


**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT  
ARIANE 5 VOL A224 DU 15 JUILLET 2015 À 18H42**

	Nom et Sigle	Date et Signature
<b>Préparé par</b>	DEL BUFALO G.  SDP/ES	16/10/2015 
<b>Vérifié par</b>		
<b>Approuvé par</b>	RICHARD S.  SDP/ES	16/10/15 

**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	2
DLA/D	1

Nombre total d'exemplaires : 17

<b>Application autorisée par</b>	TRINCHERO J.P.  SDP/ES	 19 OCT. 2015
----------------------------------	------------------------------	---

## REPERTOIRE DES MODIFICATIONS

Ed/Rév	Date	Pages Modifiées	Objet de la modification
01/00	08/10/2015	TOUTES	CRÉATION / DEL BUFALO G.

## SOMMAIRE

<b>1. OBJET – DOMAINE D'APPLICATION .....</b>	<b>4</b>
<b>2. DOCUMENTS DE REFERENCE .....</b>	<b>5</b>
2.1. DOCUMENTS APPLICABLES .....	5
2.2. DOCUMENTS DE REFERENCE .....	5
2.3. GESTIONNAIRE TECHNIQUE DU DOCUMENT .....	5
<b>3. DEFINITIONS ET SIGLES.....</b>	<b>6</b>
3.1. DEFINITIONS .....	6
3.2. SIGLES .....	6
<b>4. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL 224.....</b>	<b>8</b>
<b>5. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES.....</b>	<b>9</b>
5.1. LOCALISATION DES POINTS D'ECHANTILLONNAGE POUR LE CHAMP PROCHE .....	9
5.2. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES POUR LES CHAMPS MOYEN ET LOINTAIN .....	9
<b>6. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES.....</b>	<b>10</b>
6.1. DONNEES BRUTES DU RADIOSONDAGE 4R260415.....	10
6.2. SIMULATION SARRIM A PARTIR DU RADIOSONDAGE .....	11
6.3. SIMULATION SARRIM A PARTIR DE DONNEES PREVISIONNELLES .....	14
- Direction moyenne des vents (°).....	14
- Direction moyenne des vents (°).....	14
6.4. COMPARAISON DES RESULTATS DES SIMULATIONS REALISEES A PARTIR DU RADIOSONDAGE ET DES DONNEES CEP .....	17
<b>7. SUIVI DES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES EN CHAMPS PROCHE, MOYEN ET LOINTAIN .....</b>	<b>18</b>
7.1. OBJECTIF DES MESURES .....	18
7.2. RESULTATS DES MESURES .....	18
7.2.1. Analyse des retombées en alumine particulaire sédimentable .....	19
7.2.2. Analyse des retombées chimiques gazeuses et particulaires d'acide chlorhydrique.....	20
7.3. CONCLUSIONS SUR LES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES .....	22
<b>8. MESURE EN CONTINU DE LA POLLUTION GAZEUSE EN ACIDE CHLORHYDRIQUE..</b>	<b>23</b>
8.1. OBJECTIF DES MESURES .....	23
8.2. RESULTATS DES MESURES .....	23
<b>9. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR ARIANE 5 VOL 224 .....</b>	<b>24</b>
<b>10. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A224 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE 13 PAGES).....</b>	<b>25</b>

## 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 **Star One C4** et **MSG 4**. Le **vol Ariane 224** a eu lieu le **15 juillet 2015** à **18 heures 42 minutes** en heure locale, soit à 21 heures 42 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] **CG/SDP/ES/N°15-160** – Plan de mesures Environnement Ariane 5, Vega et Soyuz – 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 <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	:	Alumine
Al <sup>3+</sup>	:	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 <sup>-</sup>	:	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 <sub>5</sub>	:	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 <sub>2</sub>	:	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 <sub>2</sub>	:	Dihydrogène Liquide
MEST	:	Matières En Suspension Totales
Mg	:	Magnésium
MMH	:	Mono Méthyl Hydrazine
NaCl	:	Chlorure de Sodium
N <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	:	Hydrazine
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	:	Peroxyde d'Azote
NO <sub>2</sub>	:	Dioxyde d'Azote
NO <sub>x</sub>	:	Oxyde d'Azote
pH	:	Potentiel Hydrogène
ppb	:	Partie par milliard en volume (10 <sup>-9</sup> ), soit 1 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
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 224**

Le plan de mesures environnement permet de quantifier et de surveiller les retombées en alumine et en acide chlorhydrique issues du 1<sup>er</sup> 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 224 **[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 (NO<sub>2</sub>) 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).
- Suivre la qualité physico-chimique des eaux de surface de la Karouabo (crique sous le vents de la ZL3).

**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* 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 A224 représente soixante-seize capteurs.

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

Pour le lancement Ariane 5 Vol A224, 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 6 et 7* du présent document).

### 6.1. Données brutes du radiosondage 4R260415

Le jour du lancement, à H0 + 20 minutes, un radiosondage spécifique a été effectué (**référence 4R150715.txt** du 15 juillet 2015). Il donne des informations sur trois cent vingt-cinq couches distinctes tous les cent mètres.

