

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 2/48
--	---	---

PAGE D'ANALYSE DOCUMENTAIRE

Classification (+ qualification pour Diffusion Limitée) : Non sensible
Rédacteur(s) : Célie 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	03/01/2018	CREATION / LOSADA C.

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 3/48	

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°386	Compte-rendu Météo du Lancement A5 Vol 238 HS3-IS / GSAT - 17
DR8	CSG/SDO/AM/2017/N°396	Climatologie du mois de juin 2017 – Station météorologique du CSG

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.

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 4/48
--	---	---

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 (10 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).
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 .

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 5/48	

SIGLES

SIGLE / ABRÉVIATION	DÉFINITION
Al₂O₃	Alumine
Al³⁺	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
GPS	Système de Positionnement Global
H₂	Dihydrogène
HC	Hydrocarbures imbrûlés

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 6/48	

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
N₂H₄	Hydrazine
N₂O₄	Peroxyde d'Azote
NO₂	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

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 7/48
--	---	---

SIGLE / ABRÉVIATION	DÉFINITION
SPM	« Single Point Monitor »
UDMH	Unsymetrical 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

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 8/48
--	---	--

SOMMAIRE

1.	RESUME NON TECHNIQUE	10
2.	OBJET - DOMAINE D'APPLICATION	11
2.1.	CONTEXTE METEOROLOGIQUE DU VOL ARIANE 5 N°238	12
3.	RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL VA 238	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 5R280617.TXT.....	19
5.4.	SIMULATION SARRIM A PARTIR DU RADIOSONDAGE 5R280617	19
5.5.	CONCLUSION SUR LA SIMULATION SARRIM ISSUE DU RADIOSONDAGE 5R280617	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	26
6.3.	CONCLUSIONS SUR LES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES.....	28
7.	MESURE EN CONTINU DE LA POLLUTION GAZEUSE EN ACIDE CHLORHYDRIQUE.....	29
7.1.	OBJECTIF DES MESURES.....	29
7.2.	RESULTATS DES MESURES	30
8.	CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEMENT VA238.....	31
9.	ANNEXE 1 : EVALUATION DE L'IMPACT SUR LES PERSONNES.....	32
10.	ANNEXE 2 – RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VA238 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE 14 PAGES).....	33
10.1.	4.1 RESULTATS D'ANALYSE DES BACS A EAU « CHAMP PROCHE »	43
10.2.	4.2 RESULTATS D'ANALYSE DES BACS A EAU « CHAMP LOINTAIN »	44

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 9/48
--	---	---

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 (2C280617.txt).....	16
Tableau 3 : Données météorologiques issues du radiosondage 5R280617.txt pour les couches atmosphériques représentatives.....	19
Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage 5R280617.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.....	26
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 ».....	29
Tableau 10 : Seuils de détections des analyseurs du système CODEX « mobile ».....	30



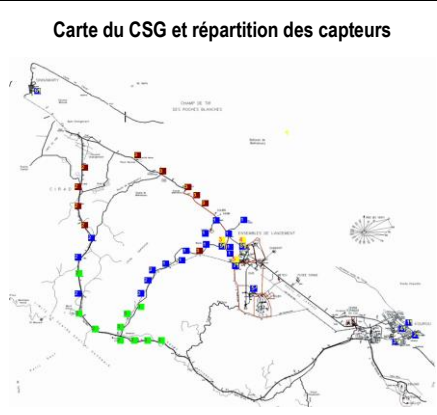
LISTE DES FIGURES

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

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 10/48	

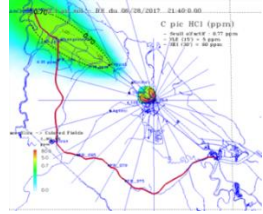
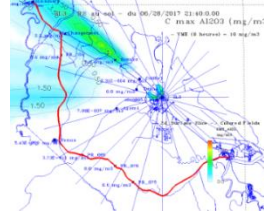
1. RESUME NON TECHNIQUE

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VOL ARIANE 5 VA238 <i>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</i>	Mer 28 juin
--	---	--------------------------

	<p>Etages d'Accélération à Poudre(EAP) 480 tonnes de propergol solide</p> <p>Composés majoritaires du nuage de combustion de propergol</p> <p>Acide chlorhydrique (HCl) + Alumine (Al₂O₃)</p>	
	<p>Carte du CSG et répartition des capteurs</p> 	<p>Ariane 5 version ECA Mercredi 28 juin 2017 à 18h15 (Heure locale).</p> <p><i>Le vol 238 en bref :</i></p> <p>2 Satellites de télécommunication</p> <p>Hellas Sat 3 – Inmarsat S EAN (HS3-IS) & GSAT-172</p>

DIRECTION PRISE PAR LE NUAGE DE COMBUSTION	EMPLACEMENT DES CAPTEURS	DETAILS DE L'INSTRUMENTATION		
<p>Direction 124° soit vers Sinnamary donc une direction nord – nord-ouest</p> <p><i>en cohérence</i> avec la mise en place de capteurs au matin du lancement VA238</p>	A I R	10 sites en champ proche (Zone de Lancement)	10 bacs à eau	■ ■ ■
		35 sites en champ lointain (Kourou / Sinnamary / RN1 / CSG)	2 analyseurs mobiles	■
		Réseau CODEX (Kourou / Sinnamary/ CSG)	35 bacs à eau	■ ■ ■
			1 analyseur mobile	■
	PARAMETRES DE MESURE			
	Bacs à eau	pH / Conductivité / Aluminium particulaire / Chlorure		
Analyseurs mobiles	Acide chlorhydrique en continu			
Analyseurs fixes	Acide chlorhydrique / Produits hydrazinés / Dioxyde d'azote			

Modélisation à partir du radiosondage en Chronologie Positive (H0 + 25 minutes)

	Retombées en acide chlorhydrique		Retombées en alumine
---	---	--	-----------------------------

CONCLUSIONS SUR LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VA 238

<p>Concentrations maximales des retombées en [HCl] et [Al₂O₃] : Mesurées jusqu'à 500 mètres en zone de lancement</p> <p>Au-delà du périmètre du CSG : Valeurs des retombées en [HCl] et [Al₂O₃] très faibles voire non quantifiables</p>	Impact sur l'environnement non décelé Impact sur les personnes non décelé
Rapport détaillé disponible sur http://www.cnes-csg.fr	Une question ? environnement-csg@cnes.fr

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 11/48
--	---	--

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 **Hellas Sat 3 – Immarsat S EAN (HS3-IS)** et **GSAT-17**.

Le **vol Ariane 238** a eu lieu le **28 juin 2017 à 18 heures 15 minutes** en heure locale, soit à 21 heures 15 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.

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 5R280617**) 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 (**Annexe1**).

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 12/48
--	---	---

2.1. Contexte météorologique du vol Ariane 5 n°238

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).

Le lancement VA238 intervient en fin de saison des pluies. Les basses couches atmosphériques, comprises entre 0 et 1500 m d'altitude, sont soumises à l'influence d'un alizé faible et humide. L'affaiblissement des vents est observé dans l'après-midi du 28 juin 2017 au moyen du dernier radiosondage, comme le prévoient les modèles. L'ensemble des conditions est ainsi favorable à l'autorisation de lancement au H0 **[DR7]**.

Aucune précipitation ne fût enregistrée sur le territoire du CSG au moment du lancement. On relèvera néanmoins une hauteur de pluie de 11,1 mm durant le temps d'exposition du plan de mesures environnement (**Annexe 2**).

