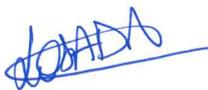
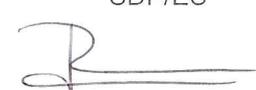
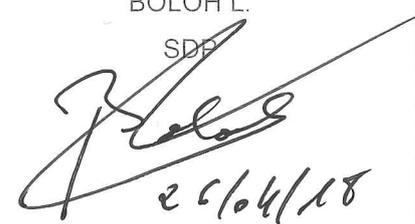


**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL
A235 DU 14 FEVRIER 2017 À 18H39**

	DATE ET SIGNATURE
PRÉPARÉ PAR	LOSADA C. SDP/ES  13/04/18
VÉRIFIÉ PAR	RICHARD S SDP/ES  16.04.18.
APPROUVÉ PAR	LEGRAND F. SDP/ES  17/04/18
APPLICATION AUTORISÉE PAR	BOLOH L. SDP  25/04/18

DIFFUSION	NB
ADEME	1
AE/DP/K	1
CG/COM	1
DEAL / S.P.P.P.I.	1
ESA/K	1
IRD	1
MAIRIE DE KOUROU	1
MAIRIE DE SINNAMARY	1
ONF	1
ORA GUYANE	1
SDP/ES	1
SDP/PI	1

Nombre total d'exemplaires : 12

Avant utilisation, vérifiez dans le serveur GED la validité de la version de ce document.

Afin de contribuer au respect de l'environnement, merci de n'imprimer ce document qu'en cas de nécessité



PAGE D'ANALYSE DOCUMENTAIRE

Classification (+ qualification pour Diffusion Limitée) : Non sensible

Rédacteur(s) : Célié LOSADA

Version applicable disponible sur : GED Poséidon CNES/CSG

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

MODIFICATIONS

VERSION	DATE	CHAPITRES MODIFIÉS / RAISON / NATURE DE L'ÉVOLUTION
01/00	11/04/2018	CREATION / LOSADA C.

DOCUMENTS DE REFERENCE

RÉFÉRENCE		TITRE DU DOCUMENT
DR1	CG/SDP/ES/N°16-228	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.
DR6	LOS-IC-RS-12611-CNES	Instruction relative à la mission de coordination des mesures de sûreté - coordination environnement et sauvegarde sol
DR7	CG/SDO/AM/2017/N°130	Compte-rendu Météo du Lancement A5 Vol 235 SKY Brasil – 1 / Telkom – 3S
DR8	CSG/SDO/AM/2017/N°169	Climatologie du mois de février 2017 – Station météorologique du CSG
DR9	Rapport ESQS 17.SE.RS.07	Résultats du plan de mesure environnement ARIANE VA235

DOCUMENTS APPLICABLES

RÉFÉRENCE		TITRE DU DOCUMENT
DA1	Arrêté N°1632/1D/1B/ENV	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	CSG-ID-S3X-495-SEER	Description et exploitation des plans de mesures Ariane 5 et des mesures environnement.

TERMES ET DEFINITIONS

TERME	DÉFINITION
Bacs à eau	Bacs de piégeage de surface exposée connue, contenant un volume d'eau distillée dont on connaît précisément les paramètres physico-chimiques.
Seuil des Effets Irréversibles (SEI)	Concentration maximale de polluants dans l'air pour un temps d'exposition donné 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).
Seuil des Effets Létaux (SEL)	Concentration maximale de polluant dans l'air pour un temps d'exposition donné (10 minutes) en dessous de laquelle chez la plupart des individus, on n'observe pas d'effets létaux (décès).
Valeur Limite d'Exposition (VLE)	Valeur maximale de concentration de substance toxique respirable pendant au plus 15 minutes dans l'atmosphère d'un lieu de travail sans risquer d'effets irréversibles pour la santé. Elle correspond à 5 ppm d'acide chlorhydrique.
Valeur Moyenne d'Exposition (VME)	Concentration maximale à laquelle une personne peut être exposée sur son lieu de travail 8 heures par jour et 5 jours par semaine sans risque pour sa santé ; il s'agit de la valeur limite à laquelle un individu peut être exposé à court terme. Elle correspond à 10 mg/m ³ .

SIGLES

SIGLE / ABRÉVIATION	DÉFINITION
Al ₂ O ₃	Alumine
Al ³⁺	Ion Aluminium
Al	Aluminium
ARTA	programme d'Accompagnement, de Recherche et de Technologie Ariane
AFNOR	Association Française de Normalisation
BCS	Bureau de Coordination Sauvegarde
BEAP	Banc d'Essai des Accélérateurs à Poudre
BLA	Base de Lancement Ariane
CI	Contrat Industriel
CL	Champ Lointain
Cl ⁻	Ion Chlorure
CMCK	Centre Médico-Chirurgical de Kourou
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales
CODEX	Collecte de Données Environnement eXtérieur du CSG (Réseau de)
CP	Champ Proche
CT	Centre Technique
CSG	Centre Spatial Guyanais
dB	Décibel
ELA	Ensemble de Lancement ARIANE
ESQS	Europe Spatiale Qualité Sécurité
FAG	Forces Armées de Guyane
GPS	Système de Positionnement Global
H ₂	Dihydrogène
HC	Hydrocarbures imbrûlés

SIGLE / ABRÉVIATION	DÉFINITION
HCl	Acide Chlorhydrique
ICPE	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INERIS	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
IRD	Institut de Recherche et de Développement
LD	Limite de Détection
MEST	Matières En Suspension Totales
MMH	Mono Méthyl Hydrazine
NaCl	Chlorure de Sodium
NaOH	Hydroxyde de Sodium / Soude
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
PRS	Pupitre Responsable Sauvegarde
RN1	Route Nationale 1
RS	Radiosondage
RSM	Responsable Sauvegarde Météo
SARRIM	« Stratified Atmosphere Release of Rockets Impact Model »
SEI	Seuil des Effets Irréversibles
SEL	Seuil des Effets Létaux

SIGLE / ABRÉVIATION	DÉFINITION
SPM	« Single Point Monitor »
UDMH	Unsymmetrical Di MethylHydrazine (Diméthyl hydrazine asymétrique)
UPG	Usine de Propergol Guyane
VLE	Valeur Limite d'Exposition
VME	Valeur Moyenne d'Exposition
VLI	Vitesse Limite d'Impact
VTR	Valeur Toxicologique de Référence
ZP	Zone de Préparation

SOMMAIRE

1. RESUME NON TECHNIQUE	10
2. OBJET - DOMAINE D'APPLICATION	11
2.1. CONTEXTE METEOROLOGIQUE DU VOL ARIANE 5 N°235	12
3. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL ARIANE 235	13
4. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES.....	14
5. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES	15
5.1. SARRIM, L'OUTIL DE MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DES POLLUANTS	15
5.2. SIMULATION SARRIM A PARTIR DE DONNEES PREVISIONNELLES	16
5.3. DONNEES BRUTES DU RADIOSONDAGE 4R140217.TXT	19
5.4. SIMULATION SARRIM A PARTIR DU RADIOSONDAGE 4R140217.TXT	19
5.5. CONCLUSION SUR LA SIMULATION SARRIM ISSUE DU RADIOSONDAGE 4R140217	23
5.6. COMPARAISON DES RESULTATS DES SIMULATIONS REALISEES A PARTIR DU RADIOSONDAGE CP ET DES DONNEES PREVISIONNELLES (CEP)	23
6. SUIVI DES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES EN CHAMPS PROCHE, MOYEN ET LOINTAIN	25
6.1. OBJECTIF DES MESURES	25
6.2. RESULTATS DES MESURES	26
6.2.1. ANALYSE DES RETOMBEES EN ALUMINIUM PARTICULAIRE SEDIMENTABLE	26
6.2.2. ANALYSE DES RETOMBEES CHIMIQUES D'ACIDE CHLORHYDRIQUE	27
6.3. CONCLUSIONS SUR LES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES.....	29
7. MESURE EN CONTINU DE LA POLLUTION GAZEUSE EN ACIDE CHLORHYDRIQUE	30
7.1. OBJECTIF DES MESURES	30
7.2. RESULTATS DES MESURES	31
8. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEMENT VA235.....	32
9. ANNEXE 1 : EVALUATION DE L'IMPACT SUR LES PERSONNES.....	33
10. ANNEXE 2 : RESULTATS D'ANALYSE DES BACS A EAU EN « CHAMP PROCHE » ET EN « CHAMP LOINTAIN »	34
10.1. RESULTATS D'ANALYSE DES BACS A EAU « CHAMP PROCHE » - INSTITUT PASTEUR	35
10.2. RESULTATS D'ANALYSE DES BACS A EAU « CHAMP LOINTAIN »	36
11. ANNEXE 3 - RAPPELS SUR LES LIMITES REGLEMENTAIRES DE TOXICITE DES PRINCIPAUX PRODUITS EMIS PAR LE LANCEUR ARIANE 5	38

