



CENTRE NATIONAL D'ÉTUDES SPATIALES
CENTRE SPATIAL GUYANAIS

Réf. : CG/SDP/ES/N°16 - 344

Ed/Rév : 01/00

Classe : GP

Date : 25/05/2016

Page : 1/38

RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA
VOL V06 DU 3 DECEMBRE 2015 A 01H04


RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V06 DU 3 DECEMBRE 2015 A 01H04

	Nom et Sigle	Date et Signature
Préparé par	CHRETIEN A.	
	SDP/ES	30 MAI 2016
Vérifié par	LOSADA C.	
	SDP/ES	31 MAI 2016
Approuvé par	RICHARD S.	
	SDP/ES	31/05/16

DIFFUSION

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

Nombre total d'exemplaires : 12

Application autorisée par	TRINCHERO J.P.	21/06/2016
	SDP/ES	

REPERTOIRE DES MODIFICATIONS

Ed/Rév	Date	Pages Modifiées	Objet de la modification
01/00	04/04/2016	TOUTES	CREATION / CHRETIEN A.

SOMMAIRE

SOMMAIRE	3
1. OBJET – DOMAINE D'APPLICATION	4
2. DOCUMENTS DE REFERENCE	5
2.1. DOCUMENTS APPLICABLES	5
2.2. DOCUMENTS DE REFERENCE	5
2.3. GESTIONNAIRE TECHNIQUE DU DOCUMENT	5
3. DEFINITIONS ET SIGLES	6
3.1. DEFINITIONS	6
3.2. SIGLES	6
4. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL V06	8
5. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES	9
5.1. LOCALISATION DES POINTS D'ECHANTILLONNAGE POUR LE CHAMP PROCHE	9
5.2. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES POUR LES CHAMPS MOYEN ET LOINTAIN	9
6. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES	10
6.1. SIMULATION SARRIM A PARTIR DE DONNEES PREVISIONNELLES	11
6.2. DONNEES BRUTES DU RADIOSONDAGE 1R230615.....	14
6.3. SIMULATION SARRIM A PARTIR DU RADIOSONDAGE 2R031215.....	15
6.4. COMPARAISON DES RESULTATS DES SIMULATIONS REALISEES A PARTIR DU RADIOSONDAGE ET DES DONNEES DE CEP.....	18
7. SUIVI DES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES EN CHAMPS PROCHE, MOYEN ET LOINTAIN	19
7.1. OBJECTIF DES MESURES.....	19
7.2. RESULTATS DES MESURES	19
7.2.1. <i>Analyse des retombées en alumine particulaire sédimentable</i>	20
7.2.2. <i>Analyse des retombées chimiques gazeuses et particulaires d'acide chlorhydrique</i>	21
7.3. CONCLUSIONS SUR LES RETOMBEES CHIMIQUES GAZEUSES ET PARTICULAIRES.....	22
8. MESURE EN CONTINU DE LA POLLUTION GAZEUSE EN ACIDE CHLORHYDRIQUE	23
8.1. OBJECTIF DES MESURES.....	23
8.2. RESULTATS DES MESURES	23
9. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR VEGA VOL VEGA 05	24
10. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA VOL V06 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE 13 PAGES)	25

1. OBJET – DOMAINE D'APPLICATION

Ce document a pour objet de présenter les résultats des mesures d'impact sur l'environnement réalisées lors du lancement de **Vega** qui transportait le satellite **LISA PATHFINDER**.

Le **Vol Vega 06** a eu lieu le **3 décembre 2015** à **01 heures 04 minutes** en heure locale, soit à 04 heure 04 minutes, en temps universel.

Ce document est élaboré pour répondre aux objectifs suivants :

- évaluer l'impact des activités spatiales et des lancements Vega sur l'Environnement.
- se conformer aux prescriptions de l'arrêté préfectoral d'autorisation d'exploiter l'Ensemble de Lancement Vega (ELVega) **[DA1]**,
- 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 **[DR2]**.

2. DOCUMENTS DE REFERENCE

2.1. Documents applicables

- [DA1] **Arrêté Numéro 1655/DEAL du 06 octobre 2011** portant autorisation du 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] **XXV-PCO-83-13609-CNES** – Préparation du plan de mesures environnement Vega.

2.2. Documents de référence

- [DR1] **CG/SDP/ES/N°16-228**– Plan de mesures Environnement Ariane 5, Vega et Soyuz – Centre Spatial Guyanais.
- [DR2] **CSG-NT-SXS-10841-CNES** – DDAE de l'ensemble de lancement VEGA (ELVega) – Volume 2 : Etude d'impact.

2.3. Gestionnaire technique du document

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

3. DEFINITIONS ET SIGLES

3.1. Définitions

Sans objet

3.2. Sigles

Al ₂ O ₃	:	Alumine
Al ³⁺	:	Ion Aluminium
AFNOR	:	Association Française de Normalisation
BCS	:	Bureau de coordination Sauvegarde
BLA	:	Base de Lancement Ariane
CI	:	Contrat Industriel
Cl ⁻	:	Ion Chlorure
CL	:	Champ Lointain
CMCK	:	Centre Médico-Chirurgical de Kourou
CNES	:	Centre National d'Etudes Spatiales
CODEX	:	Collecte de Données Environnement eXtérieur du CSG (Réseau de)
CP	:	Champ Proche
CT	:	Centre Technique
CSG	:	Centre Spatial Guyanais
dB	:	Décibel
DBO ₅	:	Demande Biologique en Oxygène sur 5 jours
DCO	:	Demande Chimique en Oxygène
DDAE	:	Dossier de Demande d'Autorisation d'Exploiter
ELA	:	Ensemble de Lancement ARIANE
ELVega	:	Ensemble de Lancement VEGA
ESQS	:	Europe Spatiale Qualité Sécurité
GPS	:	Système de Positionnement Global
H ₂	:	Dihydrogène
HC	:	Hydrocarbures imbrûlés
HCl	:	Acide Chlorhydrique
ICPE	:	Installation Classée pour la Protection de l'Environnement
INERIS	:	Institut Nationale de l'Environnement Industriel et des Risques
IRD	:	Institut de Recherche et de Développement
LD	:	Limite de Détection

MEST	:	Matières En Suspension Totales
MMH	:	Mono Méthyl Hydrazine
MPS/P80	:	Moteur à Propergol Solide – Propulseur 80 tonnes
NaCl	:	Chlorure de Sodium
N ₂ H ₄	:	Hydrazine
N ₂ O ₄	:	Peroxyde d'Azote
NO ₂	:	Dioxyde d'Azote
NO _x	:	Oxyde d'Azote
pH	:	Potentiel Hydrogène
ppb	:	Partie par milliard en volume (10 ⁻⁹), soit 1 mm ³ /m ³
ppm	:	partie par million
RN1	:	Route Nationale 1
SARRIM	:	« Stratified Atmosphere Release of Rockets Impact Model »
SPM	:	« Single Point Monitor »
UDMH	:	Unsymmetrical Di MethylHydrazine (Diméthyl hydrazine asymétrique)
VLI	:	Vitesse Limite d'Impact
VTR	:	Valeur Toxicologique de Référence
ZLVega	:	Zone de Lancement VEGA
ZP	:	Zone de Préparation

4. RAPPELS CONCERNANT LE PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT DU VOL V06

Le lanceur Vega appartient à la classe des « petits lanceurs ». Sa principale mission est l'injection d'une charge utile de 600 kg à 2500 kg en orbite basse (300 km à 1500 km).

Il comporte 3 étages à propergol solide (le P80, le ZEFIRO 23 et le ZEFIRO 9), 1 étage à bi-ergols stockables (l'AVUM) et 1 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 du 1^{er} étage de Vega (le P80). Cet étage est constitué de 88 tonnes de propergol solide du type Butalane, de formulation voisine de celle d'un EAP 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 480 tonnes au total).

Par conséquent, compte tenu du brûlage d'une quantité de propergol 5,5 fois inférieure à celle des EAP d'Ariane 5, les émissions d'alumine et d'acide chlorhydriques par Vega devraient être plus faibles, et l'impact sur l'environnement limité géographiquement.