Le 28 juin 2017, le pic en rafale ou la vitesse maximale enregistrée pour le vent était de 46,8 km/h soit 13 m/s, dans une direction moyenne de 120 degré, à 05h57 en heure locale **[DR8]**.

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

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 13/48
--	---	---

3. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL VA 238

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 VA238 **[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).

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 14/48	

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 de l'Annexe 2* (annexe présentée au *paragraphe 10* du présent document).

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	

Le détail des instruments mis en place est présenté au *paragraphe 1.1 de l'Annexe 2*.

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°238 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 NO₂.
- } Soit **24 analyseurs fixes**

Il est à noter que l'ensemble des points de mesures (en champs proche, moyen et lointain) a été appareillé le 28 juin 2017 de 06h30 à 11h30. Ces capteurs ont été récupérés le 29 juin 2017 entre 06h30 à 11h30. Les échantillons ont été confiés pour analyse à l'Institut Pasteur l'après-midi du 30 juin 2017.

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 15/48
--	---	---

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.

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 16/48	

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 (2C280617.txt).

HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	1002
BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)	
DIRECTION MOYENNE DES VENTS (°)	102,5
⇒ LES VENTS SONT ORIENTES VERS	DIANE SOIT UNE DIRECTION OUEST / NORD-OUEST

La simulation démontre que le nuage de combustion, sous les conditions météorologiques données, prendra une direction Ouest / Nord - Ouest (vers la station de poursuite Diane) et se stabilisera autour de 1002 mètres d'altitude.

Les capteurs ont donc été installés selon l'option de pose B « Route de l'Espace » (**Annexe 2**)

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

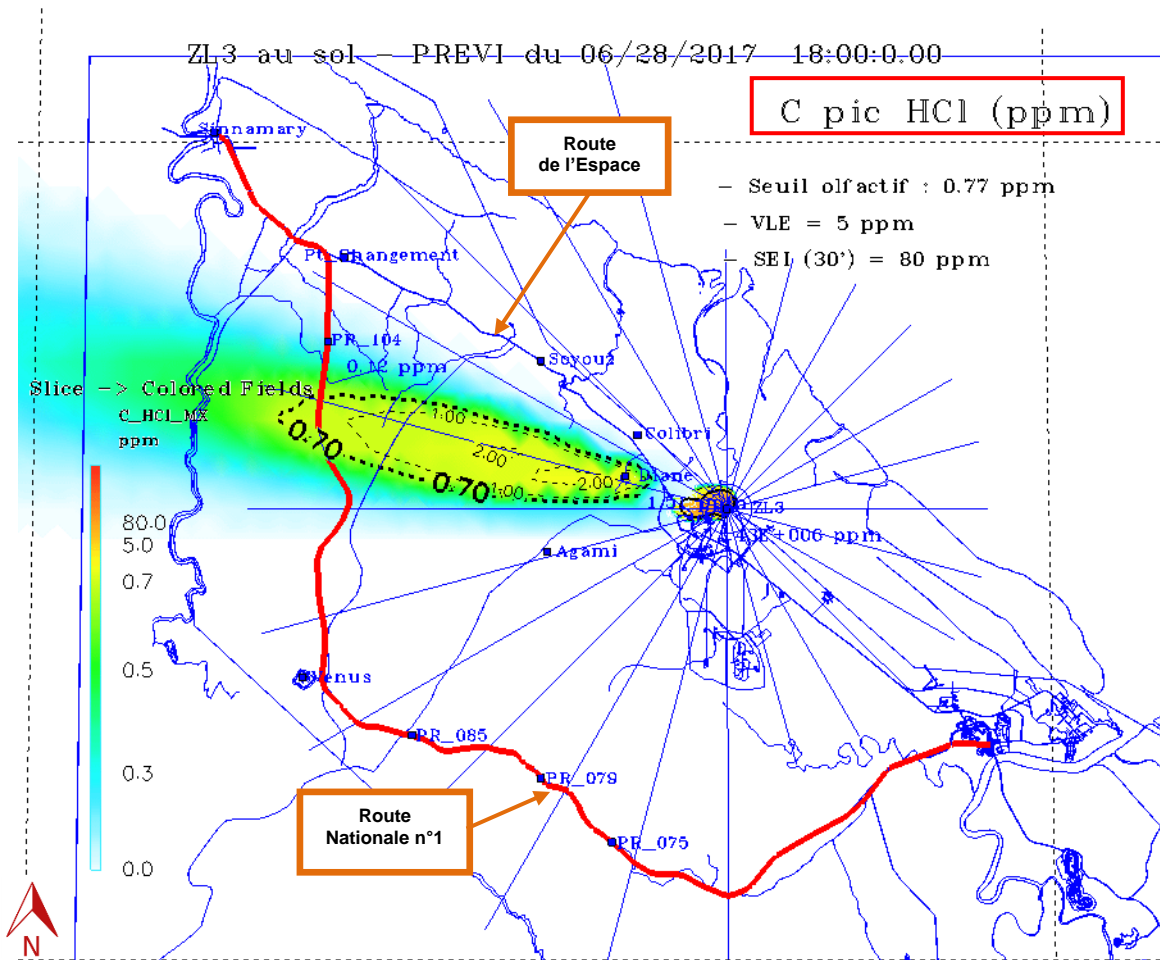
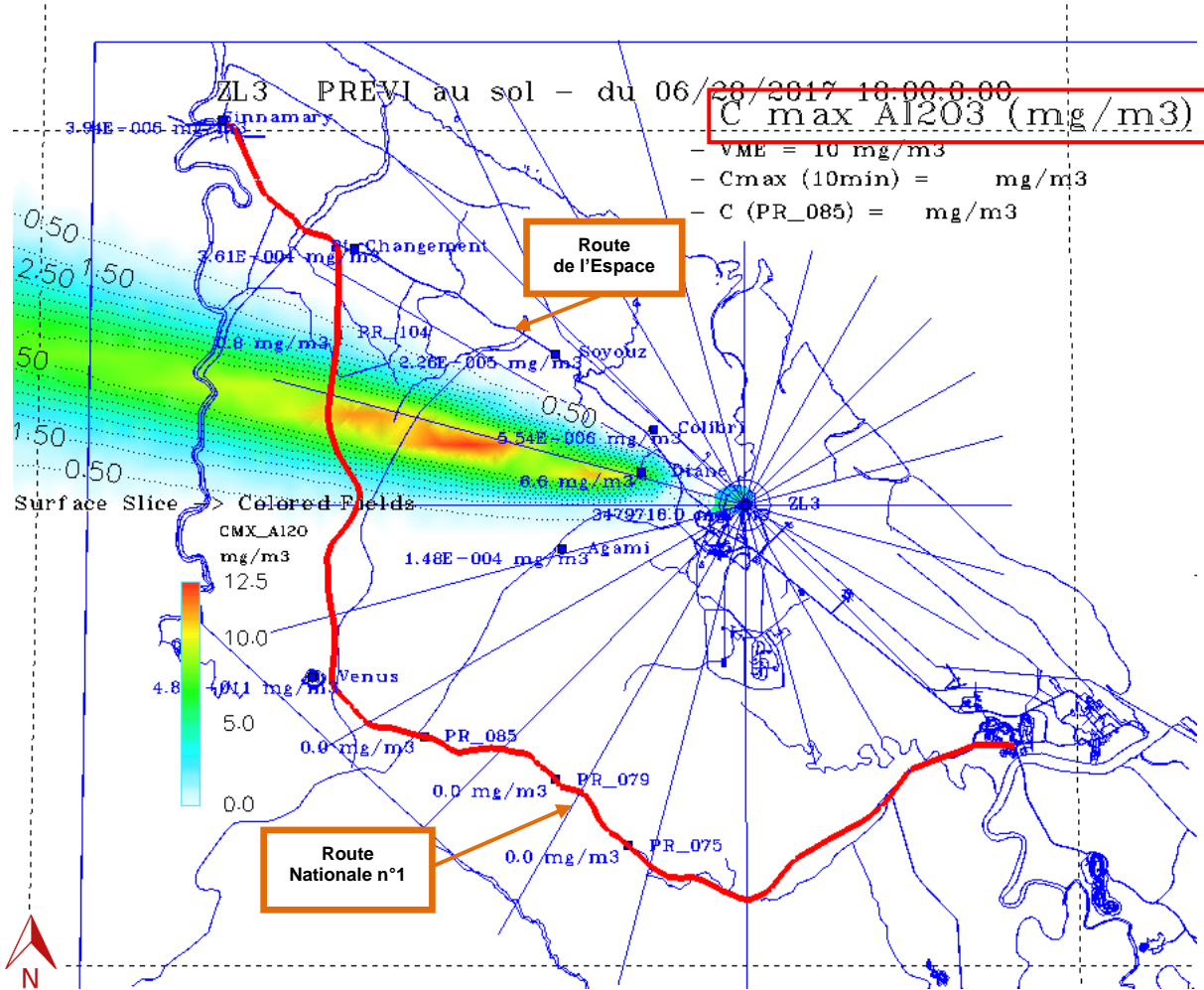


