



AS 2016.283

4 octobre 2016

# Simulation d'exploration martienne dans la grotte des Petites-Dales

28 mai 2016



*(Docs. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*

# Sommaire

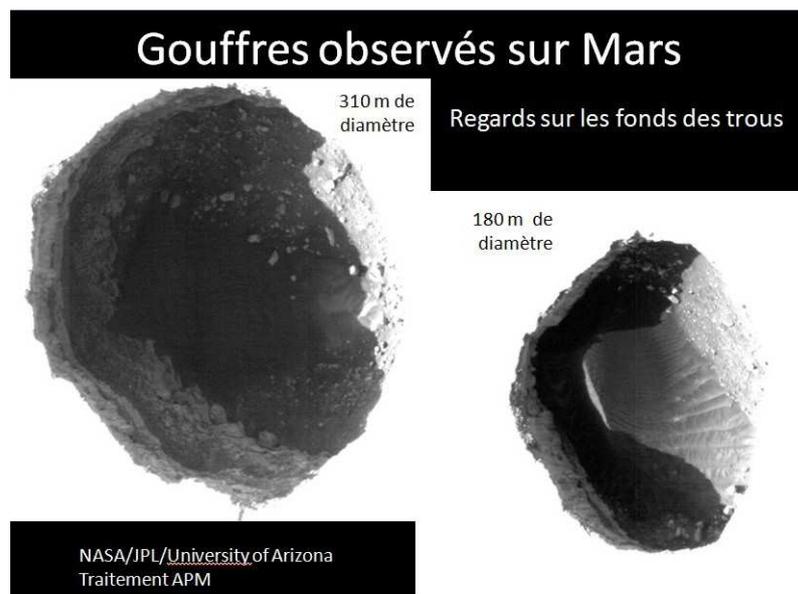
<b><u>1 Introduction</u></b>	p3
<b><u>2 Les objectifs principaux</u></b>	p5
<b><u>3 Le matériel utilisé</u></b>	p5
<b><u>4 Le déroulement de la simulation</u></b>	p9
4-0 La mesure du temps	p9
4-1 Préparation et activités préliminaires	p10
4-2 Préparation du Véhicule de Reconnaissance de Paroi	p21
4-3 Recherche de la panne vidéo VRP	p33
4-4 Reconnaissance de la galerie du siphon par le VRP	p36
4-5 Descente avec descendeur dans la galerie du siphon	p47
4-6 Passage vers la salle 46	p64
4-7 Dans la salle 46	p83
4-8 Retour à la galerie principale	p118
4-9 Remontée du VRP et reconnaissance de la galerie principale sur une faible distance	p141
4-10 Dépannage de la vidéo VRP et reprise de l'utilisation dans la galerie du siphon	p163
<b><u>5 Durée des différentes phases</u></b>	p183
<b><u>6 Résultats et enseignements</u></b>	p184
6-1 VRP	p184
6-2 Cartographie	p199
6-3 Les scaphandres de simulation	p206
6-4 Particularités des opérations en scaphandre	p213
6-5 Commentaires des participants	p219
<b><u>7 Conclusions</u></b>	p221
<b>Références</b>	p222
<b><u>Annexe 1</u></b>	p223
Simulation d'exploration en grotte (2016.453 ed2)	
<b><u>Annexe 2</u></b>	p238
Les deux scaphandres de simulation APM (2016.285)	
<b><u>Annexe 3</u></b>	p259
Le VRP 3-6	

## 1 Introduction

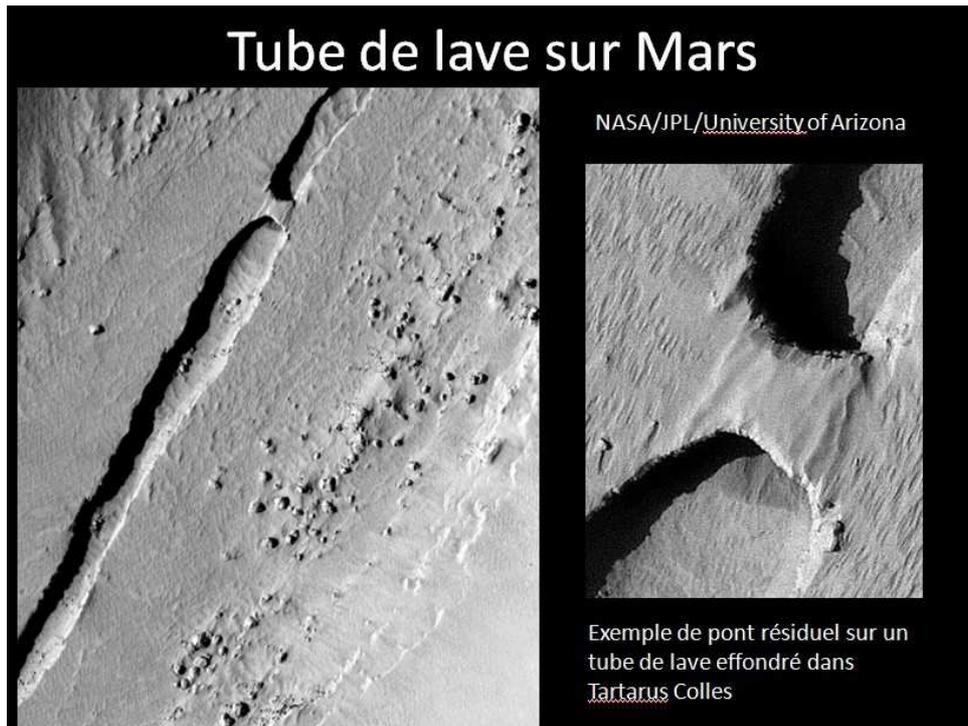
L'association Planète Mars a conduit le 28 mai 2016 sa deuxième simulation d'EVA ("sortie extra véhiculaire" pour "Extra Vehicular Activity" en anglais) avec les scaphandres analogues élaborés par Armande Zamora et Patrick Sibon en 2012 (<http://planete-mars.com/les-troisiemes-rencontres-spatiales-de-saint-maximin/>). L'un des scaphandres avait déjà été utilisé sur le terrain pour la première fois aux falaises des Vaches Noires en Normandie en Mars 2014 (<http://planete-mars.com/une-premiere-simulation-deva-avec-le-scaphandre-analogue-de-lassociation/>). Cette fois la simulation a été déroulée à deux personnes, Lucie Poulet et Alain Souchier, et le lieu retenu était une grotte au voisinage de Fécamp, à St Martin-aux-Buneaux : la grotte des Petites-Dales (Dales vient du vieux normand et signifie "vallée" sans rapport avec les dalles). Après une première visite de reconnaissance le 19 août 2014 de cette grotte qui n'est qu'épisodiquement ouverte au public, un scénario d'exploration avait été élaboré pour une simulation d'exploration de grotte martienne (voir annexe 1).

L'opération s'est finalement déroulée le 28 mai 2016, le responsable de la grotte, monsieur Jean-Pierre Viard ayant obligeamment permis l'accès à celle-ci. Deux équipes médias ont suivi l'opération l'une dirigée par Youki Vattier pour un documentaire à paraître fin 2016 à l'occasion de la mission de Thomas Pesquet, l'autre dirigée par Jonathan Barbier de l'association Planète Mars avec Isabelle Ebran de la société Gargouille Productions.

L'exploration des grottes martiennes sera intéressante pour rechercher des traces de molécules organiques préservées à l'abri des ultraviolets et des rayons cosmiques qui les détruisent en surface jusqu'à 1 m de profondeur. Et on ne peut totalement exclure l'idée de trouver des organismes extrêmophiles encore vivants en particulier dans ou à proximité de glace. On a détecté sur Mars des tubes de lave et des gouffres d'origine volcanique de taille respectable (300 m de diamètre 160 m de profondeur) sans bien sûr avoir encore connaissance des extensions souterraines de ces structures.

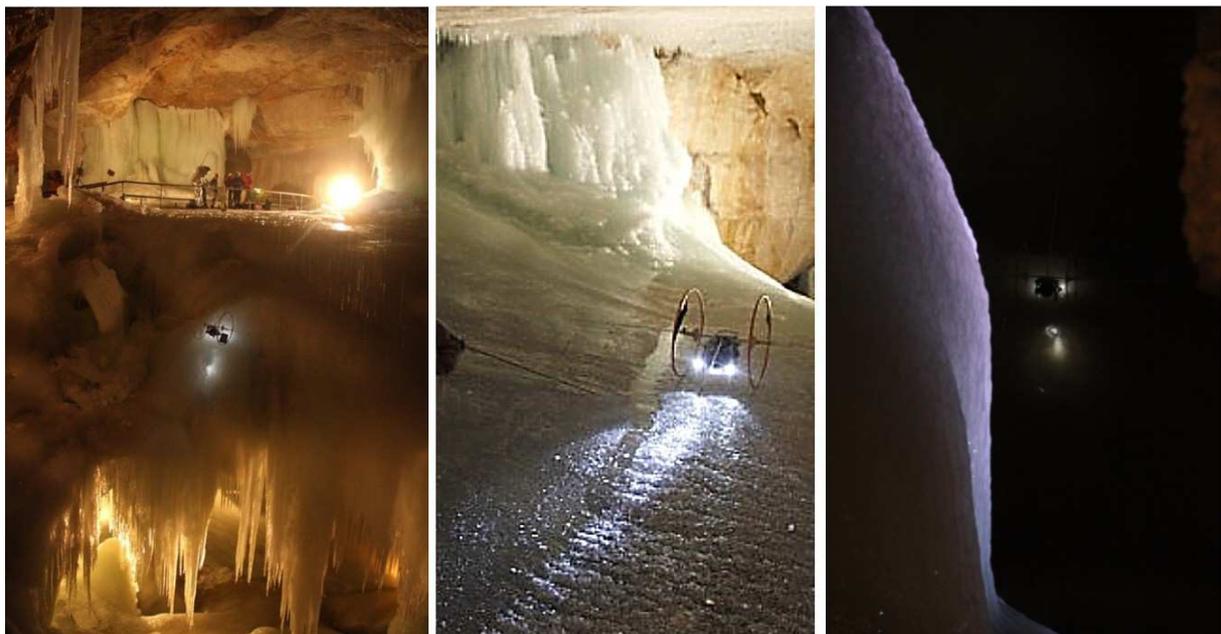


***Deux gouffres martiens dans la région de Tharsis. Il s'agit de gouffres d'origine volcanique qui n'ont rien à voir avec la dissolution du calcaire par l'eau qui, sur Terre, crée des gouffres type Padirac***



***Le tube de lave effondré de Tartarus Colles, effondré sauf en un point***

C'est d'ailleurs pour travailler sur ce type d'exploration que l'ÖWF autrichien avait organisé 4 jours de simulation et expérimentations dans la grotte glaciaire de Dachstein en Autriche dans la région de Salzbourg en 2012. L'association Planète Mars y avait participé avec le VRP, le Véhicule de Reconnaissance de Paroi, utilisé en particulier pour la reconnaissance de gouffre. La simulation de Dachstein visait plus le déroulement d'expériences dans une grotte que la reconnaissance de celle-ci. La simulation du 28 mai avait plutôt une approche de type "exploration et reconnaissance" d'une grotte inconnue.



***Le Véhicule de Reconnaissance de Paroi lors de la simulation de 2012 dans la grotte de Dachstein  
(docs. ÖWF J Neuner/APM A. Souchier)***

## **2 Les objectifs principaux**

Le scénario d'exploration déroulé dans la grotte est explicité en annexe 1 (document datant d'avant la simulation)

L'objectif était de dérouler un scénario d'exploration présentant plusieurs phases, pour mettre en évidence les difficultés qui pouvaient être rencontrées compte tenu de l'évolution dans une grotte et avec le handicap que constituent les scaphandres de simulation.

Les différentes phases prévues étaient :

- mesures dimensionnelles de la grotte (distances et angles entre parties rectilignes)
- utilisation du Véhicule de Reconnaissance de Paroi (VRP) de l'association pour reconnaître un passage pentu (la galerie du siphon) avant de s'y engager. Cette utilisation était particulière puisque le VRP « regarde » normalement en arrière car il étudie la pente ou la falaise qu'il descend alors que là il s'agissait de regarder devant. Dans la grotte de Dachstein, une situation intermédiaire avait été la reconnaissance du gouffre Tristan en pendulaire, le véhicule pouvant balayer 360° de champ en tournant.
- démonstration de l'utilisation d'une corde et d'un descendeur dans la galerie du siphon
- tentative de progression dans une zone basse de plafond
- macro photos de strates intéressantes

L'opération constituait aussi un test des scaphandres de simulation APM dans des conditions plus difficiles que la précédente simulation effectuée aux falaises des Vaches Noires en 2014 (voir référence 2).

## **3 Le matériel utilisé**

Il s'agissait de la première simulation mettant en œuvre les deux scaphandres de simulation de l'association. Ces scaphandres, dont le but principal est de rendre plus difficiles les opérations, en se rapprochant le plus possible de l'utilisation d'un vrai scaphandre, sont décrits en annexe 2. Le principal handicap est constitué par les gants, mais aussi par la visibilité un peu réduite, la sensation d'enfermement, le volume du pack dorsal. Le poids compte également mais le poids de ces scaphandres de simulations d'environ 12 kg est volontairement faible pour ne pas trop surcharger le cobaye pendant une simulation terrestre sous 1 g. Sur Mars la pesanteur n'est que de 0,38g et le poids terrestre de l'opérateur plus le poids terrestre de son scaphandre de simulation correspondent déjà au poids martien de l'opérateur équipé d'un scaphandre d'environ 150 kg. Cela est à comparer au poids des scaphandres Apollo de 85 kg et ISS de 130 kg.

Outre les scaphandres les matériels emportés étaient les suivants :

- Un dérouleur de fil d'Ariane porté par Lucie
- Un sac ventral porté par Alain contenant :
  - Un appareil photo Canon EOS 7D
  - Une caméra Sony HDR GW 55
  - Un télémètre laser Vortex Ranger 1000
  - Deux double décimètre en carton
  - Un jeu de petits panneaux plastique numérotés de 1 à 12
  - Deux boîtes à échantillons
  - Un rapporteur modifié avec des ergots pour mesurer les angles au passage d'un segment

rectiligne de grotte à un autre en utilisant le fil d'Ariane

- Une lampe de secours à dynamo manuelle
- Un sac latéral porté par Alain contenant une corde de 15 m, le descendeur Petzel et une 2ème corde de secours de 10m
- Un harnais de montagne porté par Alain



***Le dérouleur de fil d'Ariane contenant 252 m de fil et le rapporteur placé dans une configuration expliquant la méthode de mesure d'angle***



***Le sac ventral avec (vide) l'emplacement de l'appareil photo Canon EOS 7D, le télémètre laser en latéral dans la poche principale et la caméra Sony HDR GW 55 dans la petite pochette latérale. Le côté du sac en contact avec l'opérateur est le côté en haut ; le petit sac caméra est ainsi à sa droite.***



***Le contenu de la pochette avant : les étiquettes de marquage, le rapporteur modifié, la lampe de secours à dynamo. Comme lors de précédentes simulation, les fermetures éclair sont équipées de scotchs (carrés argentés) pour élargir la prise compte tenue de l'utilisation des gants de scaphandre pour ouvrir.***



***Le contenu de la pochette inférieur : deux boîtes à échantillons et deux doubles décimètres (22 cm) en carton***



*Le télémètre laser Vortex et les indications dans le viseur ; mais ce télémètre ne descend pas en dessous de 9 à 10 m en distance de mesure.*



*Le harnais et le descendeur lors d'une répétition*

A ces matériels s'ajoutait le Véhicule de Reconnaissance de Paroi de l'association et sa boîte de réception (pour plus de détails voir l'annexe 3).



***Le VRP dans la configuration simulation Petites-Dales. Compte tenu de la largeur limitée de la descente de la galerie du siphon, le véhicule n'est équipé que de deux demi anti roulis de 50 cm, et pas de la longueur totale disponible d'un mètre (les deux demi anti roulis extérieurs habituellement utilisés sont contre le mur).***

Le drapeau « martien » rouge vert bleu et sa hampe en deux morceaux, avec également un petit drapeau logo APM avaient été emportés.

#### **4 Le déroulement de la simulation**

##### **4-0 La mesure du temps**

Un des objectifs de la simulation étant de voir et décrire les difficultés rencontrées, la mesure du temps écoulé, soit pour des opérations courtes et simples, soit pour des opérations plus longues

(préparation du VRP, progression dans une galerie,...), est importante. Celle-ci est obtenue en premier lieu par la caméra casque Sony HDR ASW 15. Cette caméra est actionnée en principe en continu. Sur la micro carte SD, l'enregistrement est automatiquement segmenté en phases de 35mn 23s. La simulation a ainsi fait l'objet sur l'enregistrement, dans l'ordre, d'une 1ère séquence de 35mn 23s suivie d'une deuxième de même durée. La 3<sup>ème</sup> séquence a été interrompue accidentellement par manipulation sur la caméra à 34mn 16s. Une 4<sup>ème</sup> séquence, très courte lors des manipulations de relance de la caméra dure 1s. La 5<sup>ème</sup> séquence dure à nouveau 35mn 23s. La 6<sup>ème</sup> séquence est interrompue quelques minutes avant la fin de la simulation par épuisement de la batterie à 17mn 09s. Il y a donc un total enregistré de 157mn 35s, pratiquement en continu.

Le temps absolu est fourni par le recalage sur les photos de l'appareil Canon EOS 7D qui possède une horloge interne.

L'instant de début de simulation retenu pour l'affichage des temps dans la suite correspond au passage de la grille d'entrée de la grotte. En valeur absolue il est à ce moment 15h 04mn et le temps de la caméra casque est de 2mn 12s. Cette valeur est donc retranchée de tous les temps affichés ensuite par la caméra pour ne donner que des temps par rapport au passage de la grille.

En comparant le temps donné par l'appareil photo entre la première photo Canon dans la descente de la galerie du siphon et la dernière photo dans la salle 46, au temps donné pour les mêmes événements par la vidéo, on obtient une excellente concordance : l'horloge de l'appareil photo donne 59mn 59s d'écart et les temps vidéo donnent 59mn 57s. Pour déterminer la durée d'arrêt (courte) lors des manipulations sur la caméra en fin de 3<sup>ème</sup> séquence, le recalage sur l'appareil photo a été utilisé. Ce recalage donne un temps d'interruption de l'enregistrement vidéo casque de 27s. Les instants donnés tiennent compte de cette interruption.

#### 4-1 Préparation et activités préliminaires

Cette partie comporte le transfert des matériels de l'entrée à la galerie du siphon, le déploiement du drapeau, une première mesure de distance et un tour court dans la galerie principale au-delà de la galerie du siphon pour les besoins du tournage vidéo



***Fin des préparatifs devant l'entrée. Sur le côté gauche du casque 2 posé à terre est fixée une caméra Sony HDR AS 15 (champ de 120°, image de résolution 1920x1080). La caméra a tourné pendant toute la simulation sauf pendant 27s. Les événements sont replacés chronologiquement dans la suite à partir des informations de cette caméra. (Doc. J. P. Viard)***



***Première entrée dans la grotte peu après 15h. Lucie Poulet à droite transporte le fil d'Ariane (enrouleur jaune) qui contient 252 m de fil, ainsi que le boîtier réception du Véhicule de Reconnaissance de Paroi tandis qu'Alain Souchier, à gauche, transporte le véhicule. Le matériel est déposé à l'entrée de la grotte. (Doc. J. P. Viard)***

Les images qui suivent, permettant la description des opérations, sont tirées de la caméra Sony HDR AS 15 du casque d'Alain, des vidéos tournées par l'équipe Jonathan Barbier/Isabelle Ebran/Gargouille Productions, de l'appareil Canon EOS 7D transporté par Alain (photos par Alain ou par Lucie en simulation donc mentionnées « en sim »), ou (relativement peu) de la caméra vidéo Sony HDR GW 55 transportée par Alain. Deux des photos sont de Jean-Pierre Viard. Les sources sont à chaque fois indiquées.



***Deuxième entrée après avoir déposé le matériel à l'entrée (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***



*(Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Le fil d'Ariane qui permet aussi la mesure des distances est accroché à la grille d'entrée, référence de l'entrée de la grotte, le passage de cette grille constituant aussi l'instant de référence pour le décomptage du temps d'EVA ensuite, les événements étant placés dans le temps grâce aux images de la caméra casque Alain. Le passage de la grille d'entrée a été effectué à 15h 04mn. Lucie a procédé à l'accrochage vers 0mn 33s. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*A 1mn 04s Alain prend le VRP en main droite après avoir pris les 4 demi anti roulis, le pieu d'assurance et le marteau en main gauche (caméra casque)*



*Transport du VRP, du drapeau et la boîte de réception du VRP depuis l'entrée de la grotte jusqu'à l'entrée de la galerie du siphon. Lucie transporte le drapeau avec les hampes, la tige de support du drapeau et le boîtier de réception du VRP. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



***1mn 51s après le passage de la grille d'entrée, le matériel transporté est déposé au niveau du couloir descendant de la galerie du siphon à 27 m de l'entrée (caméra casque)***



***Il est procédé ensuite au déploiement du drapeau (officiel) martien (rouge, vert, bleu, d'après les titres de la trilogie de science-fiction de Kim Stanley Robinson, Mars la rouge, Mars la verte, Mars la bleue) adossé à la paroi à gauche de la descente de la galerie du siphon (caméra casque)***



*Lucie enfile la tige horizontale qui permet de tenir le drapeau déployé (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*(Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Lucie et Alain avec le logo de l'association Planète Mars (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Préparatifs pour mettre en place le logo de l'association Planète Mars à 3mn 04s. Le logo est mis en place une deuxième fois sur la hampe du drapeau à la demande des médias. L'opération drapeau et logo est terminée à 3mn 26s. (Caméra casque)*



*Mesure de la distance entre l'entrée et la galerie du siphon qui se trouve hors champ à droite. La galerie principale se poursuit à gauche de Lucie. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*La galerie principale se poursuit derrière Alain (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



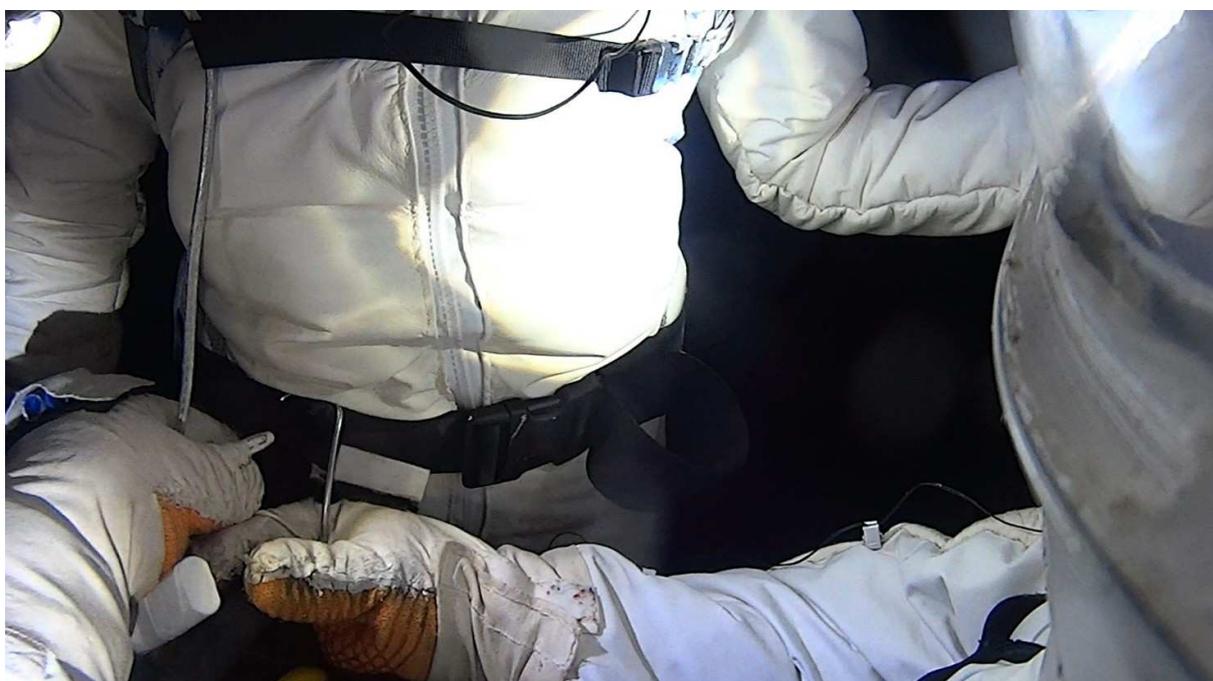
*Entre 3mn 26s et 4mn 50s, il est procédé à la mesure de la distance depuis l'entrée (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*La mesure implique de dérouler le fil d'Ariane jusqu'à 30 m (ou la valeur est indiquée en clair) et décompter 3 m. Ici à 3mn 58s Lucie tend le fil. (Caméra casque)*



***Alain a repris le dérouleur à la ceinture de Lucie et déroule jusqu'à atteinte de la marque 30 m à 4mn 18s suivi du rembobinage pour établir la position de la gauche de l'entrée de la galerie du siphon comme étant à 27 m de l'entrée de la grotte. (Caméra casque)***



***A 4mn 48s Alain remet le dérouleur à la ceinture de Lucie. C'est une opération que Lucie peut difficilement faire elle-même compte tenu de son manque de visibilité vers le bas à cause du casque. A 5mn 16s après discussion sur l'inutilité de transporter le dérouleur lors de la petite excursion dans la galerie principale demandée par les médias pour la suite, Lucie décroche le dérouleur sans aide et le dépose par terre. (Caméra casque)***



***A 5mn 28 Alain passe le rapporteur pour mesure d'angle des galeries à Lucie. A noter qu'il faut deux tentatives pour l'ouverture de la fermeture éclair de la pochette latérale malgré la présence des scotchs qui élargissent la prise. (Caméra casque)***



***Sortie des étiquettes marqueurs à 5mn 34s. Le marqueur 1 est placé aux 27 m. Puis un aller retour jusqu'au coude suivant de la galerie est effectué pour les besoins du tournage vidéo. (Caméra casque)***



***Un trajet aller retour de quelques dizaines de mètres est effectué dans la galerie principale à partir de l'emplacement de la galerie du siphon pour les besoins médias. Départ à 5mn 59s, demi tour à 6mn 35s et retour à la galerie du siphon à 7mn 13s. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***

La phase de préparation et activités préliminaires (transport des matériels devant la galerie du siphon, déploiement du drapeau, petit tour dans la galerie principale pour les médias, mesure de la distance de la galerie du siphon à l'entrée) a duré 7mn 13s.

#### 4-2 Préparation du Véhicule de Reconnaissance de Paroi



***A 7mn 31s devant la descente de la galerie du siphon après avoir saisi le pieu d'assurance du VRP et le marteau. On voit à l'extrême gauche la hampe du drapeau et à proximité à droite le marqueur 1 des 27 m. L'orifice de descente de la galerie du siphon est à droite et un peu au dessus du VRP. (Caméra casque)***



***A 7mn 56s Alain raccroche le dérouleur à la ceinture de Lucie (caméra casque)***



***Alerte : la ventilation casque s'était arrêtée. Remise sur on à 8mn 11s. (Caméra casque)***



*Préparation pour le planter du pieu d'assurance. Lucie tient le fil d'Ariane et le rapporteur pour mesure de l'angle de la galerie du siphon avec la galerie principale. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*A 8mn 53 le pieu d'assurance de la corde du VRP est planté en seulement 13 s et 24 coups de marteau. Les préparatifs de planter ont commencé à 8mn 22s. A gauche Lucie procède à la mesure de l'angle. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



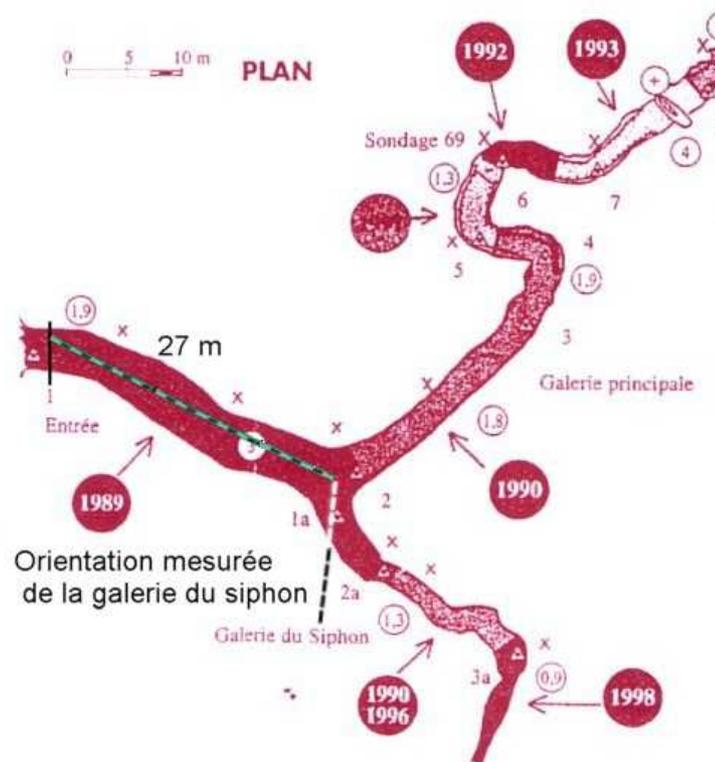
*Il est procédé ensuite à la préparation du VRP qui commence à 9mn 13s. Ici la mise en place du deuxième anti roulis à 10mn 05s, suivie de l'allumage des lampes. (Caméra casque)*



*Lucie mesure l'angle entre le couloir d'entrée de la grotte et la galerie du siphon (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Lucie mesure l'angle entre le couloir d'entrée de la grotte et la galerie du siphon et annonce 70° à droite à 9mn 58s pour l'orientation de la galerie du siphon par rapport à la galerie principale. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Report sur une carte de la distance mesurée à l'entrée. L'orientation mesurée de la galerie du siphon trouvée à 70° est trop élevé et aurait du être plutôt de 45°. Mais la galerie du siphon n'étant pas éclairée et en virage, l'orientation donnée correspond aux premiers mètres de cette galerie. (Doc. J.P. Viard + modifications APM)*



*Rotation de la roue pour trouver le trou d'accrochage du crochet de verrouillage de l'anti roulis  
(doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Allumage de la première lampe : deux tentatives infructueuses avec le pouce droit à 10mn 51s sur  
le bouton presseur latéral (caméra casque)*



*Et succès avec l'ergot de l'index gauche à 10 mn 54s. Ces ergots servent à fixer des petits prolongateurs « aides à la dextérité », mais ils sont suffisants en eux-mêmes pour des actions simples de ce type. (Caméra casque)*



*Vues dos et face du gant gauche avec les picots ou ergots utilisés pour certaines actions lors de la simulation. Les aides à la dextérité qui se fixent sur ces picots (différents sur le gant gauche et le gant droit) n'ont pas eu à être utilisés lors de la simulation.*



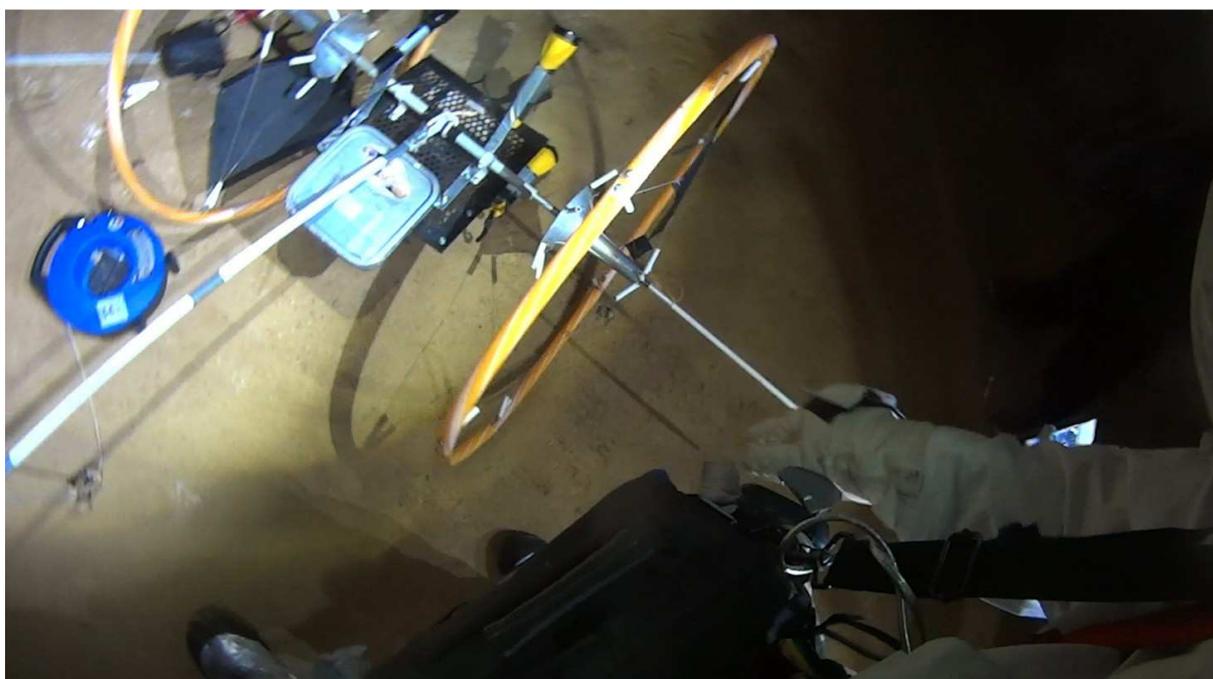
*Il faut ensuite 4 tentatives avec le même picot sur l'index gauche pour allumer la 2<sup>ème</sup> lampe supérieure à droite vers 11mn 08s mais une 5<sup>ème</sup> action (pourquoi ?) l'éteint. A 11mn 18s la lampe inférieure gauche est allumée en une seule pression du pouce sur le bouton presseur latéral. La lampe supérieure droite est ensuite rallumée en une seule pression sur le poussoir arrière. A 11mn 22s la lampe inférieure droite est allumée en une seule pression du pouce sur le bouton arrière. Sur cette image à 11mn 23s, on voit les deux lampes inférieures et au premier plan la Hazcam Sygonix du VRP montée sur le système de balayage angulaire + ou - 170° Bescor. Il faut ensuite environ 20 s pour actionner le bouton de déclenchement du balayage du Bescor. La vidéo Gargouille Productions montre que l'actionnement a été obtenu simplement avec le pouce sans utilisation du picot. Ce bouton est assez petit (largeur 5 mm sur 3 et dépassant de seulement 1 mm) et glisse latéralement pour être actionné. (Caméra casque)*



*Retournement de la platine du VRP pour mettre en route le Bescor (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Mise en route du Bescor sans avoir besoin d'un picot de gant (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Contournement du VRP à 12mn 22s pour aller allumer les deux boutons du boîtier d'émission vidéo (carré gris) (caméra casque)*



***A 12mn 30s actionnement du 1<sup>er</sup> bouton du boîtier d'émission vidéo avec le picot RCA du gant droit.  
A 12mn 33s le 2<sup>ème</sup> bouton est actionné de la même manière. (Caméra casque)***



***A 12mn 51s tentative d'ouverture du couvercle de la boîte de réception avec index et majeur de la  
main droite sans succès (caméra casque)***



***Une deuxième tentative est effectuée avec les deux doigts se terminant par une tentative d'utilisation du picot RCA à 12mn 52s entrainant le décollement de celui-ci car il n'était pas fait pour travailler ainsi sous fort effort latéral. (Caméra casque)***



***A 12mn 53s l'effort latéral excessif a arraché le picot RCA. Deux nouvelles tentatives d'ouverture avec le majeur droit ont lieu ensuite, puis avec majeur droit et pouce gauche avant de réussir à 13mn 18s avec trois doigts de la main gauche. Il a fallu ainsi 5 manipulations et 27s pour ouvrir le boîtier ! (Caméra casque)***



***A 13mn 19s le boîtier est ouvert. Alain passe le récepteur à Lucie pour mise sur on (caméra casque)***



***A 13mn 34s Alain connecte le 12v sur le moniteur TV en deux tentatives. Lucie signale qu'il n'y a pas de lumière on sur le récepteur. Deux tentatives off on sont alors effectuées sans succès. A ce stade le connecteur jaune de la vidéo sur le moniteur n'est pas encore connecté mais les activités passent de « préparation du VRP » à « recherche de panne ». (Caméra casque)***

Au total la préparation du VRP aura demandé 5mn 12s, planter du piquet d'assurance compris. La totalité de cette 2<sup>ème</sup> phase a duré 6mn 21s.

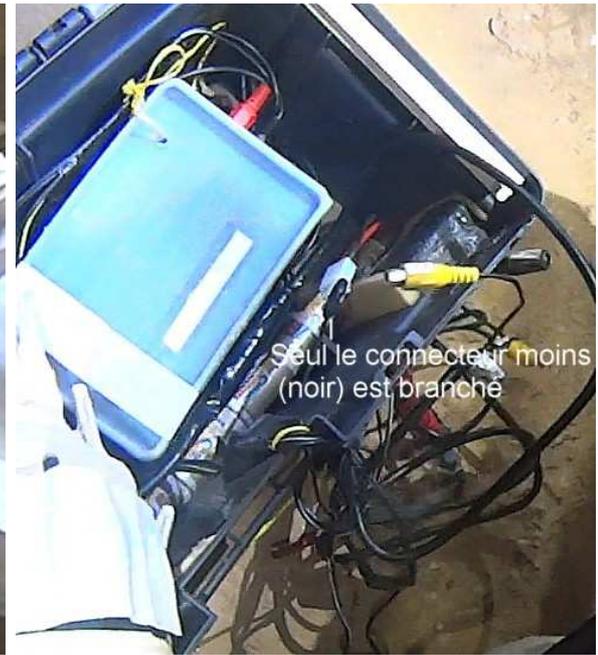
#### 4-3 Recherche de la panne vidéo VRP



***A 13mn 44s première tentative off on par Alain en utilisant le picot RCA du gant droite. Le bouton du récepteur est un bouton qui se déplace latéralement. (Caméra casque)***



***A 13mn 49s Lucie à son tour recommence un cycle off on. La panne est visible sur cette image (flèche blanche tout à gauche) : seul le connecteur moins (noir) est relié à la batterie 12 V ; le connecteur plus (rouge) ne l'est pas. (Caméra casque)***



***La cause de la panne est déjà visible sur ces images datant de 12mn 57s et 13mn 13s. Mais cette cause ne sera découverte qu'au retour de l'exploration de la galerie du siphon ce qui conduira à refaire la descente du VRP dans la galerie pour voir ce que montre la vidéo transmise depuis le véhicule, conformément au programme initialement prévu. (Caméra casque)***



***Le connecteur plus déconnecté apparaît aussi clairement sur cette image à 13mn 26s (caméra casque)***



**A 14mn 03s connexion de la liaison vidéo récepteur moniteur au 1<sup>er</sup> essai (caméra casque)**



**Et évidemment, à 14mn 10s le moniteur ne s'allume pas. Diagnostic à 14 mn 18s : « plus de 12 V ». Le diagnostic est exact mais Alain interprète trop rapidement l'anomalie comme un épuisement accidentel de la batterie 12 V pendant le trajet, la déconnexion accidentelle des connecteurs aux bornes de la batterie 12 V ne faisant pas partie des défaillances connues du système. Une nouvelle tentative d'allumage du moniteur est effectuée ; les connexions vidéo V1/V2 et 12V PM1/PM2 du moniteur sont vérifiées ; une 3<sup>ème</sup> tentative d'allumage du moniteur est encore effectuée. L'absence du multimètre, habituellement utilisé lors des phases de vérification en atelier est regrettée. Le multimètre aurait peut être permis de poser le bon diagnostic, le contrôle de voltage de la batterie 12 V se faisant soit sur le connecteur de charge, soit directement aux bornes de la batterie. L'affichage d'une valeur de voltage strictement égale à zéro, ce qui n'est pas le cas d'une batterie déchargée, aurait aussi pu mettre sur la bonne voie. A 15mn 13s affichage de la poursuite « en manuel » de la reconnaissance VRP en vérifiant simplement qu'il ne tombe pas dans un trou, ce qui se sentirait à la traction sur la corde. Bien entendu, il est déjà connu qu'il n'y a pas de trou en bas de la galerie du siphon. (Caméra casque)**

La phase de recherche de panne sur le système vidéo du VRP a été courte : 1mn 49s

#### 4-4 Reconnaissance de la galerie du siphon par le VRP

Cette phase commence à 15mn 23s par le début de transport du Véhicule de Reconnaissance de paroi, le VRP, vers le début de la pente de la galerie du siphon. La grotte des petites Dalles est majoritairement constituée d'un long couloir en zigzags, pratiquement horizontal, ancienne rivière souterraine dont la morphologie (et pas la géologie) peut ressembler à celle d'une tube de lave. Toutefois à 27 m de l'entrée une pente s'ouvre vers la droite, désignée « galerie du siphon ». La pente n'est pas très forte mais une corde à demeure y a été installée pour faciliter la montée et la descente des visiteurs ou des spéléos. On n'en voit pas le bas car elle tourne légèrement vers la gauche. Le scénario était donc d'y envoyer le VRP en reconnaissance afin de vérifier que la pente ne devenait pas de plus en plus forte, voire se serait terminée en gouffre, avant d'y faire descendre les cobayes.

Il s'agissait de la 124 ème utilisation ou essai du VRP, les derniers ayant eu lieu lors de la simulation MDRS 164 dans l'Utah, aux alentours de l'habitat installé par la Mars Society, en février et mars dernier.