LISTE DES TABLEAUX

Tableau 1 : Récapitulatif de l'implantation des capteurs de mesure.....	14
Tableau 2 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir des données prévisionnelles CEP (2C150217.txt).....	16
Tableau 3 : Données météorologiques issues du radiosondage 4R140217.txt pour les couches atmosphériques représentatives.....	19
Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage 4R140217.txt.....	20
Tableau 5 : Ensemble des paramètres de mesures dans les bacs à eau.....	25
Tableau 6 : Points de mesure présentant des concentrations maximales en champ proche et en champ lointain.....	26
Tableau 7 : Points de mesure présentant des concentrations maximales en champ proche et en champ lointain.....	27
Tableau 8 : Points de mesure présentant des valeurs maximales en champ proche et en champ lointain.....	27
Tableau 9 : Gammes de mesure des paramètres des analyseurs du système CODEX « fixe ».....	30
Tableau 10 : Seuils de détections des analyseurs du système CODEX « mobile ».....	31

LISTE DES FIGURES

Figure 1: Retombées en acide chlorhydrique selon la prévision météorologique.....	17
Figure 2 : Retombées en alumine selon la prévision météorologique.....	18
Figure 3 : Retombées en acide chlorhydrique selon le RS CP.....	21
Figure 4 : Retombées en alumine selon le RS CP.....	22

1. RESUME NON TECHNIQUE

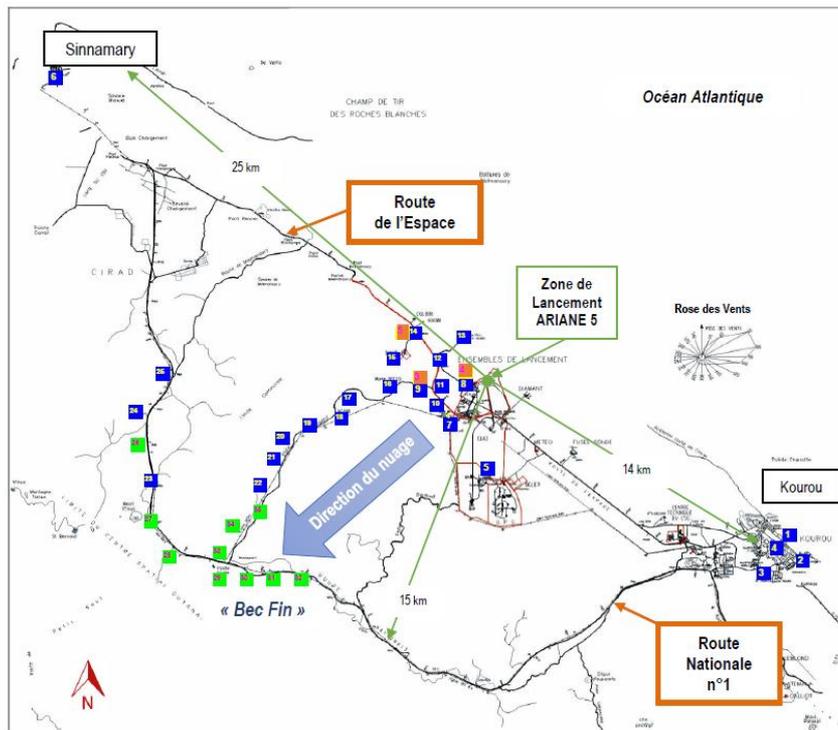


RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VOL ARIANE 5 VA235

Arrêté préfectoral N°1632 1D/1B/ENV du 24 juillet 2006 autorisant l'exploitation de l'Ensemble de Lancement Ariane (ELA) sur la commune de Kourou

Ma
14
Fév.
2017

Carte du CSG et répartition des capteurs d'analyse de l'air



Seuls les produits de combustion des Etages d'Accélération à Poudre (EAP) sont dispersés dans l'atmosphère



Acide chlorhydrique + Alumine
(HCl) (Al₂O₃)

EMPLACEMENT DES CAPTEURS	DETAILS DE L'INSTRUMENTATION	
10 sites en champ proche (Zone de Lancement)	10 bacs à eau	
	2 analyseurs mobiles	
35 sites en champ lointain (Kourou / Sinnamary / RN1 / CSG)	35 bacs à eau	
	1 analyseur mobile	
Réseau CODEX (Kourou / Sinnamary/ CSG)	24 analyseurs fixes	
PARAMETRES DE MESURE		
Bacs à eau	pH / Conductivité / Aluminium particulaire / Chlorure (Institut Pasteur)	
Analyseurs mobiles	Acide chlorhydrique en continu	
Analyseurs fixes	Acide chlorhydrique	



Ariane 5 version ECA
Le mardi 14 février 2017 à 18h39 (Heure locale).

Le vol 235 en bref :

2 Satellites de télécommunication
Telkom 3S et SKY Brasil-1



CONCLUSIONS SUR LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VA 235

Teneurs maximales en acide chlorhydrique et en alumine mesurées jusqu'à 1100 mètres en zone de lancement
Hors du CSG, les teneurs en acide chlorhydrique et en alumine émises par l'environnement naturel et l'activité humaine sont similaires. L'impact des lancements n'est pas décelable.

Impact sur les personnes non décelé
Impact sur l'environnement non décelé

Rapport détaillé disponible sur

<http://www.cnes-csg.fr>

Une question ?

environnement-csg@cnes.fr

2. 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 de télécommunication Telkom 3S et SKY Brasil-1.

Le **vol Ariane 235** a eu lieu le **14 février 2017 à 18 heures 39 minutes** en heure locale, soit à 21 heures 39 minutes, en temps universel (TU).

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.

L'arrêté N°1632 1D/1B/ENV du 24 juillet 2006 autorisant la société Arianespace à exploiter l'Ensemble de Lancement Ariane (ELA) sur la commune de Kourou **[DA1]** précise les mesures à effectuer dans le cadre de la surveillance des effets sur l'environnement des lancements.

« A l'occasion de chaque tir du lanceur Ariane 5, exploité sur l'ELA, l'exploitant doit en outre assurer une surveillance de la qualité de l'air et des retombées de poussières, dans les atmosphères des agglomérations de Kourou et de Sinnamary ainsi que sur le site de la base spatiale » (Article 8.2.5).

« Le nombre de points de mesure et les conditions dans lesquelles les appareils de mesures doivent être installés et exploités sont soumis à l'approbation de l'inspection des installations classées » (Article 8.2.5.1).

« Les contrôles de la qualité de l'air portent à minima sur les paramètres suivants :

- acide chlorhydrique
- alumine
- peroxyde d'azote
- produits hydrazinés » (Article 8.2.5.2)

Le Service Environnement et Sauvegarde sol du CNES/CSG coordonne les mesures de sûreté et de sauvegarde des personnes, des biens et de l'environnement. Il est responsable des mesures relatives au suivi de l'impact environnemental global des activités industrielles du CSG **[DR6]**.

Afin de satisfaire aux obligations de l'**arrêté N°1632 1D/1B/ENV**, le CNES/CSG réalise une modélisation *majorante* des retombées du nuage de combustion selon les conditions météorologiques du moment (**5.4.Simulation SARRIM à partir du radiosondage 4R140217.txt**) et déploie, selon l'orientation du nuage de combustion, un **plan de mesures environnement** visant à effectuer des mesures de suivi des retombées des lancements, ainsi que des mesures de toxicité le long de la Route de l'Espace et, en situation exceptionnelle sur la Route Nationale n°1 (**Annexe 1**). Il est à retenir que les **produits hydrazinés, le peroxyde d'azote et le dioxyde d'azote** ne sont décelables qu'en cas d'**accident lanceur** (situation dégradée).

2.1. Contexte météorologique du vol Ariane 5 n°235

Le présent document a également pour objet d'interpréter les effets de la météorologie locale observée au J0, sur les résultats du plan de mesures environnement.

Rappelons que les activités industrielles à risque menées au sein du CSG, telle que le tir d'un lanceur de type Ariane 5, sont autorisées sur la base de Critères Météorologiques dits de « Sauvegarde » (CMS).

Tout au long de la journée du 14 février, les imageries radar autour de la base spatiale décrivent des conditions météorologiques particulièrement **favorables**. Pour cette première mission Ariane 5 de l'année 2017, le vol 235 s'élance alors sous un ciel clément malgré la présence massive de nuages. **[DR7]**.

Aucune précipitation ne fut enregistrée sur la zone d'intérêt durant le temps d'exposition **[DR9]**.

Le 14 février 2017, le pic en rafale ou la vitesse maximale enregistrée pour le vent était de 31,3 km/h soit 8,7 m/s, dans une direction moyenne de 80 degré, à 12h55 en heure locale **[DR8]**.

Ce contexte atmosphérique étant favorable à la réalisation de l'opération de lancement, les résultats du PME n'ont donc pas été perturbés par la météorologie locale.

3. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL ARIANE 235

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 le plan de mesures Ariane 5 Vol VA235 **[DR1]** sont les suivants :

- Mesurer, en temps réel et en différents lieux (villes de Kourou et de Sinnamary ainsi que le Centre Technique du CSG), les concentrations atmosphériques en acide chlorhydrique, par l'intermédiaire d'analyseurs de type SPM (Honeywell) ; ces derniers constituant le réseau CODEX.

Pour mémoire, le réseau CODEX permet également de suivre les concentrations atmosphériques en dioxyde d'azote et en produits hydrazinés en cas de fonctionnement dégradé du lanceur.

- Mesurer les concentrations en champs proche, moyen et lointain, des retombées chimiques particulières en alumine et en acide chlorhydrique ainsi que les retombées chimiques gazeuses en acide 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, du suivi de la qualité des eaux et l'activation du réseau CODEX (SPM 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).

4. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES

La localisation des points de mesures et leur distance par rapport à la ZL3 sont présentées au paragraphe 3 du document [DR9].

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

EMPLACEMENT		DISTANCE ZL3 (m)	SPM HONEYWELL
A I R	CPX	10 sites en champ proche (CP) 35 sites en champ lointain (CL)	Confer le <i>paragraphe 3</i> de l' <i>Annexe 2</i>
	CLX		
DETAILS DE L'INSTRUMENTATION			
<u>Champ Proche</u>		<u>Champ Lointain</u>	
10 bacs à eau		35 bacs à eau	
2 Single Point Monitor HONEYWELL		1 Single Point Monitor HONEYWELL	

On distingue au sein du réseau de capteurs, le réseau de capteurs dits « fixes » qui constituent le système de Collecte des Données Environnement eXtérieures du CSG (CODEX), du réseau de capteurs dits « mobiles » correspondant aux bacs à eau et à un ensemble de 4 capteurs disposés sur site selon les résultats des simulations SARRIM issues des données météorologiques prévisionnelles.

Rappelons que le positionnement de ces instruments, hormis l'orientation pressentie par la modélisation issue du logiciel SARRIM, dépend également de l'accessibilité aux différentes zones. Seront ainsi privilégiées les zones dites « ouvertes » accessible par voie routière (Route Nationale n°1, Route de l'espace, Piste Agami etc.).

Au total, cette partie du plan de mesures environnement pour le lancement Ariane 5 n°235 représente cinquante capteurs, répartis selon les équipements suivants :

- 45 bacs à eau (chaque bac reposant à 1,5 m de hauteur sur un trépied),
 - 3 SPM-Honeywell mobiles (HCl en continu),
 - 8 SPM-Honeywell fixes, chacun comprenant :
 - 1 SPM pour HCl
 - 1 SPM pour les produits hydrazinés
 - 1 SPM pour le N₂O₄ / NO₂.
- } Soit **24 analyseurs fixes**

Les capteurs du plan de mesures environnement ont été mis en place le jour du lancement (14/02/17) entre 07h44 et 11h05. Ils ont été récupérés le lendemain (15/02/17) entre 08h00 et 11h45 après un temps d'exposition d'environ 26h. Les échantillons ont été remis pour analyse à l'Institut Pasteur le 16/02/17 au matin.

5. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

La localisation du nuage de combustion d'un décollage d'Ariane 5 peut varier à chaque évènement. 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 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,
- 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 au *paragraphe 4.5* 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.

5.1. SARRIM, l'outil de modélisation de la dispersion atmosphérique des polluants

Le CNES a développé le code de calcul nommé « Stratified Atmosphere Release of Rockets Impact Model » (SARRIM) avec la société ARIA Technologies (spécialiste de la dispersion atmosphérique de polluants). Ce logiciel permet de modéliser les retombées gazeuses et particulaires au sol liées à la combustion de propergol solide ou encore d'une explosion d'un lanceur (Ariane 5 et Vega).

Avec plus de 20 ans de retour d'expérience sur l'utilisation de ce modèle pour des lancements Ariane 5, il a été mis en évidence que **SARRIM** :

- surestime très largement les concentrations en produit de combustion (par comparaison avec les données mesurées sur le terrain par les capteurs environnementaux). En effet, l'analyse comparative des résultats obtenus par la simulation SARRIM post ARTA 5 et des concentrations mesurées dans les bacs à eau, révèle un rapport approximatif de 400. La réflexion sur la surestimation de SARRIM se poursuit pour affiner le rapport entre ces deux systèmes de mesure.
- est très fiable dans l'estimation de la direction réellement prise par le nuage de combustion.

Par conséquent, les simulations qui seront réalisées par la suite ont pour unique objectif de visualiser la direction prise par le nuage combustion.

On précise enfin que la qualité des images modélisées et des informations dites « visibles » varie de façon aléatoire.

5.2. 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 ci-après. Celui-ci présente successivement la hauteur de stabilisation du nuage issu de la combustion des EAP et, pour les basses couches atmosphériques comprises entre 0 m et la hauteur de stabilisation, la direction moyenne prise par le nuage.

Tableau 2 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir des données prévisionnelles CEP (2C150217.txt).

HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	1084
BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)	
DIRECTION MOYENNE DES VENTS (°)	48
⇒ LES VENTS SONT ORIENTES VERS	BEC FIN

La simulation démontre que le nuage de combustion, sous les conditions météorologiques données, prendra une direction de 48°, vers l'intersection Bec Fin sur la Route Nationale n°1. Il se stabilisera autour de 1084 mètres d'altitude.

Les capteurs ont donc été installés selon l'option de pose « A » - piste AGAMI.

Les **Figures 1** et **2** présentent ci – après la prévision des retombées du nuage de combustion au sol au H0.

Figure 1: Retombées en acide chlorhydrique selon la prévision météorologique

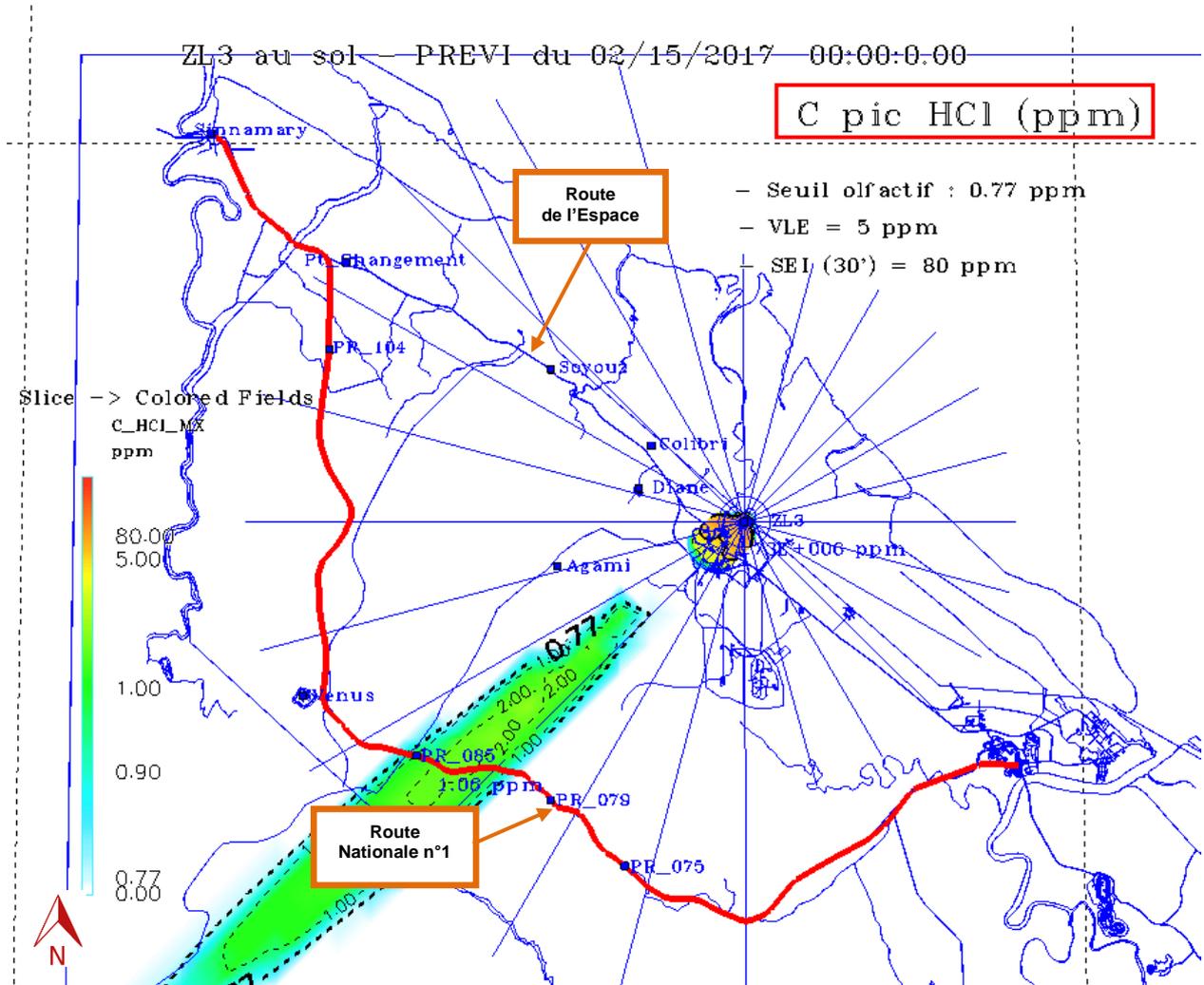
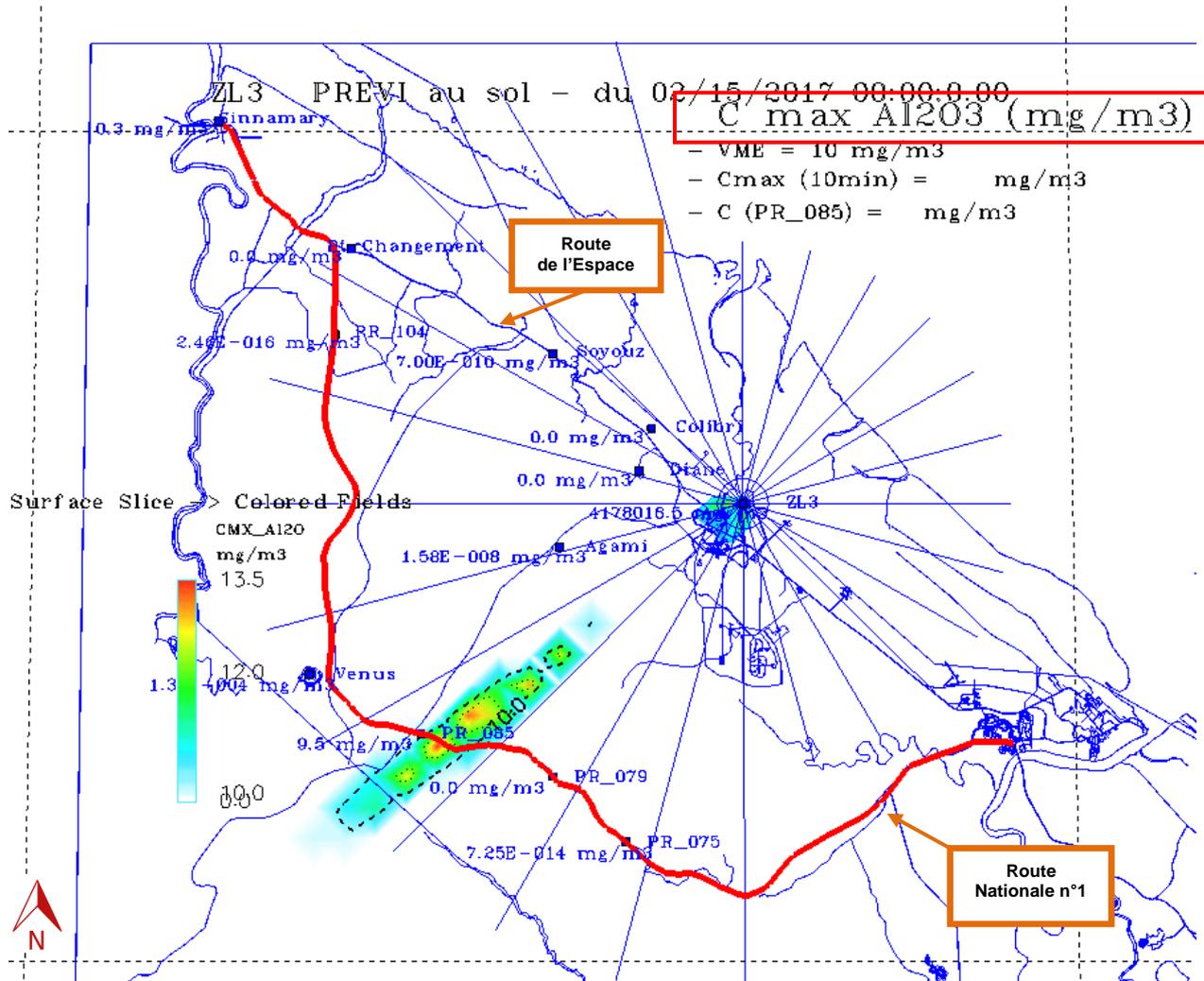