Figure 2 : Retombées en alumine selon la prévision météorologique



CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 19/48	

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 règlementaires d'exposition.

Le pic de concentration en acide chlorhydrique (HCl) s'élève à 2,6 ppm soit une valeur inférieure au seuil règlementaire d'exposition ($> VLE = 5 \text{ ppm}$), tandis que le pic de concentration en alumine (Al_2O_3) s'élève à $12,4 \text{ mg/m}^3$ soit une valeur légèrement supérieure au seuil règlementaire d'exposition ($< VME = 10 \text{ mg/m}^3$).

5.3. Données brutes du radiosondage 5R280617.txt

Le jour du lancement VA238, à H0 + 25 minutes, un radiosondage spécifique a été effectué (référence 5R280617.txt du 28 juin 2017); 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 5R280617.txt pour les couches atmosphériques représentatives.

ALTITUDE (mètres)	PRESSION (mb)	VITESSE DU VENT (m/s)	VENT EN PROVENANCE (°)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITE (%)
12	1011	2	140	26,7	87
100	1001	6,6	124	26	78,3
500	956,5	10	137	23	82,2
1000	903,1	7,7	103	20,5	82,9
1500	852,2	8,7	78	17,7	86,2
2000	803,7	4,3	87	14,9	86,8
2500	757,5	9,3	77	12,1	91,3
3000	713,5	11,3	95	8,9	99,2
3500	671,8	11	76	8	79
4000	632,1	9,2	73	5,1	74,7

5.4. Simulation SARRIM à partir du radiosondage 5R280617

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),

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 20/48	

- 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 5R280617.txt

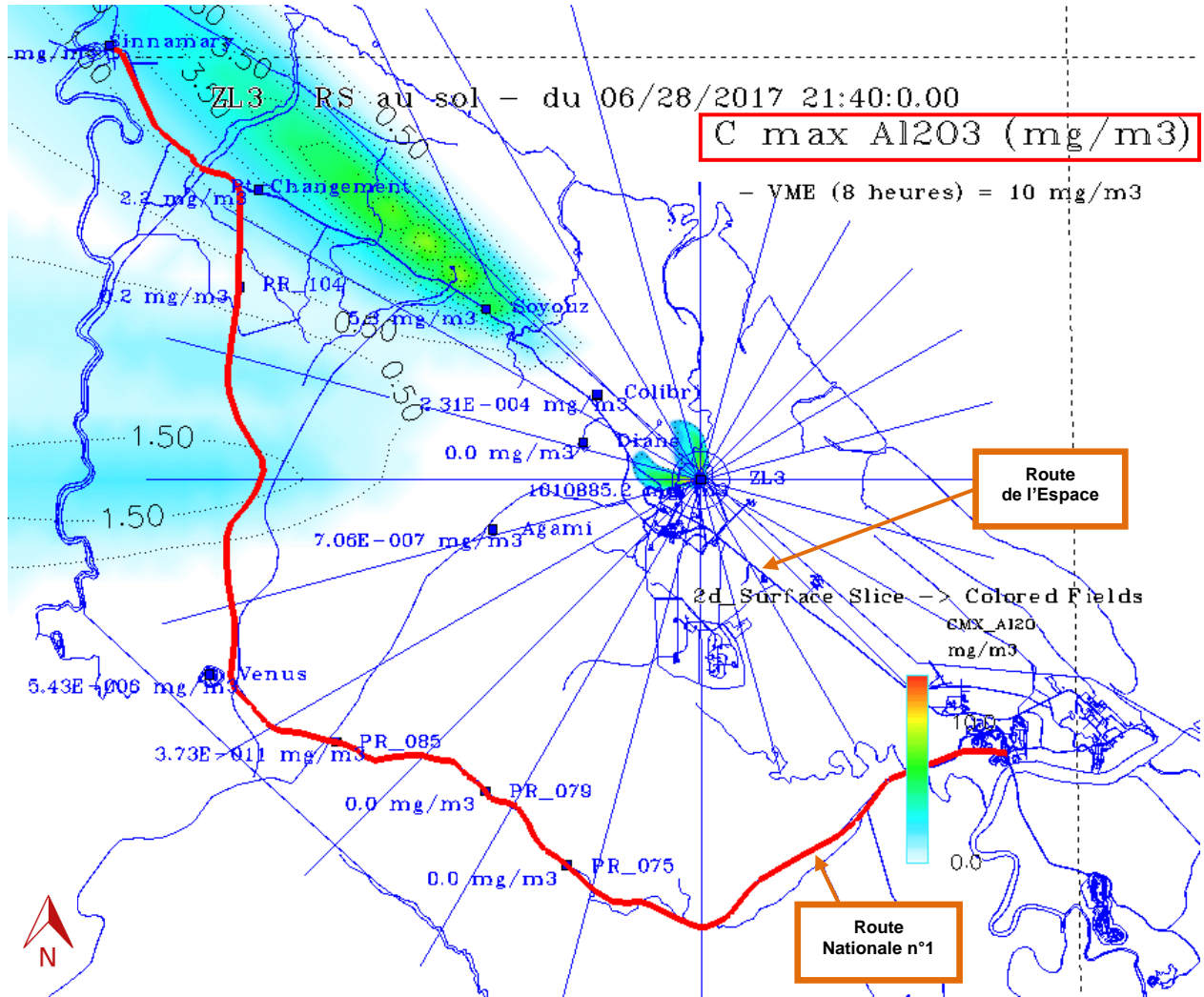
HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	1100.0
BASSES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant du sol jusqu'à la hauteur de stabilisation)	
- Direction moyenne des vents (°)	123,7
⇒ Les vents sont orientés vers	ELS SOIT UNE DIRECTION NORD – NORD-OUEST

L'évolution des vents a orienté le nuage de combustion vers un secteur nord – nord-ouest soit vers le site de lancement Soyuz

Cette évolution étant compatible avec l'option de pose des bacs à eau (B) du plan de mesures environnement, déterminée par les données prévisionnelles, ces derniers ont donc 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 4 : Retombées en alumine selon le RS CP



CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 23/48	

5.5. Conclusion sur la simulation SARRIM issue du radiosondage 5R280617

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. On constate uniquement une légère réorientation des vents.

