
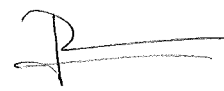
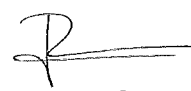



**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09
DU 06 MARS 2017 A 22H49**

	DATE ET SIGNATURE
PRÉPARÉ PAR	LOSADA C. SDP/ES 
VÉRIFIÉ PAR	RICHARD S SDP/ES  30.11.18
APPROUVÉ PAR	LEGRAND F. SDP/ES  30.11.18 F. S. Richard
APPLICATION AUTORISÉE PAR	BOLOH L. SDP  06/12/18

DIFFUSION	NB
ADEME	1
AE/DP/K	1
CG/COM	1
DEAL / S.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, vérifier 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

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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/12/2018 Page : 2/39
--	--	---

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	03/12/2018	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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf :	CSG-RP-SPX-19320-CNES
		Ed/Rev :	01/00 Classe : GP
		Date :	03/12/2018
		Page :	3/39

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°191	Compte-rendu Météo du Lancement VEGA VOL 09 SENTINEL 2B
DR8	CSG/SDO/AM/2017/N°228	Climatologie du mois de mars 2017 – Station météorologique du CSG
DR9	Rapport ESQS 17.SE.RS.06	Résultats du plan de mesure environnement VEGA VV09

DOCUMENTS APPLICABLES

RÉFÉRENCE		TITRE DU DOCUMENT
DA1	Arrêté N°1655/DEAL	Arrêté Numéro 1655/DEAL du 06 octobre 2011 portant autorisation au CNES à exploiter les installations constitutives de l'ensemble de lancement VEGA (ELVega) situées sur le territoire de la commune de Kourou, au sein du Centre Spatial Guyanais.
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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/12/2018 Page : 4/39
--	--	---

TERMES ET DEFINITIONS

TERME	DÉFINITION
ARPEGE	Modèle de prévisions numériques météorologiques, conçu par Météo France
Bacs à eau	Bacs de piégeage de surface exposée connue, contenant un volume d'eau distillée dont on connaît précisément les paramètres physico-chimiques.
CEP	Modèle de prévisions numériques météorologiques, non conçu mais utilisé par Météo France.
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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/12/2018	
		Page : 5/39	

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
ELVega	Ensemble de Lancement VEGA
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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/12/2018	
		Page : 6/39	

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

<p>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49</p>	<p>Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES</p> <p>Ed/Rev : 01/00 Classe : GP</p> <p>Date : 03/12/2018</p> <p>Page : 7/39</p>
--	---	--

SIGLE / ABRÉVIATION	DÉFINITION
SPM	« Single Point Monitor »
UDMH	Unsymmetrical Di MethylHydrazine (Diméthyl hydrazine asymétrique)
UPG	Usine de Propegol 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

<p>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49</p>	<p>Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES</p> <p>Ed/Rev : 01/00 Classe : GP</p> <p>Date : 03/12/2018</p> <p>Page : 8/39</p>
--	---	--

SOMMAIRE

1. RESUME NON TECHNIQUE	10
2. OBJET - DOMAINE D'APPLICATION	11
2.1. CONTEXTE METEOROLOGIQUE DU VOL VEGA N°09	12
3. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL VEGA 09.....	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 1R070317.TXT	19
5.4. SIMULATION SARRIM A PARTIR DU RADIOSONDAGE 1R070317.TXT	19
5.5. CONCLUSION SUR LA SIMULATION SARRIM ISSUE DU RADIOSONDAGE 1R070317.TXT.....	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	27
6.2.1. ANALYSE DES RETOMBEES EN ALUMINIUM PARTICULAIRE SEDIMENTABLE	27
6.2.2. ANALYSE DES RETOMBEES CHIMIQUES D'ACIDE CHLORHYDRIQUE	28
6.3. CONCLUSIONS SUR LES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES.....	30
7. MESURE EN CONTINU DES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES EN ACIDE CHLORHYDRIQUE	31
7.1. OBJECTIF DES MESURES.....	31
7.2. RESULTATS DES MESURES	33
8. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEMENT VV09.....	34
ANNEXE 1 : EVALUATION DE L'IMPACT SUR LES PERSONNES	35
ANNEXE 2 : RESULTATS D'ANALYSE DES BACS A EAU EN « CHAMP PROCHE » ET EN « CHAMP LOINTAIN »	36
ANNEXE 3 - RAPPELS SUR LES LIMITES REGLEMENTAIRES DE TOXICITE DES PRINCIPAUX PRODUITS EMIS PAR LE LANCEUR ARIANE 5/VEGA.....	39

<p>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49</p>	<p>Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES</p> <p>Ed/Rev : 01/00 Classe : GP</p> <p>Date : 03/12/2018</p> <p>Page : 9/39</p>
--	---	--

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 (1C060317.txt).....	16
Tableau 3 : Données météorologiques issues du radiosondage 1R070317.txt pour les couches atmosphériques représentatives.....	19
Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage 1R070317.TXT.....	20
Tableau 5 : Ensemble des paramètres de mesures dans les bacs à eau.....	26
Tableau 6 : Points de mesure présentant des concentrations maximales en champ proche et en champ lointain.....	27
Tableau 7 : Points de mesure présentant des concentrations maximales en champ proche et en champ lointain.....	28
Tableau 8 : Points de mesure présentant des valeurs maximales en champ proche et en champ lointain.....	28
Tableau 9 : Gammes de mesure des paramètres des analyseurs du système CODEX « fixe ».....	31
Tableau 10 : Seuils de détections des analyseurs du système CODEX « mobile ».....	32

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
Figure 5 : Cartographie d'implantation des capteurs en champ proche.....	25
Figure 6 : Cartographie d'implantation des capteurs en champ lointain.....	26

1. RESUME NON TECHNIQUE

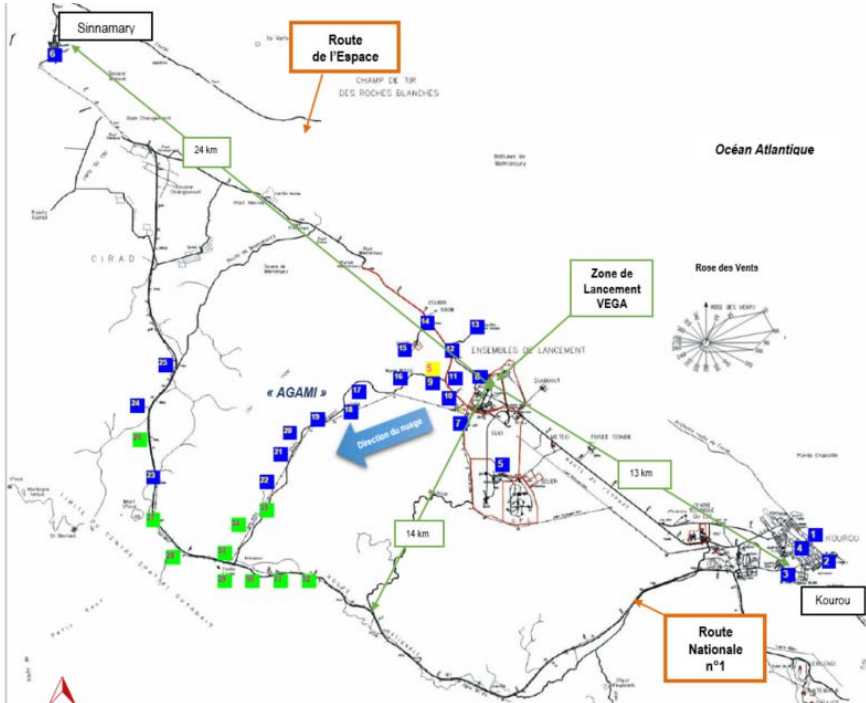


RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VOL VEGA VV09

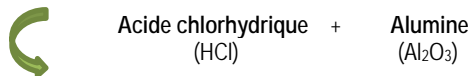
Arrêté préfectoral N°1655/DEAL du 06 octobre 2011 portant autorisation au CNES à exploiter les installations constitutives de l'Ensemble de Lancement VEGA (ELVEG A) situées sur le territoire de la commune de Kourou, au sein du Centre Spatial Guyanais