**Tableau 2 : Données météorologiques issues du radiosondage 4R150715.txt pour les couches atmosphériques représentatives.**

ALTITUDE (mètres)	PRESSION (mb)	VITESSE DU VENT (m/s)	VENT EN PROVENANCE (°)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITE (%)
12	1011,0	1,0	120	25,8	90
100	1001,0	5,5	130	25,8	79,7
500	956,5	4,5	150	22,6	87,5
1000	903,0	9,4	119	19,5	86,1
1500	851,9	7,9	126	16,8	91,1
2000	803,4	5,2	104	14,5	98,8
2500	757,1	9,4	66	12,0	88,3
3000	713,2	11,1	58	9,6	97,7
3500	671,5	12,8	67	7,7	87,3
4000	631,8	11,6	74	5,1	87,0

## 6.2. Simulation SARRIM à partir du radiosondage

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

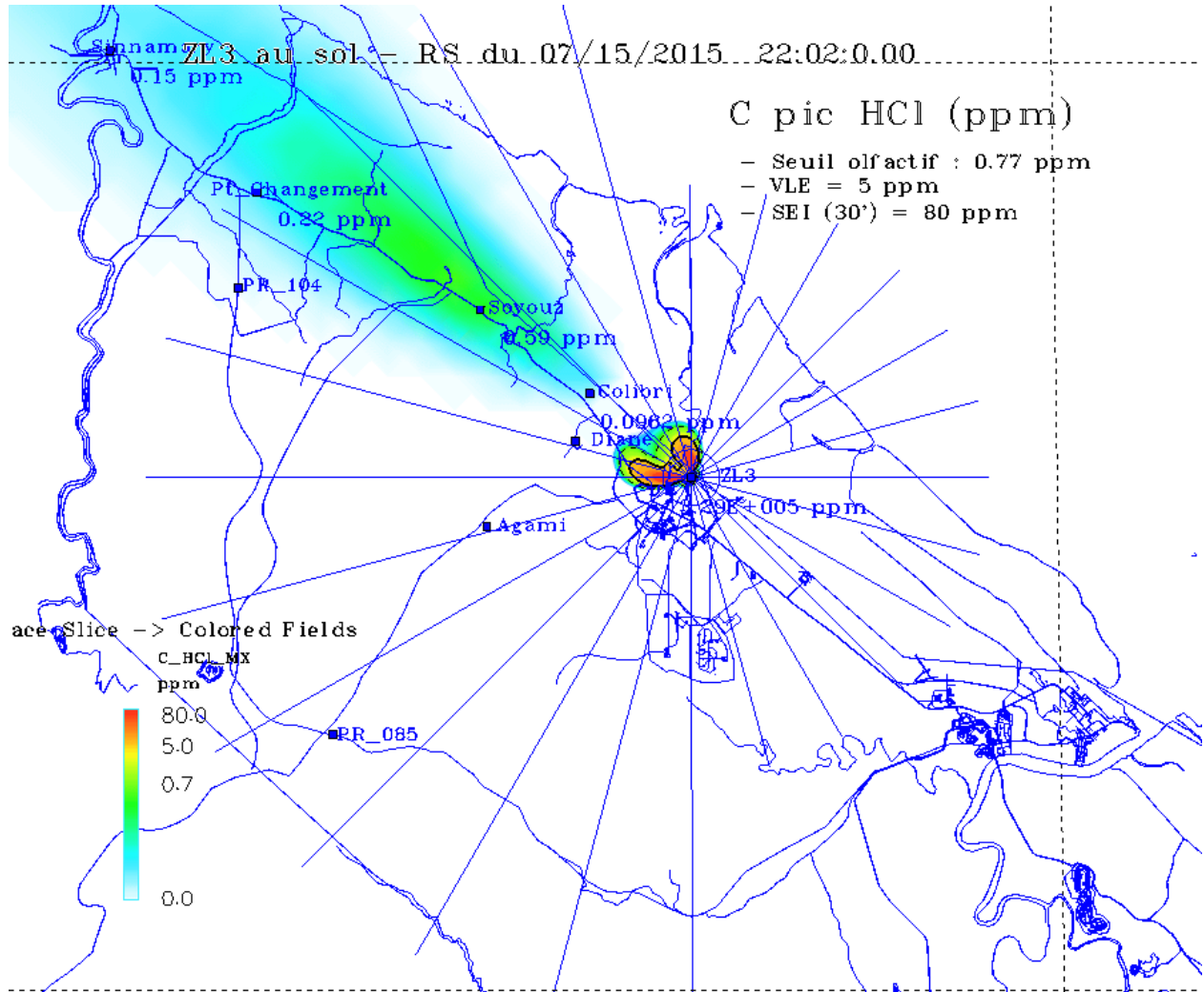
- Les caractéristiques du lanceur,
- La position géographique de la zone de lancement (latitude, longitude),
- Les données météorologiques recueillies à l'aide d'un radiosondage,
- etc.

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.

