


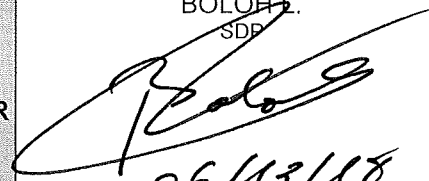


**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11  
DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42**

	DATE ET SIGNATURE
<b>PRÉPARÉ PAR</b>	LOSADA C. SDP/ES 
<b>VÉRIFIÉ PAR</b>	RICHARD S SDP/ES  30.11.18
<b>APPROUVÉ PAR</b>	LEGRAND F. SDP/ES  30.11.18 PF. S. Richard

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

<b>APPLICATION AUTORISÉE PAR</b>	BOLOH L. SDP  06/11/18
--------------------------------------	--

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*

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b> Ed/Rev : 01/00      Classe : GP Date : <b>03/12/2018</b> Page : <b>2/39</b>
--	--	---

## PAGE D'ANALYSE DOCUMENTAIRE

<b>Classification (+ qualification pour Diffusion Limitée) : Non sensible</b>
<b>Rédacteur(s) : Célie LOSADA</b>
<b>Version applicable disponible sur : GED Poséidon CNES/CSG</b>
<b>Gestionnaire technique du document</b> : 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.

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf :	<b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>
		Ed/Rev :	01/00                      Classe : GP
		Date :	<b>03/12/2018</b>
		Page :	<b>3/39</b>

## DOCUMENTS DE REFERENCE

RÉFÉRENCE		TITRE DU DOCUMENT
DR1	<b>CG/SDP/ES/N°16-228</b>	Plan de mesures Environnement Ariane 5, Vega et Soyuz – Centre Spatial Guyanais.
DR2	<b>Rapport final du groupe d'experts IRD, CNRS, INRA</b>	Impacts des activités futures d'Ariane 5 sur l'environnement humain et naturel – Contrat de consultance IRD 9086-01/CNES/2129 – Janvier 2003.
DR3	<b>INERIS DRC-02-37656-AIRE n°656b-MRa-CFe</b>	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	<b>CG/SDP/ES/2006/N°1263</b>	Note relative au plan de mesures Environnement Ariane 5.
DR5	<b>CG/SDP/ES/2009/N°946</b>	Note relative à l'utilisation des prévisions CEP pour la mise en place des capteurs du plan de mesures Environnement Ariane 5.
DR6	<b>LOS-IC-RS-12611-CNES</b>	Instruction relative à la mission de coordination des mesures de sûreté - coordination environnement et sauvegarde sol
DR7	<b>CG/SDO/AM/2017/N°620</b>	Compte-rendu Météo du Lancement VEGA VOL 11 MOHAMMED VI-A
DR8	<b>CSG/SDO/AM/2017/N°692</b>	Climatologie du mois de novembre 2017 – Station météorologique du CSG
DR9	<b>Rapport ESQS 18.SE.RS.02</b>	Résultats du plan de mesure environnement VEGA VV11

## DOCUMENTS APPLICABLES

RÉFÉRENCE		TITRE DU DOCUMENT
DA1	<b>Arrêté N°1655/DEAL</b>	<b>Arrêté Numéro 1655/DEAL du 06 octobre 2011</b> 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	<b>CSG-ID-S3X-495-SEER</b>	Description et exploitation des plans de mesures Ariane 5 et des mesures environnement.

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>
		Ed/Rev : 01/00      Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>
		Page : <b>4/39</b>

## TERMES ET DEFINITIONS

TERME	DÉFINITION
<b>ARPEGE</b>	Modèle de prévisions numériques météorologiques, conçu par Météo France
<b>Bacs à eau</b>	Bacs de piégeage de surface exposée connue, contenant un volume d'eau distillée dont on connaît précisément les paramètres physico-chimiques.
<b>CEP</b>	Modèle de prévisions numériques météorologiques, non conçu mais utilisé par Météo France.
<b>Seuil des Effets Irréversibles (SEI)</b>	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).
<b>Seuil des Effets Létaux (SEL)</b>	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).
<b>Valeur Limite d'Exposition (VLE)</b>	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.
<b>Valeur Moyenne d'Exposition (VME)</b>	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 <sup>3</sup> .

<p><b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b></p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p><b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b></p>	<p>Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b></p> <p>Ed/Rev : 01/00      Classe : GP</p> <p>Date : <b>03/12/2018</b></p> <p>Page : <b>5/39</b></p>
--	---	--

## SIGLES

SIGLE / ABRÉVIATION	DÉFINITION
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	Alumine
Al <sup>3+</sup>	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 <sup>-</sup>	Ion Chlorure
CMCK	Centre Médico-Chirurgical de Kourou
CNES	Centre National d'Etudes Spatiales
CODEX	Collecte de Données Environnement eXtérieur du CSG (Réseau de)
CP	Champ Proche
CT	Centre Technique
CSG	Centre Spatial Guyanais
dB	Décibel
ELA	Ensemble de Lancement ARIANE
ELVega	Ensemble de Lancement VEGA
ESQS	Europe Spatiale Qualité Sécurité
GPS	Système de Positionnement Global
H <sub>2</sub>	Dihydrogène
HC	Hydrocarbures imbrûlés

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>	
		Page : <b>6/39</b>	

SIGLE / ABRÉVIATION	DÉFINITION
<b>HCl</b>	Acide Chlorhydrique
<b>ICPE</b>	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
<b>INERIS</b>	Institut National de l'Environnement Industriel et des Risques
<b>IRD</b>	Institut de Recherche et de Développement
<b>LD</b>	Limite de Détection
<b>MEST</b>	Matières En Suspension Totales
<b>MMH</b>	Mono Méthyl Hydrazine
<b>NaCl</b>	Chlorure de Sodium
<b>NaOH</b>	Hydroxyde de Sodium / Soude
<b>N<sub>2</sub>H<sub>4</sub></b>	Hydrazine
<b>N<sub>2</sub>O<sub>4</sub></b>	Peroxyde d'Azote
<b>NO<sub>2</sub></b>	Dioxyde d'Azote
<b>NO<sub>x</sub></b>	Oxyde d'Azote
<b>pH</b>	Potentiel Hydrogène
<b>ppb</b>	Partie par milliard en volume (10 <sup>-9</sup> ), soit 1 mm <sup>3</sup> /m <sup>3</sup>
<b>ppm</b>	partie par million
<b>PRS</b>	Pupitre Responsable Sauvegarde
<b>RN1</b>	Route Nationale 1
<b>RS</b>	Radiosondage
<b>RSM</b>	Responsable Sauvegarde Météo
<b>SARRIM</b>	« Stratified Atmosphere Release of Rockets Impact Model »
<b>SEI</b>	Seuil des Effets Irréversibles
<b>SEL</b>	Seuil des Effets Létaux

<p><b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b></p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p><b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b></p>	<p>Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b></p> <p>Ed/Rev : 01/00      Classe : GP</p> <p>Date : <b>03/12/2018</b></p> <p>Page : <b>7/39</b></p>
--	---	--

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

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b> Ed/Rev : 01/00      Classe : GP Date : <b>03/12/2018</b> Page : <b>8/39</b>
--	--	---

