

**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT
 ARIANE 5 VOL A216 DU 22 MARS 2014 À 19H04**

	Nom et Sigle	Date et Signature
Préparé par	DEL BUFALO G. SDP/ES	06/01/2015 
Vérifié par	JEAN-LOUIS S. SDP/ES	06/01/2015 
Approuvé par	RICHARD S. SDP/ES	06/01/15 
Application autorisée par	TRINCHERO J.P. SDP/ES	6 JAN. 2015 

DIFFUSION

destinataires	Nb
ADEME	1
AE/DP/K	1
CG/COM	1
CNES/PARIS – DP/CME	1
DEAL	1
ESA/K	1
IRD	1
MAIRIE DE KOUROU	1
MAIRIE DE SINNAMARY	1
ONF	1
ORA GUYANE	1
S.P.P.P.I.	1
SDO/SC	1
SDP/ES	1
SDP/ES/ENV	3
DLA/D	1

Nombre total d'exemplaires : 18

REPERTOIRE DES MODIFICATIONS

Ed/Rév	Date	Pages Modifiées	Objet de la modification
01/00	20/08/2014	TOUTES	CRÉATION / DEL BUFALO G. et JEAN - LOUIS S.

SOMMAIRE

1. OBJET – DOMAINE D'APPLICATION	5
2. DOCUMENTS DE REFERENCE.....	6
2.1. DOCUMENTS APPLICABLES	6
2.2. DOCUMENTS DE REFERENCE	6
2.3. GESTIONNAIRE TECHNIQUE DU DOCUMENT	6
3. DEFINITIONS ET SIGLES.....	7
3.1. DEFINITIONS	7
3.2. SIGLES	7
4. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL 216.....	9
5. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES	10
5.1. LOCALISATION DES POINTS D'ECHANTILLONNAGE POUR LE CHAMP PROCHE.....	10
5.2. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES POUR LES CHAMPS MOYEN ET LOINTAIN	10
6. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES	11
6.1. DONNEES BRUTES DU RADIOSONDAGE 4R220314.....	11
6.2. SIMULATION SARRIM A PARTIR DU RADIOSONDAGE	12
6.3. SIMULATION SARRIM A PARTIR DE DONNEES PREVISIONNELLES	15
- <i>Direction moyenne des vents (°)</i>	15
- <i>Direction moyenne des vents (°)</i>	15
6.4. COMPARAISON DES RESULTATS DES SIMULATIONS REALISEES A PARTIR DU RADIOSONDAGE ET DES DONNEES DE CEP.....	18
7. SUIVI DES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES EN CHAMPS PROCHE, MOYEN ET LOINTAIN	19
7.1. OBJECTIF DES MESURES.....	19
7.2. RESULTATS DES MESURES	19
7.2.1. <i>Analyse des retombées en alumine particulaire sédimentable</i>	20
7.2.2. <i>Analyse des retombées chimiques gazeuses et particulaires d'acide chlorhydrique</i>	21
7.3. CONCLUSIONS SUR LES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES.....	23
8. MESURE EN CONTINU DE LA POLLUTION GAZEUSE EN ACIDE CHLORHYDRIQUE.....	24
8.1. OBJECTIF DES MESURES.....	24
8.2. RESULTATS DES MESURES	24

9. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR ARIANE 5 VOL 216	25
10. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A211 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE 13 PAGES)	26

1. OBJET – DOMAINE D'APPLICATION

Ce document a pour objet de présenter les résultats des mesures d'impact sur l'environnement réalisées lors du lancement d'**Ariane 5** qui transportait les satellites **ASTRA 5B** et **AMAZONAS 4A**. Le **vol Ariane 216** a eu lieu le **22 mars 2014** à **19 heures 05 minutes** en heure locale, soit à 22 heures 05 minutes, en temps universel.

Ce document est élaboré pour répondre aux objectifs suivants :

- se conformer aux prescriptions de l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter l'Ensemble de Lancement Ariane numéro 3 (ELA3) **[DA1]**,
- confirmer et enrichir les résultats obtenus lors des essais au banc et lors des lancements Ariane 5,
- confirmer les conclusions inscrites dans l'étude d'impact réalisée dans le cadre de la constitution du Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter l'Ensemble de Lancement n°3.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

2.1. Documents applicables

- [DA1] **Arrêté Numéro 1632/1D/1B/ENV du 24 juillet 2006** autorisant la Société Arianespace, sise boulevard de l'Europe - BP177- 91000 Evry à exploiter l'ensemble de lancement Ariane (ELA), sur la commune de Kourou
- [DA2] **OA5-PCO-83-7376-CNES** – Préparation du plan de mesures environnement Ariane 5.
- [DA3] **CSG-ID-S3X-495-SEER** - Description et exploitation des plans de mesures Ariane 5 et des mesures environnement.

2.2. Documents de référence

- [DR1] **CSG-RP-S3X-9955-CNES** – Plan de mesures Environnement Ariane 5 et Vega – Centre Spatial Guyanais.
- [DR2] **Rapport final du groupe d'experts IRD, CNRS, INRA** – Impacts des activités futures d'Ariane 5 sur l'environnement humain et naturel – Contrat de consultance IRD 9086-01/CNES/2129 – Janvier 2003.
- [DR3] **INERIS DRC-02-37656-AIRE n°656b-MRa-CFe** : Aide à la définition d'une stratégie de surveillance de la qualité de l'air dans les zones habitées autour du CSG – DRIRE Antilles – Guyane – Décembre 2002.
- [DR4] **CG/SDP/ES/2006/N°1263** - Note relative au plan de mesures Environnement Ariane 5.
- [DR5] **CG/SDP/ES/2009/N°946** - Note relative à l'utilisation des prévisions CEP pour la mise en place des capteurs du plan de mesures Environnement Ariane 5.

2.3. Gestionnaire technique du document

Le service SDP/ES (Environnement et Sauvegarde Sol) est le gestionnaire technique de ce document.

3. DEFINITIONS ET SIGLES

3.1. Définitions

Sans objet

3.2. Sigles

Al ₂ O ₃	:	Alumine
Al ³⁺	:	Ion Aluminium
AFNOR	:	Association Française de Normalisation
ARTA	:	Accompagnement de Recherche et de Technologie Ariane (Programme d')
BAF	:	Bâtiment d'Assemblage Final
BCS	:	Bureau de coordination Sauvegarde
BLA	:	Base de Lancement Ariane
Ca	:	Calcium
CI	:	Contrat Industriel
CL	:	Champ Lointain
Cl ⁻	:	Ion Chlorure
CMCK	:	Centre Médico-Chirurgical de Kourou
CNES	:	Centre National d'Etudes Spatiales
CODEX	:	Collecte de Données Environnement eXtérieur du CSG (Réseau de)
CP	:	Champ Proche
CT	:	Centre Technique
CSG	:	Centre Spatial Guyanais
dB	:	Décibel
DBO ₅	:	Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours
DCO	:	Demande Chimique en Oxygène
ELA	:	Ensemble de Lancement ARIANE
EAP	:	Etage d'Accélération à Poudre
EPC	:	Etage Principal Cryogénique
EPS	:	Etage à Propergol Stockable
ESQS	:	Europe Spatiale Qualité Sécurité
GPS	:	Système de Positionnement Global
H ₂	:	Dihydrogène
HC	:	Hydrocarbures imbrûlés
HCl	:	Acide Chlorhydrique

ICPE	:	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INERIS	:	Institut Nationale de l'Environnement Industriel et des Risques
IRD	:	Institut de Recherche et de Développement
K	:	Potassium
LD	:	Limite de Détection
LH ₂	:	Dihydrogène Liquide
MEST	:	Matières En Suspension Totales
Mg	:	Magnésium
MMH	:	Mono Méthyl Hydrazine
NaCl	:	Chlorure de Sodium
N ₂ H ₄	:	Hydrazine
N ₂ O ₄	:	Peroxyde d'Azote
NO ₂	:	Dioxyde d'Azote
NO _x	:	Oxyde d'Azote
pH	:	Potentiel Hydrogène
ppb	:	Partie par milliard en volume (10 ⁻⁹), soit 1 mm ³ /m ³
ppm	:	partie par million
RN1	:	Route Nationale 1
SARRIM	:	« Stratified Atmosphere Release of Rockets Impact Model »
SPM	:	« Single Point Monitor »
UDMH	:	Unsymmetrical Di MethylHydrazine (Diméthyl hydrazine asymétrique)
VLI	:	Vitesse Limite d'Impact
VTR	:	Valeur Toxicologique de Référence
ZL3	:	Zone de Lancement n° 3
ZP	:	Zone de Préparation

4. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL 216

Le plan de mesures environnement permet de quantifier et de surveiller les retombées en alumine et en acide chlorhydrique issues du 1^{er} étage d'Ariane (2 EAP constitués de 240 tonnes de propergol solide chacun, soit 480 tonnes au total).

