

**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT  
ARIANE 5 VOL A209 DU 28 SEPTEMBRE 2012 A 18H18**

	Nom et Sigle	Date et Signature
Préparé par	MARIE-SAINTE S.  SDP/ES	09/04/13 
Vérifié par	RICHARD S.  SDP/ES	17/04/13 
Approuvé par	LEGRAND F.  SDP/ES	17/04/13  PI - S. Richard

**DIFFUSION**

destinataire	Nb
ADEME	1
AE/DP/K	1
AE/DP/K/SE	1
CG/COM	1
CNES/PARIS - DP/CME	1
DEAL	1
ESAK	1
IRD	1
MAIRIE DE KOUROU	1
MAIRIE DE SINNAMARY	1
ONF	1
ORA GUYANE	1
S.P.P.I.	1
SDO/SC	1
SDP/ES	1
SDP/ES/ENV	2
DLA/D	1

Nombre total d'exemplaires : 18

Application autorisée par	AGAPIT A.  CG/SDP	  '17 AVR. 2013
---------------------------	-------------------------	----------------------------------------------------------------------------------------------------------

## REPERTOIRE DES MODIFICATIONS

Ed/Rév	Date	Pages Modifiées	Objet de la modification
01/00	19/11/2012	TOUTES	CREATION / MARIE-SAINTE S.

## SOMMAIRE

<b>1. OBJET – DOMAINE D'APPLICATION .....</b>	<b>5</b>
<b>2. DOCUMENTS DE REFERENCE.....</b>	<b>6</b>
2.1. DOCUMENTS APPLICABLES .....	6
2.2. DOCUMENTS DE REFERENCE .....	6
2.3. GESTIONNAIRE TECHNIQUE DU DOCUMENT .....	6
<b>3. DEFINITIONS ET SIGLES.....</b>	<b>7</b>
3.1. DEFINITIONS .....	7
3.2. SIGLES .....	7
<b>4. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL 209 .....</b>	<b>9</b>
<b>5. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES .....</b>	<b>10</b>
<b>6. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES .....</b>	<b>11</b>
6.1. DONNEES BRUTES DU RADIOSONDAGE 4R280912.....	11
6.2. SIMULATION SARRIM A PARTIR DU RADIOSONDAGE .....	12
6.3. SIMULATION SARRIM A PARTIR DE DONNEES PREVISIONNELLES .....	14
- <i>Direction moyenne des vents (°)</i> .....	14
- <i>Direction moyenne des vents (°)</i> .....	14
6.4. COMPARAISON DES RESULTATS DES SIMULATIONS REALISEES A PARTIR DU RADIOSONDAGE ET DES DONNEES DE CEP .....	16
<b>7. SUIVI DES RETOMBÉES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES EN CHAMPS PROCHE,   MOYEN ET LOINTAIN .....</b>	<b>17</b>
7.1. OBJECTIF DES MESURES.....	17
7.2. RESULTATS DES MESURES .....	17
7.2.1. <i>Analyse des retombées en alumine particulaire sédimentable .....</i>	18
7.2.2. <i>Analyse des retombées chimiques gazeuses et particulaires d'acide chlorhydrique.....</i>	18
7.3. CONCLUSIONS SUR LES RETOMBÉES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES.....	19

<b>8. MESURE EN CONTINU DE LA POLLUTION GAZEUSE EN ACIDE CHLORHYDRIQUE.....</b>	<b>20</b>
8.1. OBJECTIF DES MESURES.....	20
8.2. RESULTATS DES MESURES .....	20
<b>9. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR ARIANE 5 VOL 209 .....</b>	<b>21</b>
<b>10. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A209 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE 14 PAGES).....</b>	<b>22</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 **ASTRA 2F** et **GSAT-10**. Le **vol V A209** a eu lieu le **28 septembre 2012 à 18 heures 18 minutes** en heure locale, soit à 21 heures 18 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 <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 209**

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 209 **[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).

**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	1 point en champ proche (CP)* 35 points en champ lointain (CL)	Confer le <i>paragraphe 3</i> de l' <i>Annexe 1</i>
	CLX		

\* suite à un problème technique, seul le point CP 09 a pu être appareillé.

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 A209 représente environ soixante-sept capteurs.

## 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 4R280912

Le jour du lancement, à H0 + 25 minutes, un radiosondage spécifique a été effectué (**référence 4R280912** du 28 septembre 2012). Il donne des informations sur trois cent vingt-cinq couches distinctes tous les cent mètres.