L'ensemble des capteurs constituant le plan de mesures environnement a donc été exposé aux retombées.

En champ lointain, les concentrations maximales en acide chlorhydrique et alumine sont respectivement de 1,2 ppm et 8,7 mg/m³. Elles demeurent inférieures aux seuils réglementaires d'exposition (VLE et VME).

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 (**2C280617**) (**5.2 Simulation SARRIM à partir de données prévisionnelles**).

Pour rappel, les capteurs ont été implantés suivant la situation « B » - Route de l'Espace, à savoir à l'ouest / nord-ouest (*paragraphe 3 - Annexe 2*).

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 2C280617 DU 28 JUIN 2017 À 18H00 TU	RADIOSONDAGE CP 5R280617 DU DU 28 JUIN 2017 À 21H40 TU
HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	1002	1100
BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)		
- Direction moyenne des vents (°)	102	124
- Concentration maximale en acide chlorhydrique en champ lointain (ppm)	2,6	1,2
- Concentration maximale en alumine particulaire en champ lointain (mg/m ³)	12,4	8,7

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 24/48
--	---	---

La comparaison des résultats de la simulation issue des données prévisionnelles CEP (**PREVI**) et celle de la simulation réalisée à partir du radiosondage H0 + 25 min (**5R280617.txt**), met en évidence :

- que la direction prise par le nuage diffère de 17,7 % de celle simulée avec la prévision numérique
- que les résultats pour l'acide chlorhydrique au moyen des données CEP étaient largement surestimés par rapport à ceux du radiosondage réalisé à H0 + 25 min (écart de 100 %),
- un écart important pour l'alumine également (écart d'environ 43 %).

Bien que SARRIM surestime les valeurs de concentrations qui sont émises par le nuage de combustion, nous pouvons observer que compte tenu de la direction finale du nuage de combustion, l'implantation des capteurs a été envisagée dans les meilleures conditions.

Les bacs à eau ont ainsi été exposés aux retombées chimiques du nuage de combustion issu des EAP d'Ariane 5 vol 238, malgré l'évolution climatique locale (réorientation du vent).

On retiendra que le plan de mesures environnement VA238 a été déployé de façon optimale et que les mesures réalisées restent conformes aux prescriptions de l'arrêté préfectoral puisqu'elles demeurent inférieures aux seuils réglementaires d'exposition (VLE et VME).

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

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 25/48
--	---	---

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 (VA238).

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 au *paragraphe 6 de l'Annexe 2* (présentée au *paragraphe 10* du présent document).

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 26/48	

6.2. Résultats des mesures

Tous les résultats bruts sont synthétisés au *paragraphe 4 de l'Annexe 2* (annexe présentée au *paragraphe 10* du présent document).

Durant les 28 heures d'exposition, une hauteur pluviométrique de 11,1 mm a été mesurée au CSG. Néanmoins, aucun bac n'a débordé et les analyses ont pu être réalisées dans les meilleures conditions.

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	10,78	CP 04 : Chemin de ronde ZL3 – Intersection entre zone 47 et 48	445
Champ lointain	2,91	CL 01 : Kourou – Station Météo Isabelle	16 268

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 de 445 mètres. Au-delà, les concentrations sont faibles (< 5 mg/m²) ou inférieures au seuil de détection (non quantifiables).
- Pour le champ lointain, les concentrations sont, elles aussi, négligeables.

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)		
	Concentration Maximale (mg/m ²)	Point de mesure	Distance de la ZL3 (m)
Champ proche	1849,8	CP 03 : Chemin de ronde ZL3 – Intersection entre zone 48 et 49	277
Champ lointain	20,8	CL 01 : Kourou – Station Météo Isabelle	16 268

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 27/48	

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	2,65	CP 03 : Chemin de ronde ZL3 – Intersection entre zone 48 et 49	277
Champ lointain	5,30	CL 01 : Kourou – Station Météo Isabelle	16 268
CONDUCTIVITE			
	<i>Maximum (µS/cm)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZL3 (m)</i>
Champ proche	883,0	CP 03 : Chemin de ronde ZL3 – Intersection entre zone 48 et 49	277
Champ lointain	30,70	CL 01 : Kourou – Station Météo Isabelle	16 268

Remarques :

- En **champ proche**, les **teneurs en chlorures** supérieures à 100 mg/m² ont été quantifiées jusqu'à une distance de 445 mètres (points CP 02 à CP 04), 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 1849,8 mg/m² au point CP 03. Au-delà de cette distance, les concentrations diminuent de façon aléatoire mais restent toutes inférieures à 12 mg/m². On note que les valeurs de pH et de conductivité au point CP 03 corroborent la teneur en chlorures, puisque lorsque [Cl⁻] augmente, la conductivité augmente et le pH diminue.

Concernant les **teneurs en aluminium particulaire**, celles-ci n'excèdent pas 10,78 mg/m². En effet, on relève ce maximum de concentration au point CP04 et une valeur de 4,85 mg/m² au point CP02, soit jusqu'à une distance de 445 mètres. Au-delà de cette distance, les valeurs sont faibles et voir non quantifiables.
- En **champ lointain**, les **teneurs en chlorures et en aluminium particulaire** sont négligeables voir non imputables au lancement VA238

En effet, la plus forte concentration en chlorures (20,8 mg/m²) a été mesurée sur une zone non couverte par le nuage de combustion, plus précisément à la station Météo Isabelle sur la plage de la Cocoteraie à Kourou (au point CL 01 situé à 16 268 m de la ZL3). Cette mesure correspond à l'influence d'embruns marins dans cette zone ; il s'agit d'une valeur « aberrante » que l'on ne prendra pas en compte.

On relève également une valeur significative (19,3 mg/m²) au niveau du point CL 13, sur le chemin de la carrière Roche Nicole, à une distance de 2760 m du point émissif. Le bac ayant subi le passage du nuage de combustion, cette valeur est prise en compte dans l'interprétation des résultats

Hormis ces 2 sites, on relève des teneurs en chlorures très faibles, comprises entre 1,9 et 9,0 mg/m².

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 28/48	

Pour l'aluminium particulaire, la valeur la plus importante est de 2,91 mg/m². Cette valeur est mesurée au point CL 01 (Station Météo Isabelle à Kourou) soit à une distance de 16 268 m de la ZL3 ; elle n'est pas imputable aux retombées particulières du nuage de combustion de VA238. Au-delà de cette distance, les valeurs restent très faibles et voir non quantifiables.

- Compte tenu du positionnement géographique des bacs à eau, on peut en déduire qu'il y a eu une influence de plusieurs facteurs environnementaux tels que des embruns marins aux abords de la station Météo Isabelle à la plage de la Cocoteraie (CL01). La majorité des valeurs étant non quantifiables ou très faibles, nous pouvons attester de l'absence de pollution en champ lointain.

Ces mesures viennent confirmer l'interprétation des résultats simulés par SARRIM (**4.5 Conclusion sur la simulation SARRIM issue du radiosondage 5R280617.txt**).

6.3. Conclusions sur les retombées chimiques gazeuses et particulières

Les mesures mettent en évidence qu'une forte proportion d'acide chlorhydrique et d'alumine retombe sur le chemin de ronde de la zone de lancement Ariane 5 (ZL3) soit jusqu'à une distance d'environ 500 mètres.

En champ lointain, des concentrations notables ont été détectées sur 2 points situés sur la station météo Isabelle (à Kourou) et sur la piste d'accès à la carrière Roche Nicole (au CSG).