Lun
06
Mars
2017

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



Seuls les produits de combustion du premier étage (P80) sont dispersés dans l'atmosphère



VEGA
Le lundi 06 mars 2017 à 22h49 (Heure locale).

Le vol V09 en bref :

1 Satellite d'Observation de la Terre
Sentinel-2B



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 / Chlorures (Institut Pasteur de Guyane)
Analyseurs mobiles	Acide chlorhydrique en continu
Analyseurs fixes	Acide chlorhydrique

CONCLUSIONS SUR LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VV09

Teneurs maximales en acide chlorhydrique et en alumine mesurées jusqu'à 200 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. Les concentrations sont faibles voire non quantifiables, l'impact du lancement n'est pas décelable.

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

Une question ?

environnement-csg@cnes.fr

<p>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49</p>	<p>Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES</p> <p>Ed/Rev : 01/00 Classe : GP</p> <p>Date : 03/12/2018</p> <p>Page : 11/39</p>
--	---	---

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 **VEGA** qui transportait le satellite SENTINEL 2B.

Le vol **VEGA 09** a eu lieu le **06 mars 2017 à 22 heures 49 minutes** en heure locale, soit le 07/03/2017 à 01 heures 49 minutes, en temps universel (TU).

Ce document est élaboré pour répondre aux objectifs suivants :

- se conformer aux prescriptions de l'arrêté préfectoral **Arrêté N°1655/DEAL du 06 octobre 2011** autorisant le CNES à exploiter les installations constitutives de l'ensemble de lancement VEGA (ELVega) **[DA1]**,
- confirmer et enrichir les résultats obtenus lors des essais au banc et lors des lancements VEGA,
- 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 VEGA.

L'**Arrêté N°1655/DEAL du 06 octobre 2011** portant autorisation au CNES à exploiter les installations constitutives de l'ensemble de lancement VEGA (ELVega) situées sur le territoire de la commune de Kourou, au sein du Centre Spatial Guyanais **[DA1]** précise les mesures à effectuer dans le cadre de la surveillance des effets sur l'environnement des lancements.

« A l'occasion de chaque lancement, exploité sur l'ELVega, l'exploitant doit assurer une surveillance de la qualité de l'air et des retombées chimiques et particulaires, dans les atmosphères des agglomérations de Kourou et de Sinnamary ainsi que sur le site du CSG » (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 mesures des retombées chimiques gazeuses et particulaire en champ proche et en champ lointain portent sur les paramètres suivants :

- chlorures,
- aluminium dissous, particulaire et total.

Les mesures en continu de la qualité de l'air portent sur les paramètres suivants :

- peroxyde d'azote
- produits hydrazinés
- acide chlorhydrique » (Article 8.2.5.1)

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]**.

<p>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49</p>	<p>Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES</p> <p>Ed/Rev : 01/00 Classe : GP</p> <p>Date : 03/12/2018</p> <p>Page : 12/39</p>
--	---	---

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 prévisions météorologiques 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.

Des mesures sont également effectuées par radiosondage en chronologie positive afin de réaliser une deuxième modélisation du nuage de combustion et ainsi d'attester de la pertinence du plan de mesure.

2.1. Contexte météorologique du vol VEGA n°09

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 VEGA, sont autorisées sur la base de Critères Météorologiques dits de « Sauvegarde » (CMS).

Bien que le mois de mars marque généralement un retour temporaire à un temps plus sec en Guyane, le département était touché par des épisodes pluvieux intenses en début mars 2017, sous l'influence d'un alizé soutenu et humide.

La base a bénéficié d'une accalmie de courte durée le lundi 06 mars, avec un vent plus faible que les jours précédents et le retour du soleil. Les brèves averses observées en fin de chronologie négative correspondent à des nuages de faible extension verticale ne présentant pas de danger. Les conditions météorologiques ont donc été favorables pour les activités de lancement VV09. **[DR7]**.

Une hauteur de 5,2 mm de pluie a été enregistrée pendant les 26h d'exposition des bacs à eau.

Le 06/03/2017, le pic en rafale ou la vitesse maximale enregistrée pour le vent était de 37,1 km/h soit 10,30 m/s, dans une direction moyenne de 90 degré, à 12h38 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.

<p>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49</p>	<p>Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES</p> <p>Ed/Rev : 01/00 Classe : GP</p> <p>Date : 03/12/2018</p> <p>Page : 13/39</p>
--	---	--

3. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL VEGA 09

Le lanceur VEGA appartient à la classe des « petits lanceurs ». Sa mission principale consiste à injecter une charge utile de masse comprise entre 600 kg et 2500 kg en orbite basse (300 km à 1500 km). VEGA se compose de 3 étages à propergol solide : le P80, le ZEFIRO 23 et le ZEFIRO 9 ; d'un étage à bi-gols stockables nommé AVUM et d'une coiffe abritant les charges utiles.

Le plan de mesures environnement permet ainsi de quantifier et de surveiller les retombées en alumine et en acide chlorhydrique issues de la combustion du premier étage de VEGA, c'est-à-dire le P80. Cet étage est constitué de 88 tonnes de propergol solide de type butalane, de formulation voisine de celle d'une Etage d'Accélération à Poudre (EAP) d'Ariane 5. Ces caractéristiques sont à comparer avec celles du lanceur Ariane 5 qui comporte 2 EAP de 240 tonnes de propergol solide chacun, soit une masse totale de 480 tonnes.

Dès lors, sachant que les quantités de propergol mises en œuvre pour le VEGA sont 5,5 fois inférieures à celles d'Ariane 5, il est à retenir que les émissions d'alumine et d'acide chlorhydrique sont beaucoup plus faibles que celles générées par un lancement Ariane 5.

Pour rappel, les domaines couverts par le plan de mesures VEGA Vol 09 **[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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/12/2018	
		Page : 14/39	

4. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES

La localisation des points de mesures est présentée au paragraphe 6 du présent document.

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

EMPLACEMENT		DISTANCE ZLV (m)	SPM HONEYWELL
A I R	CPX	10 sites en champ proche (CP) 35 sites en champ lointain (CL)	Confer le <i>paragraphe 6</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 NO₂.
- } Soit **24 analyseurs fixes**

Le matériel (SPM Honeywell, bacs à eau) a été installé le 06/03/2017 entre 8h00 et 12h00.

Les capteurs et analyseurs ont été récupérés le 07/03/2017 entre 08h30 et 12h00.