## SOMMAIRE

<b>1. RESUME NON TECHNIQUE .....</b>	<b>10</b>
<b>2. OBJET - DOMAINE D'APPLICATION .....</b>	<b>11</b>
<b>2.1. CONTEXTE METEOROLOGIQUE DU VOL VEGA N°11 .....</b>	<b>12</b>
<b>3. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL VEGA 11 .....</b>	<b>13</b>
<b>4. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES.....</b>	<b>14</b>
<b>5. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES .....</b>	<b>15</b>
<b>5.1. SARRIM, L'OUTIL DE MODELISATION DE LA DISPERSION ATMOSPHERIQUE DES POLLUANTS .....</b>	<b>15</b>
<b>5.2. SIMULATION SARRIM A PARTIR DE DONNEES PREVISIONNELLES.....</b>	<b>16</b>
<b>5.3. DONNEES BRUTES DU RADIOSONDAGE 1R081117.TXT.....</b>	<b>19</b>
<b>5.4. SIMULATION SARRIM A PARTIR DU RADIOSONDAGE 1R081117.TXT .....</b>	<b>19</b>
<b>5.5. CONCLUSION SUR LA SIMULATION SARRIM ISSUE DU RADIOSONDAGE 1R081117.TXT.....</b>	<b>23</b>
<b>5.6. COMPARAISON DES RESULTATS DES SIMULATIONS REALISEES A PARTIR DU RADIOSONDAGE CP ET DES DONNEES PREVISIONNELLES (CEP) .....</b>	<b>23</b>
<b>6. SUIVI DES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES EN CHAMPS PROCHE, MOYEN ET LOINTAIN.....</b>	<b>25</b>
<b>6.1. OBJECTIF DES MESURES.....</b>	<b>25</b>
<b>6.2. RESULTATS DES MESURES .....</b>	<b>27</b>
<b>6.2.1. ANALYSE DES RETOMBEES EN ALUMINIUM PARTICULAIRE SEDIMENTABLE .....</b>	<b>27</b>
<b>6.2.2. ANALYSE DES RETOMBEES CHIMIQUES D'ACIDE CHLORHYDRIQUE .....</b>	<b>28</b>
<b>6.3. CONCLUSIONS SUR LES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES.....</b>	<b>30</b>
<b>7. MESURE EN CONTINU DES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES EN ACIDE CHLORHYDRIQUE .....</b>	<b>31</b>
<b>7.1. OBJECTIF DES MESURES.....</b>	<b>31</b>
<b>7.2. RESULTATS DES MESURES .....</b>	<b>32</b>
<b>8. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEMENT VV11 .....</b>	<b>33</b>
<b>ANNEXE 1 : EVALUATION DE L'IMPACT SUR LES PERSONNES .....</b>	<b>34</b>
<b>ANNEXE 2 : RESULTATS D'ANALYSE DES BACS A EAU EN « CHAMP PROCHE » ET EN « CHAMP LOINTAIN » .....</b>	<b>35</b>
<b>ANNEXE 3 - RAPPELS SUR LES LIMITES REGLEMENTAIRES DE TOXICITE DES PRINCIPAUX PRODUITS EMIS PAR LE LANCEUR ARIANE 5.....</b>	<b>39</b>



<p><b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b></p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p><b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b></p>	<p>Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b></p> <p>Ed/Rev : 01/00      Classe : GP</p> <p>Date : <b>03/12/2018</b></p> <p>Page : <b>9/39</b></p>
--	---	--

## LISTE DES TABLEAUX

<b>Tableau 1</b> : Récapitulatif de l'implantation des capteurs de mesure.....	14
<b>Tableau 2</b> : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir des données prévisionnelles CEP (2C081117.txt).....	16
<b>Tableau 3</b> : Données météorologiques issues du radiosondage 1R081117.txt pour les couches atmosphériques représentatives.....	19
<b>Tableau 4</b> : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage 1R081117.txt.....	20
<b>Tableau 5</b> : Ensemble des paramètres de mesures dans les bacs à eau.....	27
<b>Tableau 6</b> : Points de mesure présentant des concentrations maximales en champ proche et en champ lointain.....	27
<b>Tableau 7</b> : Points de mesure présentant des concentrations maximales en champ proche et en champ lointain.....	28
<b>Tableau 8</b> : Points de mesure présentant des valeurs maximales en champ proche et en champ lointain.....	28
<b>Tableau 9</b> : Gammes de mesure des paramètres des analyseurs du système CODEX « fixe ».....	31
<b>Tableau 10</b> : Seuils de détections des analyseurs du système CODEX « mobile ».....	32

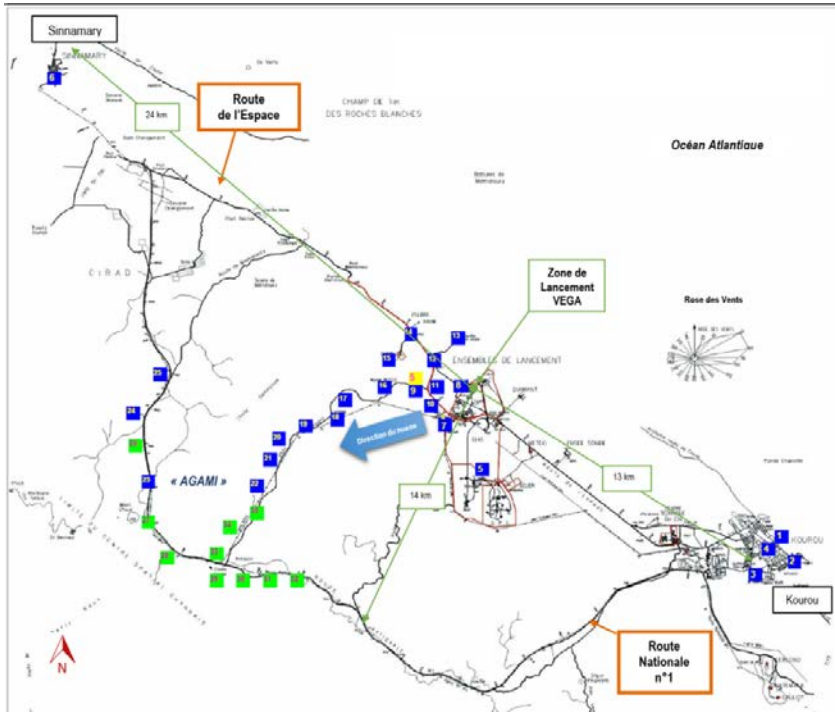
## LISTE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Retombées en acide chlorhydrique selon la prévision météorologique.....	17
<b>Figure 2</b> : Retombées en alumine selon la prévision météorologique.....	18
<b>Figure 3</b> : Retombées en acide chlorhydrique selon le RS CP.....	21
<b>Figure 4</b> : Retombées en alumine selon le RS CP.....	22
<b>Figure 5</b> : Cartographie d'implantation des capteurs en champ proche.....	25
<b>Figure 6</b> : Cartographie d'implantation des capteurs en champ lointain.....	26

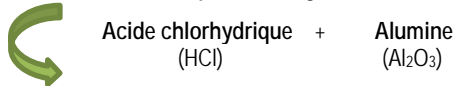
# 1. RESUME NON TECHNIQUE

	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VOL VEGA VV11</b> <i>Arrêté préfectoral 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</i>	Mar <b>7</b> Nov. 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 mardi 7 novembre 2017 à 22h42 (Heure locale).

Le vol V11 en bref :  
 1 système de 2 Satellites de Reconnaissance et d'Observation de la Terre

**MOHAMMED VI-A**



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 VV11

Teneurs maximales en acide chlorhydrique et en alumine mesurées jusqu'à 1500 mètres en zone de lancement et jusqu'à environ 2800 mètres de la zone de lancement (à l'intérieur du périmètre du CSG).

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, parfois non imputable au lancement (soulèvement de poussière, embruns marins) ; 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](mailto:environnement-csg@cnes.fr)

<p><b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b></p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p><b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b></p>	<p>Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b></p> <p>Ed/Rev : 01/00                      Classe : GP</p> <p>Date : <b>03/12/2018</b></p> <p>Page : <b>11/39</b></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 Mohammed VI-A.

Le **vol VEGA 11** a eu lieu le **07 novembre 2017 à 22 heures 42 minutes** en heure locale, soit le 08 novembre 2017 à 01 heure 42 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><b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b></p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p><b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b></p>	<p>Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b></p> <p>Ed/Rev : 01/00      Classe : GP</p> <p>Date : <b>03/12/2018</b></p> <p>Page : <b>12/39</b></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°11**

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).

En début novembre, la Zone Intertropicale de Convergence se localisait au niveau de la Guyane, donc à une position inhabituelle pour la saison (ZIC généralement plus au Nord à cette période).

La journée du 7 novembre est marquée par une forte activité convective, en particulier en fin de chronologie, avec de nombreuses averses orageuses circulant au-dessus de la base.

Ces conditions météorologiques dégradées provoquent l'éclatement prématuré des ballons, qui se retrouvent pris dans les Cumulonimbus lors de leur ascension. Elles occasionnent également un exposé supplémentaire pour risque foudre sur la ZLV lors du retrait portique, et par conséquent un retard sur cette opération.