***A 15mn 31s Lucie replace le rapporteur dans la poche latérale avant du sac d'Alain (caméra casque)***



***A 15mn 56s le véhicule est devant la descente de la galerie du siphon dont on aperçoit l'orifice à droite (caméra casque)***



***Le VRP prêt à la reconnaissance de la galerie du siphon. La descente commence à 16mn 20s. Premier commentaire d'Alain à 16mn 26s: « Je ne suis pas sûr qu'on peut arriver à le remonter » (à cause du virage de bas de descente). D'autre part le véhicule, malgré la faible largeur de la galerie a été équipé de deux anti roulis qui dépassent de 50 cm de part de d'autre, afin d'éviter un renversement avec mise sur le flanc d'une roue qui serait une situation délicate. La contrepartie est que ces anti roulis peuvent accrocher les flancs de la galerie à la descente ou à la remontée. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***



*Le VRP vu depuis un point dans la descente. Il descend caméra et lampes vers l'avant ce qui est contraire au cas habituel où l'on cherche à observer le sol le long duquel il descend. Là il s'agit d'obtenir des indications sur ce qu'il y a devant. Mais dans ce premier exercice comme cela a été indiqué dans le § précédent le système vidéo ne fonctionne pas. En back up l'objectif est de vérifier que le véhicule arrête sa descente et ne continue pas dans un gouffre sans fond. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*A quelques mètres dans la descente (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*(Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Contrôle de la descente. Le piquet d'assurance a été planté le plus à droite possible compte tenu du virage vers la gauche de la galerie. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



***On voit assez bien ici le dévers vers la gauche qui va entraîner une déviation vers la gauche du véhicule (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***



***A 16mn 47s passage de la marque 5 m. A 17mn 00s alors que la distance descendue est de 7,5 m sont exécutées deux remontées de 40cm pour débloquer le véhicule. Commentaire « En travers, non voilà ! ». A 17mn 13s nouveau commentaire : « Il est super en travers » accompagné, à 8,5 m, de deux nouvelles tractions de 40 cm vers le haut. A 17mn 19s : « Il va finir par se renverser" accompagné d'une remontée de 80 cm alors que les 9 m ont été atteints. A 17mn 25s: "Il est coincé" avec remontée de 9,5 m à 8,2 m. (Caméra casque)***



*A 17mn 35s passage de la marque 10 m. A 17mn 38s : "Il a l'air stable" avec une remontée de 10 à 9,3 m.*



*A 17mn 43 repassage à 10m puis remontée de 10 m à 8,2 m: "On va le laisser repartir". (Caméra casque)*



*A 18mn 10s passage des 11 m et la corde mollit (caméra casque)*



*De 18mn 23s à 18mn 40s réalisation d'un double nœud à 11 m sur le pieu d'assurance.  
Commentaire à 18mn 48s: "On va dire que comme il n'est pas tombé dans un gouffre, on peut y aller". Alain procède ensuite à l'ouverture du sac latéral gauche en en sortant la corde. (Caméra casque)*



*Réalisation du nœud d'assurance du VRP (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



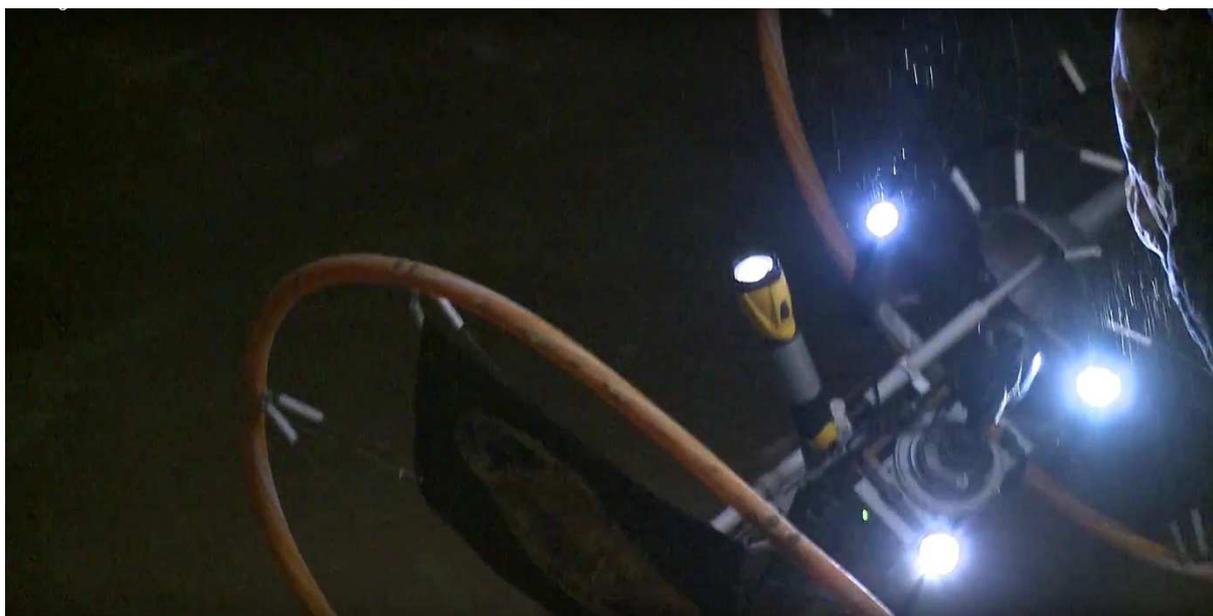
*A 19mn 39s la corde est sortie. Le descendeur avait été préalablement fixé sur la corde pour ne pas avoir à le faire en simulation. A 19mn 38s une équipe média demande si on peut faire remonter le véhicule pour filmer d'en bas. La remontée est entamée à 19mn 48s. Alain signale que cela peut faire partie de la simulation car il était prévu de vérifier que l'on pouvait faire remonter le véhicule. A 20mn 02s et à 9 m un problème est signalé mais la remontée peut se poursuivre et 8m est atteint à 20 mn 48s. L'équipe vidéo Youki Vattier descend dans la pente à ce moment là. A 21mn 44s, un commentaire extérieur : « C'est le stabilisateur qui le dévie ». (Caméra casque)*



***A 22mn 00s remontée jusqu'à 5m. Commentaire Alain 3s auparavant : « Il va passer, mais là c'est grâce à l'anti roulis qu'il ne s'est pas renversé ». A 22mn 04s, à 4,5 m : « Je vous le renvoie ? ». (Caméra casque)***



***A 22mn 13s, manipulation de la corde (hors champ à gauche) depuis une position très nettement à gauche du pieu d'assurance pour essayer d'orienter le véhicule vers la droite dans sa descente. A 22mn 15s, vers 6 m : « Là il accroche ». Une remontée de 30 cm est effectuée puis la descente est reprise. (Caméra casque)***



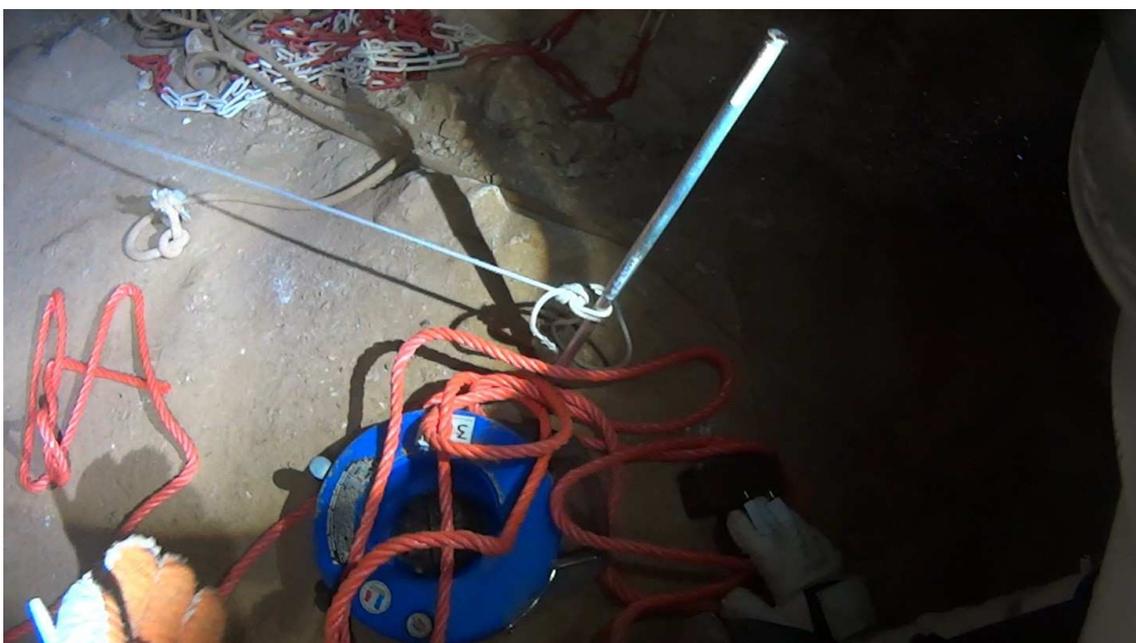
*Sur cette vue d'en bas le VRP a une roue en butée sur le flanc gauche (vu d'en haut) de la galerie du siphon mais il est pratiquement en bas. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*A 22mn 29s, aux environs de 10 m, deux tractions remontée de 65 cm sont effectuées suivies du commentaire « Ah, ça y est il est à l'envers là ». La corde est ensuite relâchée jusqu'à son point d'attache au pieu, à 11 m indiqués. (Caméra casque)*



*Le véhicule s'est mis en travers suite à contact de l'anti roulis avec la paroi, à droite sur cette image prise du bas de la pente. Après des manœuvres de traction relâchement de la corde, il se retourne, caméra et lampes visant alors vers le haut. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*

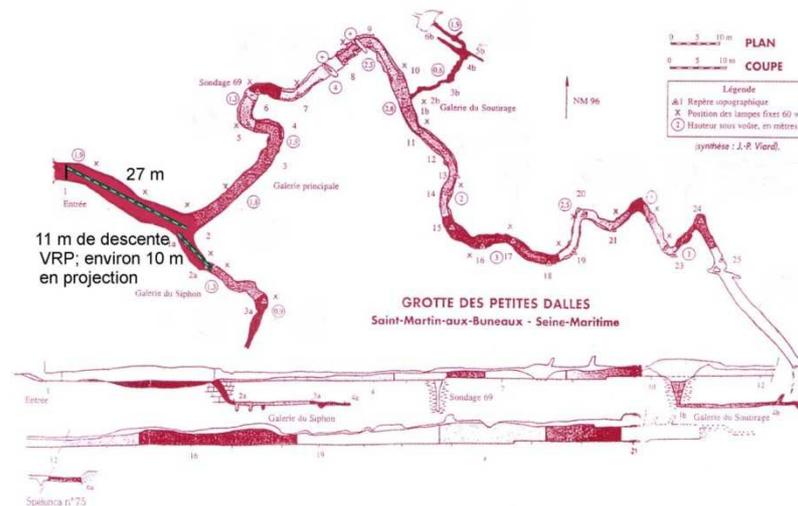


***A 22mn 33s la corde est relâchée. Fin de la phase utilisation du VRP. (Caméra casque)***

La phase de reconnaissance de la descente de la galerie du siphon par le VRP a duré au total 7 mn.

Comme prévu la disposition en virage et en devers de la descente n'a pas été facile à gérer, même pour un VRP dont les anti roulis normaux de 1 m avait été réduits à 50 cm. Comme cela a déjà été suggéré auparavant, le véhicule pourrait être équipé de deux cordes de suspension qui permettraient une modification d'orientation donc un certain pilotage de la trajectoire suivie à la descente. Jusqu'à

présent cette solution n'a pas été testée car elle est pratiquement inutile en utilisation normale du véhicule sur des parois verticales ou très en pente. Elle compliquerait même les opérations et diviserait par deux la longueur de corde que l'on peut stocker dans le dérouleur. Elle serait toutefois utile dans la gestion des retours de surplombs en maintenant le véhicule dans la bonne position. C'est une configuration qu'il serait intéressant de tester lors de prochains essais.



**Report de la position atteinte par le VRP dans la descente de la galerie du siphon (doc. J. P. Viard, compléments APM)**

#### 4-5 Descente avec descendeur dans la galerie du siphon



**Accrochage de la corde de descente, en bénéficiant d'un anneau existant à 23mn 34s, après avoir fait glisser la corde dans le descendeur pour obtenir une longueur libre suffisante pour faire le nœud. A 24 mn 12s Alain annonce une température interne à 33°C et replace l'afficheur de température sur son attache Velcro car il s'était détaché. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)**



*Après avoir encore donné un peu de mou à la corde, Alain la tend à Lucie à 24mn 26s. Lucie accroche le descendeur au harnais d'Alain. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Le mousqueton du harnais avait été équipé d'une boucle de sangle courte pour faciliter l'accrochage du descendeur. Si le descendeur doit être accroché par le cobaye lui-même, l'absence de visibilité du mousqueton du harnais (situé trop près du corps pour le champ de vue au travers du casque), rend très difficile l'accrochage direct. De même pour se détacher il est préférable de voir le mousqueton du descendeur. Cette disposition avait été prise depuis la simulation aux Vaches Noires de 2014. Quand le descendeur est mis en place par une deuxième personne l'accrochage direct au mousqueton est possible mais comme le mentionne Alain à 24mn 57s : « Ce sera plus facile pour moi pour l'enlever après, si je suis seul » en bas de la descente. (Caméra casque)*



*Le mousqueton du descendeur accroché à la boucle courte de sangle elle-même passée dans le mousqueton du harnais avant la simulation (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Début de descente à 25mn 16s en étant encore debout (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*A 25mn 21s, trois tentatives pour attraper et ouvrir le levier du descendeur qui permet le pilotage du relâchement de la corde dans la descente (caméra casque)*



*Toujours dans la position qu'adoptent les personnes sans scaphandre mais il va bientôt falloir passer à genoux (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Avec scaphandre et son volumineux pack dorsal, et pour manipuler le descendeur, il faut ensuite faire la plus grande partie du trajet à genoux.(Caméra casque).*



*(Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Lucie guide du haut en indiquant qu'il faut serrer à droite (à gauche pour Alain) pour passer dans la zone la plus haute de la voute (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Le dessin de mammouth sur la voute n'est pas d'époque ! (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Descente à genoux à 25mn 42s (caméra casque)*



*Les visiteurs qui descendent dans la galerie du siphon lors des ouvertures de la grotte au public (ici lors de la reconnaissance 2014) ne mettent pas un genou à terre. On voit bien ici le léger virage que prend la descente qui empêche de voir le bas. (Doc. A. Souchier)*



*Il y a des phases de redressement partiel ou avec un seul genou à terre. Alain s'approche du VRP.  
(Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Bref demi-tour pour voir la suite du terrain (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Le VRP en bas de la pente vu depuis la caméra casque à 26mn 19s (caméra casque)*



*Annonce à 26mn 58s : « Là on voit que ça se redresse ; c'est plat après ». (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*La descente n'a duré qu'une minute trente secondes. De 27mn 50s à 28mn 27 décrochage du descendeur en commençant par donner du mou à la corde. Le dévissage de la sécurité du mousqueton et le décrochage ne posent pas de problème. On voit sur cette image l'avantage de la boucle de sangle qui fait l'interface avec le mousqueton du harnais et qui permet la visibilité directe du mousqueton du descendeur pour les opérations de déconnexion. (Caméra casque)*



*A 28mn 52s calage du VRP sur le coté pour libérer au mieux le passage après avoir enlevé les deux demi anti-roulis et après avoir annoncé à Lucie qu'elle peut descendre. (Caméra casque)*



*Lucie descend à son tour toujours avec le dérouleur de fil de vie à la ceinture. N'ayant pas de harnais elle utilise directement la corde la pente n'étant pas très élevée. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*N'ayant pas à gérer le descendeur, Lucie peut descendre simplement penchée sans avoir à s'agenouiller (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*(Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Pour prendre l'arrivée de Lucie, l'appareil photo Canon EOS 7D a été sorti du sac par Alain à partir de 29mn 13s sans difficultés particulières. Ici à 30mn 30s l'appareil est réglé sur le mode flash par rotation de la molette gauche. La photo est prise à 29mn 36s au jugé pour la visée mais avec l'appareil à hauteur de casque. (Caméra casque)*



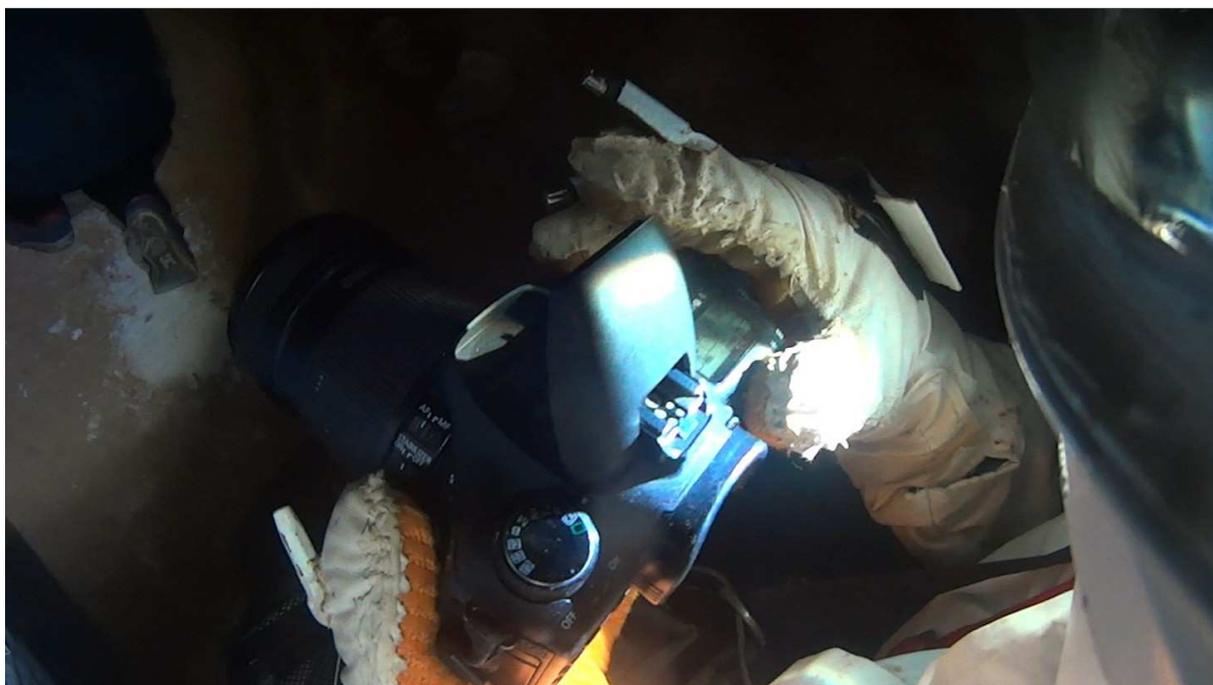
***Photo « en simulation » de la descente de Lucie vue depuis le bas à 15h34 mn. Cette première photo « en sim » permet le recalage en temps du déclenchement de la vidéo casque (15h 02mn) et du passage de la grille d'entrée de la grotte (15h 04mn). (Canon EOS 7D, Alain en sim)***



***Seuls sur Mars dans une grotte ?... (Canon EOS 7D, Alain en sim)***



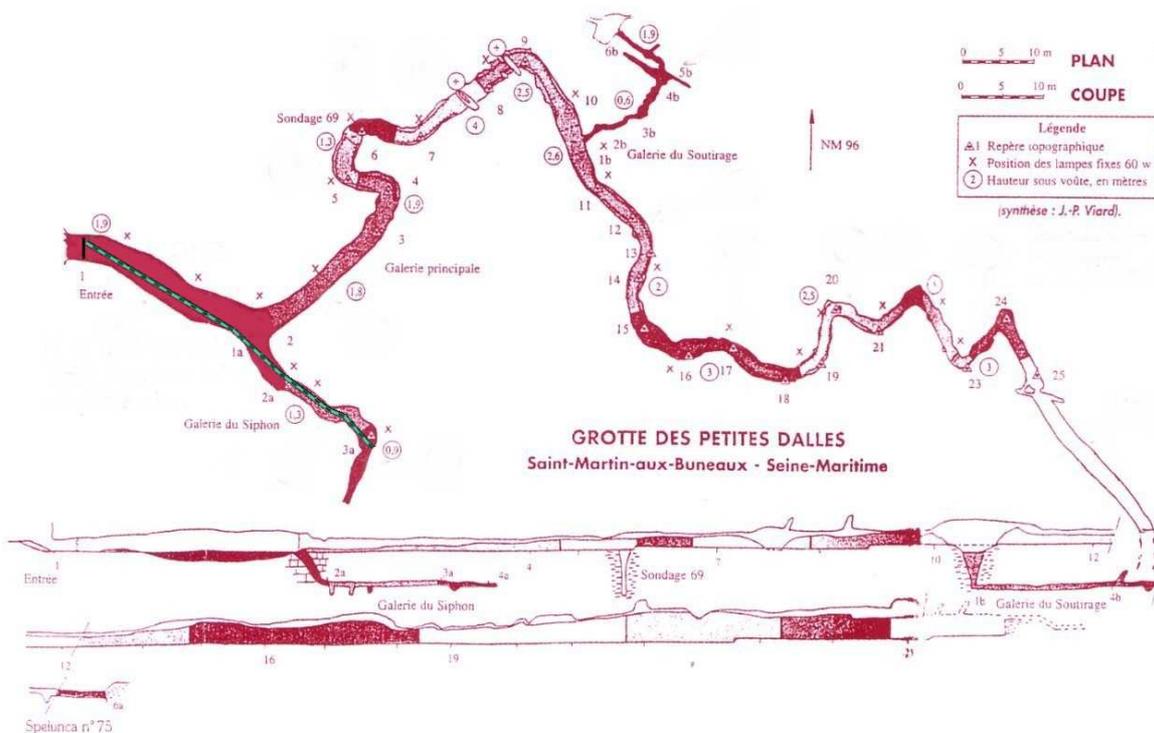
*...Non pas vraiment, car sous l'œil des caméras de deux équipes vidéo pilotées par Youki Vattier et Jonathan Barbier (membre de l'association). Cette photo a été prise à 30mn 01s. (Canon EOS 7D, Alain en sim)*



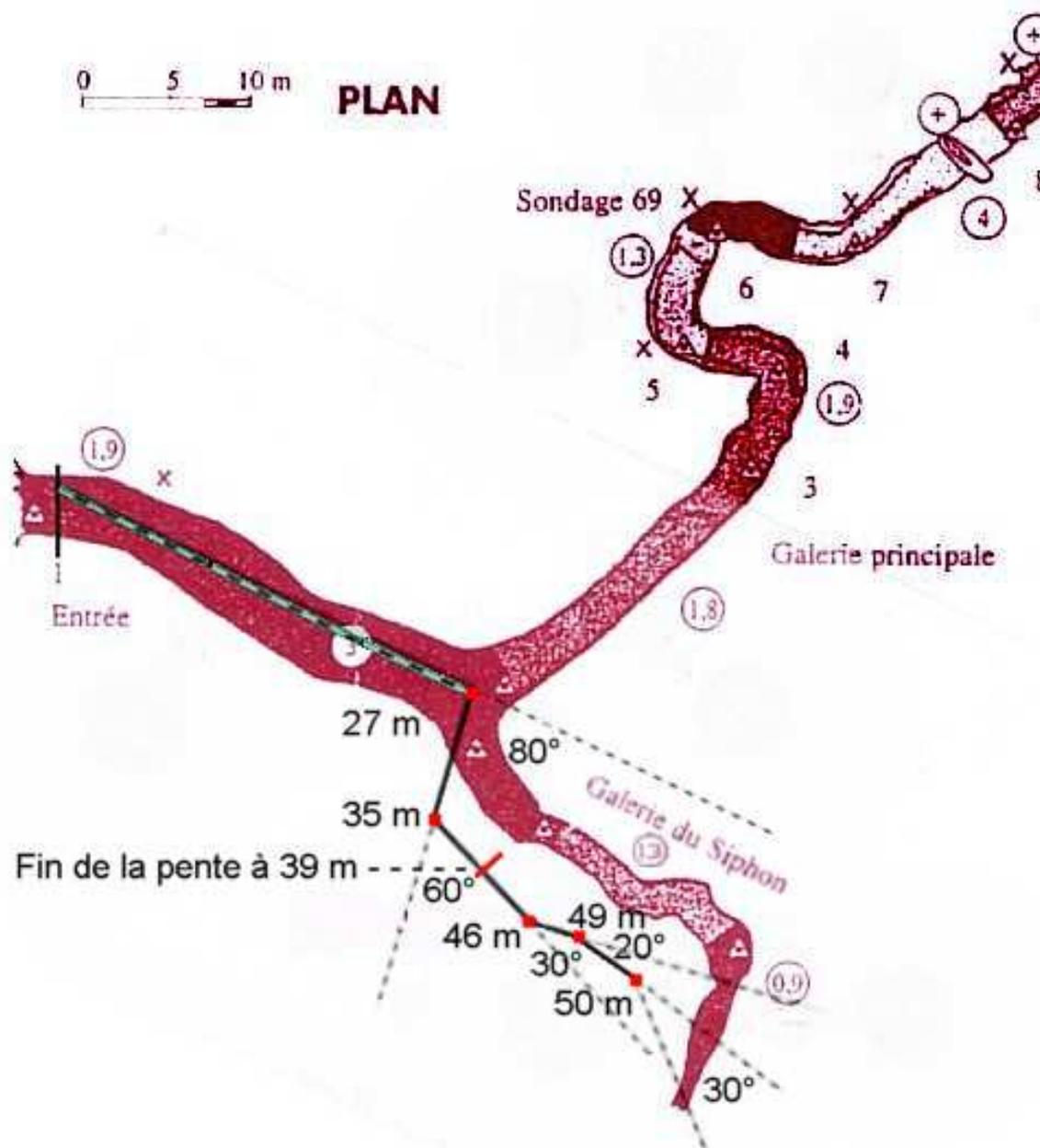
*La photo à 30mn 01s est prise au jugé. Peu après Alain annonce « La galerie mystérieuse continue. Nous avançons là où la main de l'homme n'a jamais mis le pied ». A 31mn 06s l'appareil est mis off en deux tentatives du pouce gauche (petit levier sous la molette gauche) et l'appareil est rangé dans le sac. A 31mn 34s le bord de la petite fosse du trou piézo est atteint. (Caméra casque)*



**A 32mn 44s Lucie descend dans la petite fosse du puits piézo (en haut à gauche), Alain attendant assis sur la grille qui ferme le puits. A 33mn 08s la distance affichée pour la position du puits est de 51 m depuis la grille d'entrée. A 33mn 21s, Lucie repositionne les attaches du casque d'Alain sur les deux tiges support horizontales, ce qui prend 32s. (Caméra casque)**



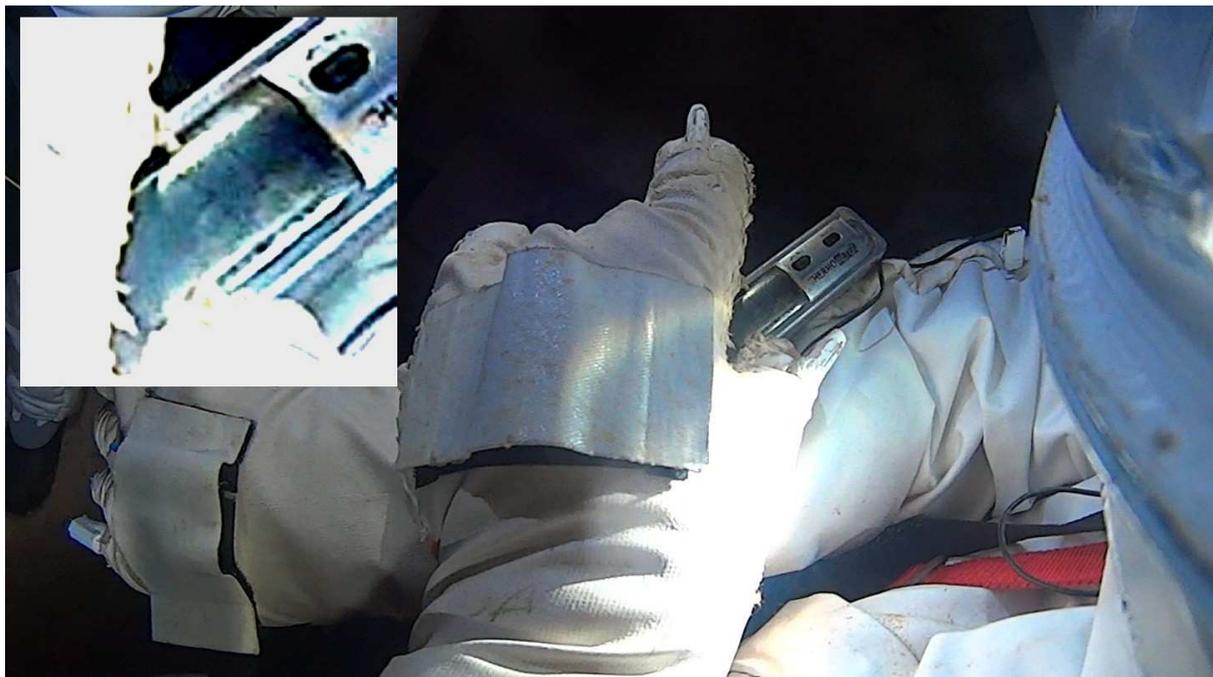
**Report de la mesure 51 m depuis l'entrée sur une carte de la grotte. Il a été pris 50 m en projection horizontale compte tenu de la pente de la descente de la galerie du siphon. (Doc. J. P. Viard, compléments APM)**



Sur cette carte sont reportées les mesures effectuées par Lucie jusqu'à la petite salle du puits piézo. L'erreur de localisation est de 6 m soit environ 10%. Elle est due principalement aux mesures d'angle comme on pouvait s'y attendre. Dans un premier temps l'angle du début de la galerie du siphon par rapport à la galerie principale avait été mesuré à 70° contre 80° ici. Si on prend 70°, l'erreur de localisation tombe à 2,5 m soit 5%. (Doc. J. P. Viard/modifications APM)



*La fosse du puits piézo est la limite de l'accès des visiteurs dans la galerie du siphon (image de la reconnaissance de 2014), les trois visiteurs étant ici au bas de la pente qui descend de la galerie principale et est cachée à gauche par un coude de la galerie. Les sacs servent à éviter l'effondrement des bords de la fosse lorsque la nappe phréatique remonte dans la galerie. (Doc. A. Souchier)*



***A 33mn 51s la température interne du scaphandre d'Alain est à 33,1°C, stable depuis la dernière mesure. L'affichage étant passé en mode Fahrenheit, l'ergot de l'index de la main gauche est utilisé pour appuyer sur le petit bouton qui change l'affichage. A 33mn 59s Lucie fait remarquer la présence de buée dans le haut du casque d'Alain. Réponse : « Ca va du côté de la vue. J'ai mis moins de savon en haut. C'est intéressant. Il n'y a pas de buée là (devant) et il y en a en haut »***

La phase de descente et accès jusqu'à la fosse y compris mesure de la distance s'achève vers 34mn 20s et a donc duré 11mn 57s.

#### 4-6 Passage vers la salle 46



***Engagement ensuite dans une zone surbaissée vers la salle 46 (éclairée au fond) qui s'ouvre dans une diaclase (image datant de la reconnaissance de 2014). La distance à parcourir est de 17 m.  
(doc. A. Souchier)***



*L'objectif au bout de la galerie: une salle de 13 m de long sur 2,2 de large et 4,5 m de hauteur qui se développe dans une diaclase (doc. A. Souchier)*



*A 34mn 21s Alain enlève le dérouleur de la ceinture de Lucie pour ne pas trop compliquer la progression à venir dans la galerie vers la salle 46 et manifeste à 34mn 35s l'intention de faire une mesure de la distance jusqu'à la salle 46 au moyen du télémètre laser. A 35mn 35 s Lucie propose d'enlever le sac photo ventral d'Alain qui peut gêner la progression dans la galerie. Problème : il a été passé avant le harnais et le pack dorsal et les lanières sont donc en dessous. Le télémètre est sorti du sac à 35mn 47s. (Caméra casque)*



***Commentaire Alain à 35mn 44s : « Si j'ai bien compris il y 17m ; 17 m à quatre pattes ». En fait ce sera une progression plus difficile qu'imaginée. A 36mn 04s, Lucie contre propose d'enlever le sac photo par les crochets. Alain craint qu'on n'arrive à enlever qu'un crochet sur les deux ce qui serait alors problématique. A 37mn 45s : « S'ils sont là bas (l'équipe vidéo dans la salle 46), je ne vais pas pouvoir faire la mesure laser car je ne vais pas les arroser au laser ». (Caméra casque)***



***A 38mn 17s Lucie repositionne la lampe droite d'Alain qui s'était mal positionnée par rapport à la tige support de casque. (Caméra casque)***



***Alain tient toujours le télémètre, ici à 39mn 57s vu du coté faisceau laser d'où le signal « danger ». A 40 mn 09s : « Je vais ranger le télémètre car je ne vais pas pouvoir filer des coups de laser ». A 40mn 46 le télémètre est rangé dans le sac et celui-ci complètement refermé. A 40mn 52s : « Lucie tu passes devant. Je suis...plus volumineux moi ; je vais peut être pouvoir bloquer, avant toi ». Il y a eu environ 4 mn d'attente dans la fosse du puits piézo pour laisser le temps aux équipes vidéos (Youki Vattier et le caméraman, et Jonathan Barbier pour APM et Gargouille productions) de se rendre dans la salle 46. (Caméra casque)***



***Lucie se lance dans le passage étroit à 41mn et choisit le mode de ramper ventral. La hauteur de cette galerie est d'environ 90 cm. Le pack dorsal mesure 45 cm de large (ce qui permet de valider la valeur de la hauteur de la galerie). Le pack dorsal augmente l'épaisseur de celui ou celle qui le porte d'environ 34 cm ce qui laisse 56 cm pour le ramper. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***



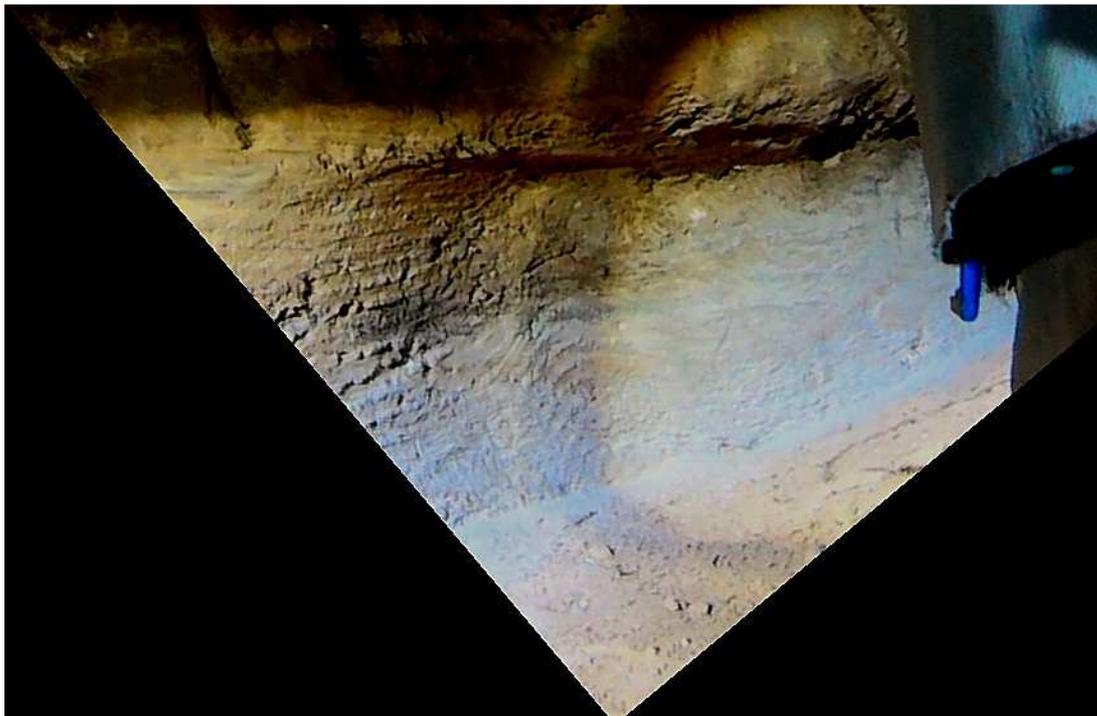
*A 41mn 49s Alain suit en mode ramper latéral sur le coté gauche. Un ramper ventral aurait été difficile compte tenu de la présence du sac photo et équipements divers en ventral. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*A gauche, à 41mn 58s, encore à proximité de la fosse du puits piézo, puis à 42mn 21s (caméra casque)*



*Des fines strates alluvionnaires apparaissent sur les flancs de la galerie (vue à 43mn 34s). Ces fines strates sont dues à des dépôts sous très faible vitesse des sédiments emporté par l'eau jadis dans cette galerie, cette partie étant en siphon d'où son nom. (Caméra casque)*



*Les fines strates alluvionnaires à 44mn 14s (caméra casque)*



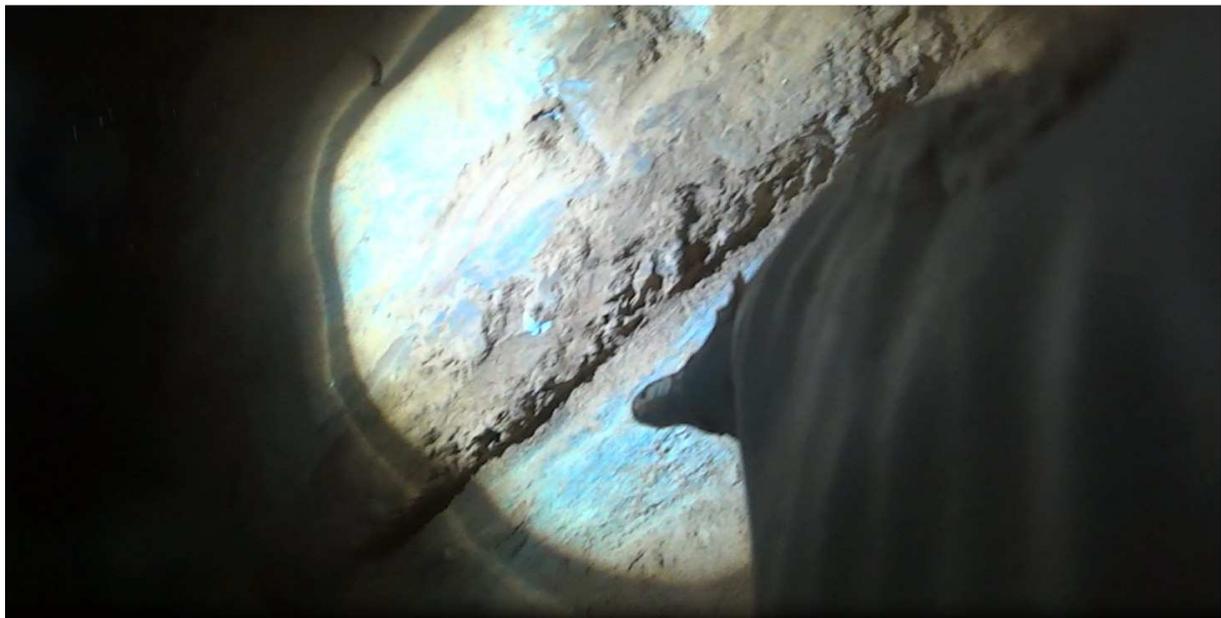
*Les fines strates alluvionnaires à 44mn 41s (caméra casque)*



*A 45mn 22s (caméra casque)*



*Zoom sur les strates de l'image précédente. Il y aurait pu avoir sortie de l'une des règles du sac photo pour donner une échelle sur ces images. Mais l'objectif prioritaire était d'accéder à la salle 46. (Caméra casque)*



*A 46mn 20s (caméra casque)*



*Nous sommes suivis par Isabelle Ebran qui filme pour Gargouille Productions (45mn 45s) (caméra casque)*



*Le ramper est sévère pour les scaphandres de simulation comme pour les cobayes. A 46mn 51 s Alain annonce « Je suis en train de perdre la caméra », puis à 46mn 54s « J'ai perdu mes lunettes », puis à 47mn 02s « je n'ai plus de ventil », puis à 47mn 37s « je n'ai plus de casque". Tout cela à moins de 2 m d'une petite zone au sol légèrement creusé qui permet de s'asseoir et où Lucie attend. Image prise à 48mn 08s. Lors des opérations de simulation "normales", il arrive que les lunettes glissent progressivement sur le nez. Elles sont alors remontées en appuyant à gauche et à droite sur les débouchés de ventilation (Lors des simulations dans l'Utah, c'est la pipette pour boire qui servait d'appui pour remonter les lunettes). En configuration ramper la méthode ne fonctionne plus. Il faudrait que les lunettes soient maintenues en position par un élastique derrière la tête. (Caméra casque)*



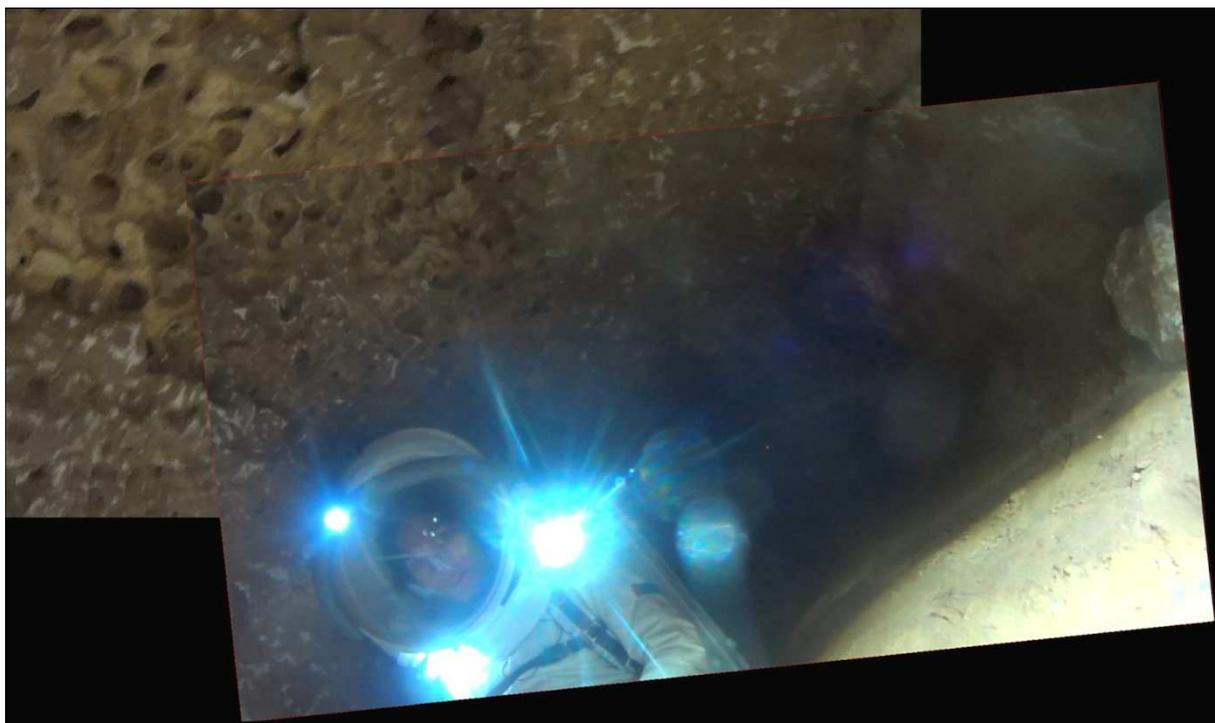
*Lucie est assise dans la zone au sol légèrement creusé qui est à environ 5 m du débouché dans la salle 46 donc à 12 m depuis le début de la galerie. Image prise à 48mn 54s. (Caméra casque)*