L'analyse des résultats permet d'exclure le premier point puisque des facteurs environnementaux (embruns marins, soulèvement de poussière...) sont très probablement à l'origine de cette valeur. On retiendra les valeurs mesurées à la carrière Roche Nicole, qui atteste du passage du nuage de combustion selon les conditions météorologiques au moment du lancement, bien que celles-ci restent faibles à négligeables.

En effet, la méthodologie suivie pour le plan de mesure environnement suit une chronologie bien précise telle que :

DIRECTION PRISE PAR LE NUAGE DE COMBUSTION					
J0 VA238 / H0 – 3 h 15		J0 VA238 / H0 + 25 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 + 25)		Option de pose B : « Route de l'Espace » selon la modélisation de la PREVI	
102° soit vers la station Diane soit une direction ouest – nord-ouest		124° soit vers l'Ensemble de Lancement Soyuz soit une direction nord – nord-ouest		Entre 80° et 130° soit un « éventail » compris entre le sud-ouest et le nord-ouest	
HCl	2,6 ppm	HCl	1,2 ppm	HCl	19,3 mg/m ²
Al ₂ O ₃	12,4 mg/m ³	Al ₂ O ₃	8,7 mg/m ³	Al ₂ O ₃	2,91 mg/m ²

En dehors de ces sites, les concentrations mesurées restent très faibles ou inférieures au seuil de détection (non quantifiables).

Les résultats obtenus par la simulation SARRIM au moyen des données prévisionnelles CEP et celles réalisées au moyen du radiosondage confirment la mise en place correcte des capteurs du PME.

Elles confirment également l'absence d'impact significatif sur l'environnement du lancement VA238.

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 29/48	

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 dioxyde d'azote (NO₂) et des produits hydrazinés pour les lancements Ariane 5, Vega et Soyuz en cas d'accident du lanceur en vol.

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 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	0,77 ppm

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 30/48	

En ce qui concerne le système CODEX « mobile », trois 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, aucune pollution en acide chlorhydrique n'a été détectée.

Les SPM mobiles qui ont été placés en champ proche et lointain n'ont mesuré aucune pollution en acide chlorhydrique.

L'ascension rapide et instantanée du nuage de combustion, du fait de la puissance thermique de ce dernier, justifie l'absence de pollution.



SPM Honeywell en cours de mise en place
(à gauche : SPM dans son boîtier de protection – à droite : SPM sans protection)

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 31/48
--	---	---

8. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEMENT VA238

Le lancement Ariane 5 vol 238, réalisé le 28 juin 2017, s'inscrit au 7^{ème} rang dans le manifeste de lancement de l'opérateur Arianespace pour 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 500 mètres.

L'implantation des capteurs environnement (bacs à eau et SPM Honeywell mobiles) a été réalisée suivant l'option de pose « B : Route de l'Espace » au moyen des données prévisionnelles (CEP).

Cette direction coïncide avec les résultats obtenus sur le terrain ainsi qu'avec la simulation SARRIM issue du radiosondage à H0 + 25 minutes (RS CP).

Des résultats de mesure ont été écartés de l'interprétation des résultats, il s'agit des mesures recueillis à la station météo Isabelle située à Kourou, aux abords de la plage de la Cocoteraie. En effet, compte tenu de la direction prise par le nuage (vers l'Ensemble de Lancement Soyuz (124°)) ces résultats ne sont pas cohérents avec l'ensemble du plan de mesures environnement.

Enfin, pour ce vol VA238, les SPM Honeywell (fixes et mobiles) du réseau CODEX n'ont détecté aucune pollution en champ proche, ni en champ lointain.

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 VA238 effectué le 28 juin 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.

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 32/48
--	---	---

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.

Ce cas de figure ne concerne pas le lancement VA238, puisqu'aucune pollution n'a été détectée par les SPM Honeywell en champ proche, ni en champ lointain.

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 VA238 sur les personnes n'a été décelé.

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 33/48
--	---	---

**10. ANNEXE 2 – RESULTATS DU PLAN DE MESURES
ENVIRONNEMENT VA238 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE
14 PAGES)**

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 35/48	

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18
		Date : 31/08/2017
		Page : 2/14

1. Introduction

Lancement des satellites HS3-IS et GSAT-17 (VA 238) le 28/06/2017 à 18h15 (heure locale).
Participants ESQS : C. CARTIER – C.SENA – M. PERRON – N. DANTO.

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 (si présence de pollution)
- un rappel sur les limites réglementaires de toxicité des principaux produits émis par le lanceur ARIANE.

1.1. Instrumentation

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

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

1.2. Mise en place

Le matériel (SPM Honeywell, bacs à eau) a été installé le 28/06/2017 entre 06h30 et 11h30.

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

Les capteurs et analyseurs ont été récupérés le 29/06/2017 entre 06h30 et 11h30. Les échantillons ont été confiés à l'Institut Pasteur de Guyane le 30/06/2017 après-midi.

Réception des résultats de l'institut Pasteur le 22/08/2017.

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 36/48	

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18
		Date : 31/08/2017
		Page : 3/14

2. Description des mesures réalisées pour le vol ARIANE VA238

2.1. Mesures des retombées chimiques gazeuses et particulaires

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

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

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

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

La mise en place de ce réseau de détection est une des obligations de l'Arrêté d'Autorisation d'Exploiter l'ELA3.

24 analyseurs SPM Honeywell 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, ainsi qu'en peroxyde d'azote et en produits hydrazinés dans l'atmosphère en cas de situation dégradée.

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

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

- Les mobiles 3 et 4 étaient placés en champ proche aux points de mesures respectivement CP3 et CP5,
- Le mobile 5 se situait en champ lointain (CL9)

Les gammes de mesures des appareils fixes sont les suivantes :

Nom	Produits	Gamme de mesure	Seuils olfactifs
N ₂ H ₄	Produits hydrazinés	1 à 6 ppm	1,7 ppm
N ₂ O ₄	peroxyde d'azote	1 à 45 ppm	0,2 ppm
HCl	Acide chlorhydrique	2 à 15 ppm	0,8 ppm

Les gammes de mesures des appareils mobiles sont les suivantes :

Nom	Produits	Gamme de mesure champ proche	Gamme de mesure 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 via le laboratoire de chimie du CSG.

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 37/48	

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18
		Date : 31/08/2017
		Page : 4/14

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 » avec une particularité pour cette campagne de prélèvements.

Afin d'ajuster au mieux le positionnement des capteurs, le point CL21 de l'option B a été remplacé par le point CL26 de l'option A

3.1. Champ proche

Code	Lieux	Distance ZL3 (m)	X (m)	Y (m)	Bac à eau	SPM Honeywell
CP1	Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 49 et 50	362	303963	579859	Oui	-
CP2	Chemin de ronde ZL3 - milieu zone 49	236	303891	579708	Oui	-
CP3	Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 48 et 49	277	303788	579678	Oui	SPM Honeywell n° 3
CP4	Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 47 et 48	445	303557	579544	Oui	-
CP5	Chemin de ronde ZL3 Milieu de la zone 47	533	303467	579496	Oui	SPM Honeywell n° 4
CP6	Chemin de ronde ZL3 - Milieu de la zone 46	832	303185	579331	Oui	-
CP7	Chemin de ronde ELA3 - Intersection entre zone 44 et 45	1079	303027	579032	Oui	-
CP8	Chemin de ronde ELA3 - Milieu de la zone 42	1697	302595	578548	Oui	-
CP9	Orchidée	1984	304573	577600	Oui	-
CP10	Chemin de ronde ELA3 - Intersection entre zone 39 et 40	2313	302309	577921	Oui	-