Pour rappel, les domaines couverts par ce plan de mesures Ariane 5 Vol 216 [DR1] sont les suivants :

- Mesurer, en temps réel et en différents lieux (villes de Kourou, de Sinnamary, le Centre Technique du CSG et aux sites d'observation des lancements), les concentrations atmosphériques en gaz chlorhydrique, en dioxyde d'azote (NO₂) et en produits hydrazinés par l'intermédiaire d'analyseurs de type SPM (Zellwegers) ; ces derniers constituant le réseau CODEX. Les composés suivis ne sont émis qu'en cas de fonctionnement dégradé (accident) du lanceur.
- Mesurer les concentrations en champs proche, moyen et lointain, des retombées chimiques particulières en alumine et en acide chlorhydrique (ou chlorure d'hydrogène) ainsi que les retombées chimiques gazeuses en gaz chlorhydrique.

Cette démarche permettra également de réaliser une corrélation avec les résultats trouvés avec un logiciel de modélisation nommé « Stratified Atmosphere Release of Rockets Impact Model » (SARRIM).

Nota :

La mise en place et le retrait du dispositif de suivi de la qualité de l'air et l'activation du réseau CODEX (Zellwegers) ont été réalisés par le CI/ESQS/ES. Pour rappel, les « Zellwegers » sont entretenus et étalonnés par le laboratoire de chimie du CSG (CI/SNECMA).

Pour rappel, l'évaluation de la qualité (et ainsi la conformité) des eaux des carneaux de la ZL3 avant rejet dans le milieu naturel est réalisée par l'établissement Arianespace.

5. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES

La localisation des points de mesures et leur distance par rapport à la ZL3 sont présentées au *paragraphe 3 de l'Annexe 1* (annexe présentée au *paragraphe 10* du présent document).

Tableau 1 : Récapitulatif de l'implantation des capteurs de mesure.

EMPLACEMENT		DISTANCE ZL3 (m)	ZELLWEGER
A I R	CPX	10 points en champ proche (CP) 35 points en champ lointain (CL)	Confer le <i>paragraphe 3</i> de l' <i>Annexe 1</i>
	CLX		

Le détail des instruments mis en place est présenté au *paragraphe 2 de l'Annexe 1*.
 Au total, le plan de mesures environnement du Vol A216 représente soixante-treize capteurs.

5.1. Localisation des points d'échantillonnage pour le champ proche

Pour le lancement Ariane 5 Vol A216, ont été installés :

- sur 10 sites : des bacs à eau pour le suivi des retombées chimiques et particulaires du nuage de combustion d'Ariane 5,
- 1 Zellweger

5.2. Localisation des points de mesures pour les champs moyen et lointain

En champs moyen et lointain, on dénombre :

- sur 35 sites : des bacs à eau pour le suivi des retombées chimiques et particulaires du nuage de combustion d'Ariane 5,
- 3 Zellwegers

6. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

La localisation du nuage de combustion d'Ariane 5 peut varier à chaque lancement. Cette localisation ne peut être connue à l'avance du fait de la spécificité de la climatologie locale.

Afin d'optimiser l'emplacement des capteurs sur la trajectoire la plus probable du nuage, un radiosondage (réalisé au plus proche du H0) ainsi qu'une prévision météorologique (réalisée pour une échéance proche du H0) ont été utilisés. Au moyen de SARRIM, des modélisations des conditions météorologiques du jour du lancement ont été effectuées.

Ainsi, les résultats obtenus (hauteur de stabilisation, déplacement du nuage, etc.) pourront être corrélés aux valeurs de terrain (présentées aux *paragraphes 7 et 8* du présent document).

6.1. Données brutes du radiosondage 4R220314

Le jour du lancement, à H0 + 34 minutes, un radiosondage spécifique a été effectué (**référence 4R220314** du 22 mars 2014). Il donne des informations sur trois cent vingt-cinq couches distinctes tous les cent mètres.

Tableau 2 : Données météorologiques issues du radiosondage 4R220314.txt pour les couches atmosphériques représentatives.

ALTITUDE (mètres)	PRESSION (mb)	VITESSE DU VENT (m/s)	VENT EN PROVENANCE (°)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITE (%)
12	1011,2	5,0	50	26,8	86,0
100	1001,2	7,1	51	26,6	83,4
500	956,7	9,7	52	22,5	91,7
1000	903,2	10,6	54	19,2	99,1
1500	852,2	11,1	68	16,9	99,6
2000	803,7	11,7	73	14,9	100,1
2500	757,5	13,1	84	12,2	103,2
3000	713,6	14,9	73	11,6	64,6
3500	672,0	15,1	89	7,9	77,0
4000	632,3	16,5	99	4,5	84,0

6.2. Simulation SARRIM à partir du radiosondage

Les données d'entrée nécessaires à la simulation sont les suivantes :

- Les caractéristiques du lanceur,
- La position géographique de la zone de lancement (latitude, longitude),
- Les données météorologiques recueillies à l'aide d'un radiosondage,
- etc.

Au moyen des données issues de la modélisation SARRIM, la hauteur à laquelle le nuage de combustion se stabilise ainsi que la direction et la vitesse qu'il prend dans les basses et les hautes couches de l'atmosphère sont déterminées. Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 3 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage.

HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	1 229
BASSES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant du sol jusqu'à la hauteur de stabilisation)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	9
- Direction moyenne des vents (°)	51
⇒ Les vents sont orientés vers	Bec Fin
HAUTES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant de la hauteur de stabilisation jusqu'à 4000 m)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	14
- Direction moyenne des vents (°)	81
⇒ Les vents sont orientés vers	Agami

