



CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES
CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16 - 305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP


Date : 31/03/2016

Page : 1/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

| | Nom et Sigle | Date et Signature |
|--------------|---------------------------|--|
| Préparé par | CHRETIEN A. SDP/ES |  25 MAI 2016 |
| Vérifié par | LOSADA C. SDP/ES |  19 MAI 2016 |
| Approuvé par | RICHARD S. SDP/ES |  25/05/16 |

| | | |
|---------------------------|------------------------------|--|
| Application autorisée par | TRINCHERO J.P. SDP/ES |  25 MAI 2016 |
|---------------------------|------------------------------|--|

DIFFUSION

| destinataire | Nb |
|---------------------|----|
| ADEME | 1 |
| AE/DP/K | 1 |
| CG/COM | 1 |
| DEAL | 1 |
| ESA/K | 1 |
| IRD | 1 |
| MAIRIE DE KOUROU | 1 |
| MAIRIE DE SINNAMARY | 1 |
| ONF | 1 |
| ORA GUYANE | 1 |
| SDP/ES | 1 |
| S.P.P.P.I. | 1 |

Nombre total d'exemplaires : 12



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 2/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

REPERTOIRE DES MODIFICATIONS

| Ed/Rév | Date | Pages Modifiées | Objet de la modification |
|--------|------------|-----------------|-----------------------------------|
| 01/00 | 31/03/2016 | TOUTES | CREATION / CHRETIEN A & LOSADA C. |



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 3/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

SOMMAIRE

| | |
|---|-----------|
| 1. OBJET – DOMAINE D’APPLICATION | 4 |
| 2. DOCUMENTS DE REFERENCE..... | 5 |
| 2.1. DOCUMENTS APPLICABLES | 5 |
| 2.2. DOCUMENTS DE REFERENCE | 5 |
| 2.3. GESTIONNAIRE TECHNIQUE DU DOCUMENT | 5 |
| 3. DEFINITIONS ET SIGLES | 6 |
| 3.1. DEFINITIONS | 6 |
| 3.2. SIGLES | 6 |
| 4. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL 225..... | 8 |
| 5. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES..... | 9 |
| 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 |
| 6. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES..... | 10 |
| 6.1. SIMULATION SARRIM A PARTIR DE DONNEES PREVISIONNELLES (CEP) | 10 |
| 6.2. DONNEES BRUTES DU RADIOSONDAGE 4R200815..... | 13 |
| 6.3. SIMULATION SARRIM A PARTIR DU RADIOSONDAGE | 14 |
| 6.4. COMPARAISON DES RESULTATS DES SIMULATIONS REALISEES A PARTIR DU RADIOSONDAGE ET DES DONNEES CEP | 17 |
| 7. SUIVI DES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES EN CHAMPS PROCHE, MOYEN ET LOINTAIN..... | 18 |
| 7.1. OBJECTIF DES MESURES..... | 18 |
| 7.2. RESULTATS DES MESURES | 18 |
| 7.2.1. <i>Analyse des retombées en alumine particulaire sédimentables.....</i> | <i>19</i> |
| 7.2.2. <i>Analyse des retombées chimiques gazeuses et particulaires d’acide chlorhydrique.....</i> | <i>20</i> |
| 7.3. CONCLUSIONS SUR LES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES..... | 21 |
| 8. MESURE EN CONTINU DE LA POLLUTION GAZEUSE EN ACIDE CHLORHYDRIQUE ..22 | |
| 8.1. OBJECTIF DES MESURES..... | 22 |
| 8.2. RESULTATS DES MESURES | 22 |
| 9. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L’IMPACT SUR L’ENVIRONNEMENT DU LANCEUR ARIANE 5 VOL 225..... | 23 |
| 10. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A225 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE 15 PAGES) | 24 |



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 4/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

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 **E8WB** et **IS 34**. Le **vol Ariane 225** a eu lieu le **20 août 2015 à 17 heures 34 minutes** en heure locale, soit à 20 heures 34 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 Ariane n°3.



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 5/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

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.



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 6/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

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 |
| Cl ⁻ | : | Ion Chlorure |
| CI | : | Contrat Industriel |
| CL | : | Champ Lointain |
| 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 |



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 7/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

| | | |
|-------------------------------|---|---|
| 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 |



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 8/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

4. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL 225

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 225 **[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 Single Point Monitor (SPM-Honeywell) ; 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 (Single Point Monitor de marque Honeywell) ont été réalisés par le CI/ESQS/ES. Pour rappel, les « SPM-Honeywell » sont entretenus et étalonnés par le laboratoire de chimie du CSG (CI/SNECMA).

En outre, 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.



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 9/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

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) | SPM-HONEYWELL |
|-------------|-----|--|---|
| A I R | CPX | 12 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, cette partie du plan de mesures environnement du Vol A225 représente soixante-quinze capteurs repartis selon les équipements suivants :

- 47 bacs à eau,
- 4 SPM-Honeywell mobiles (HCl en continu),
- 8 SPM-Honeywell fixes, chacun comprenant :
 - 1 SPM pour HCl,
 - 1 SPM pour l'hydrazine
 - 1 SPM pour le NO₂.

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

Pour le lancement Ariane 5 Vol A225, ont été installés :

- sur 12 sites : des bacs à eau pour le suivi des retombées chimiques et particulaires du nuage de combustion d'Ariane 5,
- 1 SPM-Honeywell mobile (HCl en continu).