**Tableau 2 : Données météorologiques issues du radiosondage 4R280912.txt pour les couches atmosphériques représentatives.**

ALTITUDE (mètres)	PRESSION (mb)	VITESSE DU VENT (m/s)	VENT EN PROVENANCE (°)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITE (%)
12	1 010,8	3,0	80	28,4	85,0
100	1 000,9	4,5	72	27,8	81,2
500	956,7	6,8	71	24,3	94,0
1000	903,6	7,8	60	21,7	76,3
1500	852,9	7,0	80	19,4	52,2
2000	804,4	6,0	84	16,5	31,1
2500	758,2	6,5	106	12,7	43,8
3000	714,2	8,5	91	9,1	88,4
3500	672,2	11,7	107	6,2	50,3
4000	632,2	11,8	109	3,6	23,7

## 6.2. Simulation SARRIM à partir du radiosondage

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

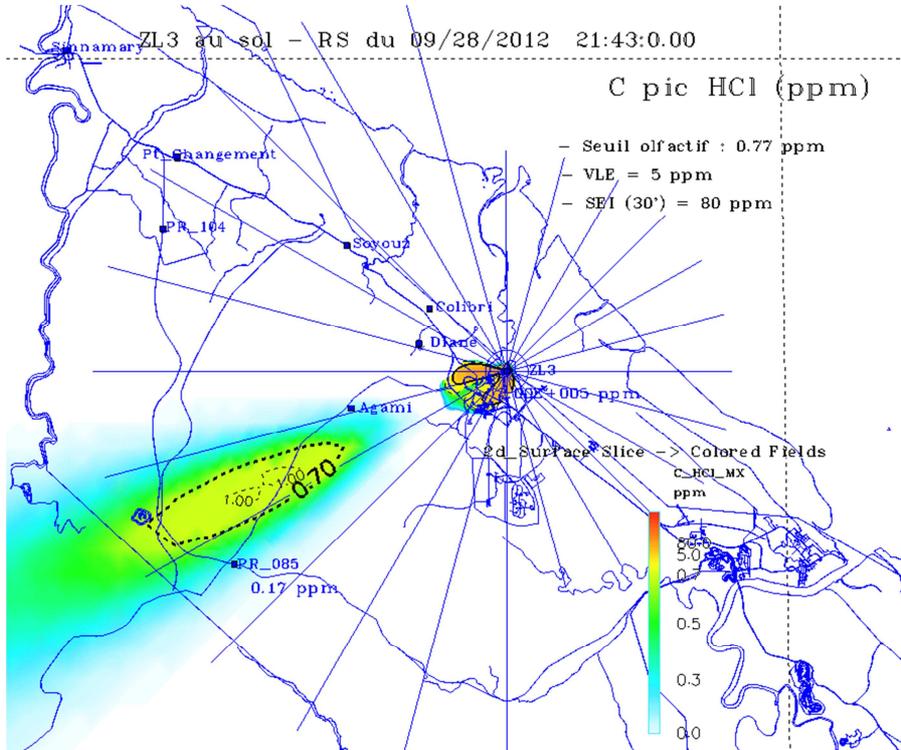
- Les caractéristiques du lanceur,
- La position géographique de la zone de lancement (latitude, longitude),
- Les données météorologiques recueillies à l'aide d'un radiosondage,
- etc.

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.

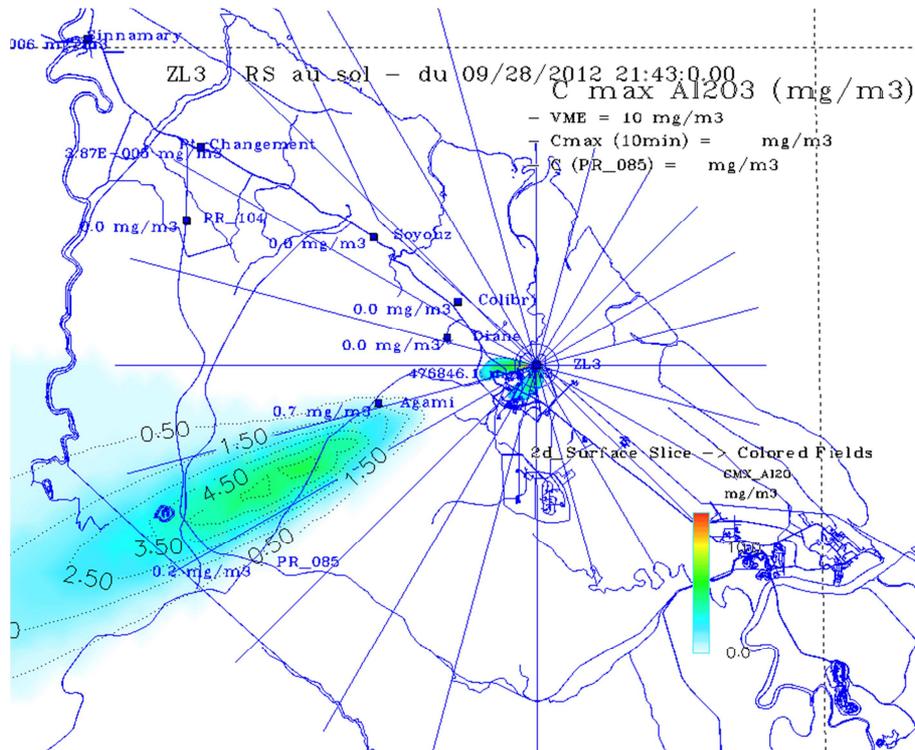
**Tableau 3 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage.**

<b>HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)</b>	1 185
<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)	7,0
- Direction moyenne des vents (°)	64,7
⇒ Les vents sont orientés vers	Entre le site d'observation Agami et Bec fin (intersection entre la piste Agami et la RN1)
<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)	8,1
- Direction moyenne des vents (°)	93
⇒ Les vents sont orientés vers	Entre le site d'observation Agami et la station de poursuite Diane