Figure 1 : Retombées en acide chlorhydrique

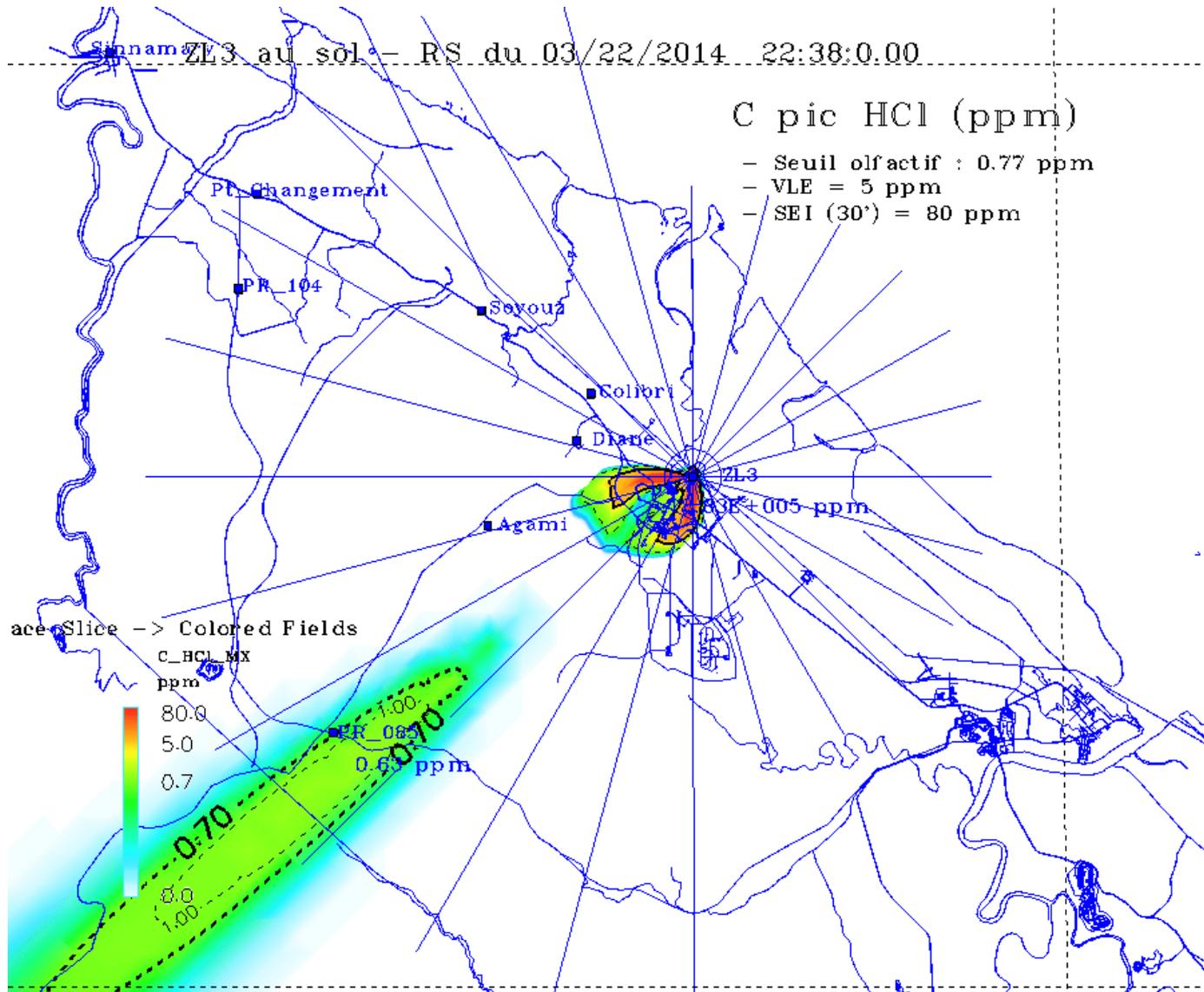
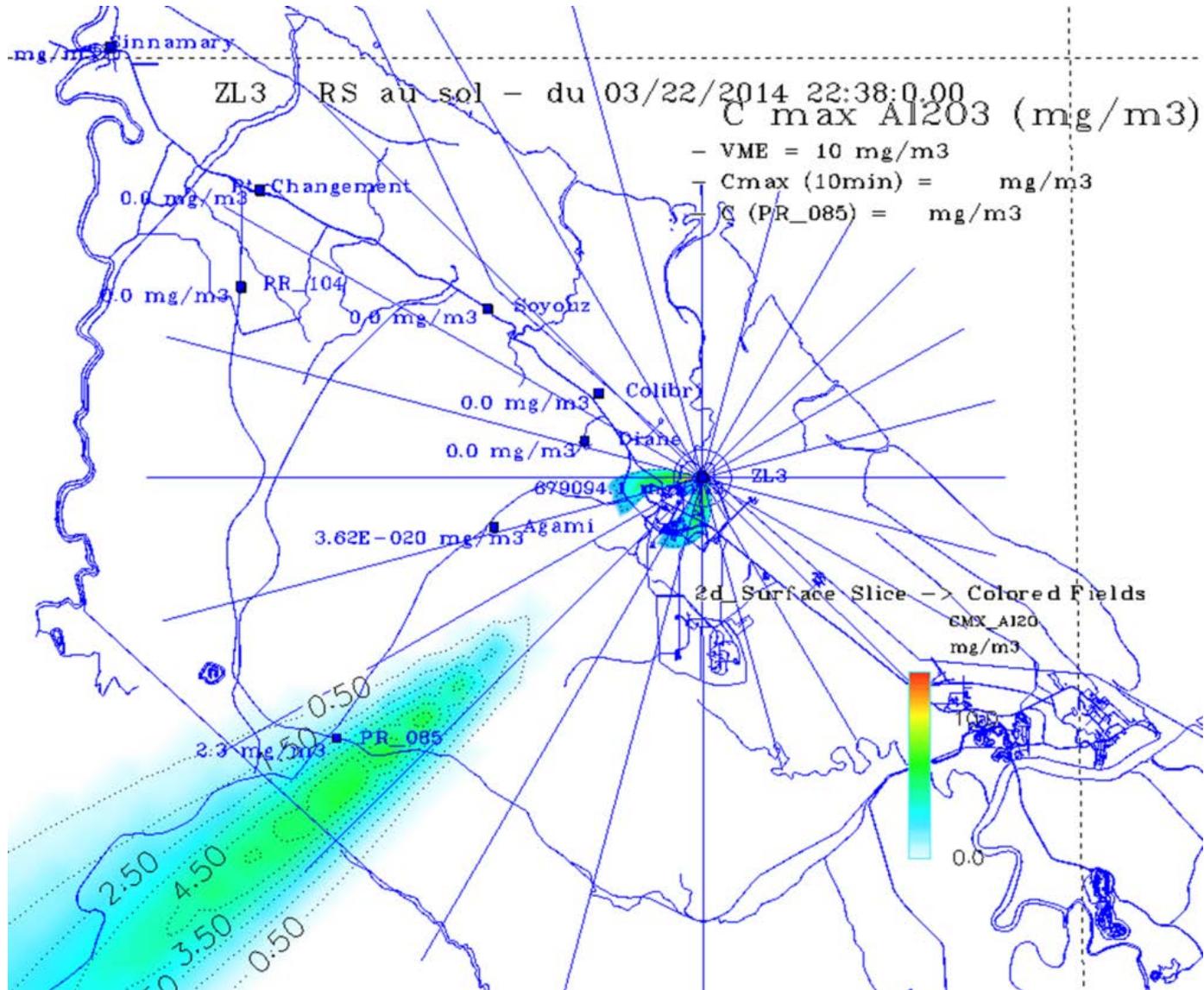


Figure 2 : Retombées en alumine



6.3. Simulation SARRIM à partir de données prévisionnelles

Les données d'entrée nécessaires à la simulation sont les suivantes :

- Les caractéristiques du lanceur,
- La position géographique de la zone de lancement (latitude, longitude),
- Les données météorologiques prévisionnelles issues de CEP (modèle prévisionnel de profils thermodynamiques – confer la note),
- etc.

Nota : CEP est un modèle numérique c'est-à-dire un programme informatique qui modélise l'évolution de l'atmosphère avec un maillage (spatial et temporel) donné. Les résultats fournis par ce modèle permettent de prévoir le temps (conditions météorologiques) qu'il devrait faire pour les heures, jours ou semaines qui viennent.

Les résultats de la simulation sont récapitulés dans le tableau de la page suivante.

Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir des données prévisionnelles CEP (2C220314.txt).

HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	1 190
BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	9
- Direction moyenne des vents (°)	54
Les vents sont orientés vers	Bec Fin
HAUTES COUCHES (HAUTEUR DE STABILISATION → 4000 M)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	12
- Direction moyenne des vents (°)	82
Les vents sont orientés vers	Agami

Les Figures 3 et 4 présentent la prévision des directions du nuage de combustion au H0.