*A 49mn 04s Alain approche de la zone où attend Lucie (caméra casque)*



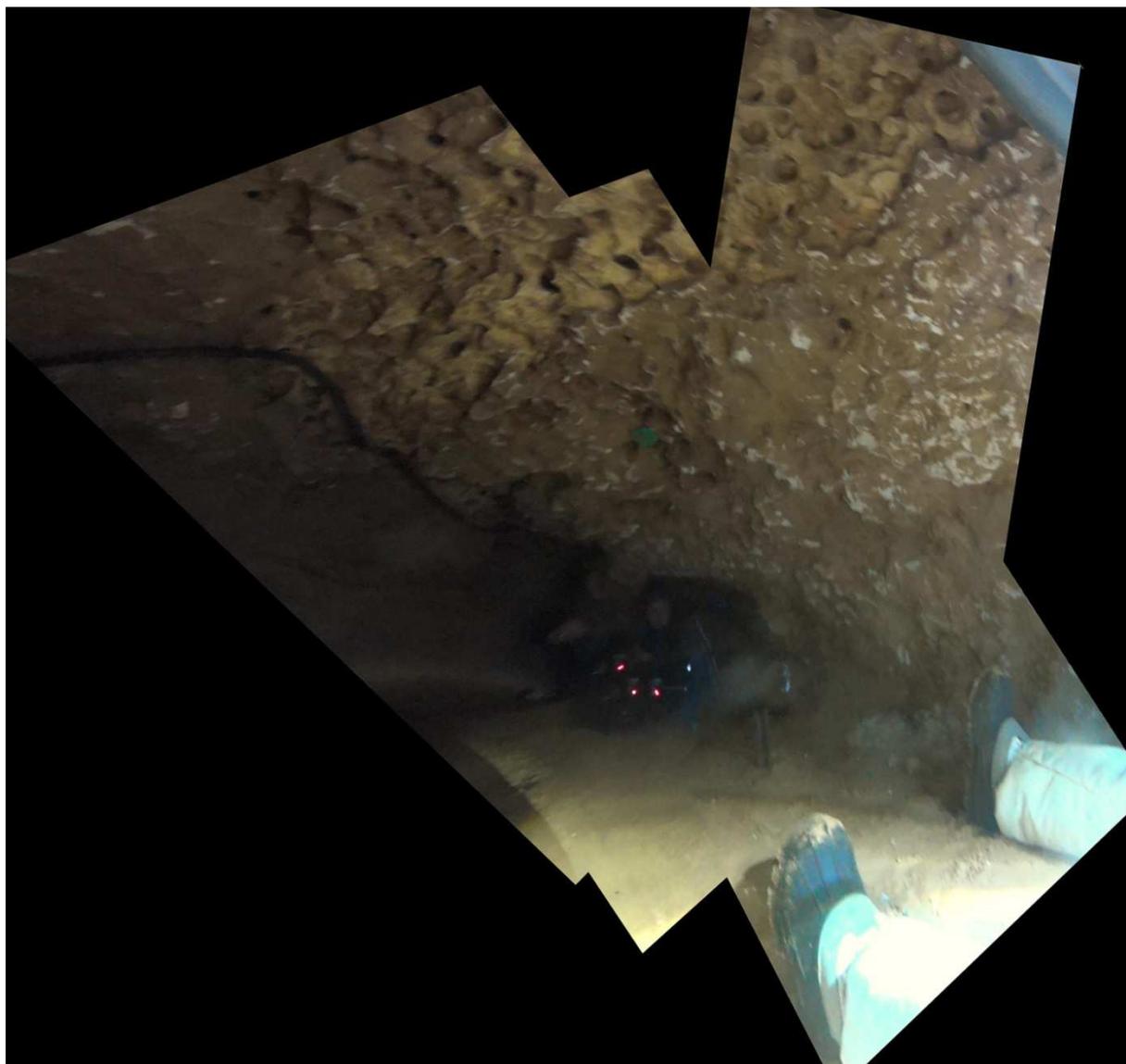
*49mn 10s : ce n'est pas le confort mais presque (caméra casque)*



*49mn 24s (caméra casque)*



*49mn 30s (caméra casque)*



*A 49mn 47s, Alain est arrivé dans la petite zone plus vaste. En arrière Isabelle Ebran de Gargouille Productions filme. (Caméra casque)*



***Remise en configuration simulation pour Alain. Image à 50 mn 01s. Les gants sont enlevés peu après. (Caméra casque)***



*50mn 41s: Alain hors sim (camera casque)*



*Image à 50mn 49s. La caméra est ensuite revissée sur son support; la ventilation est remise en route; les lunettes et le casque sont remis en place aidé par Lucie. (Caméra casque)*



***Vue vers l'arrière du passage à 51mn 53s. La petite fosse permet une position de travail confortable. Les gants sont remis mais plus difficilement compte tenu de la présence de deux gants l'un dans l'autre qui exige que le gant intérieur soit bien en place dans l'extérieur. Isabelle Ebran aide à remettre le gant droit. A 58 mn le rééquipement est terminé. (Caméra casque)***



***Lucie repart à 58mn 28s pour les 5 derniers mètres en utilisant toujours la méthode du ramper ventral (caméra casque)***



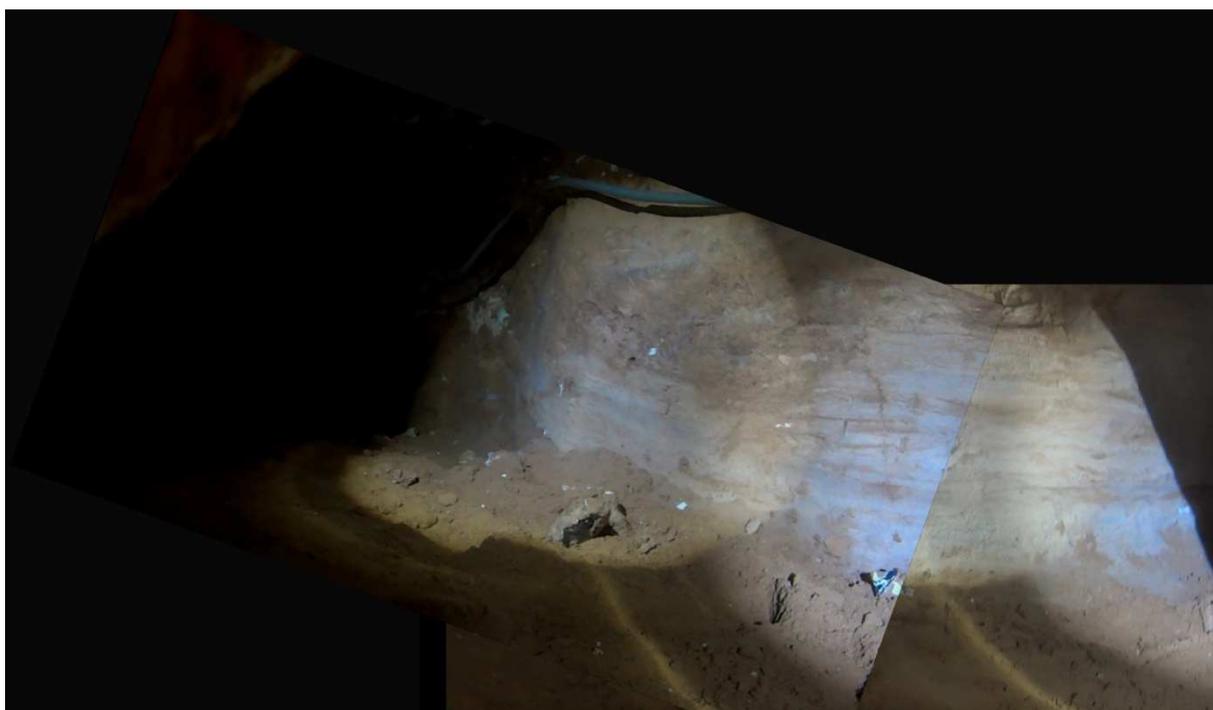
*Lucie au loin à 59mn 47s. A 60mn 07s Alain suit, en reprenant le mode ramper sur le coté latéral gauche. (Caméra casque)*



*Les derniers 5 m vers la salle 46 (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Alain est derrière Lucie en ramper latéral (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Les fines strates alluvionnaires sont toujours présentes sur les deux cotés de la galerie (caméra casque)*



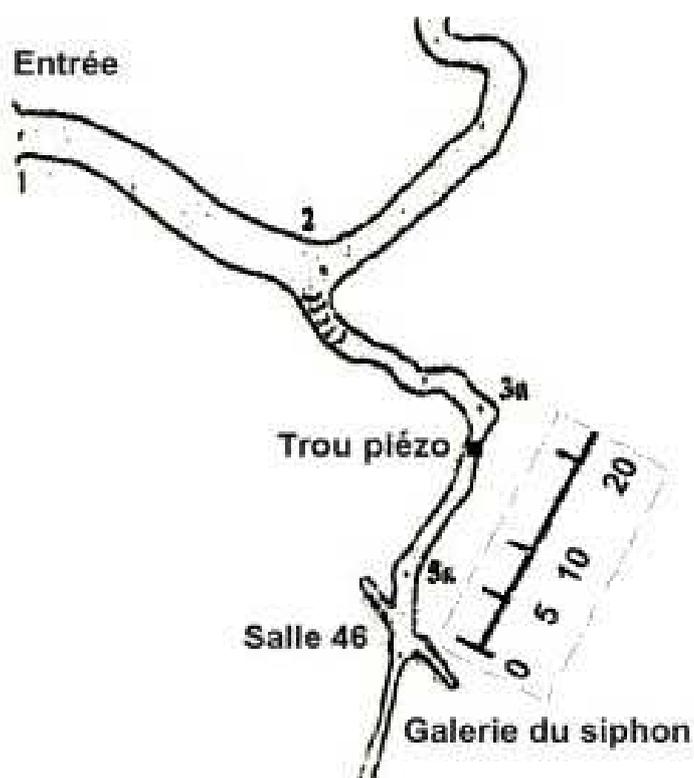
*Lucie sur le point de déboucher dans la salle 46 (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Débouché de Lucie dans la salle 46. Noter la buée sur la partie supérieure de la visière qui a été moins enduite d'un film de savon liquide. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



***Alain débouche à son tour dans la salle 46 en ramper à 61mn 32s et n'a changé de coté qu'à l'arrivée (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***



***Environ 17 m du trou piézo à la salle 46 donc 68 m à partir de la grille d'entrée***

La phase préparation et parcours de la galerie d'accès à la salle 46 a pris 27mn 12s. Pour Alain le temps de franchissement des premiers 12 m jusqu'à la toute petite salle dans la galerie (5a ci-dessus) a duré 7mn 40s (et pour Lucie un peu moins) ce qui fait une moyenne de progression de 1,56m/mn.

Les derniers 5m ont été franchis par Alain en 1mn 25s ce qui donne une moyenne de progression de 3,5 m/mn

4-7 Dans la salle 46



*De 61mn 32 s à 63mn 21s Alain reste au sol au débouché de la galerie en attendant que les médias soient prêts. La plus grande partie du temps dans la salle 46 va être consacrée aux médias (visibles ici tout à droite dans le fond Sud Est de la salle)) avec interviews de Lucie et Alain. Il va y avoir cependant, en fin de séjour, examen rapproché avec vues macro de la couche de fines strates alluvionnaires que l'on voit ici en haut à gauche sous forme d'une zone claire. (Caméra casque)*



*Assemblage d'images de 63mn 47s à 64mn 05s montrant la salle 46 sur plus de 180°. Bien que l'opération n'ait pas été initialement prévue, il est possible de créer des images d'ensemble de la salle en assemblant les différentes vues de la caméra casque. Les logiciels automatiques d'assemblage ont des difficultés à assembler les images compte tenu de l'éclairage en halos circulaires et des distorsions. Un logiciel de type création de panorama à partir de vidéo serait à tester. Il faudrait aussi que le mouvement de tête de balayage de l'environnement soit volontaire et exécuter suffisamment lentement pour éviter les images floues. Enfin, une échelle (règle) avait bien été prévue pour les vues macro mais il aurait aussi fallu une échelle plus grande, de l'ordre du mètre, à placer contre les parois ou au sol pour donner une meilleure information de dimensions. En ce qui concerne les orientations le problème n'est pas simple sur Mars en l'absence de champ magnétique. Il y a des champs magnétiques locaux résiduels qui, d'après certaines sources, permettraient tout de même le fonctionnement d'une boussole qui donnerait un « Nord » arbitraire et pourrait servir localement de référence. Ou alors il faut utiliser une centrale inertielle. (Caméra casque)*



*Orientation du grand axe de la salle 46*



*Assemblage d'images de 64mn 39s à 64mn 42s montrant la paroi Sud Ouest et en particulier l'entrée de la suite de la galerie du siphon. A 65mn 36s la caméra casque qui avait tourné de 90° est remise droite (caméra casque). L'image de droite à 64mn 42s est prise au moment d'une photo (cf ci-après) au flash par Alain. (Caméra casque)*



***Lucie sur fond Nord Ouest de la salle à 16h09, 64mn 42s après le début de la simulation (Canon EOS 7D, Alain en sim)***



***Vue par la caméra casque à 65mn 17s. Lucie a pris l'appareil photo à 65mn 06s et prend quatre photos en 26 s à partir de 65mn 18s. (Caméra casque)***



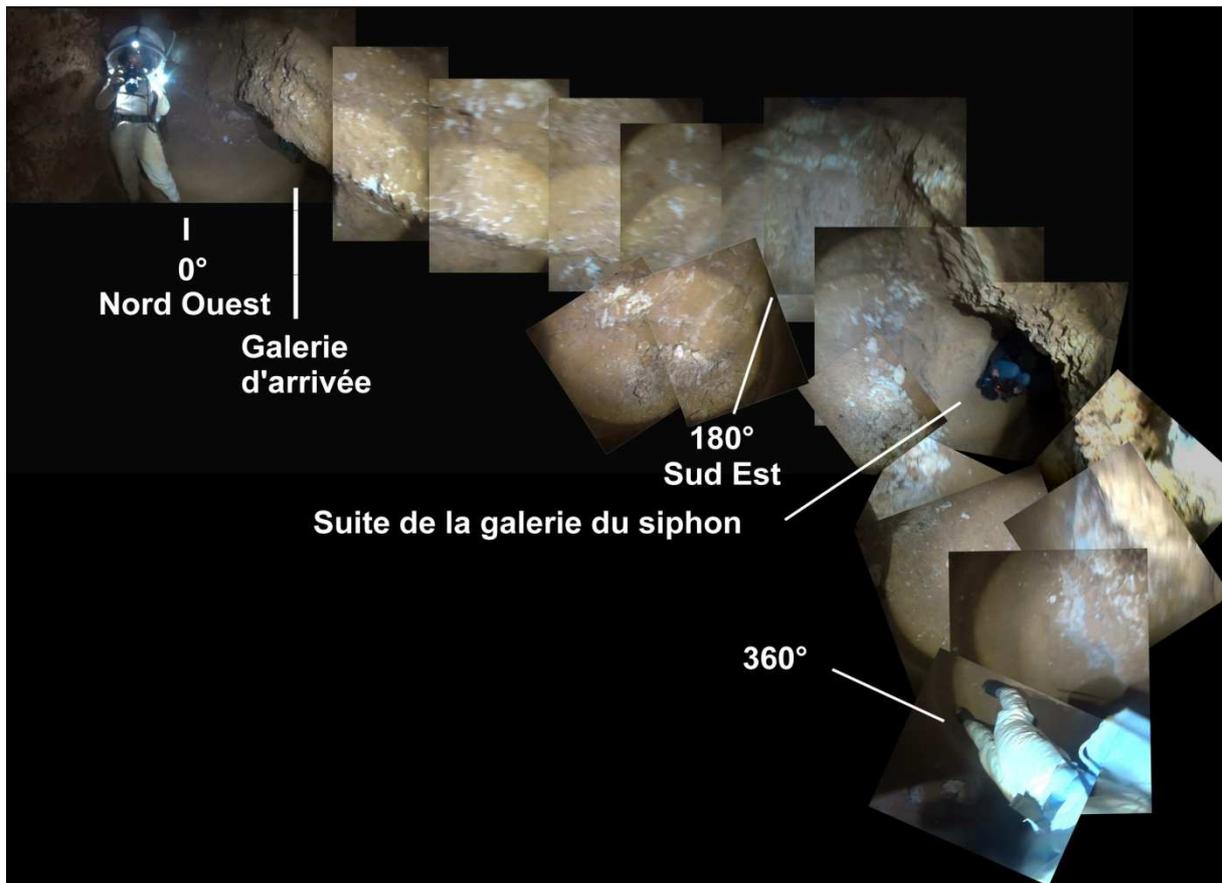
*La suite de la galerie du siphon s'ouvre à droite sur cette image orientée vers le Sud Est et prise à 65mn 18s. Depuis la progression dans la galerie d'accès, la caméra sur le côté gauche du casque a tourné de 90° (voir encadré) par desserrage de la vis de fixation malgré le point de colle de freinage, ce qui n'empêche pas l'exploitation des images et offre d'ailleurs un champ de vision plus élevé vers le haut. (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*Photo prise par Lucie en simulation à 65mn 44s alors qu'Alain vient de redresser la caméra casque à 65mn 36s (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



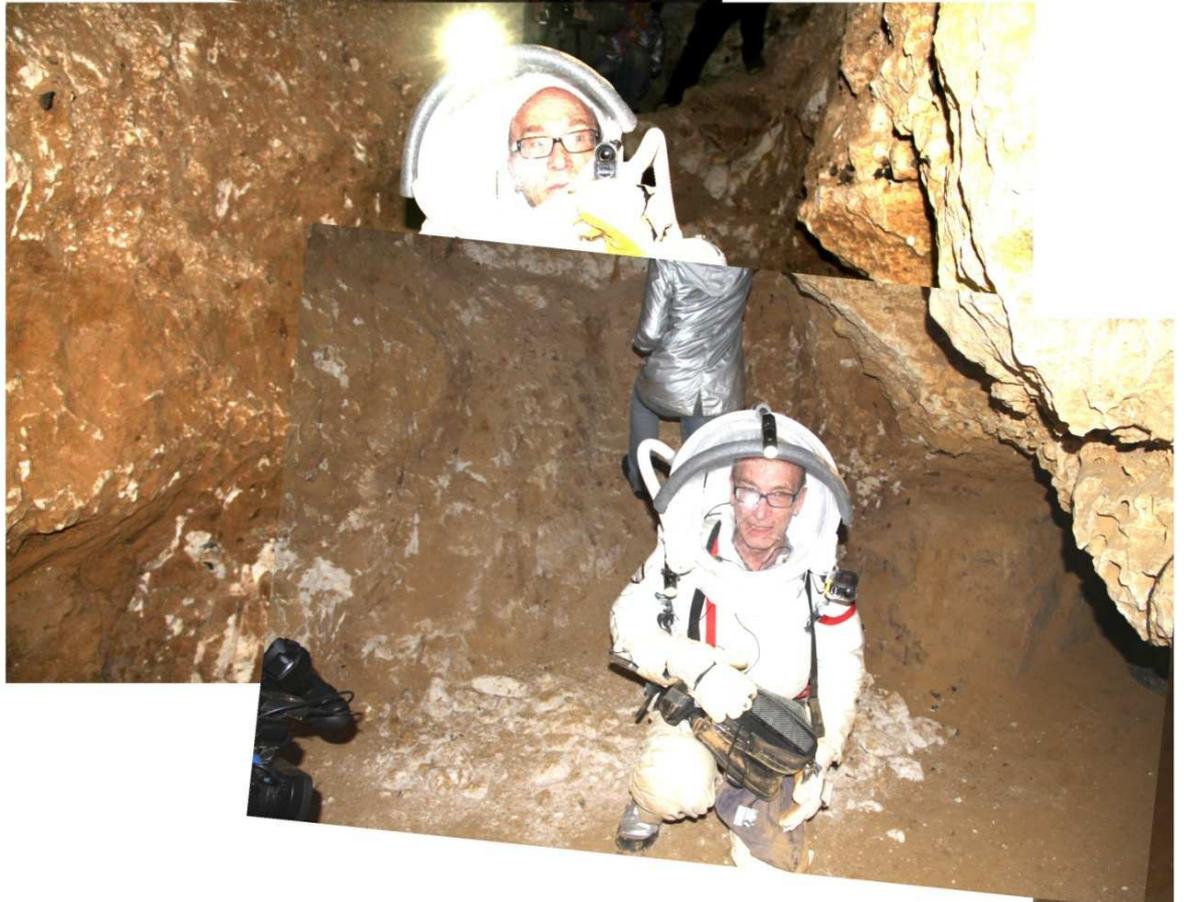
*65mn 46 ; Lucie a pris quatre photos en 26 s en visant dans l'œilleton qui n'offre qu'un champ de vision étroit au travers du casque. La galerie d'arrivée est à sa droite sur cette image orientée vers le Nord Ouest. (Caméra casque)*



*Assemblage d'images de 65mn 46s à 66mn 31s donnant un panorama à 360° de la salle 46 (caméra casque)*



***De 66mn 18s à 66mn 44s, Lucie prend différentes photos des parois. En combinant trois vues (prises à 65mn 44s, 66mn 44s et 65mn 26s), on obtient une vue d'ensemble du fond Sud Est de la salle 46, dont on voit qu'il s'achève sur une pente d'où Jonathan Barbier a pu prendre les vues plongeantes présentées plus loin. (Canon EOS 7D, Lucie en sim)***



*Montage avec une vue supplémentaire (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*Dans la salle 46. Vue orientée vers le Nord Ouest prise depuis le haut de la pente qui limite la partie Sud Est. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*(Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Vue prise par Isabelle Ebran depuis l'entrée de la poursuite de la galerie du siphon au-delà de la salle 46 (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*(Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



***Le fond et plafond Nord Ouest de la salle 46 à 66mn 18s et 66mn 24s. La galerie d'arrivée est hors champ en bas à droite. (Canon EOS 7D, Lucie en sim)***



*La paroi au dessus et à gauche de la suite de la galerie du siphon. Photo à 66mn 44s. (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*Localisation de l'image précédente par rapport à la suite de la galerie du siphon; photo prise à 65mn 26s. (Canon EOS 7D Lucie en sim)*



*Lucie est en train de prendre une vue du fond Sud Est de la salle à 66mn 46s alors qu'Alain se penche vers la zone de la paroi où de fines strates alluvionnaires sont visibles, juste au débouché de la galerie d'arrivée. La recherche de strates alluvionnaires a commencé à 66mn 27s. Il était prévu la prise d'images macro de ces structures mais plutôt dans la galerie principale. Cependant la phase de ramper dans la galerie d'accès avait montré la présence de ces intéressantes structures et on pouvait imaginer les retrouver dans la salle 46. Apparemment elles ne sont présentes que dans le débouché de la galerie d'accès dans la salle 46. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Préparatifs pour prises de vue macro des strates alluvionnaires (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Un régllet en carton (léger et tenant peu de place) avait été prévu pour donner l'échelle dans les prises de vue macro. Il est mis en place à 67mn 26s. L'ensemble de la zone à fines strates alluvionnaires en sortie de galerie d'accès est montré sur cet assemblage de deux images prises par Lucie à 67mn 39s et 68mn 06s. (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*Assemblage de deux images prises à 67mn 53s et 67mn 56s (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*Zoom sur la zone principale examinée extrait de l'image 67mn 53s (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*Une deuxième zone de fines strates alluvionnaires sur la droite de l'image 67mn 39s (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*Assemblage d'images prises à 66mn 57s, 67mn 01s et 68mn 30s. A gauche le porche de la galerie d'accès. A droite à 68mn 30s Alain sort la caméra vidéo Sony HDR GW 55 qui va permettre les prises de vue macro après s'être agenouillé à 67mn 18s. A 67mn 45s Alain remet en route la ventilation qui s'était arrêtée par action inopinée sur l'interrupteur. Trois séquences vidéos successives vont être prises. (Caméra casque)*



*Extrait de la première séquence vidéo macro. Cette séquence dure 23s et commence à 68mn 41s. Vue prise à 68mn 51s. Le recalage de temps par rapport à la caméra casque est obtenu via les flashes des prises de vue de Canon par Lucie. (Caméra Sony GW 55, Alain en sim)*



*Vue à 68mn 54s (caméra Sony GW 55, Alain en sim)*



*Exemple des mesures d'épaisseurs de strates (en mm) qui peuvent être effectuées sur la vue précédente (caméra Sony GW 55, Alain en sim)*



*Vue prise à 69mn 00s nette sur la partie haute par rapport à l'image précédente (caméra Sony GW 55, Alain en sim)*



*Détail de l'image précédente semblant montrer un curieux phénomène de couches croisées (cross bedding). Normalement la couche coupée par une couche plus récente est située en dessous. Là elle est située au dessus comme si le dépôt ancien s'était produit au plafond de la galerie. Dans quel sens faut-il ici lire la chronologie des strates, du bas vers le haut en allant de l'ancien au récent comme d'usage ou dans l'autres sens ? (Caméra Sony GW 55, Alain en sim)*



*Assemblage de deux images prises à 68mn 44s et 46s pendant la première séquence vidéo macro. La localisation des strates au ras du sol implique de travailler en position couchée. (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*Alain pendant la 1ère séquence vidéo macro, à 68mn 53s, avec le débouché de la galerie d'arrivée dans la salle 46 à gauche (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*A 69mn 01s (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



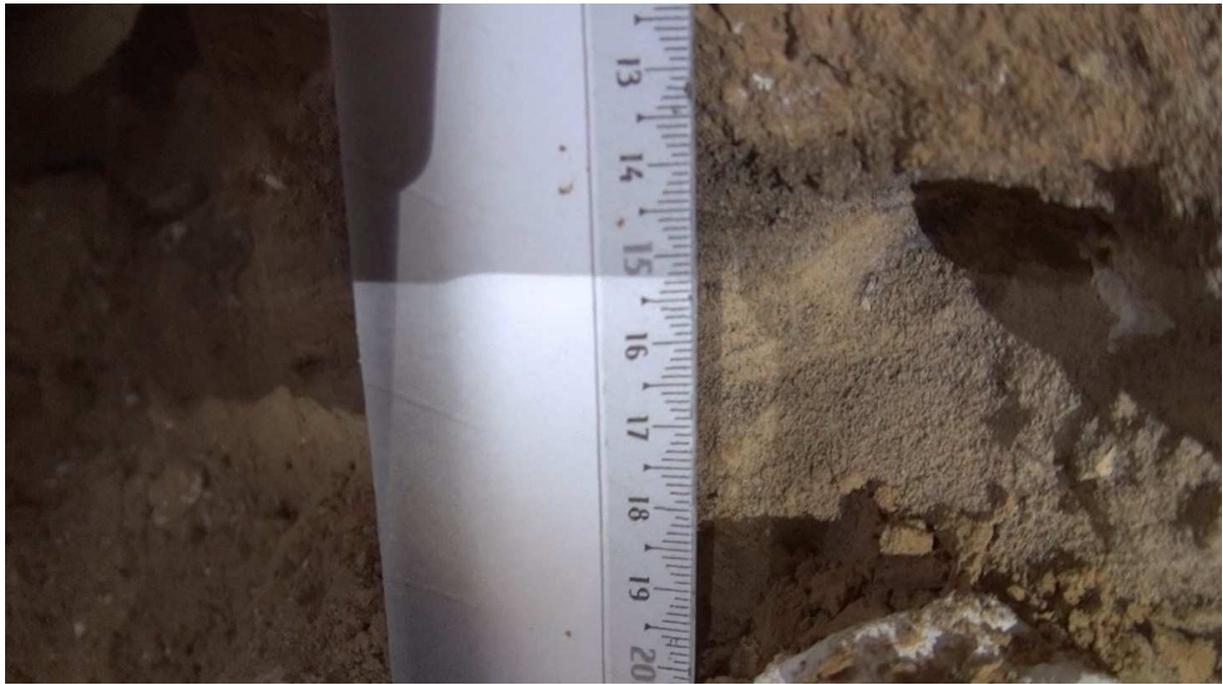
*Pour la deuxième séquence de vidéo macro qui commence à 69mn 26s et dure 27s, le réglet a été repositionné à gauche du caillou blanc à sa base mais c'est toujours la même zone de strates alluvionnaires qui est montrée ici dans cet assemblage d'images à 69mn 27s et 69mn 30s (caméra Sony HDR GW 55, Alain en sim)*



*(doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Vue à 69mn 36s (caméra casque)*



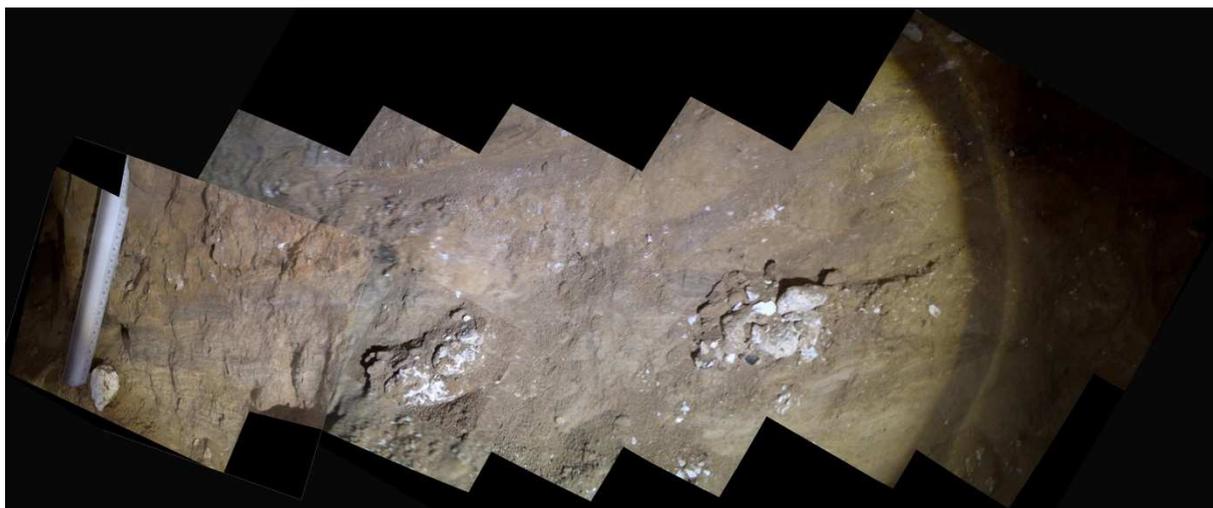
*Vue à 69mn 38s (caméra Sony HDR GW 55, Alain en sim)*



*Vue à 69mn 39s, bénéficiant d'un coup de flash du Canon (caméra Sony HDR GW 55, Alain en sim)*



*Alain pendant la séquence vidéo macro 2 à 69mn 39s au même moment que l'image précédente  
(Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*Assemblage d'images vidéos de la caméra Sony HDR GW 55 prises entre 69mn 42s et 52s (caméra Sony HDR GW 55, Alain en sim)*



*Vue à 70mn 42s pendant la deuxième séquence vidéo macro. On voit que les strates alluvionnaires sont bien plus présentes dans la galerie à gauche.(Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*Une troisième séquence vidéo macro est réalisée à la demande des médias. Elle commence à 70mn 54s sur des vues de la galerie d'arrivée (ici à 70mn 53s) montrant Jean Pierre Viard et un jeune observateur. A gauche le cameraman de l'équipe média Youki Vattier. (Caméra Sony HDR GW 55, Alain en sim)*



*La galerie d'accès à 70mn 58s (caméra casque)*



***Le réglet a été repositionné à droite du caillou blanc à sa base. On voit sur la gauche au débouché de la galerie des alluvions extrêmement fins en haut à gauche en beige. Vue prise à 71mn 05s.  
(Caméra Sony HDR GW 55, Alain en sim)***



***Détail à 71mn 13s (caméra Sony HDR GW 55, Alain en sim)***



*Détail de la vue précédente montrant l'une des plus petites strates que l'on puisse mesurer (caméra Sony HDR GW 55, Alain en sim)*



*Sous l'œil des caméras à 71mn 17s (Canon EOS 7D, Lucie en sim)*



*71mn 41s: sous l'oeil des caméras (Sony HDR GW 55, Alain en sim)*



*Caméra contre caméra à 71mn 50s (caméra casque)*



**72mn 15s. La séquence vidéo macro n°3 s'achève à 72mn 33s. A droite la caméra de l'équipe média Youki Vattier et à gauche celle de l'équipe Gargouille Productions (Isabelle Ebran) tournant pour APM. Il y avait en fait deux caméras Gargouille productions, la deuxième entre les mains de Jonathan Barbier. (Caméra casque)**



**Panorama montrant la situation de la zone examinée par rapport à la galerie d'accès (caméra Sony HDR GW 55, Alain en sim)**



*La troisième séquence de vidéo macro (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*A partir de 72mn 39s Alain a rangé le réglez puis dans l'opération une des deux boites à échantillon tombe du sac. Elle y est remise. Ensuite il annonce qu'il est en train de perdre ses lunettes (effet du travail allongé probablement) et à 73mn 29s les remet en place en utilisant la méthode usuelle d'appui sur les entrées d'air dans le casque. Youki Vattier souhaite filmer une prise d'échantillon. Ces deux images des équipes vidéo sont prises à 73mn 38s et 40s. (Caméra casque)*



***Prélèvement d'échantillon. Un 1<sup>er</sup> caillou trop gros pour la boîte est prélevé puis un deuxième, la séquence tournée allant de l'ouverture de la boîte à la fermeture en passant par la saisie. La boîte est fermée à 76mn 21s. Juste après l'interview porte sur les difficultés que recréent les scaphandres de simulation sur le déroulement des opérations (encombrement, durées d'opérations accrues, visibilité réduite, handicap des gants). (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***



***77mn 56s; suite de l'interview qui porte ensuite (78mn 43s) sur les difficultés d'une simulation en grotte puis (79mn 03s) sur la nécessité de publier les enseignements des simulations pour que d'autres puissent en profiter. A 79mn 19s commentaire: "Alors on imagine quand même que ce n'est peut être pas lors des premières expéditions que les hommes s'engageront dans des grottes, mais à terme ce sont des endroits intéressants à observer parce que de la vie a pu y subsister ou au moins des traces de molécules organiques pourront y être conservées à l'abri des rayons cosmiques". Vers 79mn 30s nouvelle réponse sur le thème de la publication des résultats. A partir de 80 mn réponse sur le thème de l'intérêt de l'exploration martienne. Après la liste des divers domaines d'intérêt de l'exploration martienne: "mais à terme en fait, la question qui est posée c'est de savoir si l'homme pourra être une espèce multiplanétaire ou pas; parce qu'on imagine que dès qu'on est confronté à des environnements différents on progresse, de la même manière que quand nos ancêtres ont quitté l'Ethiopie pour affronter des paysages, des endroits où il faisait froid, où il fallait de la technologie, s'habiller, faire du feu; de la même manière quand on a affronté les océans pour naviguer, on a inventé la navigation, les bateaux; mais là en se confrontant à des nouveaux milieux c'est toujours un facteur de progrès pour l'humanité. Donc c'est cela l'intérêt d'avoir une espèce multiplanétaire à terme. Mais c'est pour le long terme." A 81mn 21s le caméraman éteint la lampe centrale du casque d'Alain qui éblouit sa caméra. (Caméra casque)***



***Les équipes médias dans le coin Sud Est de la salle 46 à 82mn 22s. On voit les voyants rouges des 3 caméras en fonctionnement. Youki Vattier est au centre gauche. Pour Gargouille productions, Jonathan Barbier est debout au centre, partiellement hors champ et Isabelle Ebran est à droite à proximité de l'entrée de la galerie qui se poursuit vers le Sud Ouest. (Caméra casque)***



***Assemblage d'images 82mn 46s et 47s. à 83mn 09 reprise des explications sur la question de "l'homme, une espèce multiplanétaire ?" avec reprise également des intérêts à plus court terme de l'exploration des planètes et de Mars en particulier (caméra casque)***



*De 84mn 43s à 85mn 01s, Alain passe de la position semi agenouillée à la position assise en appui arrière sur le pack dorsal ce qui est très confortable (ici à 85mn 18s) avant de répondre à une question sur l'intérêt des simulations sur Terre jusqu'à 86mn 44s puis sur la nécessité de publier et les contacts avec d'autres organismes qui font des simulations comme la Comex, jusqu'à 87mn 53s. (Caméra casque)*



*Lucie et Alain assis répondant aux questions de Youki Vattier dans la salle 46, vus depuis le couloir d'accès (doc. J. P. Viard)*



*De 88mb 18s à 89mn 06s, Alain se relève pour aller s'asseoir dans le coin Sud Est de la salle. Youki Vattier passe à l'interview de Lucie. Assemblage d'images du Canon EOS 7D prises à 89mn 19s, 27s et 30s. On voit à droite le débouché de la galerie d'arrivée. (Canon EOS 7D, Alain en sim)*



*Lucie en interview vers 92mn 50s. Cette dernière séquence vidéo de la Sony HDR GW 55 dure 32s.  
(Caméra Sony HDR GW 55, Alain en sim)*



*Lucie en interview à 94mn 18s. L'interview se termine à 98mn 31s. Alain: "Bon on entreprend le retour ?"*

La phase d'activités dans la galerie 46 hors préparation du retour a duré 36mn 59s.

4-8 Retour à la galerie principale



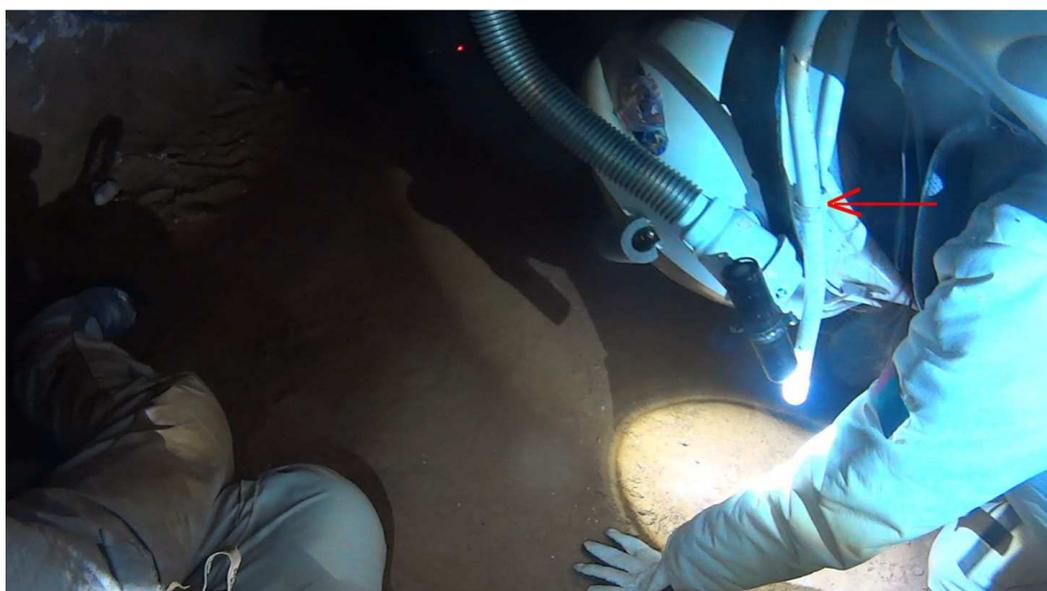
*A 98mn 53s Alain suggère d'enlever le sac photo ventral pour faciliter le passage dans la galerie étroite qui ramène vers la galerie principale. Les deux lanières de fixation du sac photo passent sous les bretelles du pack dorsal mais au dessus du harnais de montagne. A 100mn 33s Alain se lève pour faciliter l'opération conduite par Isabelle Ebran, Youki Vattier et Lucie. L'opération de dépose du sac est achevée à 102mn 14s. Montage d'images entre 101mn 45s et 102mn 03s.  
(Caméra casque)*



*A 102mn 34s, Isabelle ramasse un morceau du boîtier de commande de ventilation. Il faudrait que cette commande soit fixée sur le scaphandre (une manche probablement) pour ne pas entraîner les arrêts intempestifs de ventilation (ou des chocs avec les observateurs comme cela s'est produit quelques secondes auparavant). (Caméra casque)*



***A 104mn 42s après discussion avec Jonathan, l'ordre de passage a été décidé : Jonathan d'abord qui se déplacera à reculons pour filmer la progression de Lucie puis Isabelle qui filmara la progression d'Alain qui en attendant va prendre une position assise près de l'entrée du passage. A 104mn 57s (image ci-dessus), Jonathan s'engage à reculons dans le passage. (Caméra casque)***



***A 105mn 27s, Alain a repositionné le coté gauche du casque de Lucie, le collier en U inversé de fixation sur la barre support (flèche) s'étant désengagé. Ce U couvre en fait 270° mais exerce une force de maintien assez faible. Pour la progression en ramper, il vaudrait mieux que ce U soit retourné de 180° et de manière générale la fixation du casque sur les barres pourrait être plus définitive (collier vissé) car le casque peut se relever en faisant pivoter les barres vers le haut. Du coté droit la fixation est de type voisin mais avec une petite lanière et un cran qui permet une fixation plus forte. Cette configuration est celle du casque 1 porté par Lucie, pour le casque 2 la disposition est inverse, la fixation avec refermeture étant à gauche. Image prise à 105mn 31s. (Caméra casque)***



*A 105mn 14s le U s'est à nouveau déconnecté et Alain le replace à 105mn 48s.*



*Lucie prête à partir (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



***A 106mn 11s, Lucie s'engage. Elle va progresser en rampant plat ventre comme à l'aller en tenant son casque pendant la majeure partie du temps. (Caméra casque)***



***106mn 26s (caméra casque)***



*Début de progression retour pour Lucie (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*(doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



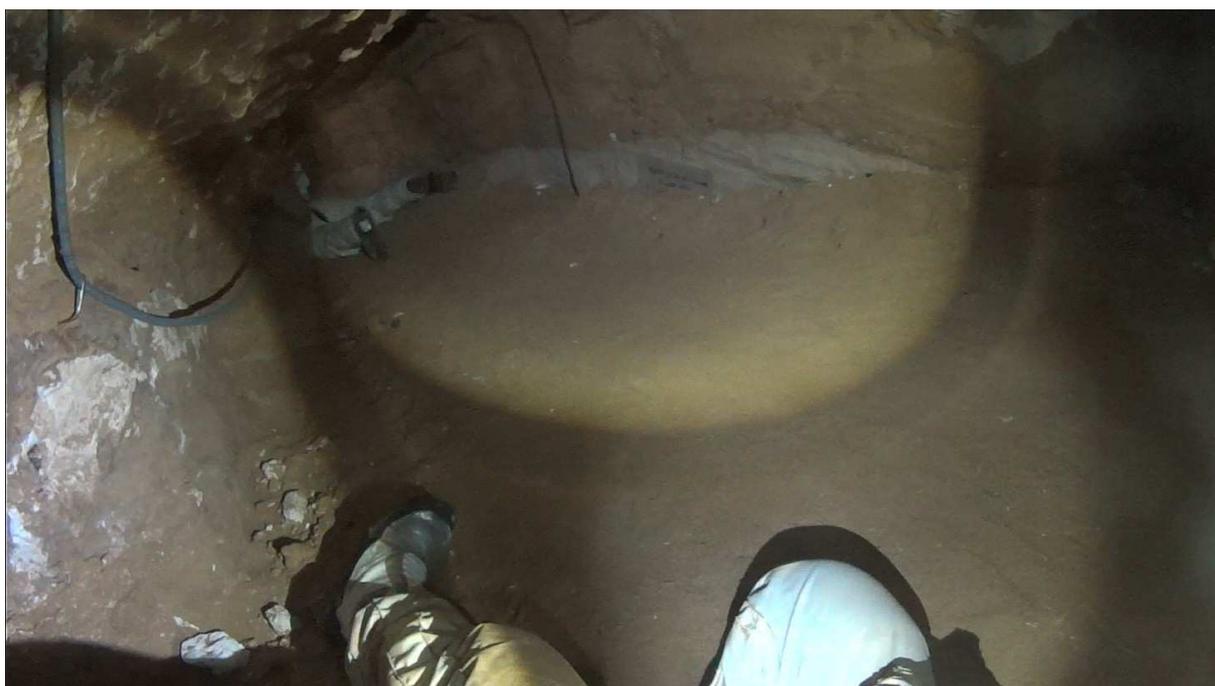
*106mn 34s (caméra casque)*



*Alain attend que Lucie soit bien engagée (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*(Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