**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.

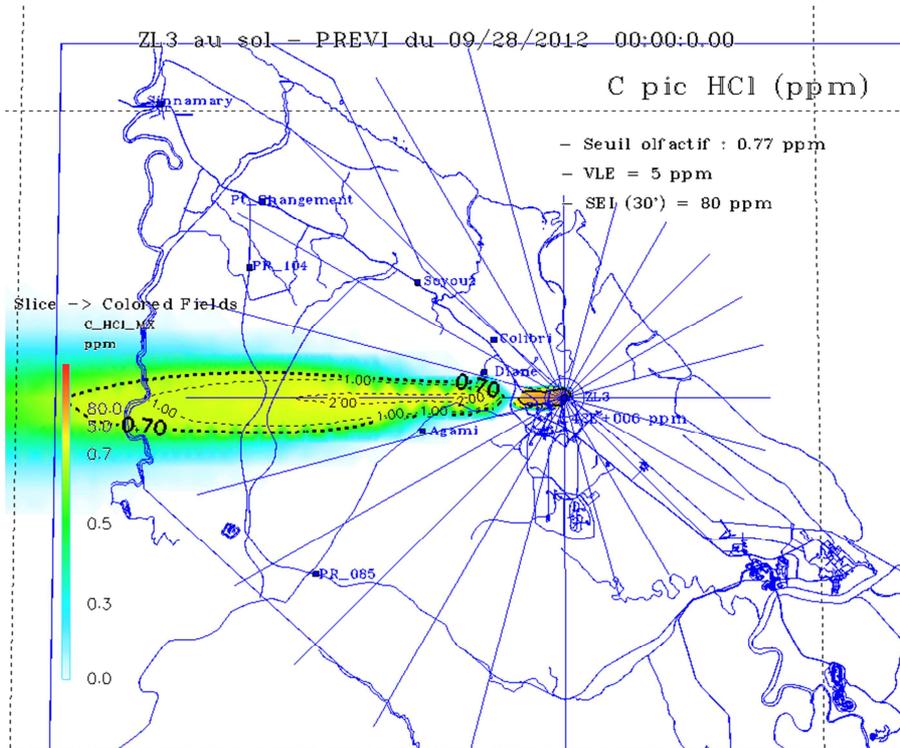
Les résultats de la simulation sont récapitulés dans le tableau de la page suivante.

**Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir des données prévisionnelles CEP (1C280912.txt).**

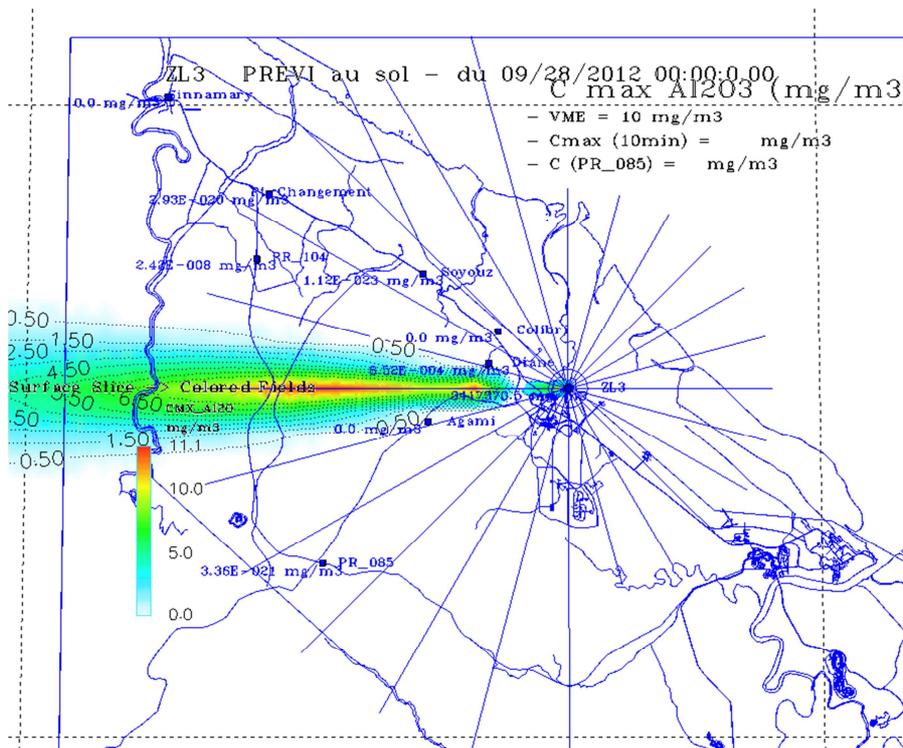
<b>HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)</b>	1 015
<b>BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)</b>	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	7,0
- Direction moyenne des vents (°)	90
Les vents sont orientés vers	Entre le site d'observation Agami et la station de poursuite Diane
<b>HAUTES COUCHES (HAUTEUR DE STABILISATION → 4000 M)</b>	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	9
- Direction moyenne des vents (°)	98
Les vents sont orientés vers	Entre le site d'observation Agami et la station de poursuite 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 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 + 32 min, sont divergentes (écart de 39 %).