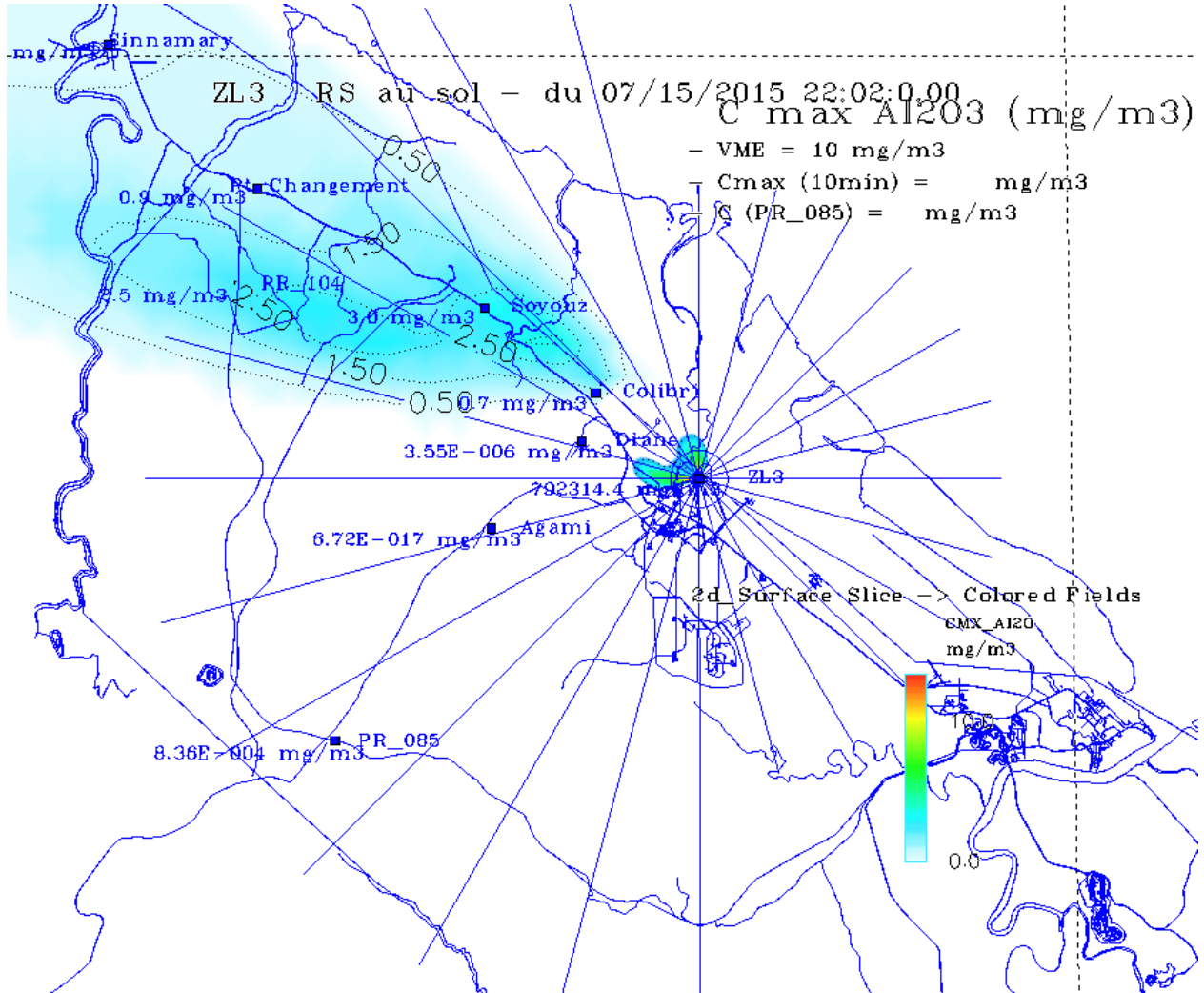
**Tableau 3 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage.**

<b>HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)</b>	1 130
<b>BASSES COUCHES DE L'ATMOSPHERE</b> (pour une altitude allant du sol jusqu'à la hauteur de stabilisation)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	5,6
- Direction moyenne des vents (°)	130
⇒ Les vents sont orientés vers	Ensemble de Lancement Soyuz
<b>HAUTES COUCHES DE L'ATMOSPHERE</b> (pour une altitude allant de la hauteur de stabilisation jusqu'à 4000 m)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	9,4
- Direction moyenne des vents (°)	84
⇒ 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 – conférer 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.

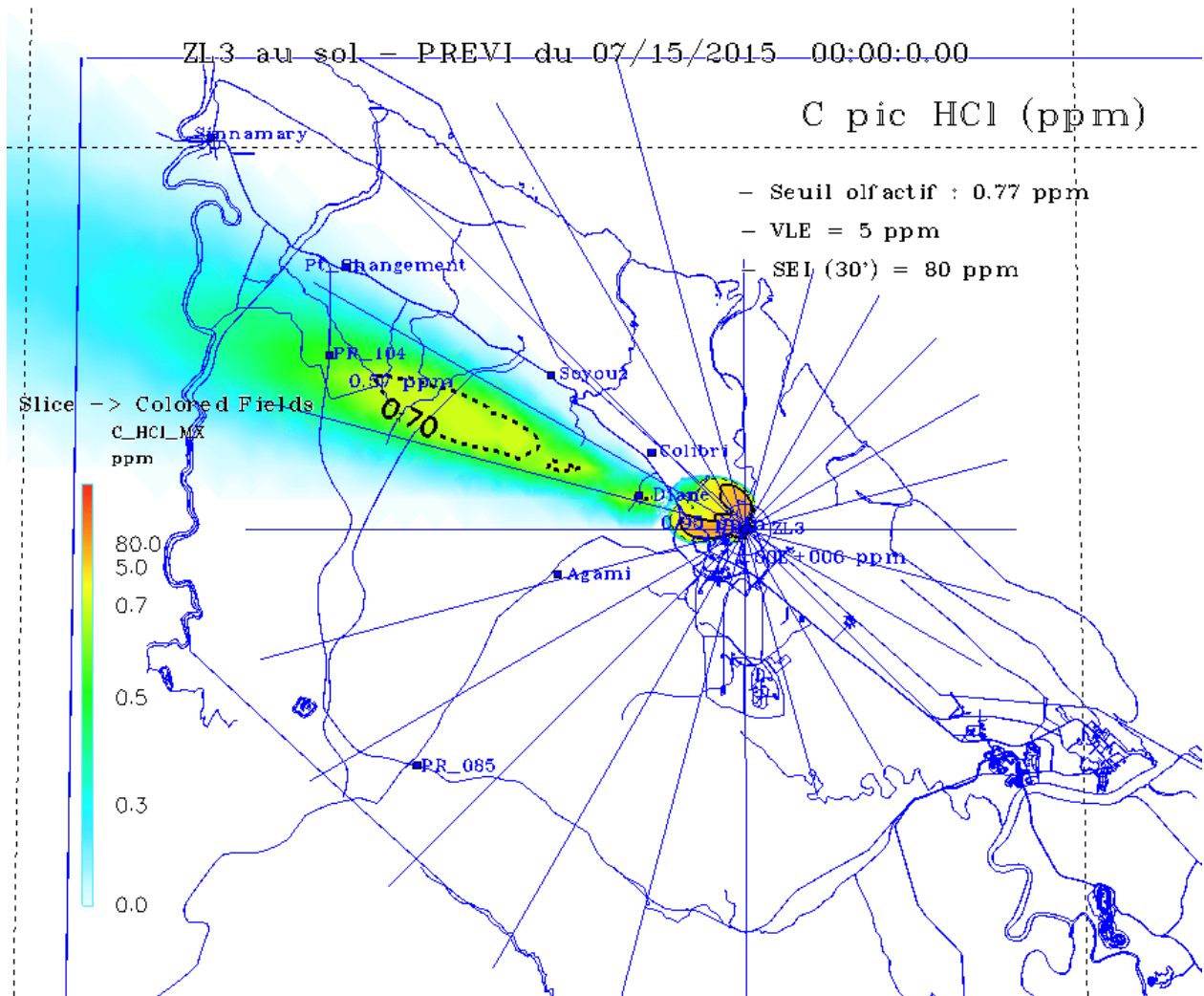
Les résultats de la simulation sont récapitulés dans le tableau de la page suivante.

**Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir des données prévisionnelles CEP (2C150715.txt).**

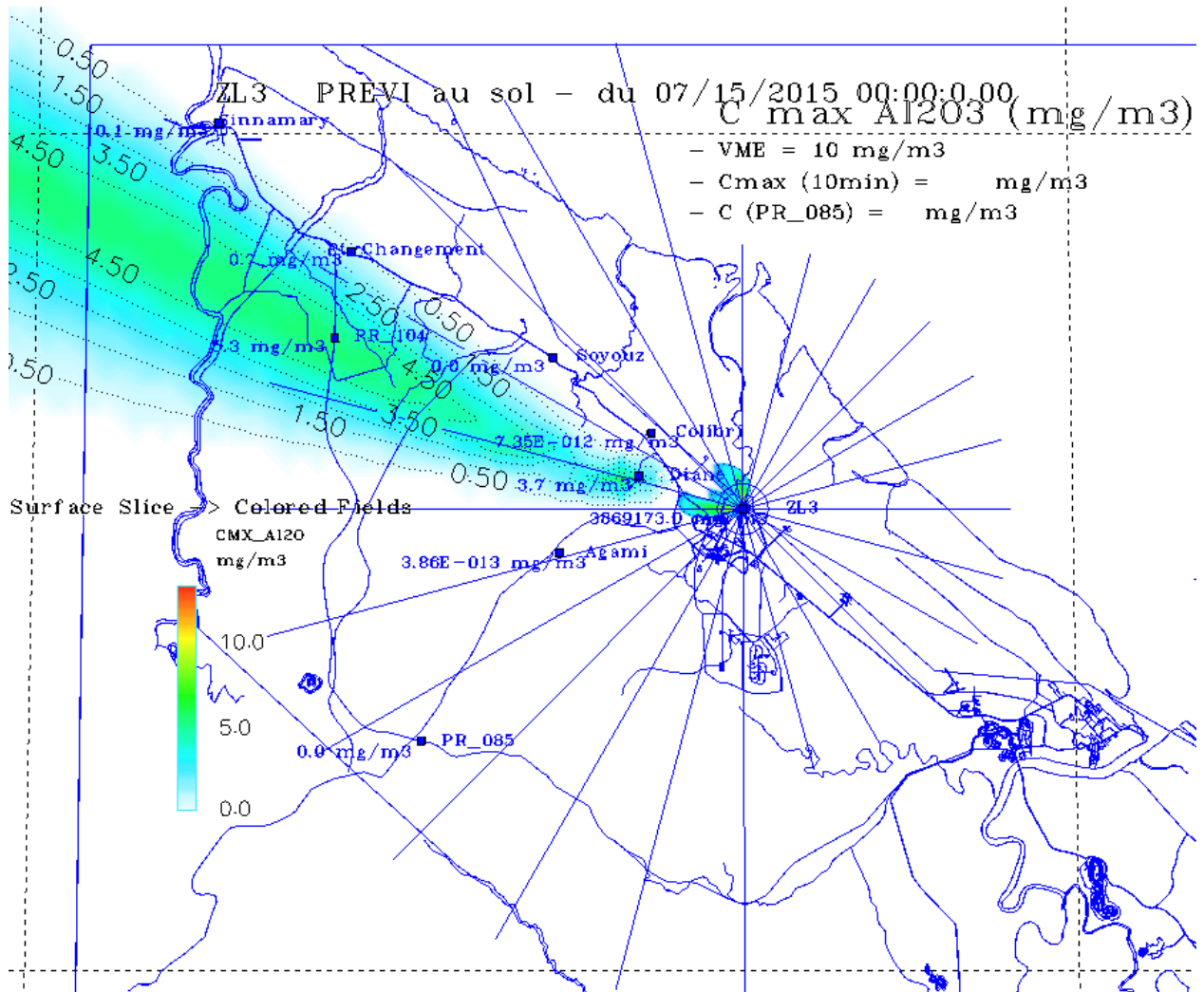
HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	1 133
<b>BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)</b>	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	7,1
- Direction moyenne des vents (°)	111
Les vents sont orientés vers	Diane
<b>HAUTES COUCHES (HAUTEUR DE STABILISATION → 4000 m)</b>	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	8,7
- Direction moyenne des vents (°)	113,7
Les vents sont orientés vers	Diane

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 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 CEP pour le J0 à H0. Un écart non significatif entre la direction calculée par SARRIM avec les données CEP et celle prise par le radiosondage H0 + 20 min est observé (écart de 15 %).

Pour rappel, les capteurs ont été implantés suivant la situation «Route de l'Espace », à savoir Ouest /Nord–Ouest (confer le *paragraphe 3. 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  $\text{mg}/\text{m}^2$ ).

Un rappel sur les limites réglementaires de toxicité des principaux produits émis par le lanceur Ariane 5 est fait au *paragraphe 7 de l'Annexe 1* du présent document.

### 7.2. Résultats des mesures

Tous les résultats bruts sont synthétisés au *paragraphe 4 de l'Annexe 1* du présent document.