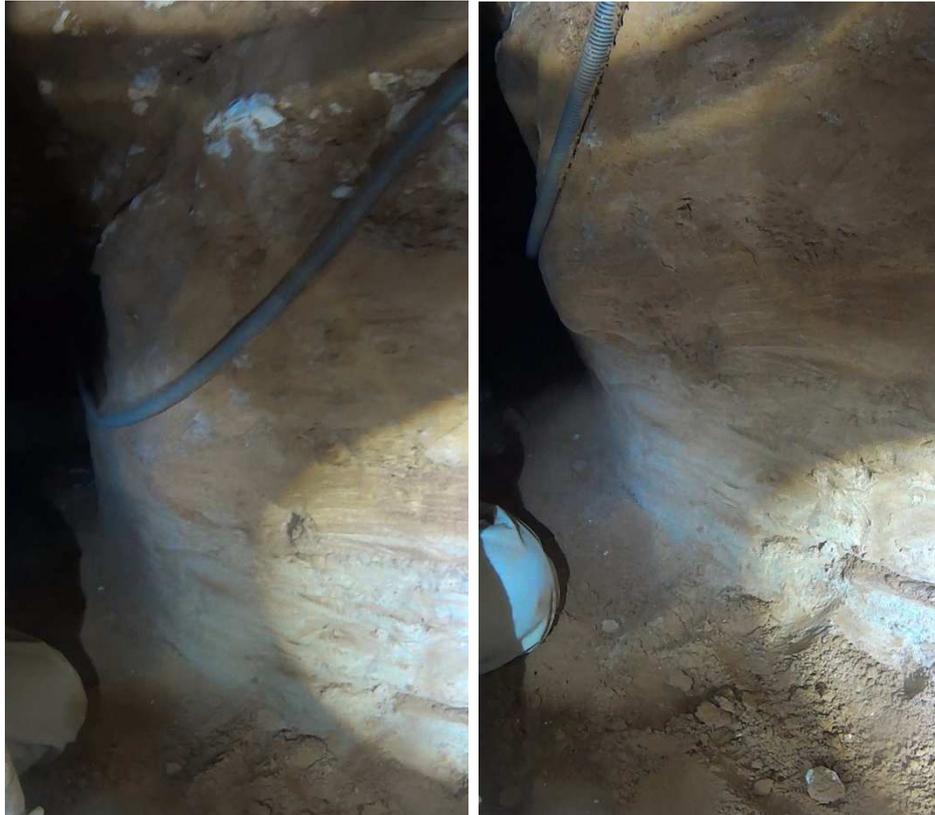
*106mn 53s : Lucie disparaît dans la galerie (caméra casque)*



*Isabelle s'est engagée à 107mn 26s en progressant accroupie à reculons. Image à 107mn 33s.  
(Caméra casque)*



*Alain commence à se déplacer à 106mn 37s et s'engage dans le passage en ramper latéral droit.  
Image prise à 107mn 44s. (Caméra casque)*



*Le coté gauche de la galerie avec ses strates alluvionnaires à 108mn 06s et 09s*



*Détail des strates de l'image précédente (caméra casque)*



*Approche de la petite zone à sol plus bas à 5m de la salle 46 (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Pendant ce temps Lucie progresse vers la sortie (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



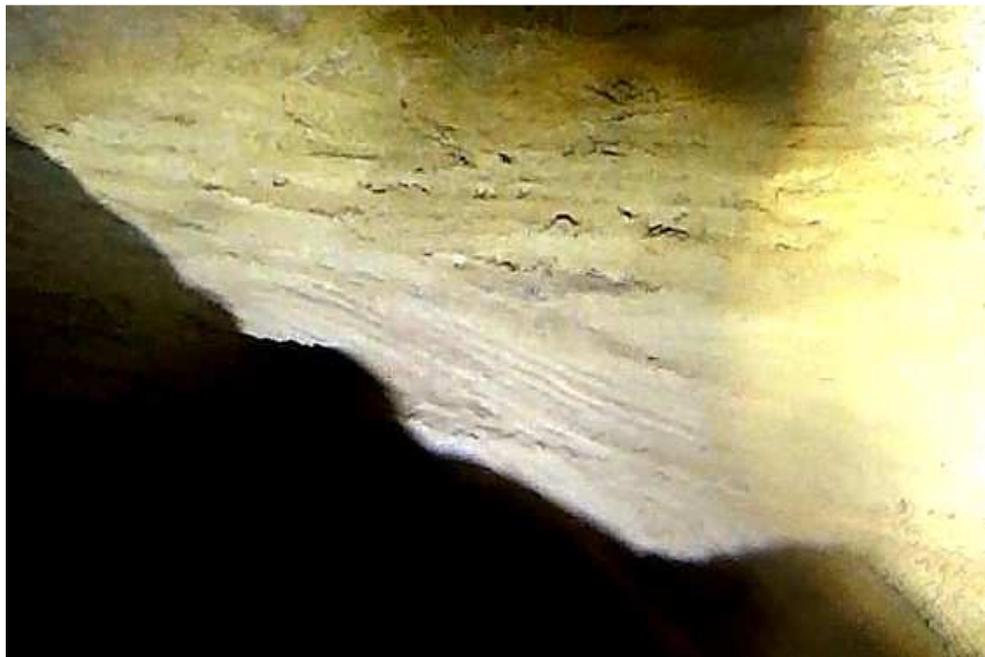
*Alain débouche dans la petite salle intermédiaire à 109mn 18s après 1mn 41s de progression (entrecoupées de courtes poses) sur 5 m soit 3 m/mn (contre 3,5 m/mn sur le même parcours à l'aller). Dans cette zone on peut se mettre à genoux. Image prise à 109mn 45s. (Caméra casque)*



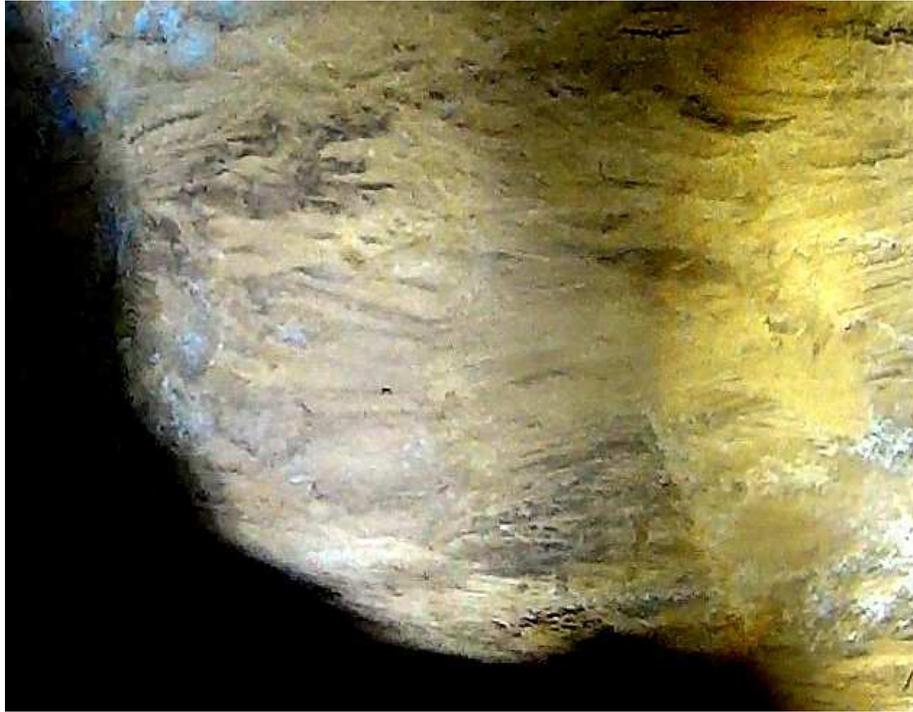
*A gauche départ de la petite salle à 110mn 01s, toujours en ramper latéral droit. A droite, le côté gauche de la galerie et ses strates à 110mn 40s. (Caméra casque)*



*Flanc gauche de la galerie avec ses strates alluvionnaires. Images prises à 112mn 06s et 112mn 45s.  
(Caméra casque)*



*Détail de l'image 112mn 06s montrant semble-t-il à nouveau des couches croisées inversées, celles du bas coupant celles du haut alors que ce devrait être l'inverse. (Caméra casque)*



*Détail de l'image 112mn 45s (caméra casque)*



*Le flanc gauche de la galerie à 113mn 44s et 115mn 30s (caméra casque)*



*La progression en ramper latéral droit (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Alain arrive à la salle du puits piézo à 115mn 37s. Jonathan donne les indications pour la descente du mur de sac. Image prise à 115mn 59s. Il a fallu 5mn 36s pour franchir les 12 m de la deuxième partie du passage soit une progression à 2,1 m/mn. (Caméra casque)*

En résumé les vitesses de progression dans la galerie ont été à l'aller et au retour les suivantes:

Tronçon	12 m		5 m
Vitesse aller	1,6 m/mn	-->	3,5 m/mn
Vitesse retour	2,1 m/mn	<--	3,0 m/mn



*A 116mn 52s basculement dans la salle du puits piézo depuis le mur de sacs (caméra casque)*



*Pendant ce temps Lucie remonte la pente de la galerie du siphon et est proche ici de l'arrivée dans la galerie principale (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Récupération de l'enrouleur resté accroché à l'échelle coté sortie et confirmation de la mesure de distance depuis l'entrée à 51 m au niveau du puits piézo. Image prise à 118mn 45s. (Caméra casque)*



*Remontée du mur de sacs vers la sortie. On voit que la commande ventilation n'est pas accrochée; elle a été tenue en main droite lors du trajet de retour dans la galerie. La commande est reprise en main à 119mn 22s. Images prises à 119mn 18 et 20s. (Caméra casque)*



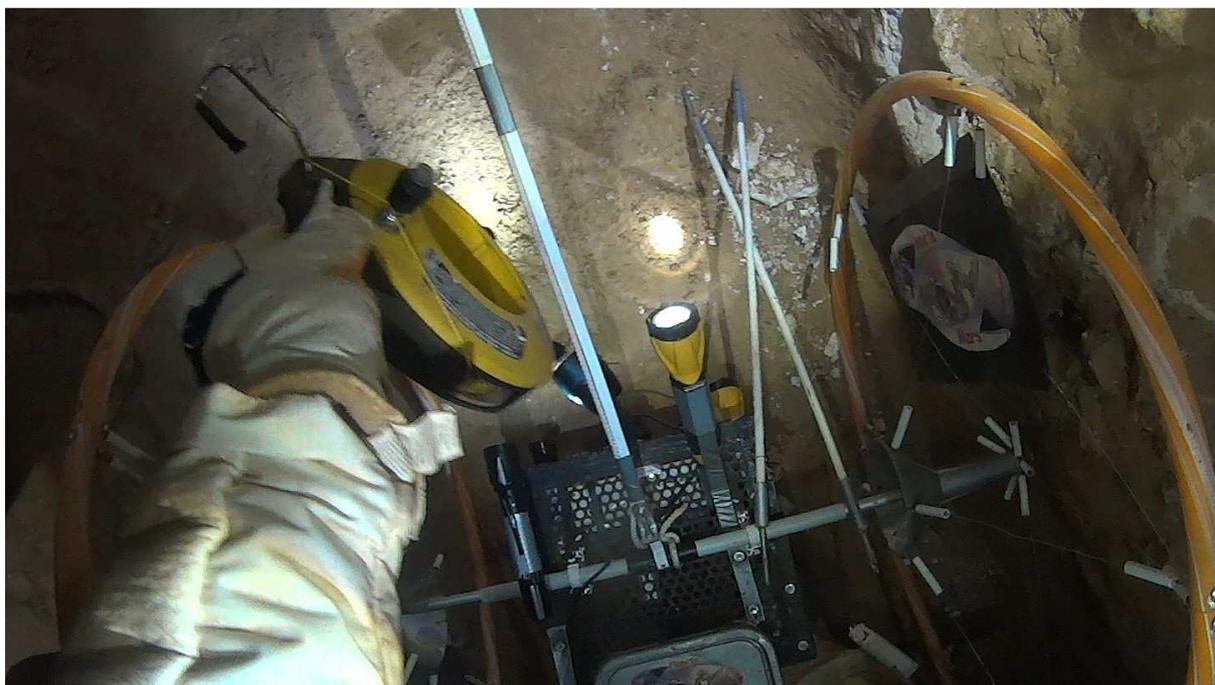
*A 119mn 50s récupération de l'enrouleur (caméra casque)*



*Puis avance vers le bas de la pente d'accès à la galerie du siphon en rembobinant. Image prise à 119mn 24s. (Caméra casque)*



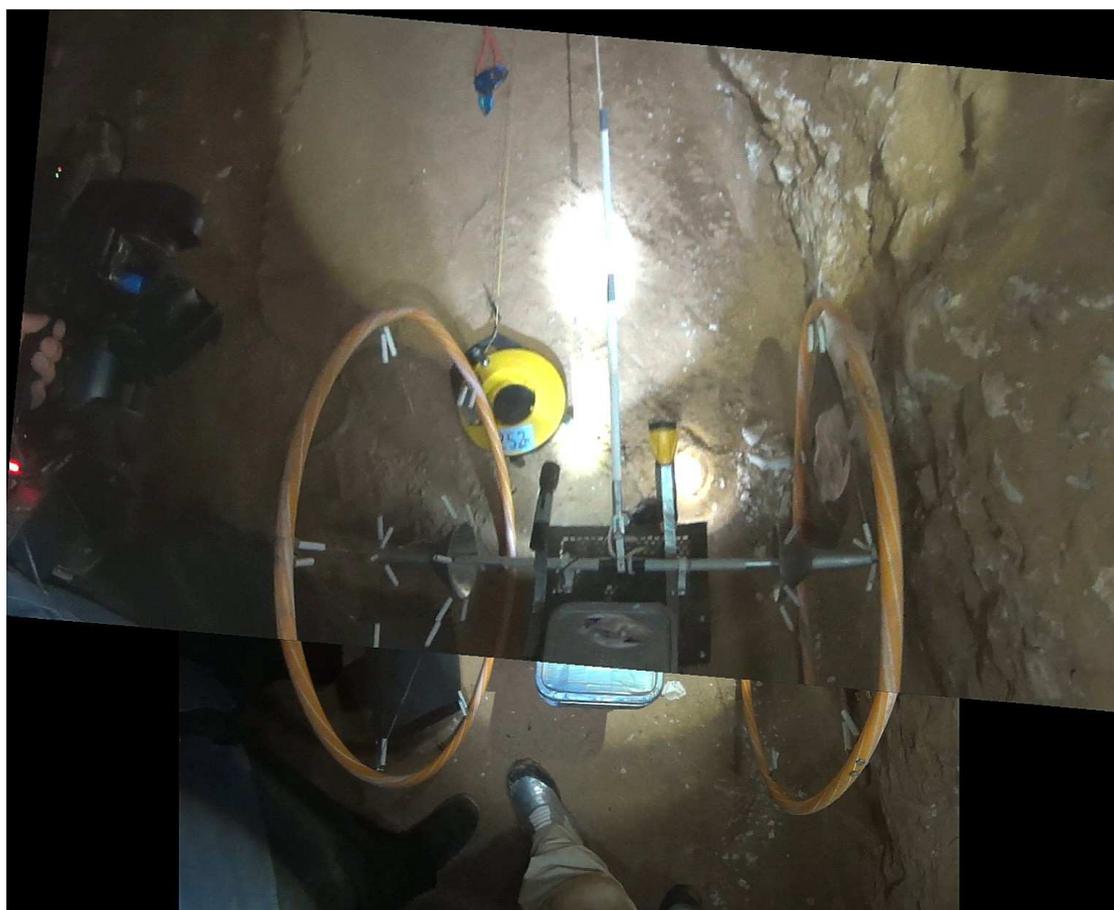
*A 120mn 59s arrivé au niveau du VRP qui est en bas de la pente (caméra casque)*



*A 121mn 55s, blocage du dérouleur en passant le fil autour de la poignée et du crochet pour que Lucie puisse le remonter du haut de la pente (caméra casque)*



*Récupération des antiroulis à 122mn 10s (caméra casque)*



*Le VRP qui est resté allumé (lampes, boîtier d'émission et système de balayage Bescor). Image à 122mn 16s et 19s (caméra casque)*



***Les deux interrupteurs du boîtier d'émission sont passés en off à 122mn 46s par Alain qui s'agenouille pour l'opération. Image montrant les deux interrupteurs sur zéro prise à 122mn 55s. (Caméra casque)***



***A 123mn 15s Alain a attrapé le dérouleur devant le VRP pour le placer plus haut en signalant à Lucie qu'elle peut le remonter. Le message est répété à 123mn 25s. Lucie commence la remontée à 123mn 42s. (Caméra casque)***



*Lucie remonte l'enrouleur du fil de vie depuis la galerie principale (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Le boîtier enrouleur du fil de vie remonte accidentellement la corde orange (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Alain remonte à son tour (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*En utilisant la corde fixe; la progression se fait parfois à genoux. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Les deux demi anti roulis du VRP sont remontés en même temps. Ils risquent de constituer un obstacle à la remontée du véhicule. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



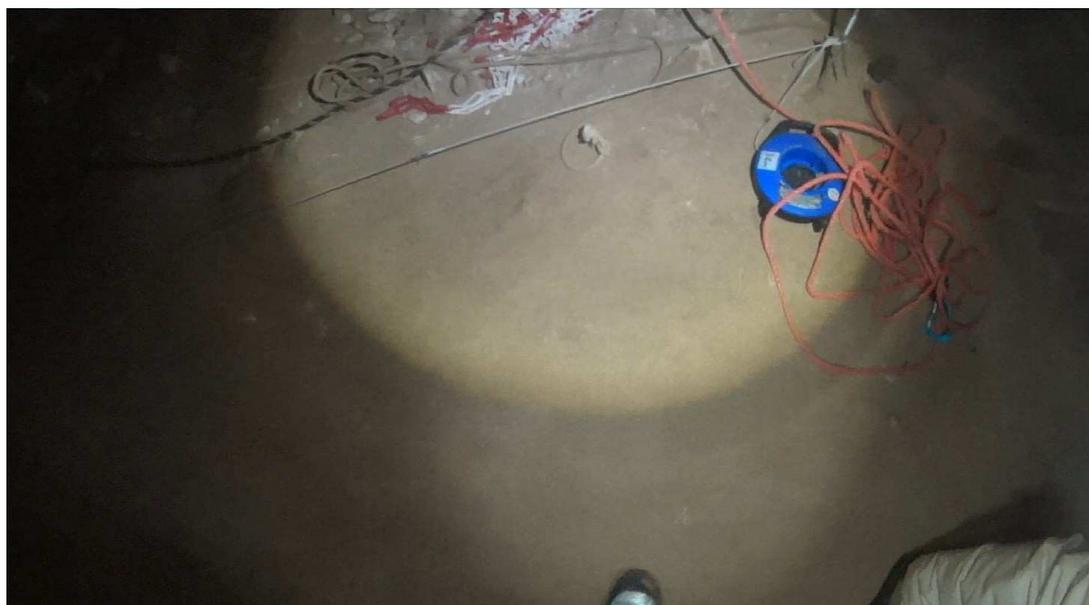
*Le volume du pack dorsal exige à nouveau un passage à genoux (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



***Arrivé en haut de la pente à 125mn 00s (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***

La phase de retour de la salle 46 à la galerie principale a duré 26mn 29s.

4-9 Remontée du VRP et reconnaissance de la galerie principale sur une faible distance



***Image prise à 127mn 20s. La corde du VRP est à 11m au niveau du pieu d'assurance. La marque 10m est en haut au centre gauche. Alain (qui souffre d'une sciatique!) s'est assis momentanément de 125mn 18s à 126mn 26s, annonce à 125mn 52s « j'ai réussi à remonter mes lunettes » (par la méthode appui sur les sortie d'air), et répète deux fois « on va remonter le VRP » (en ajoutant la 2<sup>ème</sup> fois « s'il veut bien »). A 126mn 47s quelqu'un règle l'une des lampes (probablement) du casque. A 126mn 54s Alain dépose les anti roulis par terre. A 127mn 13s, Jonathan demande que dans la suite nous fassions une progression dans la galerie principale. Il lui est répondu que cela correspond aux objectifs prévus : mesure des segments de la galerie. (Caméra casque)***



*Image à 128mn 35s. Le VRP est sur la tranche. La remontée a commencé à 127mn 26s. La configuration sans les anti roulis étant différente de celle de la descente cette opération de remontée constitue l'essai VRP 125. Normalement descente et remontée ne comptent que pour un essai. A 127mn 36s Alain annonce : « il va se mettre en travers ; voilà ». Le véhicule n'est normalement pas fait pour opérer sans les anti roulis qui empêchent son renversement. Ceux-ci ont été enlevés car estimés pouvant gêner la remontée. En l'absence du pilotage d'orientation du véhicule qui pourrait par exemple être obtenu par un pilotage à deux cordes, la roue gauche de celui-ci (vue du manipulateur) est montée sur le flanc gauche de la galerie ce qui a conduit à son renversement. (Caméra casque)*



*Le seul cas précédent d'utilisation du VRP sans anti roulis : la reconnaissance d'un puits lors de la simulation d'exploration organisée par l'ÖWF au Maroc en 2013. (Doc. ÖWF/K. Zanella-Kux)*



***A 127m 36s le VRP toujours tiré vers le haut effectue encore un quart de tour et se retrouve sur ces roues avec, donc, les lampes orientées vers le bas alors qu'il avait commencé sa montée avec les lampes orientées vers le haut. Comportement intéressant et inattendu. Il était craint que la mise sur le flanc d'une roue du véhicule soit une situation très délicate. (Caméra casque)***



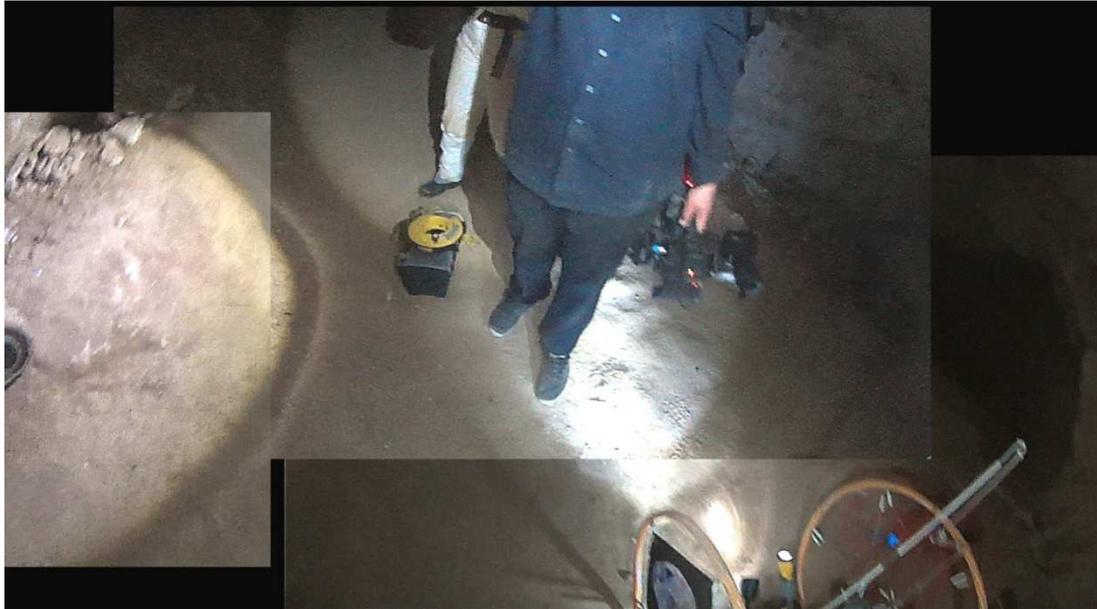
***A 127mn 58s le véhicule est de retour dans la galerie principale. La remontée, malgré l'anomalie de retournement, n'a demandé que 32s. (Caméra casque)***



*Fin de remontée du VRP (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Image à 128mn 14s montrant le VRP placé en position de stockage sur le coté, avec, en haut, la pente de la galerie du siphon (caméra casque)*



**Assemblage d'images prises à 128mn 25s, 26s et 128mn 27s. La pente de la galerie du siphon est à droite. La galerie principale se poursuit vers le haut à gauche. (Caméra casque)**



**A gauche à 128mn 37s Alain essaye de remettre le crochet à levier de droite qui relie la collerette au casque mais ce crochet n'est en général pas utilisé il vient redonder les deux autres. La caméra casque a, à nouveau, basculé de 90° juste avant (ce qui a toutefois l'avantage d'augmenter le champ vers le haut). A 128mn 57s l'image de droite montre le collier de fixation sur la barre horizontale coté droit qui n'est pas en place. A 129mn 69 Alain: "Les U sont partis". (Caméra casque)**



***A gauche à 129mn 40s le U de gauche (celui qui est ouvert vers le bas) a été remis en place mais Alain n'arrive pas à replacer le crochet à levier gauche de fixation collerette casque (flèche) et Jonathan vient à la rescousse à 129mn 41s. Le crochet gauche est mis en place par Jonathan à 129mn 50s et il passe ensuite à la remise en place des éléments coté droit. A 130mn 12s la remise en configuration est achevée. (Caméra casque)***



***Image à 129mn 51s montrant la commande de ventilation d'Alain qui pend puis est placée dans la sangle du harnais (128mn 46s) mais n'y restera pas longtemps. A 130mn 19s Alain annonce: "On peut mesurer 2-3 segments de grotte mais pas plus" et à 130mn 28s, après avoir récupéré en main l'enrouleur du fil d'Ariane qui était sur le boîtier de réception du VRP: "Une petite progression avec mesure de distances et d'angles". (Caméra casque)***



***130mn 43s et 45s: le fait d'avoir remonté l'enrouleur et le fil d'Ariane du bas de la pente de la galerie du siphon sans en enrouler une dizaine de mètres a suffit (comme lors de certaines opérations d'élaboration de ce dispositif!) à créer de faux nœuds. (Caméra casque)***



***130mn 54s et 131mn 09s: Lucie intervient pour démêler mais avec les gants la tentative est vouée à l'échec (caméra casque)***



**131mn 22s et 131mn 44s: Youki Vattier intervient pour démêler (caméra casque)**



**131mn 53s et 132mn 00s: fin du démêlage et tension du fil qui est toujours accroché au point zéro à la grille d'entrée de la grotte. On aperçoit l'entrée de la grotte en haut à droite de l'image de droite. (Caméra casque)**



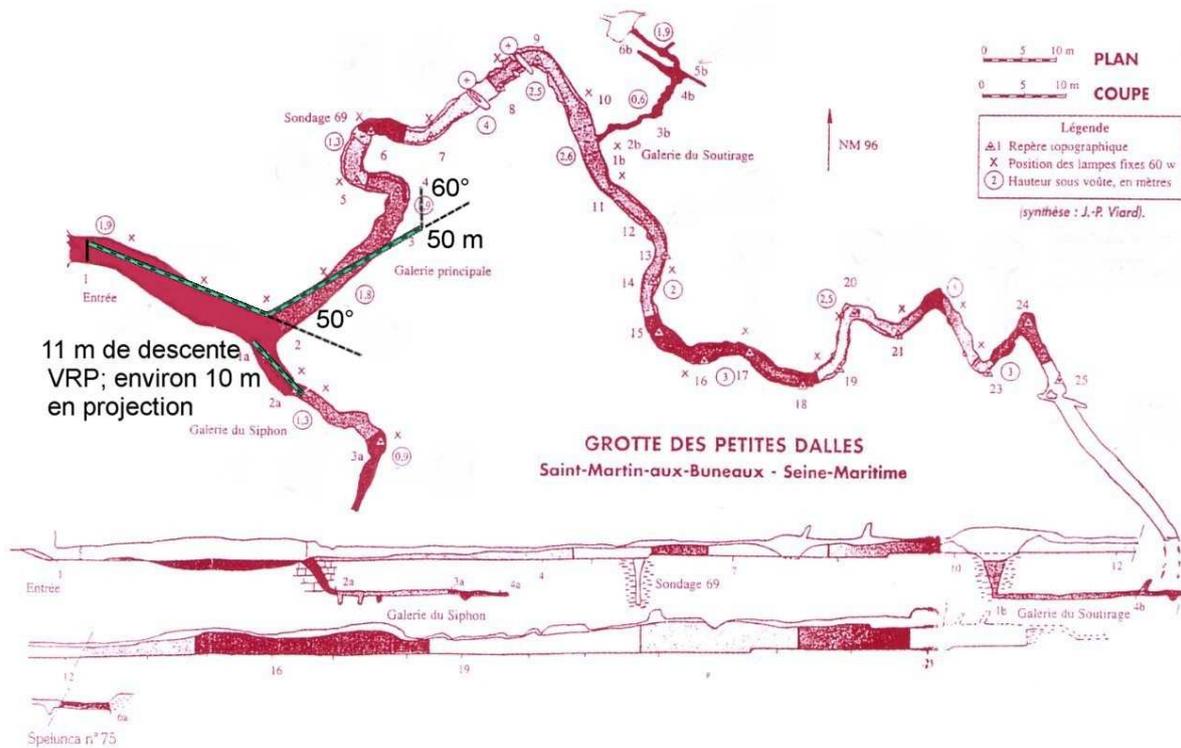
*A gauche à 132mn 29s le marquage 30m sur la corde avec, en haut à droite, la hampe du drapeau et l'orifice de la galerie du siphon. A 132mn 13s Alain annonce: "On est à 28 m au coin". A 132mn 45s Lucie entame la mesure d'angle avec la suite de la galerie en utilisant le rapporteur comme montré sur l'image de droite à 132mn 51s. A 133mn 31s Alain annonce: "50° à gauche" et le répète 10s plus tard. La mesure d'angle a pris environ 50s. (Caméra casque)*



*A 133mn 51s Alain a ramassé l'enrouleur et avec Lucie s'engage dans la suite de la galerie. A gauche, à 134m 14s, une vue de la suite de la galerie. A droite à 134mn 24s, retournement pour voir si le fil est en ligne droite depuis le dernier virage devant la galerie du siphon. (Caméra casque)*



**A 135mn 51s : « on devine encore le VRP » (laissé devant la galerie du siphon à environ 25 m de l'entrée). A 135mn 56s (image de gauche) les 50m sont atteints depuis la grille d'entrée. A droite à 136mn 09s Lucie mesure l'angle entre la galerie que nous venons de parcourir et le segment suivant. L'angle est de 60° à gauche. La mesure d'angle a pris 53s. Alain tient la commande de ventilation en main gauche pendant toute la progression. (Caméra casque)**



**Comparaison des mesures au plan de la grotte. Les 25 m parcourus depuis la galerie du siphon devaient être un peu en courbe et non rectilignes comme indiqué ici. (Doc J.P. Viard/APM)**



***Le rapporteur est tombé à la fin de la mesure (et ce n'est pas la première fois). Lucie le ramasse à 137mn 09s. Comment éviter les chutes d'objet que l'on tient mal avec les gants? Mettre un fil pourrait être pire. (Caméra casque)***



***A 137mn 50s le caméraman de l'équipe Y. Vattier demande si on peut arrêter les mesures pour tourner une séquence de progression normale dans la galerie. Cet assemblage d'images prises à 137mn 56s montre le tronçon qui suit le premier virage sec à 90° gauche de la galerie, à environ 5m du point de mesure 50m donc à 55m de l'entrée. Ce court tronçon est suivi d'un virage à droite de 90°. (Caméra casque)***



*Image à 138mn 09s : la galerie prend ensuite un virage de 90° vers la droite (caméra casque)*



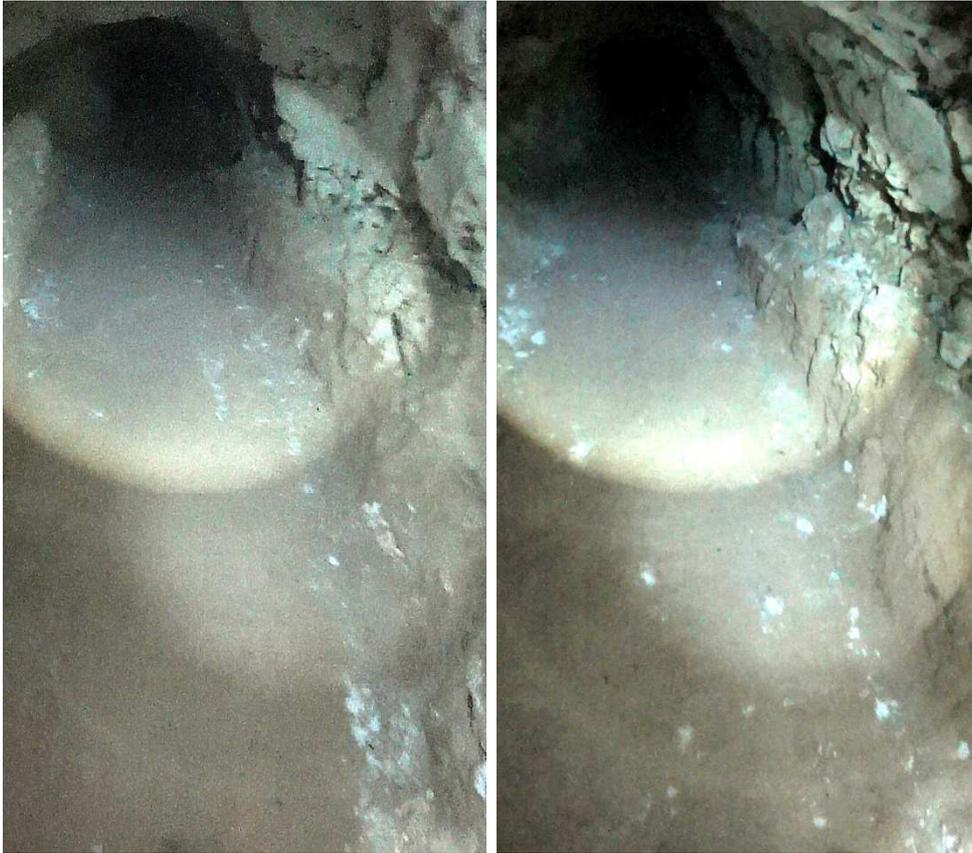
*Images à 138mn 15s : Il y a ensuite, à quelques mètres, un deuxième virage à droite de 90°.  
(Caméra casque)*



***Images à 138mn 21s et 138mn 33s montrant que la galerie tourne ensuite à gauche en un virage plus long que les précédents (caméra casque)***



***A l'approche du virage à gauche et dans le virage à gauche sur ces images à 138mn 35 et 36s (caméra casque)***



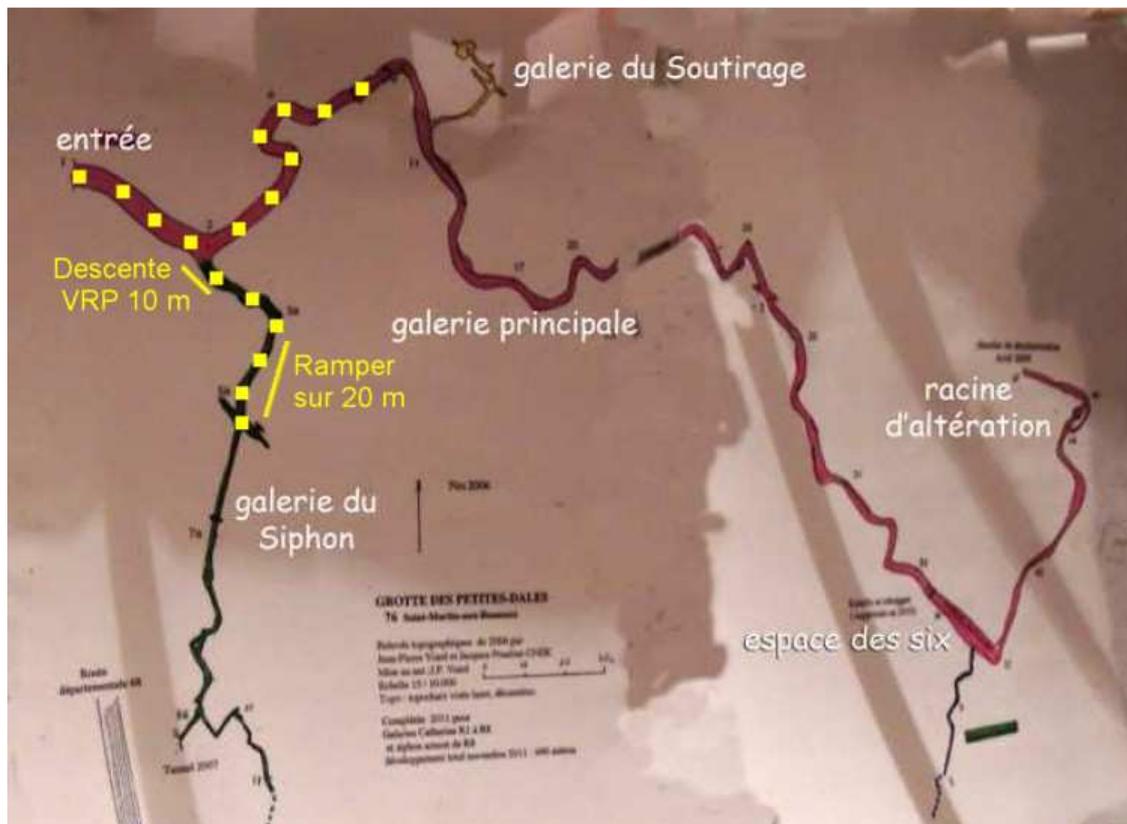
***La suite de la galerie principale après le virage à gauche à 138mn 41s et 44s (caméra casque)***



***La suite de la galerie principale à 138mn 48 et 56s (caméra casque)***



**Point de pénétration le plus avant dans la galerie principale à gauche à 138mn 58s avant demi-tour. On voit tout au fond de l'image le virage suivant vers la droite de la galerie. A droite à 139mn 01s la vue est dans le sens de la sortie. (Caméra casque)**



**Les trajets effectués dans la grotte (doc J. P. Viard/additions APM)**



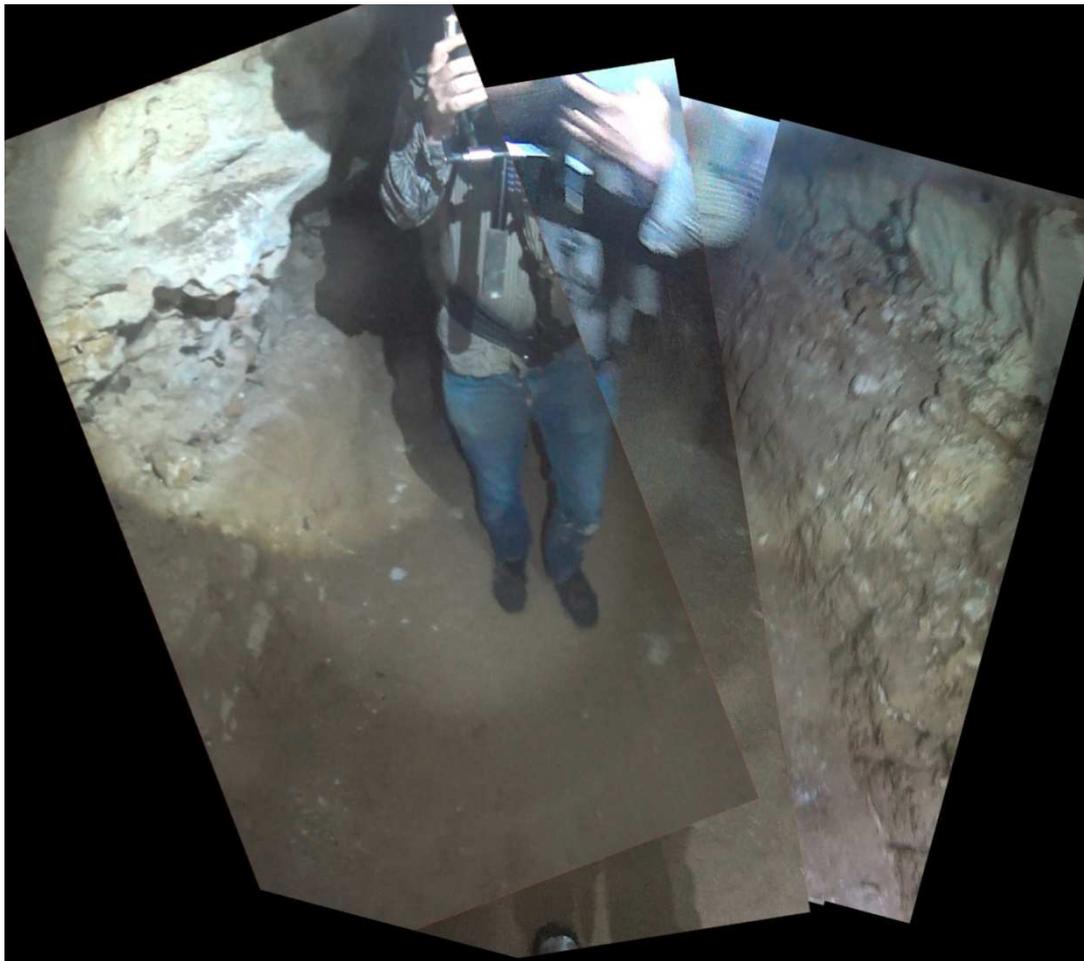
*A 139mn 01s (montage deux images) Lucie dans le sens retour (caméra casque)*



*139 mn 08 et 09s : retour sous l'œil de la caméra. (Caméra casque)*



*Les couches de silex dans la paroi à 139mn 14s (caméra casque)*



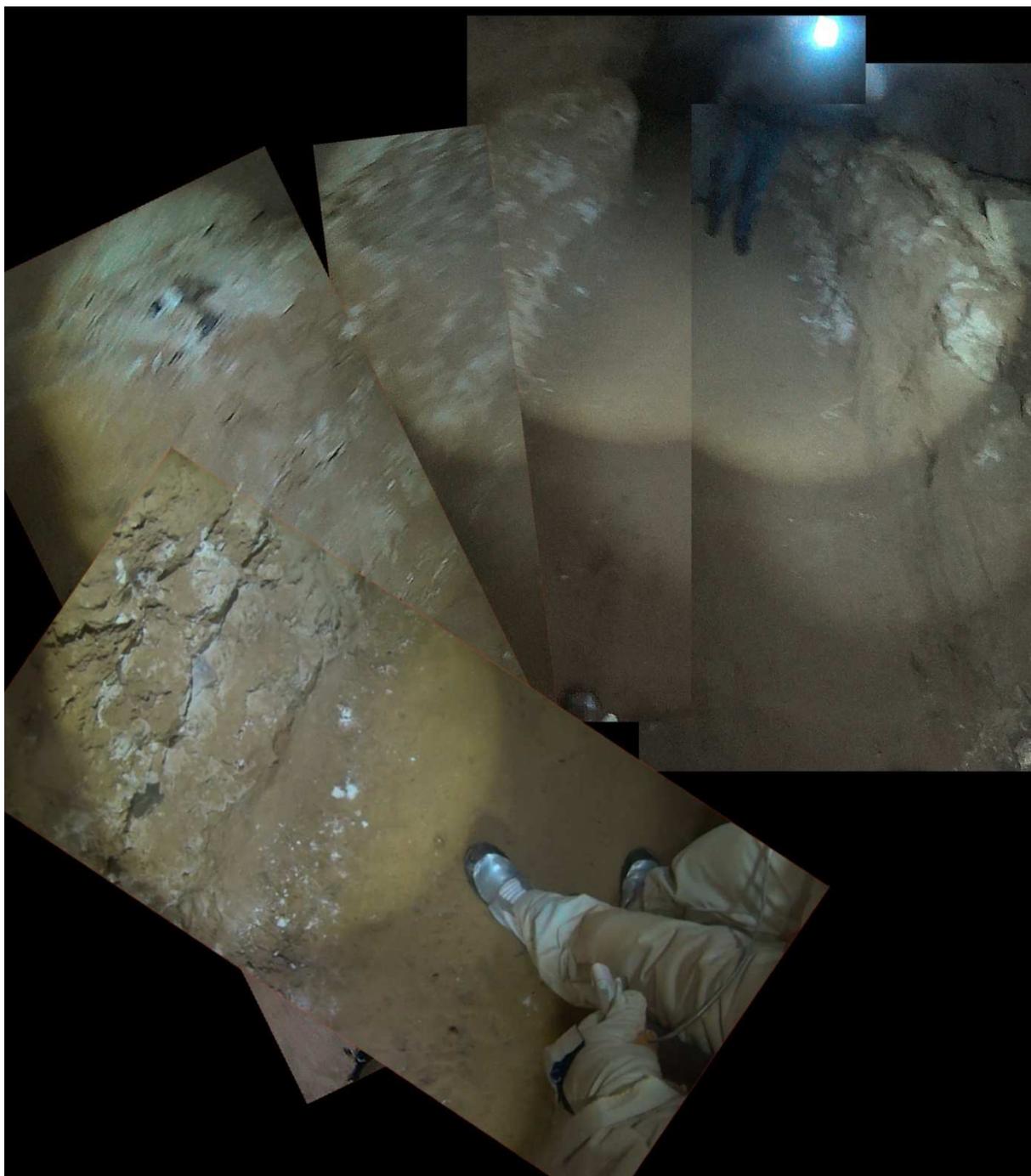
*Assemblage d'images entre 139mn 21 et 22s (caméra casque)*



*Assemblage d'images entre 139mn 30 et 32s (caméra casque)*



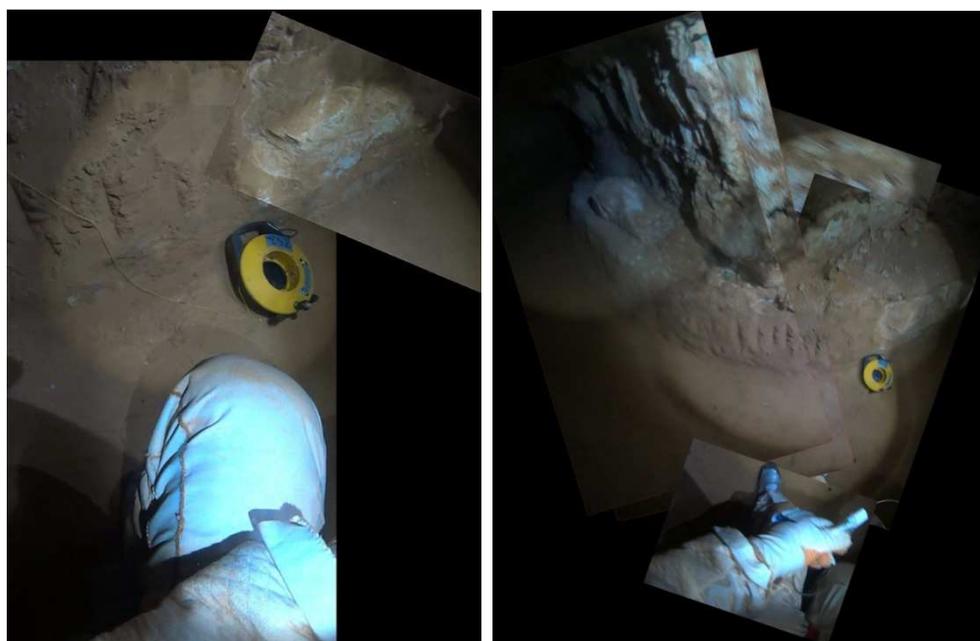
*A 139mn 38s et 44s engagement dans le 1<sup>er</sup> virage retour (caméra casque)*



***Montage d'images à 139mn 46s montrant le petit tronçon rectiligne avant le deuxième virage qui va être à gauche Alain tient toujours la commande de ventilation à la main. (Caméra casque)***



***A gauche une vue de la paroi à 139mn 51s. Le deuxième virage (virage à gauche) est abordé à 139mn 56s, le troisième virage (virage à gauche également) à 140mn 08s. A droite, après le dernier virage à gauche l'enrouleur du fil d'Ariane apparaît au coin du dernier virage sur cette addition de deux Images prises à 140mn 10 et 13s. (Caméra casque)***



***La fatigue et surtout la sciatique se faisant sentir Alain reste agenouillé au niveau de l'enrouleur de 140mn 23s à 140mn 46s. A gauche image à 140mn 44s (+ image à 41s). A droite combinaison d'images à 140mn 46s avec le dernier virage à droite avant le retour au grand premier tronçon de galerie au fond à gauche. (Caméra casque)***



***Assemblage d'images de 140mn 52 à 56s montrant l'intérieur du virage, la sortie étant vers la gauche. Lucie va récupérer le dérouleur pour la suite. (Caméra casque)***



***A gauche, image à 141mn 12s. Le VRP apparaît au loin devant l'entrée de la galerie du siphon. Le retour au VRP s'effectue sous l'œil de la caméra de Jonathan Barbier. A droite le VRP et le boîtier de réception à 141mn 31s. A 141mn 42s Alain s'assoit face au VRP et redresse la caméra à 142mn 24s puis demande à Jonathan à 142mn 37s de lui passer le boîtier réception du VRP pour comprendre la panne de 12V qui, en début de simulation, a empêché la retransmission des images prises à bord du véhicule. (Caméra casque)***

La phase remontée du VRP et reconnaissance de la galerie principale a duré 17mn 37s.