Néanmoins, une accalmie temporaire s'opère pour le H0 unique, entre deux systèmes actifs, et l'ensemble des critères météorologiques passe alors au vert. VV11 a ainsi pu s'élancer à 22h42 heure locale, dans un ciel très chargé mais sans menace de foudroiement en vol. **[DR7]**.

Durant les 26 heures d'exposition des instruments de mesure, la pluviométrie mesurée était de 39.9 mm.

Le 07 novembre 2017, le pic en rafale ou la vitesse maximale enregistrée pour le vent était de 33,8 km/h soit 9,4 m/s, dans une direction moyenne de 100 degré, à x15h39 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><b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b></p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p><b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b></p>	<p>Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b></p> <p>Ed/Rev : 01/00      Classe : GP</p> <p>Date : <b>03/12/2018</b></p> <p>Page : 13/39</p>
--	---	--

### 3. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL VEGA 11

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-ergols 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 11 **[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).*

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>	
		Page : 14/39	

## 4. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES

La localisation des points de mesures est présentée dans le paragraphe 6.

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

EMPLACEMENT			DISTANCE ZLV (m)	SPM HONEYWELL
<b>A I R</b>	CPX	10 sites en champ proche (CP) 35 sites en champ lointain (CL)	Confer <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 NO<sub>2</sub>.
- } Soit **24** analyseurs fixes

Le matériel (SPM Honeywell, bacs à eau) a été installé le 7/11/2017 entre 8h00 et 12h30.

Les capteurs et analyseurs ont été récupérés le 8/11/2017 entre 08h00 et 12h00.

Les échantillons ont été remis le 9/11/2017 dans l'après-midi à l'Institut Pasteur.

<p><b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b></p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p><b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b></p>	<p>Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b></p> <p>Ed/Rev : 01/00      Classe : GP</p> <p>Date : <b>03/12/2018</b></p> <p>Page : <b>15/39</b></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.

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>	
		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 (2C081117.txt).**

<b>HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)</b>	<b>742</b>
<b>BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)</b>	
DIRECTION MOYENNE DES VENTS (°)	71
⇒ LES VENTS SONT ORIENTES VERS	AGAMI SOIT UNE DIRECTION OUEST / SUD-OUEST

La simulation démontre que le nuage de combustion, sous les conditions météorologiques données, prendra une direction Ouest / Sud-Ouest, vers Agami. Il se stabilisera autour de 742 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**

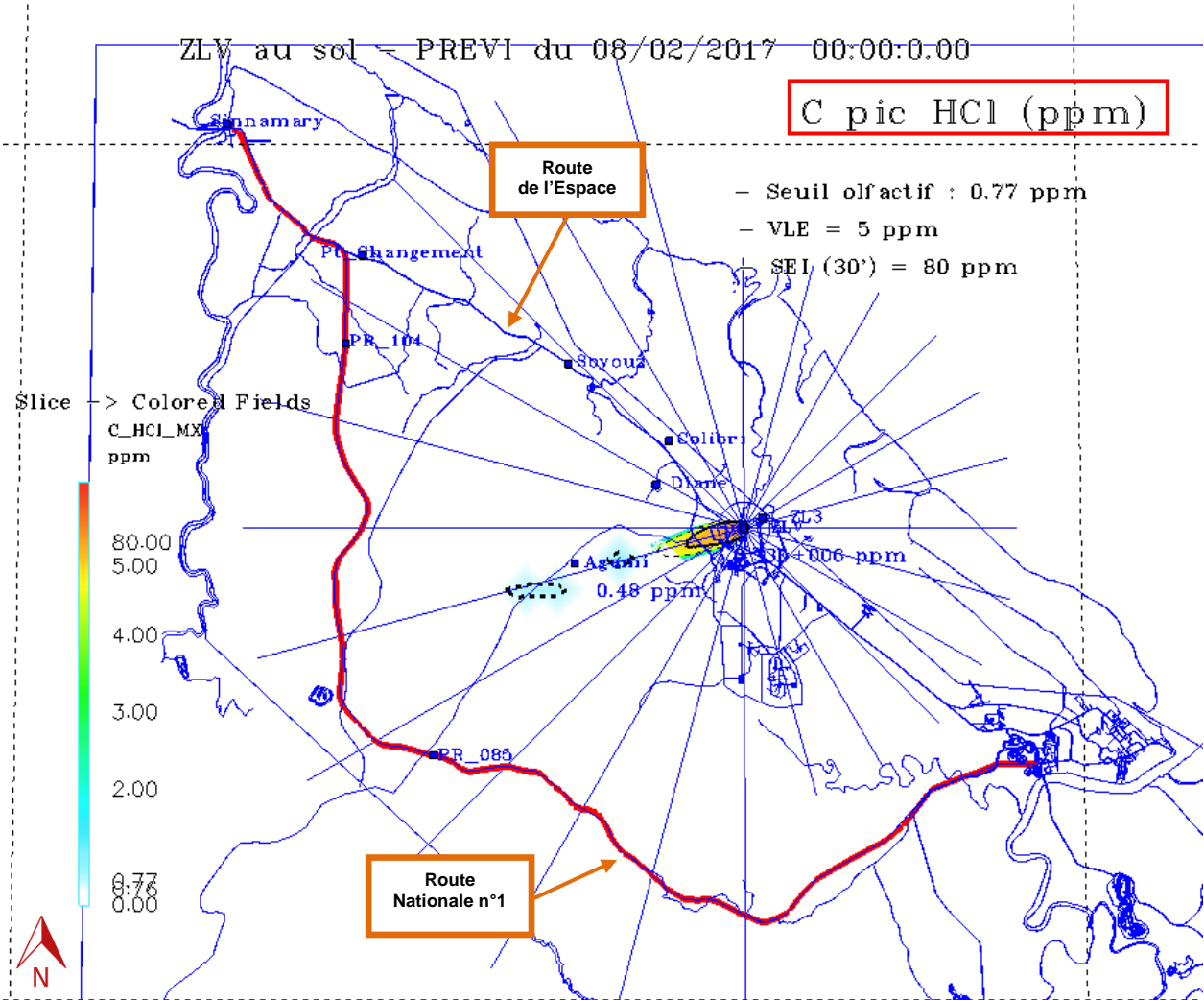
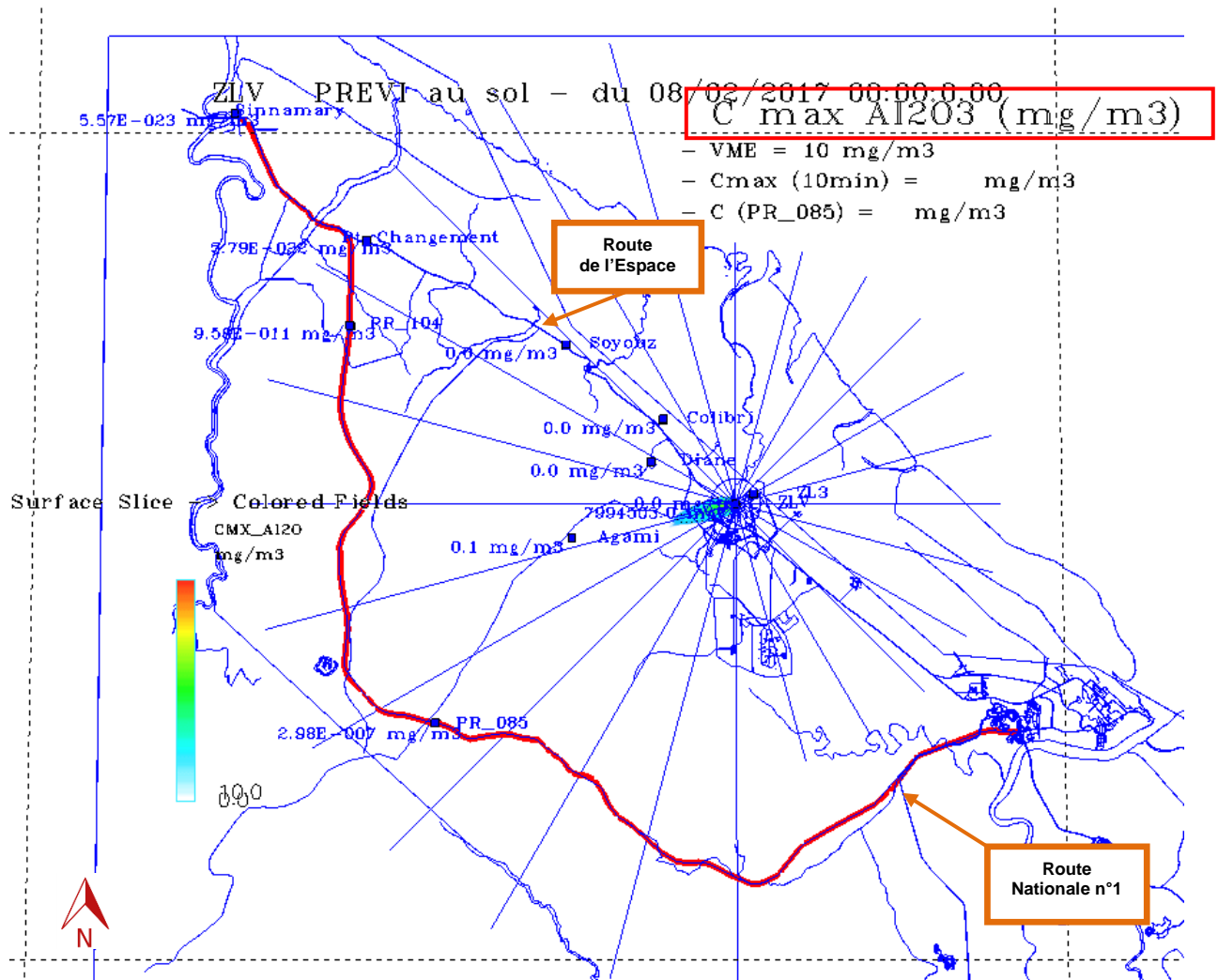