Figure 2 : Retombées en alumine selon la prévision météorologique



Les résultats des simulations SARRIM au moyen des données prévisionnelles annoncent les valeurs maximales de concentrations en acide chlorhydrique et en alumine.

On note que les valeurs maximales sont relevées en champ proche soit à l'intérieur de l'emprise de la base spatiale. Au-delà, les valeurs recueillies sont inférieures aux seuils réglementaires.

Le pic de concentration en acide chlorhydrique (HCl) s'élève à 2,8 ppm soit une valeur inférieure au seuil réglementaire d'exposition ($< VLE = 5 \text{ ppm}$) tandis que le pic de concentration en alumine (Al_2O_3) s'élève à $14,0 \text{ mg/m}^3$ soit une valeur légèrement supérieure au seuil réglementaire d'exposition ($> VME = 10 \text{ mg/m}^3$).

Pour mémoire, les définitions des termes VLE, VME et SEI sont disponibles en page 4 du présent document (**TERMES ET DEFINITIONS**).

5.3. Données brutes du radiosondage 4R140217.txt

Le jour du lancement VA235, à H0 + 21 minutes, un radiosondage spécifique a été effectué (référence 4R140217.txt du 14/02/17) ; on parle d'un radiosondage en chronologie positive (RS CP). Ce dernier donne des informations sur trois cent vingt-cinq couches distinctes tous les cent mètres.

Tableau 3 : Données météorologiques issues du radiosondage 4R140217.txt pour les couches atmosphériques représentatives.

ALTITUDE (mètres)	PRESSION (mb)	VITESSE DU VENT (m/s)	VENT EN PROVENANCE (°)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITE (%)
12	1010	3	60	26,60	81,00
100	1000	5,3	55	26,00	75,80
500	955,5	6,9	60	22,40	84,90
1000	902	4,9	42	18,90	83,80
1500	850,9	2,1	86	17,30	83,80
2000	802,4	5,6	118	14,00	97,80
2500	756,2	12,4	124	12,20	98,80
3000	712,5	4,4	150	11,20	66,30
3500	671	3,5	90	10,90	12,60
4000	631,6	2,5	94	6,90	32,60

5.4. Simulation SARRIM à partir du radiosondage 4R140217.txt

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

- Les caractéristiques du lancement (480 tonnes de propergol solide),
- Les caractéristiques du propergol (chaleur spécifique, etc.),
- La position géographique de la zone de lancement n°3 (latitude, longitude),
- Les données météorologiques recueillies à l'aide d'un radiosondage,
- La quantité d'eau émise lors du déluge (500 m³),
- etc.

Au moyen des données météorologiques du dernier radiosondage (RS CP), la modélisation SARRIM détermine la hauteur à laquelle le nuage de combustion se stabilise ainsi que la direction et la vitesse qu'il prend dans les basses couches de l'atmosphère.

Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage 4R140217.txt

HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	1288
BASSES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant du sol jusqu'à la hauteur de stabilisation)	
- DIRECTION MOYENNE DES VENTS (°)	52
⇒ LES VENTS SONT ORIENTES VERS	BEC FIN

La météorologie locale étant clémente pour ce lancement VA235, l'option de pose « A » retenue au matin du J0 au moyen des données prévisionnelles est compatible avec la direction réellement prise par le nuage au H0 (RS CP 4R140217), c'est-à-dire vers Bec Fin.

Dans ces conditions, les bacs à eau du plan de mesures environnement ont tous été exposés aux retombées chimiques et particulaires du nuage de combustion.

Les Figures 3 et 4 présentent la prévision des retombées du nuage de combustion en acide chlorhydrique et en alumine au sol au H0 en **champ lointain.**