Figure 3 : Retombées en acide chlorhydrique

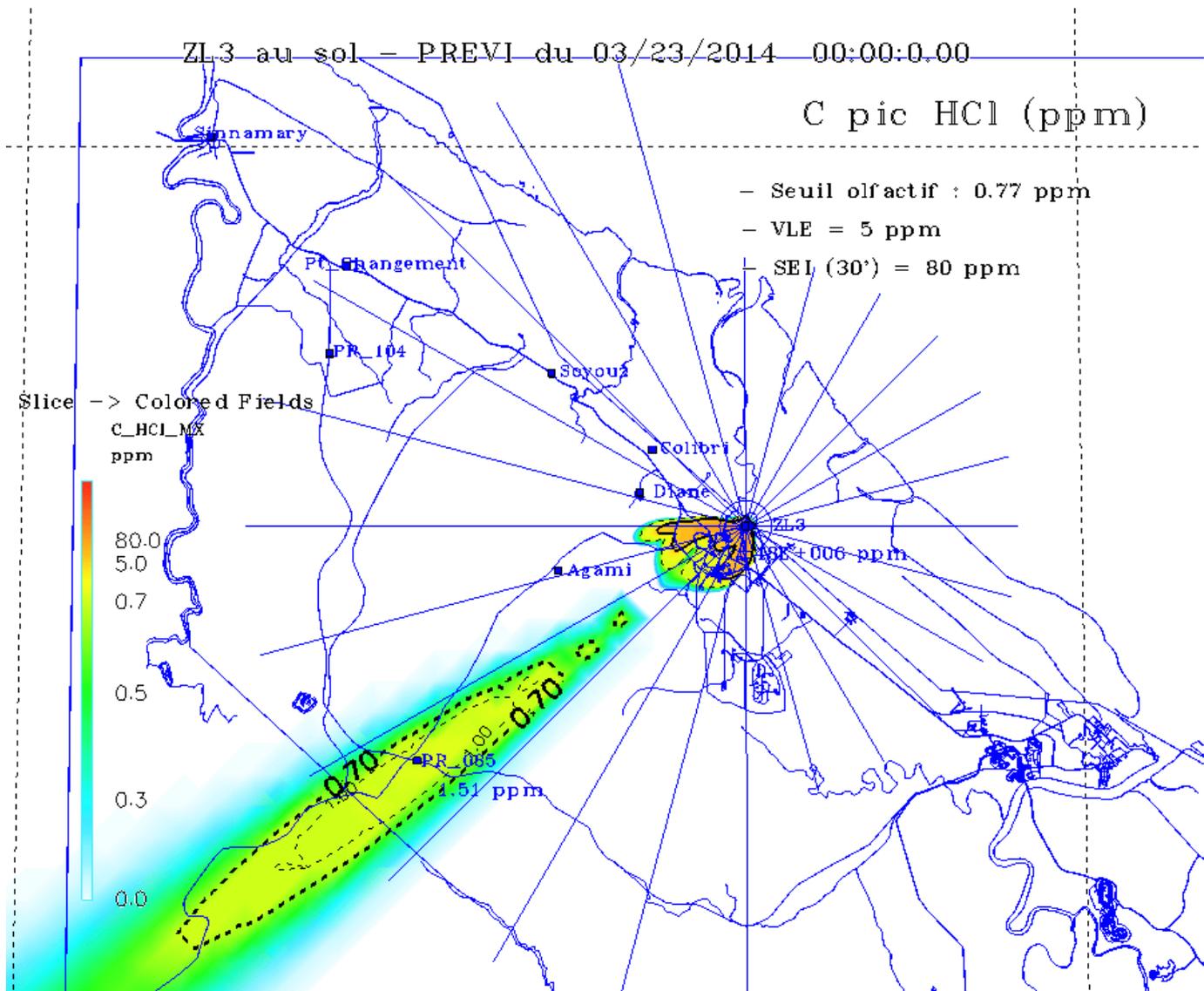
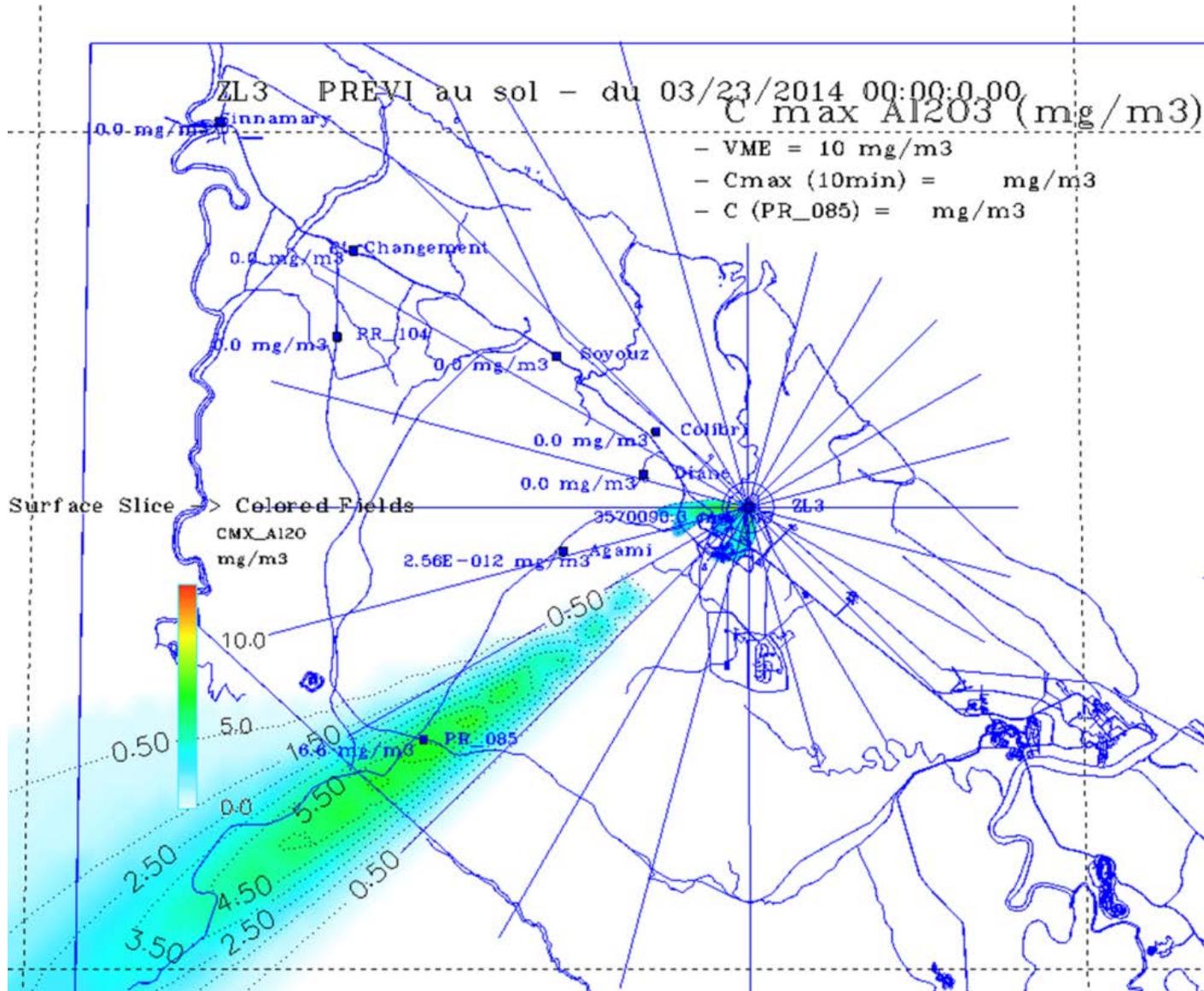


Figure 4 : Retombées en alumine



6.4. Comparaison des résultats des simulations réalisées à partir du radiosondage et des données de CEP

L'optimisation de l'emplacement des capteurs en champ lointain a été réalisée au moyen de la simulation SARRIM effectuée avec les données prévisionnelles de CEP pour le J0 à H0. Les directions calculées par SARRIM, avec les données CEP et avec le radiosondage H0 + 34 min, un écart de la direction du nuage pour les basses couches écart de 6 %.

Pour rappel, les capteurs ont été implantés suivant la situation « Agami », à savoir Sud / Sud-Ouest (confer le *paragraphe 3.2 de l'Annexe I* du présent document) Malgré l'écart observé sur la direction du nuage des deux modélisations, les capteurs ont correctement été implantés. Ces derniers ont tous été soumis aux retombées provenant du nuage de combustion d'Ariane 5.

7. SUIVI DES RETOMBÉES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES EN CHAMPS PROCHE, MOYEN ET LOINTAIN

7.1. Objectif des mesures

Les mesures des retombées chimiques gazeuses et particulaires ont pour objectif d'évaluer les retombées issues de la combustion des EAP lors des lancements Ariane 5.

Pour cela, le dispositif mis en œuvre a pour but de mesurer les retombées sédimentables réalisées au moyen de quarante-cinq pièges à eau disposés à 1,50 mètres de hauteur (conformément à la norme AFNOR NF X 43-006).

Les paramètres suivis sont : le pH, la conductivité (en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C), les concentrations en ions chlorures, les concentrations en aluminium dissous, particulaire et total (exprimés en mg/L puis en mg/m^2).

Un rappel sur les limites réglementaires de toxicité des principaux produits émis par le lanceur Ariane 5 est fait au *paragraphe 8 de l'Annexe 1*

7.2. Résultats des mesures

Tous les résultats bruts sont synthétisés au *paragraphe 4 de l'Annexe 1*

Remarque : Pendant le temps d'exposition des bacs à eau (28 heures), une pluviométrie de 2,4 mm a été enregistrée sur cette période. Par conséquence, une légère dilution des échantillons a eu lieu. Le volume moyen recueilli a été de 508 ml en moyenne (au lieu des 500 ml initiaux).

7.2.1. Analyse des retombées en alumine particulaire sédimentable

Tableau 5 : Points de mesure présentant des concentrations maximales en champ proche et en champ lointain

	ALUMINE PARTICULAIRE		
	<i>Concentration Maximale (mg/m²)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	4,00	CP 03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 48	277
Champ lointain	3,34	CL 16 : PK 1,5 après portail Agami (entrée du morne Bocco)	4 697

Remarques :

- Les concentrations mesurées en champ proche sont comparables avec les concentrations moyennes mesurées en champ lointain. (écart moyenne du 19%) à cause de conditions météorologiques exceptionnelles (vitesse moyenne des vents des basses couches égale à 9 m/s, confer tableau 4)

Ainsi, on peut conclure que les résultats en champ proche et en champ lointain sont identiques et comparables ou bruit de fond.