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 SPM-Honeywell mobiles (HCl en continu).



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 10/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

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 du logiciel SARRIM, des modélisations des conditions météorologiques du jour du lancement ont été effectuées telles que :

- Les résultats de simulation obtenus à partir des données météorologiques prévisionnelles (CEP ou ARPEGE) ont permis de choisir l'option de pose des capteurs **[DR5]**,
- Les résultats de simulation obtenus à partir du radiosondage effectué en chronologie positive (hauteur de stabilisation, déplacement du nuage, etc.) pourront être corrélés aux valeurs de terrain (présentées aux *paragraphes 6 et 7* du présent document).

La comparaison des résultats issus de ces deux modélisations permet d'apprécier l'efficacité du modèle et d'attester sa cohérence avec la réalité du terrain.

6.1. Simulation SARRIM à partir de données prévisionnelles (CEP)

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 à la page suivante.



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 13/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

6.2. Données brutes du radiosondage 4R200815

Le jour du lancement, à H0 + 20 minutes, un radiosondage (RS) spécifique a été effectué (référence 4R200815.txt du 20 août 2015).

Sur trois cent vingt-cinq couches distinctes, le RS donne des informations tous les cent mètres et permet ainsi d'effectuer une simulation avec les paramètres météorologiques les plus représentatifs du H0.

Tableau 3 : Données météorologiques issues du radiosondage 4R200815.txt pour les couches atmosphériques représentatives.

| ALTITUDE (mètres) | PRESSION (mb) | VITESSE DU VENT (m/s) | VENT EN PROVENANCE (°) | TEMPERATURE (°C) | HUMIDITE (%) |
|-------------------|---------------|-----------------------|------------------------|------------------|--------------|
| 12 | 1009,4 | 1,0 | 100 | 27,3 | 84 |
| 100 | 999,4 | 1,0 | 109 | 26,7 | 77 |
| 500 | 955,3 | 4,7 | 118 | 25,1 | 72.8 |
| 1000 | 902.2 | 4.7 | 124 | 21.0 | 87.1 |
| 1500 | 851.5 | 3.6 | 187 | 18.3 | 82.8 |
| 2000 | 962.8 | 2.6 | 134 | 15.1 | 86.2 |
| 2500 | 757.0 | 1.5 | 152 | 12.9 | 87.1 |
| 3000 | 713.2 | 3.6 | 78 | 10.7 | 83.4 |
| 3500 | 671.6 | 8.1 | 70 | 7.9 | 84.6 |
| 4000 | 632.0 | 4.8 | 50 | 5.5 | 80.2 |



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 14/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

6.3. 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 4 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage.

| | |
|--|-------|
| HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m) | 1107 |
| BASSES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant du sol jusqu'à la hauteur de stabilisation) | |
| - Vitesse moyenne des vents (m/s) | 3,7 |
| - Direction moyenne des vents (°) | 115 |
| ⇒ Les vents sont orientés vers | Diane |
| HAUTES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant de la hauteur de stabilisation jusqu'à 4000 m) | |
| - Vitesse moyenne des vents (m/s) | 3,9 |
| - Direction moyenne des vents (°) | 107 |
| ⇒ Les vents sont orientés vers | Diane |

Les Figures 3 et 4 ci-après présentent les directions prises par le nuage de combustion au H0 + 20 minutes.