Pour rappel, Les domaines couverts par ce plan de mesures Vol V06 **[DR1]** sont les suivants :

- Mesurer, en temps réel et en différents lieux (villes de Kourou, de Sinnamary, le Centre Technique du CSG et aux sites d'observation des lancements), les concentrations atmosphériques en gaz chlorhydrique, en dioxyde d'azote (NO₂) et en produits hydrazinés par l'intermédiaire d'analyseurs de type SPM (SPM-Honeywell) ; ces derniers constituant le réseau CODEX. Les composés suivis ne sont émis qu'en cas de fonctionnement dégradé (accident) du lanceur.
- Mesurer les concentrations en champs proche, moyen et lointain, des retombées chimiques particulières en alumine et en acide chlorhydrique (ou chlorure d'hydrogène) ainsi que les retombées chimiques gazeuses en gaz chlorhydrique.

Cette démarche permettra également de réaliser une corrélation avec les résultats trouvés avec un logiciel de modélisation nommé « Stratified Atmosphere Release of Rockets Impact Model » (SARRIM).

Nota :

La mise en place et le retrait du dispositif de suivi de la qualité de l'air, suivi l'impact sur la végétation 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).

Pour rappel, l'évaluation de la qualité (et ainsi de la conformité) des eaux du carneau de la ZLVega avant rejet dans le milieu naturel est réalisée par l'établissement Arianespace.

5. LOCALISATION DES POINTS DE MESURES

La localisation des points de mesures et leur distance par rapport à la ZLVega sont présentées au *paragraphe 3 de l'Annexe 1* du présent document.

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

EMPLACEMENT		DISTANCE ZLVEGA (m)	SPM- HONEYWELL
A I R	CPX	10 points en champ proche (CP) 35 points en champ lointain (CL)	Confer le <i>paragraphe 3</i> de l' <i>Annexe 1</i>
	CLX		

Le détail des instruments mis en place est présenté au *paragraphe 2 de l'Annexe 1* mais aussi dans le document référencé **[DR1]**.

Au total, le plan de mesures environnement du Vol V06 représente cinquante-sept capteurs répartis selon les équipements suivants :

- 45 bacs à eau, (chaque bac reposant à 1,5 m de hauteur sur un trépied),
- 4 SPM-Honeywell mobiles (HCl en continu),
- 8 SPM-Honeywell fixes, chacun comprenant :
 - 1 SPM pour HCl
 - 1 SPM pour l'hydrazine
 - 1 SPM pour le NO₂.

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

Pour le lancement Vega Vol V06, ont été installés :

- sur 10 sites : des bacs à eau pour le suivi des retombées chimiques et particulières du nuage de combustion de Vega,
- 1 SPM-Honeywell mobile (HCl en continu)

5.2. Localisation des points de mesures pour les champs moyen et lointain

En champs moyen et lointain, on dénombre :

- sur 35 sites : des bacs à eau pour le suivi des retombées chimiques et particulières du nuage de combustion de Vega,
- 3 SPM-Honeywell mobiles (HCl en continu).

6. LES CONDITIONS METEOROLOGIQUES

La localisation du nuage de combustion de Vega peut varier à chaque lancement. Cette localisation ne peut être connue à l'avance du fait de la spécificité de la climatologie locale.

Afin d'optimiser l'emplacement des capteurs sur la trajectoire la plus probable du nuage, un radiosondage (réalisé au plus proche du H0) ainsi qu'une prévision météorologique (réalisée pour une échéance proche du H0) ont été utilisés.

Au moyen 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 aux *paragraphes 6 et 7* du présent document).

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

Nota :

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 10 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),*
- *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.

6.1. 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 de la page suivante.

Tableau 2 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir des données prévisionnelles CEP (2C031215.txt).

HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	524
BASSES COUCHES (0 → HAUTEUR DE STABILISATION)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	4,3
- Direction moyenne des vents (°)	66
⇒ Les vents sont orientés vers	Entre BecFin et Agami
HAUTES COUCHES (HAUTEUR DE STABILISATION → 4000 M)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	10,2
- Direction moyenne des vents (°)	82
⇒ Les vents sont orientés vers	Agami

Les Figures 1 à 2 ci-après présentent la prévision des directions du nuage de combustion au H0.

Figure 1 : Retombées en acide chlorhydrique

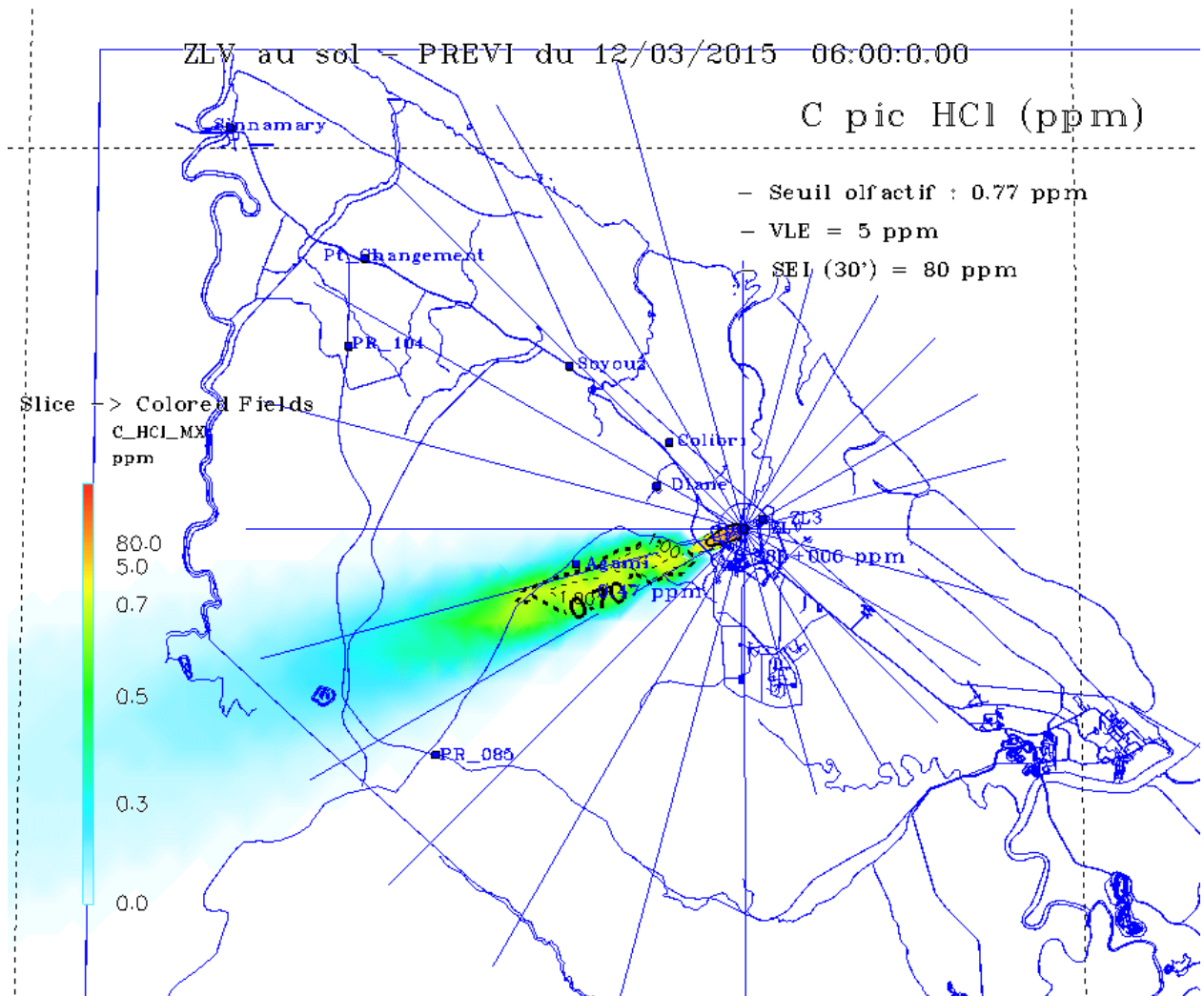
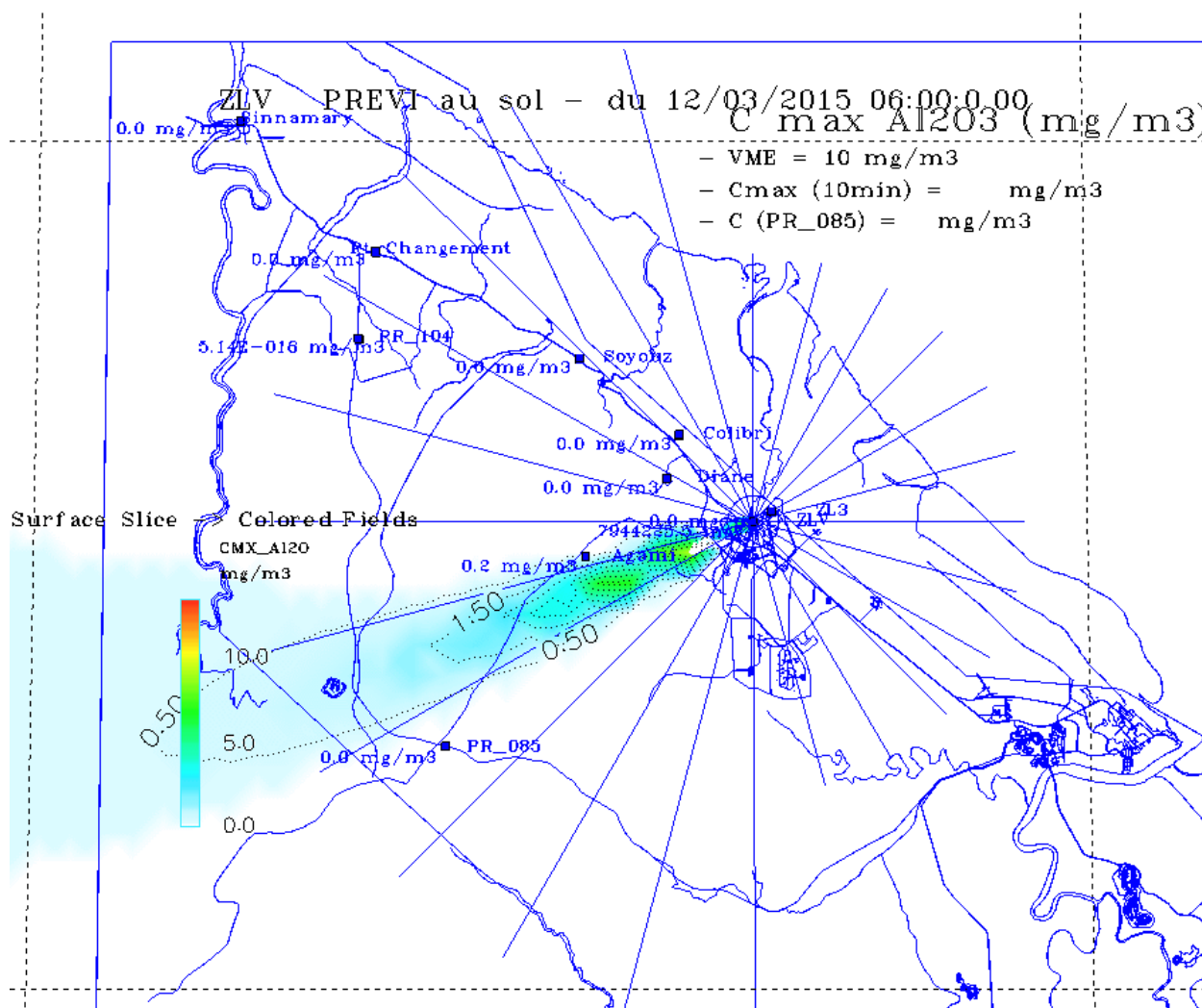