Figure 2 : Retombées en alumine selon la prévision météorologique



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 2,1 ppm soit une valeur inférieure au seuil réglementaire d'exposition (> VLE = 5 ppm), tandis que le pic de concentration en alumine (Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>) s'élève à 12,0 mg/m<sup>3</sup> soit une valeur légèrement supérieure au seuil réglementaire d'exposition (< VME = 10 mg/m<sup>3</sup>).

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b>  Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf :	<b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>
		Ed/Rev :	01/00                      Classe : GP
		Date :	<b>03/12/2018</b>
		Page :	<b>19/39</b>

### 5.3. Données brutes du radiosondage 1R081117.txt

Le jour du lancement VV11, à H0 + 23 minutes, un radiosondage spécifique a été effectué (**référence 1R081117.txt** du 08/11/2017) ; 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 1R081117.txt pour les couches atmosphériques représentatives.**

ALTITUDE (mètres)	PRESSION (mb)	VITESSE DU VENT (m/s)	VENT EN PROVENANCE (°)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITE (%)
12	1009,0	1,0	70	23,8	96
100	999,0	1,9	88	25,4	90,4
500	954,6	6,8	83	23,2	93,0
1000	901,4	7,9	79	19,9	96,0
1500	850,6	6,3	97	17,5	95,2
2000	802,2	6,3	77	14,7	95,1
2500	756,2	5,1	101	12,8	85,2
3000	712,4	6,5	107	10,2	81,3
3500	670,7	4,2	104	7,5	78,1
4000	631,1	3,8	89	4,3	86,0

### 5.4. Simulation SARRIM à partir du radiosondage 1R081117.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.

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b>  Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>	
		Page : <b>20/39</b>	

Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-après.

**Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage 1R081117.txt**

<b>HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)</b>	<b>481</b>
<b>BASSES COUCHES DE L'ATMOSPHERE</b> (pour une altitude allant du sol jusqu'à la hauteur de stabilisation)	
- DIRECTION MOYENNE DES VENTS (°)	80
⇒ LES VENTS SONT ORIENTES VERS	AGAMI SOIT UNE DIRECTION OUEST / NORD- OUEST

**On constate une légère évolution des vents 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

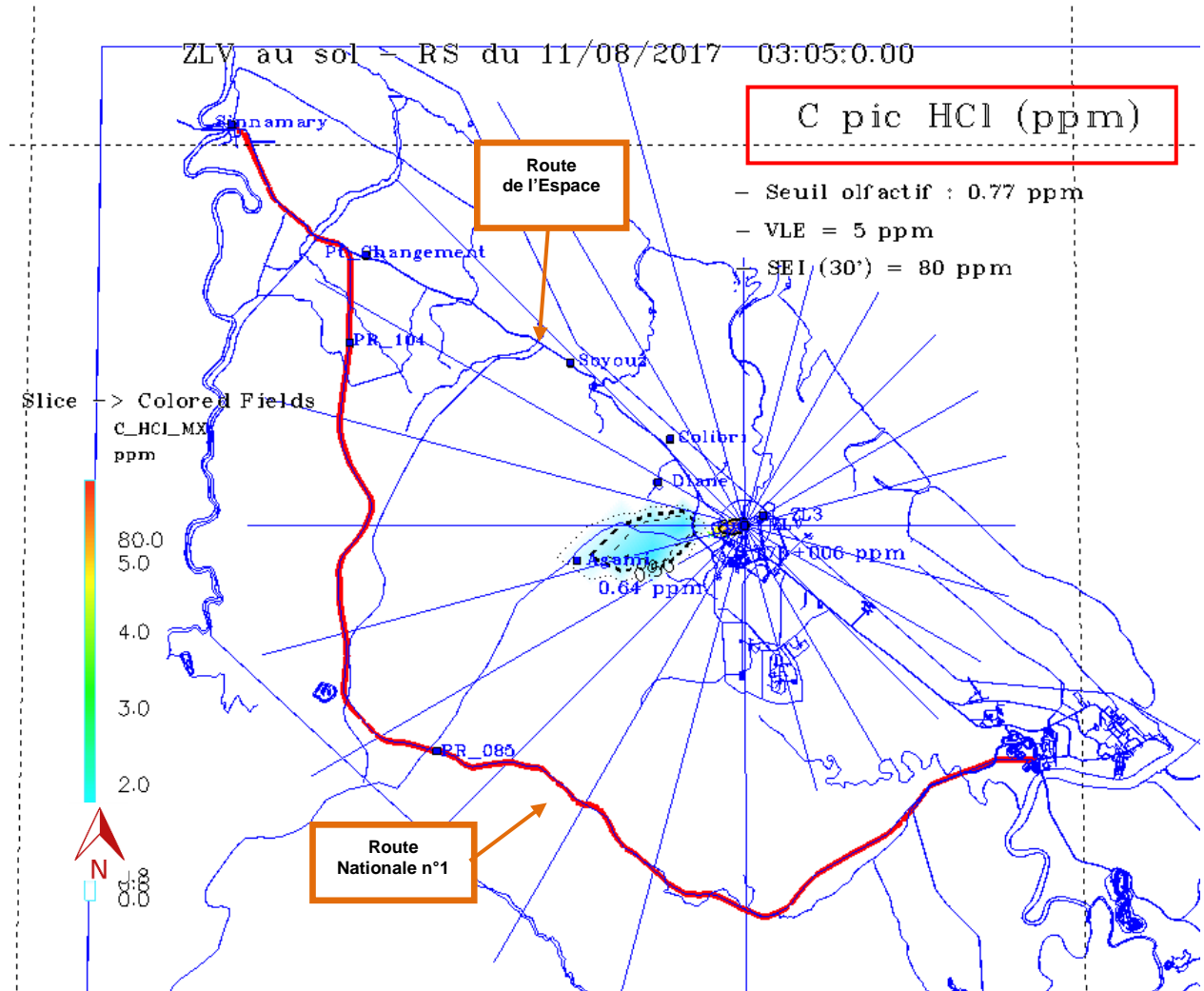
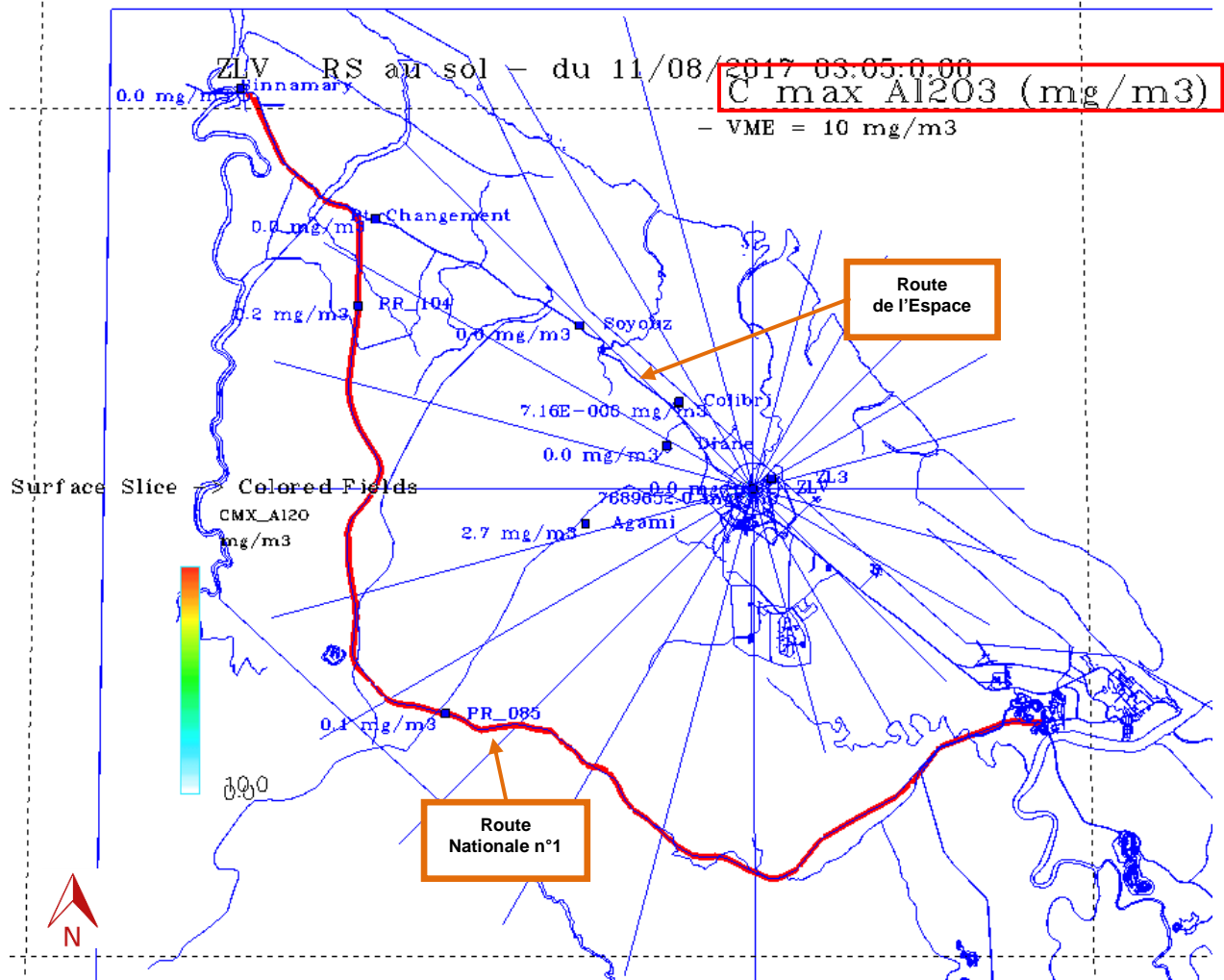