7.2.2. Analyse des retombées chimiques gazeuses et particulaires d'acide chlorhydrique

Tableau 6 : Points de mesure présentant des concentrations maximales en champ proche et en champ lointain

	IONS CHLORURES		
	<i>Concentration Maximale (mg/m²)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	559,20	CP 03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 48	277
Champ lointain	266,02	CL 01 : Kourou – Station Météo Isabelle	16 268

Tableau 7 : Points de mesure présentant des valeurs maximales en champ proche et en champ lointain

	PH		
	<i>Acidité maximale (unité pH)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	3,20	CP 03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 48	277
Champ lointain	4,20	CL 22 : Piste Agami – PK12 après portail	11 974
	CONDUCTIVITE		
	<i>Maximum (µS/cm)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	282	CP 03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 48	277
Champ lointain	68	CL 01 : Kourou – Station Météo Isabelle	16 268

Remarques :

- Les concentrations en ions chlorures sont plus fortes en champ proche, notamment dans l'axes des carneaux de la ZL3 (points CP 01 à CP 03), ainsi que sur les points CP 04 (147,05 mg/m² - à 445 mètres de la ZL3) et CP 05 (122,03 mg/m² - à 533 mètres de la ZL3).
- Les valeurs enregistrées sur le point CL 01 (Kourou – station Météo Isabelle, implanté à 16 km de la ZL3) et CL 06 (Sinnamary - Hôtel du Fleuve, implanté à 23 km de la ZL3) sont attribuables à l'influence des embruns marins. Ces dépôts sont couramment observés dans les zones implantées à proximité de la mer. Ils disparaissent en fonction de la distance à la côte. L'influence de ces aérosols est variable car l'intensité de la source de particules marines est directement liée à la force du vent à la surface de la mer. Ces dépôts peuvent donc être importants selon les variations saisonnières de l'intensité du vent mais aussi de la salinité de l'eau de mer. Il est à noter que cette influence est importante au CSG notamment lorsqu'il pleut. Cependant l'essentiel des capteurs positionnés près de la côte restent influencés par l'air marin (enregistrement régulier de pics de concentrations).
- Par ailleurs, les concentrations en ions chlorures sont cohérentes aux valeurs de pH et de conductivités mesurées. En effet, plus les concentrations en ions chlorures sont élevées, plus le pH est faible et plus la conductivité est élevée.
- Les concentrations mesurées en champ proche sont comparables avec les concentrations moyennes mesurées en champ lointain. (écart moyenne du 19%) à cause de conditions météorologiques exceptionnelles (vitesse moyenne des vents des basses couches égale à 9 m/s, confer tableau 4).

7.3. Conclusions sur les retombées chimiques gazeuses et particulaires

Les mesures mettent en évidence un impact des retombées chimiques en acide chlorhydrique et en alumine uniquement en champ proche

Une comparaison entre les résultats des simulations SARRIM réalisées au moyen des données prévisionnelles CEP et des radiosondages et les données mesurées sur le terrain a été effectuée, elles sont comparables car : les données CEP prévoyaient que le nuage se dirigerait dans une direction de 54°,

- le radiosondage montrait la même direction (51 °),
- les concentrations relevées les plus fortes se trouvaient dans une direction de 55°.

Ainsi, les relevés réalisés sur le terrain sont cohérents avec les données prévisionnelles CEP. Cela permet de confirmer que les capteurs ont correctement été implantés. Pour rappel, l'optimisation de leur positionnement est réalisée à partir de ces données prévisionnelles CEP.

8. MESURE EN CONTINU DE LA POLLUTION GAZEUSE EN ACIDE CHLORHYDRIQUE

8.1. Objectif des mesures

Ces mesures ont pour objectif de suivre en temps réel :

- les concentrations en gaz chlorhydrique en situation nominale de lancement
- les concentrations en gaz chlorhydrique, en dioxyde d'azote (NO₂) et des produits hydrazinés en situation dégradée

Les détecteurs de type SPM (Single Point Monitor de type « Zellweger ») du réseau CODEX sont implantés sur les lieux fixes suivants :

- dans la ville Kourou au niveau :
 - du local annexe du club de bridge de l'Hôtel des Roches
 - de la toiture du bâtiment des urgences du Centre Médico-Chirurgical de Kourou (CMCK)
 - de l'embarcadère des îles du Salut au Vieux-Bourg (cabanon en bois)
 - de la station météo Isabelle de la plage de la Cocoteraie (cabanon en bois)
- dans la ville de Sinnamary au niveau de la Gendarmerie (abri en bois)
- au Centre Technique du CSG, dans une annexe au bâtiment « électromécanique »
- sur les sites d'observation Agami (mobil home) et Toucan (cabanon en bois)

Les quatre unités de détecteurs mobiles sont mises en place sur des sites dont la localisation est optimisée par simulation avec le logiciel de dispersion atmosphérique SARRIM.

La retransmission des données en temps réel se fait à l'aide de balises par voie hertzienne et filaire vers un poste informatique au Bureau de Coordination Sauvegarde (BCS).

8.2. Résultats des mesures

Sur l'ensemble des systèmes détecteurs du réseau de Collecte de Données Environnement eXtérieur du CSG (CODEX), composé de vingt-quatre systèmes CODEX détecteurs fixes et quatre systèmes CODEX mobiles, aucune pollution en gaz chlorhydrique n'a été détectée.

9. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR ARIANE 5 VOL 216

Les mesures mettent en évidence un impact des retombées chimiques en acide chlorhydrique et en alumine uniquement en champ proche

L'implantation des capteurs environnement a été réalisée suivant l'option « Agami » au moyen de CEP. Cette direction coïncide avec les résultats obtenus sur le terrain.

Pour le Vol A216, il n'a pas été détecté de pollution en gaz chlorhydrique par le réseau CODEX.

**10. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5
VOL A211 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE 13 PAGES)**



**RESULTATS DU PLAN DE MESURES
ENVIRONNEMENT
ARIANE VA 216 A**

Référence : 14.SE.RS. 13

Date : 08/07/2014

Page : 1/13

**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT
ARIANE VA216 A**

DIFFUSION : SDP/ES (3 exemplaires) ; ESQS/A ; ESQS/SE/RTP

ESQS/SE/RTP

A handwritten signature in black ink, appearing to be 'J. HERAUD', is written over the printed name.

J.HERAUD

1. Introduction

Le vol Ariane 5 VA 216 A a permis le lancement des satellites ASTRA 5B et AMAZONAS 4A (VA 216A) le 21/03/2014 à 19h05 (heure locale)

Ce rapport présente l'ensemble des résultats obtenus. Il détaille :

- la description des mesures réalisées pour ce lancement;
- la localisation des points de mesures (en champ proche et en champ lointain) ;
- les résultats des analyses faites à partir des bacs à eau ;
- les résultats des détections du réseau CODEX ;
- un rappel sur les limites réglementaires de toxicité des principaux produits émis par le lanceur Ariane 5.

1.1. Instrumentation

Pour ce lancement, le plan de mesures mis en œuvre était constitué de :

- **en Champ proche - 10 sites instrumentés*** :
 - 1 Zellweger,
 - 10 bacs à eau (chaque bac reposant à 1,5 m de hauteur sur un trépied),
- **en Champ lointain - 35 sites instrumentés** :
 - 3 Zellwegers,
 - 35 bacs à eau (chaque bac reposant à 1,5 m de hauteur sur un trépied)

1.2. Mise en place

Le matériel (Zellwegers, bacs à eau) a été installé le 22/03/2014 entre 07h50 et 11h50.

1.3. Retrait des capteurs et analyseurs et envoi des analyses aux laboratoires

Les capteurs et analyseurs ont été récupérés le 24/03/2014 entre 08h20 et 10h40 et livrés à l'Institut Pasteur dans l'après midi du 24/03/14.

2. Description des mesures réalisées pour le vol Ariane VA 216A

2.1. Mesures des retombées chimiques gazeuses et particulaires

Ces mesures permettent de caractériser les retombées chimiques issues de la combustion des EAP en champ proche et en champ lointain. Les retombées sédimentables (chlorure, aluminium dissous, particulaire et total), le pH et la conductivité sont mesurées à l'aide de bacs à eau.

Dix bacs ont été disposés en champ proche, sur le chemin de ronde de la ZL3 tandis que 35 bacs ont été placés en champ lointain sur Kourou, Sinnamary, la piste Agami, la RN1, le site d'observation Toucan, l'ancienne carrière Roche Nicole, le site de suivi Diane, la route de l'espace et l'ancienne RN1.