Figure 2 : Retombées en alumine



6.2. Données brutes du radiosondage 2R031215

Le jour du lancement, à H0 + 20 minutes, un radiosondage (RS) spécifique a été effectué (référence 2R031215 du 3 décembre 2015).

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

Tableau 3 : Données météorologiques issues du radiosondage 2R031215.txt pour les couches atmosphériques représentatives.

ALTITUDE (mètres)	PRESSION (mb)	VITESSE DU VENT (m/s)	VENT EN PROVENANCE (°)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITE (%)
12	1011,0	3,0	80	26,1	91,0
100	1001,0	6,0	72	25,7	85,1
500	956,5	11,6	64	22,5	94,2
1000	903,1	12,0	71	19,7	97,7
1500	852,2	12,7	95	19,3	63,8
2000	803,9	13,6	104	17,3	54,0
2500	757,9	15,0	101	13,2	68,0
3000	714,1	12,4	81	11,3	66,3
3500	672,4	14,8	73	7,6	84,3
4000	632,4	12,9	71	4,5	85,8

6.3. Simulation SARRIM à partir du radiosondage 2R031215

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

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

Au moyen des données issues de la modélisation SARRIM, la hauteur à laquelle le nuage de combustion se stabilise ainsi que la direction et la vitesse qu'il prend dans les basses et les hautes couches de l'atmosphère sont déterminées. Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous.

Tableau 4 : Synthèse des résultats obtenus suite à la modélisation SARRIM à partir du radiosondage 2R031215.txt.

HAUTEUR DE STABILISATION DU NUAGE (m)	704
BASSES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant du sol jusqu'à la hauteur de stabilisation)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	8,3
- Direction moyenne des vents (°)	73
⇒ Les vents sont orientés vers	Agami
HAUTES COUCHES DE L'ATMOSPHERE (pour une altitude allant de la hauteur de stabilisation jusqu'à 4000 m)	
- Vitesse moyenne des vents (m/s)	13,5
- Direction moyenne des vents (°)	86
⇒ Les vents sont orientés vers	Agami