Figure 4 : Retombées en alumine selon le RS CP



<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>	
		Page : <b>23/39</b>	

### 5.5. Conclusion sur la simulation SARRIM issue du radiosondage 1R081117.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 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 2,6 ppm et 10 mg/m<sup>3</sup>, ce qui est conforme 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 (2C081117.txt) (**5.2 Simulation SARRIM à partir de données prévisionnelles**).

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

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 2C081117.TXT DU 08/11/2017 À 00H00 TU	RADIOSONDAGE CP 1R081117.TXT DU 08/11/2017 À 03H05 TU
HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	742	481
<b>BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)</b>		
- Direction moyenne des vents (°)	71 - direction AGAMI	80 - direction AGAMI
- Concentration maximale en <b>acide chlorhydrique</b> en champ lointain (ppm)	2,1	2,6
- Concentration maximale en <b>alumine particulaire</b> en champ lointain (mg/m <sup>3</sup> )	12,0	10

<p><b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b></p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p><b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b></p>	<p>Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b></p> <p>Ed/Rev : 01/00      Classe : GP</p> <p>Date : <b>03/12/2018</b></p> <p>Page : <b>24/39</b></p>
--	---	---

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 (**1R081117.txt**), met en évidence :

- que la direction prise par le nuage diffère de 13 % de celle simulée avec la prévision numérique
- que les résultats pour l'acide chlorhydrique au moyen des données CEP étaient légèrement sous estimés 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 légèrement sur estimés par rapport à ceux du radiosondage réalisé à H0 + 23 min (même ordre de grandeur),

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 issus du lacement VV11, malgré la légère réorientation du vent.

**Le plan de mesures environnement VV11 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 en dehors du périmètre du Centre Spatial Guyanais.**



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

### 6.1. Objectif des mesures

Les mesures des retombées chimiques gazeuses et particulaires ont pour objectif d'évaluer les retombées issues de la combustion du P80 au décollage du lanceur VEGA (VV11).

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). Le positionnement des bacs à eau est présenté sur les figures suivantes.