Pour rappel, les capteurs ont été implantés suivant la situation « Route de l'Espace », à savoir Ouest / Nord-Ouest (confer le *paragraphe 3.2 de l'Annexe* présentée au *paragraphe 10* du présent document). Les résultats SARRIM obtenus au moyen du radiosondage montrent que les capteurs n'ont pas tous été soumis aux retombées provenant du nuage de combustion d'Ariane 5. L'écart de 39 % observé entre les deux modélisations n'a donc pas été sans conséquences sur le suivi des retombées atmosphériques.

## **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 trente-six 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 6 de l'Annexe 1* (présentée au *paragraphe 10* du présent document).

### **7.2. Résultats des mesures**

Tous les résultats bruts sont synthétisés au *paragraphe 4 de l'Annexe 1* (annexe présentée au *paragraphe 10* du présent document).

**Remarque** : Pendant le temps d'exposition des bacs à eau (24 heures), aucun épisode pluvieux n'a été enregistré. Une évaporation des échantillons a été observée ; le volume moyen d'eau recueillie étant, en moyenne, de 406 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		
	Concentration Maximale (mg/m <sup>2</sup> )	Point de mesure	Distance de la ZL3 (m)
Champ proche	-	-	-
Champ lointain	2,26	CL 16 : Piste Agami – pk 1,5 après le portail (entrée Morne Bocco)	4 448

**Remarques :**

- Les capteurs mis en place lors de ce plan de mesures ont mis en évidence de très faibles teneurs en alumine. Sur certains points, ces dernières étaient inférieures au seuil de détection.

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

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

	IONS CHLORURES		
	Concentration Maximale (mg/m <sup>2</sup> )	Point de mesure	Distance de la ZL3 (m)
Champ proche	1,82	CP 09 : Orchidée	1 984
Champ lointain	15,13	CL 18 : Site Agami	7 483

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

	PH		
	Acidité maximale (unité pH)	Point de mesure	Distance de la ZL3 (m)
Champ proche	5,65	CP 09 : Orchidée	1 984
Champ lointain	4,72	CL 18 : Site Agami	7 483

<b>CONDUCTIVITE</b>			
	<i>Maximum (μS/cm)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	0,8	CP 09 : Orchidée	1 984
Champ lointain	22	CL 27 : PK 101 de la RN1 en direction de Sinnamary	16 656

**Remarques :**

- Pour ce plan de mesures, de très faibles retombées en acide chlorhydrique ont été quantifiées aux alentours du site d'observation Agami. Pour les autres capteurs, les teneurs correspondent au bruit de fond naturel. A noter qu'aucune conclusion ne peut être faite sur les mesures du champ proche, compte tenu d'un problème technique. On peut ainsi conclure que l'impact des retombées chimiques est très limité.

### **7.3. Conclusions sur les retombées chimiques gazeuses et particulaires**

Les mesures n'ont pas mis en évidence d'impact marqué des retombées chimiques en acide chlorhydrique et en alumine.

## **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 cinq 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 cinq systèmes CODEX mobiles, seul le Zellweger n°1 (implanté à 277 mètres de la ZL3) a mis en évidence la présence de gaz chlorhydrique. 24 minutes après le H0, la concentration est redevenue nulle.

## **9. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR ARIANE 5 VOL 209**

La surveillance de la qualité de l'air n'a pas mis en évidence d'impact marqué des retombées chimiques en acide chlorhydrique et en alumine en champ lointain. Concernant le champ proche, seul le Zellweger n°1 (implanté à 277 mètres de la ZL3) a détecté la présence de gaz chlorhydrique. Pour rappel, suite à un problème technique, les capteurs n'ont pas pu être mis en place sur le champ proche.

**10. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5  
VOL A209 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE 14 PAGES)**



**RESULTATS DU PLAN DE MESURES  
ENVIRONNEMENT  
ARIANE VA209**

Référence : 12.SE.RS. 37

Date : 20/12/2012

Page : 1/14

page 23/36.

**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT**

**ARIANE VA209**

**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 typed name. The signature is stylized and fluid.

J.HERAUD

## 1. Introduction

Le vol Ariane VA 209 a permis le lancement des satellites ASTRA 2F et GSAT-10 lors du vol Ariane 5 n°209 le 28/09/2012 à 18h18 (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 - 2 sites instrumentés\*** :

- 1 Zellweger (point CP 03),
- 1 bac à eau\*

*\*Suite à une indisponibilité du matériel, seul le point CP 09 a été instrumenté avec un bac à eau.*

- **en Champ lointain - 35 sites instrumentés :**

- 3 Zellwegers,
- 35 bacs à eau,

### 1.2. Mise en place

Les Zellwegers et bacs à eau ont été installés le 28/09/2012 entre 07h48 et 10h51.

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

Les capteurs, analyseurs ont été récupérés le 29/09/2012 entre 08h40 et 10h20.

Les échantillons ont été remis le 01/10/2012 dans l'après midi à l'Institut Pasteur.