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

Figure 3 : Retombées en acide chlorhydrique

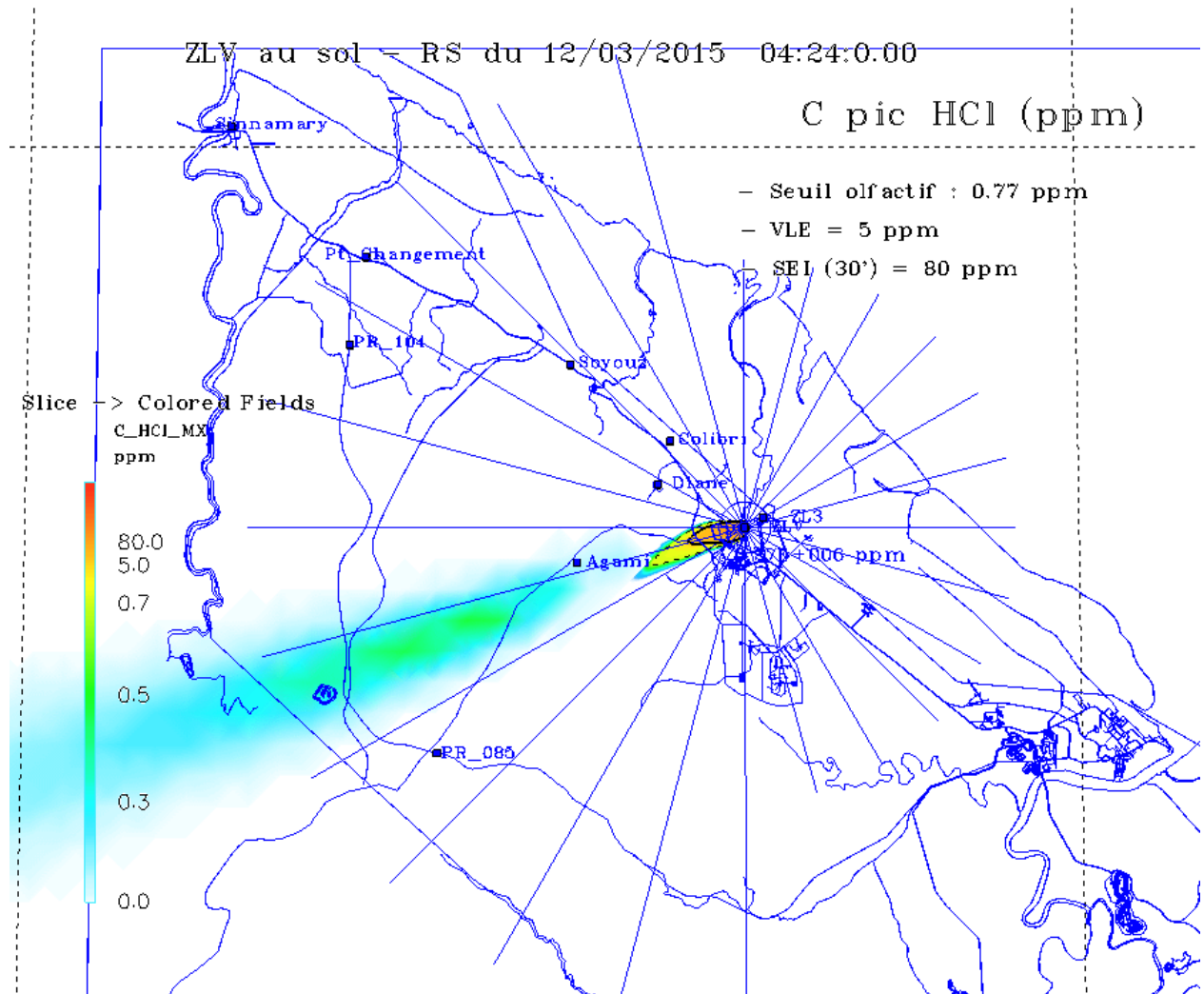
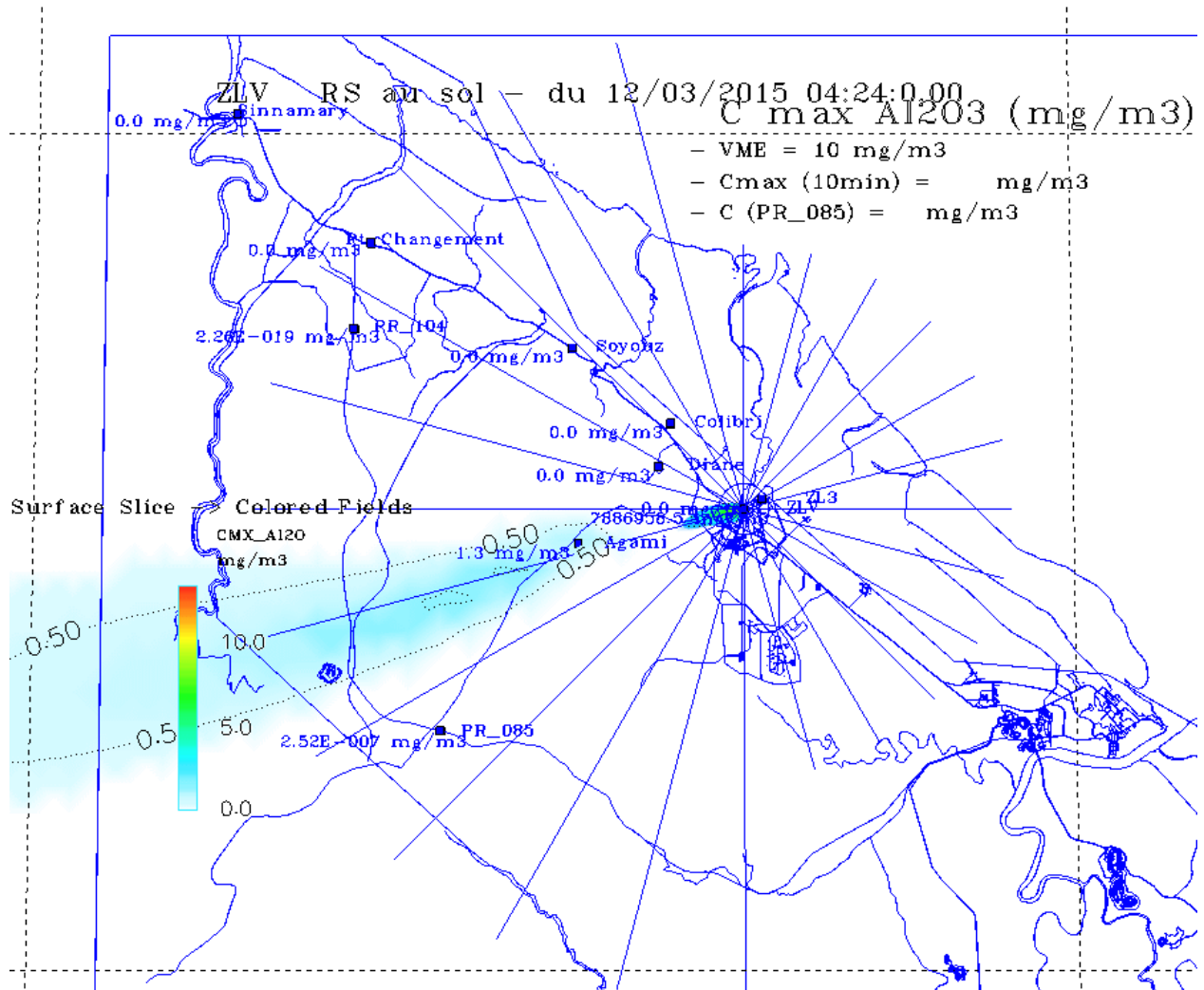


Figure 4 : Retombées en alumine



6.4. Comparaison des résultats des simulations réalisées à partir du radiosondage et des données prévisionnelles CEP

L'optimisation de l'emplacement des capteurs en champ lointain a été réalisée au moyen de la simulation SARRIM effectuée avec les données prévisionnelles CEP pour le J0 à H0.

Par comparaison avec la simulation réalisée à partir du radiosondage H0 + 20 min, nous n'observons pas des écarts entre la direction des retombées calculée avec CEP et celle issue du radiosondage le plus proche du H0 ; on note un écart peu significatif (écart de 11%).

Pour rappel, les capteurs ont été implantés suivant la situation « **Agami** », à savoir Sud / Sud-Ouest (confer le *paragraphe 3 de l'Annexe I du présent document*).

Malgré l'écart observé (écart de 11%) sur la direction du nuage des deux modélisations, les capteurs ont correctement été implantés.

Ces derniers ont tous été soumis aux retombées provenant du nuage de combustion de Vega.

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

7.1. Objectif des mesures

Les mesures des retombées chimiques gazeuses et particulaires ont pour objectif d'évaluer les retombées issues de la combustion du P80 lors des lancements Vega.

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

Les paramètres suivis sont :

- ✓ le pH (en unité pH),
- ✓ la conductivité (en $\mu\text{S}/\text{cm}$ à 25°C),
- ✓ les concentrations en ions chlorure (exprimés en mg/L puis en mg/m^2),
- ✓ les concentrations en aluminium dissous, particulaire et total (exprimés en mg/L puis en mg/m^2).

Un rappel sur les limites réglementaires de toxicité des principaux produits émis par le lanceur Vega est fait au *paragraphe 6 de l'Annexe 1* du présent document.

7.2. Résultats des mesures

Tous les résultats bruts sont synthétisés au *paragraphe 4 de l'Annexe 1* du présent document.

Remarque : Le temps d'exposition des bacs à eau a été d'environ 48H (du 01 décembre 2015 - 10h00 au 03 décembre 2015 - 16h00) pour les points CP1 à CP 10 ; CL01 à CL05 ; CL07 à CL 15.

En raison du report de lancement, le plan de mesure a dû être interrompu. La reprise de la pose des capteurs a eu lieu le 02 décembre 2015, soit pour ces derniers un temps d'exposition d'environ 24H (du 02 décembre 2015 - 14h00 au 03 décembre 2015 - 16h00).

Durant le temps d'exposition des bacs, 11,4 mm de pluie ont été enregistrés. En conséquence du faible ensoleillement pendant le temps d'exposition et au regard de la pluviométrie globale, le volume moyen des échantillons a augmenté (volume recueilli de 595 ml au lieu de 500 ml).