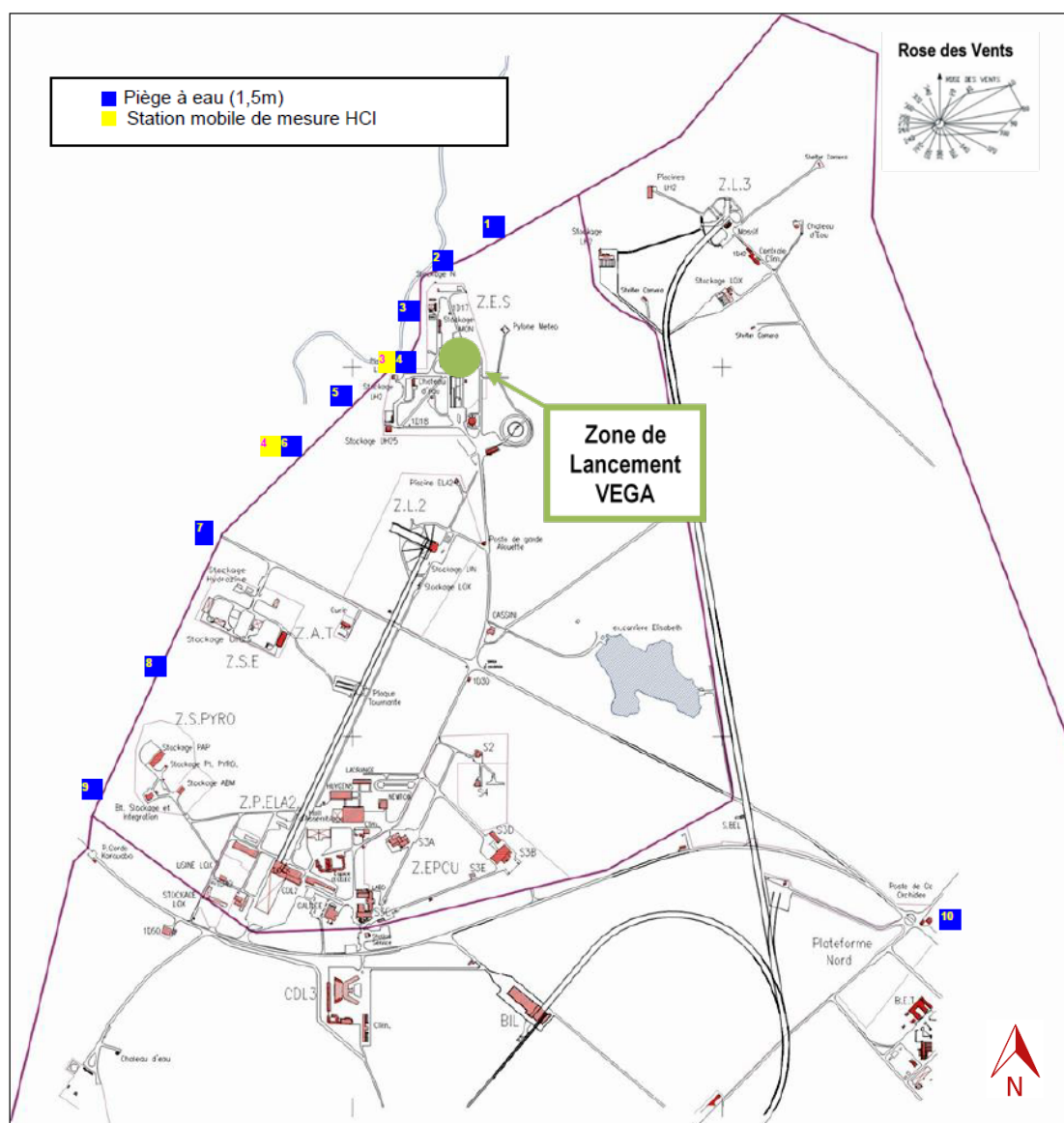


Figure 5 : Cartographie d'implantation des capteurs en champ proche

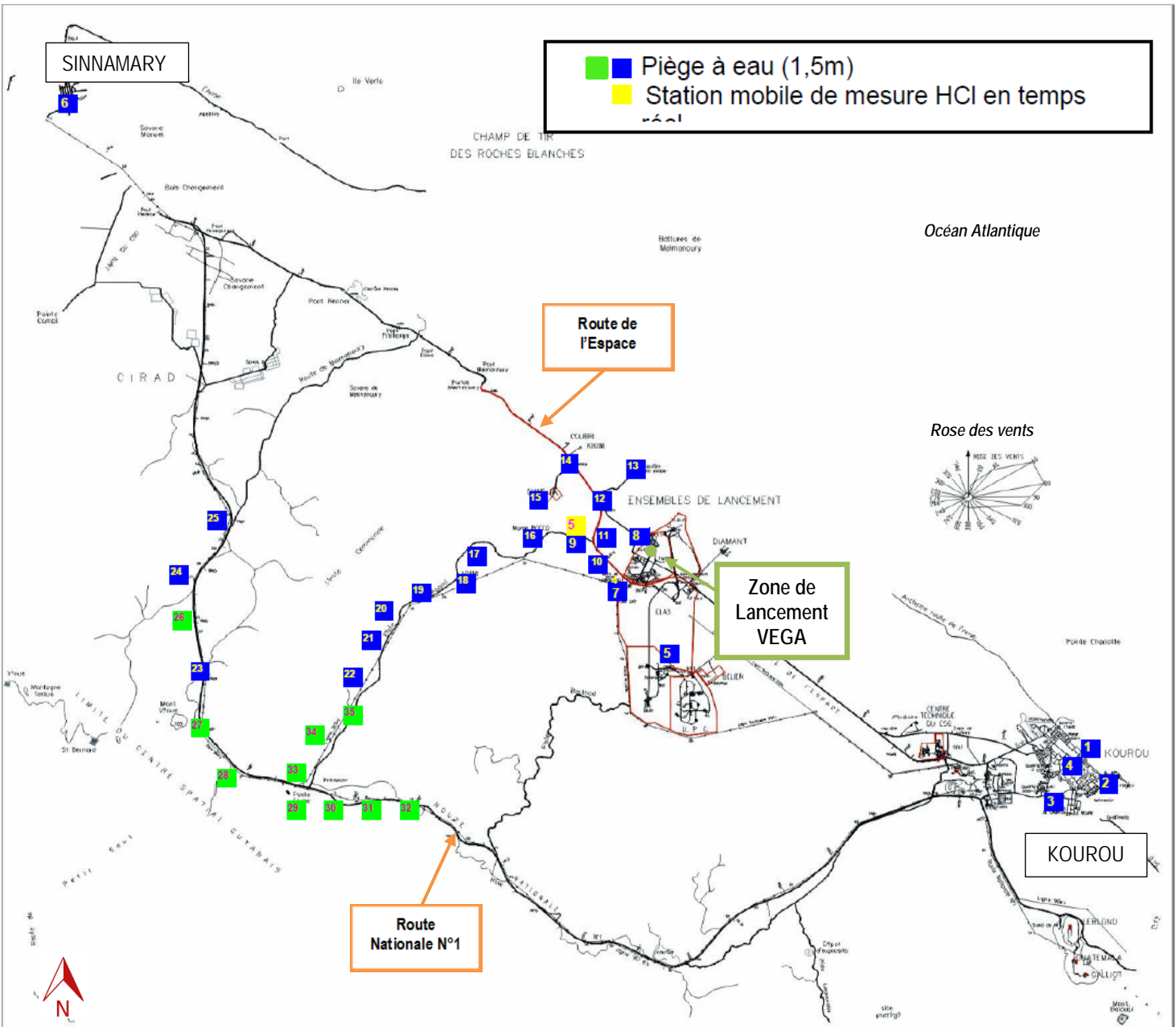


Figure 6 : Cartographie d'implantation des capteurs en champ lointain

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>	
		Page : <b>27/39</b>	

Les pièges à eau récupérés, sont conditionnés puis adressé 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 <sup>2</sup>
Concentration en aluminium (particulaire, dissous et totale)	mg/m <sup>2</sup>

Un rappel sur les limites réglementaires de toxicité des principaux produits émis par ce lancement est fait dans l'annexe 3.

## 6.2. Résultats des mesures

Tous les résultats bruts sont synthétisés dans l'annexe 2.

Durant les 26 heures d'exposition, une hauteur pluviométrique de 39,9 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 <sup>2</sup> )	Point de mesure	Distance de la ZLV (m)
Champ proche	2,49	CP01	503
Champ lointain	6,36	CL04	16058

#### Remarques :

- Que ce soit pour le champ proche ou le champ lointain, les concentrations en aluminium particulaire sont faibles à non quantifiables (max 6,36 mg/m<sup>2</sup>).

A noter que la concentration maximum est mesurée en champ lointain, en dehors de la zone couverte par le nuage de combustion (CL04 - CMCK). Cette concentration n'est pas attribuable au lancement mais serait plutôt liée à d'autres facteurs environnementaux tels que les soulèvements de poussières.

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>	
		Page : <b>28/39</b>	

### 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**

<b>IONS CHLORURES (MESURE POUR ACIDE CHLORHYDRIQUE)</b>			
	<i>Concentration Maximale (mg/m<sup>2</sup>)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZLV (m)</i>
Champ proche	22,6	CP09	1 550
Champ lointain	182,6	CL04	16 058

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

<b>PH</b>			
	<i>Acidité maximale (unité pH)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZLV (m)</i>
Champ proche	5,1	CP09	1 550
Champ lointain	5,25	CL20, 21, 33	14 552 max
<b>CONDUCTIVITE</b>			
	<i>Maximum (µS/cm)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZLV (m)</i>
Champ proche	8,0	CP09	1 550
Champ lointain	37	CL04	16 058

<p><b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b></p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p><b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b></p>	<p>Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b></p> <p>Ed/Rev : 01/00      Classe : GP</p> <p>Date : <b>03/12/2018</b></p> <p>Page : <b>29/39</b></p>
--	---	---

**Remarques :**

- En **champ proche**, la **teneur maximale en chlorures a été mesurée en CP09, soit à une distance de 1550 m de la ZLV**. Les valeurs de pH et de conductivité sont cohérentes avec cette valeur puisque l'acidité et la conductivité maximum sont mesurées en CP09. Néanmoins, de manière générale, les concentrations en chlorures mesurée en champ proche sont **faibles** (22,6 mg/m<sup>2</sup> max).

Pour l'**aluminium particulaire**, seul le point CP01 présentait une concentration détectable, avec une teneur qui reste néanmoins faible (2,49 mg/m<sup>2</sup>).

- En **champ lointain**, les **teneurs en chlorures et en aluminium particulaire** sont négligeables voir non imputables au lancement VV11

En effet, la plus forte concentration en chlorures (182,6 mg/m<sup>2</sup>) a été mesurée sur une zone non couverte par le nuage de combustion, plus précisément au centre hospitalier de Kourou (au point CL 04 situé à 16 058 m de la ZLV). Cette mesure n'est pas attribuable au lancement mais plus probablement à d'autres facteurs environnementaux tels que les embruns marins ou soulèvements de poussières.