**Remarque :** Pendant le temps d'exposition des bacs à eau (29 heures), 36 mm de pluie ont été enregistrée. À cause de ces précipitations une dilution des échantillons a eu lieu. Le volume moyen recueilli est de 959 ml 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/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	405,56	CP 02bis : entre CP02 et CP03	256
Champ lointain	2,03	CL 01 : Kourou- Station météo Isabelle	16 Km

**Remarque :**

- Les concentrations mesurées en champ proche sont nettement supérieures à celles quantifiées en champs moyen et lointain. Par ailleurs, les concentrations les plus significatives ont été détectées dans l'axe des carneaux de la ZL3, c'est-à-dire au niveau des points de CP 01 à CP04 (implantées entre 277 et 445 mètres au tour de la ZL3). Pour les points CP 05 à CP 10 les teneurs restent non détectables.
- De plus, il est intéressant de souligner que les valeurs en alumine enregistrées en champ lointain ne sont pas représentatives de la trace du nuage d'Ariane 5. Ainsi, on peut conclure que les résultats sont identiques et comparables au 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**

	<b>IONS CHLORURES</b>		
	<i>Concentration Maximale (mg/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	12077,59	CP 02bis : entre CP02 et CP03	256
Champ lointain	58,79	CL 02 : Kourou – Hôtel des Roches	17,8 Km

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

	<b>PH</b>		
	<i>Acidité maximale (unité pH)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	2,15	CP 02bis : Entre CP02 et CP03	256
Champ lointain	4,85	CL 34: PK 13 depuis Changement sur Route de l'Espace direction ELA	7 Km
	<b>CONDUCTIVITE</b>		
	<i>Maximum (µS/cm)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	599	CP 03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 48	277
Champ lointain	21	CL 01 : Kourou- Station météo Isabelle	16 Km

**Remarque :**

- Tout comme l'alumine, les concentrations en ions chlorures sont élevées en champ proche, notamment dans l'axe des carneaux de la ZL3 (points CP 01 implanté à 362 mètres, CP 02 implanté à 236 mètres, CP02bis à 236 mètres et CP03 à 277 mètres).
- D'autre part, 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.
- Ainsi, les mesures mettent en évidence un impact des retombées chimiques en acide chlorhydrique uniquement en champ proche. Au-delà, les valeurs mesurées constituent le bruit de fond ambiant.
- La forte concentration en chlorures sur les points CL 01 (implanté à Kourou sur la station météo Isabelle) et CP02 ( Implanté à Kourou – hôtel des roches) sont dues aux aérosols marins. 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 plus ou moins 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 reste faible au CSG, quand il ne pleut pas. Cependant l'essentiel des capteurs positionnés près de la côte restent influencés par l'air marin et c'est pourquoi ces capteurs enregistrent régulièrement des pics de concentrations de chlorures et conductivité électrique.

### **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. Au-delà, les valeurs quantifiées restent représentatives du bruit de fond ambiant, ou inférieures aux seuils de quantification.

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. Elle met en évidence que :

- les données CEP prévoient que le nuage se dirigerait dans une direction de 111°,
- le radiosondage montrait une direction différente (130°),
- les concentrations relevées les plus fortes se trouvaient dans une direction de 130°.

Ainsi, on observe aucun écart entre la simulation faite à partir des données prévisionnelles CEP et les mesures de terrain. L'utilisation des données prévisionnelles reste donc le moyen le mieux adapté pour optimiser l'implantation des capteurs environnement pour les lancements Ariane 5.

## **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 (NO<sub>2</sub>) 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 d'acide chlorhydrique a été enregistrée.

## **9. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR ARIANE 5 VOL 224**

La surveillance de la qualité de l'air a mis en évidence qu'une forte proportion de l'alumine et du gaz chlorhydrique retombe à proximité de la ZL3 (en champ proche).

L'implantation des capteurs environnement a été réalisée suivant l'option « Route de l'Espace » au moyen CEP. Les résultats du radiosondage H0+20 minutes, du CEP et les données de terrain sont cohérents entre eux.

Pour le Vol A224, aucune pollution d'acide chlorhydrique a été enregistrée.



**10. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5  
VOL A224 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE 13 PAGES)**



**RESULTATS DU PLAN DE MESURES  
ENVIRONNEMENT  
ARIANE VA 224**

Référence : 15.SE.RS. 31

Date : 02/10/2015

Page : 1/13

**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT  
ARIANE VA224**

**DIFFUSION** : SDP/ES (2 exemplaires) ; ESQS/A ; ESQS/SE/RTP

**ESQS/SE/RTP**

**J.HERAUD**

## 1. Introduction

Le vol Ariane 5 VA 224 a permis le lancement de Star One C4 et MSG 4 (VA 224) le 15/07/2015 à 18h42 (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 - 12 sites instrumentés\* :
  - 1 Zellweger,
  - 12 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 15/07/2015 entre 07h10 et 10h30.

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

Les capteurs et analyseurs ont été récupérés le 16/07/2015 entre 08h20 et 11h00. Les échantillons ont été confiés à l'Institut Pasteur de Guyane le 17/07/15 dans la matinée.

## 2. Description des mesures réalisées pour le vol Ariane VA 224

### 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 <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Produits hydrazinés	1 à 6 ppm	1,7 ppm
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	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.