Figure 3 : Retombées en acide chlorhydrique selon le RS CP

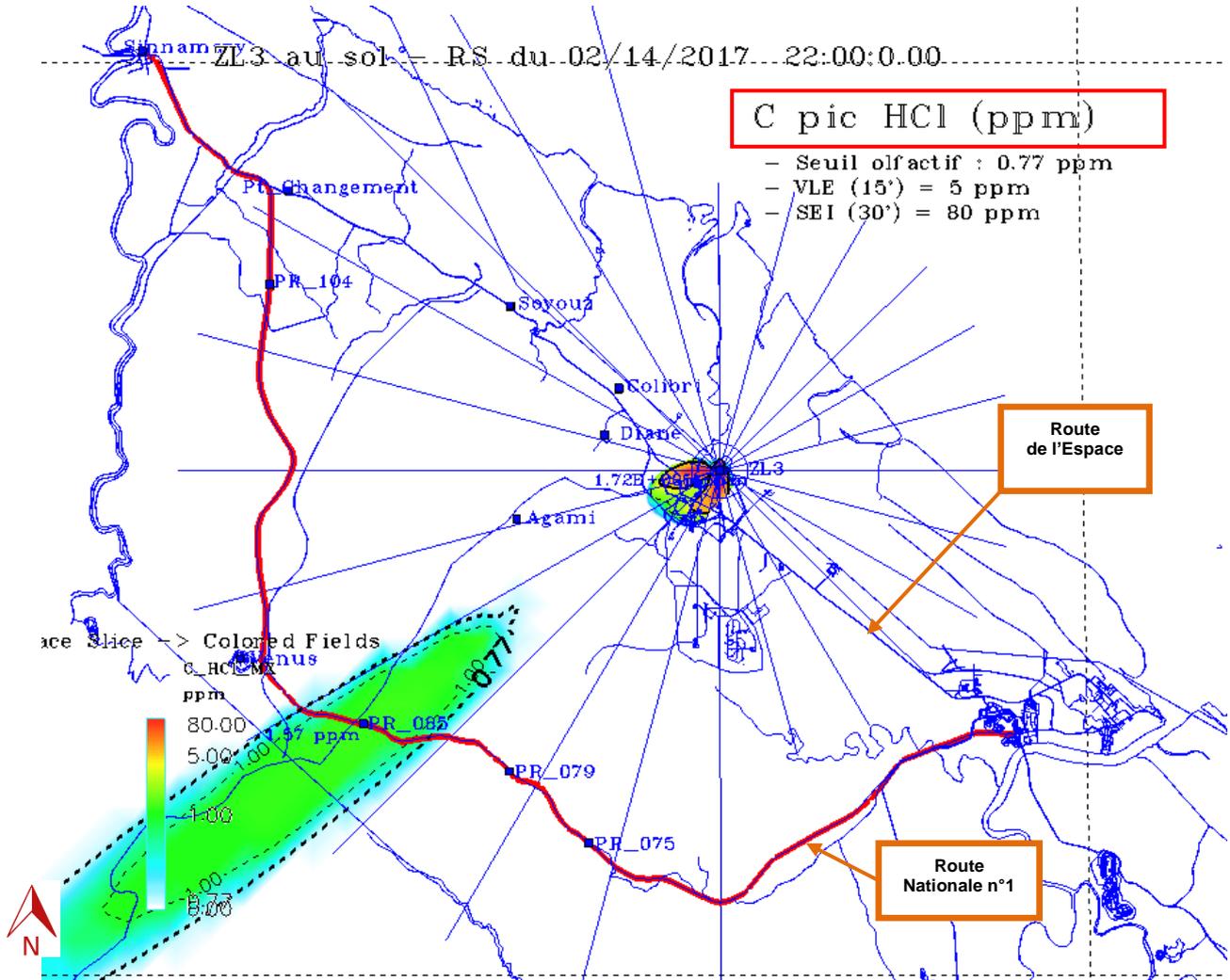
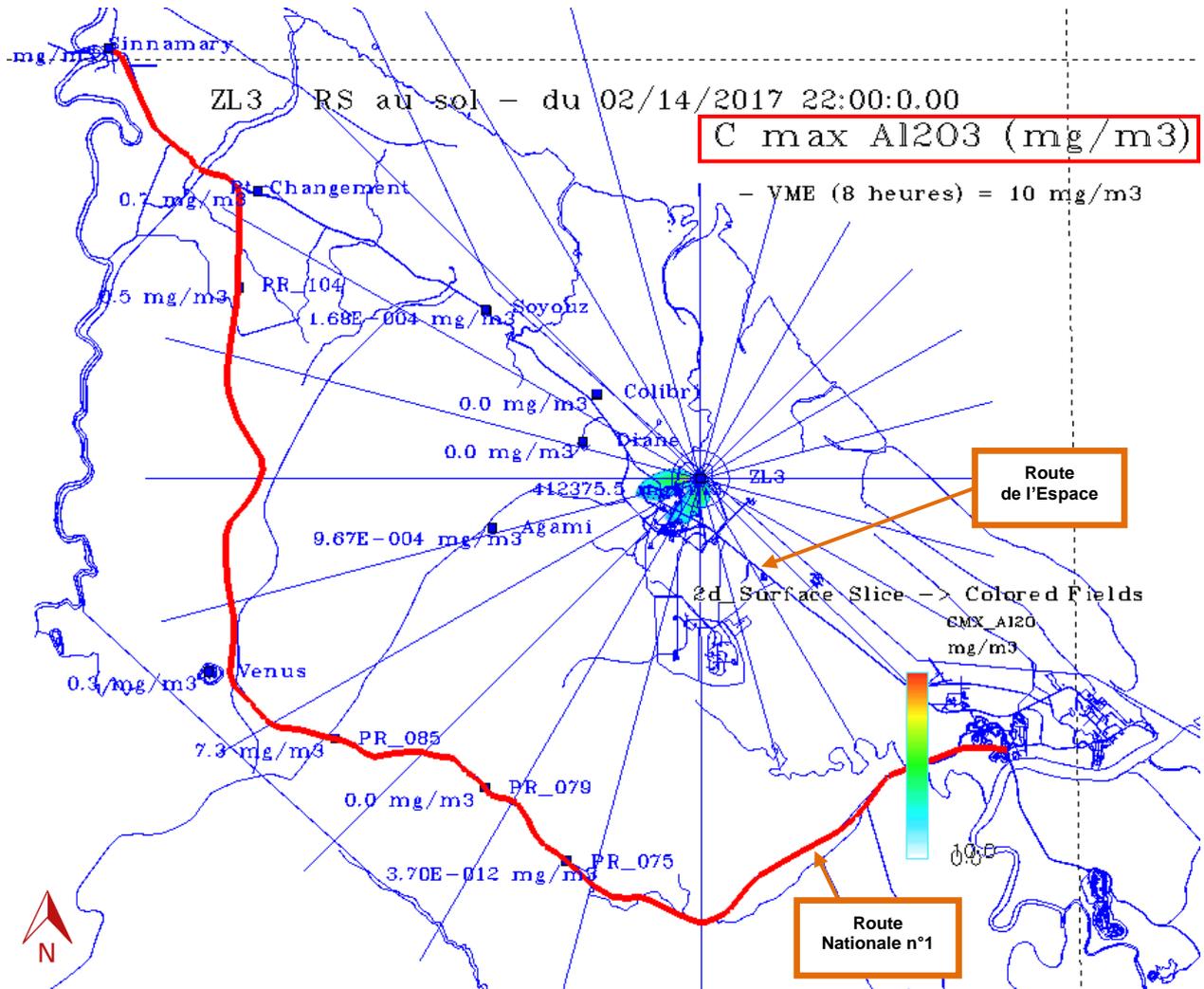


Figure 4 : Retombées en alumine selon le RS CP



5.5. Conclusion sur la simulation SARRIM issue du radiosondage 4R140217

A partir des données météorologiques du radiosondage spécifique (RS CP), l'outil de modélisation SARRIM génère des simulations permettant d'apprécier l'impact réel des retombées du nuage de combustion.

Les résultats obtenus ont permis de confirmer qu'aucune perturbation atmosphérique n'est venue modifier l'orientation du nuage telle qu'elle avait été envisagée via la prévision numérique. L'ensemble des capteurs constituant le plan de mesures environnement a donc été exposé à l'intégralité des retombées.

En champ lointain, les concentrations maximales en acide chlorhydrique et alumine sont respectivement de 1,6 ppm (inférieure à la VLE mais supérieure au seuil olfactif de 0,77 ppm) et 8,2 mg/m³ (supérieure à la VME).

On observe que ces valeurs sont atteintes au niveau des espaces naturels de la base spatiale, sans occupation humaine, mais également au niveau de la RN1.

Bien que les valeurs modélisées pour l'acide chlorhydrique et l'alumine soient respectivement supérieures au seuil olfactif et au seuil réglementaire d'exposition (VME), on retiendra néanmoins que les modélisations du logiciel SARRIM étant majorantes, ces valeurs sont donc à pondérer.

Par ailleurs, les mesures de toxicité réalisées par les agents de la BSPP ont permis d'écarter le risque de pollution au-delà des limites du Centre Spatial Guyanais (Chapitre 9. ANNEXE 1 : Evaluation de l'impact sur les personnes).

5.6. Comparaison des résultats des simulations réalisées à partir du radiosondage CP et des données prévisionnelles (CEP)

Le choix de l'emplacement des capteurs en champ lointain, c'est-à-dire le choix de l'option de pose, a été effectué au J0 au moyen de la modélisation SARRIM issues des données de la prévision météorologique du H0 (2C150217) (**5.2 Simulation SARRIM à partir de données prévisionnelles**).

Pour rappel, les capteurs ont été implantés suivant la situation « A » - Piste AGAMI [DR9].

Afin de s'assurer de la bonne implantation des capteurs pour ce plan de mesures, on réalise une analyse comparative des données simulées. Nous considérons que les résultats du RS CP constituent notre référence puisqu'ils correspondent à la réalité météorologique au moment de l'évènement.

Ainsi, ces derniers prévoient :

	PREVISION METEOROLOGIQUE 2C150217.TXT DU 15/02/2017 À 00H00 TU	RADIOSONDAGE CP 4R140217.TXT DU 14/02/2017 À 22H00TU
HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	1084	1288
BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)		
- Direction moyenne des vents (°)	48	52
- Concentration maximale en acide chlorhydrique en champ lointain (ppm)	2,8	1,6
- Concentration maximale en alumine particulaire en champ lointain (mg/m ³)	14	8,2

La comparaison des résultats de la simulation issue des données prévisionnelles CEP (**PREVI**) et celle de la simulation réalisée à partir du radiosondage H0 + 21 min (**4R140217.txt**), met en évidence :

- que la direction prise par le nuage diffère de 7,7 % de celle simulée avec la prévision numérique
- que les résultats pour l'acide chlorhydrique au moyen des données CEP étaient surestimés par rapport à ceux du radiosondage réalisé à H0 + 21 min (écart de 175 %),
- un écart important pour l'alumine, pour lequel les résultats avaient été surestimés (environ 170 %).

L'outil de modélisation SARRIM surestime généralement les valeurs de concentrations qui sont émises par le nuage de combustion, nous pouvons tout de même observer que compte tenu de la direction finale du nuage de combustion, l'implantation des capteurs a pu être envisagée dans les meilleures conditions.

L'absence d'évolution climatique dans les basses couches atmosphériques a permis de conserver des conditions optimales de mise en place des capteurs environnement.

On retiendra que le plan de mesures environnement VA235 a été déployé de façon optimale.

Les mesures modélisées restent conformes aux prescriptions de l'arrêté préfectoral, puisqu'elles sont inférieures aux seuils réglementaires d'exposition (VLE / VME).

