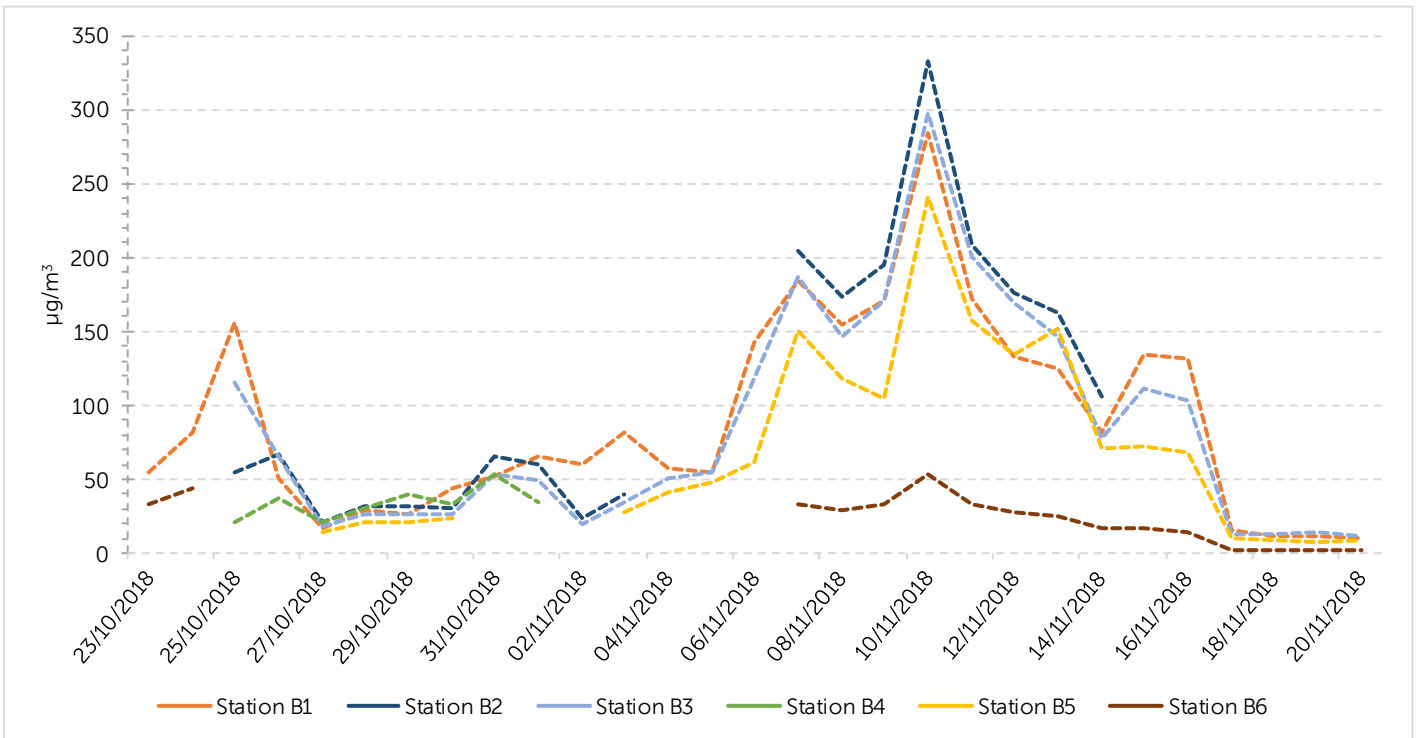


Figure 13. Evolution des concentrations moyennes journalières en PM_{2,5} mesurées lors de la seconde campagne de mesures (en µg/m³)

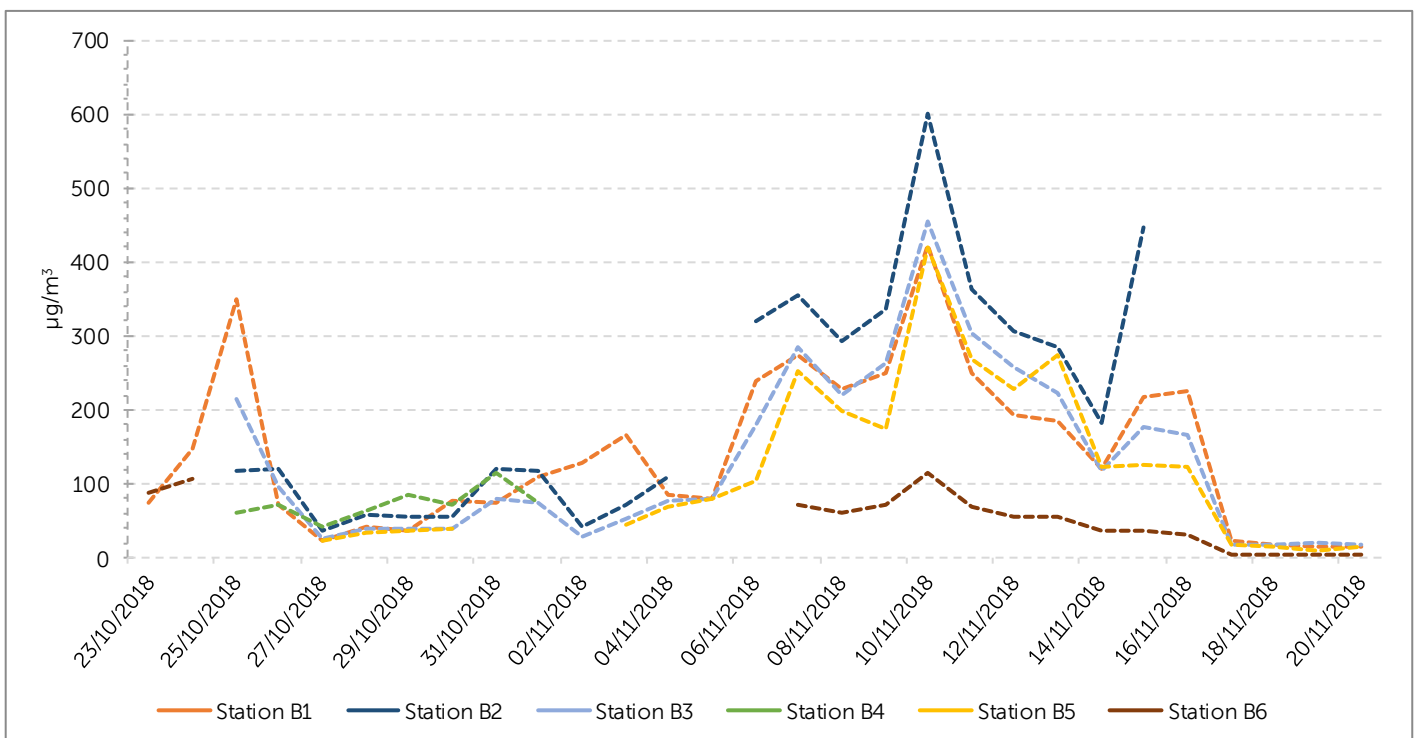


Figure 14. Evolution des concentrations moyennes journalières en PM10 mesurées lors de la seconde campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

L'étude des conditions de vents rencontrées sur la période du 07 au 16 novembre où les teneurs journalières sont les plus élevées et sur la période du 27 au 29 octobre où les teneurs sont plus faibles montrent que les concentrations les plus fortes sont observées quand les vents viennent une nouvelle fois du sud-ouest.

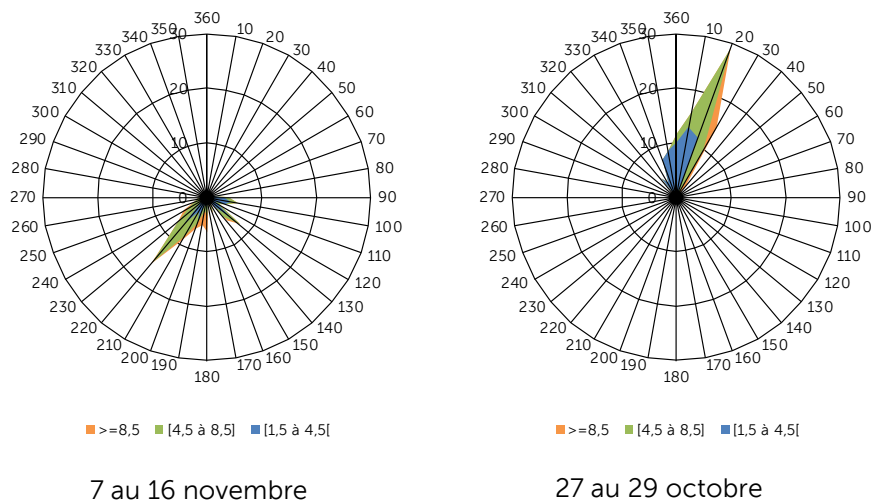


Figure 15. Origines des vents selon les périodes de mesures

7.4. Evolutions des concentrations moyennes horaires

Les évolutions des concentrations moyennes horaires sont présentées sur les figures 16 à 19.

Certaines périodes n'ont pas pu être exploitées sur certaines stations lors de la deuxième campagne en raison de la panne temporaire du capteur sur ces stations.

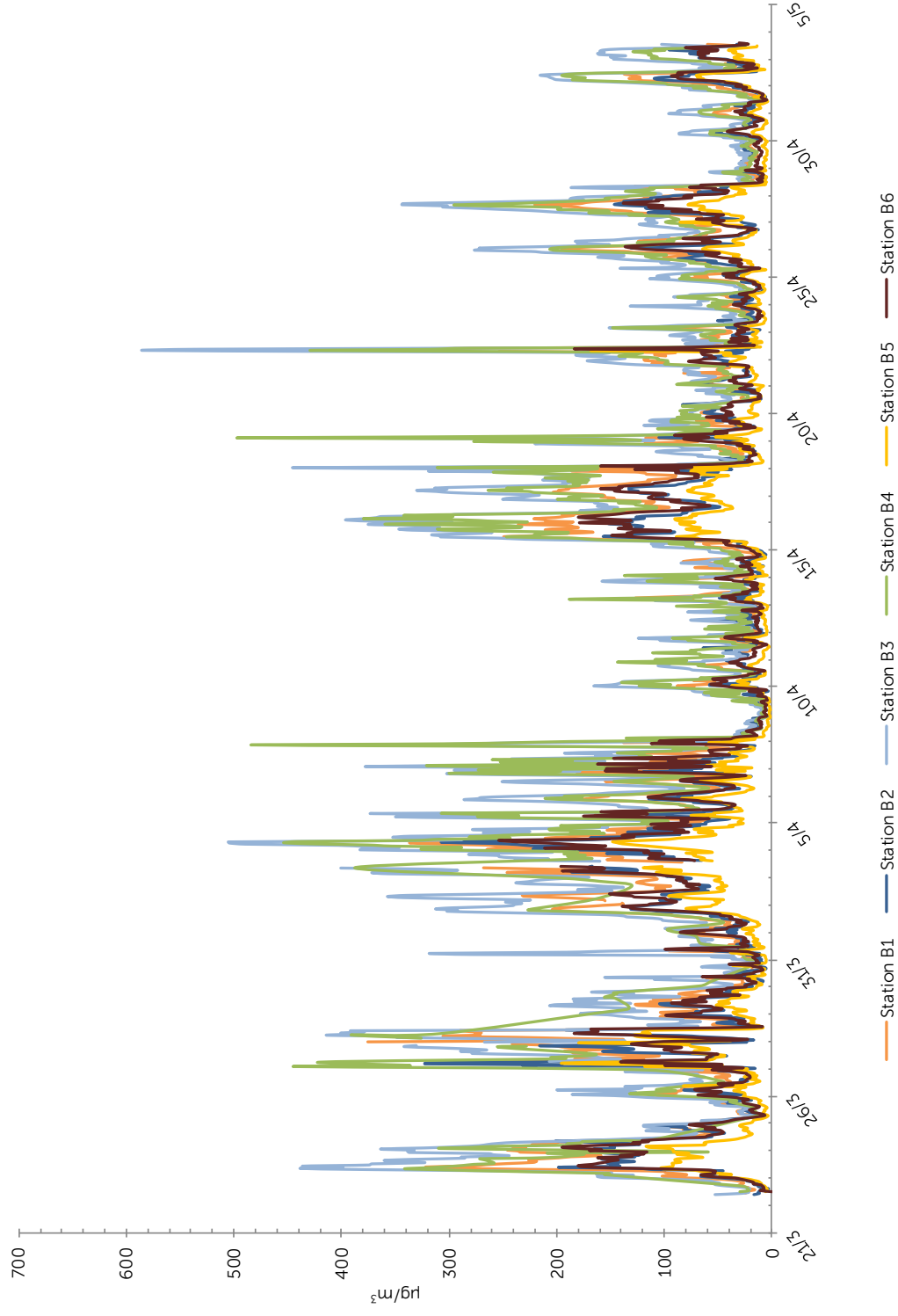


Figure 16. Evolution des concentrations moyennes horaires en PM2,5 mesurées lors de la première campagne de mesures (en µg/m³)

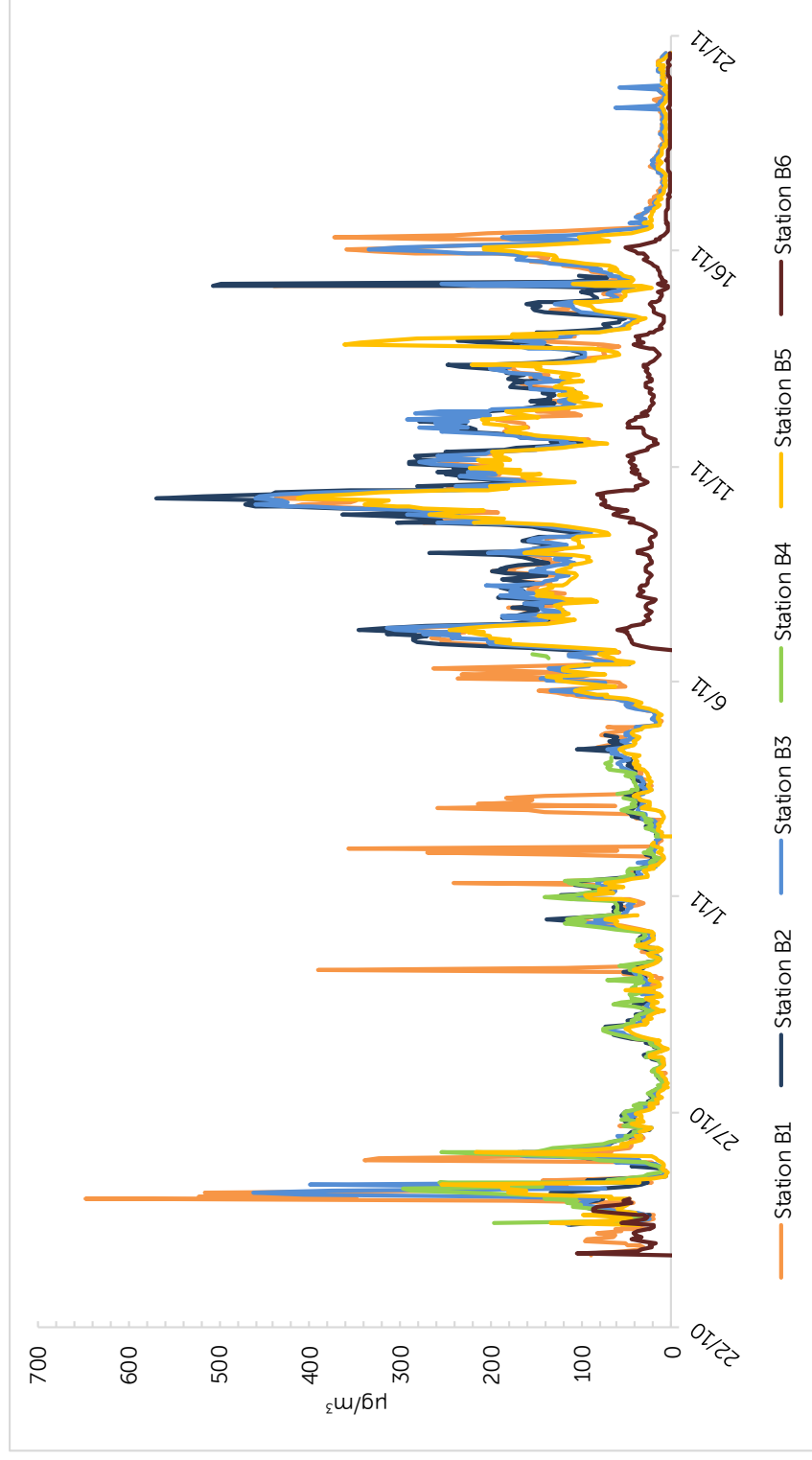


Figure 17. Evolution des concentrations moyennes horaires en PM2,5 mesurées lors de la seconde campagne de mesures (en µg/m³)

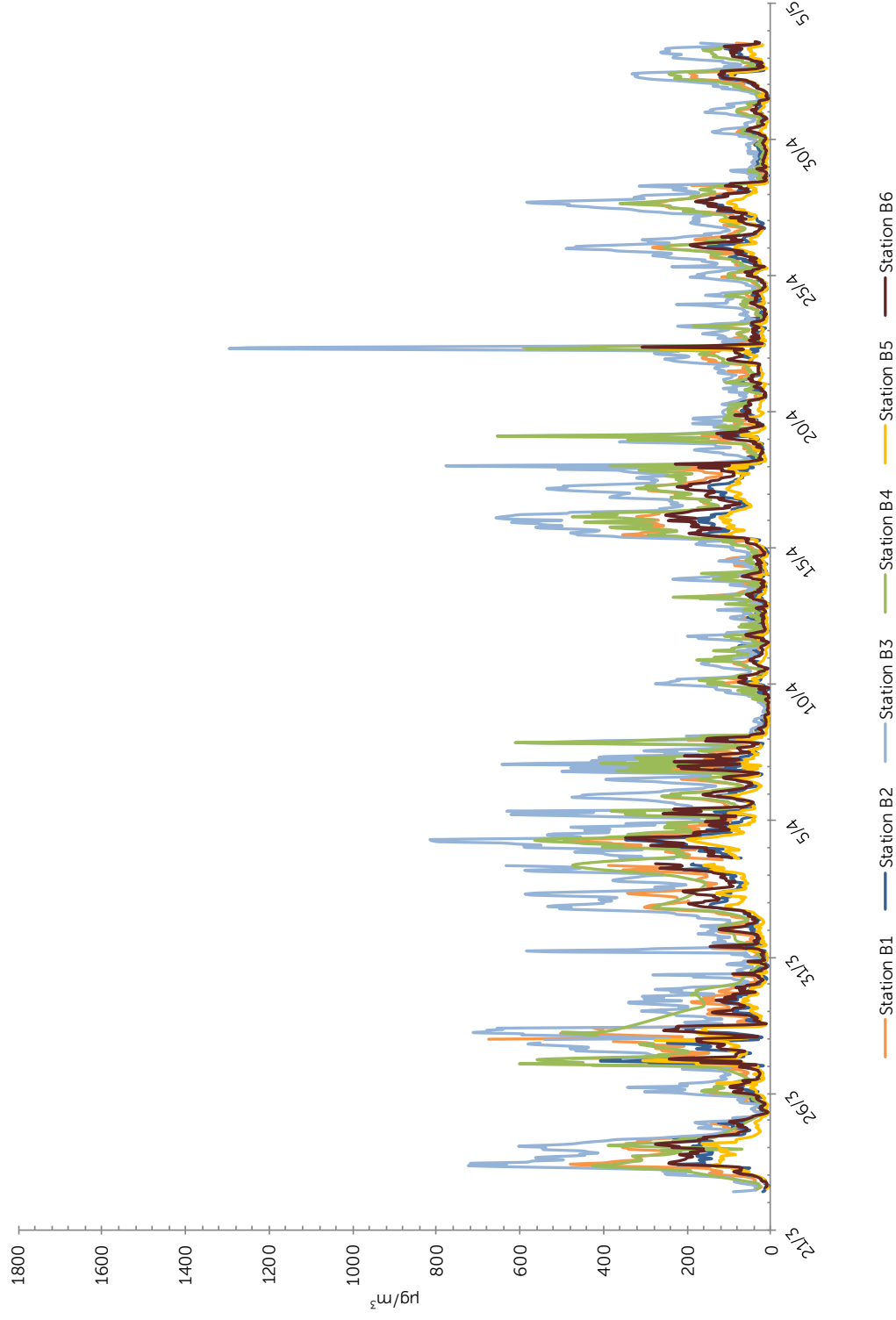


Figure 18. Evolution des concentrations moyennes horaires en PM10 mesurées lors de la première campagne de mesures (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

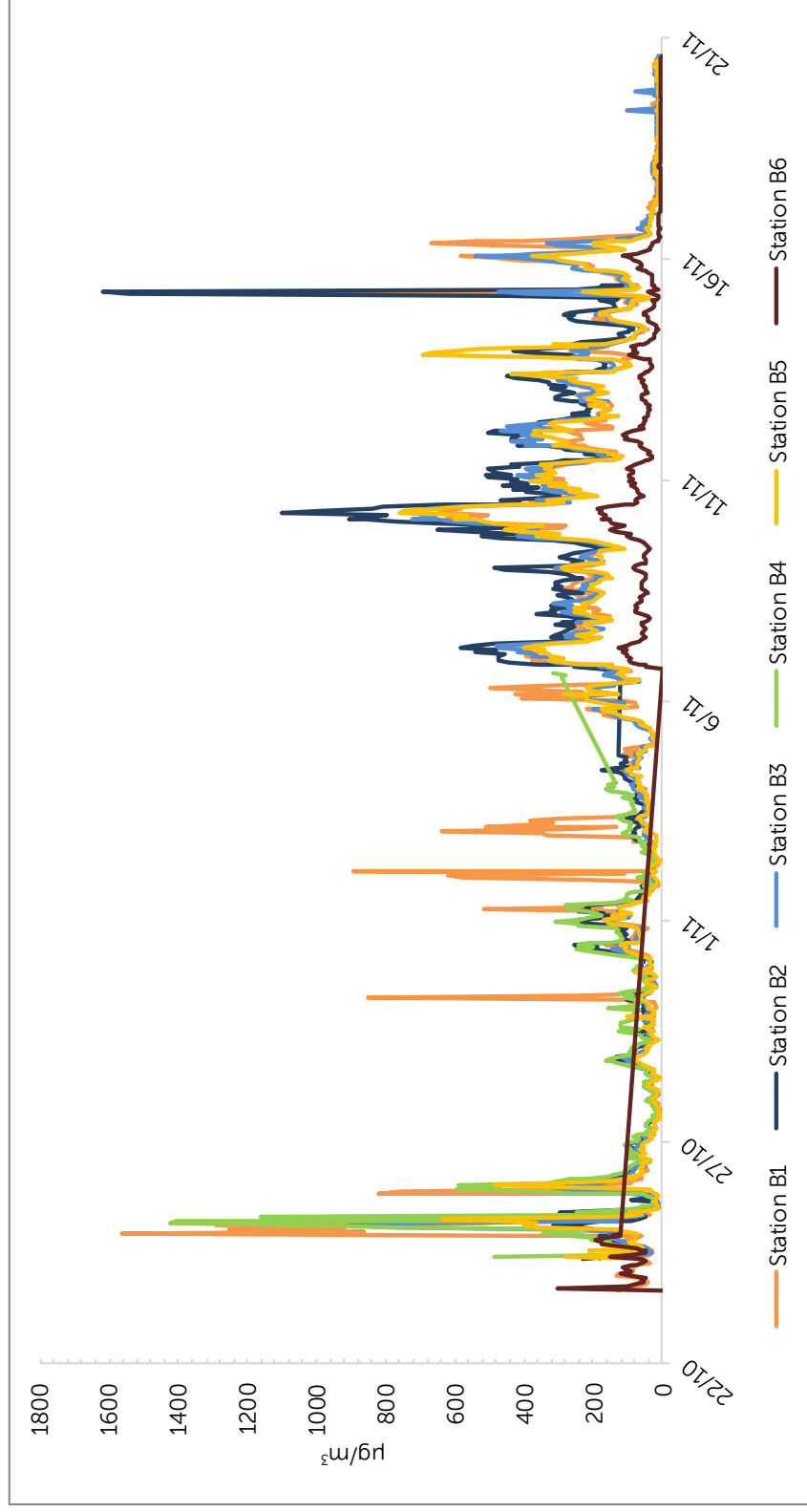


Figure 19. Evolution des concentrations moyennes horaires en PM10 mesurées lors de la seconde campagne de mesures (en µg/m³)

La lecture des résultats met en avant des événements marquants très réguliers sur l'ensemble des stations et lors des deux périodes de mesures montrant des valeurs régulièrement plus importantes, et supérieures à 100 µg/m³ pour les PM_{2,5} et/ou 150 µg/m³ pour les PM₁₀.

Les dernières représentations proposées sur les figures 20 et 21 permettent d'évaluer l'évolution des concentrations moyennes horaires en fonction des heures de la journée sur l'ensemble des stations de mesures. Le traitement des données a été effectué en considérant l'ensemble des données des deux campagnes de mesures.

La figure 20 présente l'évolution des concentrations moyennes horaires de PM_{2,5} (la figure serait équivalente pour les PM₁₀) mesurées en fonction de chaque heure de la journée durant la semaine. Elle montre que les concentrations sont relativement homogènes chaque station au cours de la journée. On note une légère diminution des concentrations au cours de la journée et des concentrations plus élevées en fin de journée et la nuit en raison de la baisse des températures.

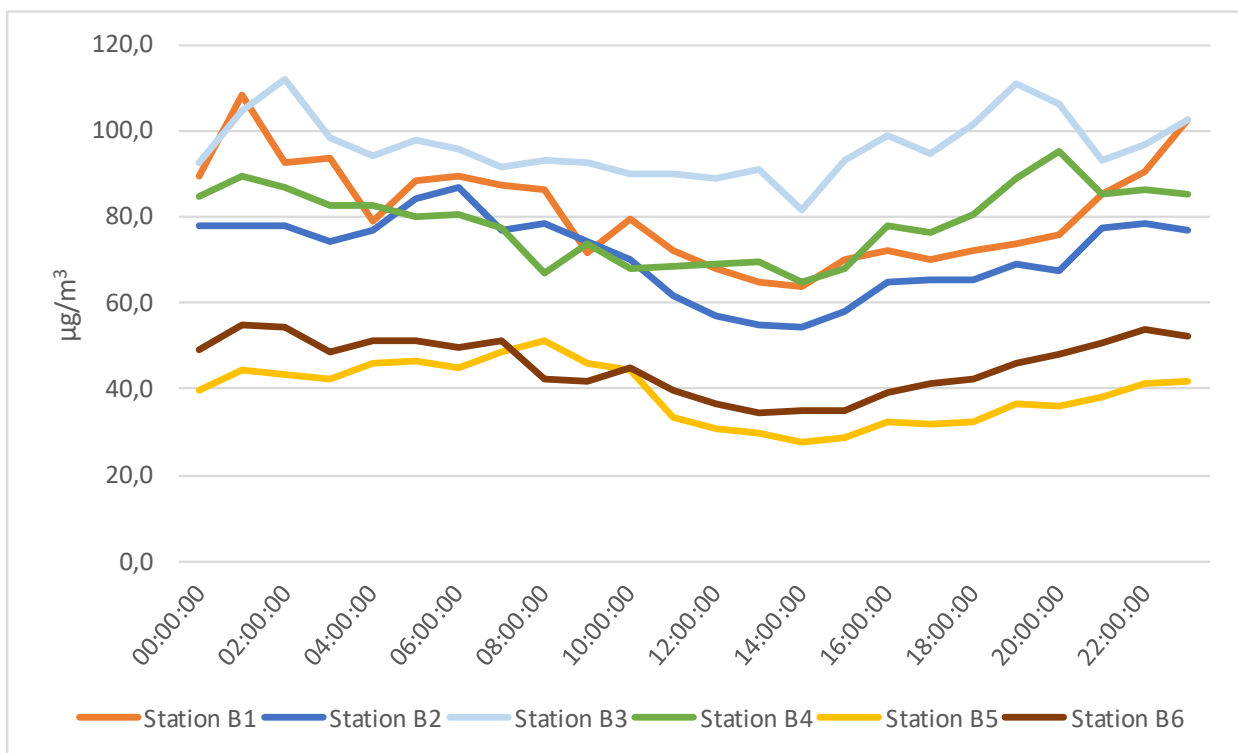


Figure 20.. Evolution des moyennes des concentrations moyennes horaires en PM_{2,5} en fonction des heures de la journée des jours ouvrés (en µg/m³)

La figure 21 présente l'évolution des concentrations moyennes horaires de PM_{2,5} mesurées en fonction de chaque heure de la journée sur les jours fériés et le week-end au cours desquels il n'y a pas d'activité sur la carrière. Elle permet, *en sus* de l'information déjà obtenue après l'analyse de la figure 20, de montrer que les concentrations mesurées la semaine, au cours de l'activité sur la carrière, sont plus élevées que le Week-End. On constate toutefois que la station témoin est également concernée par ce phénomène.