7.2.1. Analyse des retombées en alumine particulaire sédimentables

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

	ALUMINE PARTICULAIRE		
	Concentration Maximale (mg/m ²)	Point de mesure	Distance de la ZLV (m)
Champ proche	0,921	CP 05 : Chemin de ronde ZL3 Intersection entre zone 45 et 44	290
Champ lointain	0,757	CL 09 : Portail Piste Agami	2238,7

Remarques :

- De faible retombées d'alumine ont été enregistrées en champ proche et en champ lointain.
- Pour Ariane 5, la différence entre le champ proche et le champ lointain est beaucoup plus marquée à cause d'un déluge d'eau qui a lieu lors du décollage du lanceur (environ 500 m³). Ce déluge a pour conséquence d'alourdir le nuage de combustion. Par ailleurs, il engendre la retombée massive d'alumine et d'acide chlorhydrique autour de la zone de lancement (jusqu'à 500 mètres en fonction des conditions de vent). Les retombées en champ lointain sont par conséquent très limitées quantitativement. Avec plus de 18 ans de mesures (sauf conditions météorologiques exceptionnelles), il est à noter que :
 - en champ proche, de très fortes concentrations d'alumine particulaire sont quantifiées. Les teneurs maximales dans l'axe des carneaux sont de plus de 100 mg/m² et celles en dehors de l'axe des carneaux restent inférieures à 30 mg/m².
 - en champs moyen et lointain, les teneurs sont très faibles (inférieures à 2 mg/m²) voire négligeables (inférieures au seuil de quantification).
- Ainsi, on peut conclure que les retombées en alumine sédimentables dues au lancement VV06 ont engendré un impact très faible par comparaison à celui d'Ariane 5. En effet, compte tenu que le P80 de Vega contient 5,5 fois moins de propergol que les 2 EAP d'Ariane 5, l'impact des retombées en alumine particulaire est localisé en champ proche.
- Les points en CL13 et CL14 ont été écartés du tableau ci-dessus car ils n'étaient pas cohérents avec la trace du nuage de poussière.

7.2.2. Analyse des retombées chimiques gazeuses et particulaires d'acide chlorhydrique

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

IONS CHLORURES			
	<i>Concentration Maximale (mg/m²)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZLV (m)</i>
Champ proche	42,9	CP01 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 48 et 47	503
Champ lointain	71,0	CL10 : Mi-chemin Karouabo - embranchement Piste Agami	1830,4

Tableau 7 : 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	5,50	CP 06 : Chemin de ronde ZL3 Intersection entre zone 44 et 43 CP 07 : Chemin de ronde ZL3 Intersection entre zone 43 et 42	CP06 : 541 CP07 : 803
Champ lointain	5,30	CL09 : Portail Piste Agami	2238,7
CONDUCTIVITE			
	<i>Maximum (µS/cm)</i>	<i>Point de mesure</i>	<i>Distance de la ZLV (m)</i>
Champ proche	6,9	CP01 : Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 48 et 47	503
Champ lointain	67	CL10 : Mi-chemin Karouabo - embranchement Piste Agami	1830,4

Remarques :

- Des retombées de concentration d'ions chlorures sont observées sur les sites CL 01 (Kourou - Station Météo Isabelle) et CL 02 (Kourou - Hôtel Les Roches). Ces valeurs semblent être dues à un dépôt d'aérosols marins. Ce phénomène est couramment observé dans les zones implantées à proximité de la mer et disparaît très vite en fonction de la distance à la côte. L'influence de ces aérosols est variable car l'intensité de la source de particules marines est directement liée à la force du vent à la surface de la mer. Ces dépôts peuvent donc être plus ou moins importants selon les variations saisonnières de l'intensité du vent mais aussi de la salinité de l'eau de mer. Il est à noter que cette influence reste faible au CSG, quand il ne pleut pas. Cependant l'essentiel des capteurs positionnés près de la côte restent influencés par l'air marin et c'est pourquoi ces capteurs enregistrent régulièrement des pics de concentrations.
- Les mesures ne mettent pas en évidence des impacts des retombées chimiques gazeuses et particulaires en chlorures, soit en champ proche qu'en champ lointain.
- Pour la construction de ces tableaux, les valeurs obtenues au capteur CL03, situé au débarcadère des îles du Salut à Kourou, ont été ignorées car elles étaient beaucoup trop élevées. Ces écarts sont probablement attribuables à une pollution de l'échantillon.

7.3. Conclusions sur les retombées chimiques gazeuses et particulaires

L'impact des retombées en acide chlorhydrique et en alumine est limité (quantitativement) voire négligeable en champ proche. Il est à noter que le maximum de concentration est quantifié dans l'axe du carneau.

Contrairement à Ariane 5, l'impact n'est pas localisé en champ proche ; les teneurs mesurées étant du même ordre de grandeur que le bruit de fond naturel.

Une comparaison des résultats obtenus par la simulation SARRIM au moyen des données prévisionnelles CEP et celle réalisée au moyen des données des radiosondages aux données mesurées sur le terrain a été effectuée. Elle met en évidence que :

- les données CEP prévoient que le nuage se dirigerait Entre BecFin et Agami (66°)
- le radiosondage montrait une direction vers Agami (73°),
- les concentrations relevées les plus fortes se trouvaient dans une direction :
 - Piste Agami (60°) en champ proche et en champ lointain pour le gaz chlorhydrique,
 - Sud-Ouest (75°) en champ proche et en champ lointain pour les particules d'alumine.

Ainsi, on n'observe un écart entre la simulation faite à partir des données prévisionnelles CEP et les mesures de terrain.

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

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

8.1. Objectif des mesures

Ces mesures ont pour objectif de suivre en temps réel :

- les concentrations en gaz chlorhydrique en situation nominale de lancement
- les concentrations en gaz chlorhydrique, en dioxyde d'azote (NO₂) et des produits hydrazinés en situation dégradée

Les détecteurs de type SPM (Single Point Monitor de type « SPM-Honeywell ») du réseau CODEX sont implantés sur les lieux fixes suivants :

- dans la ville Kourou au niveau :
 - du local annexe du club de bridge de l'Hôtel des Roches
 - de la toiture du bâtiment des urgences du Centre Médico-Chirurgical de Kourou (CMCK)
 - de l'embarcadère des îles du Salut au Vieux-Bourg (cabanon en bois)
 - de la station météo Isabelle de la plage de la Cocoteraie (cabanon en bois)
- dans la ville de Sinnamary au niveau de la Gendarmerie (abri en bois)
- au Centre Technique du CSG, dans une annexe au bâtiment « électromécanique »
- sur les sites d'observation Agami (mobil home) et Toucan (cabanon en bois)

Les quatre unités de détecteurs mobiles sont mises en place sur des sites dont la localisation est optimisée par simulation avec le logiciel de dispersion atmosphérique SARRIM.

La retransmission des données en temps réel se fait à l'aide de balises par voie hertzienne et filaire vers un poste informatique au Bureau de Coordination Sauvegarde (BCS).

8.2. Résultats des mesures

Sur l'ensemble des systèmes détecteurs du réseau de Collecte de Données Environnement extérieur du CSG (CODEX), composé de vingt-quatre systèmes CODEX détecteurs fixes et quatre systèmes CODEX mobiles, aucune pollution au gaz chlorhydrique n'a été détectée.

Aucune pollution n'a été détectée par les SPM – Honeywell mobiles installés en CP04, CL8, CL 9, CL14.

9. CONCLUSIONS GENERALES SUR LE SUIVI DE L'IMPACT SUR L'ENVIRONNEMENT DU LANCEUR VEGA VOL VEGA 05

La surveillance de la qualité de l'air n'a pas mis en évidence d'impact des retombées en acide chlorhydrique et en alumine que ce soit en champ proche ou en champ lointain.

L'implantation des capteurs environnement a été réalisée suivant l'option « **Agami** » au moyen des données prévisionnelles issues de CEP.

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

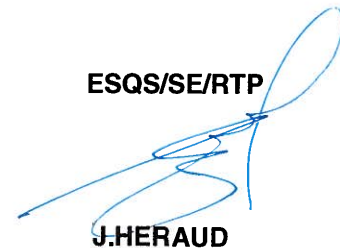
Le réseau de SPM - Honeywell mobiles n'a pas mis en évidence de pollution en gaz chlorhydrique.

**10. ANNEXE 1 - RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT VEGA
VOL V06 REALISE PAR CI/ESQS (DOCUMENT DE 13 PAGES)**

**RESULTATS DU PLAN DE MESURES ENVIRONNEMENT
VEGA VV 06**

DIFFUSION : SDP/ES (3 exemplaires) ; ESQS/A ; ESQS/SE/RTP

ESQS/SE/RTP



J.HERAUD

1. Introduction

Lancement de LISAPATHFINDER par le lanceur VEGA (VV06) le 03/12/2015 à 01h04 (heure locale).
Participants ESQS : C. CARTIER – N. WEIMERT – O. FORTUNE

Ce rapport présente l'ensemble des résultats obtenus. Il détaille :

- la description des mesures réalisées pour ce lancement;
- la localisation des points de mesures (en champ proche et en champ lointain) ;
- les résultats des analyses faites à partir des bacs à eau ;
- les résultats des détections du réseau CODEX ;
- un rappel sur les limites réglementaires de toxicité des principaux produits émis par le lanceur VEGA.