Figure 3 : Retombées en acide chlorhydrique

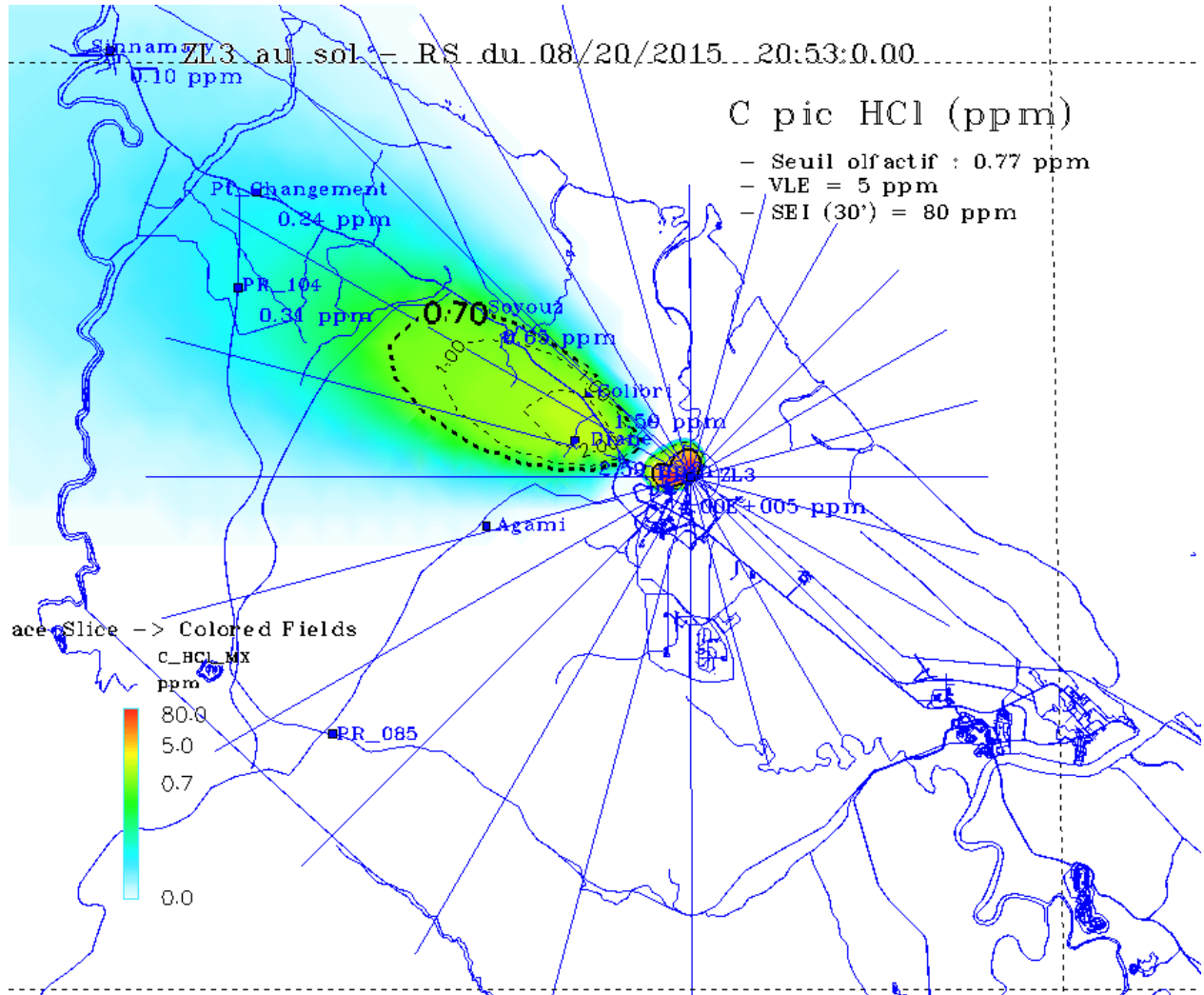
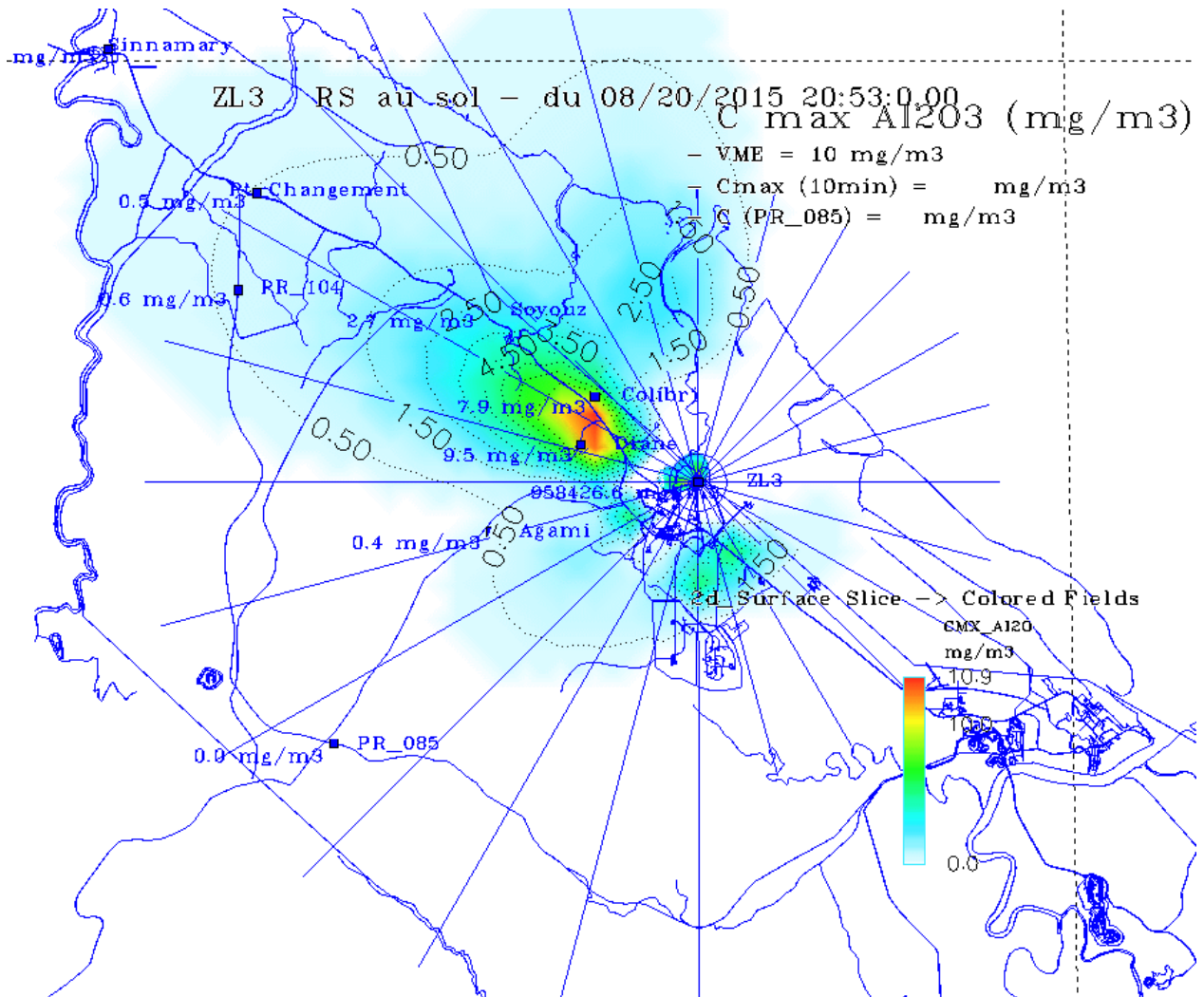


Figure 4 : Retombées en alumine





CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 17/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

6.4. Comparaison des résultats des simulations réalisées à partir du radiosondage et des données prévisionnelles 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 10 %).