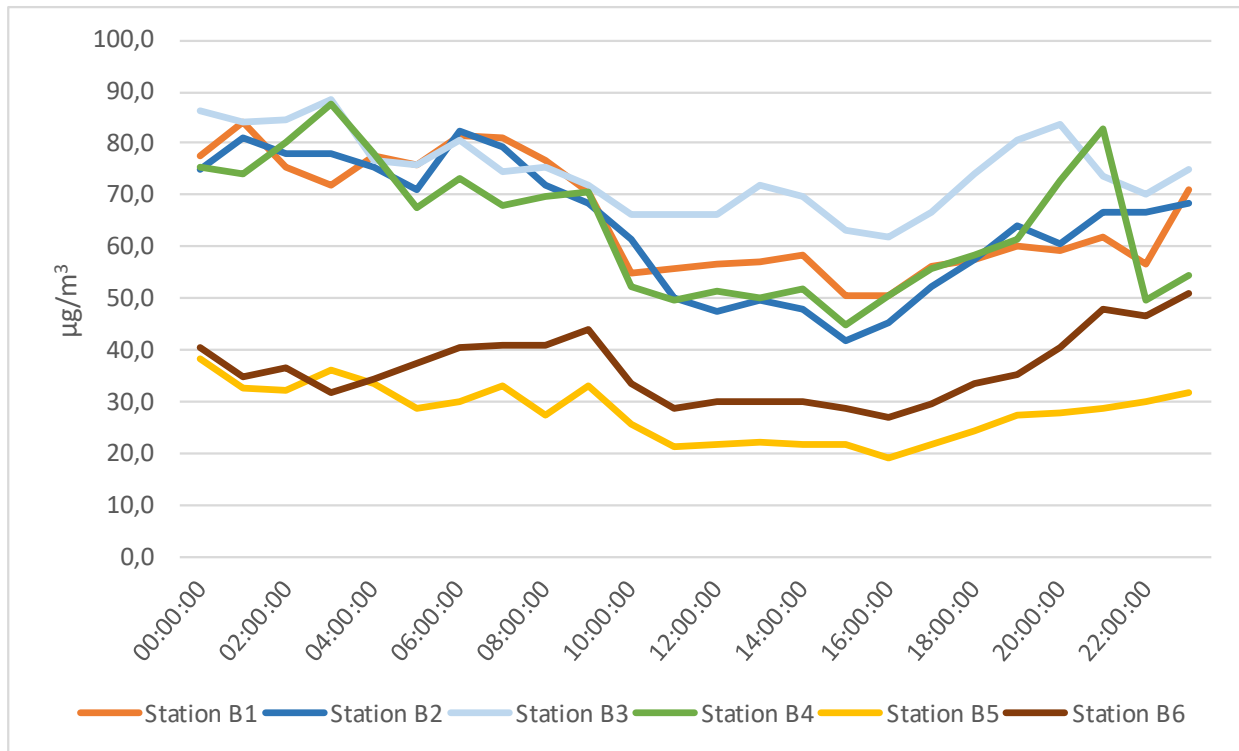


Figure 21. Evolution des moyennes des concentrations moyennes horaires en PM2,5 en fonction des heures de la journée des jours fériés et des week-ends (en µg/m³)

7.5. Roses de pollution

Les roses de pollution présentées sur les figures 22 à 28, en indiquant l'intensité de la pollution en fonction de la direction des vents, permettent d'apprécier l'influence de la direction des vents sur les niveaux mesurés et l'éventuel impact des activités de la carrière sur la qualité de l'air aux points de mesures. Les roses de pollution sont présentées selon quatre classes de concentrations construites notamment en fonction des valeurs réglementaires pour les PM10, en tenant compte de l'ensemble des données collectées lors des deux campagnes de mesures.

Les roses de pollutions montrent clairement que sur l'ensemble des stations de mesures, les concentrations les plus fortes sont observées lorsque les vents proviennent du quart sud-ouest (180 à 260°) lors de la première campagne de mesure et du sud-est au sud-ouest (150 à 220°) lors de la seconde campagne. Les concentrations les plus faibles apparaissent majoritairement par vents du quart nord-est. Ces caractéristiques sont également retrouvées sur la station témoin située à Lannec, montrant ainsi majoritairement l'indépendance des évolutions des résultats par rapport à la localisation de la carrière.

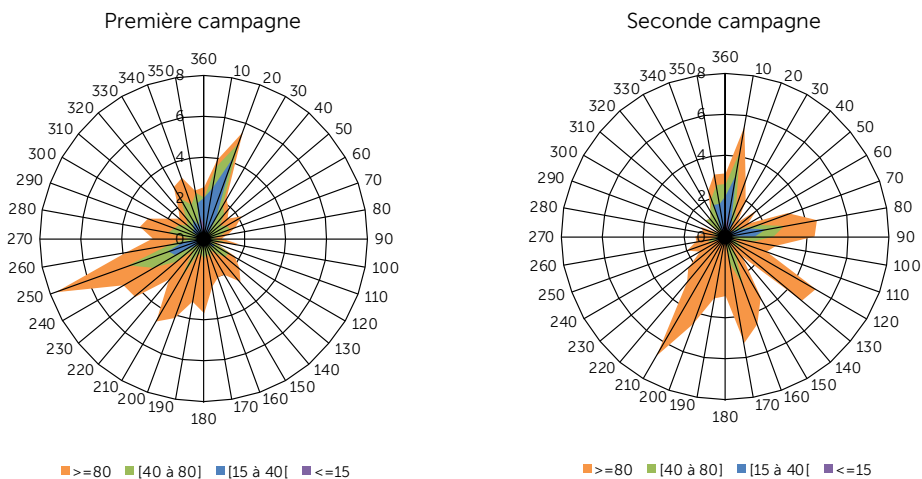


Figure 23. Rose de pollution des PM10 pour la station B1 installée à Keryel

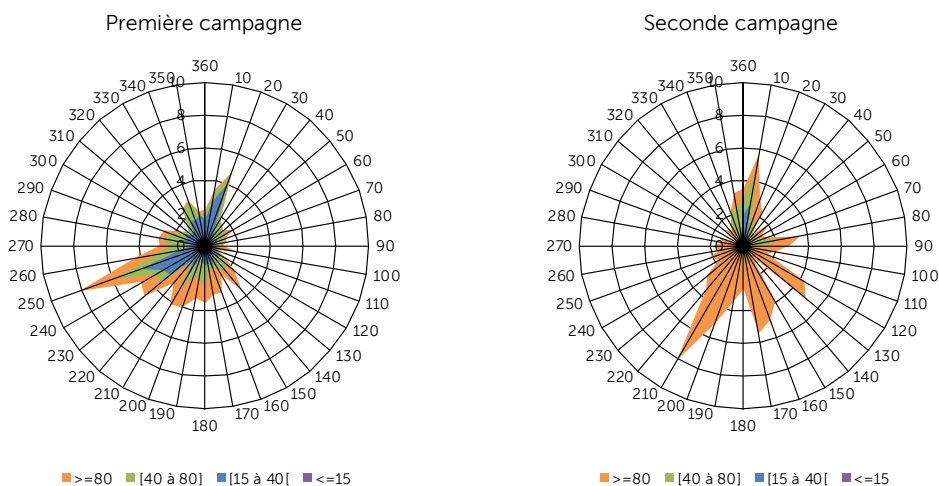


Figure 24. 25Rose de pollution des PM10 pour la station B2 installée à Kernastellec

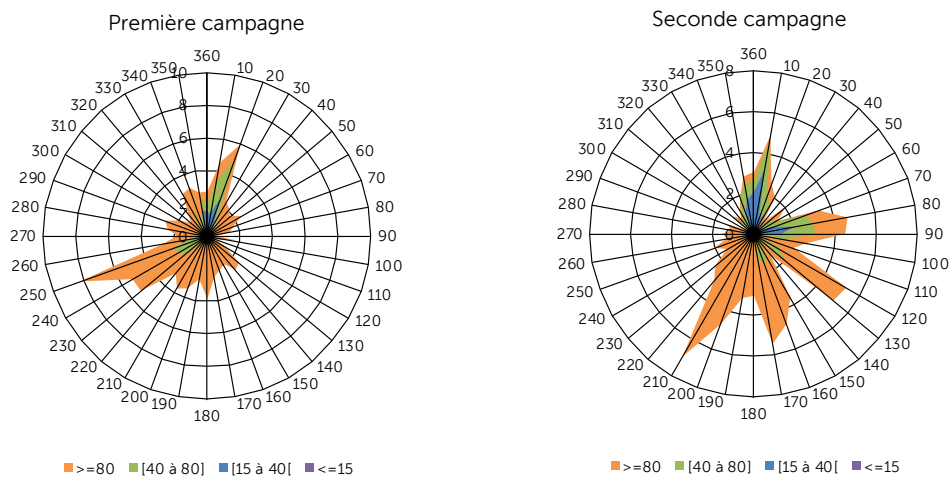


Figure 22. Rose de pollution des PM10 pour la station B3 installée à Kerguen

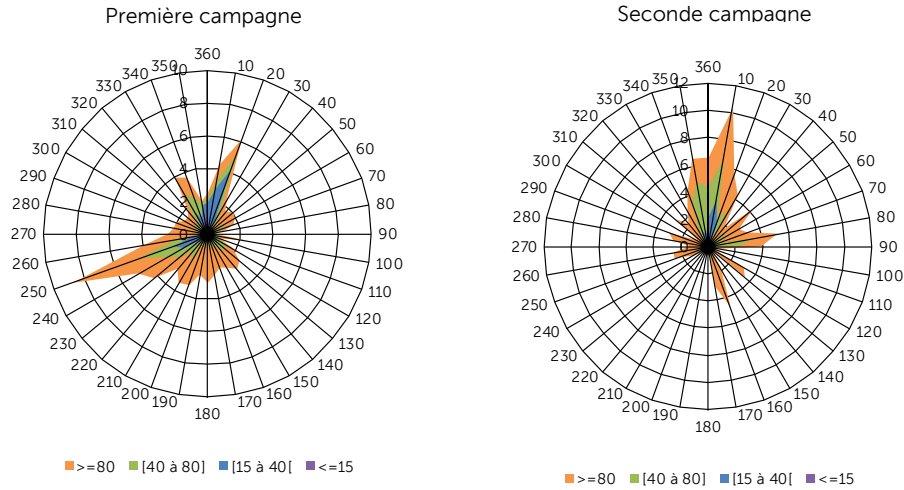


Figure 26. Rose de pollution des PM10 pour la station B4 installée à Kerham

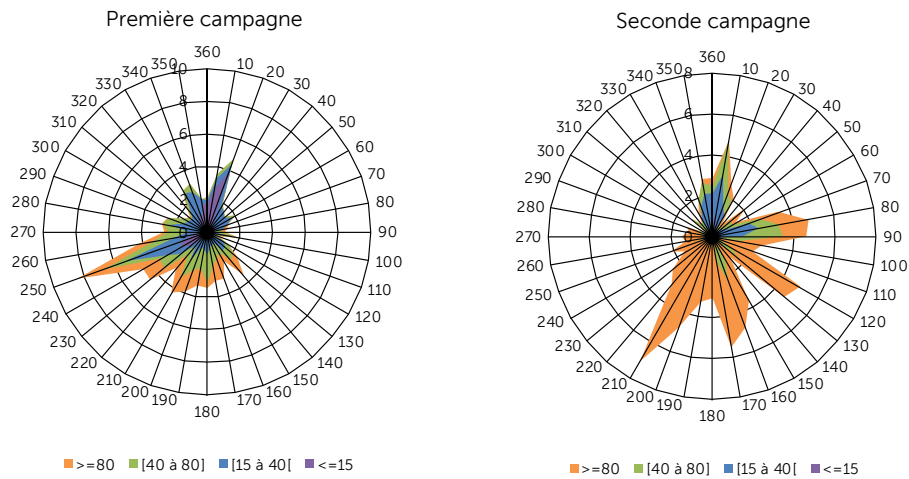


Figure 27. Rose de pollution des PM10 pour la station B5 installée à Keryan

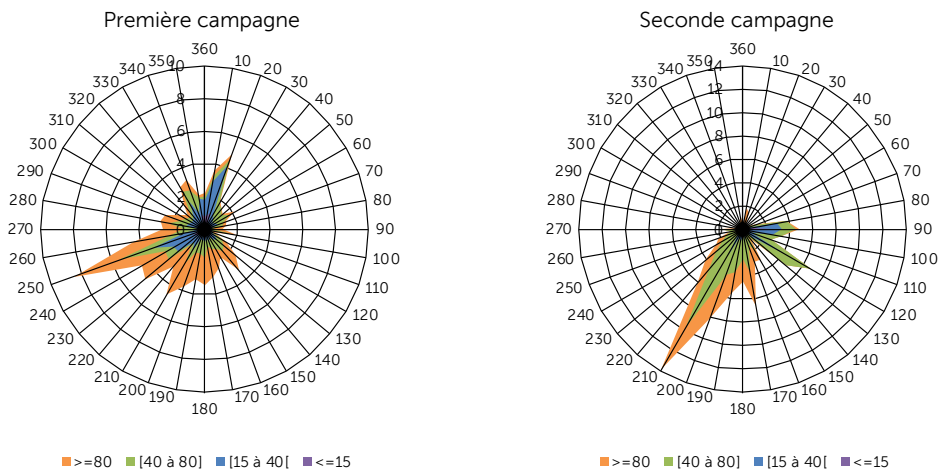


Figure 28. Rose de pollution des PM10 pour la station B6 installée à Lannec

8. MESURES DES POUSSIÈRES PM10 PAR METHODE GRAVIMETRIQUE

8.1. Résultats des mesures

Les niveaux des concentrations des particules fines sont présentés dans le [tableau 9](#) ci-après, ainsi que les valeurs servant à l'interprétation. Les mesures de poussières ont été réalisées de manière journalière (28 périodes de 24h). Le détail complet des mesures journalières est présenté dans l'[annexe D](#) et sur la [figure 29](#). Les résultats obtenus par le laboratoire ont été exprimés en quantité de poussières par unité de volume prélevé.

Tableau 9. Concentrations en poussières en suspension PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Station B1	Station B3	Station B6
Minimum	3	3	3
Maximum	40	36	34
Moyenne	17	17	17
Objectif de qualité (en moyenne annuelle)	30		
Valeur limite (en moyenne annuelle)	40		
Valeur limite (en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 fois par an)	50		

La concentration moyenne en poussières en suspension PM10 observée sur la station B6, station témoin de l'étude est faible et équivalente à celles mesurées sur les stations B1 et B3. De ce fait, aucun gradient de concentration n'est observé entre les stations.

Les résultats sont inférieurs à la valeur limite de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne annuelle) et à l'objectif de qualité de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (moyenne annuelle). La prise en compte de la valeur limite de $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ pour laquelle sont autorisés 35 dépassements par an, n'a pas été dépassée sur l'ensemble des points de mesures.

Sur la période de mesure des poussières en suspension PM10 *via* la méthode gravimétrique, du 23 octobre au 05 novembre, les concentrations en poussières en suspension PM10 sont plus faibles que sur la période du 05 au 20 novembre. On peut aussi noter que l'évolution des concentrations journalière en poussières PM10 est similaire entre les stations, sauf les journées du 02 au 03 et du 17 au 18 novembre 2018 où la station B1 présente les niveaux les plus élevés.

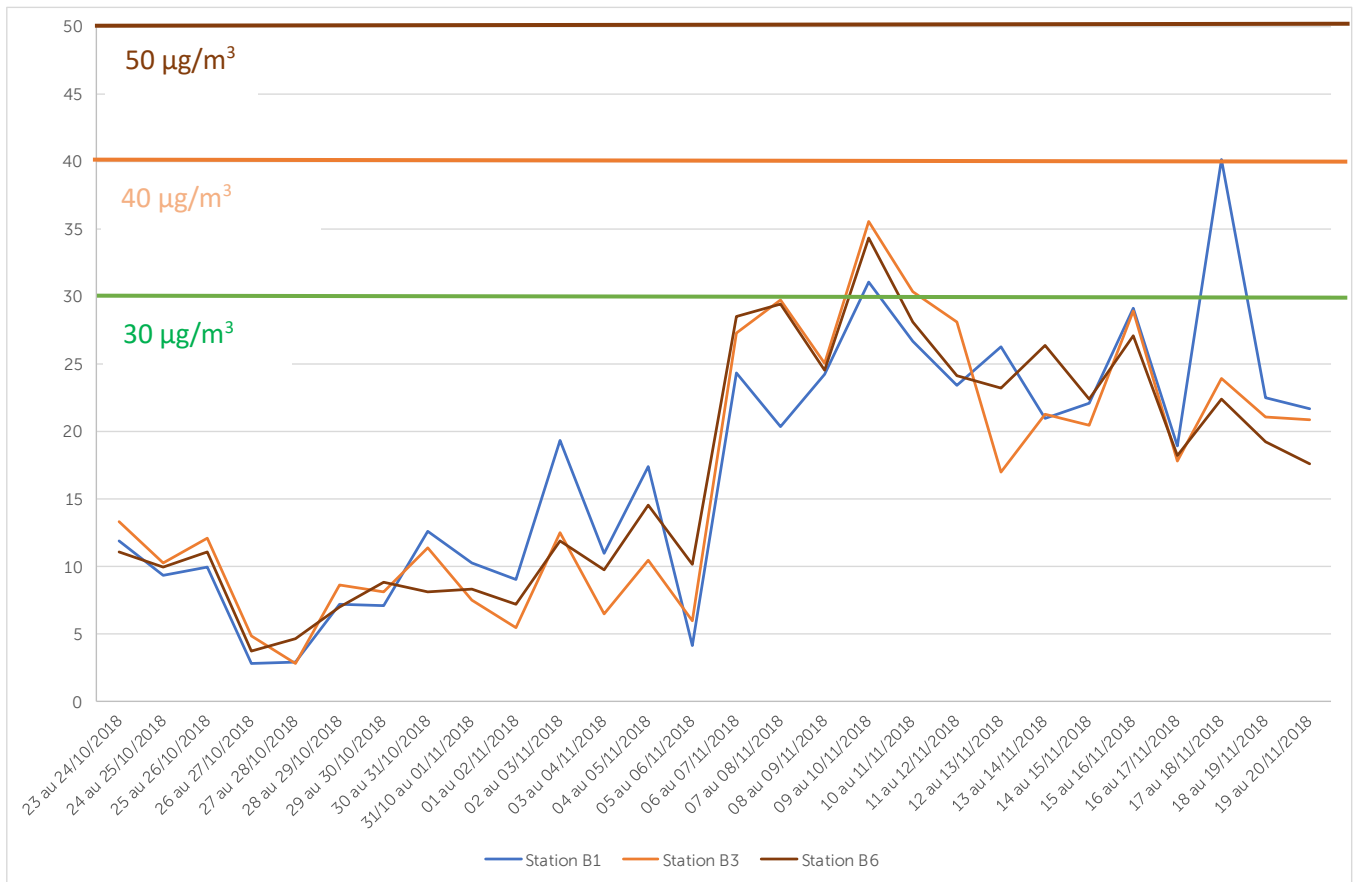


Figure 29. Evolution des concentrations journalières en PM10

La figure 30 ci-après présente les roses des vents sur les périodes du 23 octobre au 05 novembre 2018 et du 06 au 20 novembre 2018.

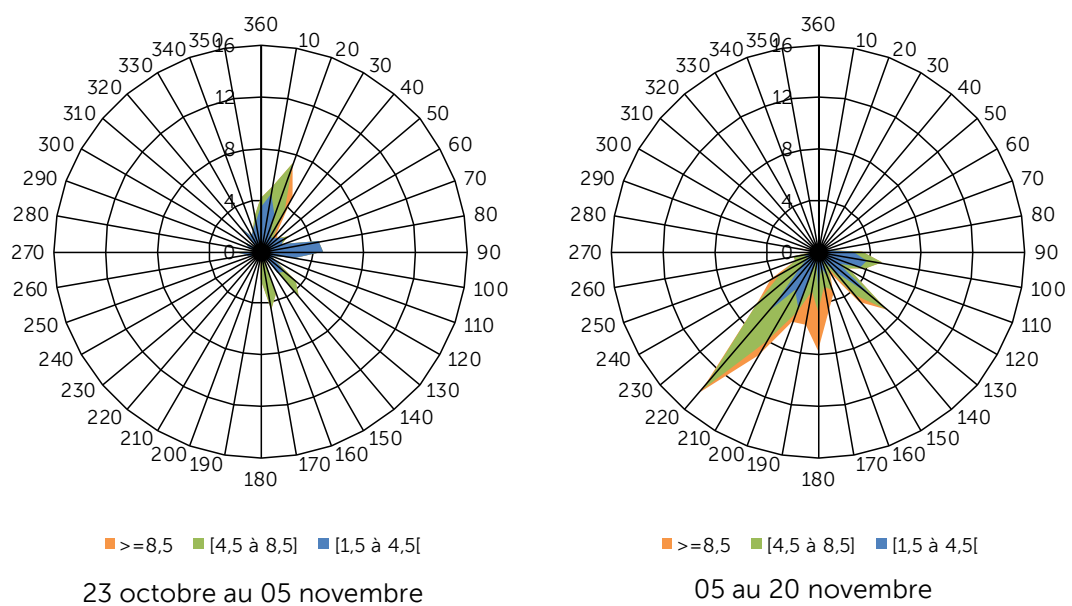


Figure 30. Roses des vents sur les périodes de mesures des poussières PM10 par gravimétrie

Comme pour les capteurs e-PM, l'étude des vents permet d'affirmer que les concentrations en poussières PM10, les plus élevées sont mesurées lorsque les vents proviennent majoritairement du sud-ouest.

Le dispositif de mesures mis en place a montré que le site n'était pas à l'origine d'un impact sur les habitations les plus proches pour les poussières en suspension PM10.

8.2. Comparaison entre les mesures gravimétriques et les mesures en continu

Les évolutions des concentrations journalières en poussières PM10 mesurées sur chaque station par les deux méthodes de mesure sont présentées sur les figures 31 à 33.

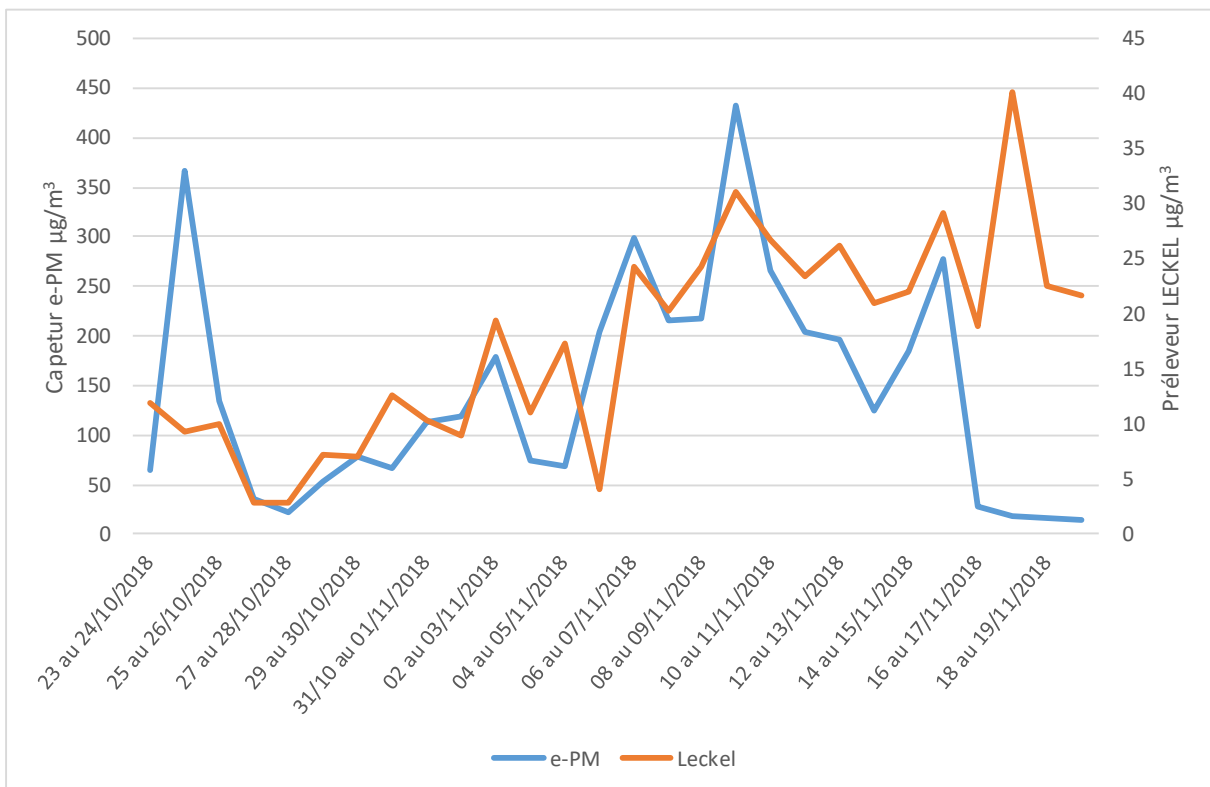


Figure 31. Comparaison des concentrations journalières en poussières PM10 via les deux méthodes de mesures sur la station B1

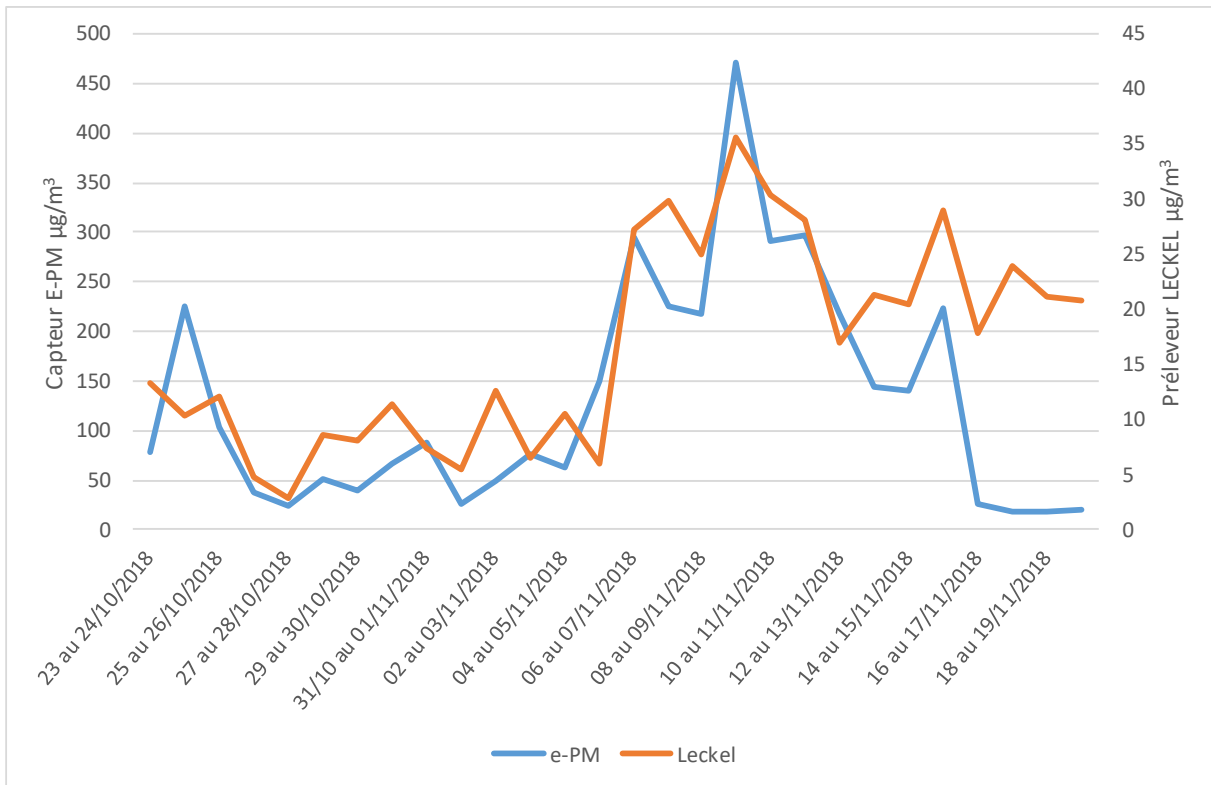


Figure 32. Comparaison des concentrations journalières en poussières PM10 *via* les deux méthodes de mesures sur la station B3

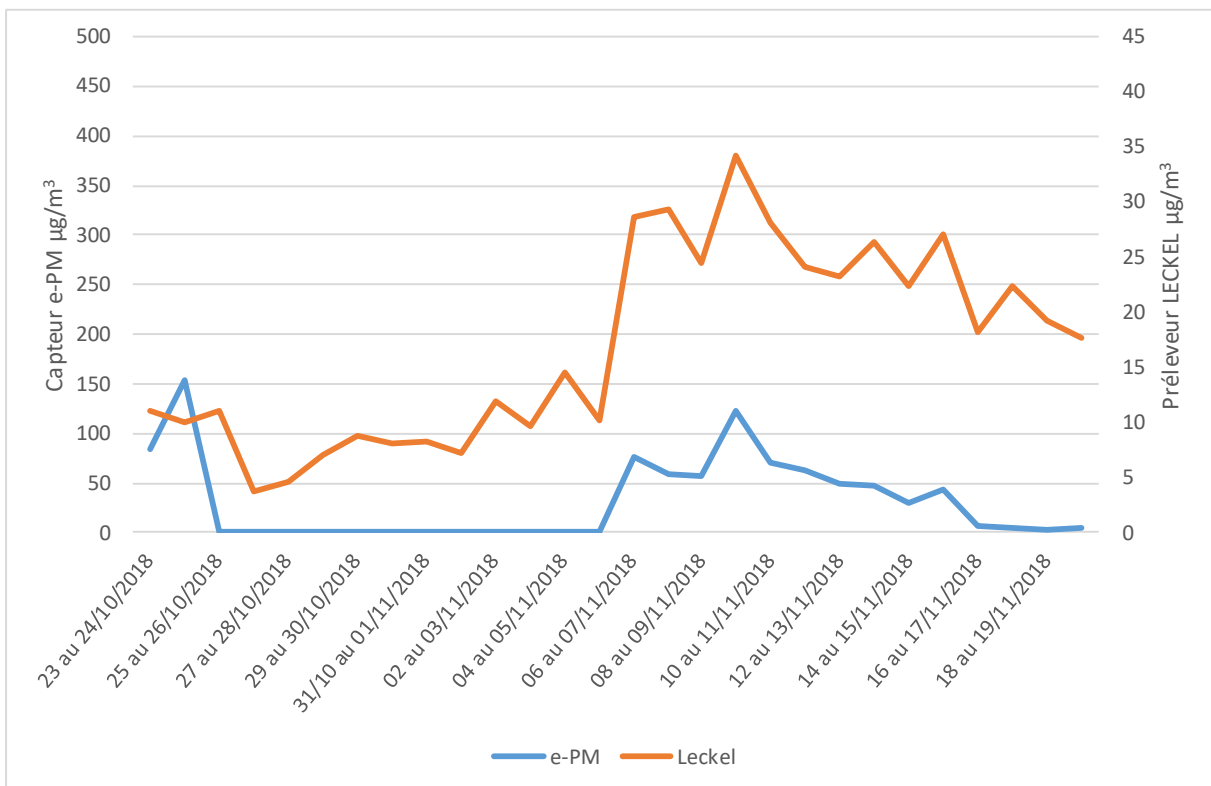


Figure 33. Comparaison des concentrations journalières en poussières PM10 *via* les deux méthodes de mesures sur la station B6

Les figures 30 à 32 permettent de mettre en évidence des écarts importants entre les résultats obtenus avec les deux méthodes de mesure. Toutefois, les évolutions des concentrations journalières sont similaires, ce qui prouve la bonne réponse des capteurs e-PM tout au long de la campagne de mesure.