Les échantillons ont été remis le 08/03/2017 dans la matinée à l'Institut Pasteur.

<p>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49</p>	<p>Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES</p> <p>Ed/Rev : 01/00 Classe : GP</p> <p>Date : 03/12/2018</p> <p>Page : 15/39</p>
--	---	---

5. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

La localisation du nuage de combustion d'un décollage de VEGA 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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf :	CSG-RP-SPX-19320-CNES
		Ed/Rev :	01/00 Classe : GP
		Date :	03/12/2018
		Page :	16/39

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 (1C060317.txt).

HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	719
BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)	
DIRECTION MOYENNE DES VENTS (°)	66
⇒ LES VENTS SONT ORIENTES VERS	ENTRE BEC FIN ET AGAMI SOIT UNE DIRECTION OUEST / SUD-OUEST

La simulation démontre que le nuage de combustion, sous les conditions météorologiques données, prendra une direction de 66° et sera orienté entre Bec Fin et Agami. Il se stabilisera autour de 719 mètres d'altitude.

Les capteurs ont donc été installés selon l'option de pose A «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

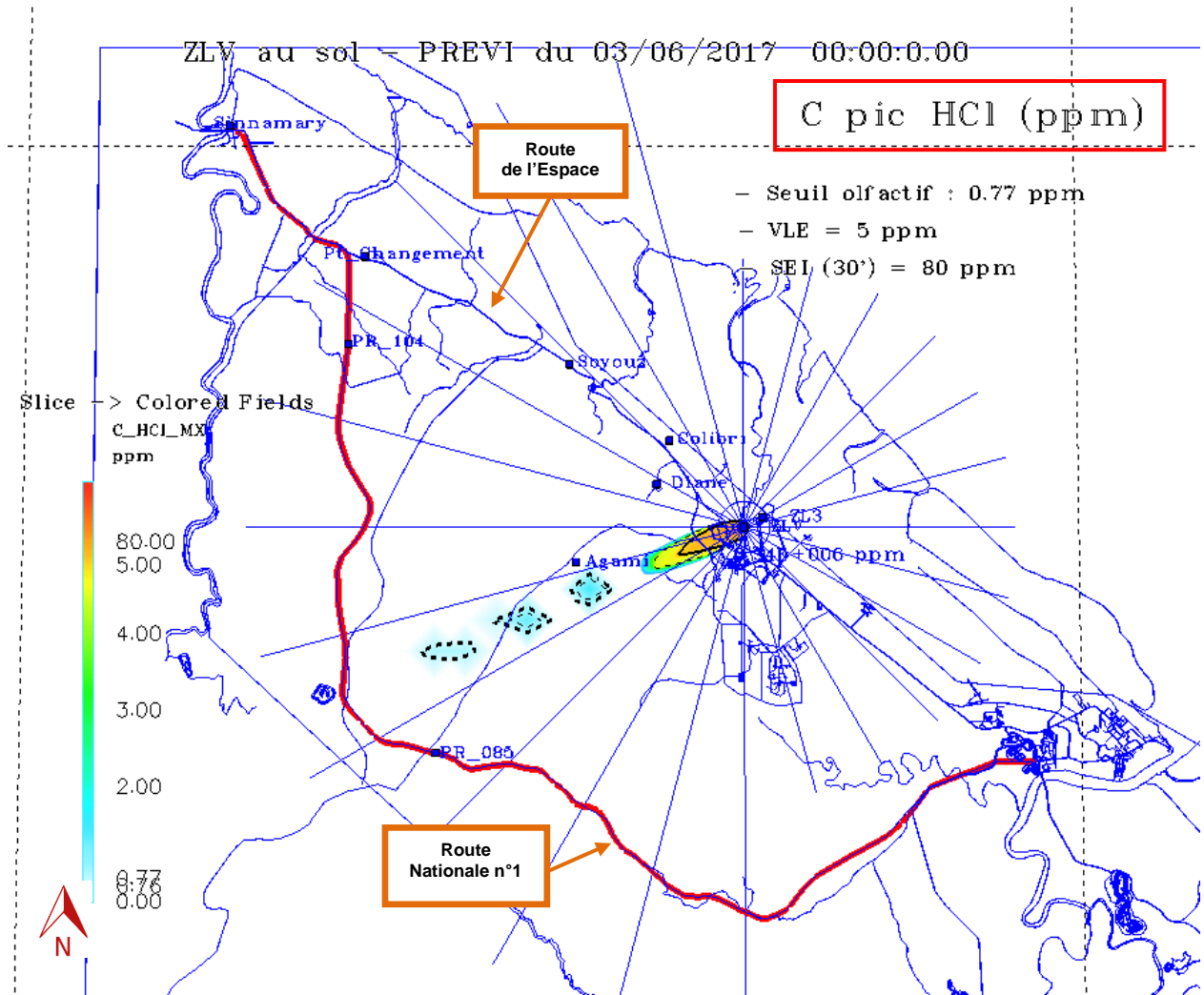
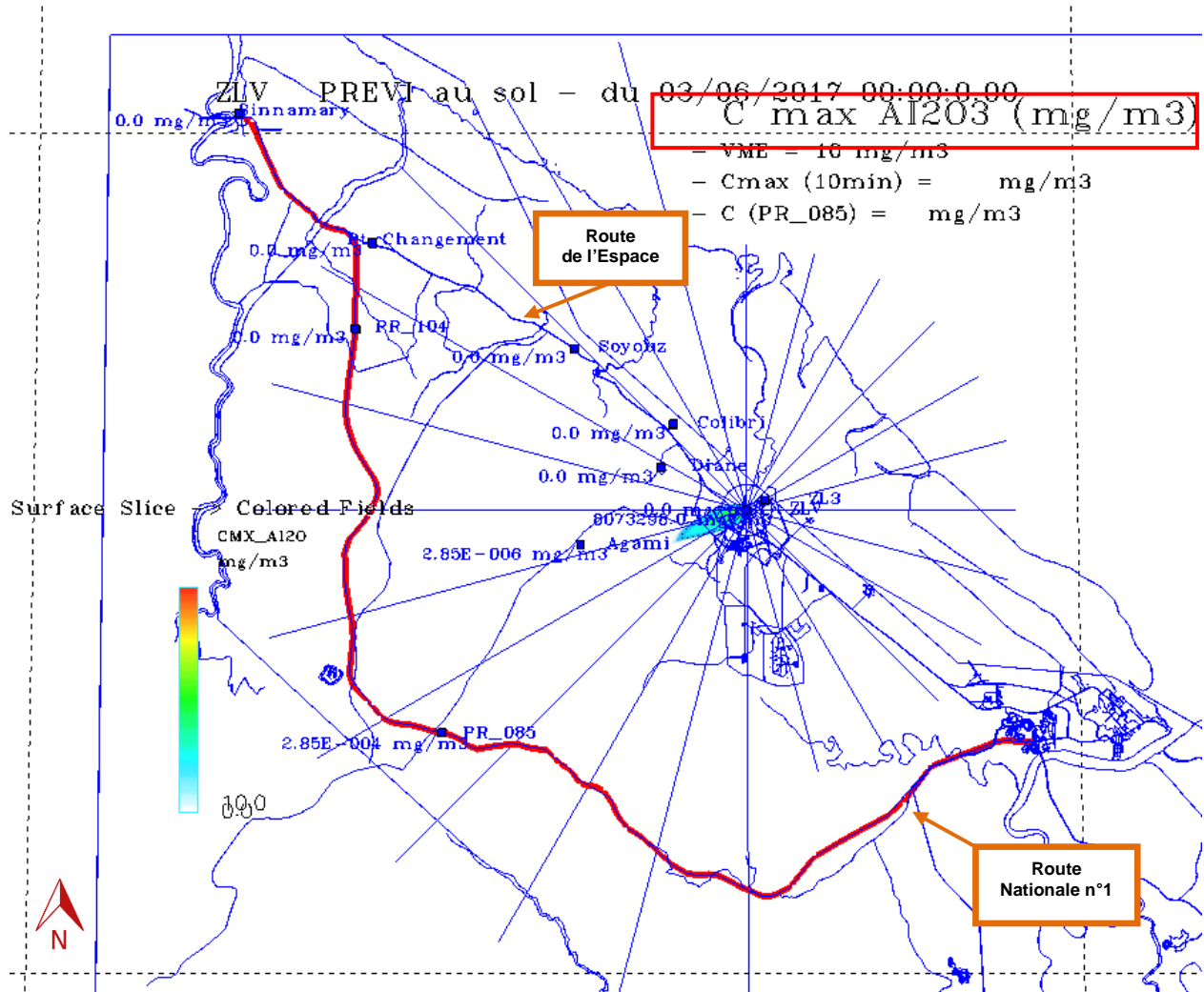