4-10 Dépannage de la vidéo VRP et reprise de l'utilisation dans la galerie du siphon

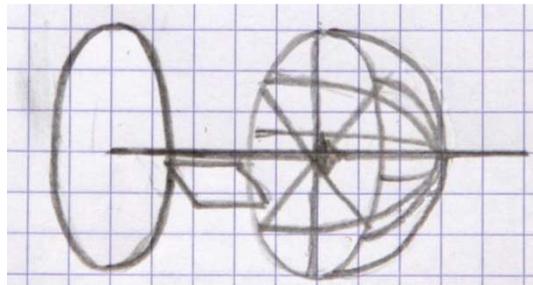


*A 142mn 37s, Alain demande à Jonathan de lui passer le boîtier de réception du VRP pour « comprendre pourquoi on n'a pas eu de vidéo. Il y a des branchements batterie qui se seraient peut-être défaits ». C'est le bon scénario ! Ouverture du boîtier de réception à 143mn 44s qui se fait à la 3<sup>ème</sup> tentative ici en bas à droite. (Caméra casque)*



*A 143mn 54s, le boîtier est ouvert. La mousse protectrice de l'écran du moniteur est enlevée à la 2<sup>ème</sup> tentative. Le récepteur bleu clair est à gauche sur cette image à 143mn 57s. (Caméra casque)*

La caméra de casque bascule à nouveau de 90° à 140mn 00s. De 144mn 08s à 145mn 12s Jonathan propose des améliorations de configuration du VRP pour éviter la présence d'anti roulis. Alain rappelle que l'entre axe entre roues est défini par la diagonale d'une valise, le véhicule ayant eu à voyager plusieurs fois en pièce détachées en particulier pour les missions de simulation de la Mars Society dans l'Utah. Quant au diamètre des roues plus il est grand, tout en conservant un véhicule manœuvrable à la main, mieux c'est pour le franchissement d'obstacle. Il en résulte une configuration qui est susceptible de se renverser ce qui est combattu par les tiges anti roulis dans l'axe. Alain et Jonathan évoquent l'idée de remplacer les roues par des demi-sphères mais comment les rendre transportables ? Jonathan propose des arceaux. Alain renchérit en disant « la structure d'un dôme sans en avoir le remplissage ».



***Croquis d'un concept de modification des roues du VRP par remplacement de tout ou partie des anti roulis par des arceaux démontables***



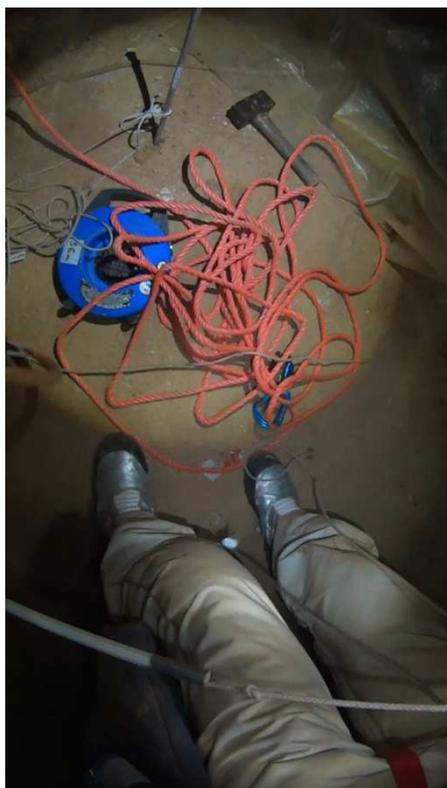
***A 144mn 22s, Alain sort du câblage du boîtier réception (opération hors champ) et à 144mn 27s trouve que la cosse + de la batterie 12 V est débranchée. A 144mn 50s il indique à Jonathan ce qu'il faut reconnecter. A 145mn 06s : « ça marche » (le voyant vert du récepteur). A 145mn 08s Alain affiche : « On va refaire une descente du VRP ». Le moniteur est mis « on » à 145mn 12s comme le montre l'image ci-dessus. Il n'y a pas encore d'image car le boîtier émission du véhicule a été mis « off » au retour de la salle 46. (Caméra casque)***



***Alain a posé le boîtier réception et va au VRP pour basculer sur « on » les deux interrupteurs du boîtier émission, ici à 145mn 29s. L'image transmise depuis la caméra du véhicule apparaît sur le moniteur d'où exclamations à 145mn 31s ! (Caméra casque)***



***Le VRP prêt pour un nouvel essai à 145mn 39s. Nota les lampes et le système de balayage de champ Bescor n'ont pas été arrêtés depuis le début de la simulation. (Caméra casque)***



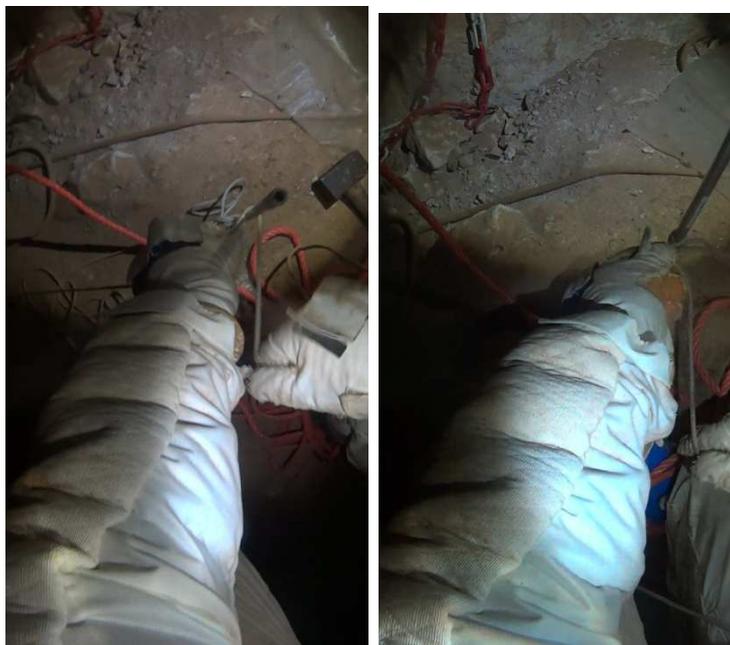
*Image à 146mn 12s. La corde du VRP est restée nouée au pieu d'assurance à la distance 11 m (caméra casque)*



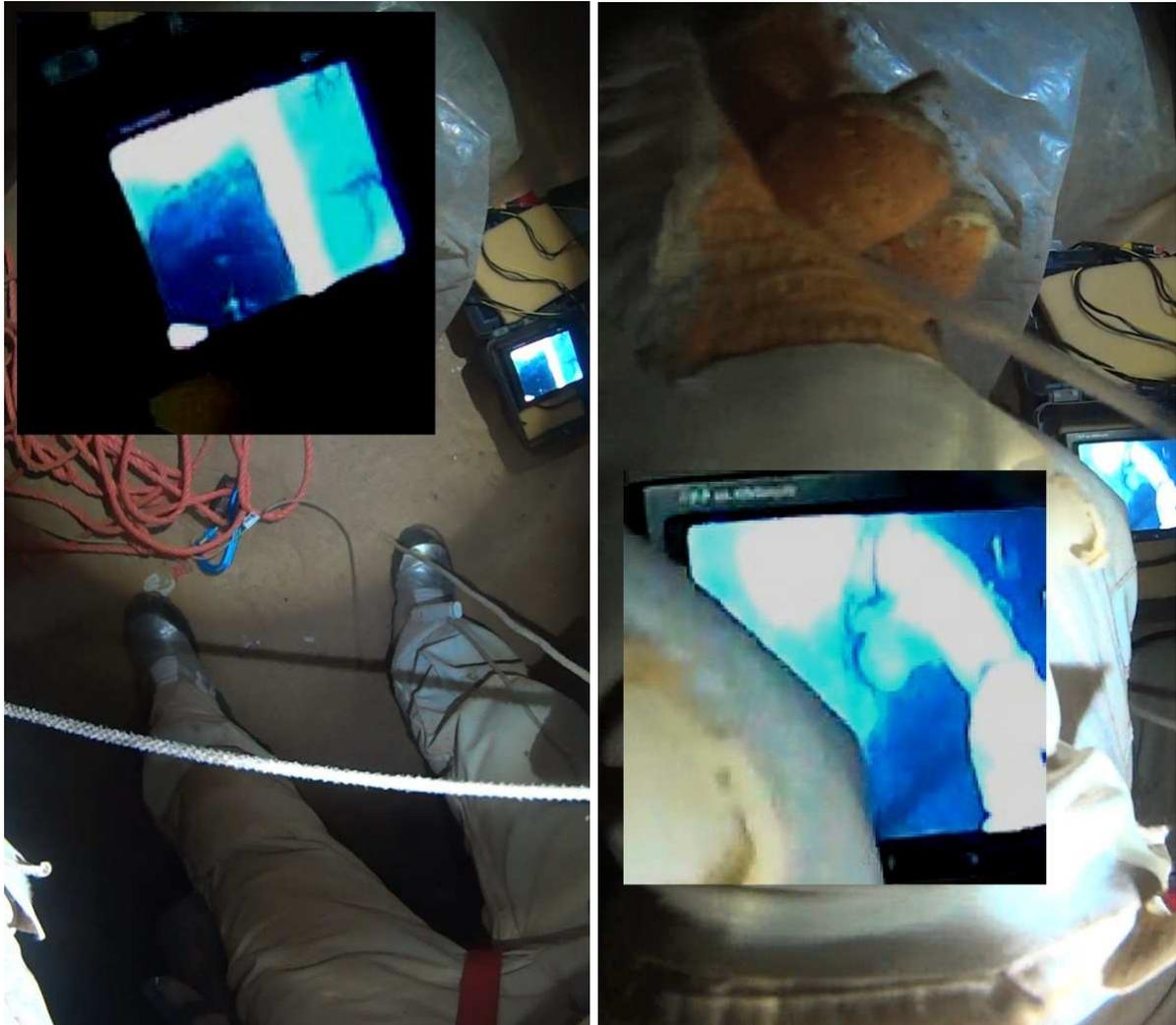
*Assemblage d'images entre 146mn 13s et 19s montrant à gauche le véhicule devant la descente de la galerie du siphon, et à droite le boîtier réception avec le moniteur allumé. Tout en haut à droite on aperçoit l'entrée de la grotte. L'essai 126 du VRP commence à 146mn 13s. (Caméra casque)*



***A 146mn 28s, à gauche le boîtier réception au sol avec le récepteur (boîte bleue) encore dans le boîtier réception et au loin, à 25m, l'entrée de la grotte. Une discussion s'est engagée depuis 146mn 18s avec la personne située à droite sur les caractéristiques du VRP et des améliorations possibles. A 146mn 33s à droite, le VRP est à 5 m (2 traits sur la corde dans la zone éclaircie). La descente s'effectue avec plusieurs arrêts. (Caméra casque)***



***A 147mn 08s Alain accroche la corde du VRP au pieu d'assurance, à la longueur 9m. Jonathan ayant manifesté le souhait de tourner à nouveau des plans sur l'évolution du véhicule, Alain propose de le remonter un peu à 147mn 40s, et plus précisément d'environ 2m. A 148mn 16s on voit passer Jonathan dans la descente sur l'écran du moniteur. A 148mn 27s (image de droite), Alain défait le nœud effectué à 9m sur la corde du VRP (ce qui ne demande que 5s) et le remonte donc d'environ 2m puis le redescend doucement. (Caméra casque)***



***A 148mn 48s le moniteur montre le fil à plomb (bande blanche au centre de l'écran bien visible sur l'insert) qui indique la verticale dans le champ de la caméra et plus loin Jonathan. A partir de 148mn 50s Alain commente : « Le problème avec le balayage gauche droite, c'est qu'on a du mal à saisir dans quel sens sont les choses. Et donc j'ai mis un fil à plomb devant l'optique pour bien que l'on réalise quand la verticale (du moniteur) est bien la verticale ». A 148mn 55s la corde est à 9m. A 148mn 57s (image de droite) on voit le bras de Jonathan sur le moniteur (voir insert). A 149mn 03s Alain confirme que l'on voit bien Jonathan sur le moniteur et laisse descendre très doucement. (Caméra casque)***



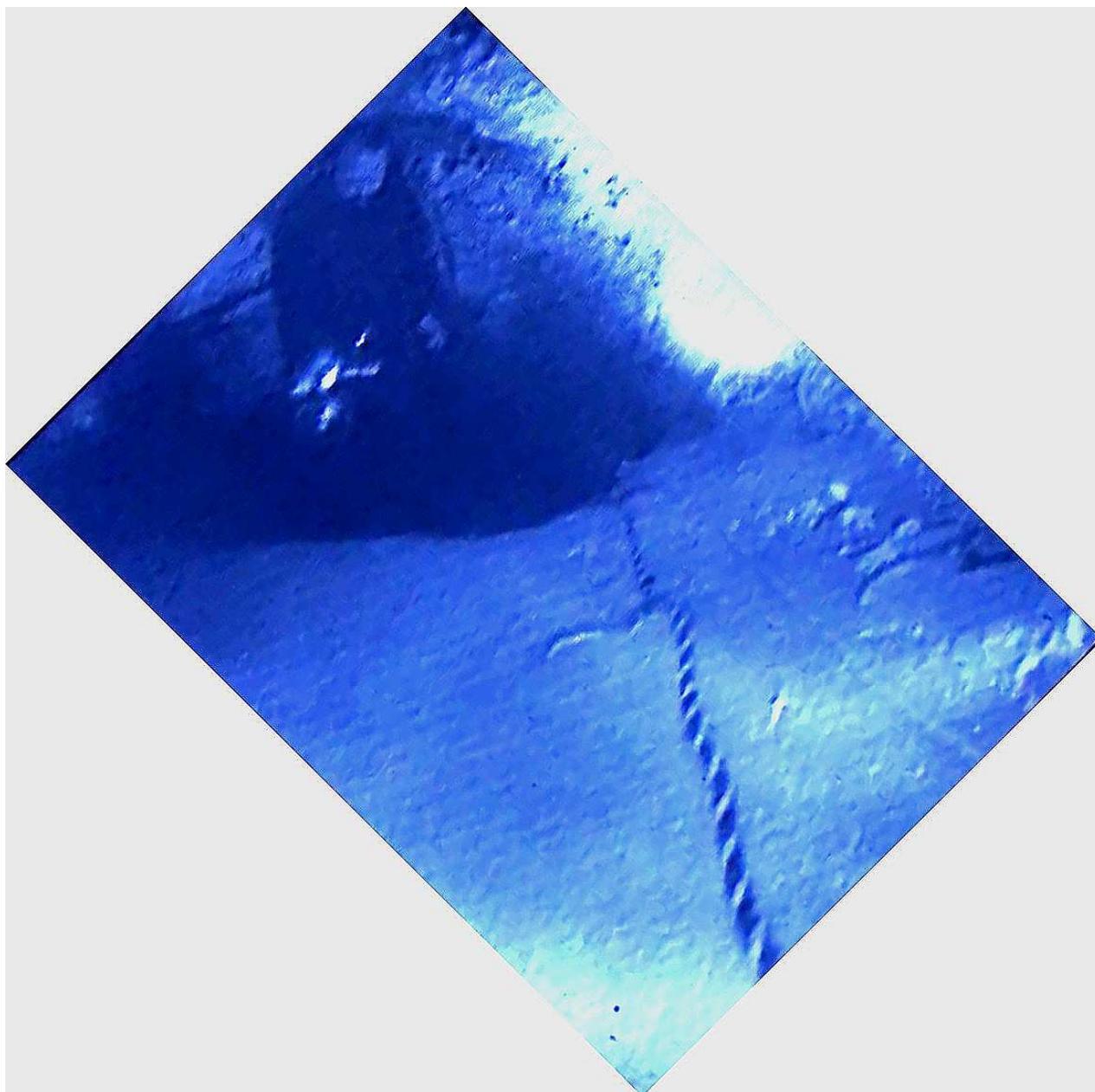
*Le boîtier réception et Alain (à gauche) manipulant le VRP (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



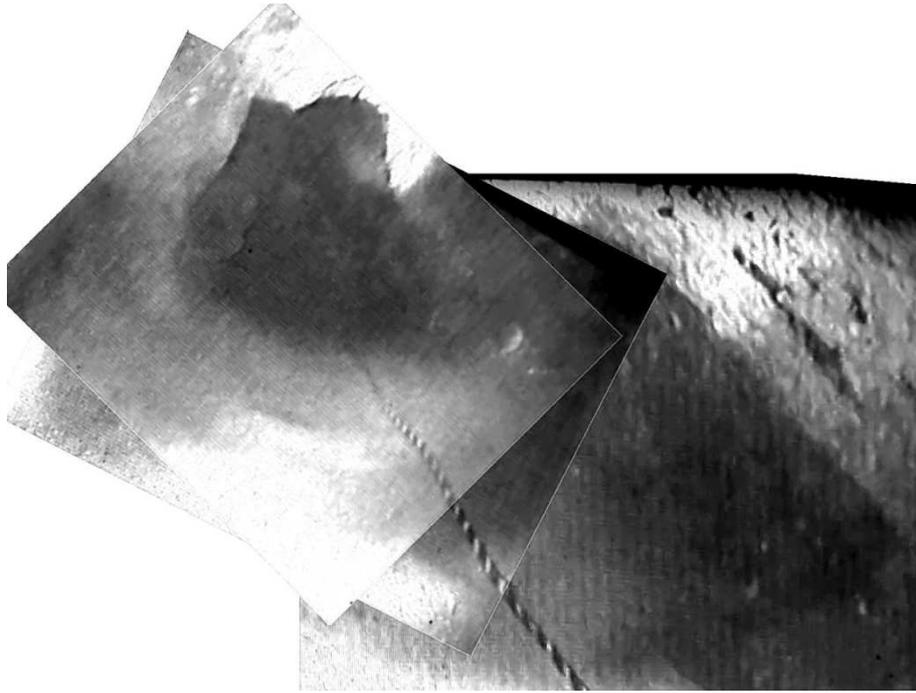
*A gauche à 149mn 05s l'écran montre la caméra de Jonathan. Alain commente l'image que l'on voit sur l'écran au fur et à mesure de la rotation du système de balayage Bescor. A 149mn 28s : « Là on voit les roues, on est complètement sur le coté » (pour l'orientation de la caméra). A 149mn 33s : « Là on voit le sol ». A 149mn 34s « on devrait normalement pas tarder à voir le fil à plomb ». « Le voilà » (149mn 36s). « Il passe dans l'axe » (149mn 37s). Et à 149mn 46s : « Et là on est sur le coté » indiquant que le véhicule non muni de ses anti roulis s'est renversé. L'image de droite est prise à 149mn 48s, le véhicule étant toujours sur le coté. Il est redressé très peu après, à 149mn 48s également par Jonathan. (Caméra casque)*



***A gauche, à 149mn 48s le véhicule a été redressé. A 149mn 51s, Alain tire par à coups sur la corde et commente : « Ca, c'est l'absence d'anti roulis ». A 150mn 05s la descente reprend. A 150mn 12s commentaire en regardant le moniteur : « Par contre quand on est comme ça, on se demande comment on est (en orientation). Il vaudrait mieux que je mette 4 caméras qui regardent haut, bas, gauche, droite. Pour l'instant j'avais essayé de remplacer avec une rotation de champ ». A 150mn 27s commentaire en regardant le moniteur : « Donc là on est sur le coté droit avec la corde (fixe au sol). Voir image plus loin. A 150mn 33s : « C'est là que cela devrait nous donner qu'il n'y a pas de gouffre en bas ». A 150mn 39s, la descente continuant, passage d'un raccord indiquant 7,8 m. A droite, à 150mn 42s passage des 9m (trait noir en bas à droite). Pour toute cette séquence vidéo sur la nouvelle descente du VRP, il aurait été préférable que la caméra casque soit dans sa position normale et pas dans la position basculée de 90°. (Caméra casque)***



*Jonathan Barbier dans le bas de la pente de la galerie du siphon filmant le VRP, tel que vu sur le moniteur. Au premier plan on voit la corde fixe installée dans la descente. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



***Vue composite de la partie inférieure de la galerie, après le départ de Jonathan et avant que le VRP ne soit en bas (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***



***A 150mn 50s, commentaire : « Quand il y a trop de terre devant l'émetteur, on peut perdre le signal ; c'est pour cela que l'émetteur peut être séparé, pardon le récepteur, et envoyé dans la pente en visibilité directe ». Sur l'image de gauche à 150mn 58s, le récepteur bleu est sorti de la boîte de réception. A droite image à 151mn 01s montrant l'approche de la marque 10m et sur l'écran (image redressée sur l'insert) le sol et la roue gauche. (Caméra casque)***



***A gauche à 151mn 04s, le récepteur est poussé dans la pente. Il est relié au boîtier contenant le moniteur par une cordelette et des fils (alimentation et signal) de 3,75m ce qui permet ainsi de le placer dans la pente le plus possible en vue directe de l'émetteur à bord du véhicule. A 151mn 09s le VRP est à 10m. A 151mn 16s, en examinant le moniteur pour voir ce que l'on peut comprendre de la configuration du bas de la descente : « Admettons que je ne connaisse pas (le bas de la pente), qu'est ce que j'en déduis ? ». A 151mn 20s : « Ça c'est une roue mais je ne sais pas laquelle en fait ». (Caméra casque)***



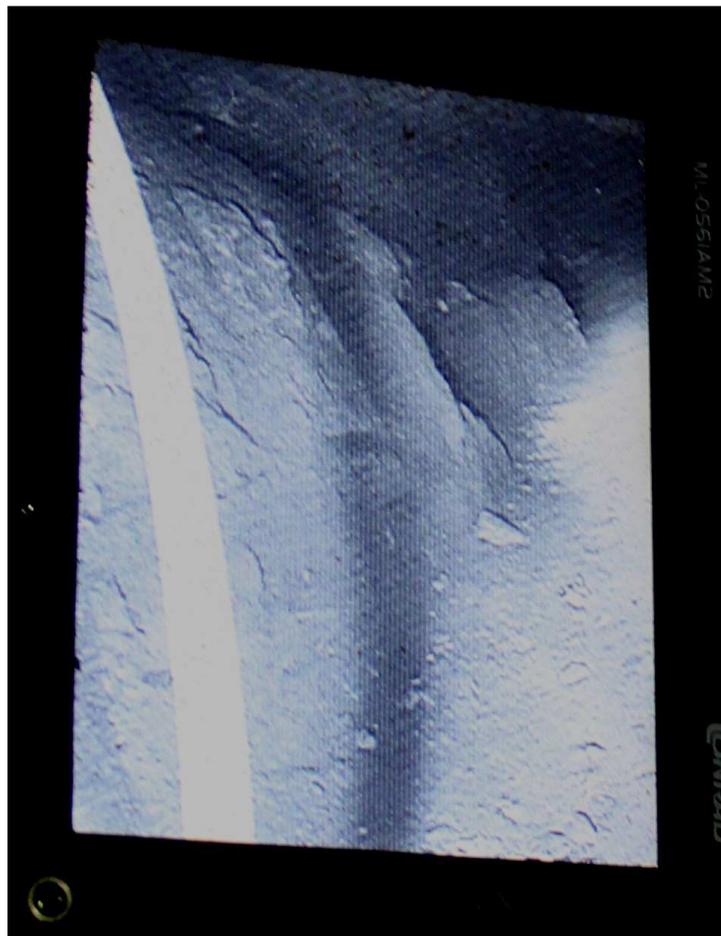
***A 151mn 38s : « Voilà la verticale ». La corde est relâchée de 10 à 11 m. A droite image à 151mn 41s. A 151mn 47s : « On voit bien qu'il n'y a pas de gouffre ». A 152mn 06s : « Coté droit ». A 152mn 09s : « Haut de la galerie ». A 152mn 14s : « Et on retourne ». A 152mn 22s : « Coté droit ». A 152mn 23s : « Le sol ». A 152mn 33s : « Le sol ; la verticale qui arrive ». A 152mn 41s : « Là on voit qu'il n'y a pas de gouffre en bas ». A 152mn 51s : « La roue gauche ». Jonathan est remonté dans la galerie ce qui explique qu'on ne le voit plus sur les images. A 153mn 13s (image de droite) : « Voilà, là c'est le flanc gauche ». (Caméra casque)***



**A 153mn 17s : « Ah, là il y a un bon gouffre » (en repérant une zone noire sur l'image). A 153mn 21s : « Qu'est ce que c'est ? ». A 153mn 27s : « C'est sur le coté gauche » donc pas un trou dans le sol. En fait il s'agissait du virage de la galerie en bas, ce qui montre bien l'importance d'avoir un moyen d'identification de l'orientation de l'image. L'image de gauche est prise au même moment à 153mn 27s et montre le flanc gauche de la galerie avec un bout de la roue gauche du véhicule. A 153mn 30s : « Coté gauche ; ça c'est le sol coté gauche ». A 153mn 36s : « Voilà ; on peut s'engager ; apparemment il n'y a pas de gouffre au fond de cette descente ». A 154mn 00s Alain se lève pour aller rechercher l'appareil photo Canon resté dans le sac rapporté par Isabelle Ebran de la salle 46 et qui se trouve à quelques mètres, afin de prendre quelques images du moniteur, les vues prises par la caméra Sygonix à bord du véhicule n'étant pas enregistrées. Le sac photo est évidemment très poussiéreux suite à la progression en ramper vers la salle 46 (image à 154mn 04s à droite). La commande de ventilation est encore non accrochée. (Caméra casque)**



***A gauche l'appareil photo très poussiéreux après l'expédition dans la salle 46 à 154mn 22s. A droite à 154mn 59s première photo du moniteur avec le Canon (image suivante) montrant la roue gauche sur le moniteur avec en insert l'image redressée. (Caméra casque)***



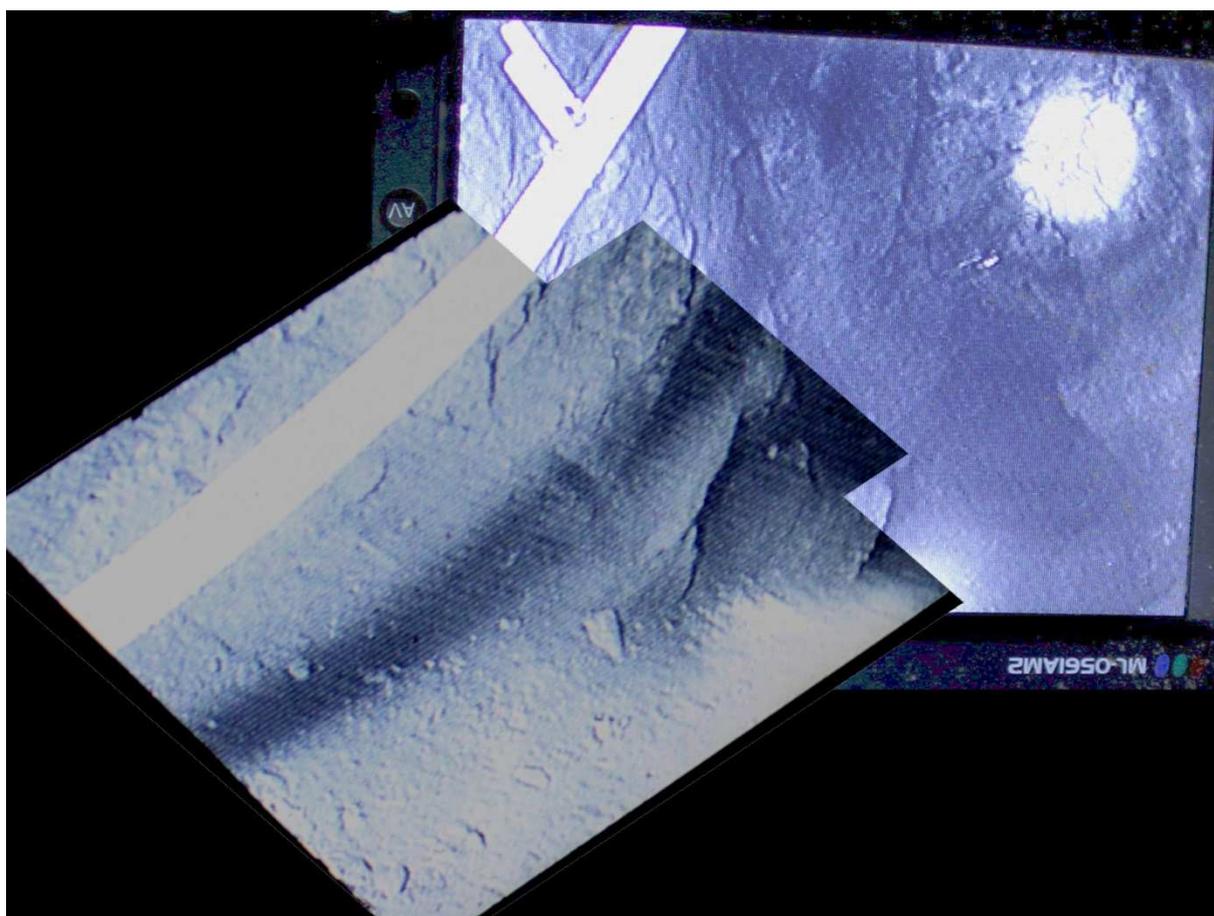
***L'image du moniteur, présentée redressée, prise avec le Canon EOS 7D à 154mn 59s (17h39mn) montrant une partie du sol de la descente à droite, le flanc gauche de la galerie à gauche et le bas de la galerie tout en haut à droite (Canon EOS 7D)***



*A 155mn 08s prise de la deuxième photo au Canon (voir image suivante). Sur cette vue de la caméra casque l'image moniteur redressée est présentée en insert en haut. On y voit la roue gauche du VRP et le flanc gauche de la galerie. (Caméra casque)*



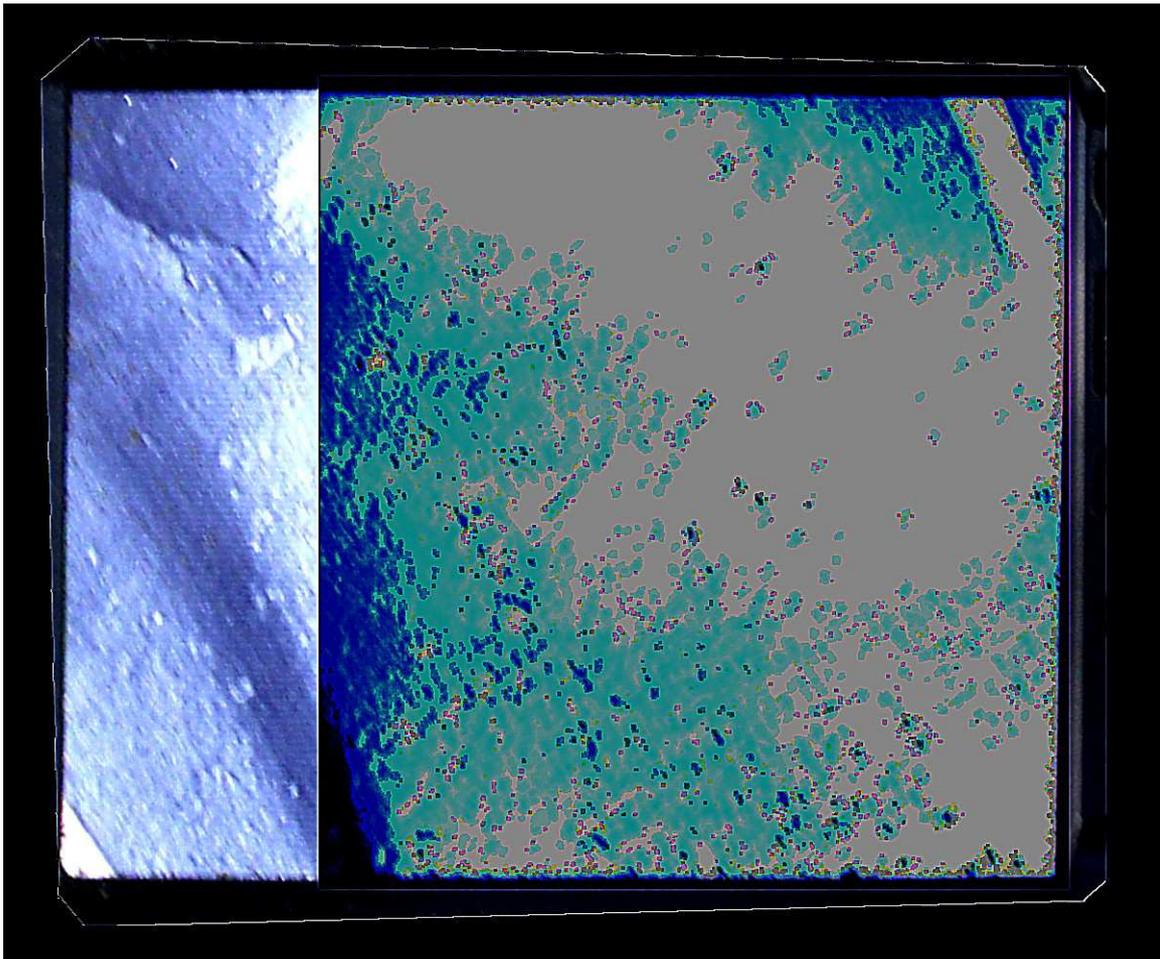
*A 155mn 08s l'image de l'écran prise au Canon et redressée de 180°. On voit, à gauche, la roue gauche du VRP, le flanc gauche de la galerie, en haut à droite le plafond de la galerie et en bas à droite le débouché de la partie en pente de la galerie sur la partie horizontale. (Canon EOS 7D)*



*Combinaison des deux premières photos d'écran au Canon montrant une partie du sol de la descente, le flanc gauche de la galerie et le plafond ainsi que le débouché dans la partie horizontale à droite (Canon EOS 7D)*



*A 155mn 39s, troisième photo d'écran avec le Canon quand la caméra du véhicule regarde le sol. A 155mn 43s : « Le fil à plomb vertical ». (Caméra casque)*



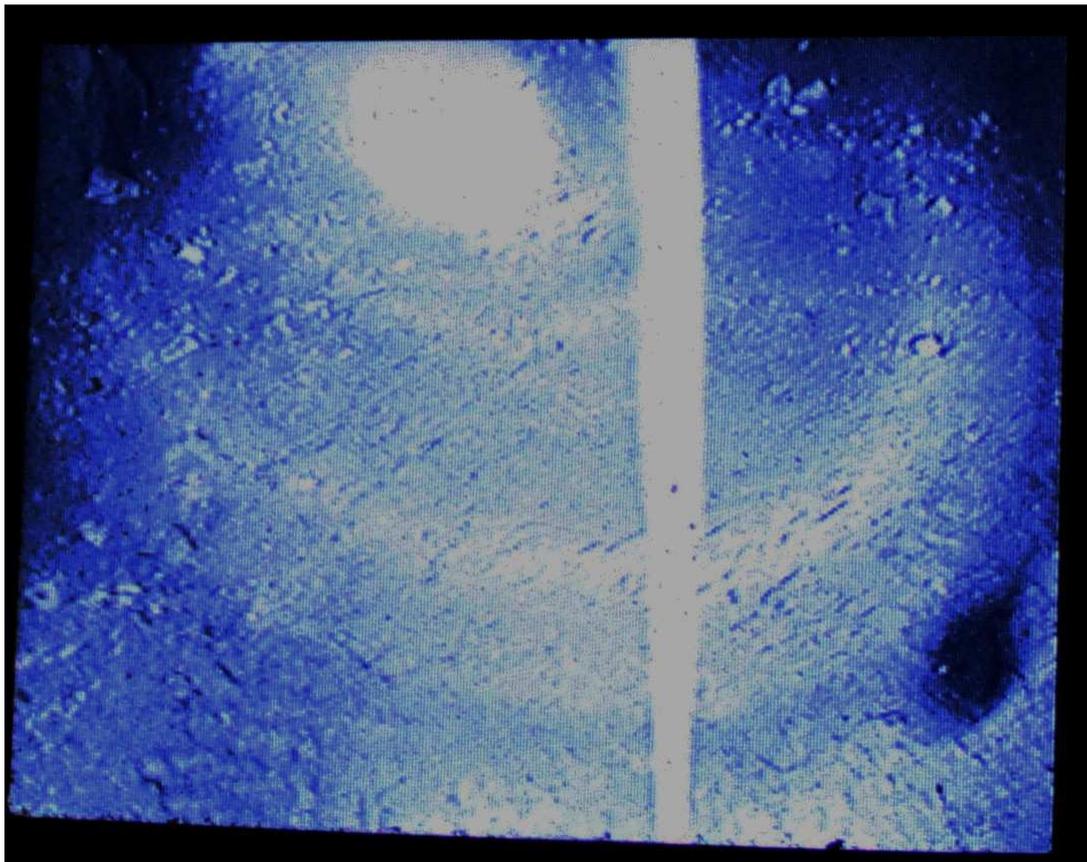
*Image du moniteur par le Canon à 155mn 39s. Comme le cadrage des photos Canon est en plan plus large que le moniteur (voir la photo complète ci-après), l'image de l'écran est souvent surexposée comme ici où les trois quarts droit de l'image ont été traités spécialement. L'image montre le sol avec en haut à droite le fil à plomb indiquant la verticale et à gauche le flanc gauche de la galerie et tout en bas à gauche un morceau de roue gauche du véhicule. (Canon EOS 7D)*