En outre, le dispositif a permis de démontrer l'absence de pollution à l'extérieur du périmètre du Centre Spatial Guyanais.

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

6.1. Objectif des mesures

Les mesures des retombées chimiques gazeuses et particulaires ont pour objectif d'évaluer les retombées issues de la combustion des EAP au décollage du lanceur Ariane 5 (VA235).

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

Les pièges à eau récupérés, sont conditionnés puis adressés à un laboratoire pour la détermination des paramètres suivants :

Tableau 5 : Ensemble des paramètres de mesures dans les bacs à eau

Paramètres mesurés	Unités
pH	unité pH
Conductivité	μS/cm
Concentration en ion chlorure	mg/m ²
Concentration en aluminium (particulaire, dissous et totale)	mg/m ²

Un rappel sur les limites réglementaires de toxicité des principaux produits émis par ce brûlage est fait à l'Annexe 3 du présent document.

6.2. Résultats des mesures

Durant les 26 heures d'exposition, aucune hauteur pluviométrique n'a été mesurée au CSG. De fait, aucun bac n'a débordé et les analyses ont pu être réalisées dans les meilleures conditions. L'ensemble des résultats bruts est synthétisé sous forme de tableau à l'Annexe 2.

6.2.1. Analyse des retombées en aluminium particulaire sédimentable

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

	ALUMINIUM PARTICULAIRE		
	Concentration Maximale (mg/m ²)	Point de mesure	Distance de la ZL3 (m)
Champ proche	342,82	CP03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 48 et 49	277
Champ lointain	5,1	CL16 : Piste AGAMI - PK 1,5 après portail Agami (entrée morne Bocco)	4 425

Remarques :

- Les concentrations en **aluminium particulaire** les plus importantes ont été quantifiées sur le chemin de ronde de la zone de lancement n°3, à savoir jusqu'à une distance d'environ 1100 mètres. Au-delà, les concentrations sont jugées faibles puisqu'elles sont inférieures à 72 mg/m².
- Pour le champ lointain, les concentrations sont très faibles voire non quantifiables. On relève une valeur de 5,10 mg/m² à une distance de 4 500 mètres environ (CL16), sur la piste Agami. Compte tenu de la direction prise par le nuage de combustion, cette valeur est assimilée au soulèvement de poussières latéritiques au passage des engins des FAG sur la piste Agami, elle n'est donc pas imputable à la mission VA235.

6.2.2. Analyse des retombées chimiques d'acide chlorhydrique

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

	IONS CHLORURES (MESURE POUR ACIDE CHLORHYDRIQUE)		
	<i>Concentration Maximale (mg/m²)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	7721,5	CP03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 48 et 49	277
Champ lointain	32,3	CL35 : Piste Agami - PK13 après portail	12 835

Tableau 8 : Points de mesure présentant des valeurs maximales en champ proche et en champ lointain

	PH		
	<i>Acidité maximale (unité pH)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	2,05	CP03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 48 et 49	277
Champ lointain	5,3	CL 29 : Embranchement Piste Agami - RN1 situé à PK 15,8 après portail	15 527
	CONDUCTIVITE		
	<i>Maximum (µS/cm)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	4080	CP03 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 48 et 49	277
Champ lointain	11	CL18 : Site Agami	7 464

Remarques :

- En **champ proche**, les **teneurs en chlorures** supérieures à 1000 mg/m² ont été quantifiées jusqu'à une distance de 1100 mètres (points CP03 à CP07), c'est-à-dire sur le chemin de ronde de la zone de lancement n°3 dédiée au lanceur Ariane 5. Le maximum de concentration s'élève à 7221,5 mg/m² au point CP03. Au-delà de cette distance, les concentrations diminuent lorsque l'on s'éloigne de l'axe des carneaux.

Concernant les **teneurs en aluminium particulaire**, celles-ci n'excèdent pas 342,8 mg/m². En effet, on relève ce maximum de concentration au point CP03 soit jusqu'à une distance de 280 mètres environ. Au-delà de cette distance, les valeurs sont faibles à non quantifiables.

- En **champ lointain**, les **teneurs en chlorures et en aluminium particulaire** induites par le lancement VA235 sont faibles voire non quantifiables.

On observe que la plus forte concentration en **chlorures** (32,3 mg/m²) a été mesurée au niveau du point CL35 situé au PK 13 de la Piste Agami soit à une distance de 13 000 mètres de la zone de lancement n°3. Cette valeur, de par sa localisation, est compatible avec la direction prise par le nuage de combustion. En outre, les valeurs de pH et de conductivité en ce point corroborent la mesure en ion chlorure dans le bac à eau. Cette teneur en chlorure demeure faible et négligeable.

Pour l'**aluminium particulaire**, la valeur la plus importante s'élève à 5,10 mg/m². Cette valeur est mesurée au point CL16 (PK 1,5 sur la piste Agami) soit à une distance de 4425 m de la ZL3 ; compte tenu de sa localisation, cette valeur n'est pas imputable aux retombées particulières du nuage de combustion de VA235. Au-delà de cette distance, les valeurs en aluminium particulaire sont très faibles voir non quantifiables ; on relève une teneur moyenne de 0.96 mg/m² entre les points CL17 et CL35.

- Compte tenu du positionnement géographique des bacs à eau, de la direction des vents et de leur vitesse au H0, nous pouvons en déduire que les mesures sont représentatives du passage du nuage de combustion. Malgré la mise en évidence de quelques valeurs significatives, mais bien inférieures à 100 mg/m² pour les ions chlorures et inférieures à 3 mg/m² pour l'aluminium particulaire, nous pouvons attester de l'**absence de pollution en champ lointain**.

Ces mesures viennent confirmer l'interprétation des résultats simulés par SARRIM (**5.5 Conclusion sur la simulation SARRIM issue du radiosondage 4R140217**).

6.3. Conclusions sur les retombées chimiques gazeuses et particulaires

Les mesures mettent en évidence qu'une forte proportion d'acide chlorhydrique et d'aluminium particulaire retombe sur le chemin de ronde de la zone de lancement Ariane 5 (ZL3) soit jusqu'à une distance d'environ 1 100 mètres.

En champ lointain, des concentrations notables, bien que celles-ci restent faibles à négligeables, ont été détectées sur la piste Agami. Ces valeurs attestent, pour certaines (CL23, CL31, CL35), du passage du nuage de combustion selon les conditions météorologiques au moment du lancement. A d'autres points, tels que CL16, CL17, les teneurs mesurées sont assimilées à un phénomène de soulèvement de poussières latéritiques lors du passage des engins des FAG.

La méthodologie suivie pour le plan de mesure environnement suit une chronologie bien précise telle que :

DIRECTION PRISE PAR LE NUAGE DE COMBUSTION					
J0 VA235 / H0 + 02 h 20		J0 VA235 / H0 + 21 min		J0 / Mesures des bacs à eau	
Modélisation à partir des données CEP (PREVI)		Modélisation à partir du radiosondage en Chronologie Positive (RS CP : H0 + 21)		Option de pose A « AGAMI » selon la modélisation de la PREVI	
48° soit vers Bec Fin soit une direction Sud – Sud-Ouest		52° soit vers Bec Fin soit une direction Sud – Sud-Ouest		Entre 45 et 60° soit un « éventail » compris entre le Sud et le Sud-Ouest	
HCl	2,8 ppm	HCl	1,6 ppm	HCl	32,3 mg/m ²
Al ₂ O ₃	14 mg/m ³	Al ₂ O ₃	8,2 mg/m ³	Al ₂ O ₃	5,10 mg/m ²

En dehors de ces sites, les concentrations mesurées restent faibles à négligeables.

Les résultats obtenus par la simulation SARRIM au moyen des données prévisionnelles CEP et celles réalisées au moyen du radiosondage sont cohérents entre eux et démontrent une stabilité météorologique en fin de journée du 14 février 2017. Au regard de la simulation SARRIM du RS CP, la mise en place des capteurs du PME a été réalisée de façon optimale.

Ces conclusions confirment également l'absence d'impact significatif sur l'environnement du lancement VA235.

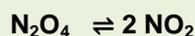
7. MESURE EN CONTINU DE LA POLLUTION GAZEUSE EN ACIDE CHLORHYDRIQUE

7.1. Objectif des mesures

Ces mesures ont pour objectif de suivre en temps réel les concentrations en acide chlorhydrique. Pour mémoire, on distingue au sein du système de Collecte des Données Environnement eXtérieures du CSG (CODEX), le réseau de capteurs dits « fixes » du réseau de capteurs dits « mobiles » correspondant notamment à un ensemble de 3 capteurs disposés sur site selon les résultats des simulations SARRIM issues des données météorologiques prévisionnelles.

A noter que les appareils du réseau de capteurs dits « fixes » permettent aussi la quantification des teneurs en **produits hydrazinés** ainsi que les teneurs en **peroxyde et dioxyde d'azote** (N_2O_4 / NO_2) pour les lancements Ariane 5, Vega et Soyouz **en cas d'accident du lanceur** en vol.