Figure 2 : Retombées en alumine selon la prévision météorologique



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 d'exposition.

Le pic de concentration en acide chlorhydrique (HCl) s'élève à 1,9 ppm soit une valeur inférieure au seuil réglementaire d'exposition (> VLE = 5 ppm), tandis que le pic de concentration en alumine (Al_2O_3) s'élève à 8,7 mg/m³ soit une valeur également inférieure au seuil réglementaire d'exposition (< VME = 10 mg/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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES
		Ed/Rev : 01/00 Classe : GP
		Date : 03/12/2018
		Page : 19/39

5.3. Données brutes du radiosondage 1R070317.txt

Le jour du lancement VV09, à H0 + 23 minutes, un radiosondage spécifique a été effectué (**référence 1R070317.txt** du 07/03/2017 à 02h12 TU) ; 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 1R070317.txt pour les couches atmosphériques représentatives.

ALTITUDE (mètres)	PRESSION (mb)	VITESSE DU VENT (m/s)	VENT EN PROVENANCE (°)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITE (%)
12	1010,6	4,0	40	25,9	92,0
100	1000,6	7,9	42	25,6	87,2
500	956,1	9,9	71	23,2	87,6
1000	902,8	9,4	62	19,7	96,7
1500	851,9	10,9	80	17,7	92,6
2000	803,5	7,3	82	15,1	96,1
2500	757,4	6,0	90	13,1	92,7
3000	713,6	7,2	97	10,1	90,7
3500	671,9	7,6	90	8,2	98,0
4000	632,4	7,5	74	5,8	76,5

5.4. Simulation SARRIM à partir du radiosondage 1R070317.txt

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

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

Au moyen des données 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.

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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/12/2018	
		Page : 20/39	

Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-après.

Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage 1R070317.TXT

HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	623
BASSES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant du sol jusqu'à la hauteur de stabilisation)	
- DIRECTION MOYENNE DES VENTS (°)	55,3
⇒ LES VENTS SONT ORIENTES VERS	BEC FIN SOIT UNE DIRECTION OUEST / SUD-OUEST

Une légère évolution des vents est constatée entre la modélisation prévisionnelle et les données du RS CP. Le nuage reste néanmoins orienté vers un secteur Ouest / Sud-Ouest.

Cette évolution étant compatible avec l'option de pose des bacs à eau (A) du plan de mesures environnement, déterminée par les données prévisionnelles, ces derniers ont donc 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