1.1. Instrumentation

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

- **en Champ proche - 10 sites instrumentés :**
 - 1 SPM Honeywell,
 - 10 bacs à eau.
- **en Champ lointain - 35 sites instrumentés :**
 - 3 SPM Honeywell,,
 - 35 bacs à eau.

1.2. Mise en place

Le matériel (SPM Honeywell, bacs à eau) a été installé le 01/12/2015 entre 10h00 et 14h14 pour les points CP1 à CP 10 ; CL01 à CL05 ; CL07 à CL 15. Puis, en raison du report de lancement notifié en début d'après-midi le 01/12/15, le plan de mesure a été interrompu. La pose des autres points s'est donc déroulée le 02/12/15 entre 14h00 et 16h00.

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

Les capteurs et analyseurs ont été récupérés le 03/12/2015 entre 09h00 et 16h00.
Les échantillons ont été remis le 04/12/2015 dans l'après midi à l'Institut Pasteur.

2. Description des mesures réalisées pour le vol VEGA VV 06

2.1. Mesures des retombées chimiques gazeuses et particulaires

Ces mesures permettent de caractériser les retombées chimiques issues de la combustion du P80 en champ proche et en champ lointain. Les retombées sédimentables (chlorure, aluminium dissous, particulaire et total), le pH et la conductivité sont mesurées à l'aide de bacs à eau.

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

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

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

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

24 analyseurs SPM Honeywell, sont installés à poste fixe sur 8 sites localisés à Kourou, Sinnamary, le Centre Technique et les sites d'observation (Agami et Toucan).

Ce réseau mesure en temps réel la teneur en acide chlorhydrique, en peroxyde d'azote et en produits hydrazinés dans l'atmosphère.

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

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

- le mobile 1 était placé en champ proche au point de mesures CP4,
- les mobiles 3, 4 et 5 se situaient en champ lointain (respectivement CL9, CL14 et CL08).

Les seuils de détections des appareils fixes sont les suivants :

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

Les seuils de détections des appareils mobiles sont les suivants :

Nom	Produits	Seuils de détection champ proche	Seuils de détection champ lointain
HCl	Acide chlorhydrique	2 à 15 ppm	28 à 1200 ppb

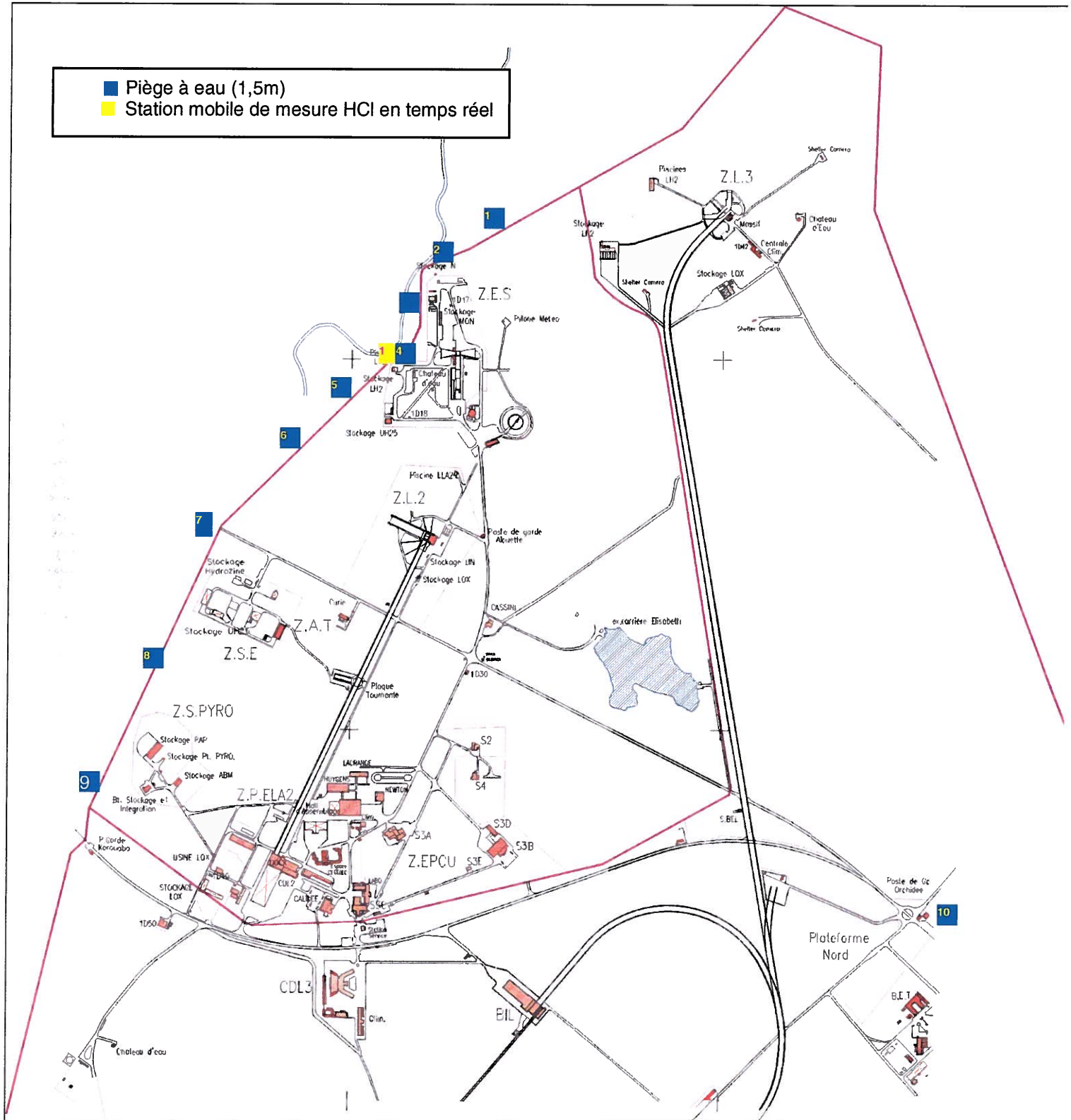
L'étalonnage et l'exploitation de ces mesures sont assurés par le service SDO/SC.

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

Suite aux résultats du dernier radiosondage, les bacs à eau ont été placés suivant l'option vent A « secteur Agami».

3.1. Champ proche

Code	Lieux	Distance ZLV (m)	X (m)	Y (m)	Bac à eau	SPM Honeywell
CP1	Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 48 et 47	503	303557	579544	Oui	-
CP2	Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 47 et 46	301	303315	579408,5	Oui	-
CP3	Chemin de ronde ZL3 - Intersection entre zone 46 et 45	171	303191	579234,5	Oui	-
CP4	Chemin de ronde ZL3 – milieu Zone 45	168	303164	579198	Oui	SPM n° 1
CP5	Chemin de ronde ZL3 Intersection entre zone 45 et 44	290	303027	579031,5	Oui	-
CP6	Chemin de ronde ZL3 Intersection entre zone 44 et 43	541	302835	578842	Oui	-
CP7	Chemin de ronde ZL3 Intersection entre zone 43 et 42	803	302645	578653,5	Oui	-
CP8	Chemin de ronde ZL3 Intersection entre zone 42 et 41	1049	302529	578404	Oui	-
CP9	Chemin de ronde ZL3 Intersection entre zones 39 et 40	1550	302309	577921	Oui	-
CP10	Orchidée	1970	304573	577600	Oui	-