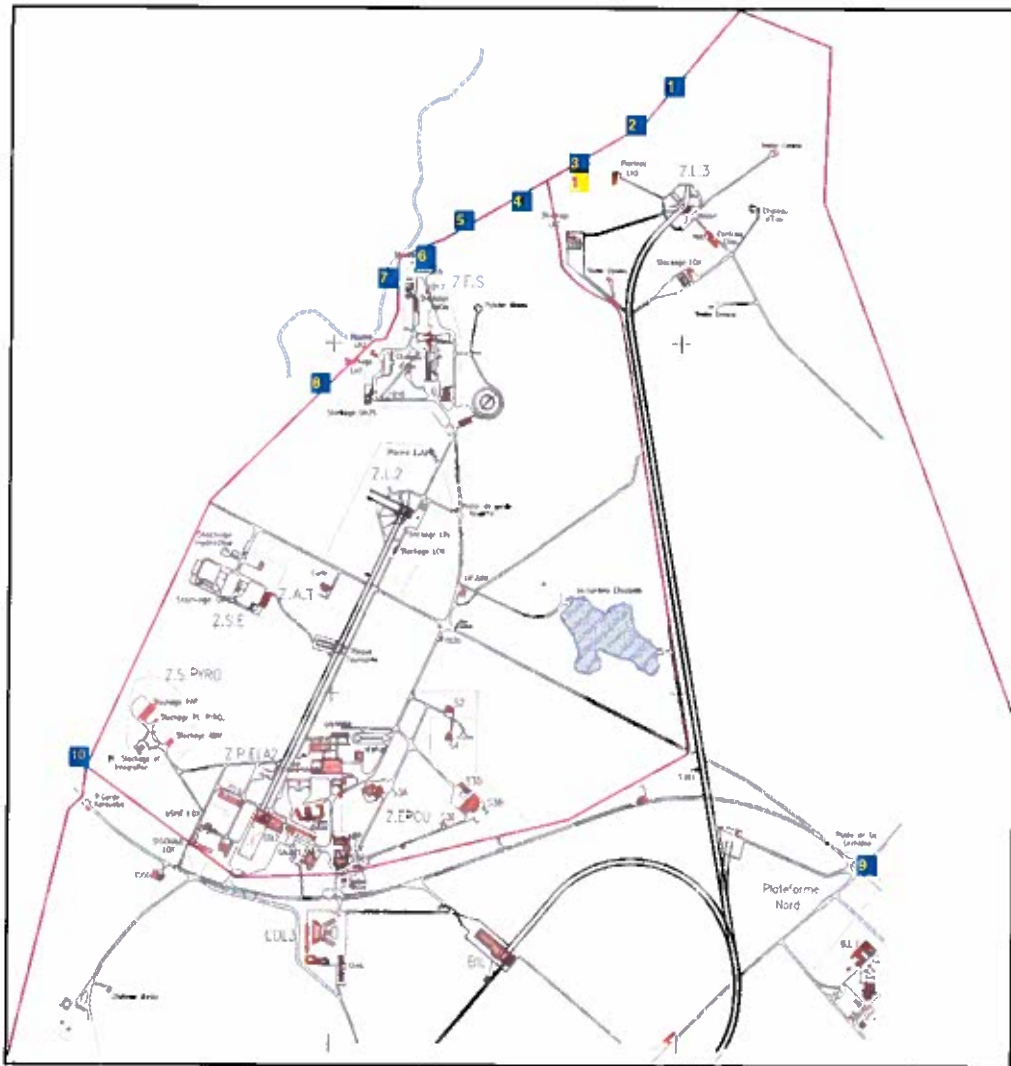
### 3. Localisation des points de mesures - champ proche (CP) et champ lointain (CL)

Suite aux résultats du dernier radiosondage, les bacs à eau ont été placés suivant l'option B = situation « Route de l'Espace ».

#### 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	-
CP2 bis	Entre CP2 et CP3	256	-	-	Oui	
CP3	Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 48	277	303788	579678	Oui	Zellweger n° 1
CP3 bis	Entre CP3 et CP 4	361	-	-	Oui	
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