La mise en œuvre a été assurée par ESQS et les analyses ont été confiées à l'Institut Pasteur de Guyane.

2.2. Mesures en continu de la qualité de l'air

La mise en place de ce réseau de détection est une des obligations de l'Arrêté d'Autorisation d'Exploiter l'ELA 3.

24 analyseurs ZELLWEGER sont installés à poste fixe sur 8 sites localisés à Kourou, Sinnamary, le Centre Technique et les sites d'observation (Agami et Toucan).

Ce réseau mesure en temps réel la teneur en acide chlorhydrique, en peroxyde d'azote et en produits hydrazinés dans l'atmosphère.

Les données sont centralisées vers le poste CODEX implanté au BCS (Bureau de Coordination Sauvegarde) localisé au Centre Technique.

Quatre appareils supplémentaires mobiles ont été mis en service à l'occasion de ce lancement pour la mesure d'HCl :

- Le mobile 1 était placé en champ proche au point de mesures CP3,
- les mobiles 3, 4 et 5 se situaient en champ lointain (respectivement aux points CL9, CL8 et CL14).

Les seuils de détections des appareils fixes sont les suivants :

Nom	Produits	Seuils de détection	Seuil olfactif
N ₂ H ₄	Produits hydrazinés	1 à 6 ppm	1,7 ppm
N ₂ O ₄	Dioxyde d'azote	1 à 45 ppm	0,2 ppm
HCl	Acide chlorhydrique	2 à 15 ppm	0,8 ppm

Les seuils de détections des appareils mobiles sont les suivants :

Nom	Produits	Seuils de détection champ proche	Seuils de détection champ lointain
HCl	Acide chlorhydrique	2 à 15 ppm	28 à 1200 ppb

L'étalonnage et l'exploitation de ces mesures sont assurés par le service SDO/SC.

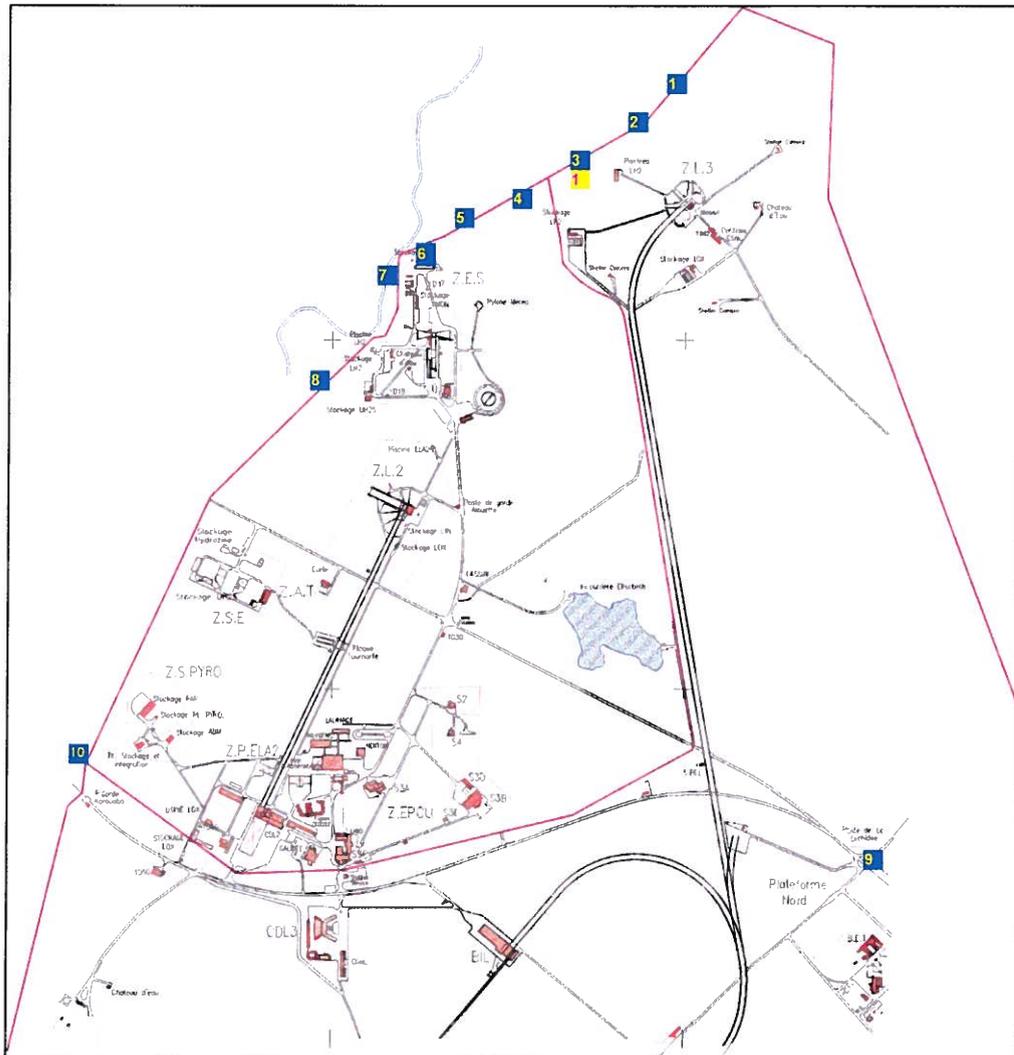
3. Localisation des points de mesures - champ proche (CP) et champ lointain (CL)

Suite aux résultats du dernier radiosondage, les bacs à eau ont été placés suivant l'option vent « Agami »

3.1. Champ proche

Code	Lieux	Distance ZL3 (m)	X (m)	Y (m)	Bac à eau	Zellweger
CP1	Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 50	362	303963	579859	Oui	-
CP2	Chemin de ronde ZL3 - milieu zone 49	236	303891	579708	Oui	-
CP3	Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 48	277	303788	579678	Oui	Zellweger n° 1
CP4	Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 48 et 47	445	303557	579544	Oui	-
CP5	Chemin de ronde ZL3 Milieu de la zone 47	533	303467	579496	Oui	-
CP6	Chemin de ronde ZL3 - Milieu de la zone 46	832	303185	579331	Oui	-
CP7	Chemin de ronde ELA2 - Intersection entre zone 44 et 45	1079	303027	579032	Oui	-
CP8	Chemin de ronde ELA2 - Milieu de la zone 42	1697	302595	578548	Oui	-
CP9	Orchidée	1984	304573	577600	Oui	-
CP10	Chemin de ronde ELA2 - Intersection entre zone 39 et 40	2313	302309	577921	Oui	-