Ces différents constats, tendent à mettre en évidence que certains facteurs extérieurs comme l'humidité relative, l'ensoleillement et la présence d'embruns marins sans lien avec l'activité de la carrière provoquent une dérive des capteurs e-PM vis-à-vis des concentrations réelles mesurées dans l'environnement. Lors de la seconde campagne de mesure, l'humidité relative a été relativement élevée, variant de 74 à 90% en moyenne journalière.

9. MESURES ET ANALYSE DE LA SILICE CRISTALLINE

Pour les fins de la présente étude, les concentrations de silice ont été estimées dans les PM10 lors de la deuxième campagne de mesures. Les PM10 ont été retenues car elles intègrent toutes les particules respirables et sont donc, en l'absence de données plus précises, le meilleur indicateur pour estimer les risques liés à la silice sur la santé.

Pour chaque point de mesure, les prélèvements de PM10 réalisés au cours de la campagne (7 jours d'exposition) ont fait l'objet d'une analyse de silice cristalline journalière. Le [tableau 10](#) présente les concentrations journalières de silice cristalline observées au niveau de chaque point de mesure, en distinguant le quartz, la cristobalite et la tridymite. Les bordereaux d'analyses sont présentés dans [l'annexe E](#). Les résultats obtenus par le laboratoire ont été exprimés en quantité de quartz, cristobalite et tridymite par unité de volume prélevé.

Tableau 10. Concentrations en silice cristalline dans les poussières en suspension PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Période de mesure	Composé	Station B1	Station B3	Station B6
13 au 14/11/2018	Quartz	0,07	< 0,07	0,85
	Cristobalite	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence
14 au 15/11/2018	Quartz	0,09	0,09	0,15
	Cristobalite	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence
15 au 16/11/2018	Quartz	0,36	0,16	0,25
	Cristobalite	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence
16 au 17/11/2018	Quartz	0,15	0,22	< 0,07
	Cristobalite	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence
17 au 18/11/2018	Quartz	< 0,07	< 0,07	0,16
	Cristobalite	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence
18 au 19/11/2018	Quartz	0,13	0,18	0,09
	Cristobalite	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence
19 au 20/11/2018	Quartz	0,29	0,34	0,22
	Cristobalite	< 0,14	< 0,13	< 0,14
	Tridymite	Absence	Absence	Absence

L'ensemble des résultats ne révèlent pas la présence de tridymite dans tous les échantillons journaliers. Les teneurs en cristobalite sont toutes inférieures à la limite de quantification fixée à $0,1 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Pour le quartz, la situation est différente. Les résultats mettent en avant la présence de quartz dans l'environnement.

Les figures 34 à 36 présentent les évolutions journalières des teneurs en quartz sur les stations de mesures. Ces évolutions sont mises en relation avec celles des teneurs en PM10. Les figures présentent également le pourcentage que représente le quartz dans les poussières quotidiennement.

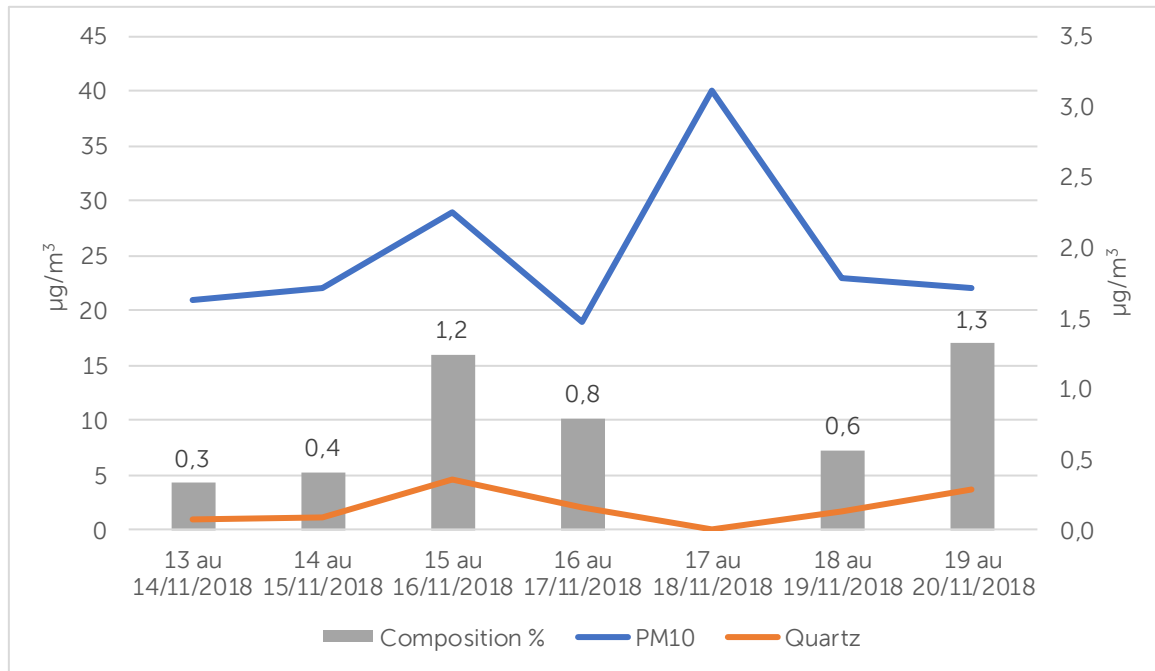


Figure 34. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B1

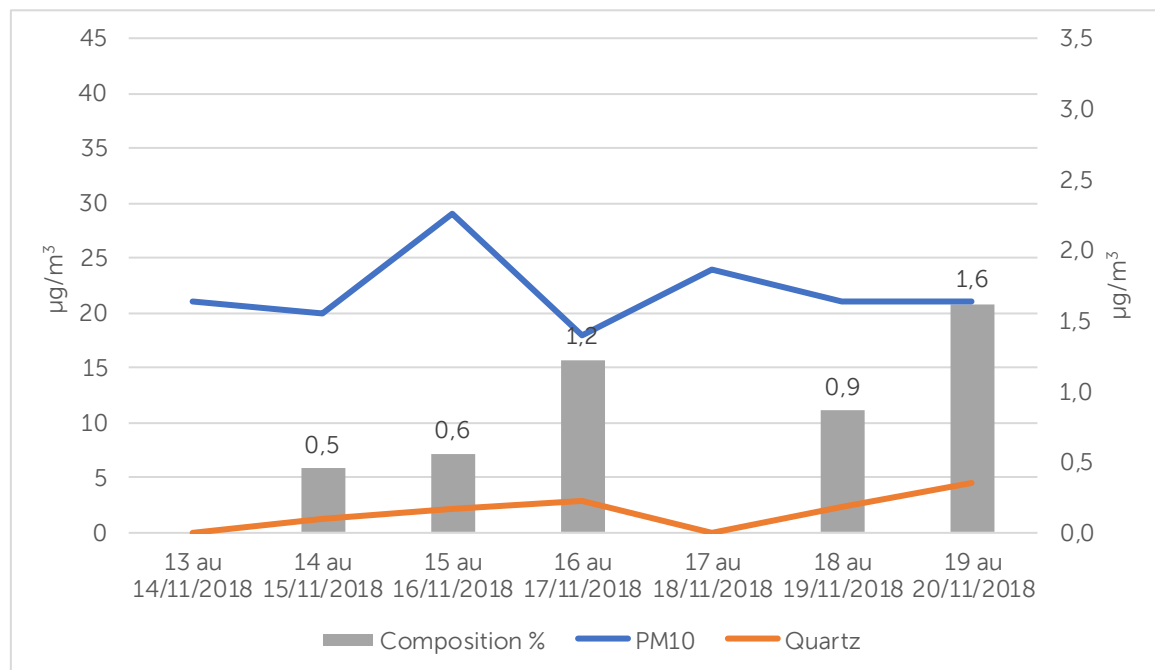


Figure 35. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B3

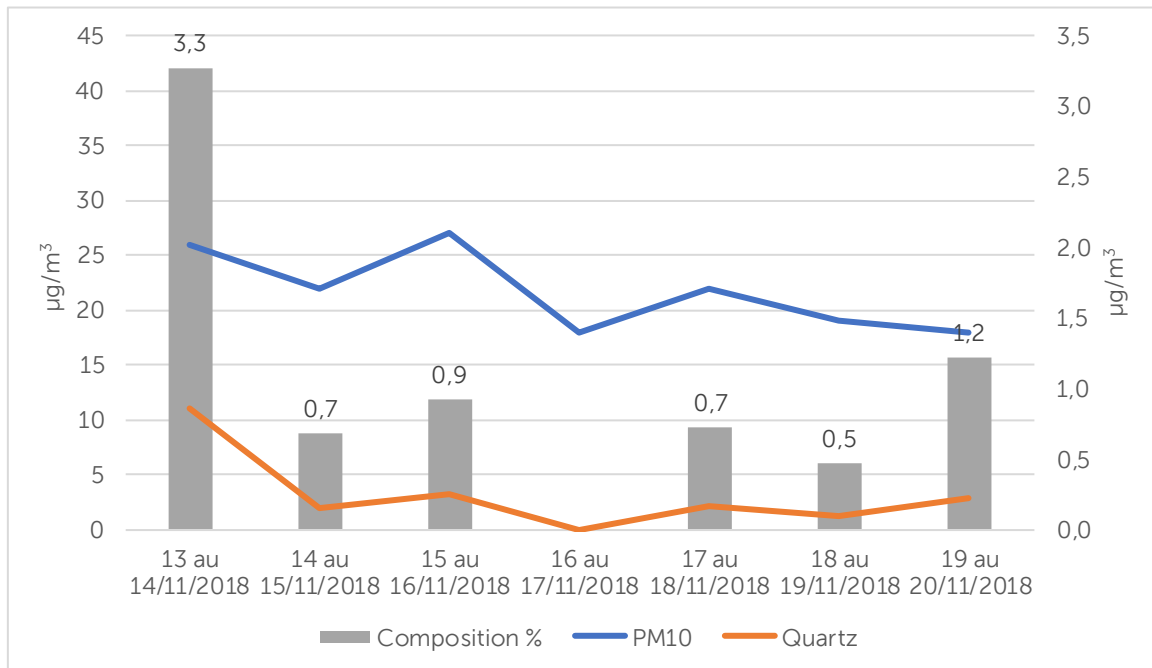


Figure 36. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B6

Dans un premier temps, ces figures montrent l'absence de corrélation des évolutions constatées pour les PM10 et les teneurs en quartz sur les stations B1 et B3. Sur la station B6, la figure 33 permet de mettre en évidence une meilleure analogie qualitative des concentrations en quartz et en poussières PM10 sur l'ensemble de la période de mesures.

Dans un deuxième temps, l'étude de la composition quartzique des PM10 permet de mettre en exergue la contribution terrigène (sol agricole ou carrière) sur les teneurs en PM10.

Le quartz représente sur l'ensemble des stations entre 0,3 et 3,3 % de la composition massique journalière des PM10. L'amplitude la plus élevée est mesurée sur la station B6 qui représente le témoin de la zone d'étude.

On observe une augmentation de la proportion de quartz du 15 au 16 novembre et du 19 au 20 novembre sur la station B1, du 16 au 17 novembre et du 19 au 20 novembre sur la station B2 et du 13 au 14 novembre et du 19 au 20 novembre sur la station B6.

La figure 37 ci-après présente les roses des vents sur les périodes du 13 au 14 novembre et du 15 au 16 novembre 2018.

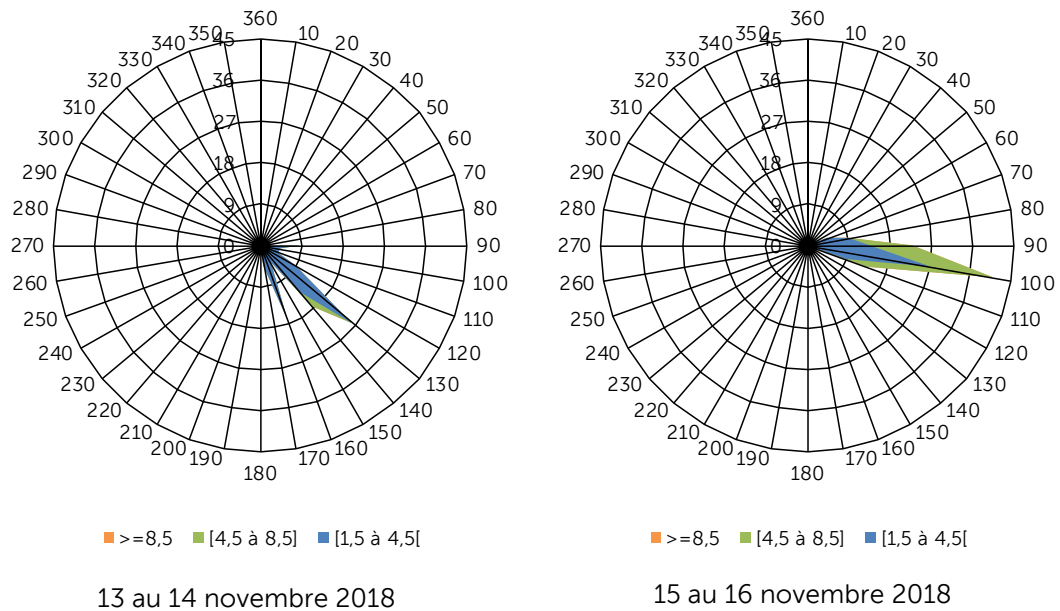


Figure 37. Roses des vents sur les périodes de mesures de la silice cristalline dans les poussières PM10

Les concentrations en silice cristalline plus élevées mesurées du 13 au 14 novembre sur la station 6 et du 15 au 16 novembre 2018 sur la station 1 ne permet pas d'établir un lien avec l'activité de la carrière, puisque ces concentrations sont mesurées lorsque les vents proviennent de l'est pour la station 1 et du sud-est pour la station 6.

En l'absence de donnée de référence, la démarche d'évaluation partielle des risques sanitaires présentée dans le chapitre 11.2. permet d'évaluer les niveaux de risques théoriques par rapport à l'inhalation de silice cristalline au niveau des populations cibles présentes à proximité des deux stations de mesure.

Les résultats sont présentés dans le [tableau 11](#) ci-après.

Tableau 11. Quotients de Danger (QD) calculés

	Concentration moyenne en quartz ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Quotient de Danger
Station B1	0,16	0,05
Station B3	0,14	0,05
Station B6	0,25	0,08

Lors de la deuxième campagne de mesures, où les résultats montrent que les teneurs en silice ne contribuent pas à l'apparition d'un risque pour la santé des populations situées à proximité du site, les quotients de danger étant inférieurs à 1.

10. RESULTATS ET INTERPRETATION DES ANALYSES DES ELEMENTS MAJEURS ASSOCIES AUX POUSSIÈRES PM10

Pour les fins de la présente étude, les concentrations des éléments majeurs ont été estimées dans les PM10 lors de la deuxième campagne de mesures.

Pour chaque point de mesure, les prélèvements de PM10 réalisés au cours de la campagne (14 jours d'exposition) ont fait l'objet d'une analyse des éléments majeurs moyennée sur une période de 14 jours. Le [tableau 12](#) présente les pourcentages en éléments majeurs contenu dans les poussières PM10 observées au niveau de chaque point de mesures. Les résultats obtenus par le laboratoire ont été exprimés en pourcentage d'éléments contenu dans les poussières. Le tableau présente également :

- Les résultats obtenus sur le blanc de terrain ;
- La composition du Kaolin extrait sur la carrière donnée par IMERYS ;
- Les taux d'exposition des stations aux vents si l'on considère la zone d'extraction du Kaolin.

Tableau 12. Pourcentage en éléments majeurs dans les poussières en suspension PM10 (en %)

Composé	Matériaux extraits sur la carrière	Blanc de terrain	Station B1		Station B3		Station B6	
			Taux d'exposition vents de l'extraction (%)	Résultat (%)	Taux d'exposition vents de l'extraction (%)	Résultat (%)	Taux d'exposition vents de l'extraction (%)	Résultat (%)
SiO ₂	47,3	< 0,05		6,2		21,9		11,1
Al ₂ O ₃	36,7	< 0,04		< 0,04		12,7		4,4
Fe ₂ O ₃	1,2	< 0,02	3,8	3,0	14,2	5,3	6,9	3,7
K ₂ O	1,1	< 0,03		6,8		12,4		9,0
TiO ₂	0,1	< 0,02		< 0,02		< 0,02		< 0,02

Le Kaolin extrait sur la carrière est essentiellement constitué de SiO₂ (47,3 %) et de Al₂O₃ (36,7 %). A eux-seuls, il représente donc 84 % de la composition du Kaolin. Sur les stations de mesures, ces éléments représentent au maximum 34,6 % des PM10 sur la station B3. Sur la station représentative du fond ambiant, il ne représente plus que 15 % des PM10. Sur la station B1, seul le SiO₂ a été quantifié et constitue 6 % des PM10. A contrario, le Fe₂O₃ et le K₂O sont plus prépondérants dans les PM10, notamment le K₂O qui compose 12,4 % des PM10. On peut noter qu'une corrélation entre les taux d'expositions des stations aux vents en provenance des zones d'extraction de kaolins de la carrière et les teneurs en éléments majeurs mesurés.

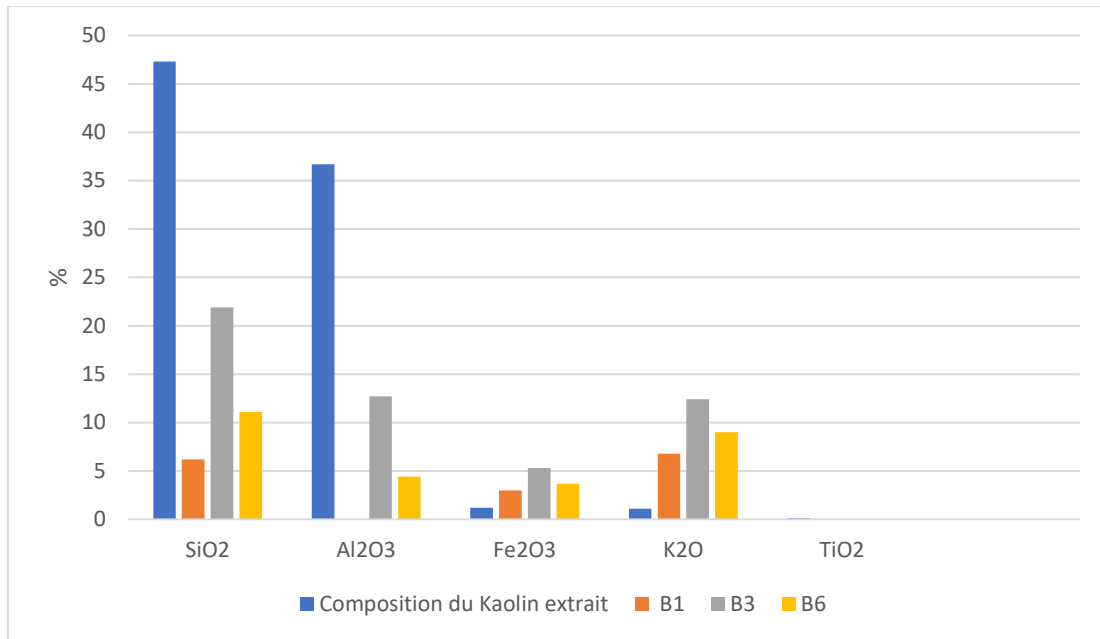


Figure 38. Représentation en pourcentage des éléments majeurs sur les particules en suspension PM10

Selon le CRPG SARM, l'élément majeur analysé dans les PM10 est le Na₂O qui pourrait représenter jusqu'à 70 % des PM10. Ce résultat n'est toutefois pas présenté car il existe une incertitude en raison de la présence potentielle de sels marins et notamment de Na⁺ qui pourrait être englobé dans la mesure de Na₂O.

Ainsi, les constats effectués à partir des mesures des éléments majeurs sur les PM10 tendent à montrer le faible impact des émissions de poussières de Kaolin lors des mesures des poussières en suspension entre le 1 et 15 octobre 2018. Les poussières de Kaolin représenteraient, si l'on considère que tous les éléments majeurs mesurés sont associés au Kaolin, au maximum 4,5 µg/m³ sur la station B3.

11. ESTIMATION DE LA CONTRIBUTION DES EMBRUNS MARINS SUR LES PM10

Pour chaque point de mesure, les prélèvements de PM10 réalisés au cours de la campagne (7 jours d'exposition) ont fait l'objet d'une analyse journalière de Na⁺ et Cl⁻, constituants majeurs des sels marins. Le [tableau 13](#) présente les concentrations journalières de Na⁺, Cl⁻ observées au niveau de chaque point de mesures. La concentration en sels marins présents dans l'air ambiant a été calculée selon la formule présentée dans le chapitre 6.5. Les bordereaux d'analyses sont présentés dans l'[annexe F](#). Les résultats obtenus par le laboratoire ont été exprimés en quantité par unité de volume prélevé.

Tableau 13. Concentrations en Na⁺, Cl⁻ et sels marins dans les poussières en suspension PM10 (en µg/m³)

Période de mesure	Composé	Station B1	Station B3	Station B6
06 au 07/11/2018	Na ⁺	7,6	8,3	8,9
	Cl ⁻	5,8	6,7	7,2
	Sels marins	15,7	17,5	18,8
07 au 08/11/2018	Na ⁺	7,4	9,7	9,7
	Cl ⁻	7,6	8,1	7,8
	Sels marins	17,5	20,8	20,3
08 au 09/11/2018	Na ⁺	7,4	6,6	7,5
	Cl ⁻	4,8	7,1	5,4
	Sels marins	14,2	16,0	15,1
09 au 10/11/2018	Na ⁺	9,6	10,9	10,4
	Cl ⁻	8,7	11,2	10,3
	Sels marins	21,4	25,8	24,1
10 au 11/11/2018	Na ⁺	8,7	10,4	10,6
	Cl ⁻	6,5	8,4	6,1
	Sels marins	17,7	21,9	19,5
11 au 12/11/2018	Na ⁺	6,7	9,8	7,7
	Cl ⁻	5,2	8,8	6,9
	Sels marins	13,8	21,7	17,0
12 au 13/11/2018	Na ⁺	5,9	8,6	7,9
	Cl ⁻	6,0	7,9	5,5
	Sels marins	14,0	19,3	15,7

L'analyse du Na⁺ et du Cl⁻ a permis de déterminer la concentration en sels marins associée aux poussières PM10. La contribution varie de 14,0 à 25,8 µg/m³.

La corrélation entre les concentrations en sels marins et les poussières en suspension PM10 est présentée dans le [tableau 14](#) ci-après.

Tableau 14. Corrélation entre les concentrations en sels marins et les poussières PM10

Période de mesure	Composé	Station B1	Station B3	Station B6
06 au 07/11/2018	PM10	24	27	29
	Sels marins	16	18	19
	Contribution (%)	65	64	66
07 au 08/11/2018	PM10	20	30	29
	Sels marins	18	21	20
	Contribution (%)	86	70	69
08 au 09/11/2018	PM10	24	25	25
	Sels marins	14	16	15
	Contribution (%)	59	64	62
09 au 10/11/2018	PM10	31	36	34
	Sels marins	21	26	24
	Contribution (%)	69	73	70
10 au 11/11/2018	PM10	27	30	28
	Sels marins	18	22	20
	Contribution (%)	66	72	69
11 au 12/11/2018	PM10	23	28	24
	Sels marins	14	22	17
	Contribution (%)	59	77	70
12 au 13/11/2018	PM10	26	17	23
	Sels marins	14	Non Validé	16
	Contribution (%)	53	-	68

La part journalière de sels marins est assez homogène sur les 3 stations. Elle représente en moyenne sur la semaine entre 65 % et 70 %, ce qui est relativement important.

Les évolutions des concentrations journalières en sels marins et en poussières en suspension PM10 sont présentés sur les figures 39 à 41 ci-après.

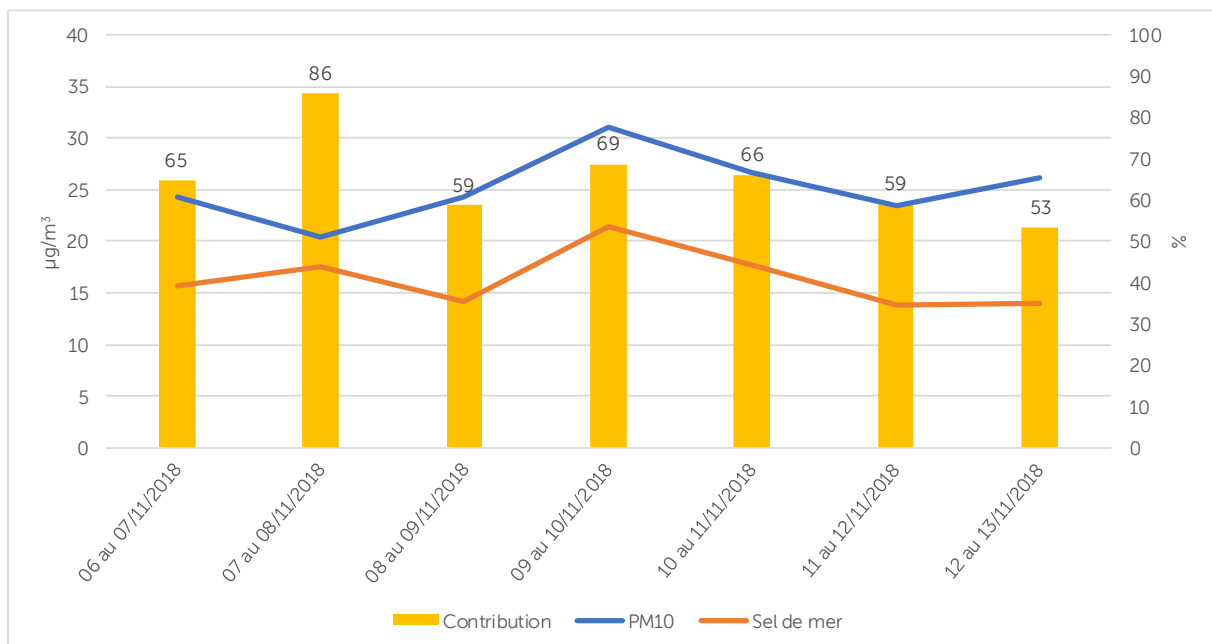


Figure 38. Evolution des concentrations journalières en sels marins et en poussières PM10 sur la station B1

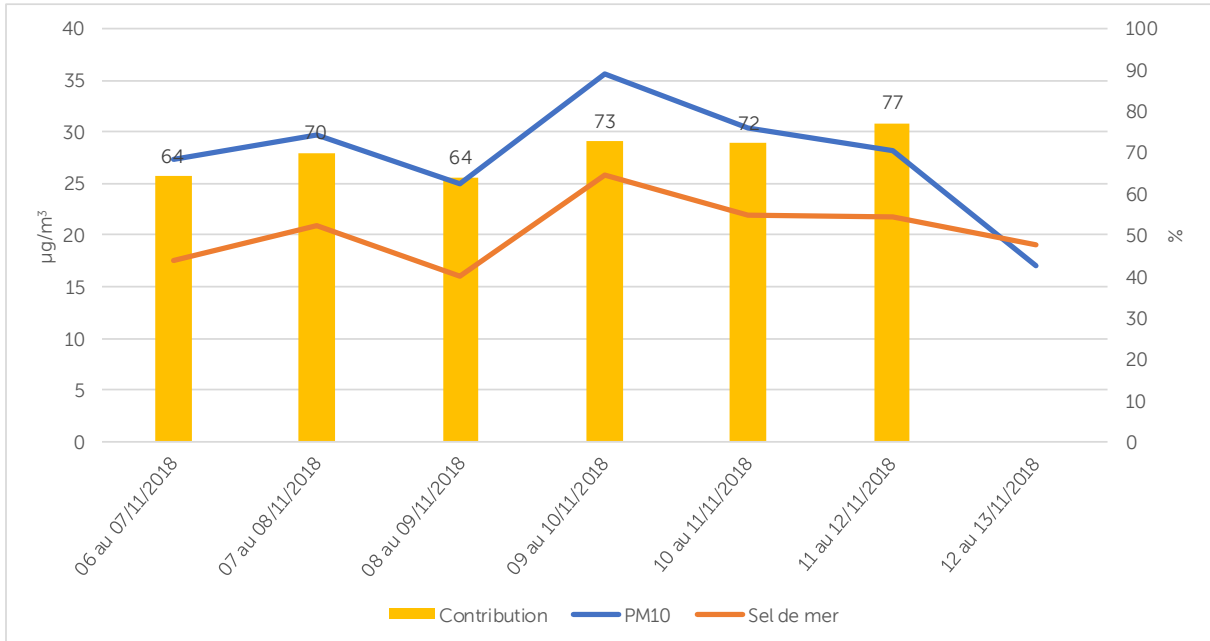


Figure 39. Evolution des concentrations journalières en sels marins et en poussières PM10 sur la station B3

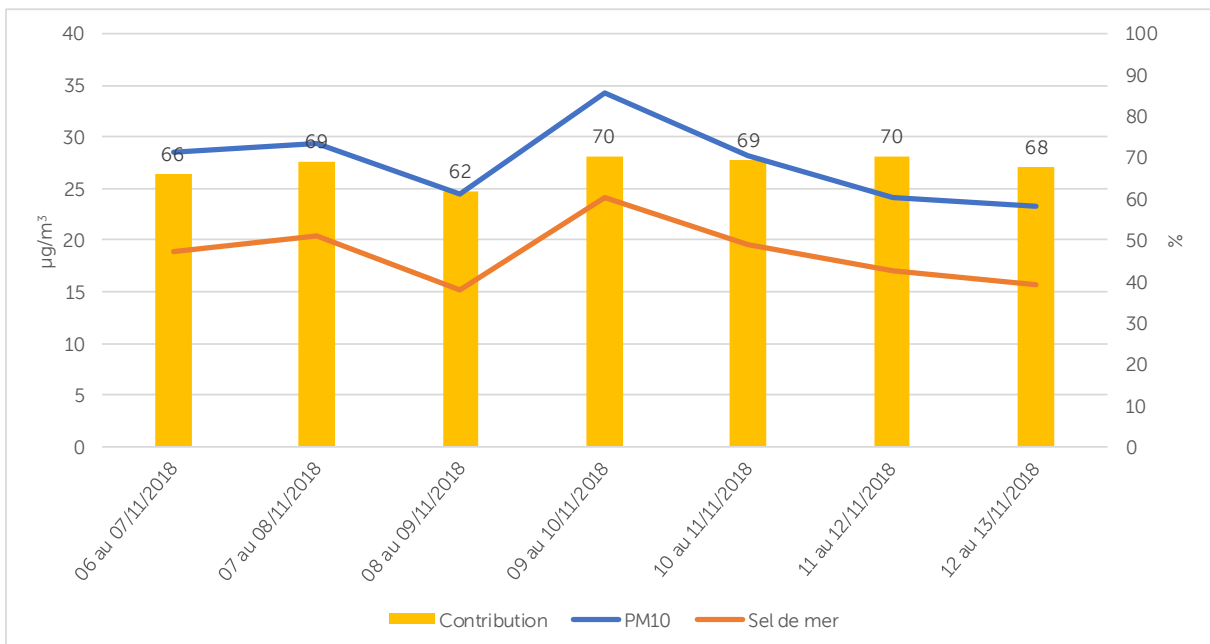


Figure 40. Evolution des concentrations journalières en sels marins et en poussières PM10 sur la station B6

La fraction des sels marins étant assez importante sur les PM10, les tendances observées pour les PM10 sont donc assez proches de celles constatées pour les sels marins.