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 (écart de 10 %) 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.



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 18/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

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 (en unité pH),
- ✓ la conductivité (en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C),
- ✓ les concentrations en ions chlorure (exprimés en mg/L puis en mg/m^2),
- ✓ 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 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 : Durant ces 24 heures d'exposition, 12 mm de pluie ont été enregistrés. En conséquence le volume moyen des échantillons a augmenté (volume moyen recueilli 516 ml au lieu de 500 ml)



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 19/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

7.2.1. Analyse des retombées en alumine particulaire sédimentables

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

| | ALUMINE PARTICULAIRE | | |
|----------------|---|--|------------------------|
| | Concentration Maximale (mg/m ³) | Point de mesure | Distance de la ZL3 (m) |
| Champ proche | 593,39 | CP 01 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 50 | 362 |
| Champ lointain | 6,13 | CL 12 : PK17,7 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA (Embranchement Ancienne RN1) | 264.1 |

Remarques :

- 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 CP 04 (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 naturel ambiant.



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 20/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

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 | | |
|----------------|---|--|------------------------|
| | Concentration Maximale (mg/m ³) | Point de mesure | Distance de la ZL3 (m) |
| Champ proche | 1858,0 | CP 03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 48 | 277 |
| Champ lointain | 84,7 | CL 12 : PK17,7 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA (Embranchement Ancienne RN1) | 2640,1 |

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 | 1,70 | CP 03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 48 | 277 |
| Champ lointain | 4,95 | CL 12 : PK17,7 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA (Embranchement Ancienne RN1) | 2640,1 |
| | CONDUCTIVITE | | |
| | Maximum (µS/cm) | Point de mesure | Distance de la ZL3 (m) |
| Champ proche | 9810 | CP 03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 48 | 277 |
| Champ lointain | 22 | CL 12 : PK17,7 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA (Embranchement Ancienne RN1) | 2640,1 |



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 21/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

Remarques :

- 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, CP 03 à 277 mètres et CP 04 à 445m).
- D'autre part, les concentrations en ions chlorures sont cohérentes avec les 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 CL02 (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. On retiendra que cette influence reste faible au CSG, quand il ne pleut pas. Cependant l'essentiel des capteurs étant positionnés près de la côte restent influencés par l'air marin. Cette influence explique donc que ces capteurs enregistrent régulièrement des pics de concentrations de chlorures et conductivité électrique.

7.3. Conclusions sur les retombées chimiques gazeuses et particulières

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 prévoyaient que le nuage se dirigerait dans une direction de 105°,
- le radiosondage montrait une direction du vent de 115°, soit une différence de 10°
- les concentrations relevées les plus fortes se trouvaient dans une direction de 115°.

Ainsi, on observe un écart non significatif entre la simulation faite à partir des données prévisionnelles (CEP) et les mesures de terrain. Les résultats de simulation sont majorants par rapport aux concentrations réelles des retombées.

L'utilisation des données prévisionnelles reste donc le moyen le mieux adapté pour optimiser l'implantation des capteurs environnement pour les lancements Ariane 5.



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 22/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

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 « SPM - Honeywell ») 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) au Centre Technique.

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.

Une pollution en acide chlorhydrique a été détectée par le SPM-Honeywell n°1 (CP3). La courbe, fournie en page 14 de l'annexe 1, permet d'écarter l'hypothèse de la pollution puisque l'évènement a eu lieu plus de 30 minutes après le lancement. Il s'agit donc d'un artefact.



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 23/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

9. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR ARIANE 5 VOL 225

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 du calcul SARRIM issu des données prévisionnelles CEP.

Les résultats du radiosondage H0+20 minutes, des données prévisionnelles CEP et des données de terrain sont **cohérents entre eux**.

Pour le Vol A225, une pollution en acide chlorhydrique a été détectée par le SPM-Honeywell n°1 (CP3). Il s'agit cependant d'un artefact puisque l'heure et la valeur de l'évènement ne correspondent pas au H0.



CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16-305

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 31/03/2016

Page : 24/39

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE
5 VOL A225 DU 20 AOÛT 2015 À 17H34

**10. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5
VOL A225 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE 15 PAGES)**



**RESULTATS DU PLAN DE MESURES
ENVIRONNEMENT
ARIANE VA 225**

Référence : 15.SE.RS. 36

Date : 09/12/2015

Page : 1/15

**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT
ARIANE VA225**

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

ESQS/SE/RTP

J.HERAUD

1. Introduction

Le vol Ariane 5 VA 225 a permis le lancement d'Éutelsat 8 West B et Intelsat 34 le 20/08/2015 à 17h34 (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 20/08/2015 entre 06h00 et 11h00.