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 38/48
--	---	--

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18 Date : 31/08/2017 Page : 5/14
---	--	---

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

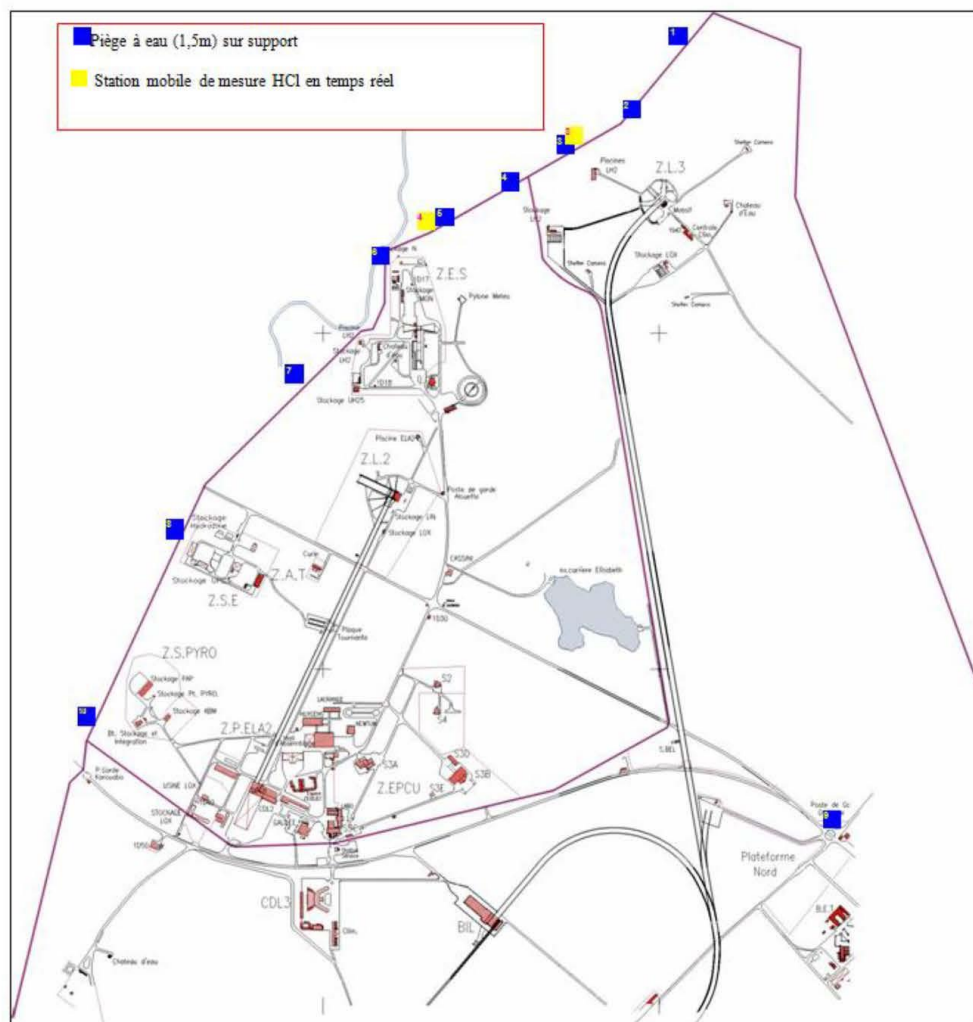


Figure 1 Cartographie du positionnement des capteurs environnement en champ proche

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	Classe : GP
		Ed/Rev : 01/00	
		Date : 03/01/2018	
		Page : 39/48	

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18
		Date : 31/08/2017
		Page : 6/14

3.2. Champ lointain

Code	Lieux	Distance ZL3 (m)	X (m)	Y (m)	Bac à eau	SPM Honeywell
CL1	Kourou - Station Météo Isabelle	16268	318148	571469	Oui	-
CL2	Kourou - Hôtel Les Roches	17851	319511	570662	Oui	-
CL3	Kourou - Débarcadère des Iles	17153	317867	569403	Oui	-
CL4	Kourou - CMCK	16058	317648	571039	Oui	-
CL5	Site Toucan	5164	304210	574340	Oui	-
CL6	Hôtel du Fleuve	24011	284160	593023	Oui	-
CL7	Pont Karouabo	2458	302022	578039	Oui	-
CL8	Parking ancienne RN1	1874	302181	579048	Oui	-
CL9	Portail Piste Agami	2935	301090	579120	Oui	SPM Honeywell n°5
CL10	Mi chemin Karouabo - embranchement Piste Agami	2611	301552	578592	Oui	-
CL11	Intersection Piste Agami - Route de l'Espace	2790	301248	579045	Oui	-
CL12	PK17,7 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA (Embranchement Ancienne RN1)	2640	301502	580355	Oui	-
CL13	Chemin menant à la carrière Roche Nicole	2760	301436	580521	Oui	-
CL14	PK16,15 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA Embranchement Diane	4006	300641	581681	Oui	-
CL15	Diane	4359	299915	581020	Oui	-
CL16	Piste Agami - PK 1,5 après portail Agami (entrée du morne Bocco)	4425	299580	579294	Oui	-
CL17	Piste Agami - PK4 après portail	6154	297894	578734	Oui	-
CL18	Site Agami	7464	296736	577782	Oui	-
CL19	Piste Agami - PK8 après portail	9219	295131	576983	Oui	-
CL20	Piste Agami - PK10 après portail	10580	294195	575525	Oui	-
CL21	Piste Agami - PK11 après portail	-	-	-	Non	-
CL22	Piste Agami - PK12 après portail	11961	293443	573876	Oui	-
CL23	Sur RN1 direction Sinnamary 6 km après carrefour piste Agami soit PK 91,1 de la RN1	17032	287853	574079	Oui	-
CL26A	Sur RN1 direction Sinnamary 8km après carrefour piste Agami soit PK 93,1 de la RN1	16814	287528	576345		
CL24	Sur RN1 direction Sinnamary 10 km après carrefour piste Agami soit PK 95,1 de la RN1	16283	287777	578102	Oui	-
CL25	Sur RN1 direction Sinnamary 12 km après carrefour piste Agami soit PK 97,1 de la RN1	15222	288780	579736	Oui	-
CL26	Sur RN1 direction Sinnamary 14 Km après carrefour piste Agami soit PK 99,1 de la RN1	16227	287895	581491	Oui	-
CL27	Sur RN1 direction Sinnamary 16 km après carrefour piste Agami soit PK 101,1 de la RN1	16945	287511	583405	Oui	-

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 40/48	

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18
		Date : 31/08/2017
		Page : 7/14

Code	Lieux	Distance ZL3 (m)	X (m)	Y (m)	Bac à eau	SPM Honeywell
CL28	Sur RN1 direction Sinnamary 18 km après carrefour piste Agami soit PK 103,1 de la RN1	17250	287757	585325	Oui	-
CL29	Sur RN1 direction Sinnamary 20 km après carrefour piste Agami soit PK 105,1 de la RN1	17920	287849	587263	Oui	-
CL30	PK5 depuis changement sur rte de l'Espace direction ELA	14489	292251	587979	Oui	-
CL31	PK8 depuis changement sur rte de l'Espace direction ELA	11275	295082	586398	Oui	-
CL32	PK11.5 depuis changement sur rte de l'Espace direction ELA	8348	297408	584622	Oui	-
CL33	PK12 depuis changement sur rte de l'Espace direction ELA	7950	297673	584314	Oui	-
CL34	PK13 depuis changement sur rte de l'Espace direction ELA	7020	298367	583689	Oui	-
CL35	3 kms après portail Agami	5372	298724	578487	Oui	-