## 2. Description des mesures réalisées pour le vol Ariane VA 209

### 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.

10 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)

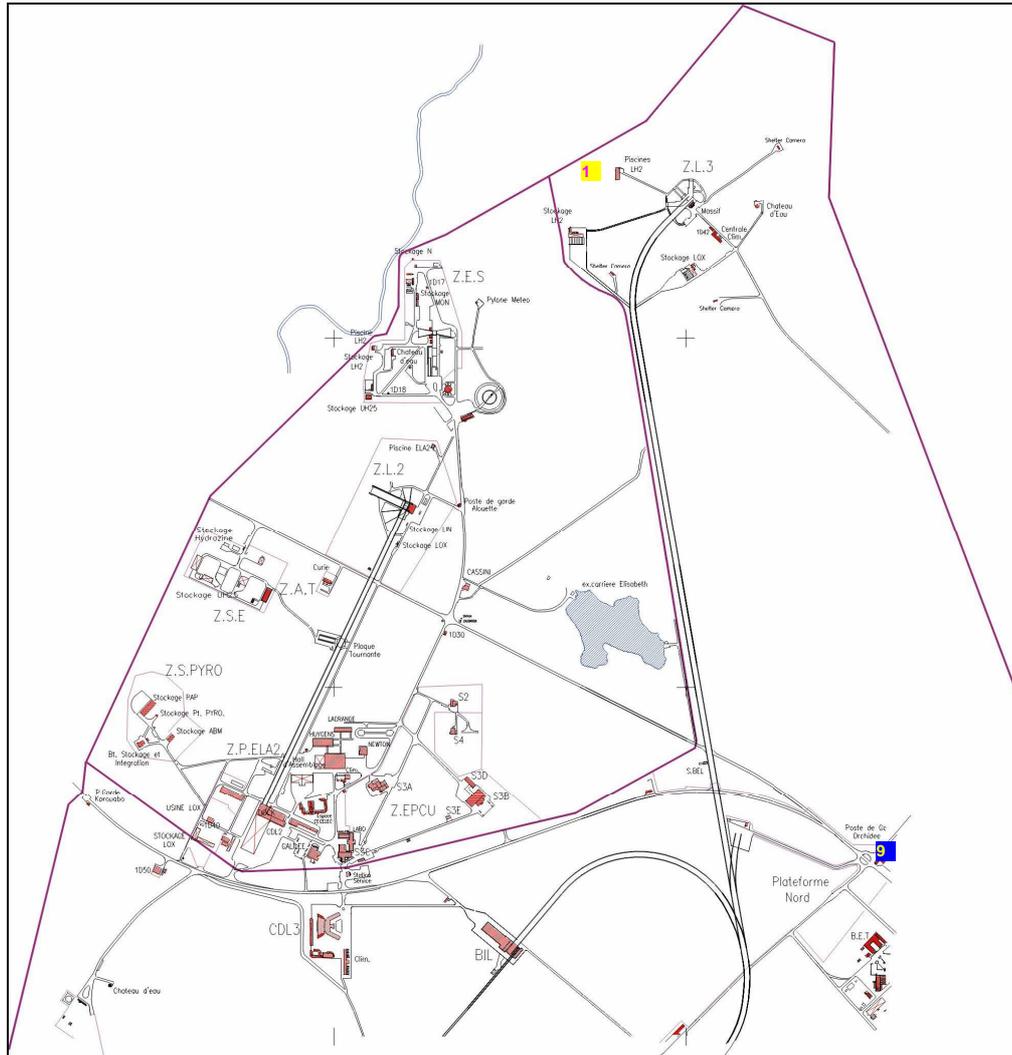
Suite aux résultats du dernier radiosondage, les bacs à eau ont été placés suivant l'option vent « secteur Route de l'Espace »

#### 3.1. Champ proche

Code	Lieux	Distance ZL3 (m)	X (m)	Y (m)	Bac à eau	Zellweger
CP3	Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 48	277,1	303788	579678	NON	Zellweger n° 1
CP9	Orchidée	1984,0	304573	577600	Oui	-

■ Piège à eau (1,5m)