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

Les capteurs et analyseurs ont été récupérés le 21/08/2015 entre 08h25 et 11h30. Les échantillons ont été confiés à l'Institut Pasteur de Guyane le 25/08/15 dans la matinée.

2. Description des mesures réalisées pour le vol Ariane VA 225

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.

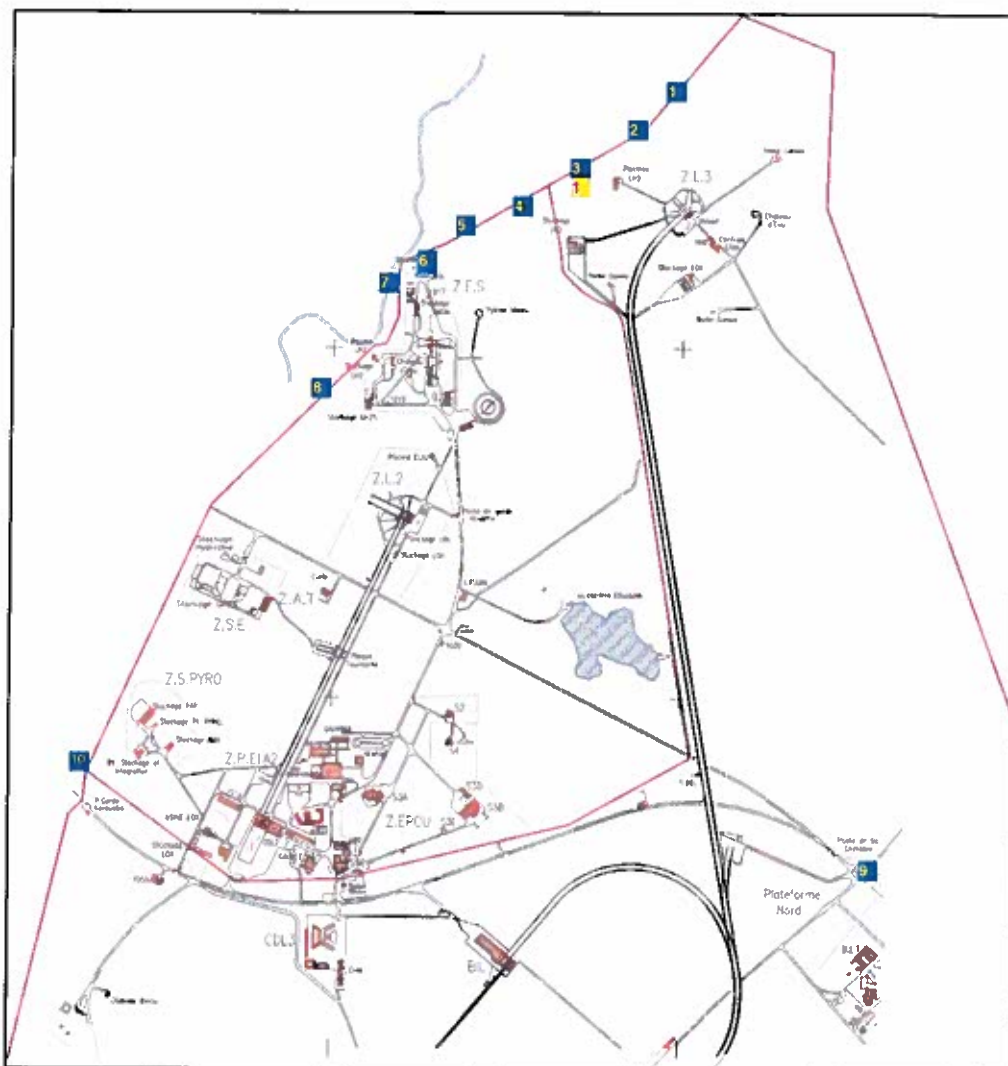
3. Localisation des points de mesures - champ proche (CP) et champ lointain (CL)

Suite aux résultats du dernier radiosondage, les bacs à eau ont été placés suivant l'option 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 | - |