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 41/48
--	---	--

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18 Date : 31/08/2017 Page : 8/14
---	--	---

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

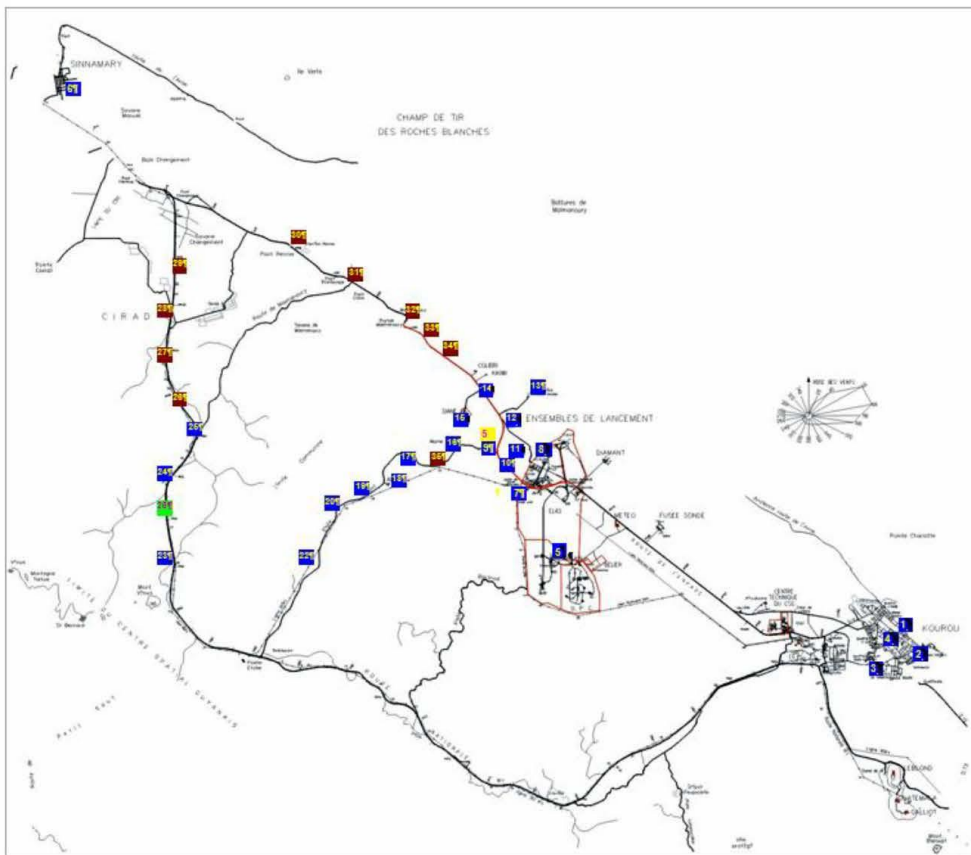


Figure 2 Cartographie du positionnement des capteurs environnement en champ lointain

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 42/48	

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18
		Date : 31/08/2017
		Page : 9/14

4. Mesures des retombées chimiques particulières

Le temps d'exposition des bacs à eau a été d'environ 29 heures (du 28 juin 2017 - 6h30 au 29 juin 2017- 11h30) pour l'ensemble des points de mesure.

Les échantillons ont été remis le 30 juin 2017 dans l'après midi à l'Institut Pasteur. Résultats envoyés le 28/07/2017.

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

Durant ces 28 heures d'exposition, la pluviométrie mesurée est de 11,1 mm (relevé météorologique transmis par le BCS), volume moyen de 230cm³recueilli par bac.

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 particulière 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 particulière.

Pour les chlorures, la limite de détection des chlorures a été fixée à 0,05mg/L soit 1,20 mg/m² pour 500ml d'eau recueillis dans les bacs de dimensions 17,4 x 12 cm.

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

Exemple :

- pour un volume d'eau recueilli égal à 550 ml, une concentration de 0,02 mg/L correspondra à une concentration de 0,53 mg/m².
- pour un volume d'eau recueilli égal à 410 ml, une concentration de 0,02 mg/L correspondra à une concentration égale à 0,39 mg/m²

Les incertitudes des mesures indiquées ci –dessous sont calculées selon le paragraphe 8.3.3 de la norme NF ISO 11352 et issues des essais inter-laboratoire (incertitude relative associée au biais avec k=2) :

- pH Ub,rel(k=2)= 3.41%.
- Conductivité Ub,rel(k=2)= 2.06%.
- Aluminium Ub,rel(k=2)=30.64%.
- Chlorures Ub,rel(k=2)=6.89%

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES
		Ed/Rev : 01/00 Classe : GP
		Date : 03/01/2018
		Page : 43/48

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18
		Date : 31/08/2017
		Page : 43/48

10.1. 4.1 Résultats d'analyse des bacs à eau « champ proche »

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	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie (mg/l)	capté dans le bac		Incertitude	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie (mg/l)	captés dans le bac		Incertitude	Mesure	Incertitude	Mesure	Incertitude					
		mg/l	mg	mg/m ²	mg/m ²	mg/l	mg	mg/m ²	mg/m ²	mg/l	mg	mg/m ²	mg/m ²	mg/l	mg	mg/m ²	mg/m ²			µS/cm	µS/cm	
CP1	0																					
BAC RENVERSE																						
CP2	460	0,292	0,134	6,43	1,97	0,22	0,101	4,85	1,49	0,512	0,236	11,28	3,46	22,72	10,45	500,5	34,5	3,25	0,11	238,00	4,90	
CP3	460	0,653	0,3	14,39	4,41	0,108	0,05	2,38	0,73	0,761	0,35	16,77	5,14	83,97	38,62	1849,8	127,5	2,65	0,09	883,00	18,19	
CP4	480	4,611	2,213	106	32,48	0,469	0,225	10,78	3,30	5,08	2,438	116,78	35,78	75,15	36,07	1727,5	119,0	3,00	531,00	426,00	8,78	
CP5	480	<0,02	<0,01	<0,46	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,46	<0,141	0,39	0,19	8,9	0,6	5,00	0,17	6,00	0,12	
CP6	480	<0,02	<0,01	<0,46	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,46	<0,141	0,34	0,16	7,9	0,5	5,20	0,18	3,90	0,08	
CP7	480	<0,02	<0,01	<0,46	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,46	<0,141	0,41	0,20	9,4	0,6	5,40	0,18	3,00	0,06	
CP8	520	<0,02	<0,01	<0,5	<0,15	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,498	<0,153	0,35	0,18	8,8	0,6	5,50	0,19	3,20	0,07	
CP9	520	<0,02	<0,01	<0,5	<0,15	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,498	<0,153	0,45	0,23	11,2	0,8	5,15	0,18	4,70	0,10	
CP10	530	<0,02	<0,011	<0,51	<0,16	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,011	<0,508	<0,156	0,22	0,12	5,6	0,4	5,50	0,19	3,00	0,06	

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	Ed/Rev : 01/00	Classe : GP	
		Date : 03/01/2018	Page : 44/48		
		RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238			Référence : 17.SE.RS.18 Date : 31/08/2017 Page : 44/48