- Piège à eau (1,5m)
- Station mobile de mesure HCl en temps réel

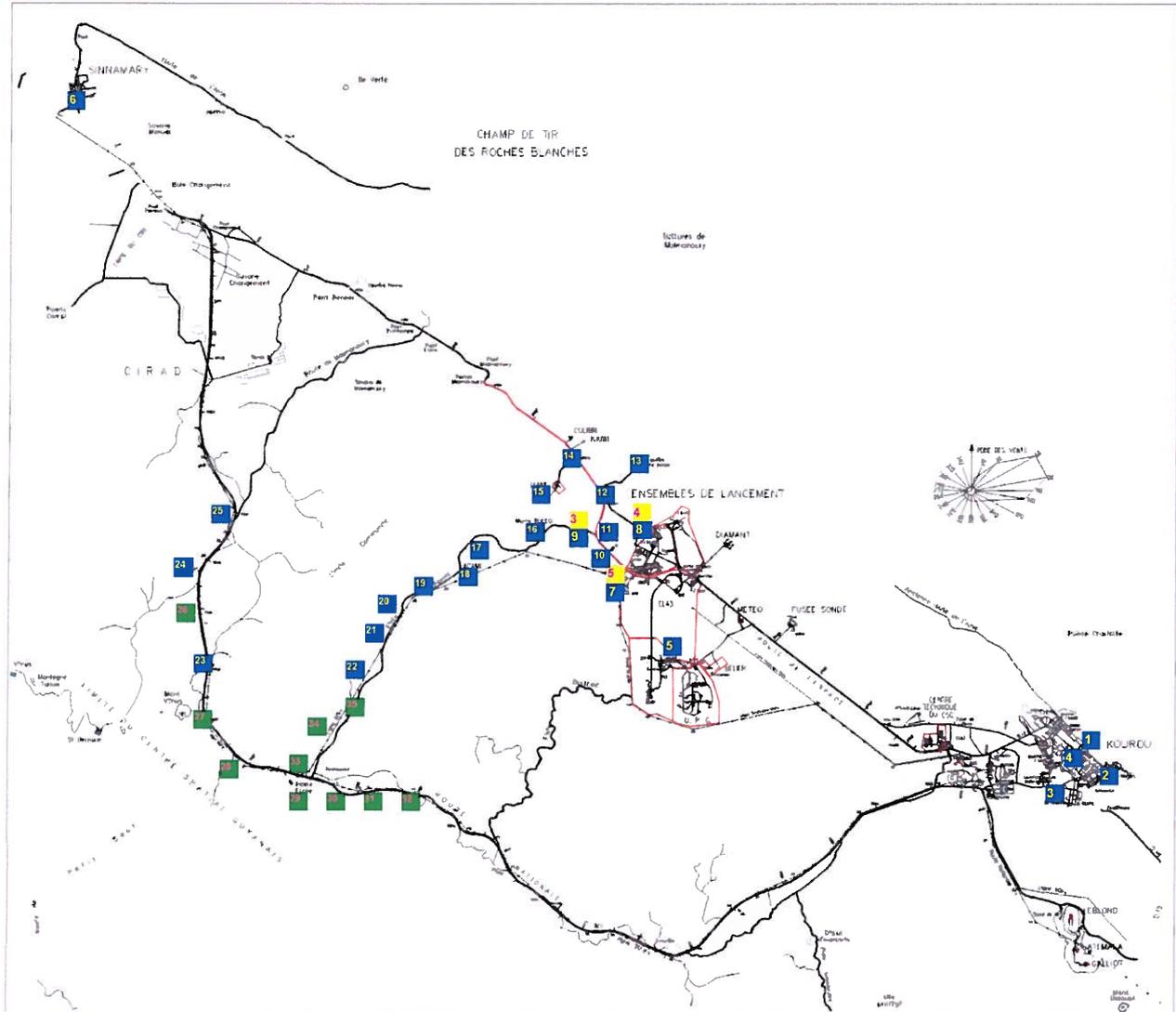


3.2. Champ lointain

Code	Lieux	Distance ZL3 (m)	X (m)	Y (m)	Bac à eau	Zellweger
CL1	Kourou - Station Météo Isabelle	16268,2	318148	571469	Oui	-
CL2	Kourou - Hôtel Les Roches	17851,5	319511	570662	Oui	-
CL3	Kourou - Débarcadère des Iles	17152,8	317867	569403	Oui	-
CL4	Kourou - CMCK	16057,6	317648	571039	Oui	-
CL5	Site Toucan	5163,8	304210	574340	Oui	-
CL6	Hôtel du Fleuve	24013,1	284154	593018	Oui	-
CL7	Pont Karouabo	2399,9	302058	578089	Oui	-
CL8	Parking ancienne RN1	1874,1	302181	579048	Oui	Zellweger n°4
CL9	Portail Piste Agami	2961,5	301060	579143	Oui	Zellweger n°3
CL10	Mi chemin Karouabo-embranchement Piste Agami	2553,1	301663	578471	Oui	-
CL11	Intersection Piste Agami - Route de l'Espace	2789,8	301248	579045	Oui	-
CL12	PK17,7 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA (Embranchement Ancienne RN1)	2640,1	301502	580355	Oui	-
CL13	Chemin menant à la carrière Roche Nicole	2902,3	301355	580693	Oui	-
CL14	PK16,15 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA Embranchement Diane	4005,8	300641	581681	Oui	Zellweger n°5
CL15	Diane	4359,0	299915	581020	Oui	-
CL16	Piste Agami – PK 1,5 après portail Agami (entrée du morne Bocco)	4697,7	299338	578921	Oui	-
CL17	Piste Agami – PK4 après portail	6186,1	297862	578729	Oui	-
CL18	Site Agami	7484,9	296714	577785	Oui	-
CL19	Piste Agami – PK8 après portail	9171,3	295182	576978	Oui	-
CL20	Piste Agami – PK10 après portail	10582,8	294199	575507	Oui	-
CL21	Piste Agami – PK11 après portail	11228,3	293978	574436	Oui	-
CL22	Piste Agami – PK12 après portail	11974,2	293425	573882	Oui	-
CL23	Sur RN1 direction Sinnamary 6Km après carrefour piste Agami soit PK 91,1 de la RN1	16961,8	287875	574237	Oui	-
CL24	Sur RN1 direction Sinnamary 10 km après carrefour piste Agami soit PK 95,1 de la RN1	16407,7	287660	578010	Oui	-
CL25	Sur RN1 direction Sinnamary 12 km après carrefour piste Agami soit PK 97,1 de la RN1	15282,2	288718	579586	Oui	-
CL26	Sur RN1 direction Sinnamary 8 Km après carrefour piste Agami soit PK 93,1 de la RN1	16802,9	287565	576002	Oui	-
CL27	Sur RN1 direction Sinnamary 4 Km après carrefour piste Agami soit PK 89,1 de la RN1	17706,0	287824	572299	Oui	-

Code	Lieux	Distance ZL3 (m)	X (m)	Y (m)	Bac à eau	Zellweger
CL28	Sur RN1 direction Sinnamary 2 Km après carrefour piste Agami soit PK 87,1 de la RN1	17027,1	289345	570830	Oui	-
CL29	Embranchement Piste Agami - RN1situé à PK 15,8 après portail	15534,1	291378	570444	Oui	-
CL30	Sur RN1 direction Kourou 1,5 Km après carrefour piste Agami soit PK 83,6 de la RN1	15027,9	292434	569904	Oui	-
CL31	Sur RN1 direction Kourou 3 Km après carrefour piste Agami soit PK 82,1 de la RN1	13682,7	2948125	570028	Oui	-
CL32	Sur RN1 direction Kourou 4,5 Km après carrefour piste Agami soit PK 80,6 de la RN1	12929,0	295713	569575	Oui	-
CL33	Piste Agami – PK15 après portail	14979,5	291572	571136,5	Oui	-
CL34	Piste Agami – PK14 après portail	13969,6	292308	571854	Oui	-
CL35	Piste Agami – PK13 après portail	13109,3	292718	572823	Oui	-

- Piège à eau support Algade (1,5m)
- Station mobile de mesure HCl en temps réel



4. Mesures des retombées chimiques particulières

Le temps d'exposition des bacs à eau a été d'environ 24H (du 22 mars 2014 08H00 au 23 mars 2014 12H00)

Le volume d'eau distillée initialement versé dans les bacs était de 500 ml.

2,4 millimètres de pluie ont été enregistrés entre le 22 mars 2014 08H et le 23 mars 2014 12H. En conséquence de ces pluies, le volume moyen des échantillons est resté stable (volume moyen recueilli 508 ml)

Pour ce plan de mesure, la limite de détection de l'aluminium a été fixée à 0,02mg/l, soit 0,48mg/m² pour 500ml d'eau recueillis dans les bacs de dimensions 17,4 x 12 cm.

La concentration en aluminium particulaire n'est pas mesurée mais calculée par différence entre les concentrations en aluminium total et aluminium dissous. Pour cette raison, lorsque les concentrations en Aluminium total ou dissous sont inférieures à la limite de détection (0,02mg/L), l'annotation « Non Quantifiable (n.q)» est indiquée pour la concentration en Aluminium particulaire.

Les volumes d'eau recueillis étant différents d'un point à un autre, les concentrations surfaciques seront différentes pour une même concentration volumique.

Exemple :

- pour un volume d'eau recueilli égal à 550 ml, une concentration de 2 mg/L correspondra à une concentration surfacique de 52,7 mg/m².
- pour un volume d'eau recueilli égal à 410 ml, une concentration de 2 mg/L correspondra à une concentration surfacique égale à 39,3 mg/m².