*L'écran à 155mn 39s. L'appareil aurait du être utilisé en mode affichage sur l'écran pour mieux centrer sur l'écran, le cadrage serré n'étant pas possible en mode visée par l'œil avec le casque du scaphandre. (Canon EOS 7D)*



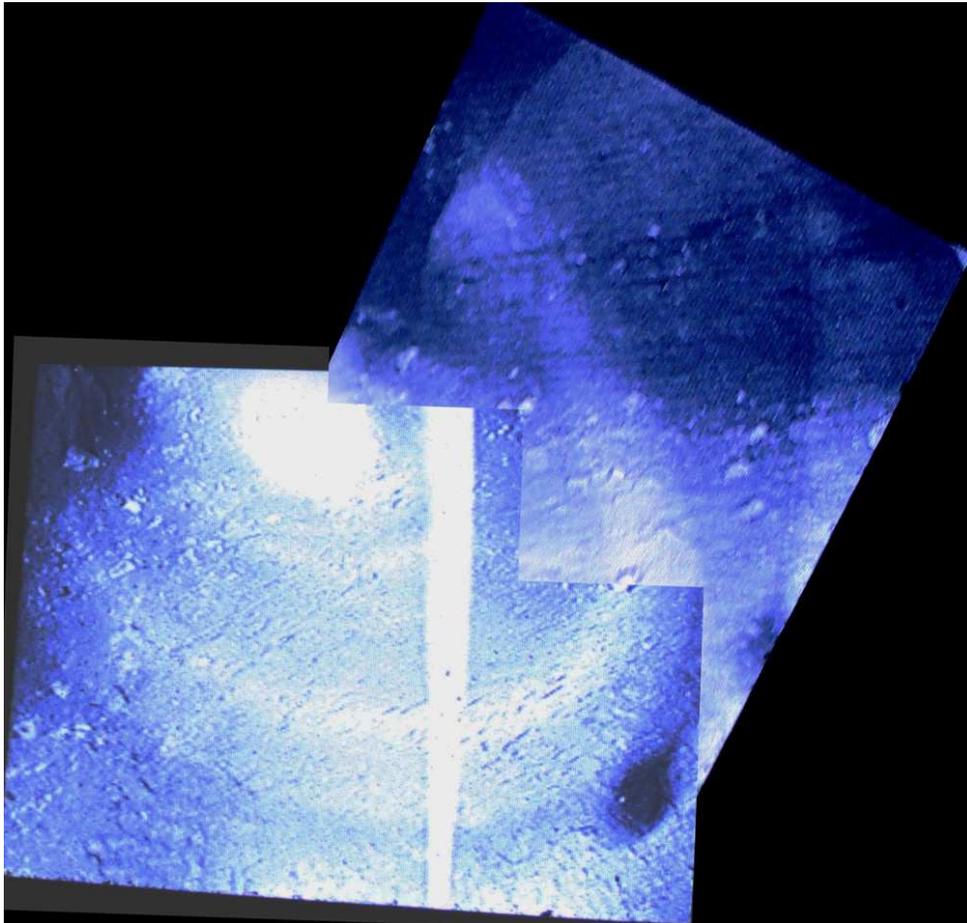
*A 155mn 45s quatrième photo du moniteur par le Canon. La caméra vidéo du casque s'est arrêtée peu après, à 155mn 49s par épuisement de sa batterie. La caméra du VRP regarde vers le sol.  
(Caméra casque)*



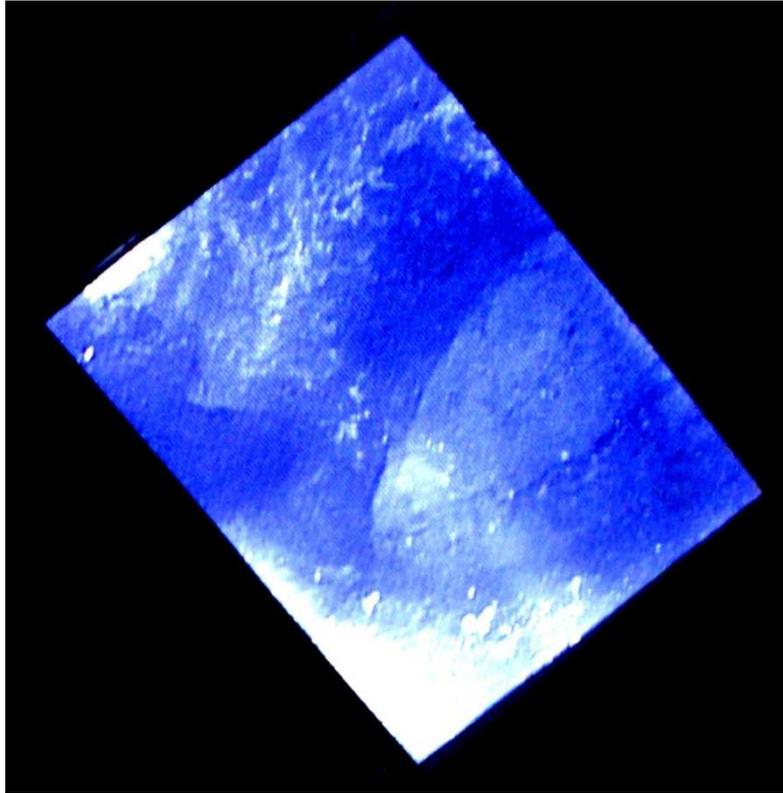
*L'écran à 155mn 45s montrant le sol de la galerie et le fil à plomb en premier plan (Canon EOS 7D)*



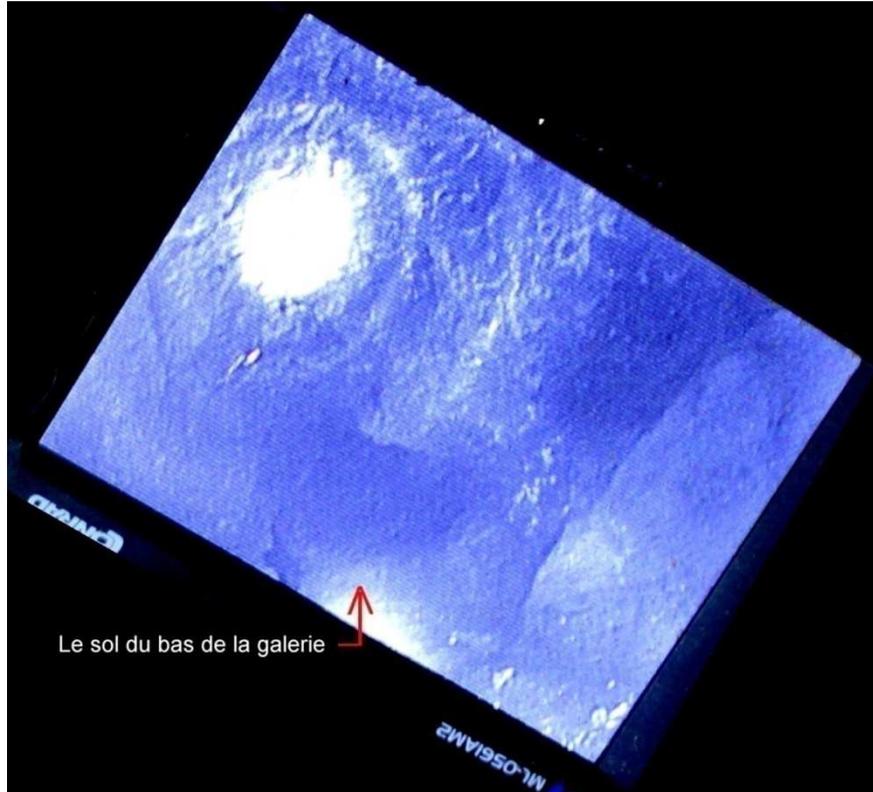
*L'écran à 155mn 54s sur la cinquième photo Canon, montrant le sol de la descente et le flanc droit de la galerie (Canon EOS 7D)*



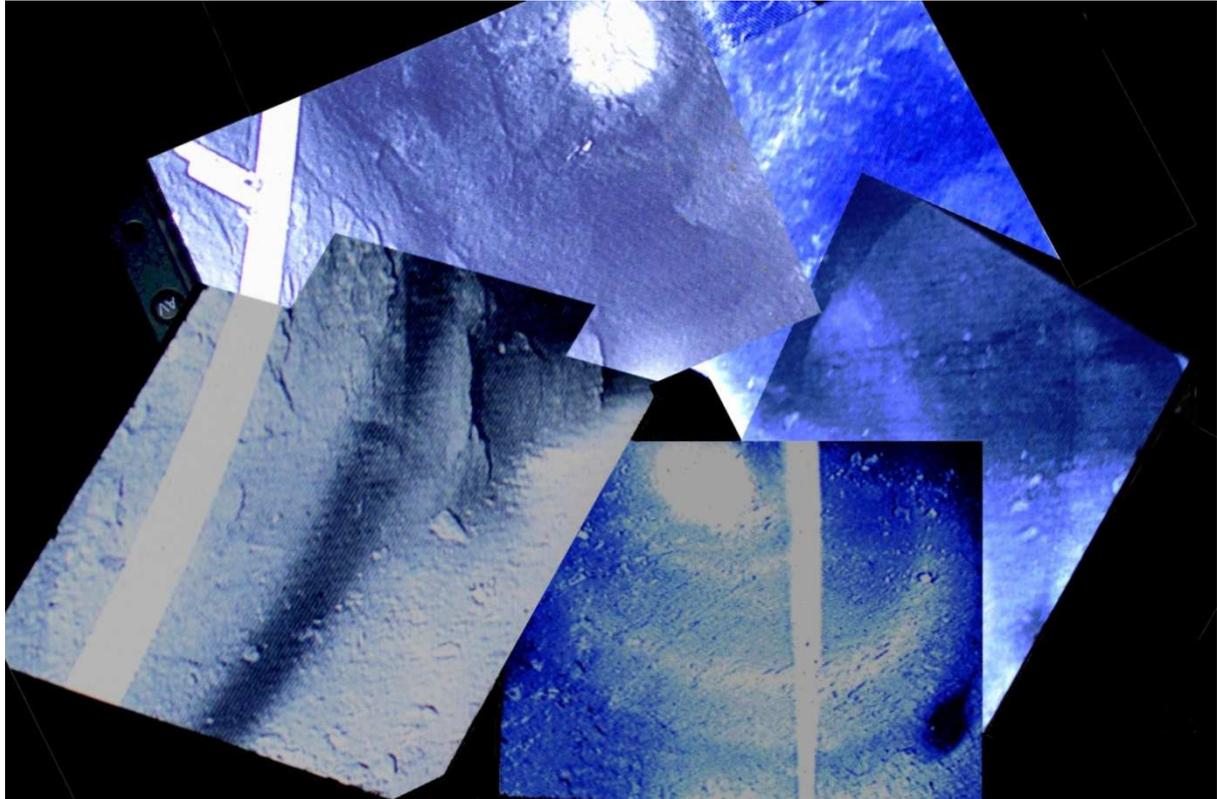
*Combinaison des deux dernières images Canon (Canon EOS 7D)*



*L'écran à 156mn 04s, sur la sixième photo Canon, montrant une portion du sol de la descente, le flanc droit et le plafond de la galerie avec la suite de la galerie à gauche (Canon EOS 7D)*



*L'écran à 156mn 10s montrant le coté droit, le plafond et le coté gauche de la galerie ainsi que le sol du fond de celle-ci (Canon EOS 7D)*



***Combinaison des photos d'écran 1, 2, 4, 5, 6, 7 avec le canon pour restituer une vue d'ensemble du bas de la galerie du siphon (Canon EOS 7D)***

La simulation s'est achevée une dizaine de minutes après la dernière photo d'écran.

Les opérations effectuées ensuite ont été :

-La remontée du VRP

-Une mesure au télémètre laser (pas aisée car il faut lire l'information dans l'oculaire de l'appareil) qui a donné 9m (minimum de lecture) pour le fond de la galerie du siphon tel que vu d'en haut

La phase de dépannage de la vidéo VRP et reprise de l'utilisation dans la galerie du siphon a duré 24 mn.

Dans sa totalité l'EVA simulée a duré 2h45.

## 5 Durée des différentes phases

La simulation s'est déroulée en 10 phases (même si on aurait pu présenter un autre découpage) dont les durées ont été les suivantes :

N°	Phase	Activités principales	Début	Fin	Durée
1	Phase de préparation et activités préliminaires	Transfert des matériels à l'entrée de la galerie du siphon-déploiement du drapeau-mesure de distance depuis l'entrée-1 <sup>er</sup> trajet dans la galerie principale	0 -Temps caméra casque : 2mn 12 -15h04	7mn 13s	7mn 13s
2	Phase de préparation du Véhicule de Reconnaissance de Paroi	Pieu d'assurance-mise des anti roulis-mesure d'angle de la galerie du siphon-mise sur on de tous les équipements du VRP	7mn 13s	13mn 34s	6mn 21s
3	Phase de recherche de la panne vidéo VRP		13mn 34s	15mn 23s	1mn 49s
4	Phase reconnaissance de la galerie du siphon par le VRP	124 <sup>ème</sup> essai du VRP-descente 11m, remontée à 5 m descente 11m	15mn 23s	22mn 23s	7mn
5	Descente avec descendeur dans la galerie du siphon	Descente Alain au descendeur-descente Lucie-atteinte de la salle puits piézo-mesure de distance	22mn 23s	34mn 20s	11mn 57s
6	Passage vers la salle 46	Attente mise en place équipe vidéo en salle 46-ramper vers salle 46 avec étape remise en configuration scaphandre Alain dans petite salle intermédiaire	34mn 20s	61mn 32s	27mn 12s
7	Dans la salle 46	1 <sup>er</sup> examen- vues macro de strates alluvionnaires-interviews	61mn 32s	98mn 31s	36mn 59s
8	Retour à la galerie principale	Préparatifs de retour-ramper-retour salle puits piézo à galerie principale-remontée enrouleur-enlevé anti roulis VRP-émetteur VRP off	98mn 31s	125mn 00s	26mn 29s
9	Remontée du VRP et reconnaissance de la galerie principale sur une faible distance	Remontée VRP (125 <sup>ème</sup> essai)-mesure galerie jusqu'au 1 <sup>er</sup> virage-trajet qqz dizaines de m au-delà-et retour à galerie du siphon	125mn 00s	142mn 37s	17mn 37s
10	Dépannage de la vidéo VRP et reprise de l'utilisation dans la galerie du siphon	Reconnexion 12V-mise on boitier réception et VRP-descente VRP (126 <sup>ème</sup> essai)-descente 9m, remontée à 7m, descente à 11m-photos moniteur-une mesure télémètre laser-compléments médias	142mn 37s	176mn (environ) 17h50	34mn

## 6 Résultats et enseignements

### 6-1 VRP

#### Configuration

La configuration du Véhicule de Reconnaissance de Paroi pour cette simulation est détaillée dans l'annexe 3

Par rapport à la configuration 3-5 utilisée lors des simulations ÖWF Amadee-15 d'août 2015 et MDRS 164 de février 2016, les modifications sont les suivantes : implantation de 4 lampes, suppression de la Sciencecam (car elle est placée sur le casque du scaphandre 2 et que l'on vise surtout d'utiliser la Hazcam à transmission temps réel pour évaluer les difficultés de la pente de la galerie du siphon avant de s'y engager), utilisation de seulement deux demi anti roulis pour limiter la largeur du véhicule (en raison de l'étroitesse de la galerie du siphon), suppression des deux lasers utilisés pour donner une échelle dans le champ de la Sciencecam, suppression du préobjectif sur la Hazcam Sygonix, addition d'un « fil à plomb » devant le champ de la Hazcam qui permet de repérer la verticale quand il passe dans le champ de la caméra.

Les informations principales sur les configurations précédentes du véhicule et ses différents essais figurent en références 3 et 4.

Les caractéristiques géométriques générales sont inchangées :

- diamètre des roues 75 cm
- empattement 58 cm
- largeur 76 cm (axe principal, largeur sans les anti roulis).

La masse de la configuration 3-6 est de 4010g. Cela correspondrait sur Mars à un véhicule de 10,58 kg.

Une différence importante a résidé dans le mode d'utilisation. D'habitude la (ou les) caméra du véhicule regardent vers l'arrière car l'objectif est d'étudier la pente (en principe proche de la verticale) sur laquelle le véhicule est envoyé. Là au contraire il était chargé de donner des informations aux opérateurs sur la nature du terrain en dessous de lui. L'objectif était de vérifier que la pente de la galerie du siphon qui est en léger virage, ce qui fait qu'on ne voit pas la fin de la pente, n'aboutissait pas à un gouffre dangereux (ou une pile d'éboulis instables, ou tout autre danger).

#### Préparation

La préparation du véhicule a été rapide comme d'habitude, moins de 6mn pour:

Planter du pieu d'assurance

Mise en place des 2 anti roulis

Allumage des 4 lampes

Mise sur "on" du système de balayage Bescor

Mise sur "on" des 2 interrupteurs du boîtier d'émission

Ouverture du boîtier réception

Mise sur "on" du récepteur

Connexion du 12V

A ce stade il manquait encore, dans la chronologie de mise en œuvre, la connexion vidéo dans le boîtier de réception et la mise sur "on" du moniteur. Mais il est alors apparu qu'il n'y avait pas d'alimentation 12V. Après plusieurs manipulations "on off", il a été incorrectement déduit que la batterie 12 V s'était accidentellement déchargée. Ce diagnostic n'aurait pas été posé s'il y avait eu possibilité de mesurer la tension au multimètre. Une batterie déchargée aurait probablement présenté un voltage résiduel alors que la mesure aurait montré 0, incitant à s'interroger sur la continuité des contacts. Le motif de la panne n'a été détecté qu'en fin de simulation: la déconnexion de la borne + de la batterie. Les images de la vidéo casque montrent que cette déconnexion était bien visible. Alain a également choisi de ne pas passer trop de temps sur une recherche de panne pour ne pas retarder la suite de la simulation. Avantage d'être en simulation, une opération de descente du VRP avec vidéo en marche a pu être reconduite à la fin de la simulation.



***Le connecteur (+ rouge) débranché était pourtant assez visible. L'image montre la configuration du boîtier de réception dès son ouverture et avant manipulation. La présence du connecteur + sur le dessus écarte l'idée d'une déconnexion pendant le transport car la batterie 12 est située dans le fond du boîtier. Le dernier essai du véhicule avait eu lieu la veille au matin. Il y a donc deux possibilités: soit le connecteur avait été débranché volontairement pour éviter tout risque de court circuit, soit le connecteur s'est déconnecté lors du remballage du récepteur (bleu) dans la boîte. (Caméra casque)***

A noter que l'ouverture du boîtier de réception pourtant simple à main nues a demandé 5 tentatives dont la dernière réussie, avec au passage arrachage sur l'index droit du gant de l'un des picots RCA destiné à ajouter des aides à la dextérité en tant que de besoin. Il a fallu aussi 3 tentatives pour l'ouverture de ce boîtier lors du dernier essai VRP en fin de simulation.

## Essai 124

L'utilisation en reconnaissance de la galerie du siphon constituait la 124<sup>ème</sup> utilisation ou essai du VRP (tous modèles confondus) depuis 2001, les derniers ayant eu lieu lors de la simulation MDRS 164 dans l'Utah, aux alentours de l'habitat installé par la Mars Society, en février et mars 2016. Un récapitulatif en anglais des essais du véhicule dans ses différentes configurations est disponible sur <http://planete-mars.com/planete-mars-association-cliffbot-experimentation-overview/>(référence 3)

Description de l'essai, en temps à partir du début de descente:

0s: début de descente

27s: passage de la marque 5 m

40s: alors que la distance descendue est de 7,5 m sont exécutées deux remontées de 40cm pour débloquer le véhicule. Commentaire « En travers, non voilà !»

53s: « Il est super en travers » accompagné, à 8,5 m de deux nouvelles tractions de 40 cm vers le haut.

59s : « Il va finir par se renverser" accompagné d'une remontée de 80 cm alors que les 9 m ont été atteints.

1mn 05s: "Il est coincé" avec remontée de 9,5 m à 8,2 m.

1mn 15s: passage de la marque 10 m.

1mn 18s : "Il a l'air stable" avec une remontée de 10 à 9,3 m.

1mn 23: repassage à 10m puis remontée de 10 m à 8,2 m: "On va le laisser repartir".

1mn 50s: passage des 11 m et la corde mollit

De 2mn 13s à 2mn 20s réalisation d'un double nœud à 11 m sur le pieu d'assurance.

2mn 28s: "On va dire que comme il n'est pas tombé dans un gouffre, on peut y aller".

3mn 18s: une équipe média demande si on peut faire remonter le véhicule pour filmer d'en bas.

3mn 28s: La remontée est entamée.

3mn 42s: A 9m un problème est signalé mais la remontée peut se poursuivre

4mn 28s: 8m est atteint. L'équipe vidéo Youki Vattier descend dans la pente à ce moment là.

5mn 24s: un commentaire extérieur : « C'est le stabilisateur qui le dévie ».

5mn 37s: « Il va passer, mais là c'est grâce à l'anti roulis qu'il ne s'est pas renversé »

5mn 40s: remontée jusqu'à 5m.

5mn 44s: à 4,5 m : « Je vous le renvoie ?" »

5mn 53s: manipulation de la corde depuis une position très nettement à gauche du pieu d'assurance pour essayer d'orienter le véhicule vers la droite dans sa descente.

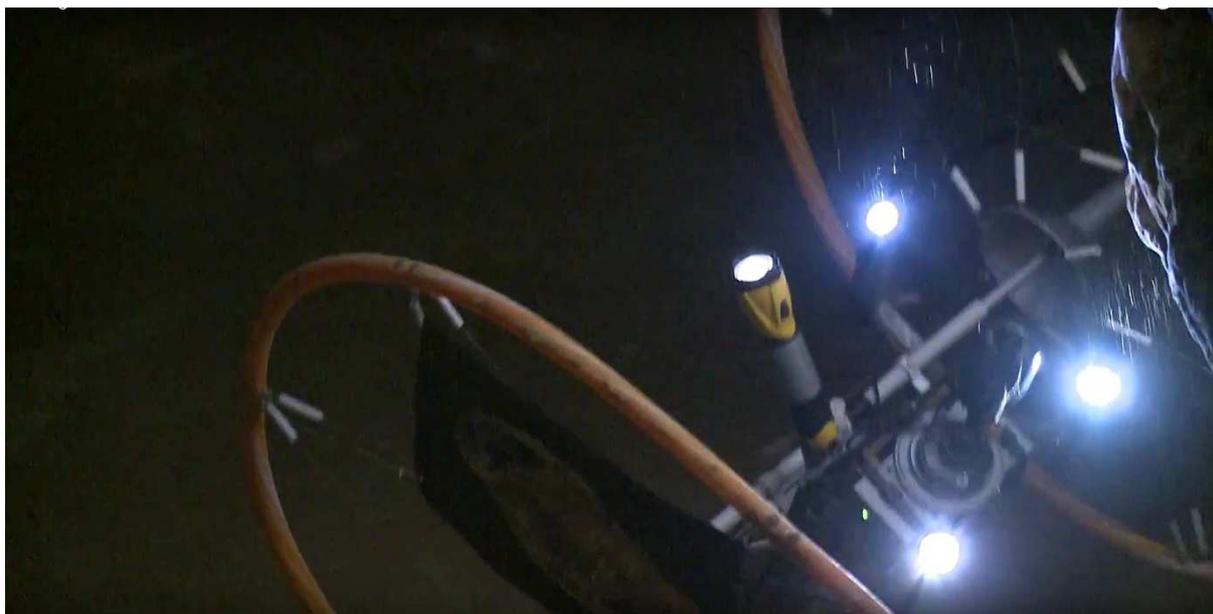
5mn 55s: vers 6 m: « Là il accroche ». Une remontée de 30 cm est effectuée puis la descente est reprise.

6mn 09s: aux environs de 10 m, deux tractions remontée de 65 cm sont effectuées suivies du commentaire « Ah, ça y est il est à l'envers là».

6mn 13s: la corde est relâchée au niveau 11m. Fin de l'essai VRP 124



*Dans cette utilisation du véhicule, les problèmes ont été causés par la pente en dévers sur la gauche qui a entraîné l'accrochage de la paroi par le demi anti roulis gauche dans le bas de la galerie, plus étroit que le haut. Et il n'avait pas été tenté d'utiliser le véhicule sans anti roulis du tout. On pourrait se passer d'anti roulis avec des roues plus petites ou un entraxe plus grand. Mais l'entraxe a été fixé par l'objectif de pouvoir faire entrer les éléments du véhicule dans une valise pour les transports sur de grandes distances (pour les simulations en Utah par exemple). Et plus les roues du véhicules sont grandes plus sa capacité à passer des obstacles est élevée. Il en résulte un risque de basculement combattu par les anti roulis. A noter que les terrains normaux d'utilisation du véhicule sont les pentes élevées jusqu'à verticale et surplomb inclus. Pour orienter la descente du véhicule sur une pente moyenne telle que celle-ci, il n'y a pour l'opérateur que la possibilité de déplacer son point de manipulation du haut de la pente, ce qui a été tenté dans cet essai. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Vu du bas, le véhicule avec anti roulis et roue gauche en butée sur la paroi gauche (vue du haut) de la descente (oc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*



*Les différentes manipulations ont conduit à une rotation de 180° du véhicule autour d'un axe vertical (commentaire: "Il est à l'envers là" à 6mn 09s). La caméra et les lampes regardent alors vers le haut au lieu du bas. La mise en travers finale est causée par une légère redescente. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*

Pour mieux piloter le véhicule dans une pente moyenne, il pourrait être équipé de deux cordes de suspension qui permettraient une modification d'orientation donc un certain pilotage de la trajectoire suivie à la descente. Jusqu'à présent cette solution n'a pas été testée car elle est pratiquement inutile en utilisation normale du véhicule sur des parois verticales ou très en pente. Elle compliquerait même les opérations et diviserait par deux la longueur de corde que l'on peut stocker dans le dérouleur. On pourrait imaginer des solutions à deux dérouleurs couplés ou

découplés. Dans ce dernier cas les opérations avec un seul manipulateur deviendraient problématiques. La configuration à deux cordes serait toutefois utile dans la gestion des retours de surplombs en maintenant le véhicule dans la bonne position. C'est une configuration qu'il serait intéressant de tester lors de prochains essais.

### Essai 125

La remontée du véhicule après l'expédition dans la salle 46 a été comptée comme essai 125. Normalement la remontée du véhicule après une descente ne donne pas lieu à nouvelle numérotation d'essai. Dans le cas présent la configuration du véhicule a été modifiée, les demi anti roulis ayant été déposés avant la remontée du véhicule. Un nouveau risque est introduit: celui de voir le véhicule se mettre sur la tranche, ce qui d'ailleurs s'est produit. Pour la remontée, le VRP avait été laissé dans la configuration de fin de l'essai 124, c'est à dire lampes et caméra regardant vers le haut.



***Le seul cas précédent d'utilisation du VRP sans anti roulis : la reconnaissance d'un puits lors de la simulation d'exploration organisée par l'ÖWF au Maroc en 2013. (Doc. ÖWF/K. Zanella-Kux)***

Description de l'essai, en temps à partir du début de remontée:

0s: début de remontée

1mn 09s: "Il va se mettre en travers; voilà". Le véhicule est sur le flanc d'une des roues, l'autre roue étant montée sur la paroi gauche du bas de la galerie.



***Le VRP sur le coté (caméra casque)***

10s: En continuant à tirer sur le corde le véhicule se remet sur ses roues. Comportement inattendu et intéressant. On pouvait craindre qu'il ne reste dans la situation couchée sur le flanc.



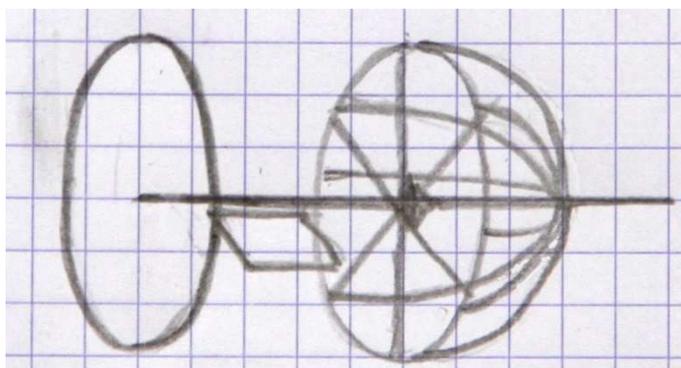
***A 10s du début de remontée le véhicule est à nouveau sur ses roues (caméra casque)***

32s: le VRP est en haut



***Dans le processus de retournement l'orientation prise par les lampes et caméra est à nouveau celle du début de descente, vers le bas (caméra casque)***

Lors des discussions précédant l'essai suivant, Jonathan va proposer de modifier les structures de roues pour leur donner l'aspect de demi sphères, ce qui serait possible tout en gardant les possibilités de transport dans une valise en utilisant des arceaux , par exemple six arceaux s'accrochant aux jonctions des rayons avec le cercle périphérique de la roue comme le montre le schéma suivant. Cette configuration peut aussi s'accompagner de l'utilisation d'anti roulis.



***Croquis d'un concept de modification des roues du VRP par remplacement de tout ou partie des anti roulis par des arceaux démontables***

#### Essai 126

A la fin de la simulation, Alain, moins pressé par la contrainte de dérouler les différentes phases prévues et dans une phase d'attente alors que Lucie est interviewée plus loin, reprend la recherche de la cause de la panne de la vidéo et trouve assez vite (en 30s après l'ouverture du boîtier de réception !). Jonathan reconnecte le connecteur de la batterie (mais cela aurait pu se faire aussi avec

les gants du scaphandre) et la vidéo est à nouveau opérationnelle. La descente exploratoire de la galerie du siphon est donc à nouveau entreprise.

Description de l'essai, en temps à partir du début de descente:

0s: début de descente.

20s: le VRP est à 5 m. La descente s'effectue avec plusieurs arrêts.

55s: Alain accroche la corde du VRP au pieu d'assurance, à la longueur 9m. Jonathan ayant manifesté le souhait de tourner à nouveau des plans sur l'évolution du véhicule, Alain propose de le remonter d'environ 2m. Jonathan descend.

2mn 14s: Alain défait le nœud effectué à 9m et remonte le VRP d'environ 2m puis le redescend doucement.

2mn 37s: Alain commente : « Le problème avec le balayage gauche droite, c'est qu'on a du mal à saisir dans quel sens sont les choses. Et donc j'ai mis un fil à plomb devant l'optique pour bien que l'on réalise quand la verticale (du moniteur) est bien la verticale ».

2mn 42s: la corde est à 9m.

2mn 50s: Alain confirme que l'on voit bien Jonathan sur le moniteur et laisse descendre très doucement.

3mn 15s : « Là on voit les roues, on est complètement sur le coté » (pour l'orientation de la caméra).

3mn 20s : « Là on voit le sol ».

3mn 21s « on devrait normalement pas tarder à voir le fil à plomb ».

3mn 23s: « Le voilà ».

3mn 24s: « Il passe dans l'axe ».

3mn 33s : « Et là on est sur le coté » indiquant que le véhicule non muni de ses anti roulis s'est renversé.

3mn 35s: Le VRP est redressé par Jonathan

3mn 38s: Alain tire par à coups sur la corde et commente : « Ca, c'est l'absence d'anti roulis ».

3mn 52s: la descente reprend.

3mn 59s: commentaire en regardant le moniteur : « Par contre quand on est comme ça, on se demande comment on est (en orientation). Il vaudrait mieux que je mette 4 caméras qui regardent haut, bas, gauche, droite. Pour l'instant j'avais essayé de remplacer avec une rotation de champ ».

4mn 14s: commentaire en regardant le moniteur : « Donc là on est sur le coté droit avec la corde (fixe au sol).

4mn 20s : « C'est là que cela devrait nous donner qu'il n'y a pas de gouffre en bas ».

4mn 26s: passage d'un raccord indiquant 7,8 m.

4mn 29s: passage des 9m

4mn 37s : « Quand il y a trop de terre devant l'émetteur, on peut perdre le signal ; c'est pour cela que l'émetteur peut être séparé, pardon le récepteur, et envoyé dans la pente en visibilité directe ».

4mn 45s, le récepteur est sorti de la boîte de réception.

4mn 48s: approche de la marque 10m sur la corde, l'écran montrant le sol et la roue gauche

4mn 51s: Le récepteur est poussé dans la pente. Il est relié au boîtier contenant le moniteur par une cordelette et des fils (alimentation et signal) de 3,75m ce qui permet ainsi de le placer dans la pente le plus possible en vue directe de l'émetteur à bord du véhicule.

4mn 56s: le VRP est à 10m.

5mn 03s: en examinant le moniteur pour voir ce que l'on peut comprendre de la configuration du bas de la descente : « Admettons que je ne connaisse pas (le bas de la pente), qu'est ce que j'en déduis ? ».

5mn 07s : « Ça c'est une roue mais je ne sais pas laquelle en fait »

5mn 25s : « Voilà la verticale ». La corde est relâchée de 10 à 11 m.

5mn 34s : « On voit bien qu'il n'y a pas de gouffre ».

5mn 53s : « Coté droit ».

5mn 56s : « Haut de la galerie ».

5mn 58s : « Et on retourne ».

6mn 09s : « Coté droit ».

6mn 23s : « Le sol ». A 152mn 33s : « Le sol ; la verticale qui arrive ». A 152mn 41s : « Là on voit qu'il n'y a pas de gouffre en bas ». A 152mn 51s : « La roue gauche ». Jonathan est remonté dans la galerie ce qui explique qu'on ne le voit plus sur les images. A 153mn 13s (image de droite) : « Voilà, là c'est le flanc gauche ». (Caméra casque)

A 153mn 10s : « Ah, là il y a un bon gouffre » (en repérant une zone noire sur l'image).

6mn 08s : « Qu'est ce que c'est ? ».

6mn 14s : « C'est sur le coté gauche » donc pas un trou dans le sol. En fait il s'agissait du virage de la galerie en bas, ce qui montre bien l'importance d'avoir un moyen d'identification de l'orientation de l'image.

6mn 17s : « Coté gauche ; ça c'est le sol coté gauche ».

7mn 20s : « Voilà ; on peut s'engager ; apparemment il n'y a pas de gouffre au fond de cette descente ».

7mn 43s: première photo du moniteur avec le Canon récupéré quelques mètres plus loin, montrant la roue gauche;

7mn 55s: prise de la deuxième photo au Canon montrant la roue gauche du VRP et le flanc gauche de la galerie.

9mn 26s: troisième photo d'écran avec le Canon quand la caméra du véhicule regarde le sol.

9mn 30s : « Le fil à plomb vertical ».

9mn 32s: quatrième photo du moniteur par le Canon. La caméra du VRP regarde vers le sol

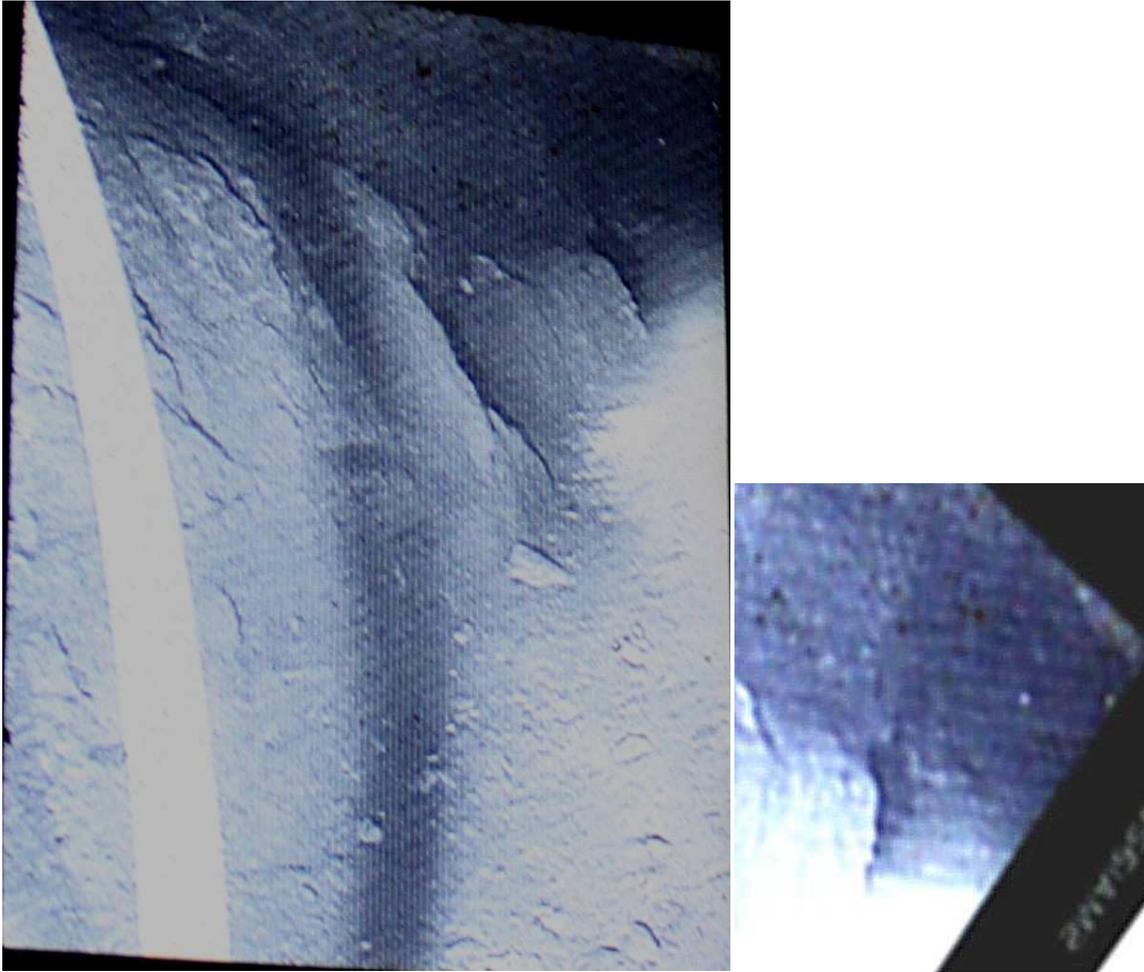
9mn 41s: cinquième photo du moniteur avec le Canon montrant le sol de la descente et le flanc droit de la galerie

9mn 51s: sixième photo du moniteur avec le Canon montrant une portion du sol de la descente, le flanc droit et le plafond de la galerie avec la suite de la galerie à gauche.

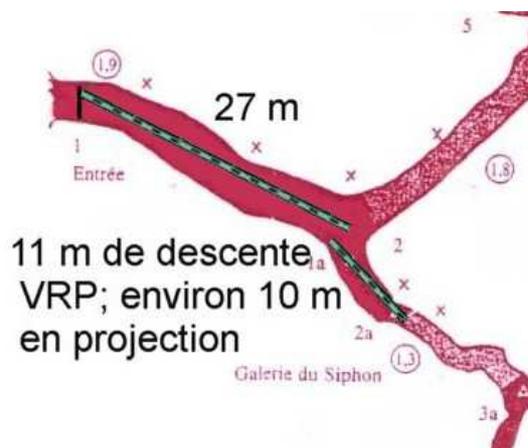
9mn 57s: septième et dernière photo du moniteur avec le Canon montrant le côté droit, le plafond et le côté gauche de la galerie ainsi que le sol du fond de celle-ci

Le véhicule est remonté peu après mais la caméra vidéo casque ayant cessé de fonctionner par épuisement batterie quelques secondes après la 4ème photo, il n'y a pas d'indications de temps.

Cette dernière descente du VRP avec la vidéo opérationnelle a montré que la reconnaissance effectuée permettait de vérifier que la galerie redevenait horizontale dans le bas, au moins sur quelques mètres, ce qui était l'objectif recherché. Les photos suivantes montrent le bas de la galerie, sachant que l'observation directe sur le moniteur, du paysage balayé par la rotation de la caméra, fournissait une perception encore plus claire.