L'analyse du régime des vents sur la période de mesures des sels marins, du 06 au 13 novembre 2018 (figure 42), met en évidence des vents en provenance du sud-ouest. Les stations ont donc bien été soumises aux vents en provenance de l'océan atlantique.

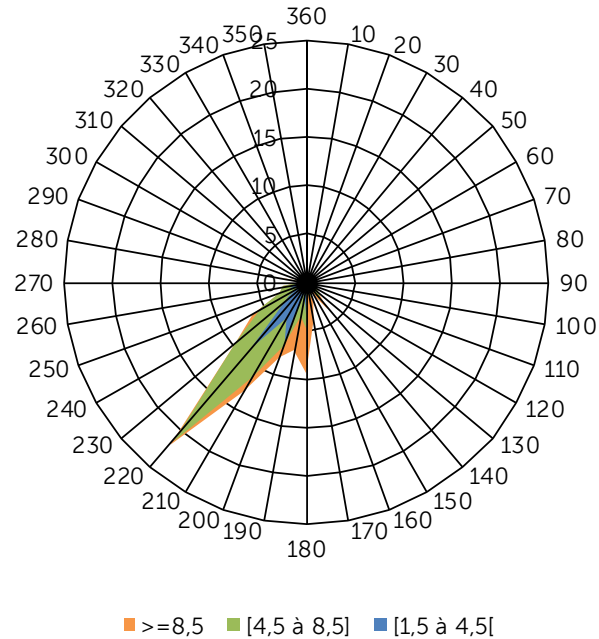


Figure 41. Roses des vents sur la période de mesures de la contribution des embruns marin sur les poussières PM10

12. BILAN

Un programme de mesures de l'impact de l'activité de la carrière IMERYS Ceramics située à Kergantic a été mis en œuvre pour réaliser l'évaluation des concentrations des poussières inhalables PM2,5 et PM10 dans son voisinage immédiat.

L'étude a été conduite en menant deux campagnes de mesures réalisées sur deux périodes météorologiques contrastées, au printemps 2018, du 22 mars au 03 mai et à l'automne 2018, du 23 octobre au 20 novembre.

EVADIES a initialement orienté la première campagne de mesures sur les mesures en continu des particules fines inférieures à 10 µm ou 2,5 µm avec des capteurs.

A la suite des résultats de la première campagne de mesures et afin d'affiner l'interprétation des résultats, l'étude a été complétée par des caractérisations des PM10. Il a ainsi été mis en place des préleveurs de PM10 qui ont permis de réaliser les analyses :

- De la silice cristalline ;
- Des éléments majeurs caractéristiques des matériaux extraits dans la carrière : SiO₂, Al₂O₃, Fe₂O₃, K₂O et TiO₂ ;
- Du Na⁺ et du Cl⁻ afin de caractériser les embruns marins.

L'étude a été réalisée sur six zones choisies initialement en fonction des conditions de vents habituellement rencontrées sur le site et de la localisation des habitats les plus proches. Deux stations ont été positionnées à l'ouest de la carrière aux lieux-dits *Kerham* et *Keryan* et trois à l'est aux lieux-dits *Keryel*, *Kernastellec* et *Kerguen*. Une station de mesure a été implantée à Lannenec, afin de mesurer le bruit de fond local en dehors des vents en provenance de la carrière.

L'interprétation a pu être réalisée après avoir eu l'assurance que les régimes des vents présentaient majoritairement les dominantes rencontrées traditionnellement sur la zone d'études durant cette période de mesure, à savoir des vents en provenance du quart sud-ouest et du nord-est, protégeant ainsi la station témoin et impactant les stations au nord-est et aux sud-ouest de la carrière. Ces conditions ont été réunies uniquement lors de la première campagne de mesure, puisque la station témoin fait partie des stations les plus exposées aux vents en provenance du site lors de la seconde campagne de mesure.

Dans un premier temps, les résultats de PM_{2,5} et PM₁₀ mesurés en continu ont pu être appréciés à partir d'un traitement des concentrations brutes obtenues toutes les dix minutes permettant d'établir les concentrations moyennes sur la durée des mesures, les concentrations moyennes journalières et établir les profils moyens horaires sur la journée.

La comparaison des résultats obtenus avec les valeurs réglementaires habituellement utilisées pour situer les niveaux des particules a permis de mettre en évidence des dépassements des objectifs de qualités et des valeurs limites. Cette configuration n'est pas seulement rencontrée sur les stations proches de la carrière et sous les vents dominants mais également sur la station témoin de l'étude et ce quelques soit la période de mesure. L'étude des évolutions journalières permet aussi de mettre en avant la similitude des profils journaliers sur les stations, à l'exception de la station de fond qui présente une évolution différente par rapport aux autres stations lors de la seconde campagne de mesure.

Des différences significatives des teneurs moyennes apparaissent toutefois entre les stations lors des deux campagnes de mesure. On observe globalement trois groupes de stations :

- La première rassemble les stations B5 et B6 avec les concentrations les plus faibles ;
- La deuxième regroupe les stations B1 et B4 avec des teneurs intermédiaires ;
- La troisième concerne la station B2 lors de la seconde campagne de mesure et B3 lors de la première qui sont les plus exposées.

Ensuite, l'étude des conditions de vents rencontrées sur les périodes de mesures où l'on observe les pics de concentrations et où l'on constate des concentrations plus faibles a permis d'établir une relation de cause à effet. En effet, les concentrations les plus fortes sont observées quand les vents viennent principalement du sud-ouest, y compris sur la station témoin de l'étude. Ce constat a été confirmé lors de la construction des roses de pollution mettant en parallèle les niveaux de concentrations observés avec l'origine des vents.

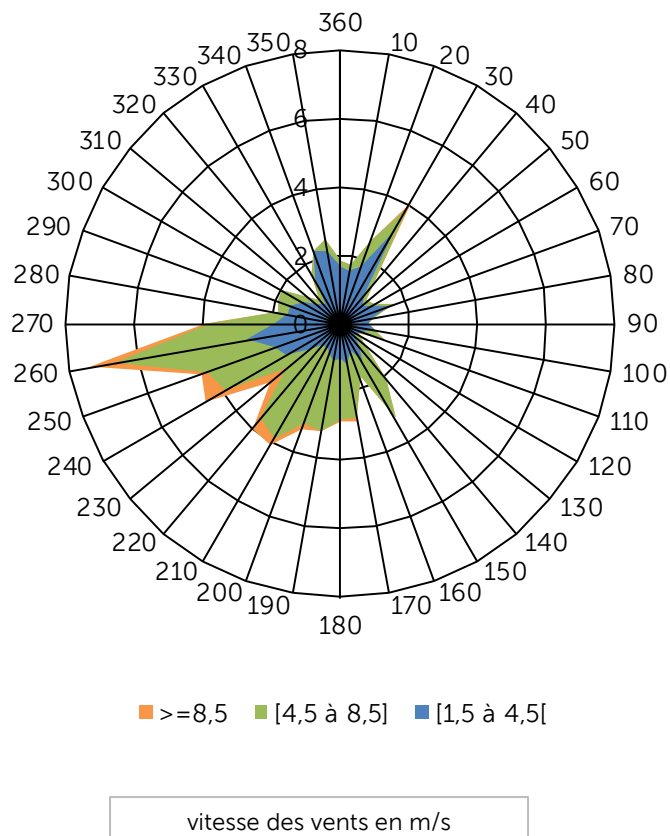
Enfin, l'étude des évolutions des concentrations moyennes horaires sur la journée selon une configuration en jours ouvrés (du lundi au vendredi) a montré que les concentrations étaient relativement homogènes sur les différentes heures de la journée sauf sur la station B3 qui présente des concentrations plus élevées en journée à partir de 07 heures. On s'aperçoit de facto que les stations B1, B3 et B4 qui avaient mis en avant des teneurs plus élevées que les stations B2, B5 et B6 n'ont pas de lien avec l'activité diurne sur la carrière.

L'étude complémentaire menée avec à l'aide d'une méthode gravimétrie normalisée, a permis d'infirmer les résultats obtenus via la méthode de mesure en continu, même si la réponse des capteurs semble acceptable. L'ensemble des concentrations moyennes en poussières PM10 sont faibles au regard de l'objectif de qualité de $30 \mu\text{g}/\text{m}^3$. L'analyse de la silice cristalline associée aux poussières PM10, a démontré l'absence de risques pour la population située à proximité du site. La comparaison des données fournies par IMERYS dans les matériaux extraits et les analyses des éléments majeurs, ne permet pas d'établir une corrélation entre l'activité de la carrière et les concentrations mesurées dans l'environnement étant donné la présence importante de Na_2O . L'étude de l'apport des embruns marins a permis de venir confirmer que ces derniers contribuent grandement aux teneurs en poussières PM10 avec une contribution variant de 53 à 86 %.

Ces différentes observations montrent que la carrière n'est pas le facteur principal identifié à l'origine des évolutions constatées sur les différentes stations. Il s'agirait davantage de l'influence des embruns marins et de l'humidité locale, les capteurs optiques n'arrivant en effet pas à distinguer les aérosols marins, les gouttelettes d'eau du reste des particules. Par contre, il semble exister un phénomène d'impact local qui amplifie le phénomène par vents d'ouest de façon plus prononcée sur la station B1, B3 et B4 et particulièrement sur la station B3 où une augmentation peut être observée en journée.

ANNEXES A – REGIME DES VENTS

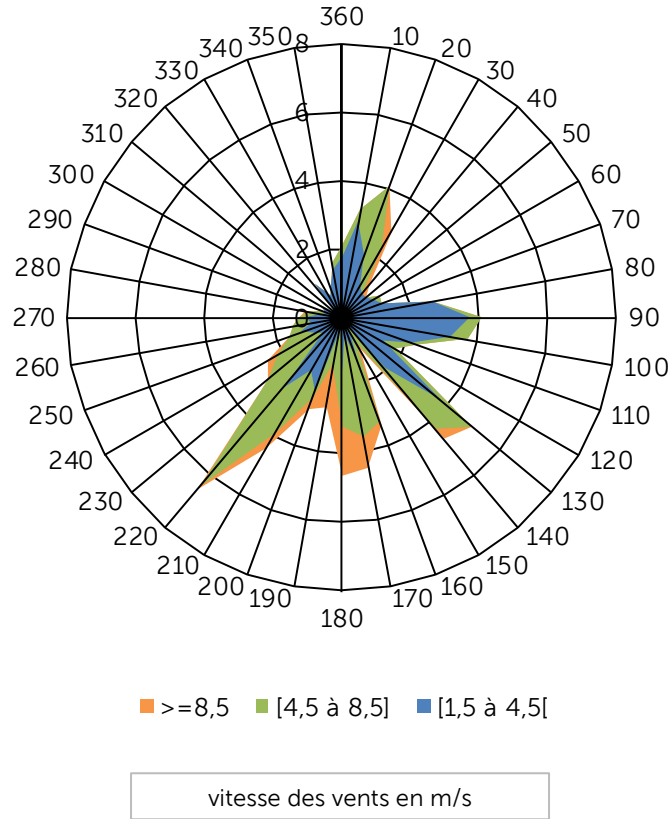
A.1. REGIME DES VENTS PENDANT LA PREMIERE PERIODE DE MESURE



Type de données : Mesures toutes heures
 Nombre de données : 973
 Pourcentage des vents inférieurs à 1,5 m/s : 14,9 %
 Vitesse moyenne des vents : 4,1 m/s

Vitesse en m/s	Pourcentage d'occurrences des vents par origine et par classes de vitesses																		
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	Total
1,5 à 4,5	4,7	1,9	2,5	1,7	1,7	1,1	2,0	2,0	2,1	1,7	1,9	3,8	4,6	3,0	2,1	2,1	4,3	4,0	46,8
4,5 à 8,5	1,6	0,5	0,2	0,1	0,6	0,5	3,1	2,3	3,7	5,1	3,6	4,0	5,6	0,7	0,9	0,4	0,3	2,1	35,0
>8,5	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,4	1,0	0,8	0,8	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	3,4
Total	6,4	2,4	2,7	1,8	2,3	1,6	5,1	4,4	5,8	7,1	6,4	8,5	10,9	3,7	3,0	2,5	4,6	6,0	85,1

A.2. REGIME DES VENTS PENDANT LA SECONDE PERIODE DE MESURE

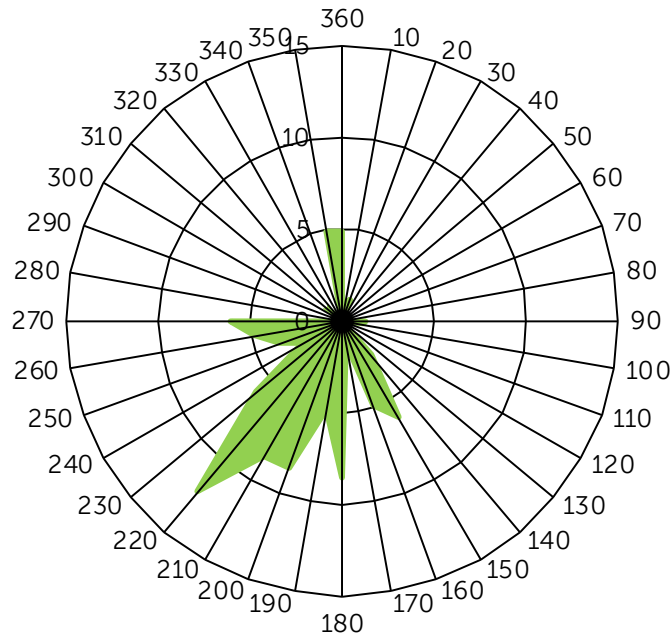


Type de données : Mesures toutes heures
 Nombre de données : 563
 Pourcentage des vents inférieurs à 1,5 m/s : 11,2 %
 Vitesse moyenne des vents : 4,2 m/s

Vitesse en m/s	Pourcentage d'occurrences des vents par origine et par classes de vitesses																		
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	Total
1,5 à 4,5	3,1	1,8	2,3	6,5	5,4	5,2	2,3	2,0	2,0	4,1	3,4	2,2	2,0	1,1	0,9	2,0	2,3	4,7	53,3
4,5 à 8,5	3,4	0,0	0,2	0,4	0,7	1,6	2,9	4,9	2,7	2,3	5,9	1,6	0,7	0,4	0,0	0,0	0,2	0,7	28,6
>8,5	0,5	0,4	0,0	0,0	0,0	0,0	0,5	1,1	2,7	0,9	0,2	0,4	0,0	0,2	0,0	0,0	0,0	0,0	6,8
Total	7,0	2,2	2,5	6,8	6,1	6,8	5,8	7,9	7,4	7,4	9,5	4,1	2,7	1,6	0,9	2,0	2,5	5,4	88,8

ANNEXES B – REGIME DES VENTS DURANT LES EPISODES PLUVIEUX

B.1. REGIME DES VENTS PENDANT LA PREMIERE PERIODE DE MESURE

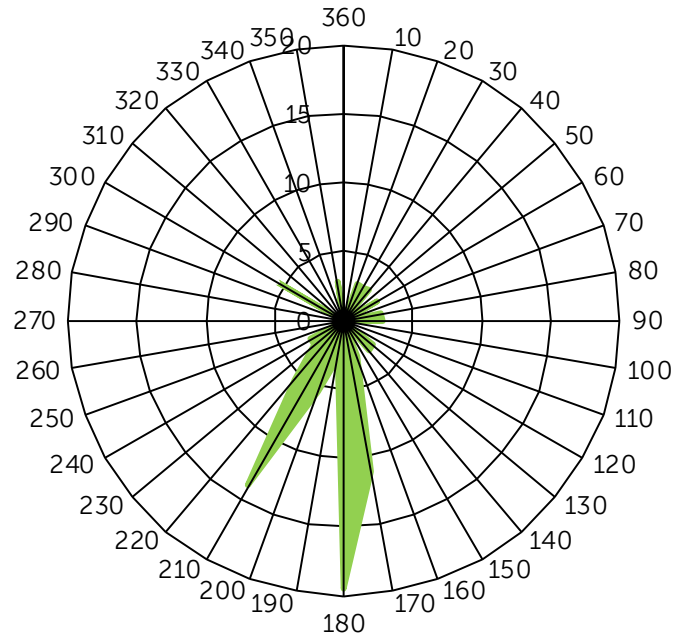


vitesse des vents en m/s

Type de données : Mesures toutes heures
 Nombre de données : 73
 Pourcentage des vents inférieurs à 1,5 m/s : 3,9 %

Vitesse en m/s	Pourcentage d'occurrences des vents par origine et par classes de vitesses															Total			
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300		320	340	360
>1,5	0,0	0,0	0,0	1,3	1,3	0,0	9,2	6,6	14,5	18,4	19,7	6,6	11,8	0,0	1,3	0,0	5,3	0,0	96,1

B.2. REGIME DES VENTS PENDANT LA SECONDE PERIODE DE MESURE



vitesse des vents en m/s

Type de données : Mesures toutes heures
 Nombre de données : 33
 Pourcentage des vents inférieurs à 1,5 m/s : 2,9 %

Vitesse en m/s	Pourcentage d'occurrences des vents par origine et par classes de vitesses																		
	20	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	320	340	360	Total
>1,5	0,0	2,9	2,9	5,9	0,0	2,9	2,9	14,7	23,5	20,6	8,8	2,9	0,0	0,0	5,9	0,0	2,9	0,0	97,1

ANNEXES C – CONCENTRATIONS JOURNALIERES EN PM2.5 ET PM10

Moyenne journalière station B1 Keryel				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
22/03/2018	27,0	38,5	9,0	55,2
23/03/2018	184,8	266,7	9,0	82,2
24/03/2018	140,1	197,6	9,6	73,2
25/03/2018	37,4	49,4	9,2	76,6
26/03/2018	67,2	95,4	7,5	77,2
27/03/2018	290,5	505,9	10,5	89,1
28/03/2018	148,8	230,9	10,1	77,7
29/03/2018	83,9	121,2	8,0	74,4
30/03/2018	26,6	37,9	6,6	78,1
31/03/2018	38,0	55,3	6,6	70,5
01/04/2018	96,4	138,3	6,2	81,6
02/04/2018	189,4	250,0	10,9	84,7
03/04/2018	166,6	235,7	11,5	79,8
04/04/2018	191,7	277,4	10,6	77,7
05/04/2018	113,0	162,7	9,2	71,6
06/04/2018	100,2	138,8	11,5	72,8
07/04/2018	84,0	117,4	11,1	77,0
08/04/2018	21,9	29,2	10,5	77,2
09/04/2018	11,8	16,0	11,1	80,2
10/04/2018	46,4	64,0	10,0	76,8
11/04/2018	25,9	35,9	11,4	74,5
12/04/2018	22,7	30,4	11,6	76,5
13/04/2018	61,7	76,3	11,8	76,4
14/04/2018	37,9	48,9	11,7	77,3
15/04/2018	139,6	199,9	12,5	78,7
16/04/2018	153,4	218,3	12,2	73,8
17/04/2018	143,8	201,4	14,2	74,8
18/04/2018	62,8	87,1	14,9	66,7
19/04/2018	59,6	81,0	16,2	67,6
20/04/2018	43,0	58,2	18,1	59,3
21/04/2018	60,9	81,3	18,1	65,2
22/04/2018	114,3	181,5	13,2	79,1
23/04/2018	37,4	52,4	12,5	70,7
24/04/2018	36,2	50,7	11,3	73,6
25/04/2018	67,8	97,0	12,6	75,2
26/04/2018	95,7	136,2	11,1	69,9
27/04/2018	124,7	178,2	10,7	79,0
28/04/2018	43,1	62,0	11,3	73,0
29/04/2018	20,8	28,2	10,1	72,6
30/04/2018	31,1	43,7	10,3	61,1
01/05/2018	31,2	44,1	8,5	67,7
02/05/2018	73,6	105,0	11,6	75,6

Moyenne journalière station B1 Keryel				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
23/10/2018	52,8	73,3	12,5	74%
24/10/2018	81,6	147,4	12,3	81%
25/10/2018	156,1	349,6	9,8	83%
26/10/2018	50,1	71,3	9,8	78%
27/10/2018	16,8	22,7	5,9	77%
28/10/2018	28,3	40,2	6,9	72%
29/10/2018	26,0	37,3	6,9	73%
30/10/2018	44,0	78,2	6,0	78%
31/10/2018	51,9	75,1	10,1	83%
01/11/2018	66,2	110,4	9,1	85%
02/11/2018	60,7	129,1	7,9	82%
03/11/2018	81,7	166,3	8,6	81%
04/11/2018	57,5	84,1	11,7	79%
05/11/2018	64,5	93,0	11,6	85%
06/11/2018	142,4	237,8	11,5	90%
07/11/2018	184,4	275,0	11,7	81%
08/11/2018	154,6	227,0	11,7	80%
09/11/2018	170,4	250,2	12,0	83%
10/11/2018	284,1	423,7	12,3	87%
11/11/2018	171,9	250,5	12,2	83%
12/11/2018	132,4	192,0	12,2	84%
13/11/2018	120,4	178,6	12,5	80%
14/11/2018	81,6	119,1	11,0	90%
15/11/2018	134,0	217,3	12,7	90%
16/11/2018	131,0	224,6	12,4	90%
17/11/2018	15,3	22,6	8,6	88%
18/11/2018	12,1	17,4	5,9	77%
19/11/2018	11,1	16,3	4,0	68%
20/11/2018	10,9	15,1	1,1	81%

Moyenne journalière station B2 Kernastellec				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
22/03/2018	15,2	16,9	8,2	54,0
23/03/2018	118,2	131,3	7,8	85,3
24/03/2018	106,6	120,0	8,3	73,4
25/03/2018	29,6	32,7	7,5	80,6
26/03/2018	39,5	44,2	6,7	79,2
27/03/2018	127,0	149,7	9,5	90,5
28/03/2018	68,1	76,4	9,2	78,5
29/03/2018	60,3	67,8	6,9	75,4
30/03/2018	16,5	18,6	5,8	77,8
31/03/2018	27,5	30,9	5,6	70,9
01/04/2018	60,8	67,8	5,3	82,7
02/04/2018	82,5	91,0	9,7	86,2
03/04/2018	119,2	131,7	10,0	82,8
04/04/2018	158,3	177,0	9,5	79,4
05/04/2018	65,8	73,6	8,0	73,9
06/04/2018	58,0	64,4	10,4	73,4
07/04/2018	47,9	53,1	10,2	77,7
08/04/2018	20,0	22,3	8,9	79,6
09/04/2018	11,7	13,1	9,8	82,8
10/04/2018	25,9	28,9	9,5	77,9
11/04/2018	26,2	30,0	10,6	75,1
12/04/2018	21,2	23,4	11,2	76,4
13/04/2018	21,6	23,7	10,9	76,6
14/04/2018	14,0	15,2	11,3	76,7
15/04/2018	84,8	93,1	11,7	79,5
16/04/2018	92,5	102,7	10,8	76,1
17/04/2018	87,0	95,7	12,5	77,9
18/04/2018	31,9	35,4	15,2	64,9
19/04/2018	46,0	52,0	15,5	67,1
20/04/2018	36,0	40,4	17,3	56,8
21/04/2018	37,6	41,6	17,2	64,9
22/04/2018	31,3	34,6	12,9	78,0
23/04/2018	24,0	26,9	11,8	69,9
24/04/2018	20,2	22,4	11,2	72,2
25/04/2018	48,1	53,5	12,0	75,7
26/04/2018	47,6	53,0	10,9	69,4
27/04/2018	90,6	100,4	10,0	78,0
28/04/2018	28,7	32,1	11,3	72,2
29/04/2018	25,1	28,4	8,6	74,2
30/04/2018	25,6	28,7	9,5	58,8
01/05/2018	17,9	19,9	8,5	65,6
02/05/2018	50,5	55,7	10,3	75,1
03/05/2018	64,1	72,2	7,9	73,7

Moyenne journalière station B2 Kernastellec				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
24/10/2018	70,3	120,9	14,8	0,7
25/10/2018	54,6	117,3	9,9	0,8
26/10/2018	66,5	120,5	9,2	0,8
27/10/2018	21,3	37,1	4,7	0,8
28/10/2018	30,9	54,6	5,9	0,7
29/10/2018	31,5	54,6	6,2	0,7
30/10/2018	29,7	54,6	6,5	0,8
31/10/2018	64,6	117,9	9,6	0,8
01/11/2018	60,4	119,5	8,8	0,9
02/11/2018	24,1	43,6	8,0	0,8
03/11/2018	39,0	70,8	8,6	0,8
04/11/2018	59,8	106,5	11,3	0,8
06/11/2018	199,1	333,7	11,6	0,9
07/11/2018	203,7	352,5	10,8	0,8
08/11/2018	174,0	292,6	10,9	0,8
09/11/2018	196,3	338,5	11,0	0,9
10/11/2018	327,8	590,6	11,2	0,9
11/11/2018	209,0	362,4	11,3	0,9
12/11/2018	176,7	306,5	11,4	0,9
13/11/2018	156,5	273,4	11,2	0,9
14/11/2018	106,2	183,4	10,0	0,9
15/11/2018	174,0	456,3	10,6	0,9

Moyenne journalière station B3 Kerguen				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
22/03/2018	43,0	69,8	9,3	56,9
23/03/2018	283,0	454,2	9,4	81,9
24/03/2018	180,2	280,8	10,0	71,4
25/03/2018	43,0	59,8	9,5	77,0
26/03/2018	109,2	174,5	7,8	79,3
27/03/2018	302,8	587,3	10,6	89,5
28/03/2018	201,2	350,0	10,3	79,3
29/03/2018	147,7	241,1	8,5	75,1
30/03/2018	51,7	83,7	7,2	77,2
31/03/2018	87,1	157,2	6,8	72,8
01/04/2018	145,9	241,1	6,7	81,7
02/04/2018	229,4	365,9	11,2	83,8
03/04/2018	262,7	408,8	11,5	80,8
04/04/2018	312,9	505,6	10,9	78,4
05/04/2018	194,3	327,2	9,7	73,3
06/04/2018	173,7	275,7	11,7	73,8
07/04/2018	196,2	321,4	11,1	79,5
08/04/2018	32,5	48,3	10,7	78,1
09/04/2018	33,5	55,0	11,2	81,5
10/04/2018	87,1	137,1	10,6	78,6
11/04/2018	48,7	77,3	11,5	76,5
12/04/2018	35,7	53,9	12,0	78,2
13/04/2018	68,6	96,9	11,9	77,9
14/04/2018	47,6	68,4	12,5	77,6
15/04/2018	217,8	342,9	12,9	79,4
16/04/2018	244,6	388,2	12,7	74,8
17/04/2018	235,3	363,4	13,9	77,5
18/04/2018	116,7	189,6	16,3	66,9
19/04/2018	113,4	176,3	15,9	71,0
20/04/2018	58,9	88,6	18,0	59,7
21/04/2018	85,2	128,6	18,2	66,2
22/04/2018	157,9	289,4	13,9	80,2
23/04/2018	64,4	100,6	12,7	73,0
24/04/2018	58,7	92,2	12,3	74,9
25/04/2018	115,5	193,0	13,0	77,2
26/04/2018	142,1	231,5	12,2	71,1
27/04/2018	199,3	321,7	11,5	78,3
28/04/2018	70,8	118,9	12,2	73,0
29/04/2018	29,2	43,6	10,8	71,7
30/04/2018	46,8	73,2	10,6	62,0
01/05/2018	51,2	79,8	10,0	68,3
02/05/2018	120,8	186,6	11,7	74,9
03/05/2018	131,8	206,6	9,0	76,6