■ Station mobile de mesure HCl en temps réel

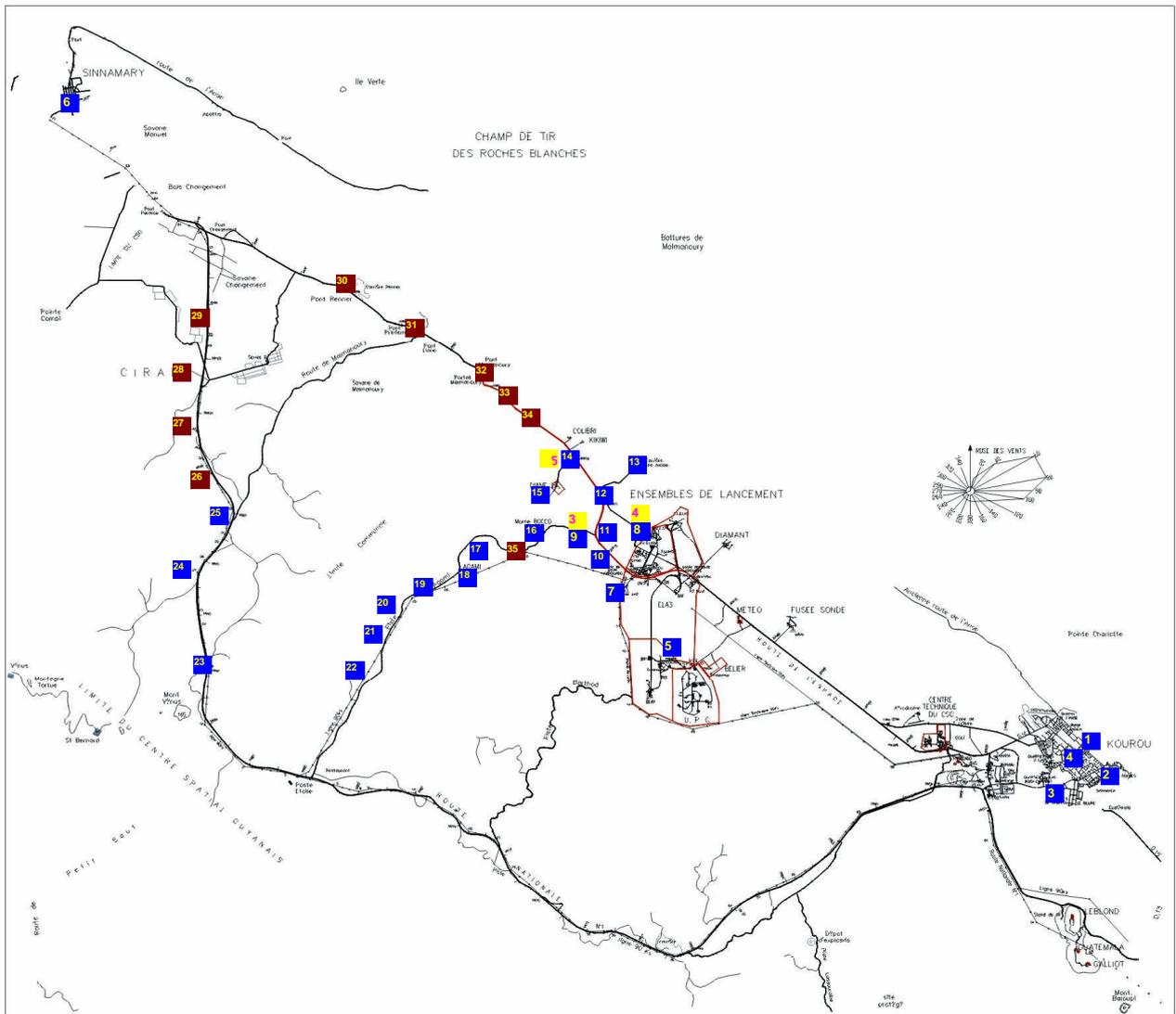


### 3.2. Champ lointain

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	23902,7	284233	592938	Oui	-
CL7	Pont Karouabo	2426,6	302018	578099	Oui	-
CL8	Parking ancienne RN1	1592,0	302408	579487	Oui	Zellweger n°4
CL9	Portail Piste Agami	2941,2	301082	579130	Oui	Zellweger n°3
CL10	Mi chemin Karouabo-embranchement Piste Agami	2618,9	301538	578606	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	2887,6	301380	580713	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)	4448,3	299552	579553	Oui	-
CL17	Piste Agami – PK4 après portail	6162,0	297885	578739	Oui	-
CL18	Site Agami	7483,1	296718	577776	Oui	-
CL19	Piste Agami – PK8 après portail	9216,2	295133	576986	Oui	-
CL20	Piste Agami – PK10 après portail	10582,9	294192	575524	Oui	-
CL21	Piste Agami – PK11 après portail	11151,6	293966	574633	Oui	-
CL22	Piste Agami – PK12 après portail	11959,3	293444	573878	Oui	-
CL23	Sur RN1 direction Sinnamary 6Km après carrefour piste Agami soit PK 91,1 de la RN1	17033,4	287856	574067	Oui	-
CL24	Sur RN1 direction Sinnamary 10 km après carrefour piste Agami soit PK 95,1 de la RN1	16419,2	287655	577940	Oui	-
CL25	Sur RN1 direction Sinnamary 12 km après carrefour piste Agami soit PK 97,1 de la RN1	15221,5	288781	579777	Oui	-
CL26	Sur RN1 direction SINNAMARY 14 Km après carrefour piste Agami soit PK 99,1 de la RN1	16198,1	287921	581460	Oui	-
CL27	Sur RN1 direction SINNAMARY 16 Km après carrefour piste Agami soit PK 101,1 de la RN1	16955,5	287486	583343	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	16466,4	287766	582256	Oui	-
CL29	Sur RN1 direction SINNAMARY 20 Km apres carrefour piste Agami soit PK 105,1 de la RN1	17904,4	287857	587243	Oui	-
CL30	PK5 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA (200 m avant entrée Carrière Remy)	14489,0	292251	587978	Oui	-
CL31	PK8 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA	11375,3	294997	586452	Oui	-
CL32	PK11,5 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA (Portail Malmanoury)	8367,0	297423	584671	Oui	-
CL33	PK12 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA	7746,7	297865	584229	Oui	-
CL34	PK13 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA	7095,8	298526	583531	Oui	-
CL35	3 km apres portail Agami	6798,7	298760	578498	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 28 septembre 2012 07H au 29 septembre 2012 11H)

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

Aucun épisode pluvieux n'a été enregistré entre le 28 septembre 2012 07H et le 29 septembre 2012 11H, en conséquence les échantillons ont été concentrés (volume moyen recueilli 406 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.