4.1 Résultats d'analyse des bacs à eau « champ proche »

Localisation	Volume recueilli (ml)	Aluminium Dissous		Aluminium Particulaire		Aluminium TOTAL		Chlorures		pH	Conductivité $\mu\text{S/cm}$
		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m^3	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m^3	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m^3	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac mg/m^3		
CP1	420	< 0.02	< 0.009	0.024	0.10	0.024	0.10	0.48	2.35	5.45	27.0
CP2	410	0.684	0.280	0.152	0.062	0.836	0.343	16.42	5.95	4.00	79.0
CP3	420	0.283	0.119	0.199	0.084	0.482	0.202	9.70	11.68	3.20	282.0
CP4	380	0.152	0.058	0.176	0.067	0.328	0.125	5.97	3.07	4.65	38.0
CP5	400	0.080	0.032	0.036	0.014	0.116	0.046	2.22	2.55	4.45	37.0
CP6	470	< 0.02	< 0.010	n.g	-	< 0.02	< 0.010	< 0.46	1.70	5.35	18.0
CP7	430	0.041	0.018	0.064	0.036	0.125	0.054	2.57	2.25	4.60	32.0
CP8	440	0.041	0.018	0.029	0.013	0.07	0.031	1.48	2.21	4.60	28.0
CP9	440	< 0.02	< 0.009	n.g	-	< 0.02	< 0.009	< 0.43	2.03	5.40	24.0
CP10	440	< 0.02	< 0.009	0.037	0.016	0.037	0.016	0.78	2.12	4.60	28.0

4.2 Résultats d'analyse des bacs à eau « champ lointain »

Localisation	Volume recueilli (ml)	Aluminium Dissous		Aluminium Particulaire		Aluminium TOTAL		Chlorures		pH	Conductivité $\mu\text{S/cm}$				
		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac mg/m ³						
CL 01	360	< 0.02	< 0.008	< 0.34	< 0.47	0.028	0.10	0.028	0.10	0.47	15.87	266.02	5.55	5.00	68.0
CL 02	450	< 0.02	< 0.010	< 0.44	< 0.65	0.03	0.014	0.03	0.014	0.65	6.80	145.55	3.06	4.90	35.0
CL 03	410	< 0.02	< 0.009	< 0.40	-	n.q	-	< 0.02	< 0.009	< 0.40	6.14	120.57	2.52	5.75	27.0
CL 04	415	< 0.02	< 0.009	< 0.40	-	n.q	-	< 0.02	< 0.009	< 0.40	1.72	34.19	0.71	5.40	9.0
CL 05															
CL 06	630	< 0.02	< 0.013	< 0.61	0.60	0.02	0.013	0.02	0.013	0.60	5.61	169.27	3.53	5.15	27.0
CL 07	550	< 0.02	< 0.012	< 0.53	-	n.q	-	< 0.02	< 0.012	< 0.53	3.09	81.39	1.70	5.10	16.0
CL 08	480	< 0.02	< 0.010	< 0.46	-	n.q	-	< 0.02	< 0.010	< 0.46	4.39	100.92	2.11	4.75	26.0
CL 09	490	< 0.02	< 0.010	< 0.47	1.34	0.057	0.028	0.057	0.028	1.34	4.76	111.70	2.33	4.80	25.0
CL 10	530	< 0.02	< 0.011	< 0.51	0.58	0.023	0.012	0.023	0.012	0.58	3.77	95.69	2.00	5.05	19.0
CL 11	460	< 0.02	< 0.010	< 0.45	0.44	0.02	0.009	0.02	0.009	0.44	4.49	98.92	2.07	4.65	28.0
CL 12	440	< 0.02	< 0.009	< 0.43	-	n.q	-	< 0.02	< 0.009	< 0.43	4.65	97.99	2.05	4.75	26.0
CL 13	440	< 0.02	< 0.009	< 0.43	0.48	0.023	0.010	0.023	0.010	0.48	4.64	97.78	2.04	5.00	23.0
CL 14	405	< 0.02	< 0.009	< 0.39	-	n.q	-	< 0.02	< 0.009	< 0.39	4.19	81.27	1.70	5.00	22.0
CL 15	400	< 0.02	< 0.009	< 0.39	0.84	0.044	0.018	0.044	0.018	0.84	4.91	94.06	1.96	4.55	31.0
CL 16	485	< 0.02	< 0.010	< 0.47	3.34	0.144	0.070	0.144	0.070	3.34	4.46	103.60	2.16	5.00	23.0
CL 17	610	< 0.02	< 0.013	< 0.59	0.64	0.022	0.013	0.022	0.013	0.64	3.82	111.60	2.33	5.45	18.0

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA 216 A

Référence : 14.SE.RS. 13

Date : 08/07/2014

Page : 12/13

Localisation	Volume recueilli (ml)	Aluminium Dissous		Aluminium Particulaire		Aluminium TOTAL		Chlorures		pH	Conductivité $\mu\text{S/cm}$	
		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m^3	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m^3	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m^3	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac mg^*			mg/m^3
CL18	595	< 0.02	< 0.012	0.028	0.017	0.028	0.017	0.80	3.27	156.73	4.95	27.0
CL19	665	< 0.02	< 0.014	0.065	0.043	0.065	0.043	2.07	3.43	164.34	5.30	24.0
CL20	675	< 0.02	< 0.014	0.065	0.044	0.065	0.044	2.10	3.41	163.25	5.30	24.0
CL21	670	< 0.02	< 0.014	0.022	0.015	0.022	0.015	0.71	3.68	176.16	5.15	26.0
CL22	705	0.044	0.031	0.058	0.041	0.058	0.041	1.96	5.48	262.69	4.20	48.0
CL23	650	< 0.02	< 0.014	n.g	-	n.g	-	< 0.63	3.08	147.56	5.45	22.0
CL24	630	< 0.02	< 0.014	n.g	-	n.g	-	< 0.61	3.91	187.37	5.90	34.0
CL25	775	< 0.02	< 0.016	0.038	0.029	0.038	0.029	1.41	4.15	198.58	5.25	25.0
CL26	700	< 0.02	< 0.015	0.038	0.027	0.038	0.027	1.27	3.46	165.61	5.25	24.0
CL27	680	< 0.02	< 0.014	0.089	0.061	0.089	0.061	2.90	3.90	186.61	4.65	30.0
CL28	645	< 0.02	< 0.013	0.098	0.063	0.098	0.063	3.03	4.47	214.073	4.35	56.0
CL29	735	< 0.02	< 0.015	0.036	0.026	0.036	0.026	1.27	4.10	196.42	5.10	27.0
CL30	790	< 0.02	< 0.016	0.047	0.037	0.047	0.037	1.78	4.10	196.36	5.30	25.0
CL31	790	< 0.02	< 0.016	0.041	0.032	0.041	0.032	1.55	3.89	186.15	5.10	24.0
CL32	660	< 0.02	< 0.014	n.g	-	n.g	-	< 0.64	3.60	172.27	5.15	27.0
CL33	735	< 0.02	< 0.015	0.054	0.040	0.054	0.040	1.90	4.17	199.94	5.05	27.0
CL34	760	< 0.02	< 0.016	0.036	0.027	0.036	0.027	1.31	4.39	210.38	4.90	28.0
CL35	690	< 0.02	< 0.014	0.070	0.048	0.070	0.048	2.31	4.45	213.15	4.75	32.0

5. Mesures de la qualité de l'air - Réseau CODEX

Aucune pollution n'a été détectée par les Zellwegers mobiles n°1, 3, 4 et 5.

6. Rappels sur les limites réglementaires de toxicité des principaux produits émis par le lanceur Ariane 5

VLE/VME : Valeurs admises pour les concentrations de certaines substances dangereuses dans l'atmosphère des lieux de travail (INRS/Ministère du travail).

SEL : Concentration maximale de polluant dans l'air pour un temps d'exposition donné (30 minutes) en dessous de laquelle chez la plupart des individus, on n'observe pas d'effets létaux (décès).

SEI : Concentration maximale de polluant dans l'air pour un temps d'exposition donné (30 minutes) en dessous de laquelle chez la plupart des individus, on n'observe pas d'effets irréversibles (persistance dans le temps d'une atteinte lésionnelle ou fonctionnelle, directement consécutive à une exposition en situation accidentelle).

Type de gaz	VME	VLE
Alumine (poussière)	10 mg/m ³	-
Dose Alumine en mg.s/m ³	1440000	-

Type de gaz	S.E.I. 10 mn	S.E.I. 30 mn	S.E.L. 30 mn	VLE
HCl	240 ppm	80 ppm	470 ppm	5 ppm
	358 mg/m ³	90 mg/m ³	700 mg/m ³	
Dose HCl en ppm.s	144000	144000	846000	

L'alumine ne présente pas de toxicité intrinsèque, par contre comme toute poussière, au-delà d'une certaine concentration dans l'air elle peut présenter des risques. Certaines valeurs ont été déterminées pour assurer la sécurité sur les lieux de travail. Pour les poussières inertes, il existe une VME (Valeur Moyenne d'Exposition des travailleurs). Cette valeur représente la concentration maximale à laquelle une personne peut être exposée sur son lieu de travail 8 heures par jour, 5 jours par semaine sans risque pour sa santé. Bien que non adaptée à l'environnement naturel, cette valeur nous donne un élément de comparaison.

La VME des poussières inertes est donc de 10mg/m³ pendant 8h, 5 jours/semaine ce qui correspond à une dose par semaine de 1440000 mg.s/m³.