Moyenne journalière station B3 Kerguen				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
24/10/2018	66,5	97,6	15,5	0,7
25/10/2018	115,8	215,8	9,6	0,8
26/10/2018	65,1	97,4	9,2	0,8
27/10/2018	18,1	25,9	5,5	0,8
28/10/2018	26,3	38,3	6,4	0,7
29/10/2018	26,9	39,3	6,5	0,7
30/10/2018	26,3	38,9	7,0	0,7
31/10/2018	52,8	79,2	10,3	0,8
01/11/2018	49,5	74,6	9,4	0,8
02/11/2018	20,0	29,5	8,3	0,8
03/11/2018	34,9	52,9	9,8	0,8
04/11/2018	50,8	76,0	11,6	0,8
05/11/2018	54,5	81,0	10,8	0,8
06/11/2018	120,7	183,7	12,0	0,9
07/11/2018	199,4	303,8	11,7	0,8
08/11/2018	146,7	221,4	11,6	0,8
09/11/2018	170,5	263,3	11,9	0,8
10/11/2018	297,1	455,8	12,2	0,9
11/11/2018	200,5	304,8	12,2	0,8
12/11/2018	168,8	257,7	12,4	0,8
13/11/2018	143,4	218,0	12,5	0,8
14/11/2018	78,2	117,1	10,9	0,9
15/11/2018	111,7	175,7	12,3	0,9
16/11/2018	103,6	166,4	11,9	0,9
17/11/2018	13,1	19,0	8,2	0,9
18/11/2018	12,4	17,5	6,0	0,7
19/11/2018	14,4	21,1	4,1	0,6
20/11/2018	11,3	16,5	1,9	0,8

Moyenne journalière station B4 Kerham				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
22/03/2018	29,2	35,6	9,8	51,0
23/03/2018	232,0	285,7	8,9	81,3
24/03/2018	201,3	250,2	6,7	82,4
25/03/2018	30,4	35,9	8,4	74,7
26/03/2018	95,7	120,8	5,5	82,3
27/03/2018	279,6	364,1	10,0	86,2
28/03/2018	341,7	435,2	9,6	88,9
29/03/2018	148,3	182,0	9,2	69,1
30/03/2018	38,4	47,3	4,9	80,1
31/03/2018	38,5	48,7	6,8	70,8
01/04/2018	136,6	169,5	7,0	80,2
02/04/2018	152,1	185,8	11,1	80,2
03/04/2018	205,5	249,5	11,0	77,6
04/04/2018	270,2	335,3	10,0	79,7
05/04/2018	147,8	185,0	9,1	71,8
06/04/2018	132,0	160,9	11,0	72,8
07/04/2018	185,6	230,8	10,0	79,6
08/04/2018	32,4	39,5	9,4	78,4
09/04/2018	26,7	32,8	10,1	82,7
10/04/2018	71,9	87,8	9,8	78,0
11/04/2018	58,5	72,3	10,4	76,8
12/04/2018	34,8	42,4	10,6	79,8
13/04/2018	60,8	72,3	11,0	77,6
14/04/2018	46,3	54,8	11,6	76,6
15/04/2018	172,4	209,8	12,1	79,4
16/04/2018	204,3	249,8	12,2	74,0
17/04/2018	199,1	241,1	13,3	75,9
18/04/2018	77,6	94,0	15,5	65,6
19/04/2018	120,6	150,4	14,6	70,2
20/04/2018	49,2	59,3	17,3	58,8
21/04/2018	57,8	69,0	17,7	65,2
22/04/2018	114,2	145,3	12,4	81,2
23/04/2018	46,1	56,7	12,0	70,7
24/04/2018	45,6	55,9	10,9	75,0
25/04/2018	82,3	101,4	12,4	74,8
26/04/2018	102,2	124,9	11,1	70,3
27/04/2018	158,3	194,5	10,4	79,8
28/04/2018	60,6	75,3	11,3	72,5
29/04/2018	20,5	24,6	9,4	73,4
30/04/2018	33,9	42,1	9,5	60,7
01/05/2018	40,6	50,0	8,9	67,7
02/05/2018	102,7	127,6	10,5	75,9
03/05/2018	98,0	120,9	6,9	78,9

Moyenne journalière station B4 Kerham				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
24/10/2018	81,9	167,6	15,0	0,7
25/10/2018	100,8	391,1	9,4	0,8
26/10/2018	78,0	164,6	9,6	0,8
27/10/2018	21,4	41,2	5,7	0,8
28/10/2018	30,0	61,9	6,7	0,7
29/10/2018	39,6	84,2	7,0	0,7
30/10/2018	33,4	71,4	7,0	0,7
31/10/2018	68,0	144,0	10,8	0,8
01/11/2018	62,3	139,3	9,3	0,9
02/11/2018	24,9	52,5	9,0	0,8
03/11/2018	45,6	98,1	10,0	0,8
04/11/2018	68,3	145,9	11,4	0,8

Moyenne journalière station B5 Keryan				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
22/03/2018	9,7	12,6	9,7	54,7
23/03/2018	75,1	100,2	9,4	83,6
24/03/2018	48,1	63,5	10,4	71,2
25/03/2018	10,6	13,2	9,3	78,6
26/03/2018	26,0	35,2	7,6	79,4
27/03/2018	82,1	116,6	11,1	88,4
28/03/2018	56,4	76,8	10,8	77,2
29/03/2018	34,9	46,0	8,6	74,8
30/03/2018	13,2	17,5	7,7	76,4
31/03/2018	16,1	21,2	7,0	71,6
01/04/2018	34,1	45,1	6,2	84,5
02/04/2018	56,5	74,6	11,2	85,4
03/04/2018	75,5	100,9	11,5	82,1
04/04/2018	76,9	103,0	11,8	76,6
05/04/2018	44,1	58,7	9,7	72,1
06/04/2018	35,3	45,4	11,7	72,8
07/04/2018	33,6	43,3	11,1	79,2
08/04/2018	9,1	11,5	10,5	79,0
09/04/2018	5,7	7,4	11,2	81,8
10/04/2018	17,6	22,9	10,7	78,6
11/04/2018	9,6	12,3	11,7	76,3
12/04/2018	7,0	9,0	11,8	79,0
13/04/2018	14,8	18,5	12,1	77,0
14/04/2018	11,6	14,5	12,3	77,3
15/04/2018	52,2	68,3	13,2	78,7
16/04/2018	61,1	80,5	12,7	74,3
17/04/2018	62,2	81,9	13,9	77,3
18/04/2018	24,1	32,0	16,6	64,4
19/04/2018	25,6	34,2	15,4	70,0
20/04/2018	15,8	20,8	18,2	58,5
21/04/2018	21,9	28,7	18,0	66,4
22/04/2018	37,1	51,7	13,6	81,1
23/04/2018	13,1	16,7	13,6	68,8
24/04/2018	13,2	17,2	11,9	75,0
25/04/2018	25,7	33,8	13,9	73,0
26/04/2018	32,9	43,3	12,4	69,0
27/04/2018	53,2	70,5	11,6	78,0
28/04/2018	17,0	22,7	12,7	70,5
29/04/2018	6,6	8,3	10,7	71,9
30/04/2018	10,3	13,2	11,3	57,5
01/05/2018	13,0	17,4	9,4	67,6
02/05/2018	34,3	46,4	11,6	74,7
03/05/2018	29,8	39,4	7,8	79,3

Moyenne journalière station B5 Keryan				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
24/10/2018	59,9	107,4	13,9	0,7
25/10/2018	64,3	142,9	8,6	0,7
26/10/2018	57,5	104,6	8,5	0,7
27/10/2018	14,0	22,0	4,9	0,7
28/10/2018	20,6	33,4	6,1	0,7
29/10/2018	21,6	35,9	5,9	0,7
30/10/2018	23,2	40,5	6,0	0,7
31/10/2018	44,2	74,6	9,7	0,7
01/11/2018	42,6	74,3	8,9	0,7
02/11/2018	13,0	22,2	7,4	0,7
03/11/2018	27,1	46,0	9,2	0,7
04/11/2018	41,2	69,9	11,6	0,7
05/11/2018	47,4	78,8	10,8	0,7
06/11/2018	103,8	177,2	11,6	0,8
07/11/2018	150,7	252,1	11,4	0,7
08/11/2018	118,6	199,3	11,5	0,7
09/11/2018	144,3	242,5	11,6	0,7
10/11/2018	241,1	420,6	11,9	0,7
11/11/2018	156,8	267,8	12,0	0,7
12/11/2018	133,8	229,0	12,1	0,7
13/11/2018	142,9	255,4	12,3	0,7
14/11/2018	71,5	122,8	10,8	0,8
15/11/2018	77,0	134,0	12,5	0,8
16/11/2018	68,8	122,8	12,1	0,8
17/11/2018	10,4	16,6	8,2	0,8
18/11/2018	9,2	14,2	5,9	0,7
19/11/2018	7,0	10,8	3,9	0,6
20/11/2018	9,8	15,5	0,9	0,7

Moyenne journalière station B6 Lannenc				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
22/03/2018	16,3	22,1	9,7	49,9
23/03/2018	121,0	164,3	9,4	78,6
24/03/2018	95,7	129,5	9,5	71,2
25/03/2018	23,1	29,4	9,2	75,4
26/03/2018	41,1	55,8	8,0	74,2
27/03/2018	86,7	125,3	11,2	83,9
28/03/2018	78,6	108,6	10,8	74,1
29/03/2018	59,1	81,0	8,6	71,2
30/03/2018	20,9	28,5	7,7	72,8
31/03/2018	35,6	49,8	7,1	67,5
01/04/2018	62,5	87,0	6,1	79,2
02/04/2018	96,5	131,9	11,3	81,9
03/04/2018	128,6	174,1	11,6	78,6
04/04/2018	142,7	192,8	11,2	75,2
05/04/2018	87,3	123,2	10,0	67,8
06/04/2018	71,1	96,8	12,2	68,1
07/04/2018	73,3	101,4	11,3	74,7
08/04/2018	18,4	24,6	10,4	75,8
09/04/2018	10,8	14,6	11,2	78,8
10/04/2018	32,4	44,2	11,2	73,6
11/04/2018	19,0	25,8	11,4	72,8
12/04/2018	13,8	18,6	12,0	74,7
13/04/2018	27,9	35,3	12,1	74,0
14/04/2018	21,9	28,2	12,5	73,9
15/04/2018	94,7	126,9	13,2	75,0
16/04/2018	113,4	155,1	12,8	70,6
17/04/2018	105,3	142,0	14,3	72,2
18/04/2018	36,6	49,3	17,1	60,7
19/04/2018	46,8	64,9	16,1	65,1
20/04/2018	27,7	37,1	18,3	56,6
21/04/2018	35,4	47,2	18,7	61,3
22/04/2018	50,1	71,6	13,4	77,3
23/04/2018	20,8	28,2	13,3	66,4
24/04/2018	21,7	29,7	11,7	70,5
25/04/2018	41,6	56,2	13,8	70,4
26/04/2018	59,1	82,2	11,9	66,7
27/04/2018	83,6	112,2	11,4	75,3
28/04/2018	29,0	40,2	12,6	67,9
29/04/2018	12,8	16,7	10,5	69,3
30/04/2018	20,7	27,9	10,9	56,1
01/05/2018	19,3	26,2	9,1	63,4
02/05/2018	49,4	66,6	11,6	71,8
03/05/2018	55,6	76,7	8,9	71,7

Moyenne journalière station B6 Lannec				
Date	PM2.5 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	PM10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	T° (°C)	RH (%)
23/10/2018	38,3	102,3	10,3	0,8
24/10/2018	43,9	105,4	11,0	0,8
06/11/2018	33,7	71,8	11,8	0,0
07/11/2018	33,3	70,8	11,1	
08/11/2018	28,6	60,7	11,1	
09/11/2018	33,3	72,2	11,3	
10/11/2018	52,8	114,6	11,5	
11/11/2018	33,4	70,2	11,6	
12/11/2018	27,3	56,6	11,7	
13/11/2018	24,8	52,6	11,8	
14/11/2018	16,6	36,3	10,6	
15/11/2018	16,8	36,1	12,2	
16/11/2018	14,2	30,7	11,9	
17/11/2018	2,5	4,9	8,1	
18/11/2018	2,6	4,7	5,2	
19/11/2018	1,9	3,6	3,2	
20/11/2018	2,6	4,5	0,1	

ANNEXES D – DETAIL DES MESURES JOURNALIERE DES POUSSIERES PM10 VIA LA METHODE GRAVIMETRIQUE

D.1. DETAIL DES CONCENTRATIONS DE POUSSIÈRES PM10 SUR LA STATION B1

Référence	Date et heure de début	Date et heure de fin	Volume prélevé (m³)	Masse initiale (mg)		Masse finale (mg)		Masse moyenne corrigée (µg)	Concentration (µg/m³)
				Série 1	Série 2	Série 1	Série 2		
3SNJ057	23/10/2018 18:00	24/10/18 18:00	55,03	63,48	63,48	63,75	63,74	651,7	12
3SNJ058	24/10/2018 18:00	25/10/18 18:00	55,13	63,43	63,44	63,56	63,57	516,7	9
3SNJ059	25/10/2018 18:00	26/10/18 18:00	55,14	63,75	63,76	63,91	63,92	546,7	10
3SNJ060	26/10/2018 18:00	27/10/18 18:00	55,14	64,01	64,02	63,78	63,79	156,7	3
3SNJ061	27/10/2018 18:00	28/10/18 18:00	55,13	63,84	63,85	63,61	63,63	161,7	3
3SNJ062	28/10/2018 18:00	29/10/18 18:00	55,13	63,64	63,65	63,65	63,66	396,7	7
3SNJ063	29/10/2018 18:00	30/10/18 18:00	55,14	63,71	63,7	63,72	63,7	391,7	7
3SNJ064	30/10/2018 18:00	31/10/18 18:00	55,13	64,21	64,22	64,52	64,53	696,7	13
3SNJ065	31/10/2018 18:00	1/11/18 18:00	55,13	63,63	63,64	63,81	63,82	566,7	10
3SNJ066	01/11/2018 18:00	2/11/18 18:00	55,13	63,62	63,61	63,72	63,73	496,7	9
3SNJ067	02/11/2018 18:00	3/11/18 18:00	55,13	63,71	63,7	64,38	64,39	1066,7	19
3SNJ068	03/11/2018 18:00	4/11/18 18:00	55,13	64,11	64,12	64,33	64,34	606,7	11
3SNJ069	04/11/2018 18:00	5/11/18 18:00	55,13	63,33	63,34	63,9	63,91	956,7	17
3SNJ070	05/11/2018 18:00	6/11/18 14:50	47,86	64,25	64,26	64,06	64,07	196,7	4
3SNJ125	06/11/2018 17:30	7/11/18 17:30	55,18	147,17	147,18	148,12	148,14	1341,7	24
3SNJ126	07/11/2018 17:30	8/11/18 17:30	55,12	146,61	146,62	147,34	147,36	1121,7	20
3SNJ127	08/11/2018 17:30	9/11/18 17:30	55,14	146,82	146,83	147,77	147,78	1356,7	24
3SNJ128	09/11/2018 17:30	10/11/18 17:30	55,14	146,28	146,29	147,61	147,61	1711,7	31
3SNJ129	10/11/2018 17:30	11/11/18 17:30	55,13	146,67	146,68	147,75	147,77	1471,7	27
3SNJ130	11/11/2018 17:30	12/11/18 17:30	55,15	145,72	145,73	146,63	146,63	1291,7	23
3SNJ131	12/11/2018 17:30	13/11/18 17:30	55,13	146,12	146,13	147,18	147,19	1446,7	26
3SNJ098	13/11/2018 17:30	14/11/18 17:30	55,14	23,38	23,37	24,14	24,15	1156,7	21
3SNJ099	14/11/2018 17:30	15/11/18 17:30	55,14	21,88	21,89	22,71	22,72	1216,7	22
3SNJ100	15/11/2018 17:30	16/11/18 17:30	55,14	21,01	21,02	22,23	22,24	1606,7	29
3SNJ101	16/11/2018 17:30	17/11/18 17:30	55,13	22	22,01	22,65	22,67	1041,7	19
3SNJ102	17/11/2018 17:30	18/11/18 17:30	55,13	20,83	20,84	22,65	22,67	2211,7	40
3SNJ103	18/11/2018 17:30	19/11/18 17:30	55,13	21,45	21,46	22,3	22,32	1241,7	23
3SNJ104	19/11/2018 17:30	20/11/18 15:40	50,91	22,21	22,22	22,92	22,94	1101,7	22

D.2. DETAIL DES CONCENTRATIONS DE POUSSIÈRES PM10 SUR LA STATION B3

Référence	Date et heure de fin	Masse initiale (mg)	Masse finale (mg)
-----------	----------------------	---------------------	-------------------

	Date et heure de début	Volume prélevé (m ³)				Série 1		Série 2		Série 1	Série 2	Masse moyenne corrigée (µg)	Concentration (µg/m ³)
3SNJ072	23/10/2018 18:00	24/10/18 18:00	55,17	63,76	63,77	64,12	64,11	736,7	13				
3SNJ073	24/10/2018 18:00	25/10/18 18:00	55,13	63,63	63,64	63,82	63,81	566,7	10				
3SNJ074	25/10/2018 18:00	26/10/18 18:00	55,13	64,31	64,3	64,58	64,59	666,7	12				
3SNJ075	26/10/2018 18:00	27/10/18 18:00	55,14	63,79	63,8	63,67	63,68	266,7	5				
3SNJ076	27/10/2018 18:00	28/10/18 18:00	55,13	63,84	63,85	63,61	63,62	156,7	3				
3SNJ077	28/10/2018 18:00	29/10/18 18:00	55,14	63,78	63,79	63,87	63,88	476,7	9				
3SNJ078	29/10/2018 18:00	30/10/18 18:00	55,13	64,12	64,13	64,18	64,19	446,7	8				
3SNJ079	30/10/2018 18:00	31/10/18 18:00	55,15	63,51	63,52	63,75	63,76	626,7	11				
3SNJ080	31/10/2018 18:00	1/11/18 18:00	55,13	64,31	64,31	64,33	64,34	411,7	7				
3SNJ081	01/11/2018 18:00	2/11/18 18:00	55,13	63,92	63,92	63,83	63,84	301,7	5				
3SNJ082	02/11/2018 18:00	3/11/18 18:00	55,14	63,8	63,81	64,11	64,11	691,7	13				
3SNJ083	03/11/2018 18:00	4/11/18 18:00	55,15	63,81	63,82	63,78	63,79	356,7	6				
3SNJ084	04/11/2018 18:00	5/11/18 18:00	55,12	64,43	64,44	64,62	64,63	576,7	10				
3SNJ085	05/11/2018 18:00	6/11/18 15:30	47,4	63,96	63,95	63,86	63,84	281,7	6				
3SNJ117	06/11/2018 17:30	7/11/18 17:30	55,18	147,17	147,16	148,28	148,29	1506,7	27				
3SNJ118	07/11/2018 17:30	8/11/18 17:30	55,13	145,81	145,8	147,06	147,06	1641,7	30				
3SNJ119	08/11/2018 17:30	9/11/18 17:30	55,13	146,79	146,8	147,78	147,8	1381,7	25				
3SNJ120	09/11/2018 17:30	10/11/18 17:30	55,15	146,13	146,13	147,7	147,71	1961,7	36				
3SNJ121	10/11/2018 17:30	11/11/18 17:30	55,13	144,11	144,12	145,4	145,41	1676,7	30				
3SNJ122	11/11/2018 17:30	12/11/18 17:30	55,13	146,38	146,69	147,69	147,71	1551,7	28				
3SNJ123	12/11/2018 17:30	13/11/18 17:30	55,13	146,2	147,28	147,28	147,3	936,7	17				
3SNJ090	13/11/2018 17:30	14/11/18 17:30	55,13	22,43	22,42	23,2	23,22	1171,7	21				
3SNJ091	14/11/2018 17:30	15/11/18 17:30	55,14	20,98	20,97	21,71	21,72	1126,7	20				
3SNJ092	15/11/2018 17:30	16/11/18 17:30	55,14	23,34	23,35	24,55	24,56	1596,7	29				
3SNJ093	16/11/2018 17:30	17/11/18 17:30	55,13	22,67	22,66	23,25	23,27	981,7	18				
3SNJ094	17/11/2018 17:30	18/11/18 17:30	55,14	20,66	20,66	21,58	21,6	1316,7	24				
3SNJ095	18/11/2018 17:30	19/11/18 17:30	55,13	24,75	24,76	25,52	25,54	1161,7	21				
3SNJ096	19/11/2018 17:30	20/11/18 16:15	52,28	23,77	23,78	24,53	24,55	1151,7	21				

Référence	Date et heure de début	Date et heure de fin	Volume prélevé (m ³)	Masse initiale (mg)		Masse finale (mg)		Masse moyenne corrigée (µg)	Concentration (µg/m ³)	Argantique
				Série 1	Série 2	Série 1	Série 2			
3SNJ042	23/10/2018 18:00	24/10/18 18:00	55,17	63,93	63,94	64,15	64,16	606,7	11	
3SNJ043	24/10/2018 18:00	25/10/18 18:00	55,13	63,77	63,76	63,92	63,93	546,7	10	
3SNJ044	25/10/2018 18:00	26/10/18 18:00	55,13	63,58	63,58	63,8	63,81	611,7	11	
3SNJ045	26/10/2018 18:00	27/10/18 18:00	55,14	63,67	63,68	63,5	63,49	206,7	4	
3SNJ046	27/10/2018 18:00	28/10/18 18:00	55,13	64,04	64,05	63,92	63,91	256,7	5	
3SNJ047	28/10/2018 18:00	29/10/18 18:00	55,14	63,75	63,76	63,76	63,75	386,7	7	
3SNJ048	29/10/2018 18:00	30/10/18 18:00	55,13	63,61	63,6	63,71	63,7	486,7	9	
3SNJ049	30/10/2018 18:00	31/10/18 18:00	55,15	63,76	63,75	63,81	63,82	446,7	8	
3SNJ050	31/10/2018 18:00	1/11/18 18:00	55,13	63,77	63,76	63,83	63,84	456,7	8	
3SNJ051	01/11/2018 18:00	2/11/18 18:00	55,13	63,31	63,32	63,32	63,33	396,7	7	
3SNJ052	02/11/2018 18:00	3/11/18 18:00	55,14	64,05	64,06	64,32	64,33	656,7	12	
3SNJ053	03/11/2018 18:00	4/11/18 18:00	55,15	63,82	63,83	63,97	63,98	536,7	10	
3SNJ054	04/11/2018 18:00	5/11/18 18:00	55,12	63,63	63,64	64,05	64,05	801,7	15	
3SNJ055	05/11/2018 18:00	6/11/18 14:38	47,4	63,65	63,64	63,74	63,75	486,7	10	
3SNJ133	06/11/2018 17:30	7/11/18 17:30	55,18	146,95	146,96	148,14	148,15	1576,7	29	
3SNJ134	07/11/2018 17:30	8/11/18 17:30	55,12	147,31	147,32	148,54	148,56	1621,7	29	
3SNJ135	08/11/2018 17:30	9/11/18 17:30	55,14	146,33	146,32	147,28	147,3	1351,7	25	
3SNJ136	09/11/2018 17:30	10/11/18 17:30	55,14	146,17	146,18	147,67	147,69	1891,7	34	
3SNJ137	10/11/2018 17:30	11/11/18 17:30	55,14	146,96	146,97	148,12	148,14	1551,7	28	
3SNJ138	11/11/2018 17:30	12/11/18 17:30	55,13	147,7	147,71	148,64	148,66	1331,7	24	
3SNJ139	12/11/2018 17:30	13/11/18 17:30	55,14	147,29	147,3	148,18	148,2	1281,7	23	
3SNJ106	13/11/2018 17:30	14/11/18 17:30	55,13	22,47	22,48	23,54	23,55	1456,7	26	
3SNJ107	14/11/2018 17:30	15/11/18 17:30	55,14	22,48	22,49	23,33	23,34	1236,7	22	
3SNJ108	15/11/2018 17:30	16/11/18 17:30	55,13	21,05	21,06	22,15	22,17	1491,7	27	
3SNJ109	16/11/2018 17:30	17/11/18 17:30	55,14	24,13	24,14	24,74	24,76	1001,7	18	
3SNJ110	17/11/2018 17:30	18/11/18 17:30	55,13	21,57	21,58	22,42	22,43	1236,7	22	
3SNJ111	18/11/2018 17:30	19/11/18 17:30	55,14	21,54	21,55	22,21	22,23	1061,7	19	
3SNJ112	19/11/2018 17:30	20/11/18 17:30	55,13	23,99	24	24,5	24,51	896,7	18	

DETAIL DES CONCENTRATIONS DE POUSSIÈRES PM10 SUR LA STATION B6

ANNEXE E – BORDEREAUX D'ANALYSE DE LA SILICE CRISTALLINE

Page 1/8



**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS**

EVADIES
Monsieur Nicolas PANIZZOLI
9 Rue Principale
54470 BOUILLONVILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : **18E148700**

Version du : 17/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-187298-01

Date de réception : 13/12/2018

Référence Dossier :

Référence Commande : 7618

Coordinateur de projet client : Camille Lincker / Camille.Lincker@eurofins.com / +33 3 88 02 51 80

N° Ech	Matrice	Référence échantillon
001	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ088
002	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ089
003	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ090
004	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ091
005	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ092
006	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ093
007	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ094
008	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ095
009	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ096
010	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ098
011	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ099
012	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ100
013	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ101
014	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ102
015	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ103
016	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ104
017	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ106
018	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ107
019	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ108
020	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ109
021	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ110
022	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ111
023	Air lieux de travail	(AIT) 3SNJ112



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E148700

Version du : 17/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-187298-01

Date de réception : 13/12/2018

Référence Dossier :

Référence Commande : 7618

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

N°	Echantillon	001	002	003	004	005	006
3SNJ088	AIT	3SNJ088	3SNJ089	3SNJ090	3SNJ091	3SNJ092	3SNJ093
13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018

Analyse de la silice cristalline

LSASZ : Quartz quantitatif par DRX sur filtre

Quartz quantitatif par DRX sur filtre

µg

Limite de quantification du dosage de Quartz

µg

LSRFJ : Cristobalite quantitative par DRX sur filtre

Résultat du dosage de la cristobalite

µg

Limite de quantification du dosage de Cristobalite

µg

LSRFI : Identification Tridymite par

DRX sur filtre

µg

001	002	003	004	005	006
<4	<4	<4	5	9	12
4	4	4	4	4	4
<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00	<7,00
7	7	7	7	7	7
Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence



**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
 FRANCE SAS**

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : **18E148700**

Version du : 17/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-187298-01

Date de réception : 13/12/2018

Référence Dossier :

Référence Commande : 7618

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

007 3SNJ094 AIT	008 3SNJ095 AIT	009 3SNJ096 AIT	010 3SNJ098 AIT	011 3SNJ099 AIT	012 3SNJ100 AIT
13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018

Analyse de la silice cristalline

LSASZ : Quartz quantitatif par DRX sur filtre

Quartz quantitatif par DRX sur filtre

µg

Limite de quantification du dosage de Quartz

µg

LSRFJ : Cristobalite quantitative par DRX sur filtre

Résultat du dosage de la cristobalite

µg

Limite de quantification du dosage de Cristobalite

µg

LSRFI : Identification Tridymite par

DRX sur filtre

µg

* <4	* 10	* 19	* 4	* 5	* 20
4	4	4	4	4	4
* <7,00	* <7,00	* <7,00	* <7,00	* <7,00	* <7,00
7	7	7	7	7	7
* Absence	* Absence	* Absence	* Absence	* Absence	* Absence



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E148700

Version du : 17/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-187298-01

Date de réception : 13/12/2018

Référence Dossier :

Référence Commande : 7618

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

019 3SNJ108 AIT	020 3SNJ109 AIT	021 3SNJ110 AIT	022 3SNJ111 AIT	023 3SNJ112 AIT
13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018	13/12/2018

Analyse de la silice cristalline

LSASZ : Quartz quantitatif par DRX sur filtre

Quartz quantitatif par DRX sur filtre

µg

Limite de quantification du dosage de Quartz

µg

LSRFJ : Cristobalite quantitative par DRX sur filtre

Résultat du dosage de la cristobalite

µg

Limite de quantification du dosage de Cristobalite

µg

LSRFI : Identification Tridymite par DRX sur filtre

µg

D : détecté / ND : non détecté

*	14	*	<4	*	9	*	5	*	11
*	4	*	4	*	4	*	4	*	4
*	<7,00	*	<7,00	*	<7,00	*	<7,00	*	<7,00
*	7	*	7	*	7	*	7	*	7
*	Absence	*	Absence	*	Absence	*	Absence	*	Absence

La reproduction de ce document n'est autorisée que sous sa forme intégrale. Il comporte 8 page(s). Le présent rapport ne concerne que les objets soumis à l'essai.

Seules certaines prestations rapportées dans ce document sont couvertes par l'accréditation. Elles sont identifiées par le symbole *.

L'information relative au seuil de détection d'un paramètre n'est pas couverte par l'accréditation Cofrac.

Les résultats précédés du signe < correspondent aux limites de quantification, elles sont la responsabilité du laboratoire et fonction de la matrice.

Tous les éléments de traçabilité sont disponibles sur demande.

Pour les résultats issus d'une sous-traitance, les rapports émis par des laboratoires accrédités sont disponibles sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé de l'environnement - se reporter à la liste des laboratoires sur le site internet de gestion des agréments du ministère chargé de l'environnement : <http://www.labeau.ecologie.gouv.fr>

Laboratoire agréé pour la réalisation des prélèvements et des analyses terrains et/ou des analyses des paramètres du contrôle sanitaire des eaux - portée détaillée de l'agrément disponible sur demande.

Laboratoire agréé par le ministre chargé des installations classées conformément à l'arrêté du 11 Mars 2010. Mention des types d'analyses pour lesquels l'agrément a été délivré sur : www.eurofins.fr ou disponible sur demande.