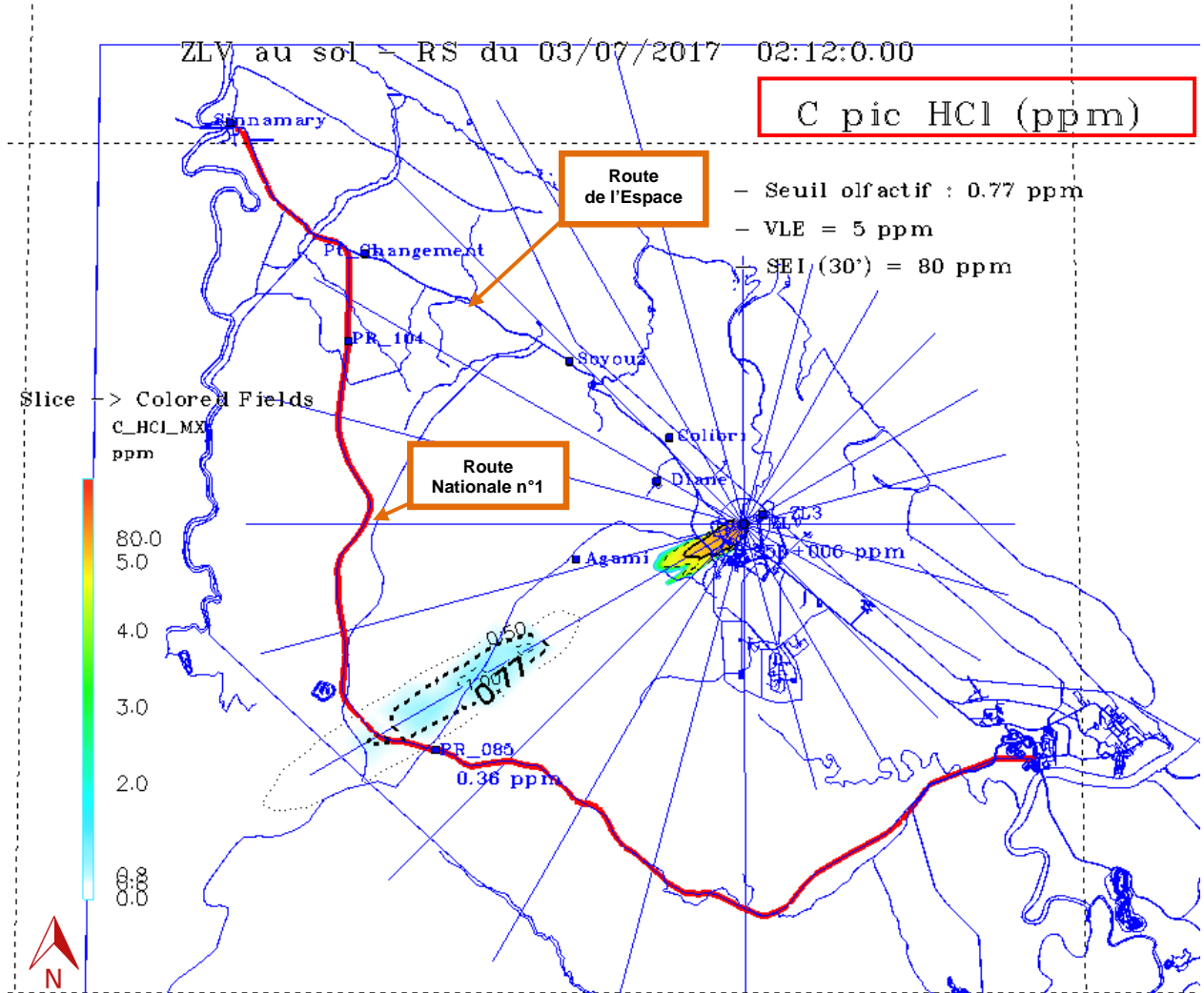
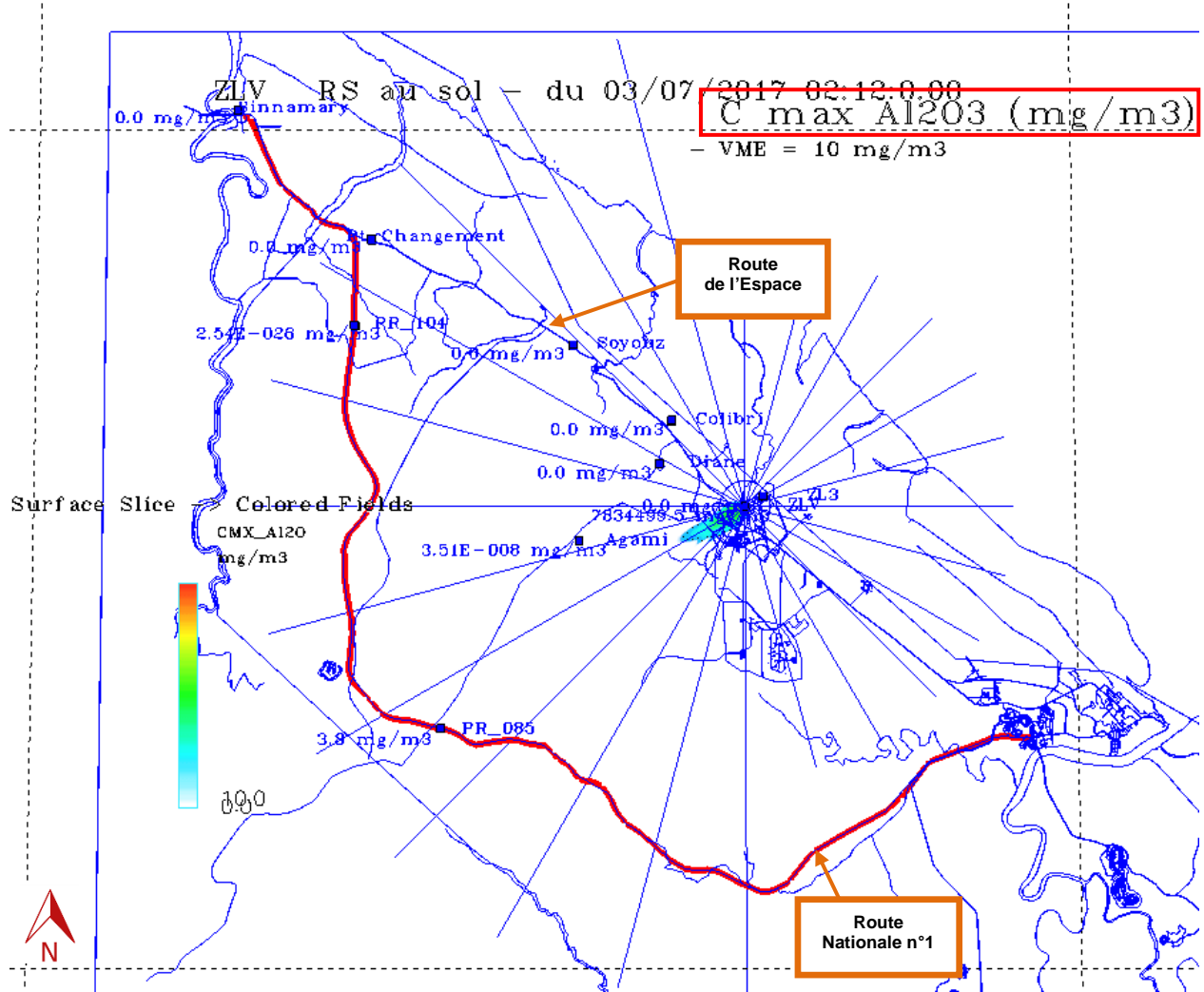


Figure 4 : Retombées en alumine selon le RS CP



<p>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49</p>	<p>Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES</p> <p>Ed/Rev : 01/00 Classe : GP</p> <p>Date : 03/12/2018</p> <p>Page : 23/39</p>
--	---	---

5.5. Conclusion sur la simulation SARRIM issue du radiosondage 1R070317.TXT

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 significativement l'orientation du nuage telle qu'elle avait été envisagée via la prévision numérique (66° en prévisionnel contre 55,3° selon le radiosondage 1R070317.txt, soit des directions Ouest/Sud-Ouest).

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

A noter que les concentrations maximales en acide chlorhydrique et alumine sont respectivement de 1,2 ppm et 4,9 mg/m³. Ces concentrations sont 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 (**1C060317.txt**) (**5.2 Simulation SARRIM à partir de données prévisionnelles**).

Pour rappel, les capteurs ont été implantés suivant la situation « Agami » - Option A.

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

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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/12/2018	
		Page : 24/39	

Ainsi, ces derniers prévoient :

	PREVISION METEOROLOGIQUE 1C060317.TXT DU 06/03/2017 À 00H00 TU	RADIOSONDAGE CP 1R070317.TXT DU 07/03/2017 À 02H12 TU
HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	713	623
BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)		
- Direction moyenne des vents (°)	66	55,3° vers Bec Fin
- Concentration maximale en acide chlorhydrique en champ lointain (ppm)	1,9	1,2
- Concentration maximale en alumine particulaire en champ lointain (mg/m ³)	8,7	4,9

La comparaison des résultats de la simulation issue des données prévisionnelles CEP (**PREVI**) et celle de la simulation réalisée à partir du radiosondage H0 + 23 min (**1R070317.txt**), met en évidence :

- que la direction prise par le nuage diffère de 16 % de celle simulée avec la prévision numérique
- que les résultats pour l'acide chlorhydrique au moyen des données CEP étaient légèrement surestimés par rapport à ceux du radiosondage réalisé à H0 + 23 min (même ordre de grandeur),
- que les résultats pour l'alumine au moyen des données CEP étaient surestimés par rapport à ceux du radiosondage réalisé à H0 + 23 min (écart de -43%),

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.

Les bacs à eau ont ainsi été exposés aux retombées chimiques du nuage de combustion issu du lacement VV09, malgré la légère réorientation du vent.

CONCLUSION

Le plan de mesures environnement VV09 a été déployé de façon optimale. A noter que les mesures réalisées restent conformes aux prescriptions de l'arrêté préfectoral puisqu'elles demeurent inférieures ou égales aux seuils réglementaires d'exposition (VLE et VME).