En effet, sous les conditions normales de température et de pression, et en vertu de l'équilibre entre peroxyde d'azote N_2O_4 et dioxyde d'azote NO_2 , les deux espèces sont toujours présentes simultanément tel que :



Les détecteurs de type SPM (Single Point Monitor de type « Honeywell ») du réseau de capteurs dits « fixes » sont implantés sur les lieux 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 gammes de mesure des analyseurs du système CODEX « fixe » sont les suivantes :

Tableau 9 : Gammes de mesure des paramètres des analyseurs du système CODEX « fixe »

Nom	Produits	Gamme de mesure	Seuil olfactif
N_2H_4	Produits hydrazinés	1 à 6 ppm	1,7 ppm
N_2O_4	Peroxyde d'azote	1 à 45 ppm	0,2 ppm
HCl	Acide chlorhydrique	2 à 15 ppm	0,77 ppm

En ce qui concerne le système CODEX « mobile », 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.

Les seuils de détections des analyseurs du système CODEX « mobile » sont les suivantes :

Tableau 10 : Seuils de détections des analyseurs du système CODEX « mobile »

Nom	Produits	Seuil de détection en Champ Proche	Seuil de détection en Champ Lointain
HCl	Acide chlorhydrique	2 à 15 ppm	28 à 1200 ppb

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).

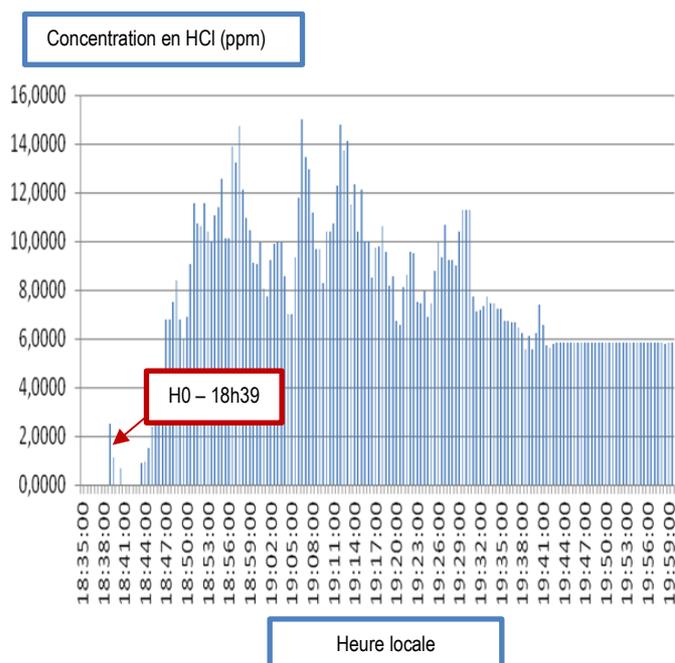
7.2. Résultats des mesures

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.



SPM Honeywell en cours de mise en place

(à gauche : SPM dans son boîtier de protection – à droite : SPM sans protection)



Le SPM mobile placé en champ proche (CP03) a mesuré une « pollution » en acide chlorhydrique à partir du décollage d'Ariane 5 n°235 et ce pendant une heure. Le graphique ci-dessus démontre qu'une saturation de la sonde pendant la mesure a engendré un blocage de l'analyseur. Celui-ci annonce une concentration de 6 ppm en acide chlorhydrique au-delà de 19h39 (Heure locale).

Les mesures menées sur le terrain par la BSPP quelques heures après le lancement ont permis d'**écarter le risque toxique sur les hommes** au niveau de la zone de lancement n°3 (Annexe 1).

8. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEMENT VA235

Pour cette mission Ariane 5 vol 235, effectuée le 14 février 2017, l'opérateur Arianespace assure la mise à poste de 2 satellites de télécommunication en orbite géostationnaire. Il concrétise ainsi la réussite du 2^{ème} vol de l'année 2017.

La surveillance de la qualité de l'air a mis en évidence qu'une forte proportion d'acide chlorhydrique et d'alumine retombe à proximité de la Zone de Lancement n°3 (ZL3), dédiée au lanceur Ariane 5. Plus précisément sur le chemin de ronde de la ZL3 donc en champ proche et cela sur une distance n'excédant pas 1100 mètres.

L'implantation des capteurs environnement (bacs à eau et SPM Honeywell mobiles) a été réalisée suivant l'option de pose « A - Piste Agami » au moyen des données prévisionnelles (CEP).

Aucune évolution notable des conditions climatiques n'est à retenir. Les résultats obtenus sur le terrain témoignent de cette absence d'évolution climatique et confirment le passage du nuage de combustion telle que représenté par la simulation SARRIM issue du radiosondage à H0 + 21 minutes (RS CP).

Enfin, pour ce vol VA235, les SPM Honeywell (fixes et mobiles) du réseau CODEX ont détecté en un seul point du champ proche une pollution. La détection positive de l'analyseur mobile a duré une heure environ. Un phénomène de saturation de la sonde lors de la mesure a maintenu la valeur à 6 ppm à H0 + 01h00.

Les mesures de toxicité de la BSPP ont permis d'écarter tout risque avéré de pollution en ZL3 (Annexe 1).

Concernant la qualité des eaux de la crique Karouabo, la végétation et l'avifaune aux abords de la ZL3, bien qu'ils n'aient pas fait l'objet d'évaluation pour ce vol, aucune observation particulière n'est à retenir.

**Au regard de l'ensemble de ces constats, nous retenons que le plan de mesures du lancement Ariane VA235 effectué le 14/02/2017 s'est déroulé conformément aux prescriptions de l'Arrêté d'Autorisation d'Exploiter l'ELA3.
Les résultats des mesures ont mis en évidence qu'aucun impact sur l'environnement guyanais n'est décelable.**

Dans le cadre d'une démarche d'amélioration du contenu d'optimisation des études de suivi des Plans de Mesures Environnement, le service Environnement et Sauvegarde Sol échange depuis Septembre 2016 avec les inspecteurs des installations classées de la DEAL.

Ces échanges ont permis d'aboutir à la présente version.

Par ailleurs, toujours dans le cadre de cette démarche, l'équipe Environnement du CNES travaille actuellement à l'élaboration d'une nouvelle cartographie d'implantation des capteurs.

9. ANNEXE 1 : EVALUATION DE L'IMPACT SUR LES PERSONNES

En accord avec leur mission de sauvegarde et de protection de l'environnement, les services SDP/ES et SDP/PI du CNES/CSG détachent à l'occasion de chaque lancement un cortège de pompiers pour réaliser des mesures de toxicité en acide chlorhydrique (HCl) au niveau de différentes zones du CSG. Elles sont orientées selon les besoins opérationnels permettant ainsi la réouverture de la route de l'espace et la circulation des opérateurs.

Lorsque des mesures de détection positives sont révélées par le réseau CODEX (**6. MESURE EN CONTINU DE LA POLLUTION GAZEUSE EN ACIDE CHLORHYDRIQUE**) des détections supplémentaires peuvent être menées sur la route nationale n°1.

Pour le lancement VA235, une pollution a été détectée par le SPM Honeywell en champ proche, et ce pendant environ une heure après le lancement. Des mesures de toxicité ont été réalisées sur le périmètre de l'ELA3, aux abords de la zone de lancement.

Les résultats d'analyse affichaient tous 0 ppm en HCl, pour un seuil de détection des tubes Dragër HCl à 0,1 ppm. De plus, aucune détection olfactive n'est à signaler sur les sites d'observation au lancement à l'intérieur du CSG. Pour rappel, le seuil olfactif pour l'acide chlorhydrique (HCl) est à 0,77 ppm.

Aucun impact du lancement VA235 sur les personnes n'a été décelé.

**10. ANNEXE 2 : RESULTATS D'ANALYSE DES BACS A EAU EN
« CHAMP PROCHE » ET EN « CHAMP LOINTAIN »**

10.1. Résultats d'analyse des bacs à eau « champ proche » - Institut Pasteur

Localisation	Volume recueilli (ml)	Aluminium Dissous			Aluminium Particulaire			Aluminium TOTAL			Chlorures			pH		Conductivité					
		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		Mesure	Incertitude	Mesure	Incertitude				
			mg	mg/m ²		mg/m ²	mg		mg/m ²	mg/m ²		mg	mg/m ²					mg/m ²	µS/cm	µS/cm	
CP1	380	<0,02	<0,008	<0,36	<0,11	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,364	<0,112	0,27	0,10	4,9	0,3	5,50	0,19	2,50	0,05
CP2	380	1,838	0,698	33,45	10,25	3,93	1,493	71,52	21,92	5,768	2,192	104,97	32,16	27,44	10,43	499,4	34,4	3,35	0,11	213,00	4,39
CP3	400	2,814	1,126	53,91	16,52	17,895	7,158	342,82	105,04	20,709	8,284	396,72	121,56	376,96	150,78	7221,5	497,6	2,05	0,07	4080,00	84,05
CP4	380	1,443	0,548	26,26	8,05	3,498	1,329	63,66	19,51	4,941	1,878	89,92	27,55	43,48	16,52	791,3	54,5	3,00	0,10	426,00	8,78
CP5	380	0,79	0,3	14,38	4,41	1,951	0,741	35,51	10,88	2,741	1,042	49,88	15,28	17,22	6,54	313,4	21,6	3,50	0,12	156,00	3,21
CP6	420	0,061	0,026	1,23	0,38	0,041	0,017	0,83	0,25	0,102	0,043	2,05	0,63	1,65	0,69	33,1	2,3	4,45	0,15	16,00	0,33
CP7	410	2,64	1,082	51,84	15,88	5,967	2,446	117,17	35,90	8,607	3,529	169,01	51,78	52,51	21,53	1031,0	71,0	3,05	0,10	445,00	9,17
CP8	420	<0,02	<0,008	<0,4	<0,12	0,087	0,037	1,75	0,54	0,107	0,045	2,15	0,66	1,28	0,54	25,6	1,8	5,20	0,18	7,00	0,14
CP9	420	<0,02	<0,008	<0,4	<0,12	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,402	<0,123	0,32	0,13	6,4	0,4	5,55	0,19	2,50	0,05
CP10	420	<0,02	<0,008	<0,4	<0,12	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,402	<0,123	0,22	0,09	4,3	0,3	5,50	0,19	2,00	0,04