**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS**

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 18E148700

Version du : 17/12/2018

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-187298-01

Date de réception : 13/12/2018

Référence Dossier :

Référence Commande : 7618

Camille Lincker
Coordinateur Projets Clients



Annexe technique

Dossier N° : 18E148700

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-187298-01

Émetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande :

Air lieux de travail

Code	Analyse	Principe et référence de la méthode	LQI	Unité	Prestation réalisée sur le site de :
LSA5Z	Quartz quantitatif par DRX sur filtre Quartz quantitatif par DRX sur filtre Limite de quantification du dosage de Quartz	Diffraction des rayons X (XRD) - NF X 43-296	4	µg µg	Eurofins Analyse pour l'Environnement France
LSRFI	Identification Tridymite par DRX sur filtre	Diffraction des rayons X (XRD) [Identification par diffractométrie de rayons X] - NF X 43-296		µg	
LSRFJ	Cristobalite quantitative par DRX sur filtre Résultat du dosage de la cristobalite Limite de quantification du dosage de Cristobalite	Diffraction des rayons X (XRD) [Diffractométrie de rayons X] - NF X 43-296	7	µg µg	



**EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT
FRANCE SAS**

Annexe de traçabilité des échantillons

Cette traçabilité recense les flacons des échantillons scannés dans EOL sur le terrain avant envoi au laboratoire

Dossier N° : 18E148700

N° de rapport d'analyse : AR-18-LK-187298-01

Emetteur :

Commande EOL :

Nom projet :

Référence commande : 7618

Air lieux de travail

Référence Eurofins	Référence Client	Date&Heure Prélèvement	Code-barre	Nom flacon
18E148700-001	3SNU088			
18E148700-002	3SNU089			
18E148700-003	3SNU090			
18E148700-004	3SNU091			
18E148700-005	3SNU092			
18E148700-006	3SNU093			
18E148700-007	3SNU094			
18E148700-008	3SNU095			
18E148700-009	3SNU096			
18E148700-010	3SNU098			
18E148700-011	3SNU099			
18E148700-012	3SNU100			
18E148700-013	3SNU101			
18E148700-014	3SNU102			
18E148700-015	3SNU103			
18E148700-016	3SNU104			
18E148700-017	3SNU106			
18E148700-018	3SNU107			
18E148700-019	3SNU108			
18E148700-020	3SNU109			
18E148700-021	3SNU110			
18E148700-022	3SNU111			
18E148700-023	3SNU112			

ANNEXES F – BORDEREaux D'ANALYSES DES ANIONS ET CATIONS



4, rue de Bert-lès-Origues
ZAC de Grimaud / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Téléphone : 03 87 50 60 70
Télécopie : 03 87 50 81 31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES 3SNL006_CAT_R1

EVADIES

Monsieur Nicolas PANIZZOLI
9, rue Principale

54470 - BOUILLONVILLE

Vos références : N°7318 du 22/11/2018

Echantillon reçu le : 23/11/2018

Analyse effectuée le : 07/12/2018

Norme : Méthode interne

Technique : C_I

Matrice: Air ambiant - filtre
Nature du support : (Quantz)
Présence de filtre vierge de laboratoire : (Non communiqué)
Présence de filtre vierge de terrain : (Non communiqué)

Date	Description	Validé par
10/12/2018	Rapport final	Aline LANGENFELD <i>Aline Langenfeld</i>

Référence externe : 3SNJ113 Référence interne : 3SNK117	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	111

Référence externe : 3SNJ116 Référence interne : 3SNK118	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	122

Référence externe : 3SNJ117 Référence interne : 3SNK119	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	457

Référence externe : 3SNJ118 Référence interne : 3SNK120	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	537

Référence externe : 3SNJ119 Référence interne : 3SNK121	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	366

Référence externe : 3SNJ120 Référence interne : 3SNK122	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	602

Référence externe : 3SNJ121 Référence interne : 3SNK123	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	574

Référence externe : 3SNJ122 Référence interne : 3SNK124	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	542

Référence externe : 3SNJ123 Référence interne : 3SNK125	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	474

Référence externe : 3SNJ125 Référence interne : 3SNK126	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	421

Référence externe : 3SNJ126 Référence interne : 3SNK127	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	406

Référence externe : 3SNJ127 Référence interne : 3SNK128	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	408

Référence externe : 3SNJ128 Référence interne : 3SNK129	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	527

Référence externe : 3SNJI29 Référence interne : 3SNK130	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	477

Référence externe : 3SNJI30 Référence interne : 3SNK131	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	367

Référence externe : 3SNJI31 Référence interne : 3SNK132	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	327

Référence externe : 3SNJI33 Référence interne : 3SNK133	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	491

Référence externe : 3SNJI34 Référence interne : 3SNK134	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	532

Référence externe : 3SNJI35 Référence interne : 3SNK135	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	415



Référence externe : 3SNJ136 Référence interne : 3SNK136	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	572

Référence externe : 3SNJ137 Référence interne : 3SNK137	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	585

Référence externe : 3SNJ138 Référence interne : 3SNK138	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	422

Référence externe : 3SNJ139 Référence interne : 3SNK139	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Na+	437





4, rue de Bert-les-Origues
ZAC de Grimaud / BP 40 010
57 070 SAINT JULIEN-LES-METZ
Telephone : 03 87 50 60 70
Telecopie : 03 87 50 81 31
contact@mp-tech.net
www.mp-tech.net

RAPPORT D'ANALYSES 3SNL007_ANI_R1

EVADIES
Monsieur Nicolas PANIZZOLI
9, rue Principale

54470 - BOUILLONVILLE

Vos références : N°7318 du 22/11/2018

Echantillon reçu le : 23/11/2018

Analyse effectuée le : 06/12/2018

Norme : Méthode interne

Technique : C_I_A

Matrice: Air ambiant - filtre
Nature du support : (Quartz)
Présence de filtre vierge de laboratoire : (Non communiqué)
Présence de filtre vierge de terrain : (Non communiqué)

Date	Description	Validé par
10/12/2018	Rapport final	Aline LANGENFELD 

Référence externe : 3SNJ113
Référence interne : 3SNK117

Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	<10
SO42-	<10

Référence externe : 3SNJ116
Référence interne : 3SNK118

Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	<10
SO42-	<10

Référence externe : 3SNJ117
Référence interne : 3SNK119

Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	372
SO42-	58.8

Référence externe : 3SNJ118
Référence interne : 3SNK120

Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	447
SO42-	70.9

Référence externe : 3SNJ119
Référence interne : 3SNK121

Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	390
SO42-	69.5

Référence externe : 3SNJ120
Référence interne : 3SNK122

Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	618
SO42-	93.6

Référence externe : 3SNJ121 Référence interne : 3SNK123	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	462
SO42-	67.4

Référence externe : 3SNJ122 Référence interne : 3SNK124	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	484
SO42-	76

Référence externe : 3SNJ123 Référence interne : 3SNK125	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	436
SO42-	69.5

Référence externe : 3SNJ125 Référence interne : 3SNK126	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	322
SO42-	51.9

Référence externe : 3SNJ126 Référence interne : 3SNK127	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	418
SO42-	68.9



Référence externe : 3SNJ127	
Référence interne : 3SNK128	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	264
SO42-	49.2

Référence externe : 3SNJ128	
Référence interne : 3SNK129	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	481
SO42-	73.9

Référence externe : 3SNJ129	
Référence interne : 3SNK130	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	358
SO42-	53.8

Référence externe : 3SNJ130	
Référence interne : 3SNK131	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	287
SO42-	48.8

Référence externe : 3SNJ131	
Référence interne : 3SNK132	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	333
SO42-	55.3



Référence externe : 3SNJI33 Référence interne : 3SNKI33	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	398
SO42-	61.9

Référence externe : 3SNJI34 Référence interne : 3SNKI34	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	428
SO42-	69

Référence externe : 3SNJI35 Référence interne : 3SNKI35	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	299
SO42-	52.8

Référence externe : 3SNJI36 Référence interne : 3SNKI36	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	565
SO42-	86.1

Référence externe : 3SNJI37 Référence interne : 3SNKI37	
Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	336
SO42-	50



Référence externe : 3SNJI138
Référence interne : 3SNK138

Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	380
SO42-	61.8

Référence externe : 3SNJI139
Référence interne : 3SNK139

Eléments	Concentration en µg/filtre
Cl-	305
SO42-	50.4

Légende:

< Valeur(caractère simple) : valeur inférieure à la limite de quantification





EVALUATION DE L'IMPACT DES EMISSIONS DE POUSSIERES DANS L'ENVIRONNEMENT DE LA CARRIERE KERGANTIC A PLOEMEUR

Mesures des PM10 et PM2,5

Rapport 6420

Adressé le 27 octobre 2020



Evaluation & Diagnostic

Impact / Environnement / Santé

Bureau d'expertise en santé environnementale

EVADIES • 9, rue principale 54 470 BOUILLONVILLE • Tél : 06 64 87 93 17

Courriel : remi.merlen@evadies.fr

N° Siret : 821 717 501 00018 • A.P.E. : 7120 B

SARL au capital de 10 000 €

EVALUATION DE L'IMPACT DES EMISSIONS DE POUSSIERES DANS L'ENVIRONNEMENT DE LA CARRIERE KERGANTIC A PLOEMEUR

Mesures des PM10




RAPPORT 6420

Rapport destiné à J. LECHENAULT
Responsable Carrières Kaolins de Bretagne

Imerys Ceramics France
Lanvrian
56276 Ploemeur



Référence commandes : 2109449 & 2197590

Version	Date	Rédaction	Vérification	Validation
1.0.	27/10/2020	P. BAUSCH 	S. CHAROLLAIS 	R. MERLEN 

Pour nous joindre :

EVADIES • 9, rue principale 54 470 BOUILLONVILLE

Pierre BAUSCH
Tél : 06 59 74 33 19
Courriel : pierre.bausch@evadies.fr

Rémi MERLEN
Tél : 06 64 87 93 17
Courriel : remi.merlen@evadies.fr

Avertissement

Ce rapport d'étude est la propriété du bureau d'expertise EVADIES. Il ne peut être reproduit, tout ou partie, sans l'autorisation écrite d'EVADIES.

Toute utilisation de ce rapport et/ou de ces données doit faire référence à EVADIES. EVADIES ne saurait être tenu pour responsable des événements pouvant résulter de l'interprétation et/ou de l'utilisation des informations faites par un tiers.

TABLES DES MATIERES

1. CONTEXTE ET DEMARCHE DE L'ETUDE	5
2. SOURCES D'INFORMATION	6
3. LE PLAN D'ECHANTILLONNAGE MIS EN ŒUVRE	6
3.1. DUREE ET PERIODE DE MESURES	6
3.2. CHOIX DES POLLUANTS TRACEURS	6
3.3. METHODOLOGIE DE MESURES	6
3.4. DEFINITION DES STATIONS DE MESURES.....	7
4. ACTIVITES DU SITE SUR LA PERIODE DE MESURES	12
5. LES DONNES METEOROLOGIQUES.....	12
5.1. LES VENTS	12
5.2. LES PRECIPITATIONS	13
5.3. EXPOSITIONS DES STATIONS	14
6. CRITERES D'INTERPRETATION DES RESULTATS.....	15
6.1. MODALITES D'INTERPRETATION DES DONNEES.....	15
6.2. LES CRITERES D'APPRECIATION POUR LES POUSSIERES EN SUSPENSION PM10	16
6.3. LES CRITERES D'APPRECIATION POUR LA SILICE CRISTALLINE ASSOCIEE AUX POUSSIERES PM10	16
6.3.1 Fondement méthodologique	16
6.3.2. Effets de la silice cristalline sur la santé.....	17
6.3.3. Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence	18
6.3.4. Evaluation de l'exposition	19
6.3.5. Caractéristique des risques sanitaires.....	19
7. MESURES DES POUSSIERES PM10 PAR METHODE GRAVIMETRIQUE.....	20
7.1. RESULTATS DES MESURES	20
7.2. COMPARAISON AUX RESULTATS OBTENUS A L'AUTOMNE 2018.....	21
8. RESULTATS D'ANALYSE DE LA SILICE CRISTALLINE	22
8.1. CHOIX DES FILTRES POUR LES ANALYSES DE LA SILICE CRISTALLINE.....	22
8.2. RESULTATS D'ANALYSE DE LA SILICE CRISTALLINE	22
8.3. COMPARAISON AUX RESULTATS OBTENUS A L'AUTOMNE 2018.....	24
9. BILAN.....	26

Liste des tableaux

Tableau 1. Moyens d'analyse de la silice dans les poussières en suspension PM10	7
Tableau 2. Tonnages de kaolin et de sable extraits par jour sur la carrière de Kergantic du 20 mai au 3 juin 2020	12
Tableau 3. Calcul théorique d'exposition (%) des stations de surveillance aux vents dont la vitesse est supérieure à 1,5 m/s	15
Tableau 4. Seuils réglementaires pour les PM10	16
Tableau 5. Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence pour les expositions chroniques par inhalation et les effets à seuil	19
Tableau 6. Concentrations en poussières en suspension PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$).....	20
Tableau 7. Critères de choix des séries de filtres faisant l'objet d'une analyse de silice cristalline	22
Tableau 8. Concentrations en silice cristalline dans les poussières en suspension PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)	23
Tableau 9. Quotients de Danger (QD) calculés lors de la mesure 2020	24

Liste des figures

Figure 1 . Carrière de Kergantic à Ploemeur.....	5
Figure 2. Localisation des aires d'échantillonnage	8
Figure 3. Régime des vents enregistrés pendant la période de mesures des particules fines au printemps 2020, du 20/05/2020 au 03/06/2020.....	13
Figure 4. Evolution des concentrations horaires des précipitations (en mm) pendant la période de mesures des particules fines du 20/05/2020 au 03/06/2020	13
Figure 5. Régime des vents enregistrés pendant la période de mesures des particules fines et par temps de pluie du 20/05/20 au 03/06/2020.....	14
Figure 6. Evolution des concentrations en PM10 (exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) lors des campagnes de mesures réalisées à l'automne 2018 et au printemps 2020.	21
Figure 7. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B1	24
Figure 8. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B3	25
Figure 9. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B6	25

1. CONTEXTE ET DEMARCHE DE L'ETUDE

Dans le cadre d'une demande d'autorisation d'extension de l'exploitation en cours de préparation, la société Imerys Ceramics Bretagne a sollicité la société EVADIES pour la réalisation d'une campagne de mesures et de caractérisation des poussières en suspension PM10 dans l'environnement de la carrière de Kaolins de Kergantic à Ploemeur (figure 1). Cette campagne de mesures vient compléter la précédente campagne menée en 2018.

Les objectifs sont les suivants :

- Mettre en place un suivi des concentrations en poussières dans l'air ;
- Déterminer les concentrations en silice cristalline associée aux poussières PM10 ;
- Apporter des éléments qui permettront à la société KAOLINS de Bretagne de mettre en place un système de gestion de l'activité des carrières sur les zones projetées en extension en fonction des concentrations mesurées en poussières.

Ce rapport présente la synthèse des mesures de PM10 et des analyses de silice cristalline réalisées à l'automne 2018 et au printemps 2020.



Figure 1 . Carrière de Kergantic à Ploemeur

2. SOURCES D'INFORMATION

Ce document a été réalisé en considérant :

- Les critères méthodologiques cités dans le rapport INERIS de novembre 2016 relatif à « la surveillance dans l'air autour des installations classées » (N°DRC-16-158882-12366A) ;
- La demande d'autorisation d'exploitation ;
- La version projet du rapport n°DRC-12-126316-1295A relatif au guide méthodologique pour la surveillance environnementale des carrières ;
- Le rapport de l'ADEME, Emissions des poussières des carrières dans l'air, avril 2018, Etude des émissions de poussières autour de quatre carrières de granulats dans trois régions françaises (programme EMCAIR) ;
- Le rapport EVADIES n°0819 v2.0 rédigé à l'issue de la campagne de mesures réalisée en 2018.

3. LE PLAN D'ÉCHANTILLONNAGE MIS EN ŒUVRE

3.1. Durée et période de mesures

En 2018, une campagne de mesures des PM10 et de la silice cristalline associée avait été réalisée aux mois d'octobre/novembre 2018. Afin d'élargir la représentativité des mesures (saisonnalité différente), la campagne 2020 a été réalisée au printemps, du 20 mai au 03 juin 2020.

3.2. Choix des polluants traceurs

Les deux campagnes de mesures menées à l'automne 2018 et au printemps 2020 ont porté sur la mesure des poussières en suspension inférieures à 10 µm (PM10) et des concentrations en silice cristalline associée.

3.3. Méthodologie de mesures

Le système est équipé en amont d'une tête de prélèvement permettant d'échantillonner les particules présentes dans l'air ambiant avec un diamètre aérodynamique inférieur à 10 µm. Le volume d'air prélevé passe au travers d'un filtre dont la porosité permet de retenir les substances particulaires.

Il possède un certificat d'équivalence à la méthode de référence décrite dans la norme NF EN 12341. La mesure des matières particulaires en suspension PM10 dans l'air ambiant répond aux exigences de la norme NF EN 12341.

La concentration en PM10 dans l'air ambiant est obtenue à partir de la masse de poussières prélevée et ramenée à l'unité de volume prélevé (55,2 m³ prélevés par échantillon). Toutes les pesées de filtres avant et après échantillonnage sont effectuées dans une salle climatisée (température et hygrométrie constantes), après 48 heures de stabilisation.



Les appareils utilisés sont les capteurs LECKEL. Ces appareils sont automatiques, ce qui permet de réaliser des séries de 15 prélèvements, à des durées de prélèvement programmables, sans intervention, sauf en cas de panne. Les prélèvements de matières particulaires en suspension PM 10 sont collectés sur des filtres de diamètre 47 mm. Le débit d'aspiration utilisé est de 2,3 m³/h et est maintenu constant pendant le prélèvement.

L'**analyse de la silice cristalline** est effectuée par Diffraction des Rayons X sur les prélèvements journaliers de PM10 effectués sur des filtres en PVC. L'analyse permet de distinguer les différents polymorphes, à savoir le quartz, la cristobalite et la tridymite. Les analyses ont été sous-traitées au laboratoire EUROFINs, spécialiste des analyses de traces et accrédité par le COFRAC (accréditation n°1-1151, Essais, Portée disponible sur

www.cofrac.fr) pour les analyses de silice cristalline. Les méthodes et les limites de quantification sont données dans le [tableau 1](#) ci-après.

Tableau 1. Moyens d'analyse de la silice dans les poussières en suspension PM10

	Méthode d'analyse	Limite de quantification
Quartz	DRX	4 µg
Cristobalite	DRX	7 µg
Tridymite	DRX	-

En parallèle, 2 blancs de filtre (un blanc de filtre terrain et un blanc de filtre laboratoire) du même lot que celui utilisé pour les mesures ont été réalisés afin d'évaluer la présence éventuelle de silice sur des filtres non échantillonnés.

3.4. Définition des stations de mesures

Les stations de mesures, présentées ci-après sur la [figure 2](#), sont identiques à celles qui composaient le programme de surveillance mené à l'automne 2018. Elles sont au nombre de trois et ont été définies sur le terrain sur la base des critères suivants :

- Localisation actuelle et future des zones exploitées par rapport aux lieux habités et aux points sensibles situés à proximité ;
- Conditions moyennes de vents habituellement rencontrées sur la zone ;
- Demandes des autorisations ;
- Risques de dégradation du matériel de mesures ;
- Localisation d'activités incontrôlées susceptibles de générer des polluants particuliers dans l'atmosphère et sur les sols (zone de brûlis, épandage de cendres, écobuage, brûlage des déchets, apports d'amendements) ;
- Distances des voies de circulation ;
- Bâtiment situé à une distance suffisante du point de prélèvement.

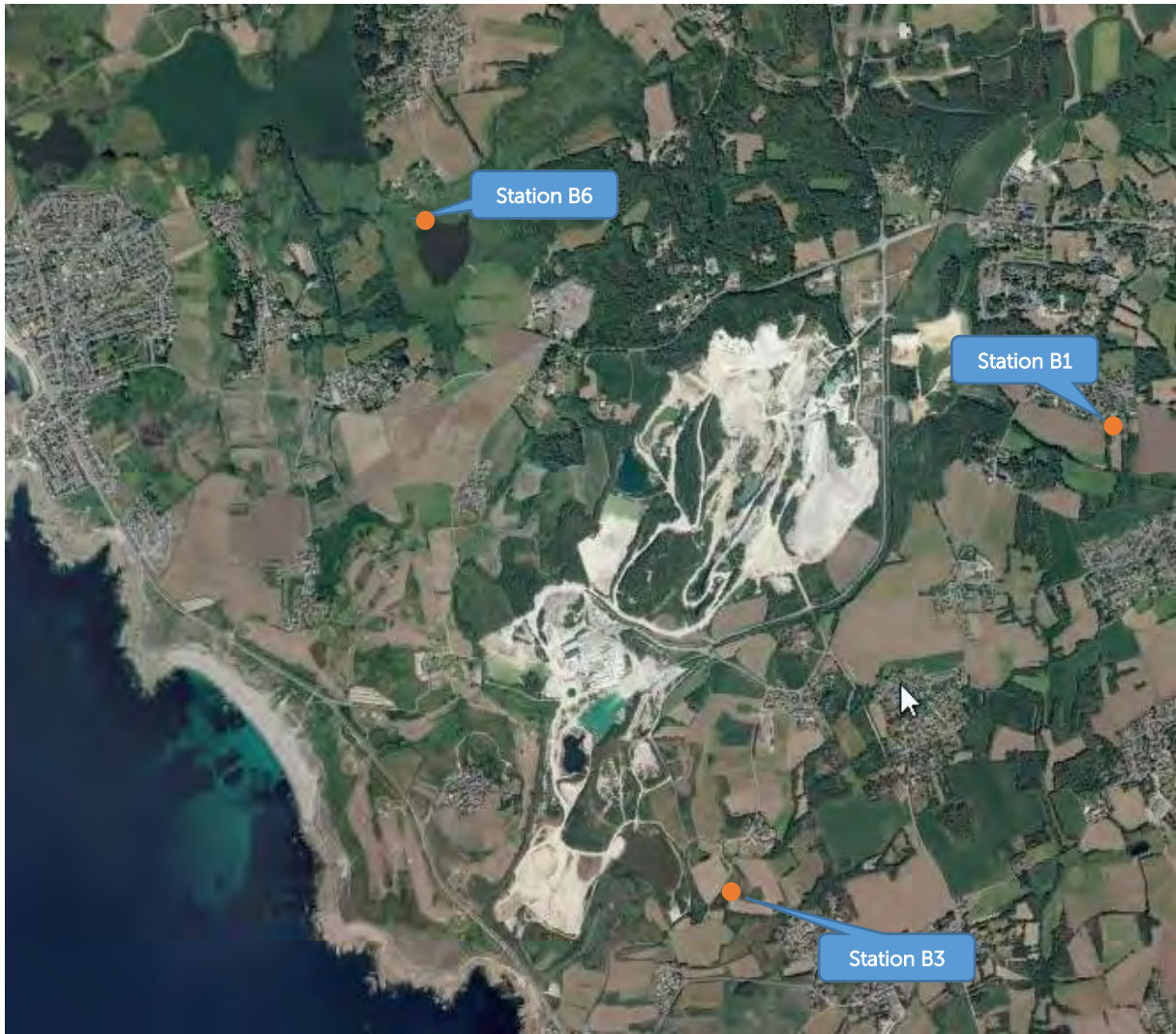


Figure 2. Localisation des aires d'échantillonnage

Station B1

Objectif du point de mesures : Mesure l'impact environnemental et sanitaire au niveau des habitations proches situées au NE de la carrière



Descriptif de la station :

Lieu : Jardin d'un particulier au lieu-dit Keryel
Coordonnées géoréférencées : 47°44'0.78"N / 3°26'47.44"O
Altitude : 36 m
Distance par rapport à la limite de propriété du site : 540 m
Exposition de la station / site : 220 à 280°

Photo de la station prise par la société EVADIES

Station B3

Objectif du point de mesures : Mesure l'impact environnemental et sanitaire au niveau des premières habitations situées à l'est et au sud-est de la carrière



Descriptif de la station :

Lieu : Aire dégagée en limite de propriété de la carrière au lieu-dit Kerguen

Coordonnées géoréférencées : 47°43'8.13"N / 3°27'53.29"O

Altitude : 16 m

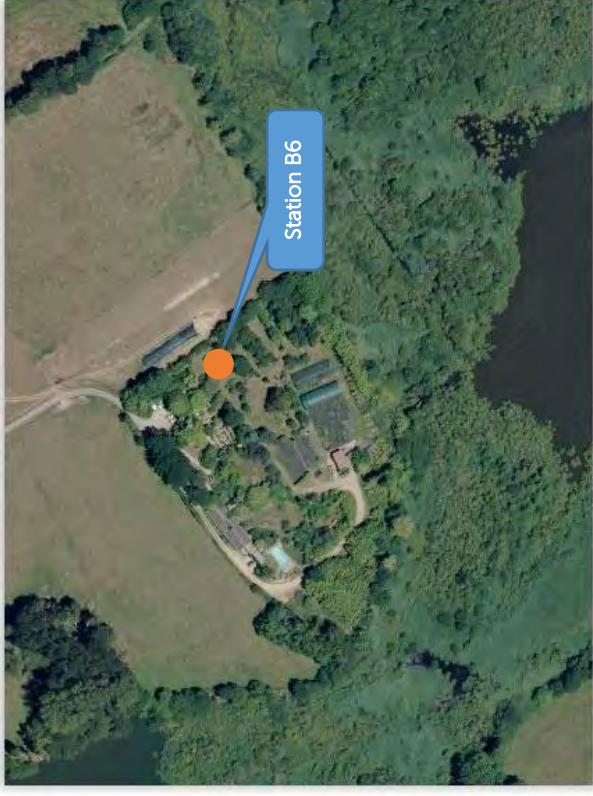
Distance par rapport à la limite de propriété du site : 110 m

Exposition de la station / site : 240 à 20°

Photo de la station prise par la société EVADIES (2018)

Station B6

Objectif du point de mesures : Station témoin de la zone d'étude située au nord-ouest de la carrière à l'abri des vents dominants



Descriptif de la station :

Lieu : Présence d'une aire dégagée dans l'enceinte de la société Créa-Paysage au lieu-dit Lannévec

Coordonnées géoréférencées : 47°44'23.81"N / 3°28'47.25"O

Altitude : 10 m

Distance par rapport à la limite de propriété du site : 1 160 m

Exposition de la station / site : 100 à 180°

Photo de la station prise par la société EVADIES

4. ACTIVITES DU SITE SUR LA PERIODE DE MESURES

L'activité du site, caractérisée par les tonnages de matériaux extraits par jour, est détaillée dans le [tableau 2](#) ci-après. Les données d'activités de broyage n'ont pas été communiquées par IMERYS Ceramics.

Tableau 2. Tonnages de kaolin et de sable extraits par jour sur la carrière de Kergantic du 20 mai au 3 juin 2020

	Tonnages de kaolin	Tonnages de sable	Total
Mercredi 20 mai 2020	1056	132	1188
Jeudi 21 mai 2020	0	0	0
Vendredi 22 mai 2020	0	0	0
Samedi 23 mai 2020	0	0	0
Dimanche 24 mai 2020	0	0	0
Lundi 25 mai 2020	1792	660	2452
Mardi 26 mai 2020	1856	132	1988
Mercredi 27 mai 2020	1664	132	1796
Jeudi 28 mai 2020	1344	88	1432
Vendredi 29 mai 2020	384	110	494
Samedi 30 mai 2020	0	0	0
Dimanche 31 mai 2020	0	0	0
Lundi 1 juin 2020	1888	110	1998
Mardi 2 juin 2020	1312	154	1466
Mercredi 3 juin 2020	1696	132	1828
Total	12992	1650	14642

A l'exception du jeudi 21 et du vendredi 22 mai 2020, des activités d'extraction ont eu lieu sur la carrière tous les jours ouvrés. A noter que le vendredi 29 mai a connu une activité significativement moindre que la moyenne sur la période.

5. LES DONNES METEOROLOGIQUES

5.1. Les vents

Les données météorologiques ont été établies sur la période de mesures à partir des observations réalisées sur la station météorologique de Lorient Lann-Bihoué.

Le régime des vents mesurés lors des mesures réalisées au printemps 2020 est présenté sur la [figure 3](#). Elles montrent la fréquence des vents en fonction de leur provenance exprimée en pourcentage

et par groupes de vitesses à partir de l'enregistrement des données horaires. Les roses des vents sont détaillées en annexe A.

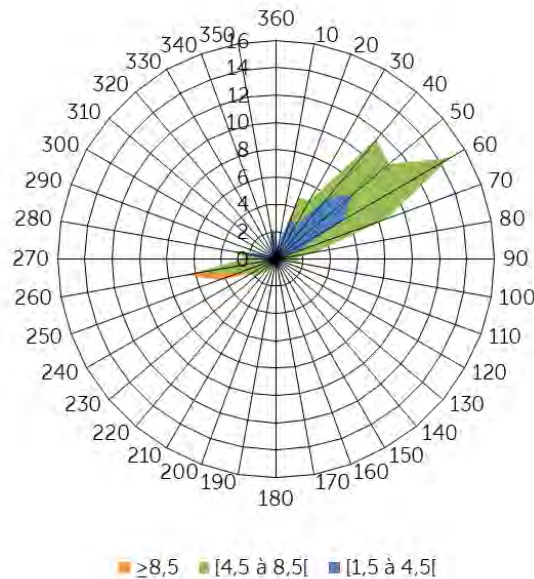


Figure 3. Régime des vents enregistrés pendant la période de mesures des particules fines au printemps 2020, du 20/05/2020 au 03/06/2020

Les vents mesurables, c'est-à-dire dont la vitesse est supérieure à 1,5 m/s, proviennent majoritairement du nord-est (20° à 60°) à hauteur de 55,6 % et, dans une moindre mesure, du sud-ouest (260°) à hauteur de 6,7 %. En termes de vitesses, les vents observés sont essentiellement faibles à modérés, avec des occurrences respectives de 48,3 et 45,8 %, tandis que les vents forts sont très peu représentés et proviennent uniquement du sud-ouest.

5.2. Les précipitations

Au cours de la période de mesure, au printemps 2020, le cumul des précipitations sur la zone d'étude est très faible avec seulement 5,8 mm. Deux épisodes pluvieux de faible intensité ont été observés les 22 mai et 3 juin 2020 (figure 4). Ces conditions sont peu favorables au rabattement des poussières fines au sol par lessivage de l'atmosphère.