Si l'on ne considère pas le point CL04, la concentration maximale en chlorures a été mesurée au droit de CL11 (84,2 mg/m<sup>2</sup>), à l'intersection entre la piste Agami et la route de l'espace, soit à une distance de 2790m par rapport à la ZLV. Cette valeur est cohérente sachant que le bac a été soumis aux retombées du nuage de combustion.

Les valeurs mesurées en champs lointain sont donc relativement faibles.

Compte tenu du positionnement géographique des bacs à eau, on peut en déduire qu'il y a eu une influence de plusieurs facteurs environnementaux sur les résultats d'analyses, tels que des embruns marins ou des soulèvements de poussière du centre hospitalier de Kourou (CL04). La majorité des valeurs étant faibles ou non quantifiables, nous pouvons attester de l'absence de pollution liée au vol Véga VV11.

Ces mesures viennent confirmer l'interprétation des résultats simulés par SARRIM (**4.5 Conclusion sur la simulation SARRIM issue du radiosondage 1R081117.txt**).

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>	
		Page : <b>30/39</b>	

### 6.3. Conclusions sur les retombées chimiques gazeuses et particulaires

Les mesures ont mis en évidence que les retombées de chlorures et d'alumines lors du lancement VV11 ont été faibles à négligeables.

En champ lointain, une concentration notable en HCl a été détectée sur 1 point situé au centre hospitalier de Kourou. L'analyse des résultats permet d'exclure ce point puisque les facteurs environnementaux (embruns marins, soulèvement de poussière...) sont très probablement à l'origine de cette valeur. On retiendra comme maximum la valeur mesurée à l'intersection entre la piste Agami et la route de l'espace, qui atteste du passage du nuage de combustion selon les conditions météorologiques au moment du lancement, bien que celles-ci restent faibles.

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 – 22 h 42		J0 V11 / 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 min)		Option de pose A : « Agami » selon la modélisation de la PREVI	
71° soit vers AGAMI soit une direction Ouest / Sud-Ouest		80° soit vers AGAMI soit une direction Ouest / Sud-Ouest		Maximums en champ lointain mesurés au droit des bac localisés à l'ouest du pas de tir	
HCl	2,1 ppm	HCl	2,6 ppm	HCl (hors CL04)	84,2 mg/m <sup>2</sup> d'ions chlorures
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	12 mg/m <sup>3</sup>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	10 mg/m <sup>3</sup>	Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub> (hors CL04)	2,94 mg/m <sup>2</sup>

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

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

Elles confirment également l'absence d'impact significatif sur l'environnement du lancement VV11.

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>	
		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 (NO<sub>2</sub>) 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 <sub>2</sub> H <sub>4</sub>	Produits hydrazinés	1 à 6 ppm	1,7 ppm
N <sub>2</sub> O <sub>4</sub>	Dioxyde d'azote	1 à 45 ppm	0,2 ppm
HCl	Acide chlorhydrique	2 à 15 ppm	0,77 ppm

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, aucune concentration en acide chlorhydrique n'a été détectée.

Les SPM mobiles qui ont été placés en champ proche et lointain n'ont mesuré aucune concentration 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 concentration en HCl.



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



<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b>  Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b> Ed/Rev : 01/00                      Classe : GP Date : <b>03/12/2018</b> Page : <b>33/39</b>
---	--	--

## 8. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEMENT VV11

La mission VEGA vol 11, effectuée le 07/11/2017, constitue le 3<sup>ème</sup> vol Véga réussi de l'année 2017, avec la mise à poste du satellite Mohammed VI-A.

La surveillance de la qualité de l'air a mis en évidence que les retombées en ions chlorures et en alumine lors du lancement VV11 ont été faibles à négligeables.

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

Aucune évolution notable des conditions climatiques n'est à retenir. 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).

Enfin, pour ce vol VV11, les SPM Honeywell (fixes et mobiles) du réseau CODEX n'ont détecté aucune concentration 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 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 Ariane VV11 effectué le 07 novembre 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.*

<p><b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b></p> <p>Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol</p>	<p><b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b></p>	<p>Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b></p> <p>Ed/Rev : 01/00      Classe : GP</p> <p>Date : <b>03/12/2018</b></p> <p>Page : <b>34/39</b></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.

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 VV11 sur les personnes n'a été décelé.


<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b>  Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b> Ed/Rev : 01/00 Classe : GP Date : <b>03/12/2018</b> Page : <b>35/39</b>
---	--	---

## **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**




<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service <b>Environnement et Sauvegarde Sol</b>	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>
		Ed/Rev : 01/00      Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>
		Page : <b>36/39</b>

	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VV 11</b>	Référence : 18.SE.RS.02
		Date : 30/01/2018
		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		Incertitude (mg/m <sup>2</sup> )	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie (mg/l)	capté dans le bac		Incertitude (mg/m <sup>2</sup> )	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie (mg/l)	capté dans le bac		Incertitude (mg/m <sup>2</sup> )	Mesure	Incertitude	Mesure (µS/cm)	Incertitude (µS/cm)				
			mg	mg/m <sup>2</sup>			mg	mg/m <sup>2</sup>			mg	mg/m <sup>2</sup>						mg	mg/m <sup>2</sup>		
CP1	980	<0,02	<0,02	<0,04	<0,29	0,053	0,052	2,49	0,76	0,053	0,052	2,49	0,76	0,32	0,31	14,9	1,0	5,80	0,20	4,00	0,08
CP2	720	<0,02	<0,014	<0,09	<0,21	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,014	<0,09	<0,211	0,19	0,13	6,4	0,4	5,85	0,19	3,00	0,06
CP3	730	<0,02	<0,015	<0,7	<0,21	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,015	<0,099	<0,214	0,15	0,11	5,1	0,4	5,80	0,19	3,00	0,06
CP4	830	<0,02	<0,017	<0,8	<0,24	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,017	<0,795	<0,244	0,17	0,14	6,8	0,5	5,85	0,19	3,00	0,06
CP5	950	<0,02	<0,019	<0,91	<0,28	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,019	<0,91	<0,279	0,14	0,13	6,3	0,4	5,55	0,19	2,00	0,04
CP6	1040	<0,02	<0,021	<1	<0,31	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,021	<0,996	<0,305	0,20	0,21	10,0	0,7	5,55	0,19	3,00	0,06
CP7	1060	<0,02	<0,021	<1,02	<0,31	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,021	<1,015	<0,311	0,21	0,22	10,8	0,7	5,35	0,18	3,00	0,06
CP8	880	<0,02	<0,018	<0,84	<0,26	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,018	<0,843	<0,258	0,17	0,15	7,2	0,5	5,80	0,19	3,00	0,06
CP9	980	<0,02	<0,02	<0,94	<0,29	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,939	<0,288	0,48	0,47	22,0	1,8	5,10	0,17	8,00	0,16
CP10	1010	<0,02	<0,02	<0,97	<0,3	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,987	<0,296	0,18	0,18	8,5	0,6	5,40	0,18	3,00	0,06


<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service <b>Environnement et Sauvegarde Sol</b>	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>
		Ed/Rev : 01/00      Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>
		Page : <b>37/39</b>

	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VV 11</b>	Référence : 18.SE.RS.02
		Date : 30/01/2018
		Page : 11/14