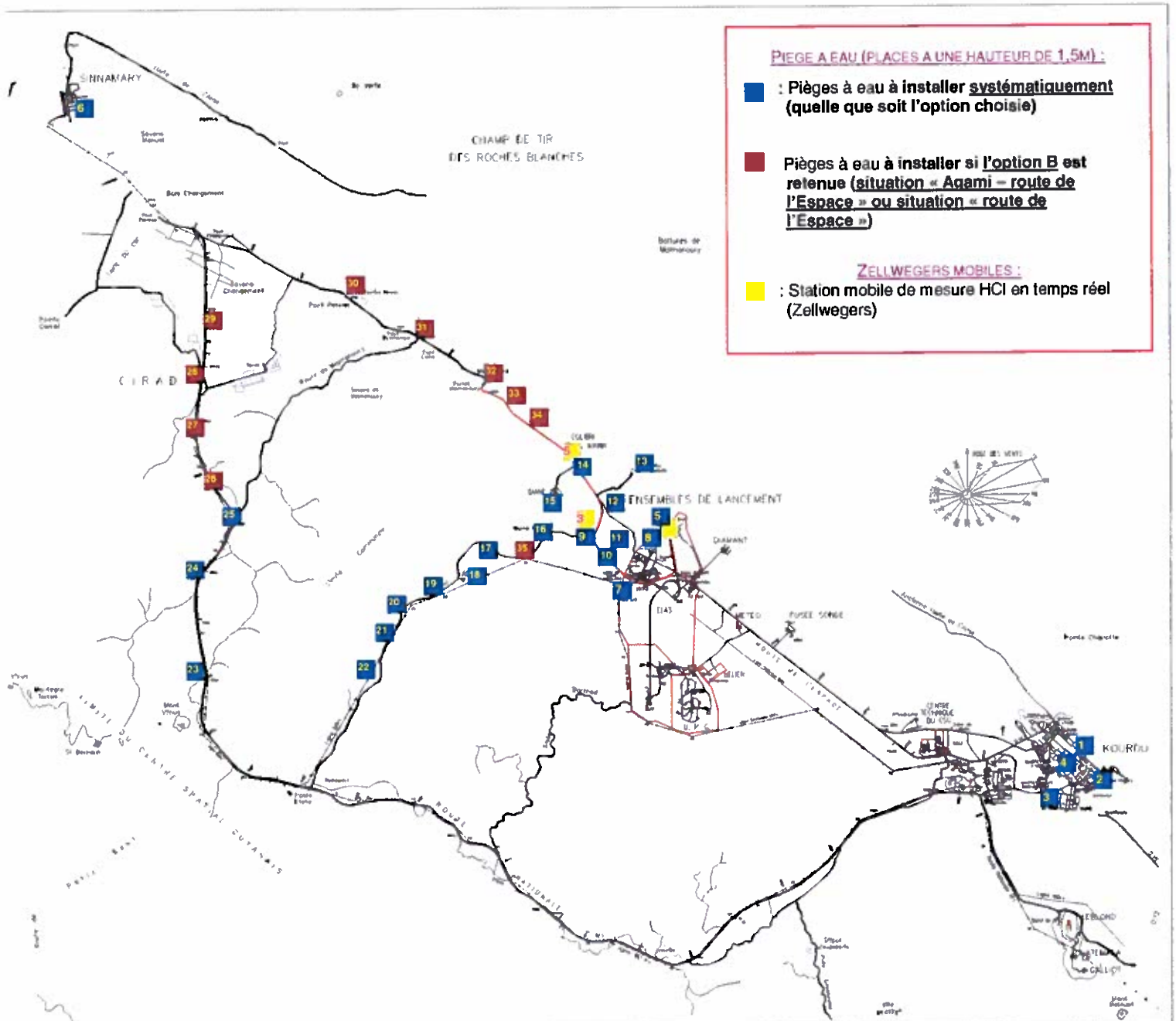


### 3.2. Champ lointain

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	24019,9	284143	593014	Oui	-
CL7	Pont Karouabo	2432,3	302016	578092	Oui	-
CL8	Parking ancienne RN1	1874,1	302181	579048	Oui	Zellweger n°4
CL9	Portail Piste Agami	2929,0	301095	579125	Oui	Zellweger n°3
CL10	Mi chemin Karouabo-embranchement Piste Agami	2611,3	301555	578582	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	2904,8	301347	580682	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)	4422,7	299582	579296	Oui	-
CL17	Piste Agami – PK4 après portail	6371,9	297672	578752	Oui	-
CL18	Site Agami	7448,5	296773	577696	Oui	-
CL19	Piste Agami – PK8 après portail	9222,8	295129	576976	Oui	-
CL20	Piste Agami – PK10 après portail	10585,1	294192	575518	Oui	-
CL21	Piste Agami – PK11 après portail	11133,3	293982	574642	Oui	-
CL22	Piste Agami – PK12 après portail	11966,4	293436	573878	Oui	-
CL23	Sur RN1 direction Sinnamary 6Km après carrefour piste Agami soit PK 91,1 de la RN1	17100,9	287833	573925	Oui	-
CL24	Sur RN1 direction Sinnamary 10 km après carrefour piste Agami soit PK 95,1 de la RN1	15720,9	288299	578708	Oui	-
CL25	Sur RN1 direction Sinnamary 12 km après carrefour piste Agami soit PK 97,1 de la RN1	15235,9	288766	579738	Oui	-
CL26	Sur RN1 direction SINNAMARY 14 Km apres carrefour piste Agami soit PK 99,1 de la RN1	16204,0	287915	581459	Oui	-
CL27	Sur RN1 direction SINNAMARY 16 Km apres carrefour piste Agami soit PK 101,1 de la RN1	16943,4	287513	583405	Oui	-

Code	Lieux	Distance ZL3 (m)	X (m)	Y (m)	Bac à eau	Zellweger
CL28	Sur RN1 direction SINNAMARY 18 Km apres carrefour piste Agami soit PK 103,1 de la RN1	17270,3	287768	585397	Oui	-
CL29	Sur RN1 direction SINNAMARY 20 Km apres carrefour piste Agami soit PK 105,1 de la RN1	18004,6	287852	587462	Oui	-
CL30	PK5 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA (200 m avant entrée Carrière Remy)	14585,3	292144	587994	Oui	-
CL31	PK8 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA	11733,2	294627	586557	Oui	-
CL32	PK11,5 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA (Portail Malmanoury)	8478,1	297479	584917	Oui	-
CL33	PK12 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA	8152,1	297522	584448	Oui	-
CL34	PK13 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA	7273,0	298228	583924	Oui	-
CL35	3 km après portail Agami	5333,1	298763	578491	Oui	-





#### **4. Mesures des retombées chimiques particulières**

Le temps d'exposition des bacs à eau a été d'environ 24H (du 15 juillet 2015 07H au 16 juillet 2015 11H00)

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

Durant ces 24 heures d'exposition, 36 mm de pluie ont été enregistrés. En conséquence le volume moyen des échantillons a fortement augmenté (volume moyen recueilli 959 ml)

Pour ce plan de mesure, la limite de détection de l'aluminium a été fixée à 0,02mg/l, soit 0,48mg/m<sup>2</sup> 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/m<sup>2</sup>.
- 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/m<sup>2</sup>.

#### 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)	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie (mg/l)	capté dans le bac (mg)	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie (mg/l)	capté dans le bac (mg)	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie (mg/l)	captés dans le bac (mg)					
CP1	905	11,938	10,804	517,43	0,972	0,880	42,13	11,684	559,56	138,35	125,21	5996,49	3,25	613,0
CP2	1000	2,162	2,162	103,54	0,699	0,699	33,48	2,861	137,02	37,84	37,84	1812,26	3,05	373,0
CP2 bis	1000	1,282	1,282	61,40	8,468	8,468	405,56	9,750	466,95	252,18	252,18	12077,59	2,15	296,0
CP3	1020	0,343	0,350	16,76	0,217	0,221	10,60	0,571	27,36	56,80	57,94	2774,71	2,80	599,0
CP3 bis	960	0,731	0,702	33,61	0,303	0,291	13,93	0,993	47,54	17,75	17,04	816,09	3,55	142,0
CP4	995	5,547	5,519	264,33	2,234	2,223	106,46	7,742	370,79	92,74	92,28	4419,36	3,00	592,0
CP5	980	<0,02	<0,020	<0,94	n.g.	-	-	<0,020	<0,94	0,34	0,33	15,96	6,25	6,3
CP6	1000	<0,02	<0,021	<0,96	n.g.	-	-	<0,021	<0,96	0,29	0,29	13,89	6,45	4,5
CP7	940	<0,02	<0,019	<0,91	n.g.	-	-	<0,019	<0,91	0,25	0,24	11,25	6,45	4,1
CP8	1000	<0,02	<0,021	<0,96	n.g.	-	-	<0,021	<0,96	0,19	0,19	9,10	6,55	2,9
CP9	990	<0,02	<0,020	<0,95	n.g.	-	-	<0,020	<0,95	0,24	0,24	11,38	6,55	4,2
CP10	965	<0,02	<0,020	<0,93	n.g.	-	-	<0,020	<0,93	0,270	0,261	12,48	6,55	4,9