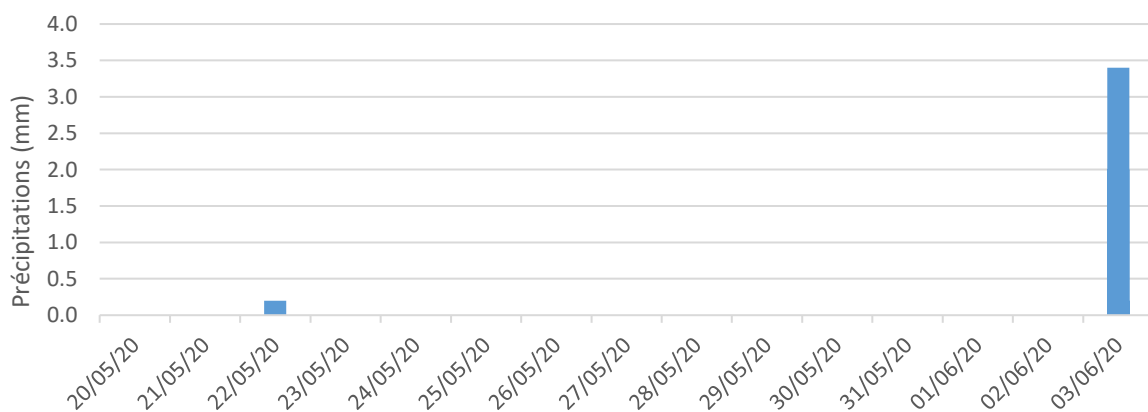


Figure 4. Evolution des concentrations horaires des précipitations (en mm) pendant la période de mesures des particules fines du 20/05/2020 au 03/06/2020

Il est intéressant d'étudier le régime des vents lors des événements pluvieux. La [figure 5](#) présente la rose des pluies qui tient compte uniquement des données horaires des vents associées aux données horaires des événements pluvieux. La rose des vents lors d'épisodes pluvieux est détaillée en [annexe B](#).

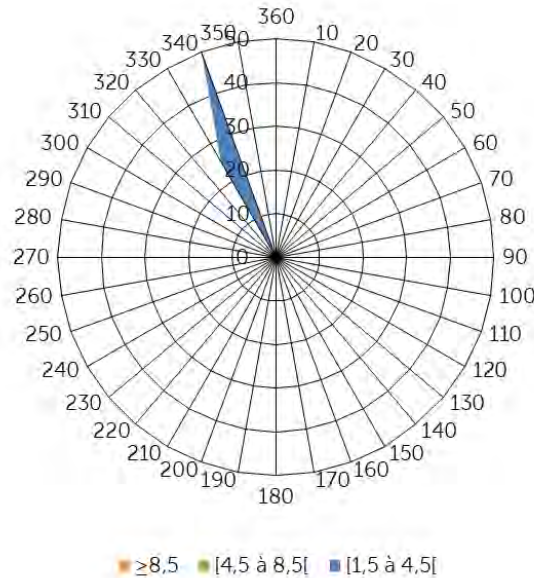


Figure 5. Régime des vents enregistrés pendant la période de mesures des particules fines et par temps de pluie du 20/05/20 au 03/06/2020

Les faibles précipitations mesurées pendant la période d'étude étaient associées à des vents de nord-ouest, qui ne correspondent pas aux dominantes identifiées précédemment. Ces vents ont potentiellement exposés la station B3 aux émissions de la carrière.

5.3. Expositions des stations

La connaissance de la position géographique des stations et du régime des vents observables pendant les périodes de mesures permet d'apporter un premier critère de hiérarchisation des stations basé sur le calcul théorique de leur fréquence d'exposition journalière vis-à-vis de la zone potentiellement émettrice de poussières sur la carrière, lorsque la vitesse des vents est supérieure à 1,5 m/s. Ce critère permet de vérifier qu'une station est située ou non dans le ou les axes de vents dominants. Bien évidemment, ces fréquences d'exposition, données dans le [tableau 3](#), ne sont pas représentatives de l'exposition réelle des stations car cette dernière dépend également de facteurs importants tels que la distance de la station par rapport au site, la vitesse du vent, la topographie locale et les autres paramètres météorologiques (température, nébulosité, pluviométrie) qui ne sont ici pas pris en compte. Les stations peuvent également être exposées à d'autres sources que celles choisies pour le calcul.

Les taux d'exposition des stations aux vents associés aux précipitations n'ont pas été déterminés compte tenu du faible cumul pluviométrique sur la période de mesures.

Tableau 3. Calcul théorique d'exposition (%) des stations de surveillance aux vents dont la vitesse est supérieure à 1,5 m/s

Distance par rapport au site Orientation des vents	Station B1 540 m 240° - 280°	Station B3 110 m 300° - 20°	Station B6 1160 m 110° - 170°
Mercredi 20 mai 2020	25,0	4,2	25,0
Jeudi 21 mai 2020	4,2	12,5	8,3
Vendredi 22 mai 2020	79,2	0,0	0,0
Samedi 23 mai 2020	95,8	0,0	0,0
Dimanche 24 mai 2020	33,3	20,8	0,0
Lundi 25 mai 2020	8,3	8,3	0,0
Mardi 26 mai 2020	0,0	16,7	0,0
Mercredi 27 mai 2020	0,0	0,0	0,0
Jeudi 28 mai 2020	0,0	0,0	0,0
Vendredi 29 mai 2020	0,0	4,2	0,0
Samedi 30 mai 2020	0,0	4,2	12,5
Dimanche 31 mai 2020	0,0	0,0	12,5
Lundi 1 juin 2020	0,0	16,7	0,0
Mardi 2 juin 2020	20,8	29,2	4,2
Mercredi 3 juin 2020	12,5	62,5	0,0

La station B1 fut la station la plus exposée aux vents durant la période de mesures notamment du 20 au 25 mai 2020. Elle est suivie par la station B3 qui a connu des épisodes venteux plus erratiques sur la période. La station B6 a quant à elle été la moins exposée en moyenne sur la période d'exposition des préleveurs et elle confirme son statut de témoin d'étude.

Le calcul des taux d'exposition permet également d'orienter le choix des filtres qui sont sélectionnés pour la réalisation d'une analyse de silice cristalline. Ainsi, les filtres qui correspondent à des journées plus exposées aux vents seront privilégiés (paragraphe 8.1.).

6. CRITERES D'INTERPRETATION DES RESULTATS

6.1. Modalités d'interprétation des données

L'interprétation des résultats est réalisée successivement en :

- Évaluant la dégradation éventuellement attribuable à l'installation grâce à la comparaison des concentrations mesurées sur les stations ;
- Comparant les concentrations mesurées avec les valeurs réglementaires ou indicatives sur la qualité des milieux investigués, ou si elles n'existent pas à réaliser une quantification des risques.

6.2. Les critères d'appréciation pour les poussières en suspension PM10

Les particules PM10 possèdent des valeurs de référence données par le décret n°2010-1250 du 21 octobre 2010 qui transpose la directive 2008/50/CE du Parlement européen et du Conseil du 21 mai 2008. Ces valeurs de gestion étant fixées majoritairement en moyenne annuelle, la transposition doit être réalisée sur le long terme. Ces valeurs sont présentées dans le [tableau 4](#) ci-après.

Tableau 4. Seuils réglementaires pour les PM10

Polluants	Seuils pour la protection de la santé humaine	Conditions de dépassements	Valeurs de référence en $\mu\text{g}/\text{m}^3$
PM ₁₀	Valeur limite annuelle	Moyenne annuelle	40
	Valeur limite journalière	Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 jours par an	50
	Ligne directrice OMS	Moyenne annuelle	20
		Moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 3 jours par an	50

6.3. Les critères d'appréciation pour la silice cristalline associée aux poussières PM10

Aucune valeur réglementaire n'existe en France et en Europe concernant la silice cristalline. L'interprétation sera réalisée dans un premier temps en comparant les concentrations obtenues sur les stations impactées avec celle de la station témoin. Dans un deuxième temps il sera réalisé une démarche d'évaluation partielle des risques.

6.3.1 Fondement méthodologique

L'évaluation des risques sanitaires (ERS) est une démarche visant à décrire et à quantifier les risques sanitaires consécutifs à l'exposition des personnes à des substances toxiques. Elle s'applique depuis 2000 à l'analyse des effets potentiels liés à la toxicité des substances chimiques émises par les ICPE dans leur environnement.

Le process qui sera suivi dans le cadre de cette étude est basé sur la démarche d'évaluation des risques sanitaires :

- Identification des dangers ;
- Définition des relations dose-réponse ;
- Evaluation de l'exposition humaine ;
- Caractérisation des risques.

Les étapes 1 et 2 seront réalisées parallèlement. Il s'agit de définir et d'analyser les potentiels de dangers pour la santé. Ensuite, il s'agira de sélectionner les valeurs toxicologiques pour établir une relation entre une dose et un effet toxique, ou entre une dose et une probabilité d'effet. Elles sont

établies par des instances internationales (OMS) ou des structures nationales (US EPA, ATSDR, RIVM,...).

L'étape 3 fait appel aux données de mesures. L'étape 4 permet d'établir les indicateurs exprimant quantitativement les risques potentiels encourus pour les populations.

6.3.2. Effets de la silice cristalline sur la santé

Les effets toxiques de la silice cristalline sur la santé sont liés uniquement aux particules suffisamment fines pour atteindre la partie profonde des poumons (bronchioles et sacs alvéolaires). Par conséquent, seule la silice cristalline dite « respirable » présente un risque potentiel pour la santé lié à l'inhalation de particules.

La silice cristalline respirable doit ses effets toxiques au fait qu'elle peut s'accumuler dans les poumons. Une fois présente au niveau des alvéoles, la silice est capturée par des cellules (phagocytes) qui ont pour rôle de la détruire. Les systèmes de destruction de ces cellules sont donc stimulés mais, comme la silice ne peut pas être détruite, cette stimulation perdure et conduit à une inflammation chronique ainsi qu'à la formation de nodules puis de fibrose. Plus la silice s'accumule dans les poumons, plus il y a de cellules impliquées et plus l'inflammation et la formation de nodules et de fibrose est importante. Cela a notamment pour effets de monopoliser la première ligne de défense du système immunitaire (phagocytes) et de produire des dommages cellulaires du fait de l'inflammation chronique. Les effets de la silice cristalline sur la santé sont donc essentiellement liés à l'inflammation chronique et à la diminution des défenses immunitaires au niveau pulmonaire.

Les premiers symptômes liés à une exposition à des particules de silice sont semblables à ceux liés à une exposition à des poussières, soit une irritation des yeux et des voies respiratoires supérieures (nez, gorge). À plus long terme, une bronchite chronique, des limitations chroniques des voies respiratoires, une hypersécrétion de mucus et de l'emphysème pathologique peuvent se développer. A une exposition prolongée ou à des niveaux élevés, une fibrose pulmonaire progressive (la silicose) peut également se développer.

Sur la base de l'ensemble des données épidémiologiques disponibles, les agences de santé s'entendent aussi pour dire que l'exposition à la silice cristalline respirable augmente le risque de cancer du poumon chez les personnes atteintes de silicose ou les fumeurs. Sur la base des données épidémiologiques et expérimentales, le centre international de recherche sur le cancer considère que les preuves sont suffisantes pour classer la silice cristalline (quartz ou cristobalite) inhalée comme cancérigène pour l'humain (groupe 1) dans le cadre d'une exposition professionnelle.

Toutefois, en l'absence de données d'exposition suffisamment fiables, aucune relation quantitative entre l'exposition à la silice et l'incidence de cancer du poumon n'a pu être établie à partir des études disponibles. La silicose est actuellement, la seule maladie pour laquelle un estimateur de risque quantitatif peut être déterminé. Sur la base des données disponibles, la silicose serait aussi un des effets les plus sensibles de l'exposition à la silice.

6.3.3. Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence

Une évaluation de risque sanitaire ne peut se mener d'un point de vue quantitatif que s'il existe des valeurs toxicologiques de référence (VTR) éditées par des organismes internationalement reconnus. La VTR représente la quantité maximale théorique pouvant être administrée à un sujet, issu d'un groupe sensible ou non, sans provoquer d'effet nuisible à sa santé. Elle est construite sur la base d'études épidémiologiques et expérimentales sur les animaux (NOAEL - No Observable Adverse Effect Level -, LOAEL - Lowest Observable Adverse Effect Level -, etc.).

Les composés toxiques peuvent être rangés en deux catégories en fonction de leur mécanisme d'action :

- Les toxiques à seuil, qui sont le plus souvent des toxiques systémiques (atteinte d'un organe ou d'un système d'organes), pour lesquels les effets sanitaires associés n'apparaissent qu'au-delà d'une certaine dose d'exposition. L'intensité des effets croît alors avec l'augmentation de la dose. Pour une exposition par voie respiratoire, les VTR recensées sont exprimées en milligramme ou microgramme par mètre cube d'air (mg/m^3 ou $\mu\text{g}/\text{m}^3$). Pour la voie par ingestion, les VTR sont exprimées en milligramme par kg de poids corporel et par jour ($\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$).
- Les toxiques sans seuil tels que certains produits cancérigènes génotoxiques, pour lesquels les effets sanitaires associés sont susceptibles d'apparaître quelle que soit la dose d'exposition. La probabilité de survenue de ces effets croît avec la dose et la durée d'exposition. La VTR des toxiques cancérigènes représente la probabilité de survenue d'un effet cancérigène pour une exposition vie entière à une unité de dose donnée applicable à tous les individus d'une population qu'ils appartiennent ou non à un groupe sensible. Elles sont exprimées sous forme d'Excès de Risque Unitaire (ERU). Les ERU sont exprimés en inverse de dose ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)⁻¹ ou ($\text{mg}/\text{kg}/\text{j}$)⁻¹.

Le résultat d'essai retenu pour la construction d'une VTR est la dose critique la plus protectrice pour l'effet critique le plus sensible. Dans le cas de l'élaboration d'une VTR pour les effets à seuil, des facteurs d'incertitude sont appliqués à la dose pour tenir compte :

- De la variabilité inter-espèce (estimation de la dose pour la population humaine générale à partir d'une étude source animale) ;
- De la variabilité intra-espèce (individus plus ou moins sensibles au sein d'une population humaine) ;
- De l'extrapolation du labo au terrain (tel que la différence de durée d'exposition entre l'étude source et la VTR élaborée) ;
- De la qualité du jeu de données de l'étude source.

Aujourd'hui, une seule instance a proposé une VTR (tableau 5) par inhalation pour les effets à seuil de la silice. L'ANSES travaille aujourd'hui sur l'élaboration d'une VTR.

Tableau 5. Choix des Valeurs Toxicologiques de Référence pour les expositions chroniques par inhalation et les effets à seuil

	Valeur	Organisme	Année	Effets
Silice Cristalline	3 µg/m ³	OEHHA	2005	Effet pulmonaire

6.3.4. Evaluation de l'exposition

L'objectif de cette phase est d'utiliser les concentrations mesurées pour estimer les expositions des populations à partir d'un scénario d'exposition. Les effets de la silice sur la santé sont liés à son inhalation. L'inhalation d'air ambiant (à l'extérieur des bâtiments) et d'air intérieur (affecté par les échanges d'air entre l'extérieur et l'intérieur) est donc la seule voie d'exposition pertinente pour la présente étude.

Les résultats des mesures sont utilisés pour le calcul de dose inhalée de polluants, c'est-à-dire les expositions théoriques, pour la traduire sous forme de niveaux de risques associés selon les équations exposées ci-après.

La dose inhalée de polluants est calculée selon l'équation (1) suivante :

$$CI = \frac{\sum (Ci \times Ti) \times T \times Ef}{24 \times Tm \times 365} \quad (1)$$

Avec :

CI : concentration moyenne inhalée théorique (µg/m³)

Ci : concentration de la substance dans l'air

Ti : durée d'exposition journalière à la substance dans l'air

T : durée d'exposition (année)

Ef : nombre de jours d'exposition théorique annuel (jour)

Tm : période de temps sur laquelle est moyennée l'exposition (année) (pour une substance à seuil d'effet $Tm=T$; pour une substance sans seuil d'effet, Tm est assimilé à la durée de la vie entière, prise conventionnellement à 70 ans)

Les facteurs Ti et Ef de l'équation (1) seront considérés égaux à 1. Le calcul considèrera donc que l'exposition des populations est permanente, ce qui représente un cas majorant. Le formule de la concentration inhalée CI se simplifie donc : $CI = Ci$ pour les effets à seuil de la silice.

6.3.5. Caractéristique des risques sanitaires

Cette étape permet d'établir les indicateurs exprimant quantitativement les risques potentiels encourus pour les populations en calculant pour la silice un quotient de dangers (QD) pour les effets à seuil.

Il s'agit de comparer l'exposition avec la valeur toxicologique de référence (VTR) retenue. Les quotients de dangers (QD) calculés sont le rapport entre les concentrations (CI) attendues dans l'environnement estimées à partir des résultats de mesures et la VTR (2).

En termes d'interprétation, lorsque le Quotient de Danger est inférieur à 1, la survenue d'effet toxique apparaît peu probable même pour les populations sensibles. Au-delà de 1 la possibilité d'apparition d'effets ne peut être exclue.

$$QD = \frac{CI}{VTR} \quad (2)$$

Avec :

QD : Quotient de Danger

CI : Concentration inhalée en $\mu\text{g}/\text{m}^3$

DJE : Dose Journalière d'Exposition en mg/kg de poids corporel/jour

VTR : Valeur Toxicologique de Référence pour l'inhalation (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) ou pour la voie digestive (en mg/kg de poids corporel/jour)

7. MESURES DES POUSSIÈRES PM10 PAR METHODE GRAVIMETRIQUE

7.1. Résultats des mesures

Les niveaux des concentrations des particules fines sont présentés dans le [tableau 6](#) ci-après, ainsi que les valeurs servant à l'interprétation et les résultats fournis par la station du réseau de la qualité de l'air située à Lorient sur la même période. Les mesures de poussières ont été réalisées de manière journalière (14 périodes de 24h). Le détail complet des mesures journalières est présenté dans l'[annexe C](#) et sur la [figure 6](#). Les résultats obtenus par le laboratoire ont été exprimés en quantité de poussières par unité de volume prélevé.

Tableau 6. Concentrations en poussières en suspension PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

$\mu\text{g}/\text{m}^3$	Station B1	Station B3	Station B6	Air Breizh*
Minimum	9	14	9	9
Maximum	29	31	29	28
Moyenne	16	20	18	16
Objectif de qualité (en moyenne annuelle)	30			
Valeur limite (en moyenne annuelle)	40			
Valeur limite (en moyenne journalière à ne pas dépasser plus de 35 fois par an)	50			

* Station Air Breizh (typologie urbaine) implantée à l'école Bois Bissonnet de Lorient, à environ 5 km au nord-est de la carrière.

Les concentrations moyennes en poussières PM10 sont équivalentes entre la station B6, témoin de l'étude, et les stations B1 et B3. Aucun gradient de concentrations n'est donc constaté entre les

stations. Les résultats sont également du même ordre de grandeur que ceux observés sur la station Air Breizh de Lorient, située à environ 5 km en zone urbaine. Par ailleurs, la distribution des résultats est également relativement homogène entre toutes les stations. Dans le cas des concentrations maximales, les valeurs obtenues sont inférieures voire équivalentes à l'objectif de qualité (défini en moyenne annuelle). Les résultats sont *de facto* inférieurs aux valeurs limites de $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne annuelle) et $50 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (en moyenne journalière) à ne pas dépasser plus de 35 fois par an).

7.2. Comparaison aux résultats obtenus à l'automne 2018

La comparaison des concentrations en PM10 obtenues lors des séries de mesures réalisées à l'automne 2018 et au printemps 2020 est présentée sur la [figure 6](#) ci-après.

On constate dans un premier temps que les évolutions des concentrations journalières en PM10 sont similaires entre les trois stations de mesures, indépendamment de la typologie des stations ou de leur taux d'exposition aux vents en provenance de la carrière. La même tendance générale est observée sur la station du réseau de surveillance de la qualité de l'air, située à Lorient, confirmant ainsi que les variations constatées ne sont pas liées spécifiquement à l'activité de la carrière.

Il apparaît dans un second temps que les résultats observés en 2020 appartiennent à une gamme de concentrations intermédiaires aux résultats observés en 2018, avec une concentration moyenne de $9 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lors de la première quinzaine de mesures et $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$ lors de la seconde quinzaine.

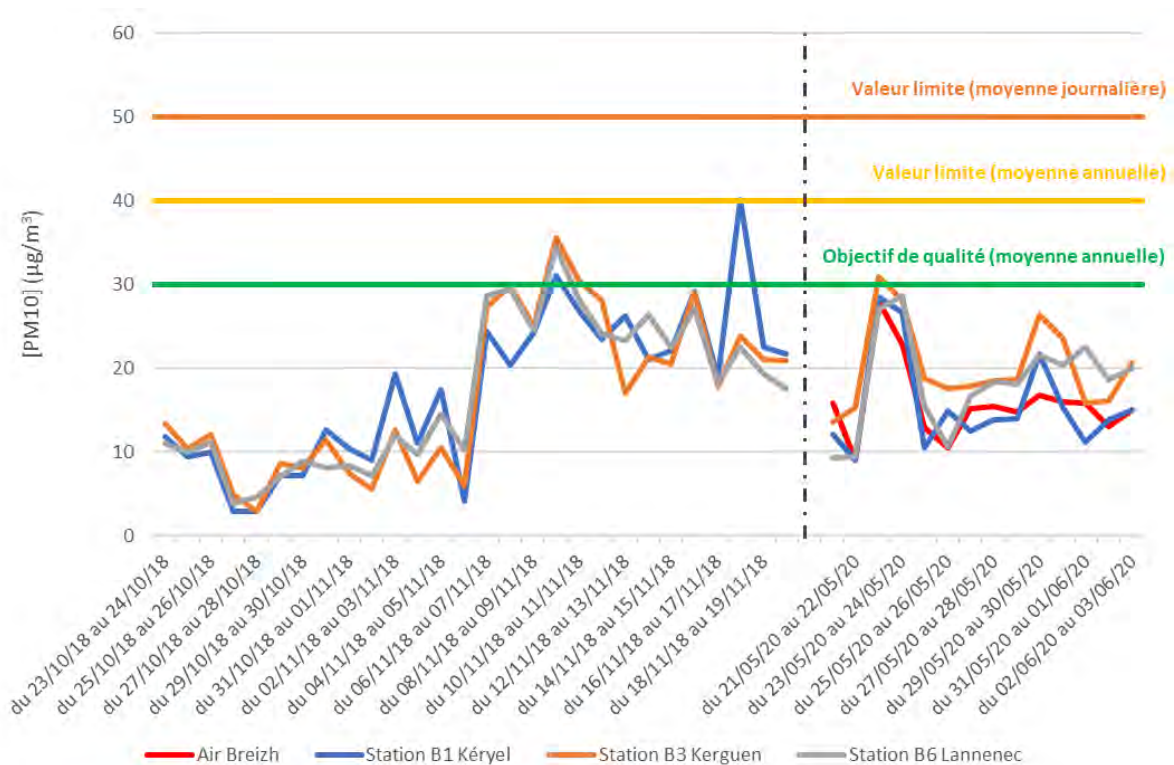


Figure 6. Evolution des concentrations en PM10 (exprimées en $\mu\text{g}/\text{m}^3$) lors des campagnes de mesures réalisées à l'automne 2018 et au printemps 2020.

8. RESULTATS D'ANALYSE DE LA SILICE CRISTALLINE

8.1. Choix des filtres pour les analyses de la silice cristalline

La détermination des filtres de prélèvement des PM10 pour lesquels une analyse de la silice cristalline est réalisée se fait en considérant conjointement les taux d'exposition journaliers des stations et l'activité de la carrière. Ces données compilées sont reprises dans le [tableau 7](#) ci-après.

Certains filtres ont été sélectionnés volontairement le week-end pour évaluer l'impact observé sur l'ensemble des stations en l'absence d'activités spécifiques sur le site et en fonction de différentes conditions de vents et des concentrations en PM10 mesurées.

Tableau 7. Critères de choix des séries de filtres faisant l'objet d'une analyse de silice cristalline

Distance par rapport au site Orientation des vents	Station B1	Station B3	Station B6	Tonnage total journalier	Filtres retenus pour une analyse de silice cristalline
	540 m	110 m	1160 m		
	Taux d'expositions (%)				
Mercredi 20 mai 2020	25,0	4,2	25,0	1188	
Jeudi 21 mai 2020	4,2	12,5	8,3	0	
Vendredi 22 mai 2020	79,2	0,0	0,0	0	✓
Samedi 23 mai 2020	95,8	0,0	0,0	0	✓
Dimanche 24 mai 2020	33,3	20,8	0,0	0	✓
Lundi 25 mai 2020	8,3	8,3	0,0	2452	
Mardi 26 mai 2020	0,0	16,7	0,0	1988	
Mercredi 27 mai 2020	0,0	0,0	0,0	1796	
Jeudi 28 mai 2020	0,0	0,0	0,0	1432	
Vendredi 29 mai 2020	0,0	4,2	0,0	494	
Samedi 30 mai 2020	0,0	4,2	12,5	0	✓
Dimanche 31 mai 2020	0,0	0,0	12,5	0	
Lundi 1 juin 2020	0,0	16,7	0,0	1998	✓
Mardi 2 juin 2020	20,8	29,2	4,2	1466	✓
Mercredi 3 juin 2020	12,5	62,5	0,0	1828	

8.2. Résultats d'analyse de la silice cristalline

Les concentrations en silice cristalline ont été déterminées sur six séries de filtres de prélèvements journaliers des PM10. Le [tableau 8](#) présente les concentrations journalières de silice cristalline observées au niveau de chaque point de mesures, en distinguant le quartz, la cristobalite et la tridymite. Les bordereaux d'analyses sont présentés dans [l'annexe D](#).

Après avoir confirmé l'absence de quantification de ces 3 éléments sur les blancs, l'interprétation a pu être réalisée sur la base des résultats obtenus par le laboratoire, exprimés en quantité de quartz, cristobalite et tridymite par unité de volume prélevé.

Tableau 8. Concentrations en silice cristalline dans les poussières en suspension PM10 (en $\mu\text{g}/\text{m}^3$)

Période de mesure	Composé	Station B1	Station B3	Station B6
Vendredi 22 mai 2020	Quartz	0,33	< 0,07	< 0,07
	Cristobalite	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence
Samedi 23 mai 2020	Quartz	< 0,18	< 0,15	< 0,07
	Cristobalite	< 0,31	< 0,25	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence
Dimanche 24 mai 2020	Quartz	< 0,07	0,49	< 0,07
	Cristobalite	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence
Samedi 30 mai 2020	Quartz	1,22	2,96	2,21
	Cristobalite	< 0,13	0,16	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence
Lundi 1 juin 2020	Quartz	1,40	2,12	1,92
	Cristobalite	< 0,13	< 0,13	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence
Mardi 2 juin 2020	Quartz	2,36	3,17	1,65
	Cristobalite	< 0,22	< 0,16	< 0,13
	Tridymite	Absence	Absence	Absence

Les résultats révèlent l'absence de tridymite pour tous les échantillons journaliers.

Les teneurs en cristobalite sont toutes inférieures aux limites de quantification, à l'exception du 4^{ème} filtre sélectionné sur la station B3 (filtre du 30 mai) qui souligne une valeur quantifiée mais qui reste proche des limites de quantification.

Concernant le quartz, les concentrations mesurées sont plus faibles sur les trois premiers filtres sélectionnés et correspondant aux 22, 23 et 24 mai 2020, avec des teneurs généralement inférieures aux limites de quantification.

Malgré des taux d'exposition relativement faibles la journée du 30 mai et en l'absence d'activités sur le site, les mesures révèlent des concentrations quartziques plus marquées, y compris sur la station considérée comme témoin de l'environnement local. Ce premier constat met en évidence l'absence de corrélation avec la présence de la carrière à proximité des stations. Avec la reprise de l'activité sur la carrière, les 01 et 02 juin, les évolutions constatées ne sont pas significatives eu égard aux évolutions des vents et des observations réalisées sur la station témoin le 30 mai.

Ces données sont représentées graphiquement sur les figures 7 à 9 dans le paragraphe 8.3. suivant.

En l'absence de donnée de référence, la démarche d'évaluation partielle des risques sanitaires présentée dans le chapitre 6.3. permet d'évaluer les niveaux de risques théoriques par rapport à l'inhalation de silice cristalline au niveau des populations cibles présentes à proximité des stations de

mesures. Les valeurs inférieures à la limite de quantification sont considérées comme étant égales à 0.

Les résultats sont présentés dans le [tableau 9](#) ci-après.

Tableau 9. Quotients de Danger (QD) calculés lors de la mesure 2020

	Concentration moyenne en quartz ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Quotient de Danger
Station B1	0,89	0,30
Station B3	1,46	0,49
Station B6	0,96	0,32

Lors de la campagne de mesures réalisée au printemps 2020, les concentrations en silice mesurées sur les trois stations ne contribuent pas à l'apparition d'un risque pour la santé des populations, les quotients de danger étant inférieurs à 1. La situation observée sur la station témoin B6 est équivalente à celles mises en évidence sur les deux autres stations, plus proches du site.

8.3. Comparaison aux résultats obtenus à l'automne 2018

Les [figures 7](#) à [9](#) présentent les évolutions journalières des teneurs en quartz sur les stations de mesures à l'automne 2018 et au printemps 2020. Ces évolutions sont présentées en parallèle des concentrations en PM10.