10.2. 4.2 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		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	Mesure	Incertitude	Mesure µS/cm	Incertitude µS/cm				
			mg	mg/m²			mg	mg/m²			mg	mg/m²						mg	mg/m²		
CL01	440	0,138	0,061	2,91	0,89	0,138	0,061	2,91	0,89	0,020	0,009	0,42	0,13	0,99	0,43	20,8	1,4	6,65	0,23	30,70	0,63
CL02	480	<0,02	<0,01	<0,46	<0,14	n.q.	-	-	-	0,020	0,010	0,46	0,14	0,18	0,08	4,1	0,3	5,80	0,20	2,20	0,05
CL03	650	<0,02	<0,013	<0,62	<0,19	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,013	<0,623	<0,191	0,17	0,11	5,4	0,4	5,95	0,20	2,20	0,05
CL04	480	<0,02	<0,01	<0,46	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,46	<0,141	0,12	0,06	2,8	0,2	6,20	0,21	2,90	0,06
CL05	590	<0,02	<0,012	<0,57	<0,17	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,012	<0,565	<0,173	0,13	0,08	3,6	0,3	5,60	0,19	2,20	0,05
CL06	440	<0,02	<0,009	<0,42	<0,13	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,421	<0,129	0,10	0,04	2,0	0,1	5,65	0,19	1,90	0,04
CL07	550	<0,02	<0,011	<0,53	<0,16	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,011	<0,527	<0,161	0,11	0,06	3,0	0,2	5,70	0,19	2,00	0,04
CL08	490	<0,02	<0,01	<0,47	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,469	<0,144	0,32	0,16	7,5	0,5	5,25	0,18	4,10	0,08
CL09	450	<0,02	<0,009	<0,43	<0,13	n.q.	-	-	-	0,020	0,009	0,43	0,13	0,28	0,13	6,0	0,4	5,80	0,20	2,80	0,06
CL10	450	<0,02	<0,009	<0,43	<0,13	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,431	<0,132	0,28	0,13	6,0	0,4	5,80	0,20	2,80	0,06
CL11	490	<0,02	<0,01	<0,47	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,469	<0,144	0,32	0,16	7,5	0,5	5,45	0,19	3,70	0,08
CL12	470	<0,02	<0,009	<0,45	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,45	<0,138	0,40	0,19	9,0	0,6	5,75	0,20	2,30	0,05
CL13	470	0,024	0,011	0,540	0,170	0,03	0,015	0,70	0,21	0,055	0,026	1,24	0,38	0,86	0,40	19,3	1,3	5,30	0,18	5,70	0,12
CL14	470	<0,02	<0,009	<0,45	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,45	<0,138	0,27	0,13	6,0	0,4	5,30	0,18	3,90	0,08
CL15	450	<0,02	<0,009	<0,43	<0,13	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,431	<0,132	0,21	0,10	4,6	0,3	6,35	0,22	2,70	0,06
CL16	560	<0,02	<0,011	<0,54	<0,16	n.q.	-	-	-	0,020	0,011	0,54	0,16	0,13	0,07	3,5	0,2	6,25	0,21	2,00	0,04
CL17	630	<0,02	<0,013	<0,6	<0,18	n.q.	-	-	-	0,020	0,013	0,60	0,19	0,12	0,08	3,6	0,3	6,00	0,20	2,00	0,04
CL18	550	<0,02	<0,011	<0,53	<0,16	n.q.	-	-	-	0,025	0,014	0,66	0,20	0,10	0,05	2,6	0,2	5,75	0,20	2,00	0,04
CL19	590	<0,02	<0,012	<0,57	<0,17	n.q.	-	-	-	0,020	0,012	0,57	0,17	0,09	0,05	2,5	0,2	5,80	0,20	1,80	0,04

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES
		Ed/Rev : 01/00 Classe : GP
		Date : 03/01/2018
		Page : 45/48

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18
		Date : 31/08/2017
		Page : 45/48

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	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Incertitude	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac		Incertitude	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac		Incertitude	Mesure	Incertitude	Mesure	Incertitude
			mg	mg/m ²			mg/m ²	mg			mg/m ²	mg/m ²			mg	mg/m ²					
CL20	550	<0,02	<0,011	<0,53	<0,16	n.q.	-	-	-	0,02	0,011	0,53	0,16	0,10	0,05	2,6	0,2	5,75	0,20	1,80	0,04
CL26A	730	<0,02	<0,015	<0,7	<0,21	n.q.	-	-	-	0,020	0,015	0,70	0,21	0,12	0,09	4,3	0,3	6,00	0,20	3,10	0,06
CL22	620	<0,02	<0,012	<0,59	<0,18	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,012	<0,594	<0,182	0,07	0,04	1,9	0,1	5,85	0,20	1,70	0,04
CL23	650	<0,02	<0,013	<0,62	<0,19	n.q.	-	-	-	0,02	0,013	0,62	0,19	0,17	0,11	5,1	0,4	5,75	0,20	2,10	0,04
CL24	620	<0,02	<0,012	<0,59	<0,18	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,012	<0,594	<0,182	0,08	0,05	2,5	0,2	5,65	0,19	1,90	0,04
CL25	580	<0,02	<0,012	<0,56	<0,17	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,012	<0,556	<0,17	0,08	0,04	2,1	0,2	5,60	0,19	1,80	0,04
CL26	510	<0,02	<0,01	<0,49	<0,15	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,01	<0,489	<0,15	0,11	0,06	2,7	0,2	5,70	0,19	2,10	0,04
CL27	610	<0,02	<0,012	<0,58	<0,18	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,012	<0,584	<0,179	0,12	0,07	3,4	0,2	5,65	0,19	2,20	0,05
CL28	750	<0,02	<0,015	<0,72	<0,22	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,015	<0,718	<0,22	0,10	0,07	3,5	0,2	5,65	0,19	2,00	0,04
CL29	560	<0,02	<0,011	<0,54	<0,16	n.q.	-	-	-	0,02	0,011	0,54	0,16	0,12	0,07	3,2	0,2	5,60	0,19	2,10	0,04
CL30	460	<0,02	<0,009	<0,44	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,009	<0,441	<0,135	0,08	0,04	1,8	0,1	5,50	0,19	1,90	0,04
CL31	470	<0,02	<0,009	<0,45	<0,14	n.q.	-	-	-	<0,037	<0,017	<0,833	<0,255	0,23	0,11	5,1	0,4	5,60	0,19	2,40	0,05
CL32	420	<0,02	<0,008	<0,4	<0,12	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,008	<0,402	<0,123	0,27	0,11	5,5	0,4	5,35	0,18	3,30	0,07
CL33	450	<0,02	<0,009	<0,43	<0,13	n.q.	-	-	-	<0,058	<0,026	<1,25	<0,383	0,25	0,11	5,5	0,4	5,50	0,19	2,80	0,06
CL34	450	<0,02	<0,009	<0,43	<0,13	n.q.	-	-	-	0,02	0,011	0,52	0,16	0,28	0,13	6,1	0,4	5,25	0,18	3,90	0,08
CL35	600	<0,02	<0,012	<0,57	<0,18	n.q.	-	-	-	0,02	0,012	0,58	0,18	0,08	0,05	2,4	0,2	5,60	0,19	2,00	0,04

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 46/48
--	---	--

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18 Date : 31/08/2017 Page : 13/14
---	--	--

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

Aucune pollution concernant la qualité de l'air de mesurée lors du tir VA238.

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/01/2018	
		Page : 47/48	

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE VA238	Référence : 17.SE.RS.18
		Date : 31/08/2017
		Page : 14/14

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

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

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

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

Type de gaz	VME	VLE
Alumine (poussière)	10 mg/m 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.

CENTRE SPATIAL GUYANAIS Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT ARIANE 5 VOL A238 DU 28 juin 2017 À 18h15	Réf : CSG-RP-S3X-18655-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/01/2018 Page : 48/48
--	---	--

♦♦♦♦ FIN DU DOCUMENT ♦♦♦♦