Les analyses chimiques des bacs à eau du plan de mesures environnement sont réalisées par l'Institut Pasteur de Guyane

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

Localisation	Volume recueilli (ml)	Aluminium Dissous			Aluminium Particulaire			Aluminium TOTAL			Chlorures			pH		Conductivité					
		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		Mesure	Incertitude	Mesure	Incertitude				
			mg	mg/m ²		mg/m ²	mg		mg/m ²	mg/m ²		mg	mg/m ²					mg/m ²	mg	mg/m ²	mg/m ²
CL01	400	<0,02	<0,008	<0,38	<0,12	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,383	<0,117	0,56	0,22	10,7	0,7	5,45	0,19	3,60	0,07
CL02	400	<0,02	<0,008	<0,38	<0,12	0,03	0,010	0,48	0,15	0,025	0,010	0,48	0,15	0,36	0,14	6,9	0,5	5,55	0,19	2,60	0,05
CL03	430	<0,02	<0,009	<0,41	<0,13	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,412	<0,126	0,29	0,13	6,0	0,4	5,60	0,19	2,50	0,05
CL04	440	<0,02	<0,009	<0,42	<0,13	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,421	<0,129	0,21	0,09	4,3	0,3	5,75	0,20	2,10	0,04
CL05	450	<0,02	<0,009	<0,43	<0,13	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,431	<0,132	0,71	0,32	15,3	1,1	5,60	0,19	4,40	0,09
CL06	500	<0,02	<0,01	<0,48	<0,15	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,479	<0,147	0,84	0,42	20,1	1,4	5,55	0,19	5,10	0,11
CL07	420	<0,02	<0,008	<0,4	<0,12	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,402	<0,123	0,15	0,06	3,1	0,2	5,60	0,19	1,90	0,04
CL08	420	<0,02	<0,008	<0,4	<0,12	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,402	<0,123	0,17	0,07	3,4	0,2	5,60	0,19	1,80	0,04
CL09	440	<0,02	<0,009	<0,42	<0,13	0,079	0,035	1,67	0,51	0,079	0,035	1,67	0,51	0,24	0,11	5,1	0,4	5,55	0,19	2,80	0,06
CL10	430	<0,02	<0,009	<0,41	<0,13	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,412	<0,126	0,14	0,06	2,8	0,2	5,62	0,19	1,60	0,03
CL11	410	<0,02	<0,008	<0,39	<0,12	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,393	<0,12	0,13	0,05	2,6	0,2	5,55	0,19	1,90	0,04
CL12	400	<0,02	<0,008	<0,38	<0,12	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,383	<0,117	0,18	0,07	3,4	0,2	5,55	0,19	2,00	0,04
CL13	420	<0,02	<0,008	<0,4	<0,12	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,402	<0,123	0,14	0,06	2,9	0,2	5,65	0,19	1,80	0,04
CL14	400	<0,02	<0,008	<0,38	<0,12	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,383	<0,117	0,29	0,12	5,6	0,4	5,60	0,19	2,40	0,05
CL15	400	<0,02	<0,008	<0,38	<0,12	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,383	<0,117	0,25	0,10	4,8	0,3	5,50	0,19	2,50	0,05
CL16	400	<0,02	<0,008	<0,38	<0,12	0,266	0,106	5,10	1,56	0,266	0,106	5,10	1,56	0,27	0,11	5,1	0,4	5,55	0,19	2,90	0,06
CL17	500	<0,02	<0,01	<0,48	<0,15	0,097	0,049	2,32	0,71	0,097	0,049	2,32	0,71	1,09	0,55	26,1	1,8	5,60	0,19	7,40	0,15
CL18	520	<0,02	<0,01	<0,5	<0,15	0,05	0,024	1,17	0,36	0,047	0,024	1,17	0,36	0,79	0,41	19,6	1,4	6,00	0,20	11,00	0,23
CL19	570	<0,02	<0,011	<0,55	<0,17	0,035	0,020	0,96	0,29	0,035	0,020	0,96	0,29	0,62	0,35	16,8	1,2	5,73	0,20	4,10	0,08

**RESULTATS DU PLAN DE MESURES
ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL
A235 DU 14 FEVRIER 2017 À 18h39**

Réf : CSG-RP-S3X-18788-CNES
Ed/Rev : 01/00 Classe : GP
Date : 11/04/2018
Page : 37/38

Localisation	Volume recueilli (ml)	Aluminium Dissous			Aluminium Particulaire			Aluminium TOTAL			Chlorures			pH		Conductivité					
		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Incertitude mg/m2	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Incertitude mg/m2	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Incertitude mg/m2	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac		Incertitude mg/m2	Mesure	Incertitude	Mesure µS/cm	Incertitude µS/cm
			mg	mg/m ²			mg	mg/m ²			mg	mg/m ²			mg	mg/m ²					
CL20	510	<0,02	<0,01	<0,49	<0,15	0,05	0,025	1,20	0,37	0,05	0,025	1,20	0,37	0,82	0,42	20,1	1,4	6,20	0,21	5,00	0,10
CL21	450	<0,02	<0,009	<0,43	<0,13	0,038	0,017	0,82	0,25	0,038	0,017	0,82	0,25	0,38	0,17	8,1	0,6	5,65	0,19	2,90	0,06
CL22	450	<0,02	<0,009	<0,43	<0,13	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,431	<0,132	0,36	0,16	7,7	0,5	5,60	0,19	2,80	0,06
CL23	460	<0,02	<0,009	<0,44	<0,14	0,02	0,011	0,51	0,16	0,02	0,011	0,51	0,16	1,36	0,63	29,9	2,1	5,50	0,19	7,60	0,16
CL24	480	<0,02	<0,01	<0,46	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,46	<0,141	0,54	0,26	12,3	0,9	5,55	0,19	3,20	0,07
CL25	490	<0,02	<0,01	<0,47	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,469	<0,144	0,40	0,19	9,3	0,6	5,45	0,19	2,90	0,06
CL26	560	<0,02	<0,011	<0,54	<0,16	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,011	<0,536	<0,164	0,89	0,50	24,0	1,7	5,40	0,18	5,20	0,11
CL27	540	<0,02	<0,011	<0,52	<0,16	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,011	<0,517	<0,158	0,82	0,44	21,2	1,5	5,35	0,18	5,00	0,10
CL28	500	<0,02	<0,01	<0,48	<0,15	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,479	<0,147	0,73	0,37	17,6	1,2	5,40	0,18	4,70	0,10
CL29	520	<0,02	<0,01	<0,5	<0,15	0,02	0,011	0,55	0,17	0,02	0,011	0,55	0,17	0,86	0,45	21,5	1,5	5,30	0,18	5,00	0,10
CL30	530	<0,02	<0,011	<0,51	<0,16	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,011	<0,508	<0,156	0,68	0,36	17,3	1,2	5,30	0,18	4,20	0,09
CL31	540	<0,02	<0,011	<0,52	<0,16	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,011	<0,517	<0,158	0,96	0,52	24,8	1,7	5,35	0,18	5,50	0,11
CL32	560	<0,02	<0,011	<0,54	<0,16	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,011	<0,536	<0,164	0,18	0,10	4,8	0,3	5,40	0,18	6,90	0,14
CL33	470	<0,02	<0,009	<0,45	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,45	<0,138	0,55	0,26	12,3	0,9	5,40	0,18	3,50	0,07
CL34	460	<0,02	<0,009	<0,44	<0,14	0,02	0,010	0,46	0,14	0,02	0,010	0,46	0,14	0,65	0,30	14,3	1,0	5,40	0,18	4,00	0,08
CL35	480	<0,02	<0,01	<0,46	<0,14	0,03	0,014	0,67	0,20	0,03	0,014	0,67	0,20	1,41	0,67	32,3	2,2	5,35	0,18	3,30	0,07

11. ANNEXE 3 - RAPPELS SUR LES LIMITES REGLEMENTAIRES DE TOXICITE DES PRINCIPAUX PRODUITS EMIS PAR LE LANCEUR ARIANE 5

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.

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

L'acide chlorhydrique, ou « chlorure d'hydrogène » sous forme gazeuse, est une substance incolore voire légèrement jaune. Il est facilement soluble dans l'eau. Il présente une toxicité par inhalation et comme tout acide, il peut provoquer des brûlures au contact de la peau.

L'inhalation étant la principale voie d'exposition, un seuil olfactif a été déterminé à une valeur de 0.77 ppm, malgré sa variabilité interindividuelle. D'un point de vue réglementaire, la Valeur Limite d'Exposition « court terme » a été fixé à 7,6 mg/m³ ou 5 ppm. 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

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	