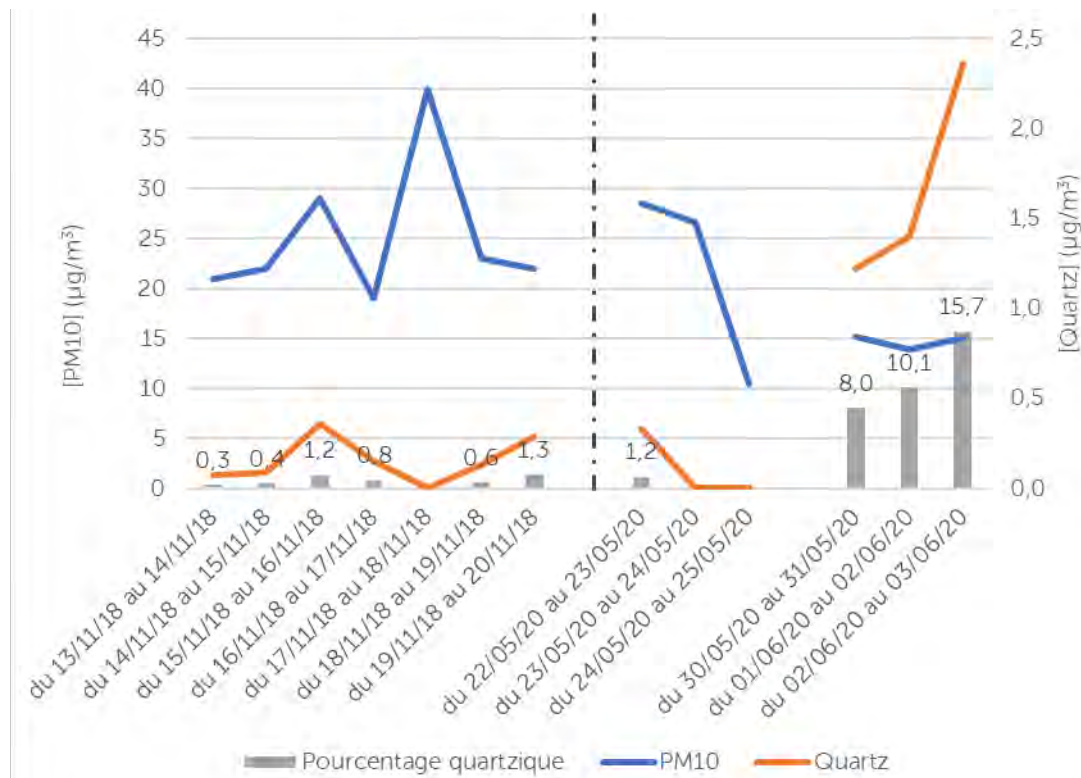


Figure 7. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B1

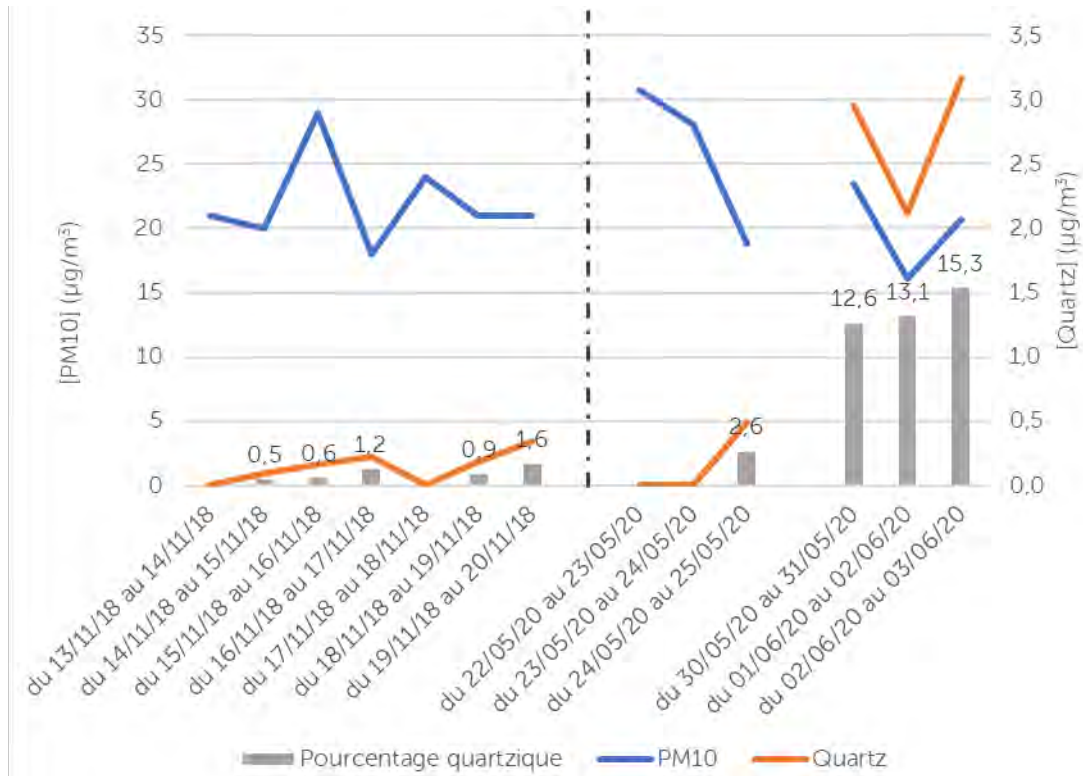


Figure 8. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B3

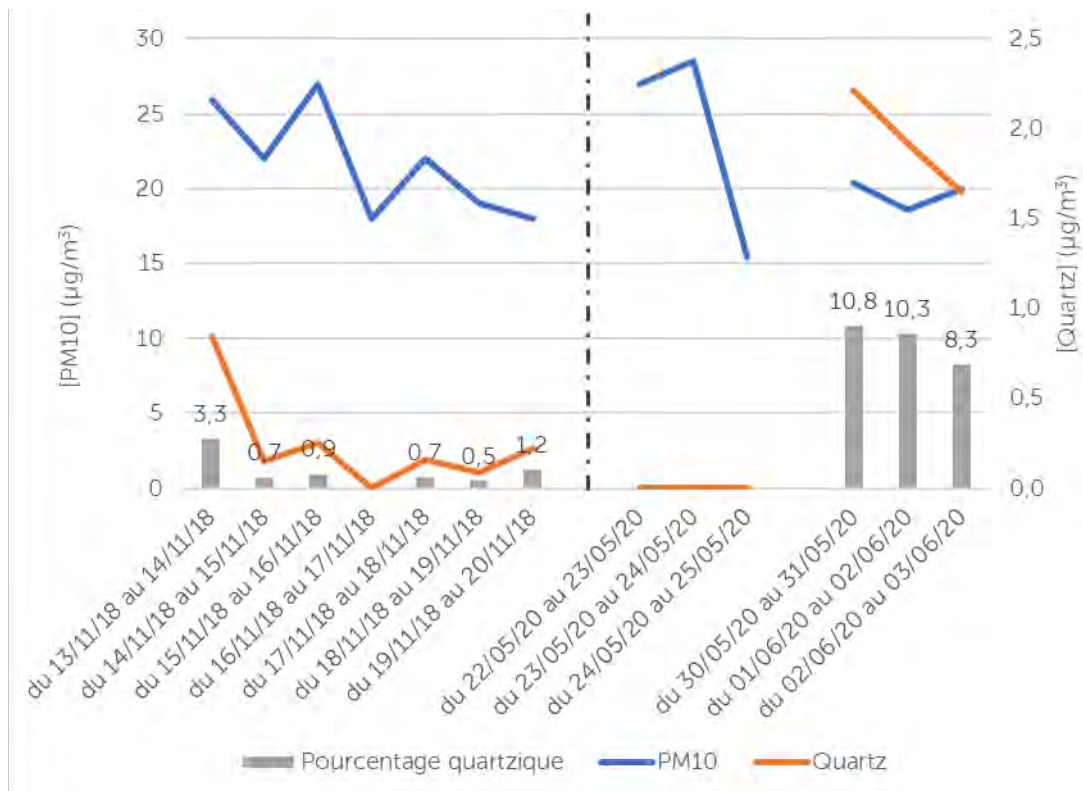


Figure 9. Evolution des concentrations journalières en quartz sur la station B6

La première série de mesure réalisée en 2018 avait mis en évidence l'absence de corrélation entre les évolutions constatées pour les PM10 et les teneurs en quartz sur les stations B1 et B3 et une analogie plus prononcée sur la station B6.

En 2020, l'absence quasi-systématique de quartz dans les PM10 prélevées du 22 au 25 mai permet de confirmer ce constat pour les trois stations de mesures. Cependant, les trois dernières séries réalisées le 30 mai, le 1^{er} et le 2 juin présentent une meilleure analogie avec un pourcentage de quartz d'environ 10 % dans les PM10 mesurées.

9. BILAN

Un programme de mesures de l'impact de l'activité de la carrière IMERYS Ceramics située à Kergantic a été mis en œuvre pour évaluer les concentrations en poussières inhalables PM10, et leur composition en silice cristalline, dans l'environnement du site.

Cette étude, menée du 20 mai au 3 juin 2020, vient compléter les résultats obtenus lors d'une campagne de mesures, réalisée à l'automne 2018 du 23 octobre au 20 novembre. Les particules en suspension inférieures à 10 µm ont ainsi été prélevées quotidiennement, par préleveurs séquentiels LECKEL, sur deux stations de mesures définies en 2018 aux lieux-dits Keryel et Kerguen, à l'est du site, et sur une station témoin implantée à Lannec en dehors de la zone d'impact de la carrière.

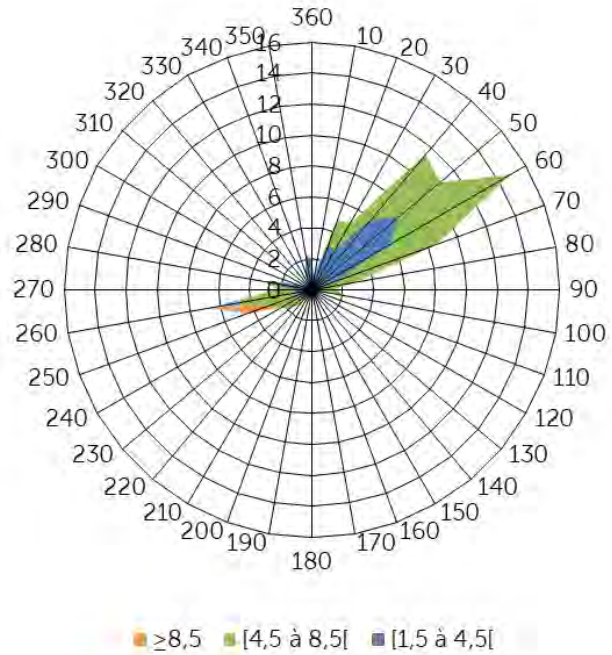
L'ensemble des concentrations journalières en poussières PM10 reste faible au regard de l'objectif de qualité de 30 µg/m³, les teneurs les plus élevées étant observées les jours où l'activité du site est nulle ou faible. De plus, les évolutions temporelles sont similaires entre les stations de mesures est indépendantes de la typologie des stations ou de l'activité du site. Les résultats obtenus en 2020 appartiennent à la gamme de concentrations observées en 2018. Ces résultats ne mettent donc pas en évidence de variabilité spatiale ou saisonnière significative des poussières en suspension PM10 au voisinage de la carrière de Kergantic.

Entre 2018 et 2020, une augmentation de la proportion moyenne de quartz dans les PM10 est constatée. En effet, la composition massique des PM10 prélevées est en moyenne de 6,0 % en 2020, contre 1,0 % en 2018. Contrairement à 2018, les proportions de quartz sont davantage hétérogènes sur la période des mesures puisqu'une augmentation significative est constatée spécifiquement sur les derniers jours de mesures avec un pourcentage quartzique moyen de 11,6 %. Ces tendances n'ont toutefois pas de lien avec les activités observés sur la carrière.

A l'instar de la mesure réalisée en 2018, l'analyse de la silice cristalline associée aux poussières PM10 a démontré l'absence de risque pour la population située à proximité du site.

ANNEXES A – REGIME DES VENTS

Pourcentage d'occurrences de vents par origine et par classe de vitesses				
(m/s)	[1,5 à 4,5[[4,5 à 8,5[≥ 8,5	Total
10	0,8	0,0	0,0	0,8
20	3,3	1,4	0,0	4,7
30	2,8	2,2	0,0	5,0
40	5,8	5,6	0,0	11,4
50	7,2	3,6	0,0	10,8
60	5,8	8,9	0,0	14,7
70	1,7	6,9	0,0	8,6
80	0,8	2,2	0,0	3,1
90	0,3	1,1	0,0	1,4
100	0,6	1,7	0,0	2,2
110	0,0	0,0	0,0	0,0
120	0,0	0,0	0,0	0,0
130	0,0	0,3	0,0	0,3
140	0,3	0,0	0,0	0,3
150	0,3	0,0	0,0	0,3
160	0,6	0,0	0,0	0,6
170	0,6	0,0	0,0	0,6
180	0,6	0,3	0,0	0,8
190	0,3	0,0	0,0	0,3
200	0,3	0,0	0,0	0,3
210	0,6	0,0	0,0	0,6
220	0,8	0,3	0,0	1,1
230	0,8	1,1	0,0	1,9
240	0,3	1,9	0,0	2,2
250	1,1	1,9	1,4	4,4
260	1,1	5,0	0,6	6,7
270	1,1	1,1	0,0	2,2
280	3,1	0,0	0,0	3,1
290	0,8	0,3	0,0	1,1
300	0,0	0,0	0,0	0,0
310	0,8	0,0	0,0	0,8
320	0,3	0,0	0,0	0,3
330	0,3	0,0	0,0	0,3
340	1,1	0,0	0,0	1,1
350	2,2	0,0	0,0	2,2
360	1,9	0,0	0,0	1,9



Station Météo France de LORIENT-LANN BIHOUE

Latitude : 47°45'46" N

Longitude : 03°26'08" O

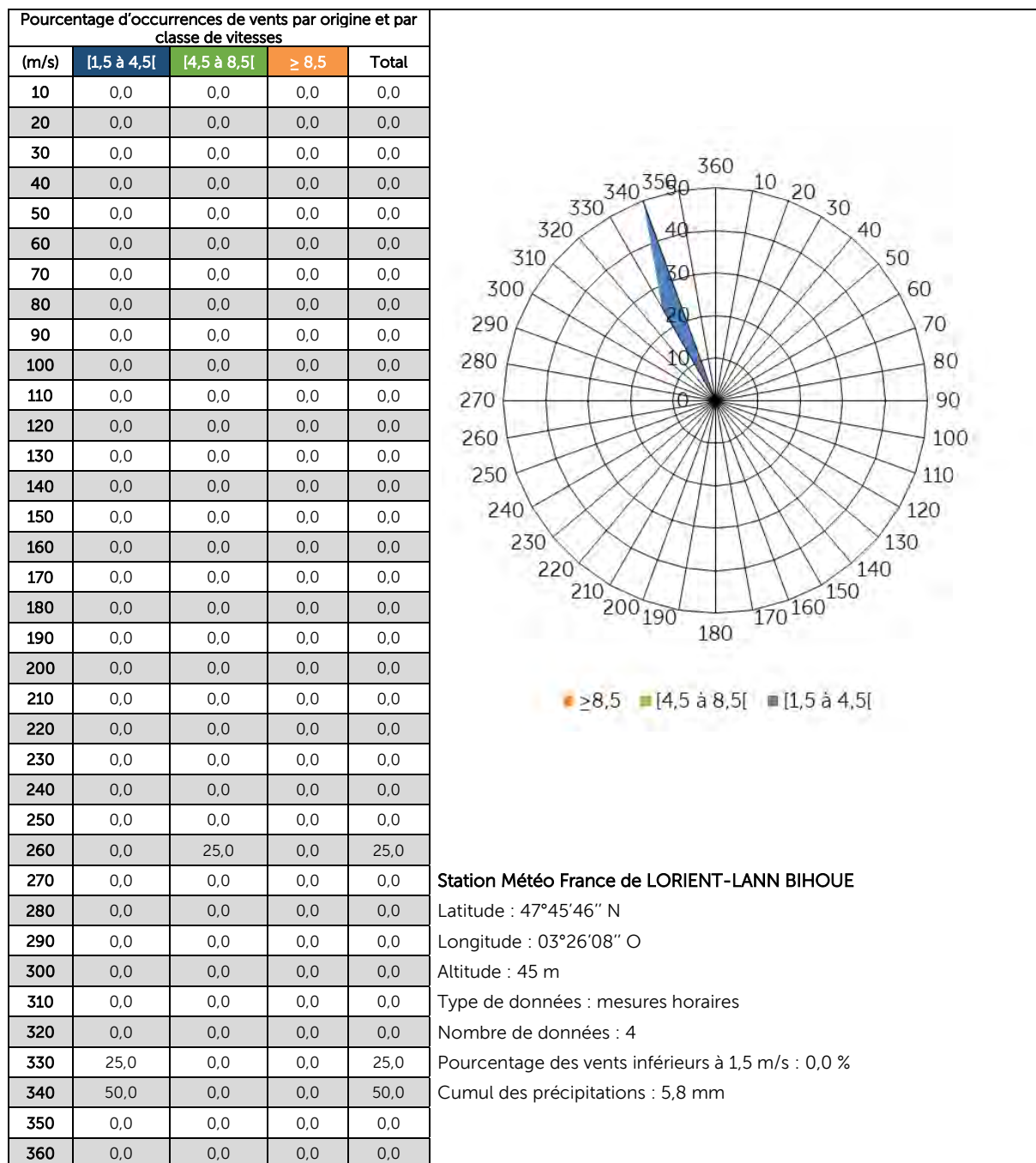
Altitude : 45 m

Type de données : mesures horaires

Nombre de données : 360

Pourcentage des vents inférieurs à 1,5 m/s : 3,9 %

ANNEXES B – REGIME DES VENTS DURANT LES EPISODES PLUVIEUX



ANNEXES C – DETAIL DES MESURES JOURNALIERES DES POUSSIÈRES PM10 VIA LA METHODE GRAVIMETRIQUE

C.1. DETAIL DES CONCENTRATIONS DE POUSSIÈRES PM10 SUR LA STATION B1

Référence	Date et heure de début	Date et heure de fin	Volume prélevé (m ³)	Masse initiale (mg)		Masse finale (mg)		Masse moyenne corrigée (µg)	Concentration (µg/m ³)
				Série 1	Série 2	Série 1	Série 2		
3SPD068	20/05/2020 00:00	21/05/2020 00:00	55,18	20,54	20,52	21,23	21,19	670,0	12
3SPD069	21/05/2020 00:00	22/05/2020 00:00	55,13	19,9	19,87	20,39	20,4	500,0	9
3SPD070	22/05/2020 00:00	23/05/2020 00:00	55,14	20,16	20,2	21,75	21,77	1570,0	28
3SPD071	23/05/2020 00:00	24/05/2020 00:00	55,14	19,23	19,2	20,67	20,72	1470,0	27
3SPD072	24/05/2020 00:00	25/05/2020 00:00	55,14	20,03	20,02	20,63	20,59	575,0	10
3SPD073	25/05/2020 00:00	26/05/2020 00:00	55,14	20,13	20,17	20,98	20,98	820,0	15
3SPD074	26/05/2020 00:00	27/05/2020 00:00	55,13	19,9	19,9	20,6	20,59	685,0	12
3SPD075	27/05/2020 00:00	28/05/2020 00:00	55,13	21,24	21,21	22	21,99	760,0	14
3SPD076	28/05/2020 00:00	29/05/2020 00:00	55,14	20,43	20,4	21,2	21,19	770,0	14
3SPD077	29/05/2020 00:00	30/05/2020 00:00	55,14	20,72	20,7	21,92	21,91	1195,0	22
3SPD078	30/05/2020 00:00	31/05/2020 00:00	55,13	20,82	20,81	21,67	21,66	840,0	15
3SPD079	31/05/2020 00:00	01/06/2020 00:00	55,14	20,26	20,23	20,88	20,86	615,0	11
3SPD080	01/06/2020 00:00	02/06/2020 00:00	55,14	20,59	20,59	21,37	21,36	765,0	14
3SPD081	02/06/2020 00:00	03/06/2020 00:00	55,14	21,19	21,2	22,05	22,02	830,0	15

C.2. DETAIL DES CONCENTRATIONS DE POUSSIÈRES PM10 SUR LA STATION B3

Référence	Date et heure de début	Date et heure de fin	Volume prélevé (m ³)	Masse initiale (mg)		Masse finale (mg)		Masse moyenne corrigée (µg)	Concentration (µg/m ³)
				Série 1	Série 2	Série 1	Série 2		
3SPD038	20/05/2020 00:00	21/05/2020 00:00	55,17	17,5	17,48	18,25	18,25	750,0	14
3SPD039	21/05/2020 00:00	22/05/2020 00:00	55,13	20,5	20,47	21,35	21,33	845,0	15
3SPD040	22/05/2020 00:00	23/05/2020 00:00	55,14	19,99	20	21,7	21,71	1700,0	31
3SPD041	23/05/2020 00:00	24/05/2020 00:00	55,13	18,61	18,58	20,16	20,15	1550,0	28
3SPD042	24/05/2020 00:00	25/05/2020 00:00	55,14	20,36	20,36	21,41	21,4	1035,0	19
3SPD043	25/05/2020 00:00	26/05/2020 00:00	55,13	21,7	21,71	22,67	22,69	965,0	18
3SPD044	26/05/2020 00:00	27/05/2020 00:00	55,13	18,06	18,04	19,06	19,03	985,0	18
3SPD045	27/05/2020 00:00	28/05/2020 00:00	55,14	20,35	20,31	21,38	21,34	1020,0	18
3SPD046	28/05/2020 00:00	29/05/2020 00:00	55,14	18,25	18,21	19,29	19,25	1030,0	19
3SPD047	29/05/2020 00:00	30/05/2020 00:00	55,14	21,26	21,26	22,74	22,71	1455,0	26
3SPD048	30/05/2020 00:00	31/05/2020 00:00	55,13	18,76	18,78	20,1	20,05	1295,0	23
3SPD049	31/05/2020 00:00	01/06/2020 00:00	55,13	20,02	20,01	20,9	20,89	870,0	16
3SPD050	01/06/2020 00:00	02/06/2020 00:00	55,13	18,56	18,53	19,43	19,46	890,0	16
3SPD051	02/06/2020 00:00	03/06/2020 00:00	55,14	20,57	20,54	21,71	21,7	1140,0	21

C.3. DETAIL DES CONCENTRATIONS DE POUSSIÈRES PM10 SUR LA STATION B6

Référence	Date et heure de début	Date et heure de fin	Volume prélevé (m ³)	Masse initiale (mg)		Masse finale (mg)		Masse moyenne corrigée (µg)	Concentration (µg/m ³)
				Série 1	Série 2	Série 1	Série 2		
3SPD053	20/05/2020 00:00	21/05/2020 00:00	55,17	21,14	21,17	21,67	21,68	510,0	9
3SPD054	21/05/2020 00:00	22/05/2020 00:00	55,13	17,98	17,99	18,5	18,53	520,0	9
3SPD055	22/05/2020 00:00	23/05/2020 00:00	55,14	20,25	20,25	21,75	21,75	1490,0	27
3SPD056	23/05/2020 00:00	24/05/2020 00:00	55,13	20,57	20,6	22,15	22,19	1575,0	29
3SPD057	24/05/2020 00:00	25/05/2020 00:00	55,14	21,53	21,56	22,4	22,41	850,0	15
3SPD058	25/05/2020 00:00	26/05/2020 00:00	55,13	20,16	20,16	20,78	20,73	585,0	11
3SPD059	26/05/2020 00:00	27/05/2020 00:00	55,14	20,69	20,67	21,63	21,58	915,0	17
3SPD060	27/05/2020 00:00	28/05/2020 00:00	55,14	21,45	21,42	22,48	22,44	1015,0	18
3SPD061	28/05/2020 00:00	29/05/2020 00:00	55,14	21,39	21,38	22,42	22,37	1000,0	18
3SPD062	29/05/2020 00:00	30/05/2020 00:00	55,14	20,73	20,71	21,94	21,89	1185,0	21
3SPD063	30/05/2020 00:00	31/05/2020 00:00	55,14	19,52	19,51	20,67	20,63	1125,0	20
3SPD064	31/05/2020 00:00	01/06/2020 00:00	55,13	21,36	21,36	22,63	22,59	1240,0	22
3SPD065	01/06/2020 00:00	02/06/2020 00:00	55,14	19,81	19,82	20,86	20,84	1025,0	19
3SPD066	02/06/2020 00:00	03/06/2020 00:00	55,14	20,64	20,67	21,78	21,75	1100,0	20

ANNEXES D – BORDEREAUX D'ANALYSE DE LA SILICE CRISTALLINE

Page 1/8



EUROFINS ANALYSES POUR L'ENVIRONNEMENT FRANCE SAS

EVADIES
Nicolas PANIZZOLI
9 Rue Principale
54470 BOUILLONVILLE

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E128263

Version du : 06/08/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-137875-01

Date de réception technique : 31/07/2020

Première date de réception physique : 31/07/2020

Référence Dossier : N° Projet : SILICE

Nom Projet : Silice sur mousses

Nom Commande : 8320

Référence Commande : 8320

Coordinateur de Projets Clients : Elsa POTOU DIS / ElsaPOTOU DIS@eurofins.com / +33 03 88 02 14 39

N° Ech	Matrice		Référence échantillon
001	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD042
002	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD056
003	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD070
004	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD065
005	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD066
006	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD034
007	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD063
008	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD057
009	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD055
010	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD050
011	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD048
012	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD078
013	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD071
014	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD041
015	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD081
016	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD052
017	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD051
018	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD080
019	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD040
020	Air lieux de travail	(AIT)	3SPD072

Eurofins Analyses pour l'Environnement - Site de Saverne
5, rue d'Oterswiller - 67700 Saverne
Tel 03 88 911 911 - fax 03 88 916 531 - site web : www.eurofins.fr/erv
SAS au capital de 1 632 800 € - APE 7120B - RCS SAVERNE 422 998 971

cofrac
ACCREDITATION
N° 1- 1488
Portée disponible sur
www.cofrac.fr
ESSAIS



RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E128263

Version du : 06/08/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-137875-01

Date de réception technique : 31/07/2020

Première date de réception physique : 31/07/2020

Référence Dossier : N° Projet : SILICE

Nom Projet : Silice sur mousses

Nom Commande : 8320

Référence Commande : 8320

N° Echantillon	001	002	003	004	005	006
Référence client :	3SPD042	3SPD056	3SPD070	3SPD065	3SPD066	3SPD034
Matrice :	AIT	AIT	AIT	AIT	AIT	AIT
Date de prélèvement :						
Date de début d'analyse :	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020

Analyse de la silice cristalline

LSA5Z : Quartz quantitatif par DRX sur filtre		001	002	003	004	005	006
Quartz quantitatif par DRX sur filtre	µg	27 ±7	<4	18 ±4	106 ±26	91 ±22	<4
Limite de quantification du dosage de Quartz	µg	4	4	4	4	4	4
LSRFJ : Cristobalite quantitative par DRX sur filtre		001	002	003	004	005	006
Résultat du dosage de la cristobalite	µg	<7.00	<7.00	<7.00	<7.00	<7.00	<7.00
Limite de quantification du dosage de Cristobalite	µg	7	7	7	7	7	7
LSRFI : Identification Tridymite par DRX sur filtre		001	002	003	004	005	006
	µg	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence	Absence

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E128263

Version du : 06/08/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-137875-01

Date de réception technique : 31/07/2020

Première date de réception physique : 31/07/2020

Référence Dossier : N° Projet : SILICE

Nom Projet : Silice sur mousses

Nom Commande : 8320

Référence Commande : 8320

N° Echantillon	007	008	009	010	011	012
Référence client :	3SPD063	3SPD057	3SPD055	3SPD050	3SPD048	3SPD078
Matrice :	AIT	AIT	AIT	AIT	AIT	AIT
Date de prélèvement :						
Date de début d'analyse :	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020

Analyse de la silice cristalline

LSA5Z : Quartz quantitatif par DRX sur filtre		007	008	009	010	011	012
Quartz quantitatif par DRX sur filtre	µg	* 122 ±30	* <4	* <4	* 117 ±29	* 163 ±40	* 67 ±17
Limite de quantification du dosage de Quartz	µg	4	4	4	4	4	4
LSRFJ : Cristobalite quantitative par DRX sur filtre		007	008	009	010	011	012
Résultat du dosage de la cristobalite	µg	* <7.00	* <7.00	* <7.00	* <7.00	* 9 ±2	* <7.00
Limite de quantification du dosage de Cristobalite	µg	7	7	7	7	7	7
LSRFI : Identification Tridymite par DRX sur filtre		007	008	009	010	011	012
	µg	* Absence	* Absence	* Absence	* Absence	* Absence	* Absence

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E128263

Version du : 06/08/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-137875-01

Date de réception technique : 31/07/2020

Première date de réception physique : 31/07/2020

Référence Dossier : N° Projet : SILICE

Nom Projet : Silice sur mousses

Nom Commande : 8320

Référence Commande : 8320

N° Echantillon	013	014	015	016	017	018
Référence client :	3SPD071	3SPD041	3SPD081	3SPD052	3SPD051	3SPD080
Matrice :	AIT	AIT	AIT	AIT	AIT	AIT
Date de prélèvement :						
Date de début d'analyse :	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020	04/08/2020

Analyse de la silice cristalline

LSA5Z : Quartz quantitatif par DRX sur filtre		013	014	015	016	017	018
Quartz quantitatif par DRX sur filtre	µg	* <10	* <8	* 130 ±32	* <4	* 175 ±43	* 77 ±19
Limite de quantification du dosage de Quartz	µg	10	8	7	4	5	4
LSRFJ : Cristobalite quantitative par DRX sur filtre		013	014	015	016	017	018
Résultat du dosage de la cristobalite	µg	* <17	* <14	* <12	* <7,00	* <9	* <7,00
Limite de quantification du dosage de Cristobalite	µg	17	14	12	7	9	7
LSRFI : Identification Tridymite par DRX sur filtre		013	014	015	016	017	018
	µg	* Absence	* Absence	* Absence	* Absence	* Absence	* Absence

RAPPORT D'ANALYSE

Dossier N° : 20E128263

Version du : 06/08/2020

N° de rapport d'analyse : AR-20-LK-137875-01

Date de réception technique : 31/07/2020

Première date de réception physique : 31/07/2020

Référence Dossier : N° Projet : SILICE

Nom Projet : Silice sur mousses

Nom Commande : 8320

Référence Commande : 8320

N° Echantillon

Référence client :

Matrice :

Date de prélèvement :

Date de début d'analyse :

019	020
3SPD040	3SPD072
AIT	AIT
04/08/2020	04/08/2020

Analyse de la silice cristalline

LSA5Z : Quartz quantitatif par DRX sur filtre

Quartz quantitatif par DRX sur filtre µg * <4 * <4

Limite de quantification du dosage de Quartz µg 4 4

LSRFJ : Cristobalite quantitative par DRX sur filtre

Résultat du dosage de la cristobalite µg * <7,00 * <7,00

Limite de quantification du dosage de Cristobalite µg 7 7

LSRFI : Identification Tridymite par DRX sur filtre

D : détecté / ND : non détecté

z2 ou (2) : zone de contrôle des supports



Pierre Van Cauwenberghe
Coordinateur Projets Clients