Pour les chlorures, la limite de détection des chlorures a été fixée à 0,05mg/L soit 1,20 mg/m<sup>2</sup> pour 500ml d'eau recueillis dans les bacs de dimensions 17,4 x 12 cm.

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 0,02 mg/L correspondra à une concentration de 0,53 mg/m<sup>2</sup>.
- pour un volume d'eau recueilli égal à 410 ml, une concentration de 0,02 mg/L correspondra à une concentration égale à 0,39 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 µS/cm
		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac			
			mg	mg/m <sup>2</sup>		mg	mg/m <sup>2</sup>		mg	mg/m <sup>2</sup>		mg	mg/m <sup>2</sup>		
CP9	380	< 0,02	< 0,008	< 0,37	n.q	-	-	< 0,02	< 0,008	< 0,37	0,10	0,04	1,82	5,65	0,8

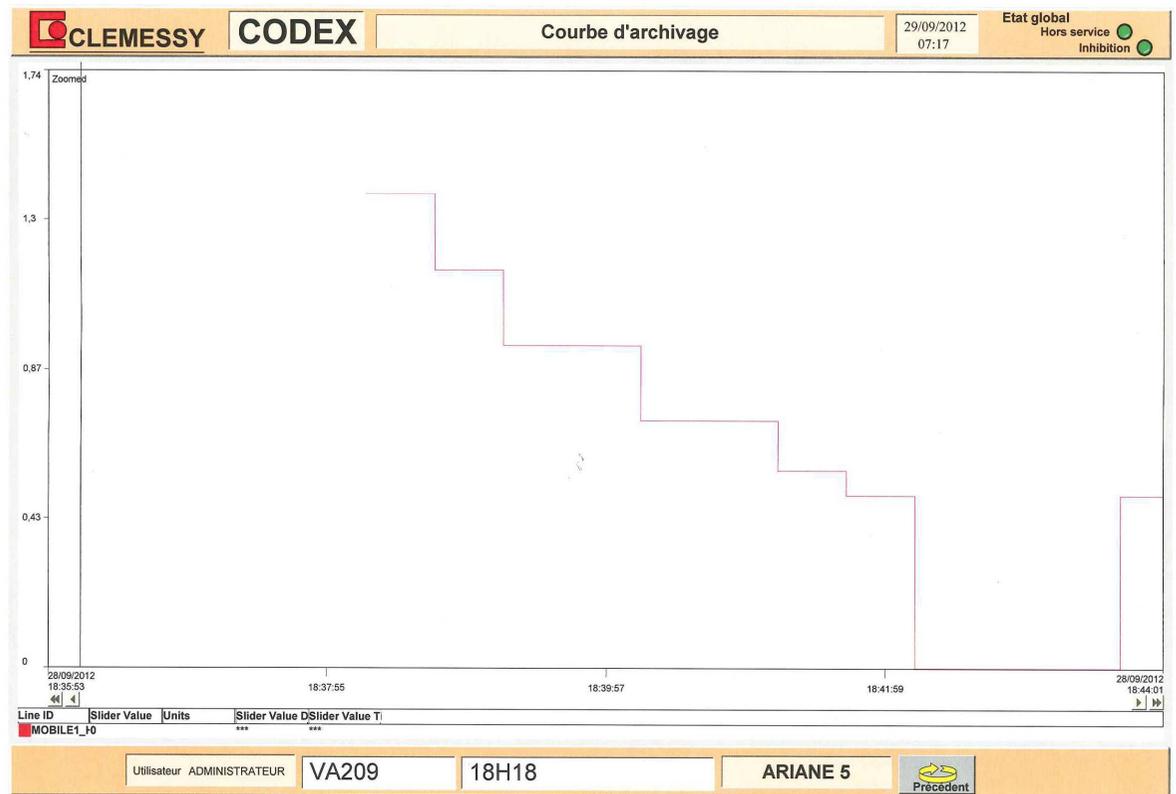
#### 4.2 Résultats d'analyse des bacs à eau « champ lointain »