*Première photo Canon du moniteur montrant la paroi gauche de la descente (avec une section de roue gauche en premier plan), et la partie gauche du sol de la descente avec en haut (agrandissement à droite), le sol du fond de la galerie qui se redresse; Il est toutefois difficile de dire à quel endroit le sol se redresse. Avec 11 m de corde le véhicule devrait se trouver à 1 m environ du bas de la pente. (Canon EOS 7D)*



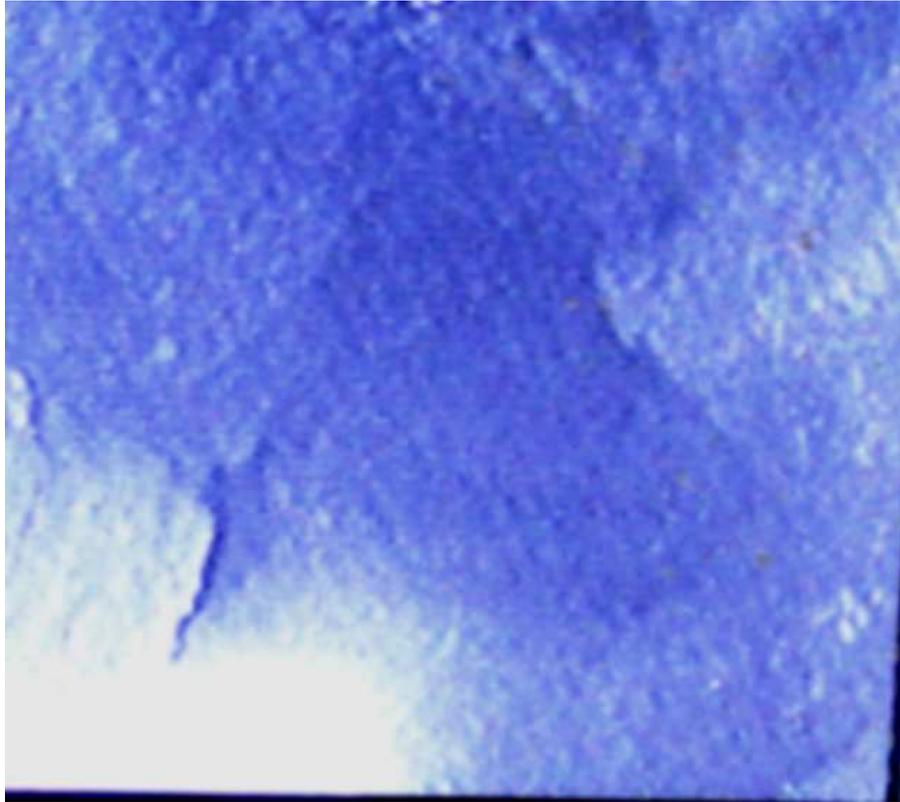
*A 11m le véhicule n'est pas loin du bas de la pente sur l'image au dessus prise après la première descente. Les mesures prises par Lucie ont indiqué 12 m pour le bas de la pente (doc. J. P. Viard/indications APM)*



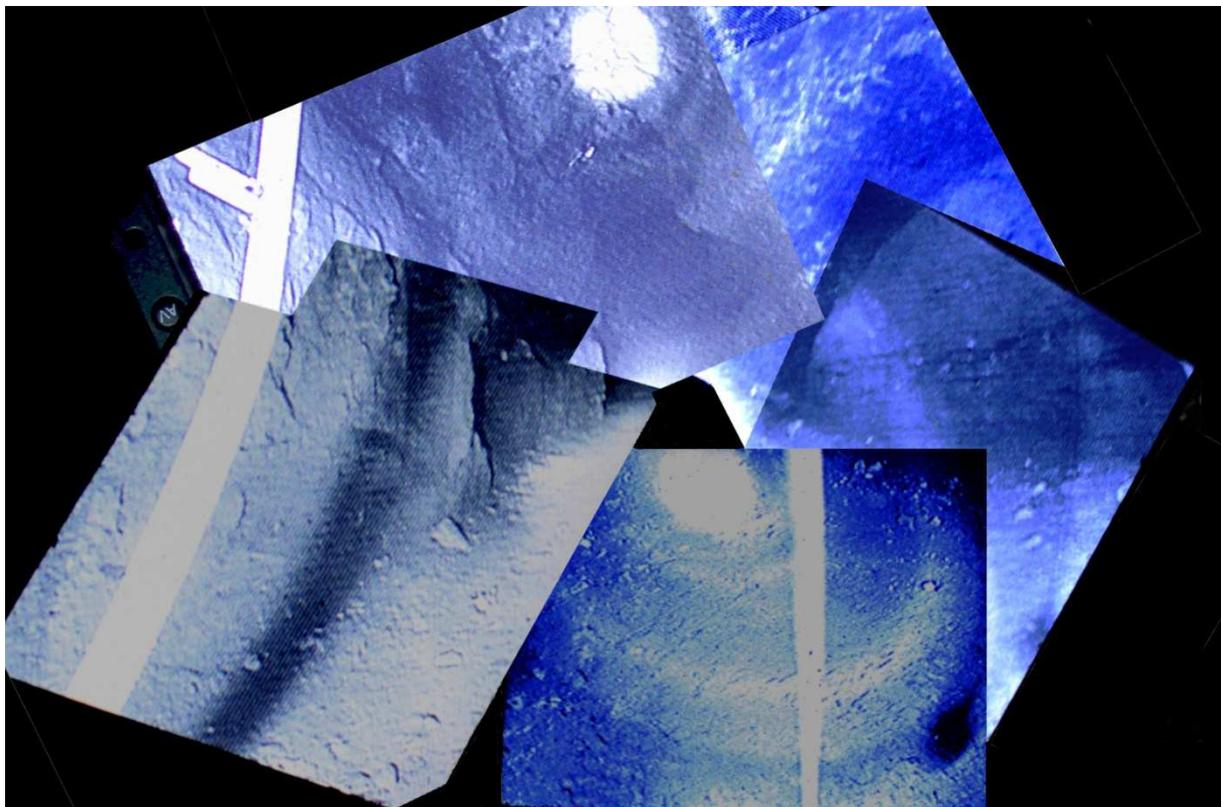
*Sur cette image prise après la première descente du véhicule, alors que la longueur de corde déroulée est de 11 m , on voit bien que le VRP est dans une zone de pente déjà plus faible. (Canon EOS 7D)*



*La deuxième photo d'écran montrant le bas de la galerie (Canon EOS 7D)*



*Agrandissement du bas de la galerie montrant le sol qui redevient horizontal et peut être même plus près du véhicule(Canon EOS 7D)*



*Vue d'ensemble en combinant les photos 1, 2, 4, 5, 6, 7 . Sur l'image orientée vers le bas, on voit en premier plan le fil à plomb qui indique la verticale. (Canon EOS 7)*

Essai	Début	Durée	Distance	Hauteur	Remarques
124	16mn 20s	6mn 13s	11 m en descente	~3m	Vidéo off (12V débranché); un tête à queue
125	127mn26s	32s	11 m en remontée	~3m	Vidéo off; sans anti roulis; renversement mais redressement par traction corde
126	146mn 13s	12mn	11 m en aller retour	~3m	Vidéo on; sans anti roulis; reconnaissance efficace de la galerie; renversement

**Tableau récapitulatif des essais**

#### Autonomie en énergie

	Batterie 1 émission	Batterie 2 émission	Batterie 12V réception
Après charge le 27/5	7,37 V	7,37 V	14,34 V
Après EVA le 1/6	6,60 V	6,68 V	13,27 V
Durée d'opérations	110 + 20 mn	110 +20 mn	20 mn

Les 4 lampes du VRP et le mécanisme de rotation de la caméra n'ont pas été arrêtés et ont donc fonctionné pendant 165 mn.

Un test d'autonomie du véhicule lors d'une exposition ultérieure a montré un fonctionnement continu de 7h avant arrêt de la transmission vidéo sur affaiblissement de la batterie 1 qui est celle du boîtier émission qui alimente les deux équipements émetteur (6V) et caméra vidéo (12V) alors que la batterie 2 n'alimente que la caméra vidéo.

Les piles du système Bescor n'ayant pas été changées lors de la démonstration d'autonomie de 7 h après la simulation en grotte c'est une autonomie de 9h et plus qui a été démontrée pour ce système.

#### Conclusions

La première descente de reconnaissance du VRP (VRP 124) a du être faite sans la vidéo pour cause de débranchement accidentel de la batterie 12V. Un essai avait été effectué la veille; il faut prévoir un essai de vérification le plus proche possible des opérations. Bien que la longueur des anti roulis ait été divisée par deux (50 cm au lieu de 1m), ceux ci se sont révélés (comme on pouvait le craindre) un obstacle à la descente en mettant le véhicule en travers. Celui -ci est suffisamment descendu toutefois (11m) pour montrer que le chemin était sans embuches sur ces 11 m.

A la remontée (VRP 125), effectuée sans anti roulis, le véhicule s'est mis sur la tranche comme on pouvait le craindre, mais de manière inattendue s'est redressé lorsque la traction sur la corde a continué; Il n'est pas dit que ce bon comportement soit systématique.

Après réparation de la vidéo, l'essai (VRP 126) a pu être repris dans les conditions prévues initialement. La vidéo a bien fonctionné avec le système de balayage de champ de + ou - 170+ qui donnait une bonne perception de la configuration de la galerie en bas de la descente. Ce dernier essai s'est effectué sans anti roulis compte tenu de l'expérience de la première descente, ce qui s'est traduit par un renversement qui a été dépanné manuellement.

Deux idées d'améliorations découlent des ces essais;

-Evaluer si un système à deux cordes permettrait de piloter un peu le véhicule sur des pentes moyennes telles que celle rencontrée, en permettant de gérer un virage.

-Remplacer totalement ou partiellement les anti roulis par des arceaux donnant à l'extérieur des roues une forme de demi sphère tout en préservant la capacité de démontage du véhicule et de transport dans une valise.

## 6-2 Cartographie

Les opérations de cartographie sommaire de la grotte ont eu lieu de l'entrée à l'embranchement de la galerie du siphon puis jusqu'à la salle du puits piezo. Au retour de la salle 46 l'opération a été conduite jusqu'au premier coude de la galerie principale.

La cartographie a été effectuée à partir des informations de distance fournie par le dérouleur de fil d'Ariane et par une mesure d'angle au moyen d'un rapporteur modifié, pour les changements d'orientation de galerie. Le dérouleur contient 252 m de fil avec un marquage noir tous les mètres, un double marquage noir tous les 5 m, accompagné d'une étiquette avec l'indication de distance tous les 10 m. Noter que ce dérouleur exige un rembobinage manuel. Ne pas rembobiner peut conduire à l'apparition de nœuds. C'est ce qui s'est passé alors que le dérouleur a été remonté des 11m de la pente de la galerie du siphon. Le démêlage a été réalisé par une personne hors simulation, le démêlage n'étant guère possible avec les gants du scaphandre de simulation.



***La méthode de mesure de changement d'angle consistait à mesurer l'angle entre le fil maintenu tendu en arrière et une visée du nouveau tronçon de galerie devant, en tendant le fil dans la direction de ce nouveau tronçon de galerie. Dans l'image ci-dessus le tronçon de fil entre le rapporteur et le mousqueton représente le chemin déjà parcouru et, entre le rapporteur et le dérouleur, la visée dans la direction du tronçon suivant. On peut évaluer l'erreur de mesure d'angle à 10°. La méthode de la boussole n'avait pas été retenue en raison de l'absence de champ magnétique sur Mars, même si il est quelquefois signalé que la présence d'un champ magnétique fossile résiduel pourrait fournir localement une référence d'orientation.***

Un télémètre laser avait aussi été emporté, capable de mesurer jusqu'à plus de 500 m mais ne descendant pas en dessous de 9 m. Ce télémètre a l'avantage de donner aussi l'inclinaison de la visée lorsqu'il est utilisé en mode LOS (Line Of Sight). Dans ce cas il donne la distance vraie (et non pas la distance horizontale) et l'angle en % sous forme du cosinus de l'angle



***Le télémètre à gauche et ce que l'on voit dans le champ à droite avec une mesure à 19m de distance et une visée quasi horizontale, le cosinus valant 0,997***

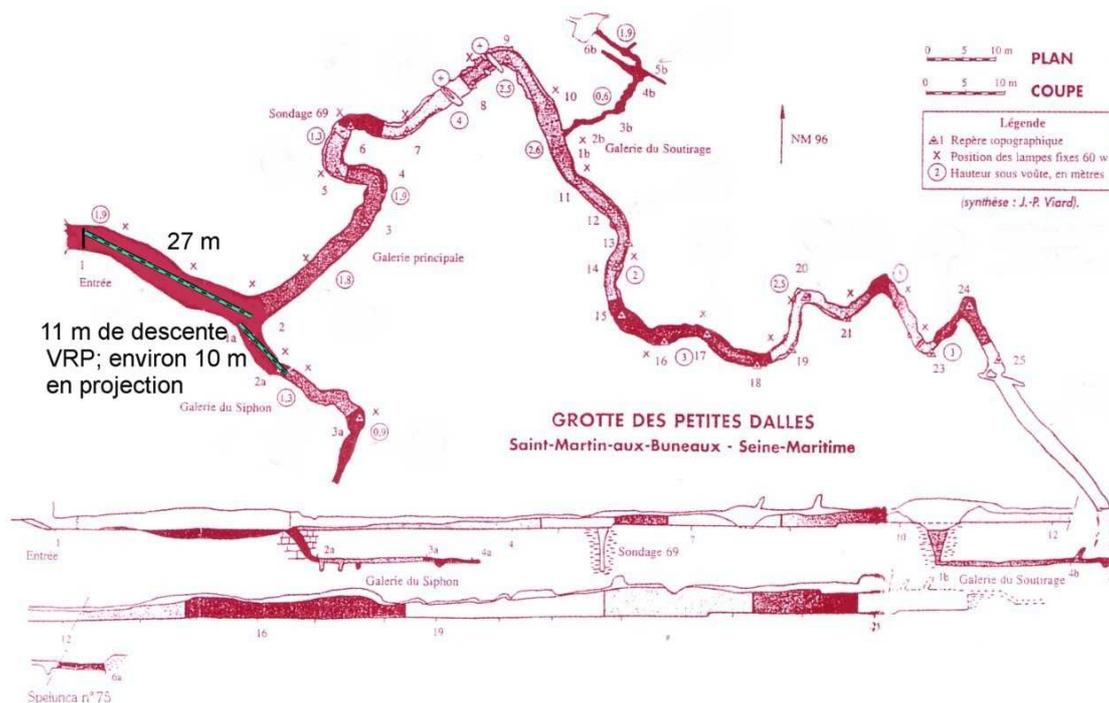
Le télémètre a été utilisé une seule fois lors de la simulation, dans les dernières minutes de l'EVA pour mesurer la distance du haut de la galerie du siphon jusqu'au virage de celle-ci. La valeur de 9m obtenue correspondait au minimum de lecture possible. La distance entre l'ocille du télémètre et l'œil de l'observateur imposée par le port du casque par exemple ne permet pas de voir les deux chiffres comme sur l'image ci-dessus, mais seulement un seul. L'angle donné dans la visée inclinée vers le bas de la galerie du siphon n'a pas été relevé. Alain projetait de mesurer avec le télémètre la longueur de la galerie conduisant de la salle du puits piézo jusqu'à la salle 46 mais a renoncé compte tenu de la présence des équipes médias dans le tunnel ou la salle 46. Il aurait été intéressant de tenter une mesure dans la galerie qui se poursuit au-delà de la salle 46, mais cela n'a pas été imaginé pendant que nous étions dans la salle 46.

Les données cartographiques proviennent donc des mesures de distance effectuées avec le fil d'Ariane ainsi que des mesures d'angles, toutes effectuées par Lucie Poulet.

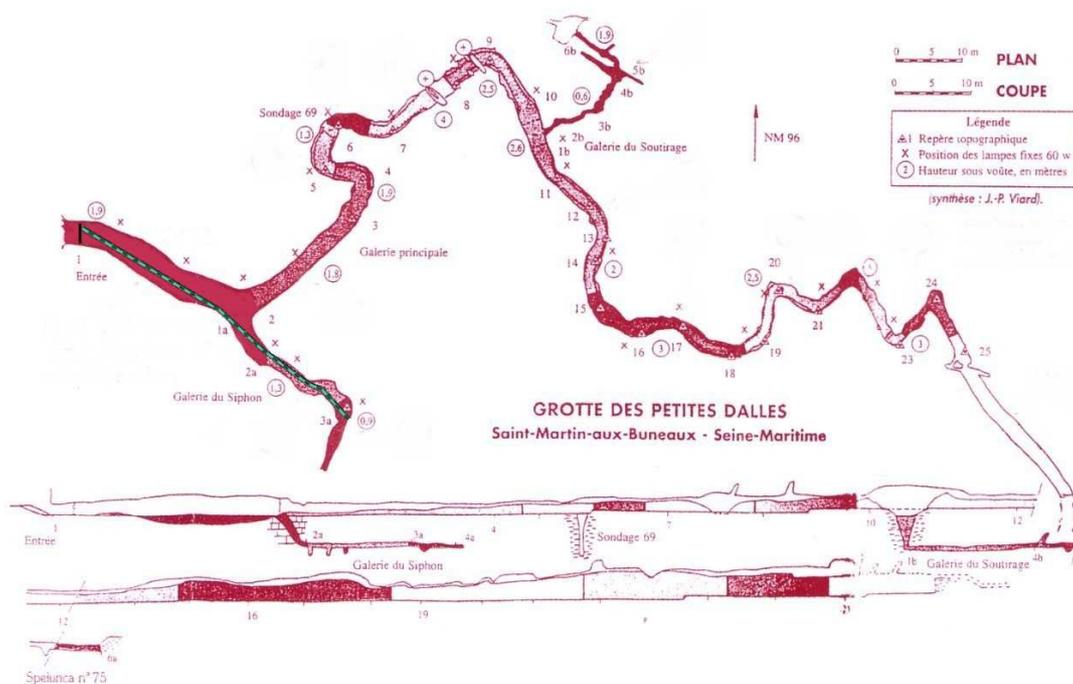
Une remarque sur la mesure de distance : il faut dérouler jusqu'à atteindre une étiquette indiquant  $n \times 10m$  et revenir en arrière pour donner la distance. Il serait utile de mettre aussi des étiquettes sur les distances  $n \times 10m + 5m$  pour faciliter la mesure.

Il n'avait pas été jugé prudent d'embarquer le dérouleur dans la section entre la salle du puits piézo et la salle 46 pour un premier essai de ramper avec les scaphandres.

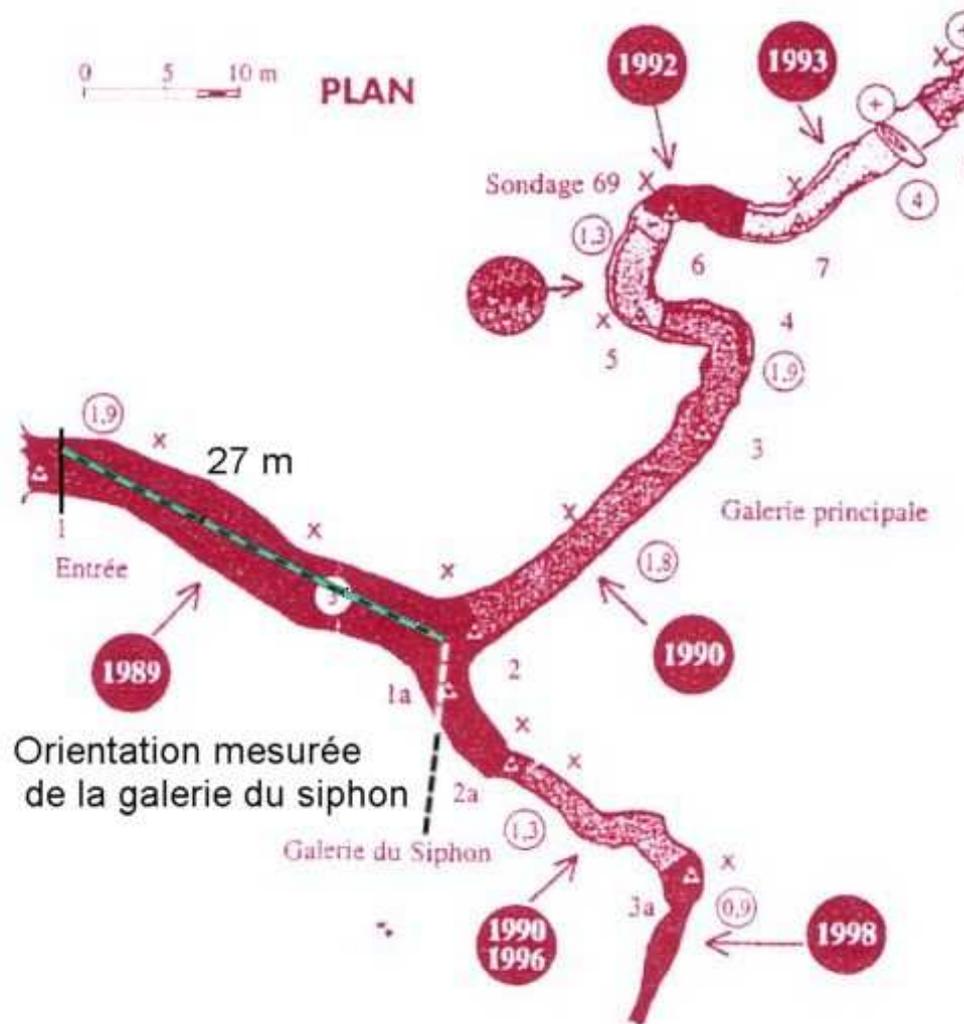
Les résultats cartographiques sont donnés dans les images suivantes, comparant les mesures et un plan de la grotte.



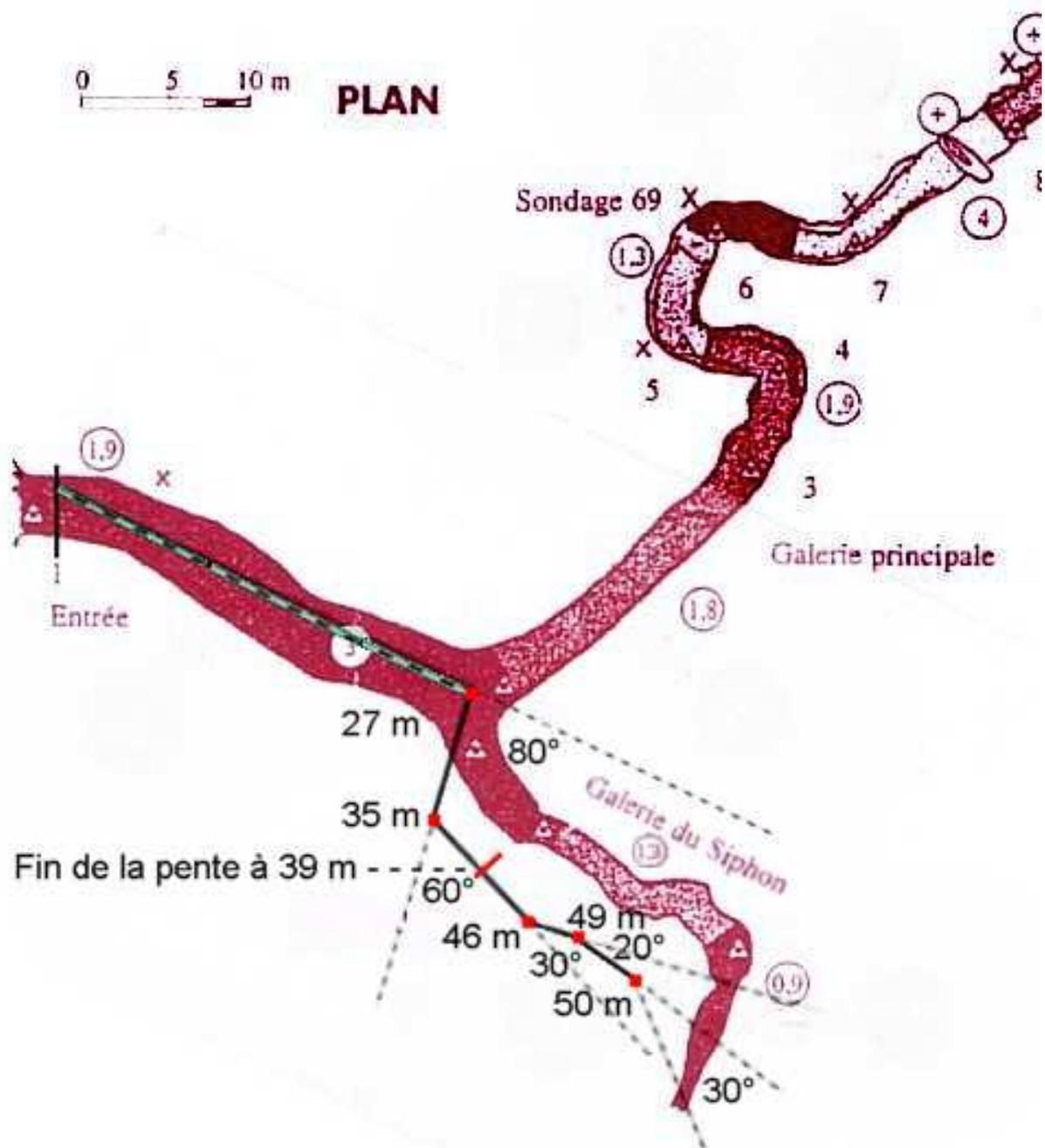
**27 m ont été mesurés entre le point d'accrochage du fil d'Ariane à la grille d'entrée et le débouché de la galerie du siphon. La corde du VRP a ensuite indiqué 11 m pour la descente. Sur le plan ci-dessus il a été reporté horizontalement 10 m pour tenir compte de la pente de la galerie du siphon. Un cosinus de 10/11 correspond à un angle de 25°. Cet angle n'a pas été mesuré mais estimé. Il y a très peu d'écart entre les mesures et la carte. (Doc. J.P. Viard + indications APM)**



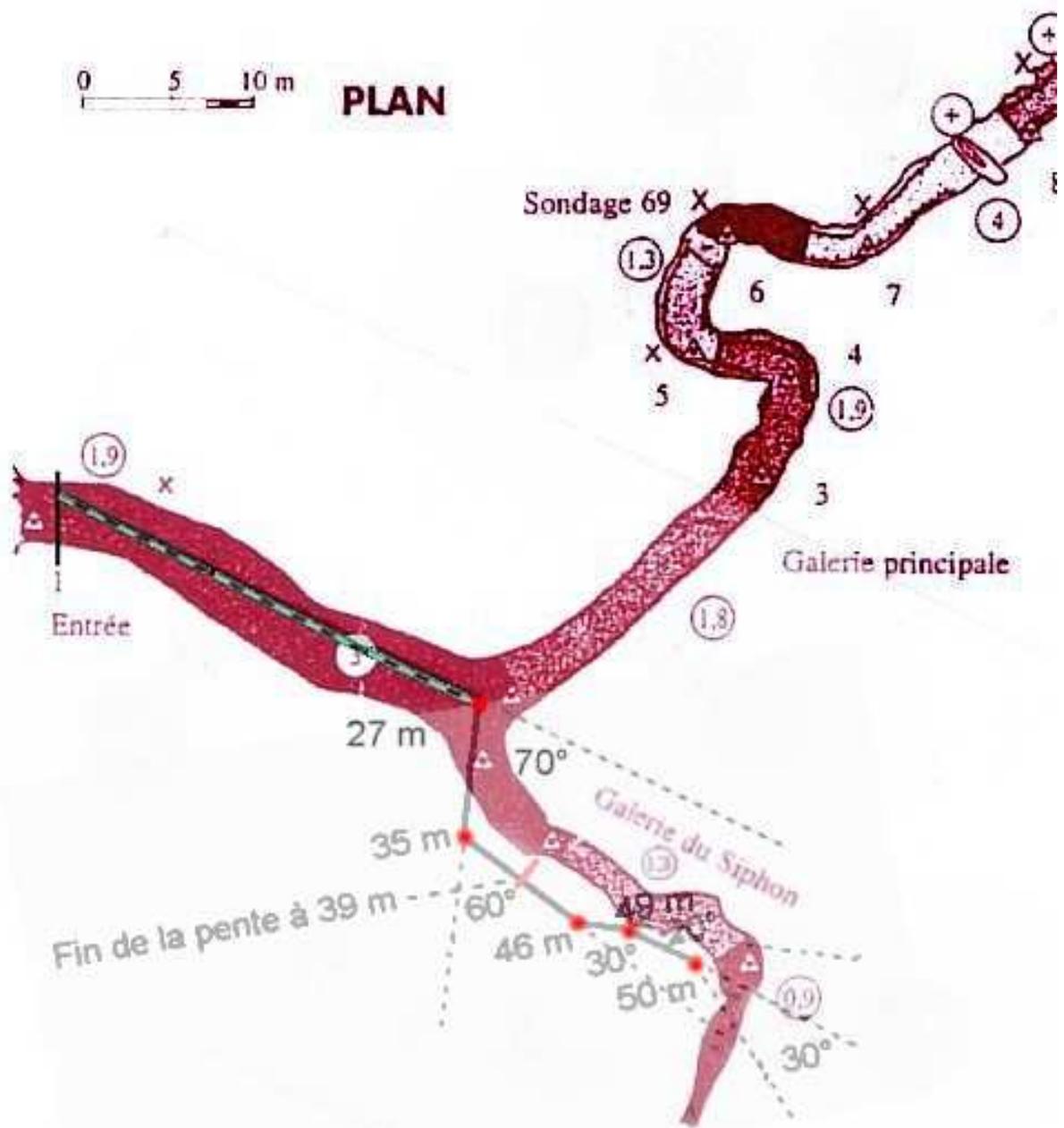
**Dans la salle du puits piézo la mesure indiquait 50 m. Là aussi il y a peu d'écart. (Doc. J.P. Viard + indications APM)**



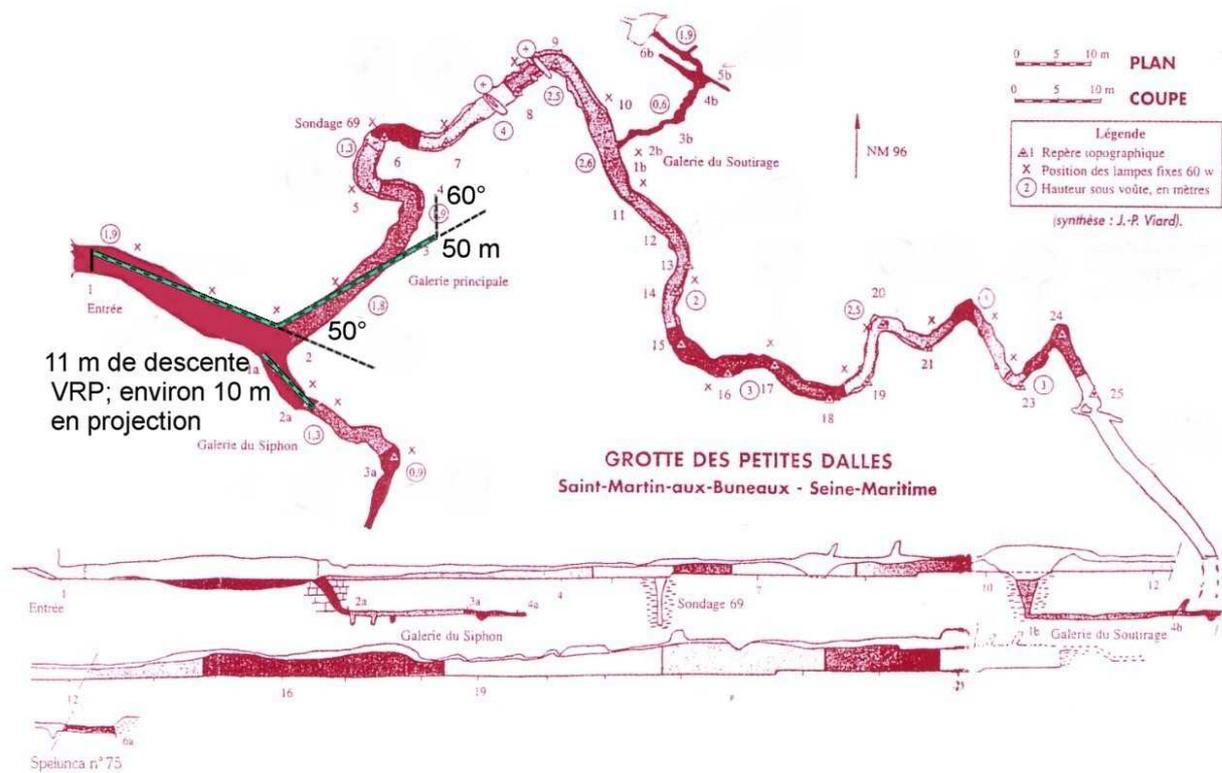
*La bande son de la caméra casque indique un angle mesuré de 70° pour le début de la galerie du siphon vue d'en haut, ce qui sur ce plan paraît un peu élevé. (Doc. J.P. Viard + indications APM)*



*Lucie Poulet a pu mesurer les différents segments de la galerie du siphon jusqu'au puits piézo et les angles, qui une fois reportés sur une carte donnent ce résultat. On se retrouve là avec une erreur de 5,5 m sur les 50 m parcourus au niveau du puits piézo soit 10%. (Doc. J.P. Viard + indications APM)*



*En prenant en compte une rotation de 10° à partir de l'entrée de la galerie du siphon selon le relevé d'angle à 70° noté sur la bande son de la caméra casque on obtient ce tracé corrigé sur lequel l'erreur au niveau du puits piézo n'est plus que de 2,5 m soit 5%. (Doc. J.P. Viard + indications APM)*



***Cette planche montre les mesures effectuées dans la galerie principale. Au bout de 50 m l'erreur est d'environ 3,8 m soit 8%. Les mesures se sont arrêtées sur une mesure d'orientation du segment de galerie en léger virage après les 50 m. (Doc. J.P. Viard + indications APM)***

### Conclusions

Les moyens simples utilisés permettent apparemment des mesures localisant les points caractéristiques de la grotte avec une précision de 10% ou même moins. L'imprécision vient bien sûr de la mesure d'angle, la mesure de distance étant précise. On peut bien sûr estimer qu'en situation réelle dans une grotte martienne, on utiliserait une petite centrale inertielle pour reconstituer le trajet. Il existe aussi des instruments qui scannent les parois et reconstituent les galeries en assemblant les mesures à la manière des logiciels photos qui combinent les photos en panorama.

Il avait été espéré aller plus loin dans la galerie principale en effectuant cette cartographie mais compte tenu de la durée des opérations pour atteindre la salle 46 et en revenir les opérations de cartographie de la galerie principale ont du être écourtées. Le télémètre a été très peu utilisé, souvent à cause de la présence de personnes dans les axes potentiels de mesure. Mais le télémètre aurait pu, par exemple être testé dans la suite de la galerie du siphon après la salle 46. Il a été juste procédé à une mesure pour montrer qu'elle était faisable malgré la difficulté à utiliser l'instrument au travers du casque du scaphandre.

### 6-3 les scaphandres de simulation

La simulation dans la grotte a été l'occasion de tester les scaphandres de simulation de l'association Planète Mars dans des conditions inhabituelles et plus sévères que l'utilisation à l'air libre. La configuration des scaphandres utilisés lors de cette simulation fait l'objet de l'annexe 2

Les casques avaient été équipés d'un arceau de sécurité et de trois lampes, l'arceau permettant aussi de consolider l'attache de la lampe centrale située sur le haut du casque.

#### Les conditions de poids

Les conditions de poids simulées sont explicitées dans les paragraphes suivants compte tenu de la masse des différents éléments

Les masses des différents éléments sont données en grammes. Les casques ont été pesés dans la configuration de la simulation grotte c'est-à-dire avec les trois lampes et l'arceau de sécurité, ainsi, pour le casque 2, qu'avec la caméra latérale Sony HDR AS 15 (182 g)

Eléments	Scaphandre 1	Scaphandre 2
Pack dorsal	7035	7639
Casque	2558	2452
Combinaison	1210	2848
Bottes	985	1350
Gants	224	338
<b>Total</b>	<b>12012</b>	<b>14627</b>

Pour une personne de 71 kg (+ 1kg de vêtements) le port du scaphandre 2 sur Terre correspond, à même poids apparent total, au port d'un scaphandre de 156 kg sur Mars. Pour une personne de 60 kg (+1 kg de vêtements), le port du scaphandre 1 correspond au port d'un scaphandre de 131 kg sur Mars. Les deux cas ci-dessus correspondent respectivement au cas d'Alain Souchier et de Lucie Poulet

Pour comparaison les scaphandres ISS US ont une masse de 130 kg et les scaphandres Apollo avaient une masse de 85 kg.

On peut reprendre le calcul en incluant dans le cas de Lucie le poids du dérouleur de fil d'Ariane et pour Alain le poids du sac ventral (appareil photo, télémètre laser, divers) ainsi que du sac latéral (corde et descendeur, corde de secours) et du harnais. Ces équipements auraient été plus légers sur Mars donc conduisent à augmenter encore le poids du scaphandre martien qui aurait conduit au poids ressenti sur Terre dans cette simulation.

Avec 0,884 kg de dérouleur de fil d'Ariane, Lucie a opéré au poids total de 74,9 kg ce qui aurait correspondu sur Mars à un équipement de 135 kg (scaphandre + autre matériel transporté).

Avec 2,875 kg de sac ventral et 2,070 kg de sac latéral y compris le harnais, Alain a opéré au début au poids total de 91,6 kg ce qui aurait correspondu sur Mars à un équipement de 169 kg (scaphandre + autre matériel transporté). Noter qu'à partir de la descente dans la galerie du siphon, il y allègement du poids de la corde et au retour de la salle 46 allègement du poids du sac ventral.

## Les casques

Les trois lampes par casque se sont trouvées tout à fait adaptées non seulement pour la visibilité par les expérimentateurs mais aussi pour les vidéos, même si une équipe vidéo a utilisé dans certains cas un éclairage complémentaire. Les lampes de casque disposaient d'un réglage de largeur de faisceau, obtenu par coulissement longitudinal d'une bague extérieure, mais les deux expérimentateurs sont restés sur le mode faisceau large lors de la simulation.

La fixation des casques a posé problème à cause des opérations de ramper qui conduisent à un cas de charge très différent du cas de marche normale. Il y a deux niveaux de fixation du casque. Le niveau bas est une fixation d'une collerette cylindrique sur deux tiges horizontales passant par-dessus les épaules de l'arrière vers l'avant, toutes les deux rigidement liées à une tige horizontale transverse située sur le dessus du pack dorsal. Ces tiges sur les épaules peuvent donc pivoter en se levant ou s'abaissant selon la hauteur des épaules de l'expérimentateur et empêchent le basculement du casque à gauche ou à droite (stabilisation du casque en roulis et lacet, et liberté en tangage). La collerette est accrochée à ces tiges par deux attaches collier dont l'un est équipé d'une fermeture crantée et l'autre est constituée d'un arc de cercle de 270° dans le quel le tube entre à force.



***On voit bien sur cette image l'ensemble en U horizontal qui stabilise le casque et est formé d'une partie transversale horizontale fixée au pack dorsal par des colliers autorisant une rotation, et de deux prolongations vers l'avant passant sur les épaules. On comprend bien également le cas de charge particulier que constitue pour les attaches de casque ce cas de progression. (Caméra casque)***



*La flèche en haut à gauche indique la position de l'un des colliers de fixation en "U" de la collerette sur la tige qui apparaît en dessous ; ici la tige est donc « déclipée » du U.*



*Ici en début de simulation le collier en U gauche d'Alain est en place. C'est celui des deux qui possède un système de fermeture. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)*

Au niveau du dessus la liaison entre la collerette et la partie visière ou bulle du casque est assurée par deux crochets à leviers diamétralement opposés.

Les différentes anomalies concernant le système d'attache des casques lors du déroulement de la simulation sont présentées par ordre chronologique dans les lignes suivantes.



***Vers 3mn le collier droit du casque de Lucie qui est pourtant celui qui comporte une fermeture n'est déjà plus en place (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***

-Le collier en U droit d'Alain (celui qui n'a pas de système de fermeture) est assez vite déconnecté, avant toute opération de ramper. Cela est visible sur les images vers 8mn 53s comme ci-dessous.



***A droite le collier ouvert qui n'est plus lié au tube en U. Au dessus le crochet arrière droit est bien en place. (Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***

Vers 18mn le collier gauche est toujours en place mais le collier est ouvert comme le montre l'image suivante:



***(Doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***

A 33mn dans la salle du puits piézo, Lucie repositionne les colliers de la collerette d'Alain sur le tube en U

Lors de la progression dans la galerie étroite vers la salle 46, le casque d'Alain est tombé malgré tout. Il a été remis en place dans la petite salle à 5m de la sortie avec l'aide de Lucie. Auparavant Lucie a rencontré des problèmes de même nature avec son casque et a bénéficié de l'aide de Jonathan pour le remettre en place.



***Dans la salle 46 le collier droit du casque de Lucie est toujours déconnecté (doc. J. Barbier/I. Ebran/Gargouille Productions)***



***Lors des prises de vue macro vers 68mn le collier gauche d'Alain est en place mais ouvert (Canon EOS 7D, Lucie en sim)***

A 105mn 27s, Alain a repositionné le coté gauche du casque de Lucie dont le collier s'était aussi désengagé, et il faut recommencer une 2<sup>ème</sup> fois 30s plus tard. A 123mn on peut constater que le collier gauche du casque de Lucie est toujours bien en place alors qu'elle est de retour dans la galerie principale. A 128 mn le collier gauche d'Alain, également de retour dans la galerie principale, est toujours bien engagé autour du tube mais toujours ouvert. A 129 mn Alain annonce que les U (les colliers) du casque de Lucie sont déconnectés. Jonathan devra intervenir pour tout remettre en place y compris un (ou deux ?) crochets de liaison collerette casque. Il n'y aura plus d'autres interventions sur ces systèmes jusqu'à la fin de la simulation mais les casques subiront aussi moins d'efforts puisque les déplacements resteront de type marche.

Comme le casque peut être enlevé soit en faisant pivoter vers le haut le tube en U qui est fixé par une charnière horizontale au pack dorsal, soit en dégageant les crochets entre la collerette et le casque, on pourrait remplacer les colliers ouverts ou à fermeture à cran par des colliers fermés vissés. Il est à noter que les collerettes des casques des scaphandres de simulation de la Mars Society dans l'Utah sont ainsi en permanence accrochées (souplement) au pack dorsal, le casque venant se fixer par-dessus lors de l'habillement.

On a bien noté lors de la simulation l'efficacité du revêtement anti buée par fine couche de savon liquide (avec l'effet additionné de la ventilation). Et de la condensation a été observée sur les zones non enduites

Suite au séquences de ramper, les visières des casques ont subi quelques rayures.

Il faudra trouver un point de fixation pour la commande de ventilation (sur un avant bras par exemple) ainsi qu'une fixation plus solide que du velcro pour la combinaison équipé d'un thermomètre. Le thermomètre a d'ailleurs été arraché avec rupture des fils, lors du retour d'Alain de la salle 46 à la salle du puits piézo.

La caméra casque d'Alain a fréquemment pivoté de 90°. Elle est effectivement fixée par un seul boulon écrou qui bien que serré et freiné avec de la colle a néanmoins pu tourner. A noter que, concernant l'utilisation a posteriori des images caméra, il serait souhaitable de penser à faire certains mouvements de rotation de tête lentement pour en tirer des panoramas non flous.

Lucie a noté que l'arrière du casque appuyait sur la nuque ce qui devenait fatigant à la longue. Il apparait qu'en fait les bretelles des pack dorsaux sont réglées trop courtes ; l'allongement des bretelles entraine la descente du pack ce qui permet en fait à la collerette de base du casque de passer par-dessus la tige en U et le dessus du pack donc de ne pas appuyer sur la nuque. Cette configuration correcte est visible lors de la livraison du scaphandre en 2012 par Armande Zamora et Patrick Sibon et des tests qui ont suivi.



***Exemple de passage de la collerette au dessus du tube en U de fixation (doc. A. Souchier)***



***Les points de fixation des colliers sur la collerette avaient été déplacés vers l'avant (de A vers B) lors de la préparation de la 1<sup>ère</sup> simulation aux Vaches Noires en 2014 et la modification appliquée au deuxième casque en prévision de la simulation en grotte mais il faudra probablement revenir aux anciens points de fixation avec un réglage du pack dorsal plus bas (doc. A. Souchier)***

#### 6-4 Les opérations en scaphandre

Comme prévu, et les scaphandres de simulation sont conçus à cet effet, le port des scaphandres augmente les difficultés d'opérations et les maladresses.

Un premier facteur est le volume du pack dorsal qui a augmenté d'un cran la difficulté de progression dès qu'il ne s'agissait plus de progresser debout. Ainsi dans la descente et le remontée de la galerie du siphon, là où les visiteurs progressent un peu courbés, il a fallu (souvent mais pas tout le temps) passer en mode progression à genoux. Dans la galerie qui conduit à la salle 46 qui fait environ 90 cm de haut et parfois un peu plus, là où les visiteurs progressent accroupis voire à 4 pattes, il a fallu passer au mode ramper. Lucie a choisi le mode ramper à plat ventre, Alain a choisi le mode ramper latéral.



***La descente dans la galerie du siphon en tenue « normale » à gauche (lors de la reconnaissance de 2014), et en scaphandre à droite (caméra casque)***



***La progression dans la galerie de la salle 46, en tenue « normale » à gauche, et en scaphandre à droite (caméra casque)***

En ce qui concerne le réalisme des opérations de progression en rampant avec les scaphandres on peut bien sûr juger que des opérations de ce type ne seront pas entreprises lors des premières expéditions martiennes. On peut noter aussi que lors des missions Apollo sur la Lune les scaphandres ont été soumis à rude épreuve lors des chutes accidentelles des astronautes. La NASA a bien sûr étudié de près les déplacements des astronautes sur la Lune et en particulier leurs chutes. Ainsi lors de la mission Apollo 16, six chutes d'astronautes ont eu lieu en vue des caméras. La mobilité lors de cette mission Apollo 16 a fait l'objet d'un document d'analyse " Apollo 16- Time and motion study - (final mission report) ", téléchargeable sur [https://www.hq.nasa.gov/alsj/19730008098\\_19730008098.pdf](https://www.hq.nasa.gov/alsj/19730008098_19730008098.pdf), qui consacre 8 p (à partir de la p 27) à l'analyse des chutes des trois EVAs d'Apollo 16.