3.2. Champ lointain

Code	Lieux	Distance ZLV (m)	X (m)	Y (m)	Bac à eau	SPM Honeywell
CL1	Kourou - Station Météo Isabelle	16692,3	318148	571469	Oui	-
CL2	Kourou - Hôtel Les Roches	18273,3	319511	570662	Oui	-
CL3	Kourou - Débarcadère des Iles	17498,3	317867	569403	Oui	-
CL4	Kourou - CMCK	16455,9	317648	571039	Oui	-
CL5	Site Toucan	4853,2	304210	574340	Oui	-
CL6	Hôtel du Fleuve	23655,9	284179	593027	Oui	-
CL7	Pont Karouabo	1639,7	302038	578069	Oui	-
CL8	Parking ancienne RN1	975,2	302408	579487	Oui	SPM n°5
CL9	Portail Piste Agami	2238,7	301068	579139	Oui	SPM n°3
CL10	Mi-chemin Karouabo - embranchement Piste Agami	1830,4	301552	578588	Oui	-
CL11	Intersection Piste Agami - Route de l'Espace	2060	301248	579045	Oui	-
CL12	PK17,7 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA (Embranchement Ancienne RN1)	2193	301502,5	580355	Oui	-
CL13	Chemin menant à la carrière Roche Nicole	2520,7	301345	580691	Oui	-
CL14	PK16,15 depuis Changement sur RTE ESPACE direction ELA Embranchement Diane	3705,1	300641	581681,5	Oui	SPM n°4
CL15	Diane	3893,3	299915	581020	Oui	-
CL16	Piste Agami – PK 1,5 après portail Agami (entrée du morne Bocco)	3682	299631	579327	Oui	-
CL17	Piste Agami – PK4 après portail	5505,5	297826	578584	Oui	-
CL18	Site Agami	6691,1	296762	577715	Oui	-
CL19	Piste Agami – PK8 après portail	8618,9	294970	576920	Oui	-
CL20	Piste Agami – PK10 après portail	9853,1	294166	575429	Oui	-
CL21	Piste Agami – PK11 après portail	10498,8	293854	574539	Oui	-
CL22	Piste Agami – PK12 après portail	11501,3	293165	573683	Oui	-
CL23	Sur RN1 direction Sinnamary 6Km après carrefour piste Agami soit PK 91,1 de la RN1	16238,8	287854	574116	Oui	-
CL24	Sur RN1 direction Sinnamary 10 km après carrefour piste Agami soit PK 95,1 de la RN1	15553,9	287784	578120	Oui	-
CL25	Sur RN1 direction Sinnamary 12 km après carrefour piste Agami soit PK 97,1 de la RN1	14553,8	288766	579729	Oui	-
CL26	Sur RN1 direction Sinnamary 8 Km après carrefour piste Agami soit PK 93,1 de la RN1	16036	287541	576175	Oui	-
CL27	Sur RN1 direction Sinnamary 4 Km après carrefour piste Agami soit PK 89,1 de la RN1	16881,8	287901	572204	Oui	-



**RESULTATS DU PLAN DE MESURES
ENVIRONNEMENT
VEGA VV 06**

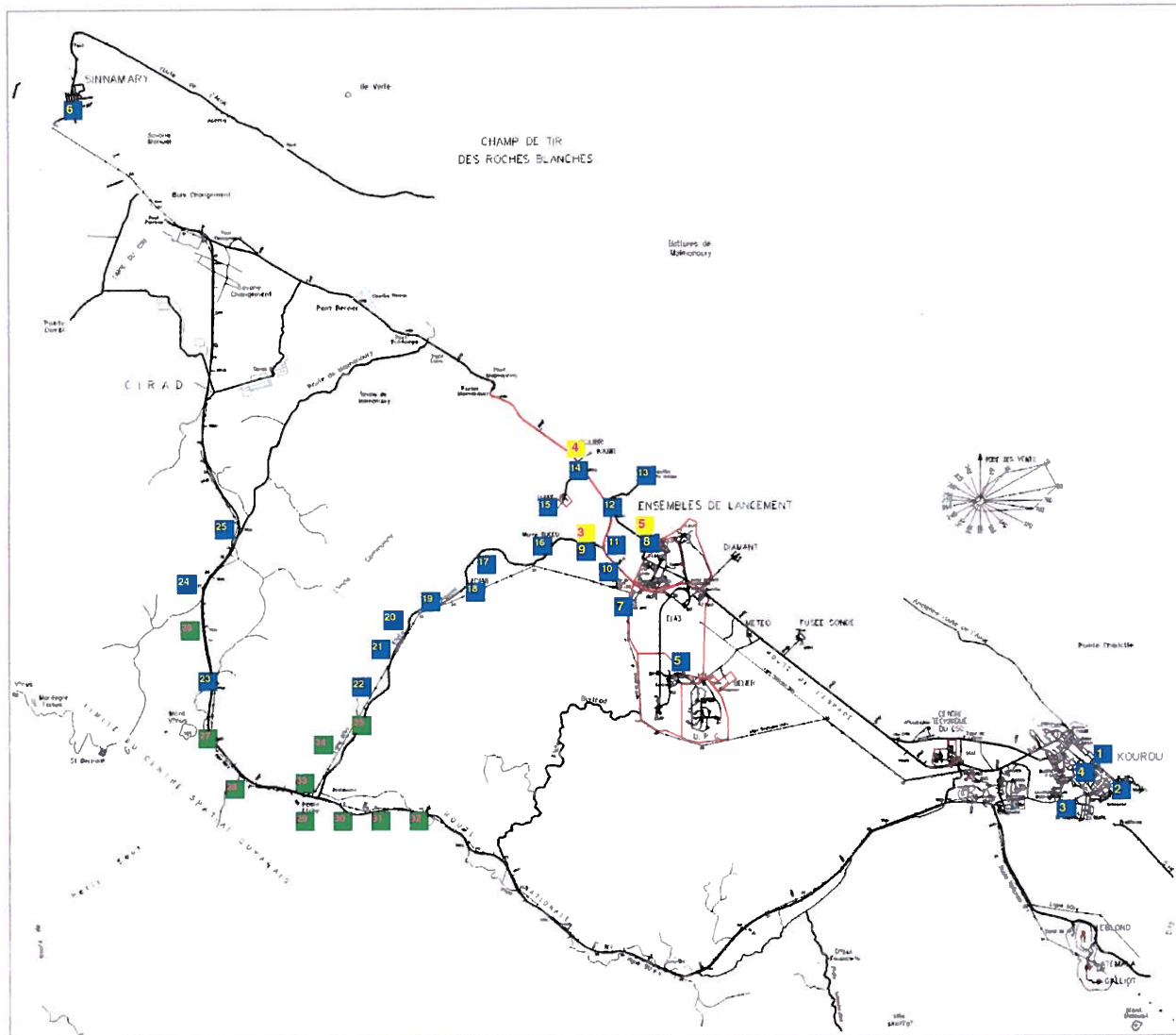
Référence : 16.SE.RS.04

Date : 04/02/2016

Page : 7/13

Code	Lieux	Distance ZLV (m)	X (m)	Y (m)	Bac à eau	SPM Honeywell
CL28	Sur RN1 direction Sinnamary 2 Km après carrefour piste Agami soit PK 87,1 de la RN1	16286,4	289259	570867	Oui	-
CL29	Embranchement Piste Agami - RN1 situé à PK 16,8 après portail	14752,8	291384	570419	Oui	-
CL30	Sur RN1 direction Kourou 1,5 Km après carrefour piste Agami soit PK 83,6 de la RN1	14041,7	292810	569781	Oui	-
CL31	Sur RN1 direction Kourou 3 Km après carrefour piste Agami soit PK 82,1 de la RN1	13220,5	293763	569959	Oui	-
CL32	Sur RN1 direction Kourou 4,5 Km après carrefour piste Agami soit PK 80,6 de la RN1	12881,7	294454	569750	Oui	-
CL33	Piste Agami – PK15 après portail	13997,7	291726	571245	Oui	-
CL34	Piste Agami – PK14 après portail	13024,8	292296	572150	Oui	-
CL35	Piste Agami – PK13 après portail	12297,6	292715	572859	Oui	-

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



4. Mesures des retombées chimiques particulières

Le temps d'exposition des bacs à eau a été d'environ 48H (du 01 décembre 2015 - 10h00 au 03 décembre 2015 - 16h00) pour les points CP1 à CP 10 ; CL01 à CL05 ; CL07 à CL 15. Pour le restant des points, le temps d'exposition des bacs à eau a été d'environ 24H (du 02 décembre 2015 - 14h00 au 03 décembre 2015 - 16h00).

Les échantillons ont été remis le 04/12/2015 dans l'après midi à l'Institut Pasteur.

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

1,8 millimètres de pluie ont été enregistrés pendant le temps d'exposition. En conséquence de ces pluies le volume moyen des échantillons a augmenté (volume moyen recueilli 595 ml).

Pour ce plan de mesure, la limite de détection de l'aluminium a été fixée à 0,02mg/l, soit 0,48mg/m² pour 500ml d'eau recueillis dans les bacs de dimensions 17,4 x 12 cm.