**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 <sup>3</sup>	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m <sup>3</sup>	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m <sup>3</sup>	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac mg/m <sup>3</sup>		
CL01	920	< 0.02	< 0.19	0.046	0.042	0.046	2.03	0.74	0.681	7.30	21.0
CL02	990	< 0.02	< 0.20	n.g.	-	< 0.02	< 0.95	1.24	1.228	6.75	7.9
CL03	1000	< 0.02	< 0.21	0.026	0.026	0.026	1.25	0.61	0.610	7.20	19.0
CL04	960	< 0.02	< 0.20	0.026	0.025	0.026	1.20	0.46	0.442	7.25	18.0
CL05	995	< 0.02	< 0.20	0.022	0.022	0.022	1.05	0.22	0.219	7.35	14.0
CL06	835	< 0.02	< 0.17	n.g.	-	n.g.	-	< 0.02	0.409	7.10	8.0
CL07	1015	< 0.02	< 0.21	n.g.	-	n.g.	-	< 0.02	0.294	6.20	4.1
CL08	975	< 0.02	< 0.20	n.g.	-	n.g.	-	< 0.02	0.263	6.60	4.0
CL09	1050	< 0.02	< 0.22	n.g.	-	n.g.	-	< 0.02	0.147	5.70	2.4
CL10	830	< 0.02	< 0.17	n.g.	-	n.g.	-	< 0.02	0.141	5.15	3.8
CL11	950	< 0.02	< 0.20	n.g.	-	n.g.	-	< 0.02	0.181	6.35	4.7
CL12	970	< 0.02	< 0.20	n.g.	-	n.g.	-	< 0.02	0.243	6.50	5.0
CL13	890	< 0.02	< 0.18	n.g.	-	n.g.	-	< 0.02	0.258	5.45	3.8
CL14	1000	< 0.02	< 0.21	0.025	0.025	0.025	1.20	0.60	0.600	6.35	6.7
CL15	870	< 0.02	< 0.18	n.g.	-	n.g.	-	< 0.02	0.400	6.25	13.0
CL16	810	< 0.02	< 0.17	0.028	0.023	0.028	1.09	0.14	0.113	5.30	3.4
CL17	970	< 0.02	< 0.20	n.g.	-	n.g.	-	< 0.02	0.136	5.50	2.0
CL18	920	< 0.02	< 0.19	n.g.	-	n.g.	-	< 0.02	0.110	5.40	2.0

## RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA 224

Référence : 15.SE.RS. 31

Date : 02/10/2015

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 <sup>3</sup> )	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie (mg/l)	capté dans le bac (mg/m <sup>3</sup> )	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie (mg/l)	capté dans le bac (mg/m <sup>3</sup> )	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie (mg/l)	captés dans le bac (mg/m <sup>3</sup> )		
CL19	950	<0.02	<0.91	n.q.	-	<0.020	<0.91	0.13	5.91	5.35	2.2
CL20	960	<0.02	<0.92	n.q.	-	<0.020	<0.92	0.14	6.44	5.40	2.3
CL21	910	<0.02	<0.88	n.q.	-	<0.019	<0.88	0.16	6.97	5.40	2.0
CL22	840	<0.02	<0.81	n.q.	-	<0.017	<0.81	0.12	4.83	5.40	2.1
CL23	870	<0.02	<0.84	n.q.	-	<0.018	<0.84	0.13	5.42	5.30	2.4
CL24	940	<0.02	<0.91	n.q.	-	<0.019	<0.91	0.12	5.40	5.40	2.0
CL25	910	<0.02	<0.88	n.q.	-	<0.019	<0.88	0.13	5.67	5.75	1.8
CL26	950	<0.02	<0.81	n.q.	-	<0.020	<0.81	0.29	13.19	5.20	4.0
CL27	930	<0.02	<0.95	n.q.	-	<0.020	<0.95	0.14	6.64	5.50	1.9
CL28	940	<0.02	<0.91	n.q.	-	<0.019	<0.91	0.50	22.51	5.85	4.8
CL29	1000	<0.02	<0.96	n.q.	-	<0.021	<0.96	0.21	10.06	6.30	5.3
CL30	870	<0.02	<0.84	n.q.	-	<0.018	<0.84	0.55	22.92	5.55	4.1
CL31	960	<0.02	<0.92	n.q.	-	<0.020	<0.92	0.57	26.21	5.30	4.5
CL32	930	<0.02	<0.90	n.q.	-	<0.019	<0.90	0.76	33.85	5.00	6.2
CL33	990	<0.02	<0.95	n.q.	-	<0.020	<0.95	0.81	38.41	4.95	6.8
CL34	920	<0.02	<0.89	0.021	0.019	0.019	0.93	0.81	35.69	4.85	7.5
CL35	990	<0.02	<0.95	n.q.	-	<0.020	<0.95	0.18	8.53	5.40	1.9

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

Aucune pollution n'a été détectée par les Zellweger mobile disposés en CP03, CL08, CL 09 et CL 14.

## 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 <sup>3</sup>	-
Dose Alumine en mg.s/m <sup>3</sup>	1440000	-

Type de gaz	S.E.I. 10 mn	S.E.I. 30 mn	S.E.L. 30 mn	VLE
HCl	240 ppm 358 mg/m <sup>3</sup>	80 ppm 90 mg/m <sup>3</sup>	470 ppm 700 mg/m <sup>3</sup>	5 ppm
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/m<sup>3</sup> pendant 8h, 5 jours/semaine ce qui correspond à une dose par semaine de 1440000 mg.s/m<sup>3</sup>.