#### 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			Incertitude			Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie			Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie			Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie			Mesure	Incertitude	Mesure	Incertitude	
		mg/l	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/l	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/l	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/l	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/l	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	µS/cm	µS/cm
CL01	840	<0,02	<0,017	<0,8	<0,25	n.q.	-	-	-	0,058	0,049	2,33	0,72	0,61	0,51	24,6	1,7	5,80	0,20	4,00	0,08
CL02	830	<0,02	<0,017	<0,8	<0,24	n.q.	-	-	-	0,060	0,050	2,39	0,73	0,57	0,47	22,5	1,6	5,35	0,18	5,00	0,10
CL03	760	<0,02	<0,015	<0,73	<0,22	n.q.	-	-	-	0,072	0,055	2,62	0,80	0,60	0,46	21,9	1,5	5,45	0,19	4,00	0,08
CL04	730	0,239	0,174	8,360	2,560	0,18	0,133	6,36	1,95	0,421	0,307	14,72	4,51	5,22	3,81	182,6	12,6	5,30	0,18	37,00	0,78
CL05	710	<0,02	<0,014	<0,68	<0,21	n.q.	-	-	-	0,075	0,053	2,55	0,78	0,64	0,45	21,6	1,5	5,35	0,18	5,00	0,10
CL06	715	<0,02	<0,014	<0,68	<0,21	n.q.	-	-	-	0,074	0,053	2,53	0,78	0,61	0,59	27,9	1,9	5,30	0,18	6,00	0,12
CL07	730	<0,02	<0,015	<0,7	<0,21	n.q.	-	-	-	0,023	0,017	0,80	0,25	0,69	0,50	24,0	1,7	5,35	0,18	5,00	0,10
CL08	860	<0,02	<0,017	<0,82	<0,25	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,017	<0,824	<0,262	0,68	0,58	28,0	1,9	5,40	0,18	5,00	0,10
CL09	1020	<0,02	<0,02	<0,98	<0,3	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,02	<0,977	<0,299	1,08	1,10	52,5	3,6	5,65	0,19	7,00	0,14
CL10	780	<0,02	<0,016	<0,75	<0,23	n.q.	-	-	-	0,026	0,020	0,97	0,30	0,93	0,73	34,9	2,4	5,45	0,19	6,00	0,12
CL11	970	<0,02	<0,019	<0,93	<0,28	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,019	<0,929	<0,285	1,81	1,78	84,2	5,8	5,50	0,19	10,00	0,21
CL12	740	<0,02	<0,015	<0,71	<0,22	n.q.	-	-	-	0,027	0,020	0,98	0,29	1,27	0,94	44,9	3,1	5,70	0,19	7,00	0,14
CL13	790	<0,02	<0,016	<0,78	<0,23	n.q.	-	-	-	0,032	0,025	1,21	0,37	0,69	0,54	26,0	1,8	5,45	0,19	5,00	0,10
CL14	1020	<0,02	<0,02	<0,98	<0,3	n.q.	-	-	-	0,022	0,022	1,08	0,33	0,61	0,62	29,6	2,0	5,50	0,19	4,00	0,08
CL15	1080	<0,02	<0,022	<1,03	<0,32	n.q.	-	-	-	0,026	0,028	1,35	0,41	0,97	1,05	50,1	3,5	6,05	0,21	7,00	0,14
CL16	660	0,026	0,017	0,820	0,250	0,093	0,061	2,94	0,90	0,119	0,079	3,76	1,15	1,00	0,66	31,6	2,2	5,80	0,20	7,00	0,14
CL17	1010	<0,02	<0,02	<0,97	<0,3	n.q.	-	-	-	0,045	0,045	2,18	0,67	0,69	0,70	33,3	2,3	5,40	0,18	5,00	0,10
CL18	900	<0,02	<0,018	<0,88	<0,26	n.q.	-	-	-	0,087	0,078	3,75	1,15	0,50	0,45	21,5	1,5	5,40	0,18	4,00	0,08
CL19	800	<0,02	<0,016	<0,77	<0,23	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,016	<0,766	<0,235	0,51	0,41	19,5	1,3	5,40	0,18	4,00	0,08

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service <b>Environnement et Sauvegarde Sol</b>	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>
		Ed/Rev : 01/00      Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>
		Page : <b>38/39</b>

	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VV 11</b>	Référence : 18.SE.RS.02
		Date : 30/01/2018
		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	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	Mesure	Incertitude	Mesure	Incertitude				
		mg	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/l	mg	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/l	mg	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>	mg/l	mg	mg/m <sup>2</sup>	mg/m <sup>2</sup>			µS/cm	µS/cm	
CL20	880	<0,02	<0,018	<0,84	<0,26	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,018	<0,843	<0,258	0,59	0,52	25,0	1,7	5,25	0,18	5,00	0,10
CL21	740	<0,02	<0,015	<0,71	<0,22	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,015	<0,709	<0,217	0,57	0,42	20,3	1,4	5,25	0,18	5,00	0,10
CL22	900	<0,02	<0,018	<0,86	<0,26	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,018	<0,862	<0,264	0,54	0,49	23,4	1,6	5,35	0,18	4,00	0,08
CL23	800	<0,02	<0,016	<0,77	<0,23	n.q.	-	-	-	0,024	0,019	0,92	0,28	0,61	0,49	23,3	1,6	5,40	0,18	5,00	0,10
CL24	710	<0,02	<0,014	<0,68	<0,21	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,014	<0,68	<0,208	0,71	0,50	24,0	1,7	5,30	0,18	5,00	0,10
CL25	760	<0,02	<0,015	<0,73	<0,22	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,015	<0,728	<0,223	1,29	0,98	46,8	3,2	5,65	0,19	9,00	0,19
CL26	810	<0,02	<0,018	<0,78	<0,24	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,018	<0,776	<0,238	0,44	0,36	17,1	1,2	5,45	0,19	4,00	0,08
CL27	1060	<0,02	<0,021	<1,02	<0,31	n.q.	-	-	-	0,023	0,024	1,17	0,36	0,57	0,60	28,8	2,0	5,35	0,18	5,00	0,10
CL28	1050	<0,02	<0,021	<1,01	<0,31	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,021	<1,006	<0,308	0,37	0,39	18,6	1,3	5,35	0,18	4,00	0,08
CL29	1080	<0,02	<0,022	<1,03	<0,32	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,022	<1,034	<0,317	0,16	0,17	8,1	0,6	5,45	0,19	2,00	0,04
CL30	1070	<0,02	<0,021	<1,02	<0,31	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,021	<1,025	<0,314	0,16	0,17	8,1	0,6	5,45	0,19	2,00	0,04
CL31	1080	<0,02	<0,022	<1,03	<0,32	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,022	<1,034	<0,317	0,17	0,18	8,7	0,6	5,45	0,19	3,00	0,06
CL32	1090	0,022	0,024	1,150	0,350	0,020	0,022	1,04	0,32	<0,02	<0,022	<1,044	<0,32	0,16	0,17	8,1	0,6	5,40	0,18	2,00	0,04
CL33	1060	<0,02	<0,021	<1,02	<0,31	n.q.	-	-	-	0,045	0,048	2,28	0,70	0,44	0,46	22,1	1,5	5,25	0,18	4,00	0,08
CL34	1070	<0,02	<0,021	<1,02	<0,31	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,021	<1,025	<0,314	0,19	0,21	9,9	0,7	5,35	0,18	3,00	0,06
CL35	1050	<0,02	<0,021	<1,01	<0,31	n.q.	-	-	-	<0,02	<0,021	<1,006	<0,308	0,21	0,22	10,6	0,7	5,35	0,18	3,00	0,06

<b>CENTRE SPATIAL GUYANAIS</b> Sous-Direction de la Protection, de la Sauvegarde et de l'Environnement Service Environnement et Sauvegarde Sol	<b>RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V11 DU 07 NOVEMBRE 2017 A 22H42</b>	Réf : <b>CSG-RP-SPX-19322-CNES</b>	
		Ed/Rev : 01/00	Classe : GP
		Date : <b>03/12/2018</b>	
		Page : <b>39/39</b>	

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

L'alumine ne présente pas de toxicité intrinsèque, par contre comme toute poussière, au-delà d'une certaine concentration dans l'air elle peut présenter des risques. Certaines valeurs ont été déterminées pour assurer la sécurité sur les lieux de travail. Pour les poussières inertes, il existe une VME (Valeur Moyenne d'Exposition des travailleurs). Cette valeur représente la concentration maximale à laquelle une personne peut être exposée sur son lieu de travail 8 heures par jour, 5 jours par semaine sans risque pour sa santé. Bien que non adaptée à l'environnement naturel, cette valeur nous donne un élément de comparaison.

La VME des poussières inertes est donc de 10mg/m<sup>3</sup> pendant 8h, 5 jours/semaine ce qui correspond à une dose par semaine de 1440000 mg.s/m<sup>3</sup>.

Type de gaz	VME	VLE
Alumine (poussière)	10 mg/m <sup>3</sup>	-
Dose Alumine en mg.s/m <sup>3</sup>	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/m<sup>3</sup> 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 <sup>3</sup>	80 ppm 90 mg/m <sup>3</sup>	470 ppm 700 mg/m <sup>3</sup>	5 ppm
Dose HCl en ppm.s	144000	144000	846000	

♦♦♦♦ FIN DU DOCUMENT ♦♦♦♦