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

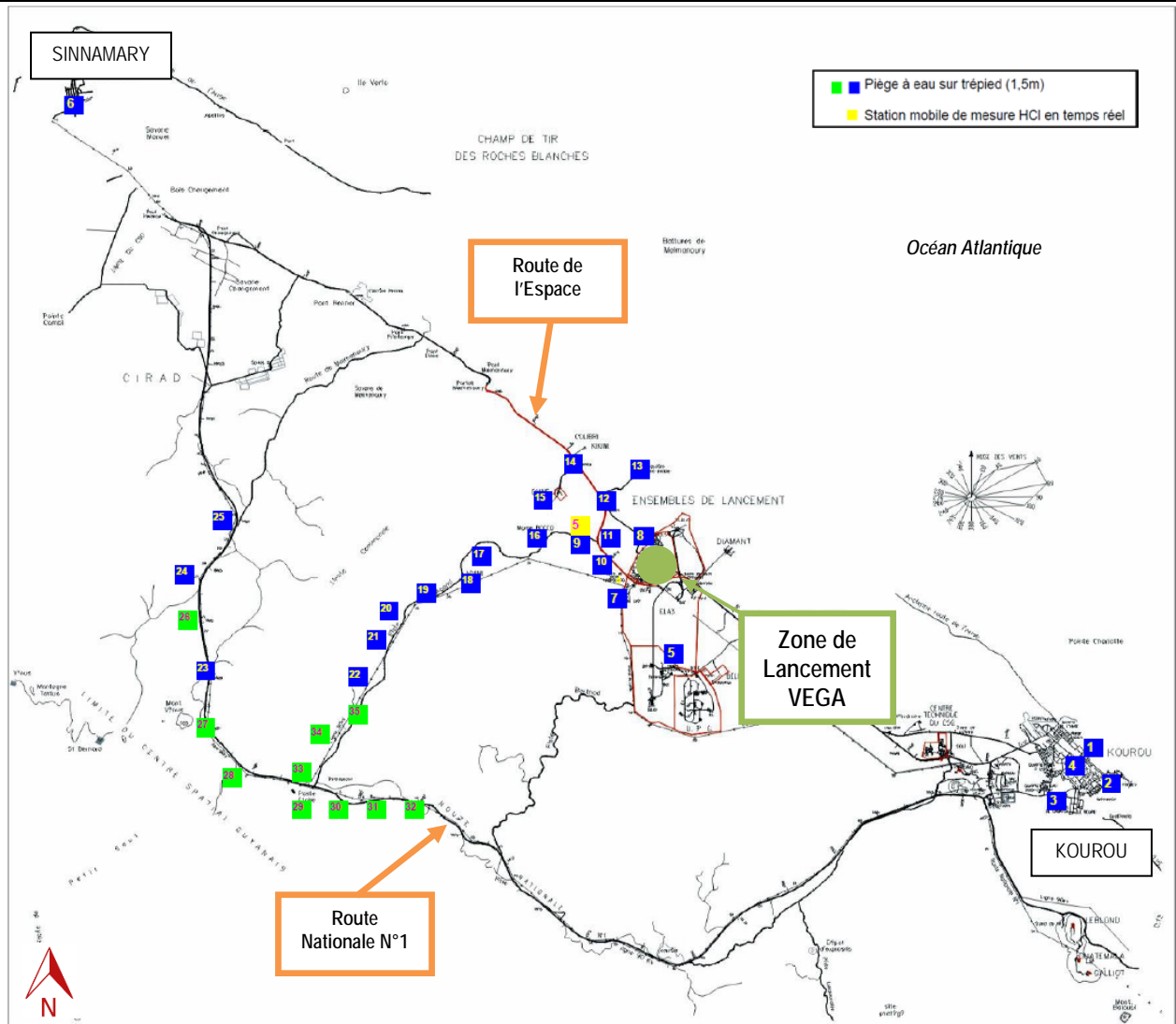


Figure 6 : Cartographie d'implantation des capteurs en champ lointain

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	$\mu\text{S/cm}$
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 le lancement est fait dans l'annexe 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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf :	CSG-RP-SPX-19320-CNES
		Ed/Rev :	01/00 Classe : GP
		Date :	03/12/2018
		Page :	27/39

6.2. Résultats des mesures

Durant les 26 heures d'exposition, une hauteur pluviométrique de 5,2 mm a été mesurée au CSG. Néanmoins, aucun bac n'a débordé et les analyses ont pu être réalisées dans les meilleures conditions.

L'ensemble des résultats bruts sont synthétisés dans 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		
	<i>Concentration Maximale (mg/m²)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZLV (m)</i>
Champ proche	4,77	CP04 Chemin de ronde ZL3 – Milieu Zone 45	168
Champ lointain	2,21	CL32 PK80,6 de la RN1	12 230

Remarques :

- Les concentrations en aluminium particulaire les plus importantes ont été quantifiées sur le chemin de ronde de la zone de lancement VEGA, à savoir jusqu'à une distance d'environ 168 mètres. De manière générale, les concentrations mesurées sont faibles voire non quantifiables (maximum 4,77 mg/m²).
- Pour le champ lointain, les concentrations en aluminium particulaire sont également faibles à non quantifiables (maximum 2,21 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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/12/2018	
		Page : 28/39	

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 ZLV (m)</i>
Champ proche	327,6	CP04 Chemin de ronde ZL3 – Milieu Zone 45	168
Champ lointain	114,5	CL01 Kourou – Station Météo Isabelle	16692

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 ZLV (m)</i>
Champ proche	3,75	CP04 Chemin de ronde ZL3 – Milieu Zone 45	168
Champ lointain	4,45	CL03 Kourou – Débarcadère des Iles	17 498
CONDUCTIVITE			
	<i>Maximum (µS/cm)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZLV (m)</i>
Champ proche	91	CP04 Chemin de ronde ZL3 – Milieu Zone 45	168
Champ lointain	20	CL03 Kourou – Débarcadère des Iles	17 498

<p>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49</p>	<p>Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES</p> <p>Ed/Rev : 01/00 Classe : GP</p> <p>Date : 03/12/2018</p> <p>Page : 29/39</p>
--	---	---

Remarques :

- En **champ proche**, on note une concentration en ions chlorures supérieure à 100 mg/m², au droit du point CP4, à une distance de 168m de la ZLV (327,6 mg/m²), sur le chemin de ronde de la zone de lancement VEGA. Au-delà de cette distance, les concentrations mesurées sont inférieures à 50 mg/m².

Concernant les **teneurs en aluminium particulaire**, celles-ci n'excèdent pas 4,77 mg/m², mesurés au droit du point CP04, à une distance de 168 mètres environ. Au-delà de cette distance, les valeurs sont faibles à non quantifiables.

- En **champ lointain**, les **teneurs en chlorures** mesurées sont négligeables. En effet, la plus forte concentration en chlorures (114,5 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 16 692 m de la ZLV). Cette mesure n'est pas attribuable au vol VV09 et correspondait plutôt à l'influence des embruns marins dans cette zone.

Pour l'**aluminium particulaire**, la valeur la plus importante s'élève à 2,21 mg/m². Cette valeur est mesurée au point CL32 soit à une distance de 12 230 m de la ZLV. De manière générale, les concentrations mesurées en champ lointain sont faibles voire non quantifiables.

- Compte tenu du positionnement géographique des bacs à eau, de la direction prise par le nuage de combustion, et des concentrations faibles voire non quantifiables mesurées pour le PME, nous pouvons attester de l'absence de pollution en champ lointain.
A noter que plusieurs facteurs environnementaux tels que des embruns marins aux abords de la station Météo Isabelle à la plage de la Cocoteraie (CL01) ont pu avoir une influence sur les résultats en ions chlorures.