Localisation	Volume recueilli (ml)	Aluminium Dissous			Aluminium Particulaire			Aluminium TOTAL			Chlorures		pH	Conductivité µS/cm	
		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac			
			mg	mg/m <sup>2</sup>		mg	mg/m <sup>2</sup>		mg	mg/m <sup>2</sup>		mg			mg/m <sup>2</sup>
CL01	375	< 0,02	< 0,008	< 0,36	n.q	-	-	< 0,02	< 0,008	< 0,36	0,26	0,10	4,67	6,02	2,5
CL02	390	< 0,02	< 0,008	< 0,38	n.q	-	-	< 0,02	< 0,008	< 0,38	0,24	0,09	4,48	5,78	2,3
CL03	420	< 0,02	< 0,009	< 0,41	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,41	0,14	0,06	2,82	5,68	1,9
CL04	400	< 0,02	< 0,009	< 0,39	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,39	0,15	0,06	2,87	5,87	2,0
CL05	385	< 0,02	< 0,008	< 0,37	n.q	-	-	< 0,02	< 0,008	< 0,37	0,08	0,03	1,48	5,43	2,2
CL06	400	< 0,02	< 0,009	< 0,39	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,39	0,11	0,04	2,11	5,39	2,2
CL07	390	< 0,02	< 0,008	< 0,38	n.q	-	-	< 0,02	< 0,008	< 0,38	0,07	0,03	1,31	5,60	1,6
CL08	390	0,026	0,010	0,49	0,045	0,018	0,84	0,071	0,028	1,33	0,51	0,20	9,53	5,10	4,5
CL09	315	0,022	0,007	0,33	0,063	0,020	0,95	0,085	0,027	1,28	0,60	0,19	9,05	4,95	5,4
CL10	390	< 0,02	< 0,008	< 0,38	n.q	-	-	< 0,02	< 0,008	< 0,38	0,08	0,03	1,49	5,35	2,0
CL11	385	< 0,02	< 0,008	< 0,37	0,041	0,016	0,76	0,041	0,016	0,76	0,52	0,20	9,59	4,79	6,7
CL12	395	< 0,02	< 0,008	< 0,38	n.q	-	-	< 0,02	< 0,008	< 0,38	0,19	0,08	3,59	5,01	4,2
CL13	420	< 0,02	< 0,009	< 0,41	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,41	0,06	0,03	1,21	5,53	1,7
CL14	385	< 0,02	< 0,008	< 0,37	n.q	-	-	< 0,02	< 0,008	< 0,37	0,10	0,04	1,84	5,40	1,9
CL15	395	< 0,02	< 0,008	< 0,38	n.q	-	-	< 0,02	< 0,008	< 0,38	0,20	0,08	3,78	5,60	4,1
CL16	390	< 0,02	< 0,008	< 0,38	0,121	0,047	2,26	0,121	0,047	2,26	0,12	0,05	2,24	5,43	2,3
CL17	440	< 0,02	< 0,009	< 0,43	0,049	0,022	1,03	0,049	0,022	1,03	0,03	0,01	0,63	5,45	1,6
CL18	400	< 0,02	< 0,009	< 0,39	0,033	0,013	0,63	0,033	0,013	0,63	0,79	0,32	15,13	4,72	8,5

Localisation	Volume recueilli (ml)	Aluminium Dissous			Aluminium Particulaire			Aluminium TOTAL			Chlorures			pH	Conductivité µS/cm
		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac			
			mg	mg/m <sup>2</sup>		mg	mg/m <sup>2</sup>		mg	mg/m <sup>2</sup>		mg	mg/m <sup>2</sup>		
CL19	415	< 0,02	< 0,009	< 0,40	0,043	0,018	0,85	0,043	0,018	0,85	0,55	0,23	10,93	4,81	6,3
CL20	405	< 0,02	< 0,009	< 0,39	0,032	0,013	0,62	0,032	0,013	0,62	0,54	0,22	10,47	4,85	6,5
CL21	410	< 0,02	< 0,009	< 0,40	0,088	0,036	1,73	0,088	0,036	1,73	0,08	0,03	1,57	5,12	3,0
CL22	425	< 0,02	< 0,009	< 0,41	0,030	0,013	0,61	0,030	0,013	0,61	0,04	0,02	0,81	5,28	2,2
CL23	420	< 0,02	< 0,009	< 0,41	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,41	0,08	0,03	1,61	5,03	3,9
CL24	480	< 0,02	< 0,010	< 0,46	n.q	-	-	< 0,02	< 0,010	< 0,46	0,03	0,01	0,69	5,87	1,6
CL25	435	< 0,02	< 0,009	< 0,42	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,42	0,15	0,07	3,13	5,29	3,0
CL26	445	< 0,02	< 0,009	< 0,43	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,43	0,14	0,06	2,98	5,31	2,3
CL27	430	< 0,02	< 0,009	< 0,42	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,42	0,07	0,03	1,44	5,32	22,0
CL28	425	< 0,02	< 0,009	< 0,41	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,41	0,05	0,02	1,018	5,45	1,5
CL29	430	< 0,02	< 0,009	< 0,42	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,42	0,18	0,08	3,71	5,43	2,2
CL30	405	< 0,02	< 0,009	< 0,39	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,39	0,07	0,03	1,36	5,54	1,6
CL31	405	< 0,02	< 0,009	< 0,39	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,39	0,05	0,02	0,97	5,35	1,9
CL32	430	< 0,02	< 0,009	< 0,42	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,42	0,07	0,03	1,44	5,41	1,7
CL33	425	< 0,02	< 0,009	< 0,41	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,41	0,06	0,03	1,22	5,39	1,7
CL34	400	< 0,02	< 0,009	< 0,39	n.q	-	-	< 0,02	< 0,009	< 0,39	0,11	0,04	2,11	5,36	2,3
CL35	400	< 0,02	< 0,009	< 0,39	0,085	0,034	1,63	0,085	0,034	1,63	0,31	0,12	5,94	5,09	3,8

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

Le mobile n° 1 placé au point CP 03 a détecté une pollution en HCI dont la courbe est fournie ci-dessous.



## 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>.