La concentration en aluminium particulaire n'est pas mesurée mais calculée par différence entre les concentrations en aluminium total et aluminium dissous. Pour cette raison, lorsque les concentrations en Aluminium total ou dissous sont inférieures à la limite de détection (0,02mg/L), l'annotation « Non Quantifiable (n.q.) » est indiquée pour la concentration en Aluminium particulaire.

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

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

Exemple :

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

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

Localisation	Volume recueilli (ml)	Aluminium Dissous		Aluminium Particulaire		Aluminium TOTAL		Chlorures		pH	Conductivité $\mu\text{S/cm}$
		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac mg/m ³		
CP1	740	< 0.02	< 0.71	n.g.	-	< 0.02	< 0.71	1.21	0.90	5.75	6.9
CP2		BAC RENVERSE									
CP3	550	< 0.02	< 0.53	n.g.	-	< 0.02	< 0.53	1.09	0.60	5.55	5.6
CP4	810	< 0.02	< 0.78	n.g.	-	< 0.02	< 0.78	1.08	0.87	5.55	6.1
CP5	740	< 0.02	< 0.71	0.026	0.019	0.026	0.92	1.17	0.87	5.65	6.2
CP6	800	< 0.02	< 0.77	n.g.	-	< 0.02	< 0.77	0.97	0.78	5.50	5.4
CP7	560	< 0.02	< 0.54	n.g.	-	< 0.02	< 0.54	1.09	0.61	5.50	5.9
CP8		BAC RENVERSE									
CP9	570	< 0.02	< 0.55	n.g.	-	< 0.02	< 0.55	1.06	0.60	5.55	5.8
CP10	560	< 0.02	< 0.54	n.g.	-	< 0.02	< 0.54	1.05	0.59	5.85	6.1

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

Localisation	Volume recueilli (ml)	Aluminium Dissous		Aluminium Particulaire		Aluminium TOTAL		Chlorures		pH	Conductivité $\mu\text{S/cm}$	
		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac mg			
CL01	490	< 0.02	< 0.10	< 0.02	< 0.47	< 0.02	< 0.10	< 0.47	1.46	69.70	5.70	14.0
CL02	530	< 0.02	< 0.11	n.q.	< 0.51	< 0.02	< 0.11	< 0.51	1.21	57.87	5.65	10.0
CL03	550	< 0.02	< 0.11	n.q.	< 0.53	< 0.02	< 0.11	< 0.53	4.42	211.78	5.95	31.0
CL04	500	< 0.02	< 0.10	n.q.	< 0.48	< 0.02	< 0.10	< 0.48	0.32	15.09	5.90	3.9
CL05	520	< 0.02	< 0.10	n.q.	< 0.50	< 0.02	< 0.10	< 0.50	0.45	21.67	5.60	5.3
CL06	410	< 0.02	< 0.08	n.q.	< 0.39	< 0.02	< 0.08	< 0.39	0.19	9.03	5.75	3.2
CL07	690	< 0.02	< 0.14	n.q.	< 0.66	< 0.02	< 0.14	< 0.66	0.83	39.99	5.60	8.3
CL08	580	< 0.02	< 0.12	n.q.	< 0.56	< 0.02	< 0.12	< 0.56	0.60	28.61	5.50	6.0
CL09	790	< 0.02	< 0.16	n.q.	< 0.76	< 0.02	< 0.16	< 0.76	0.75	35.94	5.30	6.1
CL10	760	< 0.02	< 0.15	n.q.	< 0.73	< 0.02	< 0.15	< 0.73	1.48	70.98	6.55	67.0
CL11	730	< 0.02	< 0.15	n.q.	< 0.70	< 0.02	< 0.15	< 0.70	0.72	34.26	5.75	5.9
CL12	720	< 0.02	< 0.14	n.q.	< 0.69	< 0.02	< 0.14	< 0.69	1.10	37.93	5.50	6.1
CL13	810	< 0.02	< 0.16	0.044	< 0.77	0.044	< 0.16	< 0.77	0.88	42.28	6.35	6.3
CL14	700	< 0.02	< 0.14	0.041	< 0.67	0.041	< 0.14	< 0.67	0.71	34.20	5.85	5.6
CL15	670	< 0.02	< 0.13	n.q.	< 0.64	< 0.02	< 0.13	< 0.64	1.08	51.66	5.70	8.4
CL16	440	< 0.02	< 0.09	n.q.	< 0.42	< 0.02	< 0.09	< 0.42	0.08	3.79	5.65	1.8
CL17	480	< 0.02	< 0.10	n.q.	< 0.46	< 0.02	< 0.10	< 0.46	0.04	1.84	5.60	1.6
CL18	430	< 0.02	< 0.09	n.q.	< 0.41	< 0.02	< 0.09	< 0.41	0.07	3.30	5.60	1.7

Localisation	Volume recueilli (ml)	Aluminium Dissous		Aluminium Particulaire		Aluminium TOTAL		Chlorures		pH	Conductivité $\mu\text{S/cm}$		
		Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration calculée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	capté dans le bac mg/m ³	Concentration mesurée dans le volume d'eau recueillie mg/l	captés dans le bac mg				
CL19	450	< 0.02	< 0.43	n.q.	-	< 0.02	< 0.43	< 0.009	< 0.43	0.11	2.37	5.55	1.6
CL20	450	< 0.02	< 0.43	n.q.	-	< 0.02	< 0.43	< 0.009	< 0.43	0.13	2.80	5.55	1.6
CL21	450	< 0.02	< 0.43	n.q.	-	< 0.02	< 0.43	< 0.009	< 0.43	0.17	3.66	5.50	1.8
CL22	460	< 0.02	< 0.44	n.q.	-	< 0.02	< 0.44	< 0.009	< 0.44	0.15	3.30	5.75	1.6
CL23	420	< 0.02	< 0.40	n.q.	-	< 0.02	< 0.40	< 0.008	< 0.40	0.13	2.61	5.75	1.7
CL24	460	< 0.02	< 0.44	n.q.	-	< 0.02	< 0.44	< 0.009	< 0.44	0.14	3.08	5.70	1.6
CL25	460	< 0.02	< 0.44	n.q.	-	< 0.02	< 0.44	< 0.009	< 0.44	0.14	3.08	5.65	1.6
CL26	470	< 0.02	< 0.45	n.q.	-	< 0.02	< 0.45	< 0.009	< 0.45	0.08	1.80	5.60	1.6
CL27	380	< 0.02	< 0.36	n.q.	-	< 0.02	< 0.36	< 0.008	< 0.36	0.11	2.00	5.55	1.7
CL28	420	< 0.02	< 0.40	n.q.	-	< 0.02	< 0.40	< 0.008	< 0.40	0.09	1.81	5.48	1.9
CL29	450	< 0.02	< 0.43	n.q.	-	< 0.02	< 0.43	< 0.009	< 0.43	0.12	2.59	5.55	1.8
CL30	470	< 0.02	< 0.45	n.q.	-	< 0.02	< 0.45	< 0.009	< 0.45	0.08	1.80	5.65	1.5
CL31	450	< 0.02	< 0.43	n.q.	-	< 0.02	< 0.43	< 0.009	< 0.43	0.12	2.59	5.60	1.5
CL32	230	< 0.02	< 0.22	n.q.	-	< 0.02	< 0.22	< 0.005	< 0.22	0.24	2.64	5.80	2.3
CL33	460	< 0.02	< 0.44	n.q.	-	< 0.02	< 0.44	< 0.009	< 0.44	0.16	3.52	5.60	1.9
CL34	450	< 0.02	< 0.43	n.q.	-	< 0.02	< 0.43	< 0.009	< 0.43	0.22	4.74	5.50	2.0
CL35	460	< 0.02	< 0.44	n.q.	-	< 0.02	< 0.44	< 0.009	< 0.44	0.07	1.54	5.60	1.7

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

Aucune pollution n'a été détectée par les CODEX installés en CP04, CL8, CL 9, CL14.

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

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

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

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

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

Type de gaz	S.E.I. 10 mn	S.E.I. 30 mn	S.E.L. 30 mn	VLE
HCl	240 ppm 358 mg/m ³	80 ppm 90 mg/m ³	470 ppm 700 mg/m ³	5 ppm
Dose HCl en ppm.s	144000	144000	846000	

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

La VME des poussières inertes est donc de 10mg/m³ pendant 8h, 5 jours/semaine ce qui correspond à une dose par semaine de 1440000 mg.s/m³.