Ces mesures viennent confirmer l'interprétation des résultats simulés par SARRIM (**4.5 Conclusion sur la simulation SARRIM issue du radiosondage 1R070317.txt**).

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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/12/2018	
		Page : 30/39	

6.3. Conclusions sur les retombées chimiques gazeuses et particulaires

Les mesures ont mis en évidence qu'une forte proportion d'acide chlorhydrique retombe sur le chemin de ronde de la zone de lancement VEGA (ZLV) soit jusqu'à une distance d'environ 168 mètres.

En champ lointain, une concentration notable a été détectée sur 1 point situé sur la station météo Isabelle (à Kourou). 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.

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

DIRECTION PRISE PAR LE NUAGE DE COMBUSTION					
J0 VV11 / H0 – 00 h 00		J0 VV11/ H0 + 23 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 + 23)		Option de pose A : « AGAMI » selon la modélisation de la PREVI	
66° soit entre Bec fin et Agami soit une direction Ouest / Sud-Ouest		55,3° soit vers Bec Fin soit une direction Ouest / Sud-Ouest		teneurs faibles à négligeables en champ lointain	
HCl	1,9 ppm	HCl	1,2 ppm	HCl	327,6 mg/m ² d'ion chlorure
Al ₂ O ₃	8,7 mg/m ³	Al ₂ O ₃	4,9 mg/m ³	Al ₂ O ₃	4,77 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 VV09.

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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/12/2018	
		Page : 31/39	

7. MESURE EN CONTINU DES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES 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 :

COMMUNES RIVERAINES

<u>KOUROU</u>		<u>SINNAMARY</u>	
Hôtel des Roches :	Local annexe du club de bridge	Gendarmerie :	Abri en bois
Centre Hospitalier de Kourou :	Enceinte du CHK		
Vieux-Bourg :	Embarcadère des îles (cabanon en bois),		
Plage de la Cocoteraie :	Station météo Isabelle (cabanon en bois).		

AU CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Centre Technique :	Annexe au bâtiment électromécanique		
Sites d'observation :	AGAMI :	Mobile-home	
	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

<p>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49</p>	<p>Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES</p> <p>Ed/Rev : 01/00 Classe : GP</p> <p>Date : 03/12/2018</p> <p>Page : 32/39</p>
--	---	---

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 »

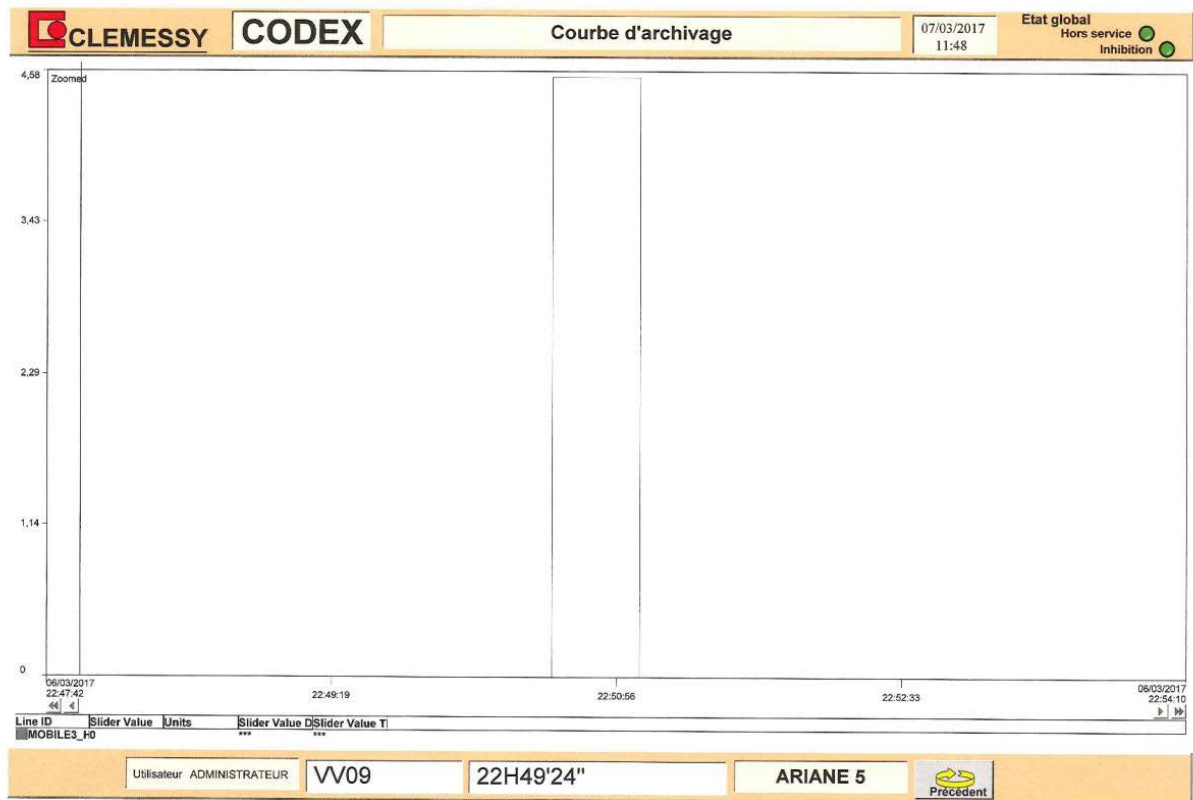
Nom	Produits	Seuil de détection en Champ Proche	Seuil de détection en Champ Lointain
HCl	Acide chlorhydrique	2 à 15 ppm	28 à 1200 ppb

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 trois systèmes CODEX mobiles, seul le SPM n°3 installé en CP4 a détecté une concentration en HCl (cf graphique ci-dessous). La concentration a été détectée à 22h50, soit une minute après le tir. A noter que la détection a duré moins d'une minute et que la concentration mesurée est inférieure à la VLE (<5ppm).

Cette donnée se corréle avec les concentrations retrouvées dans les bacs en ions chlorures.



d:\codex2\screens\courbe_p1.cim
11:48:27 07/03/2017



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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/12/2018 Page : 34/39
---	--	--

8. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEMENT VV09

La mission VEGA vol 09, effectuée le 06/03/2018, correspond au 1^{er} vol Véga de l'année 2017, avec la mise à poste du satellite SENTINEL 2B.

La surveillance de la qualité de l'air a mis en évidence qu'une forte proportion d'acide chlorhydrique retombe à proximité de la Zone de Lancement VEGA (ZLV), dédiée au lanceur VEGA. Plus précisément sur le chemin de ronde de la ZLV donc en champ proche et cela sur une distance n'excédant pas 200 mètres.

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

Aucune évolution notable des conditions climatiques n'est à retenir. Seule une légère réorientation des vents est à considérer. Les résultats obtenus sur le terrain confirment le passage du nuage de combustion telle que représenté par la simulation SARRIM issue du radiosondage à H0 + 23 minutes (RS CP) avec des concentrations maximum mesurées à l'ouest de la ZLV (CP4).

Enfin, pour ce vol VV09, le SPM Honeywell n°3, installé en CP4 a détecté une concentration en HCl durant 30 secondes.