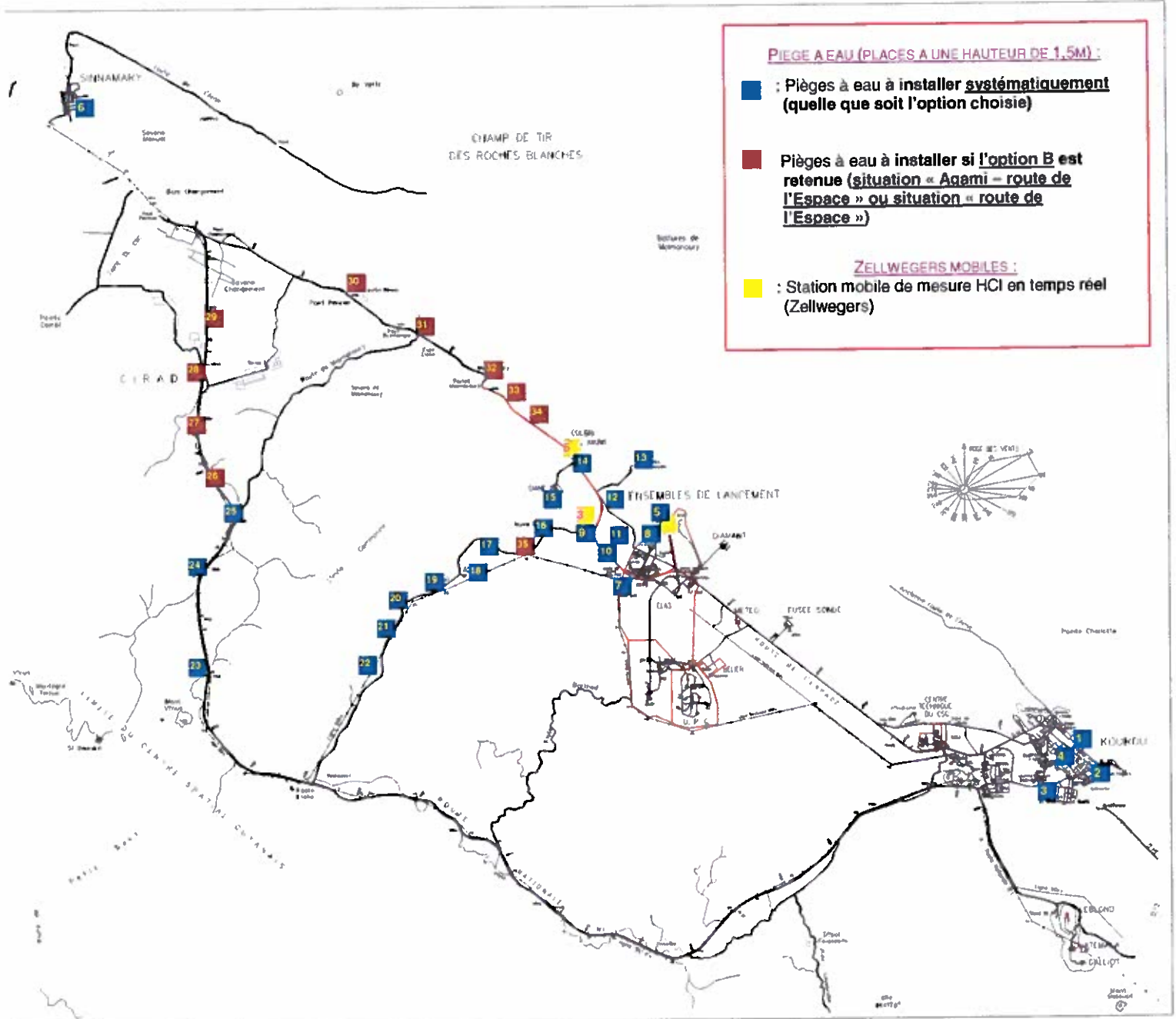
- Piège à eau (1,5m)
- Station mobile de mesure HCl en temps réel



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 après carrefour piste Agami soit PK 103,1 de la RN1 | 17270,3 | 287768 | 585397 | Oui | - |
| CL29 | Sur RN1 direction SINNAMARY 20 Km après 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 20 août 2015 06H au 21 août 2015 11H30)

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

Durant ces 24 heures d'exposition, 12 mm de pluie ont été enregistrés. En conséquence le volume moyen des échantillons a augmenté (volume moyen recueilli 516 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 | mg/m ³ | | |
| CP1 | 440 | 44.158 | 19.430 | 28.159 | 12.390 | 72.317 | 31.819 | 1523.92 | 197.44 | 9455.79 | 3.45 | 1560.0 |
| CP2 | 470 | 0.765 | 0.360 | 0.553 | 0.260 | 1.318 | 0.619 | 29.67 | 5.60 | 268.31 | 4.00 | 73.0 |
| CP3 | 470 | 4.707 | 2.212 | 13.432 | 6.313 | 18.139 | 8.525 | 408.30 | 388.06 | 18595.03 | 1.70 | 9810.0 |
| CP4 | 370 | 12.312 | 4.555 | 13.464 | 4.982 | 25.776 | 9.537 | 456.76 | 68.38 | 3274.89 | 2.95 | 924.0 |
| CP5 | 500 | < 0.02 | < 0.011 | n.q. | - | < 0.02 | < 0.011 | < 0.48 | 0.56 | 13.41 | 4.75 | 6.3 |
| CP6 | 460 | < 0.02 | < 0.010 | n.q. | - | < 0.02 | < 0.010 | < 0.45 | 2.30 | 50.67 | 5.20 | 4.0 |
| CP7 | 540 | < 0.02 | < 0.011 | n.q. | - | < 0.02 | < 0.011 | < 0.52 | 0.40 | 10.34 | 5.10 | 4.7 |
| CP8 | 520 | < 0.02 | < 0.011 | n.q. | - | < 0.02 | < 0.011 | < 0.50 | 0.32 | 7.97 | 5.20 | 4.1 |
| CP9 | 550 | < 0.02 | < 0.012 | n.q. | - | < 0.02 | < 0.012 | < 0.53 | 0.50 | 13.17 | 5.55 | 4.3 |
| CP10 | 510 | < 0.02 | < 0.011 | n.q. | - | < 0.02 | < 0.011 | < 0.49 | 1.430 | 34.93 | 5.35 | 5.1 |