Concernant la qualité des eaux de la crique Karouabo, la végétation et l'avifaune aux abords de la ZLV, 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 VEGA VV09 effectué le 06/03/2018 s'est déroulé conformément aux prescriptions de l'Arrêté d'Autorisation d'Exploiter l'ELVega.

Les résultats des mesures ont mis en évidence qu'aucun impact significatif 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.

<p>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49</p>	<p>Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES</p> <p>Ed/Rev : 01/00 Classe : GP</p> <p>Date : 03/12/2018</p> <p>Page : 35/39</p>
--	---	---

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 DES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES EN ACIDE CHLORHYDRIQUE**) des détections supplémentaires peuvent être menées sur la route nationale n°1.

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 VV09 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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : 03/12/2018 Page : 36/39
---	--	--

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

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




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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf :	CSG-RP-SPX-19320-CNES
		Ed/Rev :	01/00 Classe : GP
		Date :	03/12/2018
		Page :	37/39


	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VV 09	Référence : 17.SE.RS.06
		Date : 24/03/2017
		Page : 10/14

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		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	0	0	0	0	0	0,00	0,00	0	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00				
CP2	590	0,048	0,028	1,36	0,42	n.q.	-	-	-	0,053	0,031	1,50	0,46	1,64	0,97	46,2	3,2	5,70	0,19	10,00	0,21
CP3	615	0,054	0,033	1,59	0,49	n.q.	-	-	-	0,055	0,034	1,62	0,50	1,48	0,91	43,5	3,0	4,65	0,16	17,00	0,35
CP4	615	0,468	0,288	13,78	4,22	0,162	0,1	4,77	1,46	0,63	0,387	18,56	5,69	11,12	6,84	327,6	22,6	3,75	0,13	91,00	1,87
CP5	625	0,06	0,038	1,8	0,55	n.q.	-	-	-	0,069	0,043	2,07	0,63	1,53	0,95	45,7	3,1	5,05	0,17	10,00	0,21
CP6	640	0,054	0,035	1,66	0,51	n.q.	-	-	-	0,064	0,041	1,96	0,60	1,52	0,97	46,6	3,2	5,10	0,17	10,00	0,21
CP7	635	0,05	0,032	1,52	0,47	n.q.	-	-	-	0,053	0,034	1,61	0,49	1,62	1,03	49,3	3,4	5,20	0,18	9,80	0,20
CP8	630	0,05	0,032	1,51	0,46	0,041	0,026	1,24	0,38	0,091	0,057	2,75	0,84	1,68	1,06	50,6	3,5	5,05	0,17	11,00	0,23
CP9	630	0,048	0,03	1,45	0,44	0,026	0,016	0,78	0,24	0,074	0,047	2,23	0,68	1,56	0,98	47,1	3,2	5,30	0,18	8,80	0,18
CP10	600	0,023	0,014	0,66	0,2	n.q.	-	-	-	0,039	0,023	1,12	0,34	1,62	0,97	46,6	3,2	4,50	0,15	19,00	0,39

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VV 09	Référence : 17.SE.RS.06
		Date : 24/03/2017
		Page : 11/14

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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES
		Ed/Rev : 01/00 Classe : GP
		Date : 03/12/2018
		Page : 38/39

	RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VV 09	Référence : 17.SE.RS.06
		Date : 24/03/2017
		Page : 12/14

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/m²			mg	mg/m²			mg	mg/m²			mg	mg/m²					
CL20	520	<0,02	<0,01	<0,5	<0,15	0,03	0,018	0,85	0,26	0,03	0,018	0,85	0,26	1,58	0,82	39,5	2,7	5,55	0,19	8,50	0,18
CL21	670	<0,02	<0,013	<0,64	<0,2	0,033	0,022	1,06	0,32	0,033	0,022	1,06	0,32	1,26	0,84	40,5	2,8	5,40	0,18	8,10	0,17
CL22	755	<0,02	<0,015	<0,72	<0,22	0,037	0,028	1,34	0,41	0,037	0,028	1,34	0,41	1,56	1,18	56,6	3,9	5,55	0,19	8,20	0,17
CL23	630	<0,02	<0,013	<0,6	<0,18	0,04	0,025	1,18	0,36	0,04	0,025	1,18	0,36	1,47	0,93	44,4	3,1	5,55	0,19	8,00	0,16
CL24	635	<0,02	<0,013	<0,61	<0,19	0,04	0,023	1,13	0,35	0,04	0,023	1,13	0,35	0,92	0,58	28,0	1,9	5,55	0,19	5,80	0,12
CL25	580	<0,02	<0,012	<0,56	<0,17	0,03	0,017	0,81	0,25	0,03	0,017	0,81	0,25	1,03	0,60	28,5	2,0	5,80	0,20	6,10	0,13
CL26	600	<0,02	<0,012	<0,57	<0,18	0,03	0,015	0,72	0,22	0,03	0,015	0,72	0,22	1,13	0,68	32,6	2,2	5,70	0,19	6,80	0,14
CL27	715	<0,02	<0,014	<0,68	<0,21	0,03	0,021	1,03	0,32	0,03	0,021	1,03	0,32	1,45	1,03	49,5	3,4	5,65	0,19	7,90	0,16
CL28	695	<0,02	<0,014	<0,67	<0,2	n.q.	-	-	-	<0,023	<0,016	<0,766	<0,235	1,58	1,10	52,7	3,6	5,80	0,20	8,60	0,18
CL29	810	<0,02	<0,016	<0,78	<0,24	0,04	0,030	1,44	0,44	0,04	0,030	1,44	0,44	1,61	1,31	62,6	4,3	5,45	0,19	9,10	0,19
CL30	800	<0,02	<0,016	<0,77	<0,23	0,05	0,040	1,92	0,59	0,05	0,040	1,92	0,59	1,69	1,35	64,9	4,5	5,35	0,18	9,00	0,19
CL31	735	<0,02	<0,015	<0,7	<0,22	0,05	0,037	1,76	0,54	0,05	0,037	1,76	0,54	1,72	1,26	60,5	4,2	5,55	0,19	9,00	0,19
CL32	745	<0,02	<0,015	<0,71	<0,22	0,06	0,046	2,21	0,68	0,06	0,046	2,21	0,68	1,55	1,16	55,4	3,8	5,65	0,19	8,30	0,17
CL33	765	<0,02	<0,015	<0,73	<0,22	0,05	0,036	1,72	0,53	0,05	0,036	1,72	0,53	1,34	1,03	49,1	3,4	5,60	0,19	7,30	0,15
CL34	790	<0,02	<0,016	<0,76	<0,23	0,03	0,026	1,25	0,38	0,03	0,026	1,25	0,38	1,61	1,27	60,9	4,2	5,55	0,19	8,50	0,18
CL35	820	<0,02	<0,016	<0,79	<0,24	0,04	0,031	1,49	0,46	0,04	0,031	1,49	0,46	1,41	1,15	55,2	3,8	5,55	0,19	7,70	0,16

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 VEGA VOL V09 DU 06 MARS 2017 A 22H49	Réf : CSG-RP-SPX-19320-CNES	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : 03/12/2018	
		Page : 39/39	

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

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	

♦♦♦♦ FIN DU DOCUMENT ♦♦♦♦