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 | | |
| CL01 | 430 | <0.02 | <0.009 | <0.42 | <0.009 | <0.42 | 0.78 | 16.06 | 6.55 | 5.0 | |
| CL02 | 540 | <0.02 | <0.011 | <0.52 | <0.011 | <0.52 | 0.60 | 15.52 | 6.05 | 4.9 | |
| CL03 | 500 | <0.02 | <0.011 | <0.48 | <0.011 | <0.48 | 0.93 | 0.465 | 6.15 | 6.3 | |
| CL04 | 455 | <0.02 | <0.010 | <0.44 | <0.010 | <0.44 | 1.24 | 0.564 | 5.80 | 3.0 | |
| CL05 | 1070 | <0.02 | <0.022 | <1.03 | <0.022 | <1.03 | 0.74 | 0.792 | 5.35 | 6.1 | |
| CL06 | 560 | <0.02 | <0.012 | <0.54 | <0.012 | <0.54 | 0.72 | 0.403 | 5.35 | 5.9 | |
| CL07 | 540 | <0.02 | <0.011 | <0.52 | <0.011 | <0.52 | 0.66 | 0.356 | 5.55 | 4.9 | |
| CL08 | 510 | <0.02 | <0.011 | <0.49 | <0.011 | <0.49 | 0.92 | 0.469 | 5.40 | 3.7 | |
| CL09 | 565 | <0.02 | <0.012 | <0.55 | <0.012 | <0.55 | 0.55 | 0.311 | 5.20 | 4.7 | |
| CL10 | 565 | <0.02 | <0.012 | <0.55 | <0.012 | <0.55 | 0.56 | 0.316 | 5.40 | 5.2 | |
| CL11 | 525 | <0.02 | <0.011 | <0.51 | <0.011 | <0.51 | 0.61 | 0.320 | 5.40 | 4.1 | |
| CL12 | 490 | 0.155 | 0.076 | 3.64 | 0.261 | 6.13 | 0.416 | 1.769 | 4.95 | 22.0 | |
| CL13 | 520 | <0.02 | <0.011 | <0.50 | <0.011 | <0.50 | 0.75 | 0.390 | 5.20 | 5.7 | |
| CL14 | 495 | <0.02 | <0.010 | <0.48 | <0.010 | <0.48 | 0.93 | 0.460 | 5.15 | 5.0 | |
| CL15 | 460 | <0.02 | <0.010 | <0.45 | <0.010 | <0.45 | 1.41 | 0.649 | 5.75 | 20.0 | |
| CL16 | 540 | <0.02 | <0.011 | <0.52 | <0.011 | <0.52 | 0.39 | 0.211 | 5.10 | 5.5 | |
| CL17 | 545 | <0.02 | <0.011 | <0.53 | <0.011 | <0.53 | 0.32 | 0.174 | 5.25 | 3.1 | |
| CL18 | 635 | <0.02 | <0.013 | <0.61 | <0.013 | <0.61 | 0.56 | 0.356 | 5.00 | 6.6 | |

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA 225

Référence : 15.SE.RS.36

Date : 09/12/2015

Page : 12/15

| 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 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 | | | | |
| CL19 | 530 | <0.02 | <0.51 | n.g. | - | <0.01 | <0.51 | <0.01 | 0.32 | 0.170 | 8.12 | 5.25 | 3.3 |
| CL20 | 510 | <0.02 | <0.49 | n.g. | - | <0.01 | <0.49 | <0.01 | 0.27 | 0.138 | 6.59 | 5.20 | 3.1 |
| CL21 | 500 | <0.02 | <0.48 | n.g. | - | <0.01 | <0.48 | <0.01 | 0.32 | 0.160 | 7.66 | 5.20 | 2.9 |
| CL22 | 510 | <0.02 | <0.49 | n.g. | - | <0.01 | <0.49 | <0.01 | 0.28 | 0.143 | 6.84 | 5.20 | 3.0 |
| CL23 | 480 | <0.02 | <0.46 | n.g. | - | <0.01 | <0.46 | <0.01 | 0.19 | 0.091 | 4.37 | 5.15 | 3.1 |
| CL24 | 500 | <0.02 | <0.48 | n.g. | - | <0.01 | <0.48 | <0.01 | 0.27 | 0.135 | 6.47 | 5.30 | 2.4 |
| CL25 | 540 | <0.02 | <0.52 | n.g. | - | <0.01 | <0.52 | <0.01 | 0.34 | 0.184 | 8.79 | 5.15 | 4.4 |
| CL26 | 670 | <0.02 | <0.65 | n.g. | - | <0.01 | <0.65 | <0.01 | 0.40 | 0.268 | 12.84 | 5.55 | 4.2 |
| CL27 | 735 | <0.02 | <0.71 | n.g. | - | <0.01 | <0.71 | <0.01 | 0.35 | 0.257 | 12.32 | 5.25 | 3.9 |
| CL28 | 665 | <0.02 | <0.64 | n.g. | - | <0.01 | <0.64 | <0.01 | 0.68 | 0.452 | 21.66 | 5.60 | 5.5 |
| CL29 | 560 | <0.02 | <0.54 | n.g. | - | <0.01 | <0.54 | <0.01 | 0.41 | 0.230 | 11.00 | 5.20 | 4.1 |
| CL30 | 555 | <0.02 | <0.53 | n.g. | - | <0.01 | <0.53 | <0.01 | 0.29 | 0.161 | 7.71 | 5.30 | 3.3 |
| CL31 | 465 | <0.02 | <0.45 | n.g. | - | <0.01 | <0.45 | <0.01 | 0.46 | 0.214 | 10.24 | 5.20 | 4.4 |
| CL32 | 495 | <0.02 | <0.48 | n.g. | - | <0.01 | <0.48 | <0.01 | 0.33 | 0.163 | 7.82 | 5.25 | 3.7 |
| CL33 | 495 | <0.02 | <0.48 | n.g. | - | <0.01 | <0.48 | <0.01 | 0.90 | 0.446 | 21.34 | 5.25 | 3.8 |
| CL34 | 500 | <0.02 | <0.48 | n.g. | - | <0.01 | <0.48 | <0.01 | 0.52 | 0.260 | 12.45 | 5.15 | 4.6 |
| CL35 | 560 | <0.02 | <0.54 | n.g. | - | <0.01 | <0.54 | <0.01 | 1.84 | 1.030 | 49.35 | 5.15 | 3.9 |



RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA 225

Référence : 15.SE.RS. 36

Date : 09/12/2015

Page : 13/15

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

Aucune pollution n'a été détectée par les Zellweger mobiles (n° 3, 4 et 5) disposés en CL08, CL09 et CL 14.

Une pollution a été détectée sur le Zellweger n°1 (CP 3), la courbe est fournie en page suivante.

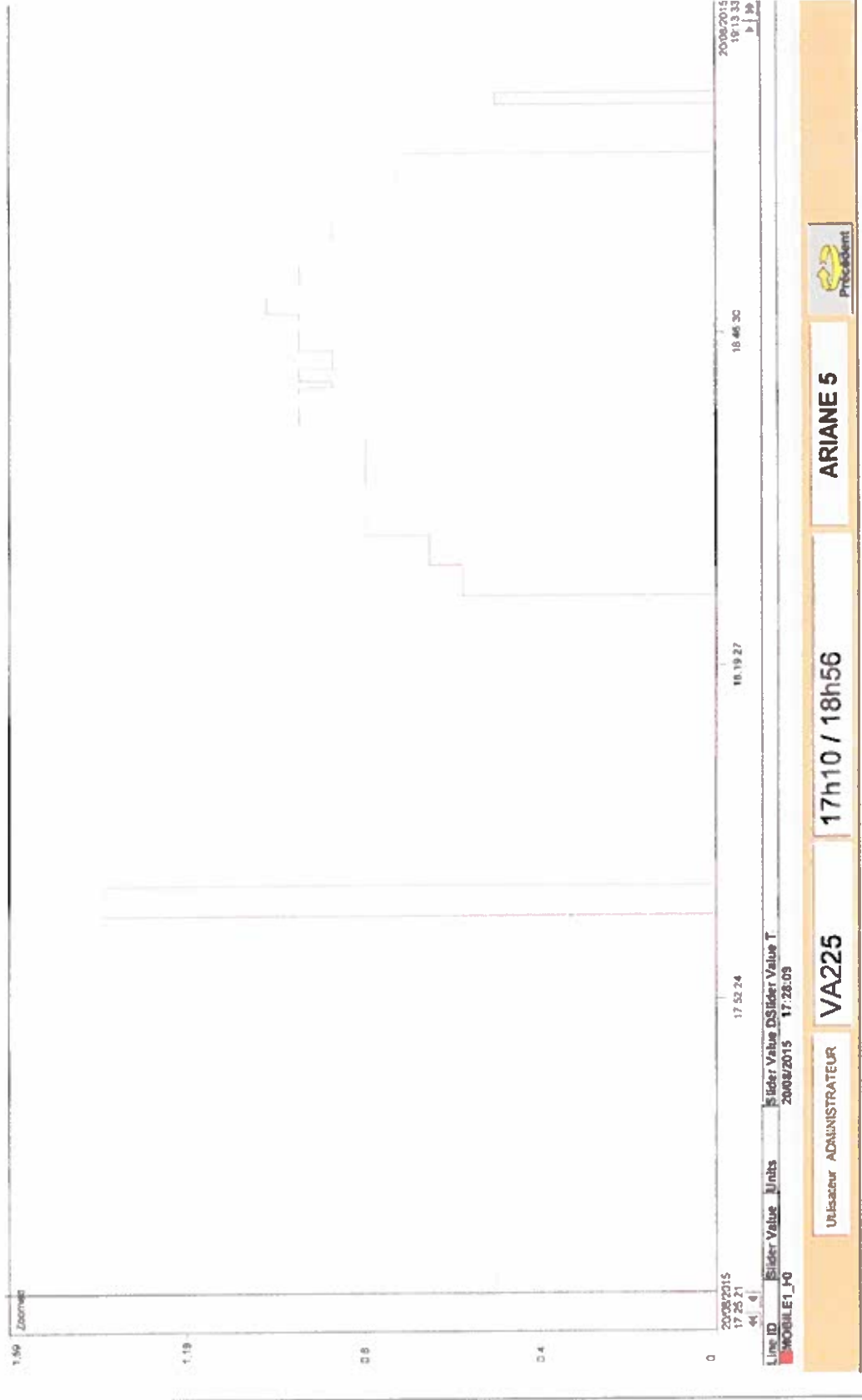


RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA 225

Référence : 15.SE.RS.36

Date : 09/12/2015

Page : 14/15



ARIANE 5

17h10 / 18h56

VA225

Utilisateur ADMINISTRATEUR

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 358 mg/m ³ | 80 ppm 90 mg/m ³ | 470 ppm 700 mg/m ³ | 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/m³ pendant 8h, 5 jours/semaine ce qui correspond à une dose par semaine de 1440000 mg.s/m³.