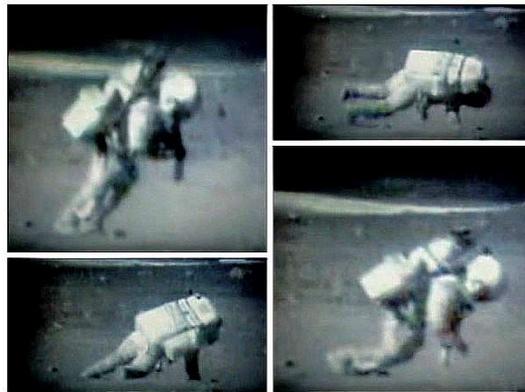
*Chute sur la Lune: Apollo 16 (doc. NASA)*



*Chute sur la Lune: Apollo 16 (doc. NASA)*



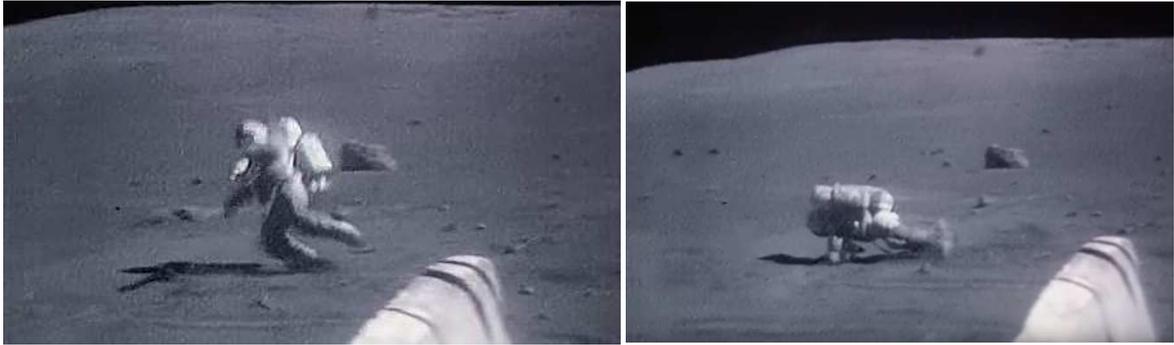
*Chute sur la Lune: Apollo 16 (doc. NASA)*



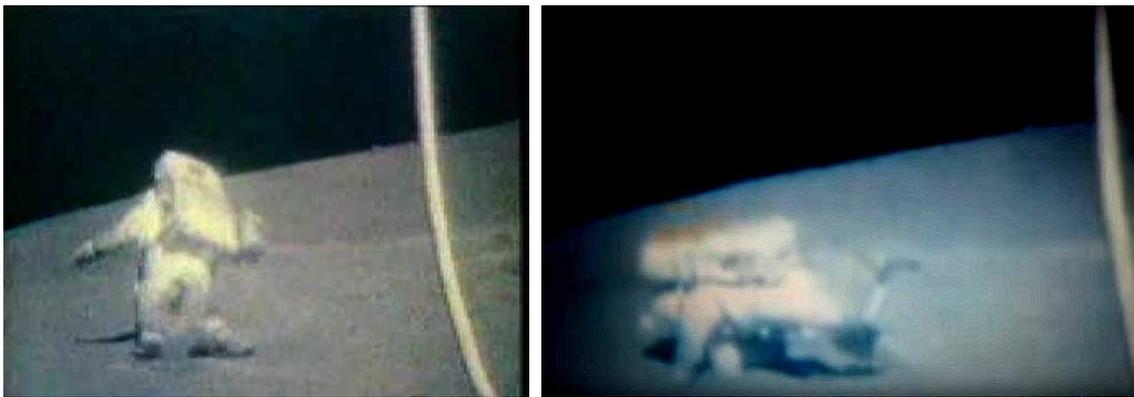
*Quelques étapes de la chute Apollo 16 ci-dessus (doc. NASA)*



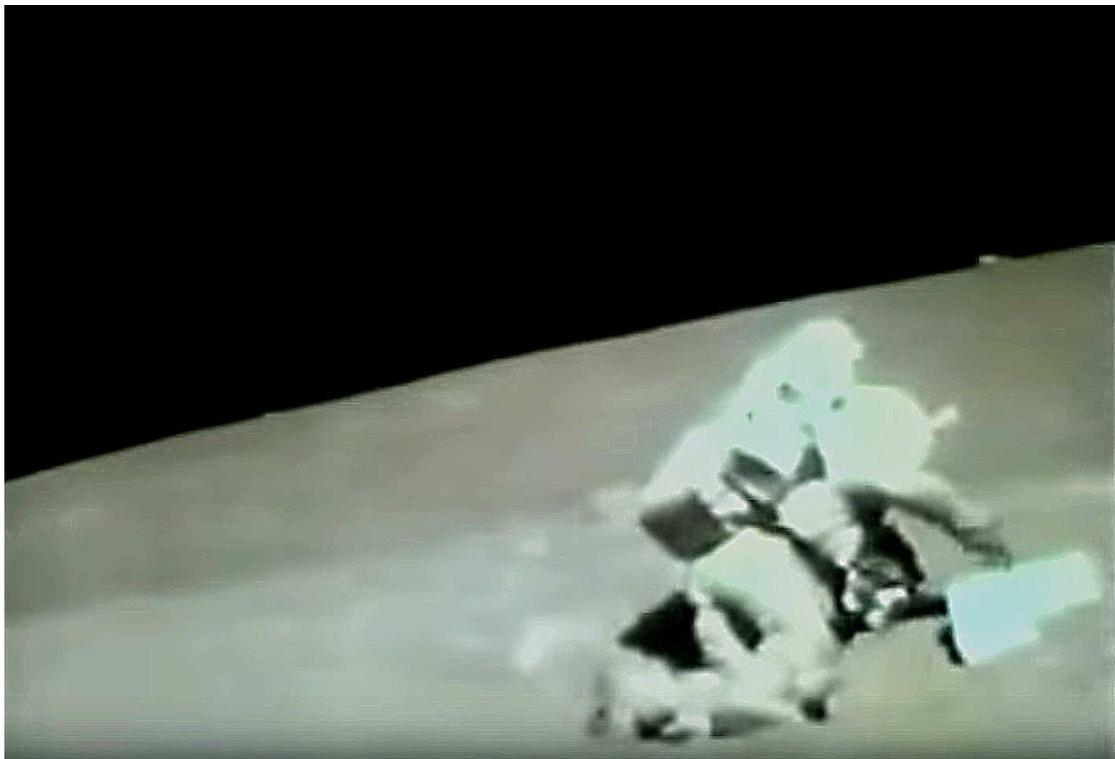
*Chute sur la Lune: Apollo16 (doc. NASA)*



*Autre exemple de chute: Apollo 17 (doc. NASA)*



*Autres exemple de chute: Apollo 17 (doc. NASA)*



*Dans certains cas les astronautes, comme ici le géologue Harrison Schmitt lors la mission Apollo 17, n'ont pas hésité à se mettre à genoux pour travailler (doc. NASA)*

Les scaphandres APM ne sont pas encore équipés de radios, mais cela n'a pas posé vraiment problème. Pour mémoire il semblerait que l'atmosphère martienne bien que de très faible densité pourrait porter les sons sur quelques mètres.

Un certain nombre d'opérations doivent être conduites par un opérateur pour l'autre et sur l'autre en raison du manque de visibilité vers le bas, et en particulier, pour chacun, vers sa propre combinaison. Des exemples d'intervention de l'un sur l'autre sont donnés dans la suite (hors les réajustements de fixation de casque indiqués précédemment).

- Décrochage du dérouleur de fil d'Ariane de la ceinture de Lucie vers 4mn
- Remise en place du dérouleur à la ceinture vers 4mn 50s (mais Lucie le décroche ensuite seule)
- Raccrochage du dérouleur à la ceinture de Lucie
- Remise en place du rapporteur dans le sac ventral d'Alain
- Accrochage du descendeur au harnais d'Alain

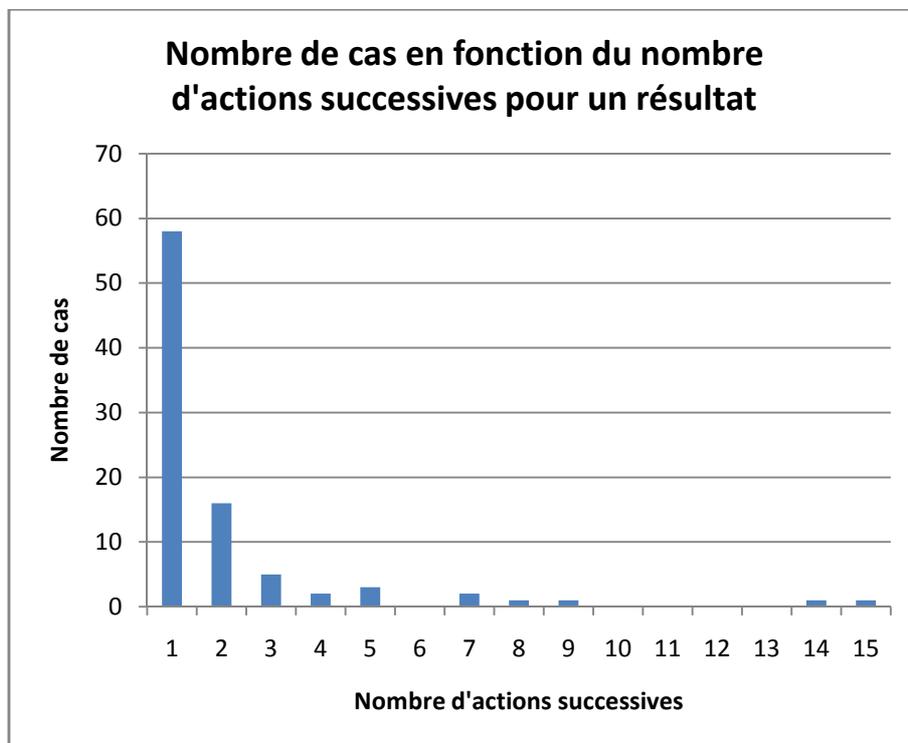
Pour mémoire certains équipages de simulation dans l'Utah, avec les scaphandres de simulation de la Mars Society qui ont des poches sur les cuisses et les tibias, ont choisi de mettre leur matériel (appareil photo ou autre) dans les poches du collègue et réciproquement ; il est en effet plus facile de voir ce que l'on saisit dans les poches d'un collègue que de voir ce que l'on saisit dans ses propres poches.

Avec les gants certaines opérations simples demandent 2, 3, 4 voire 5 essais avant de réussir. Sans prétendre à l'exhaustivité (surtout pour les opérations réussies du 1er coup), car toutes les opérations ne sont pas visibles sur la caméra, le tableau suivant donne certains cas.

Nbre d'actions	Opération	Occurrence
1	Allumage lampe inférieure VRP à poussoir latéral, allumage lampe VRP inférieure à poussoir arrière, on interrupteur poussoir n°1 émetteur VRP, interrupteur poussoir n°2 émetteur VRP, on interrupteur à déplacement latéral récepteur, connexion vidéo moniteur, off interrupteur poussoir n°1 émetteur VRP, off interrupteur poussoir n°2 émetteur VRP, on interrupteur à poussoir moniteur, on interrupteur poussoir n°1 émetteur VRP, interrupteur poussoir n°2 émetteur VRP	>11
2	Ouverture fermeture éclair poche rapporteur, rallumage lampe supérieure droite VRP à poussoir arrière, connexion 12V moniteur, mise off appareil photo (petite commande rotative), retrait de la mousse protectrice du moniteur	5
3	Attrapage du levier du descendeur, ouverture du boîtier de réception	2
4	Allumage de la lampe VRP supérieure à poussoir arrière	1
5	Ouverture du boîtier de réception	1

Les opérations exécutées en une fois sont très nombreuses, en 2 fois surviennent de temps en temps et en 3, 4 ou 5 fois sont rares. Bien sûr cela va dépendre de la difficulté de l'opération (action sur un gros bouton ou action sur un petit bouton par exemple).

Lors de la simulation déroulée aux falaises des Faches Noires en 2014 (voir référence 2), mais dont une partie avait porté sur la démonstration de dextérité avec les outils sur les gants donc avec des activités délicates, on avait noté la statistique suivante :



Notons que les aides à la dextérité stockés sur les gants n'ont pas été utilisés dans la simulation grotte. Pour certains actionnements délicats les ergots servant à fixer ces aides à la dextérité sur les gants ont suffi.

Réaliser le nœud d'assurance de la corde du VRP n'a pas posé de problème, ni le dénouer.

Notons aussi qu'on laisse facilement échapper les objets, ce qui a moins de conséquences que dans une EVA en zéro G autour de l'ISS puisque l'on peut ramasser ce qui est tombé. Certains objets pourraient être accrochés par un fil ou une lanière mais attention aux nœuds !

La combinaison portée par Alain est particulièrement épaisse donc particulièrement chaude Heureusement la température de la grotte est relativement fraîche, environ 12°C le jour de la simulation. La température interne s'est stabilisée à 33°C, les deux relevés effectués durant la simulation ayant donné 33°C à 24,2 mn et 33,1 à 33,5 mn. La précédente simulation aux Vaches Noires avait aussi montré que la température interne de cette combinaison s'établissait à environ 20°C au dessus de la température ambiante. Il n'y a pas de données de température après le retour de la salle 46, le thermomètre ayant été arraché lors de la progression retour dans la galerie étroite.

## 6-5 Commentaires des participants

### 6-5-1 Compte-rendu simulation grotte des petites Dales – commentaires de Lucie Poulet

#### Combinaison

- D'un point de vue plastique, les combinaisons sont réalistes, bien plus qu'à MDRS.
- Je n'ai pas eu de difficultés pour marcher, au contraire, les mouvements se faisaient bien. Ce qui m'a agréablement surpris. Mais pour plus de réalisme, peut être un rembourrage plus important est à prévoir.
- La couture arrière a craqué lorsque je me suis baissée en m'habillant. Problème de taille et de robustesse de la couture.
- L'intérieur de la combinaison est un peu abrasif, ce qui n'est pas très agréable à la longue.
- Le système de ventilation s'est arrêté dans le tunnel car le bouton est passé sous mon corps. Il faudrait prévoir un système de bouton sur le back pack que chaque astronaute allume à l'autre (à HI-SEAS c'est comme cela).
- Le back pack est un peu trop volumineux (ce qui a causé des difficultés pour ramper).
- Armande a parlé de rajouter des poches : très bonne idée !

#### Casque

- La position du cou forcée par le casque est difficile à tenir dans la durée.
- Mon casque est tombé plusieurs fois pendant qu'on rampait. Jonathan me l'a remis au milieu du chemin mais il est retombé. Dans la salle, on me l'a remis mais il est retombé au retour. Puis il se décrochait quand on marchait debout. Il faut des attaches plus nombreuses et plus solides du casque.
- La ventilation fonctionne bien : presque pas de buée dans le casque. Sauf vers la fin, après avoir rampé deux fois, arrêt de ventilation et décrochage du casque.

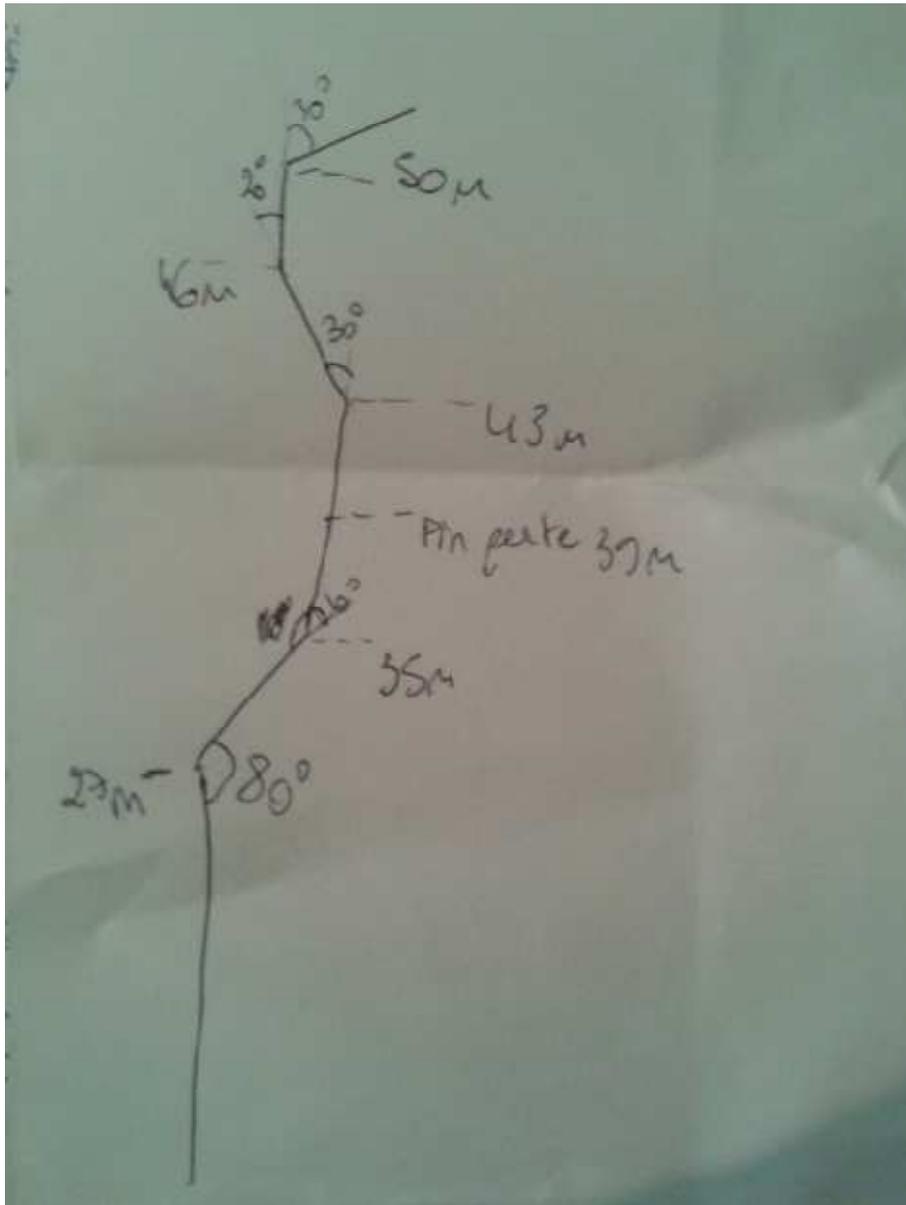
#### Gants

- Un peu grands pour mes doigts mais très (trop ?) maniables. Pas de difficulté majeure de ce côté-là. Peut être faudrait il les rendre moins souples pour plus de réalisme.

#### Mesures

- Le système avec le rapporteur fonctionnait bien, même s'il était difficile de bloquer le fil sur les clous. Peut être, penser à rallonger le clou du milieu pour rendre les mesures plus faciles.
- Fil de vie : mettre une étiquette avec le nombre de mètres pas seulement tous les 10m mais aux 5m aussi. Cela facilitera les mesures.
- Prévoir carnet et stylo pour faire des croquis pendant la simulation la prochaine fois.

Voici une photo de mon croquis juste après la sortie de grotte.



#### 6-5-2 Commentaires de Jonathan Barbier

Pour ce qui est du matériel clairement il a souffert mais j'ai surtout noté deux points posant problème :

- la fixation du casque,

Le casque est fixé sur les barres sur le côté ; il faudrait voir si on peut le fixer aussi devant (et pourquoi pas aussi derrière) sur les barres (de manière que le casque ne sorte pas "rail" dès que le simulateur se penche trop ) et peut être envisager un morceau de tissu qui fait le lien entre la combinaison et la collerette (fixé sur la collerette et glissé dans la combi, peut être en résille blanche pour garder l'aération ). Cela harmonisera le lien entre la combinaison et le casque en faisant illusion sur l'étanchéité de l'ensemble

- envisager de faire un système simple de décrochage du pack dorsal pour pouvoir le trainer derrière soi dans des passages trop étroit (et du coup envisager des point de renfort sur les raccord de tuyau afin qu'il ne se décroche pas lors de l'opération).

## 7 Conclusions

Cette deuxième simulation réalisée par l'association Planète Mars en France a atteint la majorité de ses objectifs.

Le scénario déroulé consistait en l'exploration et la reconnaissance d'une grotte a priori inconnue. APM avait déjà participé avec le Véhicule de Reconnaissance de Paroi à la simulation en grotte organisée par l'ÖWF autrichien dans la grotte glaciaire de Dachstein; mais dans ce dernier cas il s'agissait plus de mettre en œuvre des expériences scientifiques ou technologiques dans la grotte que de se placer dans l'optique d'une reconnaissance de grotte inconnue.

Il s'agissait aussi dans cette grotte des Petites Dalles de la première simulation APM à deux personnes avec les deux scaphandres de simulation de l'association. Bien sûr de nombreux membres de l'association ont aussi participé à des simulations aux USA (station MDRS de la Mars Society dans l'Utah - voir en particulier la référence 1 - ou station HI-SEAS de l'université d'Hawaï) et au Canada (station FMARS de la Mars Society). Il y a eu également participation, mais seulement en tant qu'expérimentateur, aux simulations du forum spatial autrichien ÖWF dans la grotte de Dachstein en Autriche (2012), au Maroc dans la région d'Erfoud (2013) et sur le glacier rocheux de Kaunertal en Autriche (2015).

La simulation dans la grotte des Petites Dalles a montré la possibilité de cartographier sommairement la grotte même si des moyens plus sophistiqués que ceux employés pourraient être aussi utilisés.

Il a aussi été montré l'utilité d'un véhicule de reconnaissance envoyé en éclaireur dans un passage en pente avant d'y envoyer des explorateurs humains. Cette expérience pourrait être étendue avec un véhicule automoteur pour les zones plates.

Comme d'usage dans ces simulations, on a vérifié que, malgré le port des scaphandres, des opérations assez complexes peuvent être conduites, même si le taux de maladresse et la durée des opérations sont augmentés. Il a été montré que le volume du scaphandre (plus que le poids sachant que l'on vise de sa placer en poids équivalent martien) augmentait la difficulté de progression dans les passages délicats. La phase de progression dans une galerie étroite était prévue à titre expérimental mais pas sur une distance aussi longue que 17m. L'augmentation de la distance parcourue en galerie étroite a été justifiée par la possibilité d'accéder à une salle assez vaste, la salle 46, qui a servi de studio pour les interviews par l'une de équipes vidéo. La progression en ramper qui a été nécessaire pour accéder à cette salle et en revenir, n'est pas tant utile pour réfléchir aux capacités des scaphandres réels en la matière, que pour définir les points faibles des actuels scaphandres de simulation APM et les améliorations possibles. La durée passée pour l'accès et le retour de la salle 46 a très probablement limité l'opération de cartographie de la galerie principale.

On a pu montrer avec des photos au pouvoir séparateur d'un dixième de mm que des mesures fines étaient possibles malgré le port du scaphandre

## Références

- 1 - 2006.05 ed11 MDRS 43 Mission Results - l'édition 10 est téléchargeable sur [http://www.archi-espace.com/wa\\_files/2006\\_05\\_20mdrs\\_2043\\_20mission\\_20results\\_20ed\\_2010.pdf](http://www.archi-espace.com/wa_files/2006_05_20mdrs_2043_20mission_20results_20ed_2010.pdf)
- 2 - 2014.107 Compte rendu de la simulation de sortie martienne du 14 mars 2014 -
- 3 - 2016.178 Planète Mars association cliffbot experimentation overview - accessible sur <http://planete-mars.com/planete-mars-association-cliffbot-experimentation-overview/> avec lien vers les documents de synthèse antérieurs
- 4 - The Cliff Reconnaissance Vehicle: A Tool to Improve Astronaut Exploration Efficiency - Astrobiology. May 2014, 14(5): 406-416.
- 5 - 2016.94 Les simulations sur Terre - téléchargeable sur <http://planete-mars.com/wp-content/uploads/2016/03/2016.94-Les-simulations-Supa%C3%A9ro.pdf>

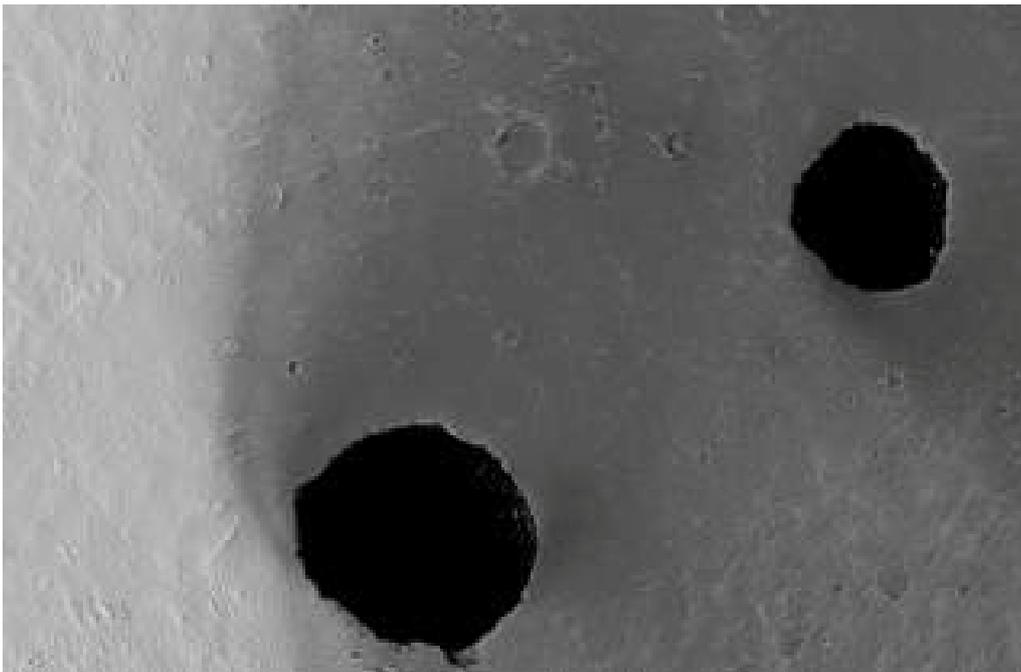
## **Annexe 1**

AS 2015.453 ed2

### **Simulation d'exploration martienne dans la grotte des Petites-Dales**

#### **1 Introduction**

La grotte des Petites-Dales est une ancienne rivière souterraine qui se présente comme un couloir de 2 à 3 m de large sur 3 m de haut et parfois plus. Sa configuration (pas la nature de ses parois) peut rappeler un tube de lave martien. Pour mémoire l'exploration des grottes martiennes sera intéressante pour rechercher des traces de molécules organiques préservées à l'abri des ultraviolets et des rayons cosmiques qui les détruisent en surface jusqu'à 1 m de profondeur. Et on ne peut totalement exclure l'idée de trouver des organismes extrêmophiles encore vivants en particulier dans ou à proximité de glace. C'est d'ailleurs pour commencer à travailler sur ce type d'exploration que l'ÖWF autrichien avait organisé 4 jours de simulation et expérimentations dans la grotte glaciaire de Dachstein en Autriche dans la région de Salzbourg en 2012. L'association Planète Mars y avait participé avec le Véhicule de Reconnaissance de Paroi.



***Exemple de gouffres martiens d'origine volcanique : 310 m de large et 160 m de profondeur (doc. NASA/JPL-Caltech/MSSS)***

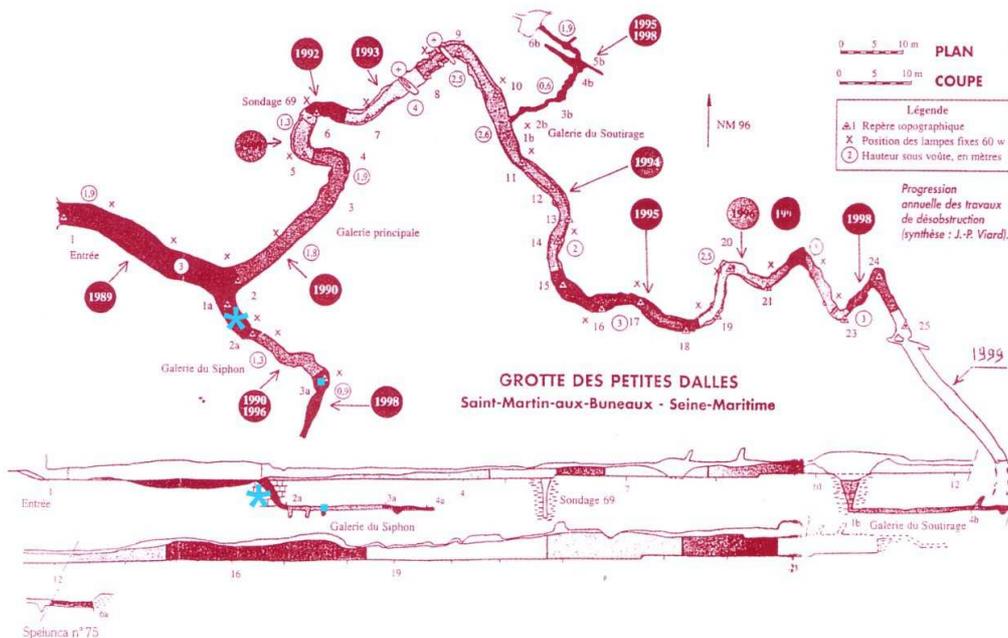
Le présent document décrit le déroulement d'une simulation d'exploration qui pourrait être déroulé dans la grotte par un cobaye « astronaute analogue » utilisant un scaphandre de simulation de l'association Planète Mars. Pour mémoire un scaphandre de simulation est un « faux » scaphandre qui vise à mettre l'opérateur dans des conditions de difficulté d'opérations semblable à ce qu'il rencontrerait en opérant sur une autre planète. Sa masse est relativement légère (15 kg) ce qui, sous

les conditions de pesanteur terrestre, donne à l'opérateur un poids très proche de ce qu'il ressentirait sur Mars avec un lourd scaphandre et une pesanteur de 0,38g.



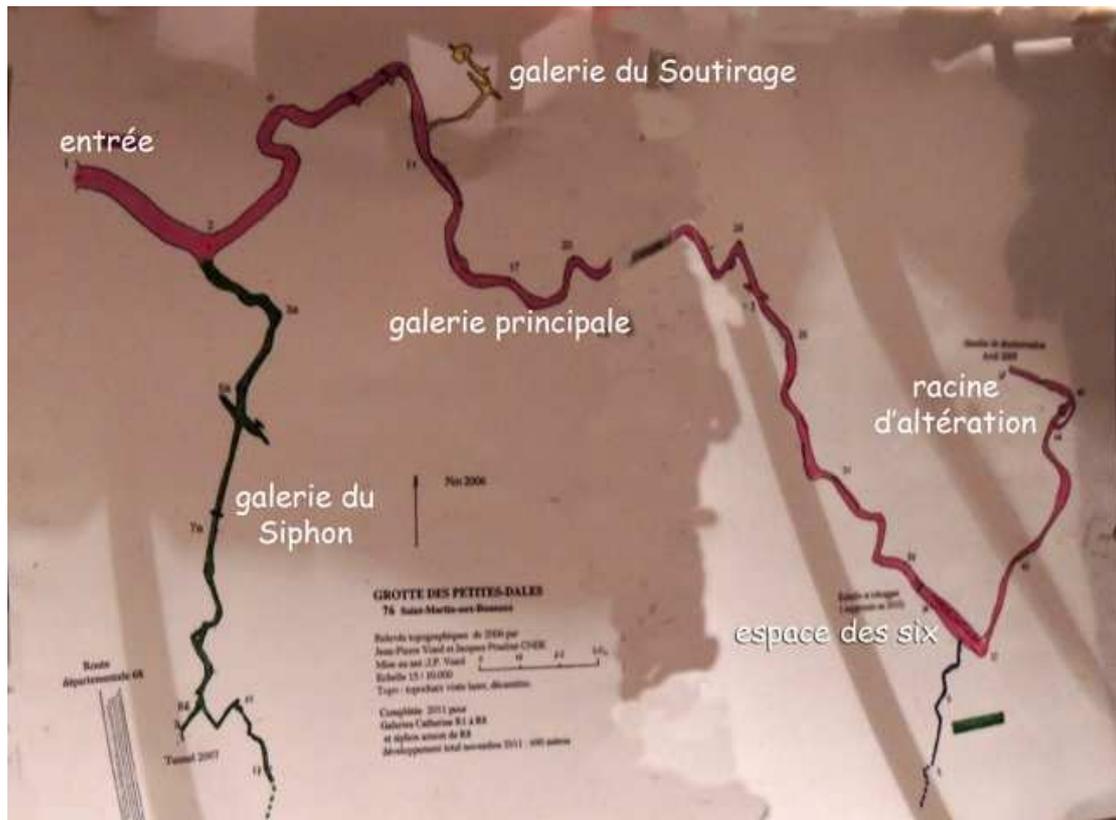
**Le scaphandre de simulation Planète Mars lors de la simulation aux falaises des Vaches Noires de mars 2014**

## 2 La configuration de la grotte



**Plan de la grotte et de la longueur visitable en 1999. L'entrée est à gauche. Depuis 25 ans l'équipe en charge de cette grotte la dégage de ses alluvions et le parcours possible est maintenant de 450**

*m, alors que cette carte décrit environ 270 m. Voir ci-dessous une carte plus complète mais moins détaillée. (Doc. J.P. Viard)*



**Carte complète de la grotte**

A une trentaine de m de l'entrée se trouve un diverticule vers la droite (étoile bleue sur la première carte) qui commence par une descente à forte pente munie d'une corde pour servir de rampe. Avec des chaussures suffisamment agrippantes il n'y a toutefois pas besoin de la corde.



**A gauche l'entrée de la grotte et à droite au bout de 30 m le diverticule descendant, cette branche étant appelée la galerie du siphon**



*Même image que ci-dessus à droite éclaircie*



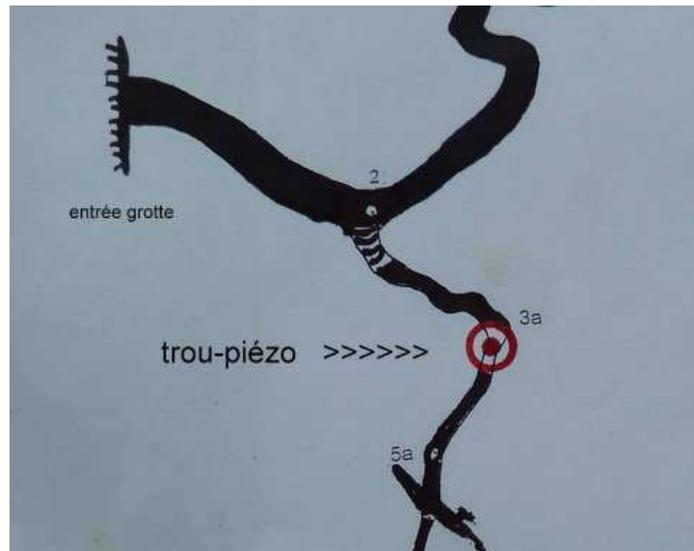
*Trois personnes dans la descente*



*A gauche la pente vue du bas et à droite le couloir qui redevient horizontal*



*Mais le plafond s'abaisse assez vite (à gauche) et après une petite fosse étayée par des sacs (à gauche) la progression continue à 4 pattes. La petite fosse marque le point extrême de la visite des touristes dans la galerie du siphon.*



***Un puits a récemment été creusé dans la galerie du siphon. La carte ci-dessus précise son emplacement.(Doc. J. P. Viard)***



***L'emplacement du puits de la galerie du Siphon (doc. J. P. Viard)***



***Le puits de la galerie du siphon (doc. J. P. Viard)***



*Exemple de zone basse dans la galerie principale de la grotte*



*Exemple de zone haute : la salle des Six dans la galerie principale de la grotte*

### 3 La simulation proposée

L'idée est de se placer dans la situation d'astronautes explorant sur Mars une telle grotte pour la première fois.

L'opération sera couverte par deux équipes vidéo. Les opérations décrites dans la suite sont exécutables par un seul cobaye « astronaute analogue » mais il est prévu deux astronautes analogues, Lucie Poulet et Alain Souchier, l'association Planète Mars disposant de deux scaphandres de simulation. Ce sera la première simulation APM utilisant simultanément les deux scaphandres (et probablement la première simulation martienne sur territoire français avec deux astronautes analogues.

Les scaphandres de simulation APM sont équipés pour cette opération de trois lampes torches led dont le faisceau peut être réglé de étroit à large.



***Les trois lampes fixées sur le casque, avec sur l'image de gauche la caméra Sony HDRAS15 en place du côté épaule gauche et au dessus de l'une des lampes. Il est possible comme lors de la simulation précédente aux falaises des Vaches Noires que les équipes de tournage ajoutent des caméras type Go Pro sur les casques.***

il y aura d'abord mesure de la distance jusqu'au début de la galerie du siphon avec le télémètre laser. Puis il y aura progression depuis l'entrée en déroulant un fil de vie. Celui-ci est gradué en mètres (un trait par m, deux traits à 5 m et étiquette avec indication en clair tous les 10 m). La distance initialement mesurée au range laser pourra être vérifiée. Le fil de vie peut s'accrocher au harnais de montagne utilisé par l'un des participants et se dérouler seul. En revanche le rembobinage est manuel. Le dérouleur contient 252 m de fil.



***Le dérouleur avec 252 m et le rapporteur modifié pour mesure des angles***



***Un flasque a été rajouté dans le dérouleur pour éviter les blocages de déroulement***

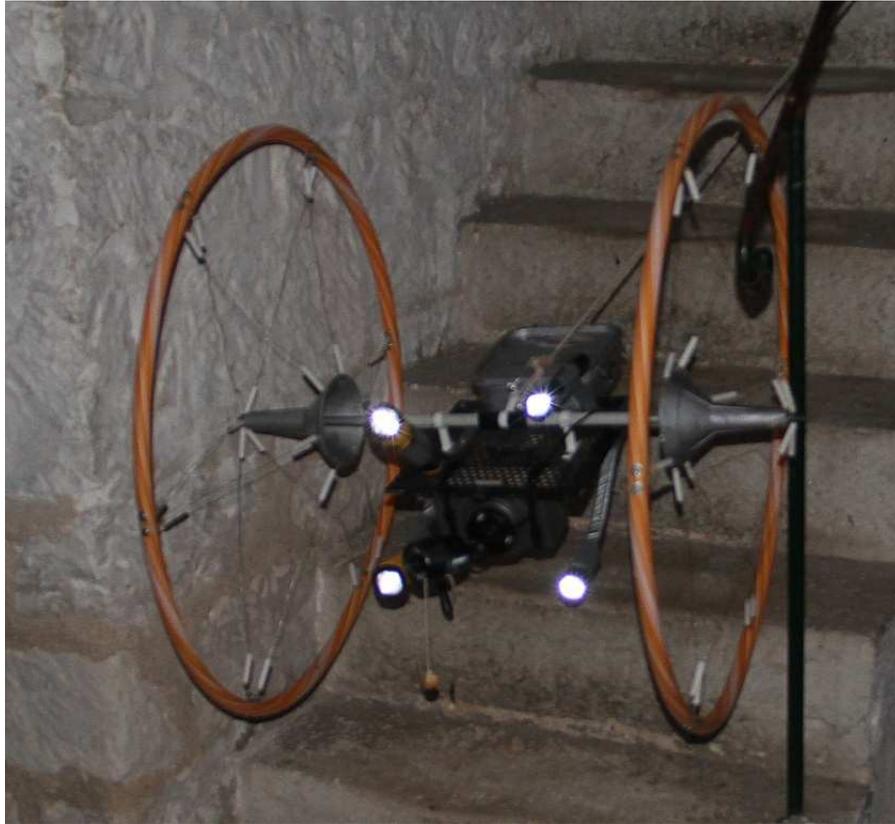
Au niveau du diverticule descendant, le Véhicule de Reconnaissance de Paroi sera envoyé pour vérifier que la pente ne s'accroît pas et au contraire se stabilise à l'horizontale. Elle tourne légèrement donc du haut on ne voit pas le bas. La distance à l'entrée étant faible le transport du VRP ne posera pas de problème. La configuration du véhicule sera adaptée à la situation. Il ne sera pas équipé de sa « Sciencecam » Sony HDR AS15 car elle sera utilisée comme lors de la simulation du 14 mars 2014 aux Vaches Noires, fixée en latéral sur la gauche du casque du scaphandre pour imager les opérations et en exploiter le déroulement ensuite. Le VRP sera équipé seulement de la « Hazcam » Sygonix qui transmet l'image en temps réel à un moniteur observé par l'astronaute analogue en

partie supérieure de l'embranchement. La Hazcam sera orientée vers l'avant. Le système de balayage de champ Bescor introduit sur la configuration 2015 du véhicule sera utilisé.



***Le VRP dans la grotte de Dachstein en 2012, en particulier à droite le long d'une falaise de glace dans Tristan Hole (puits vertical de 18 m)***

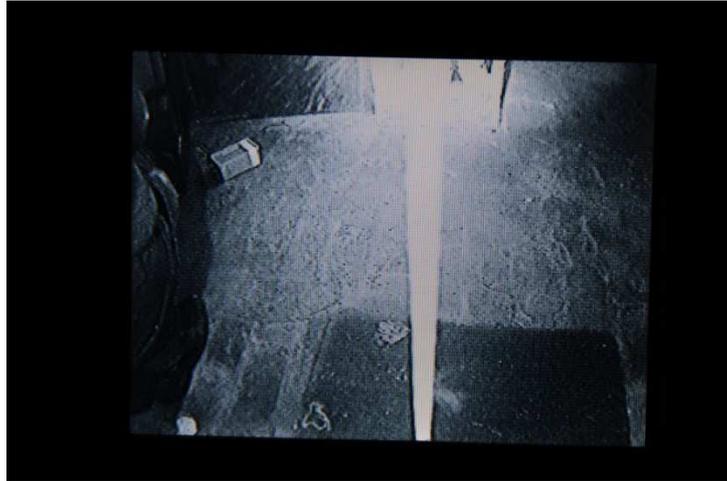
Le VRP est équipé comme pour l'expérimentation dans la grotte de Dachstein de lampes torches. Quatre lampes torches ont été montées, deux éclairant plutôt vers le bas et deux vers le haut. Les supports de lampe sont en métal déformable, ce qui permet d'ajuster l'orientation. Vu la largeur du couloir de descente, le VRP ne sera équipé que de la moitié de ses antiroulis (50 cm de chaque côté au lieu de 1 m). Il se pourrait même que ces anti roulis (qui évitent le renversement sur le côté du véhicule) soient trop larges et constituent un obstacle surtout à la remontée du véhicule et compte tenu du fait que le couloir de descente est en léger virage. Une tentative de remontée à mi pente du véhicule sera effectuée puis le véhicule laisse en bas pour la suite. L'enrouleur de corde sera complètement déroulé pour laisser du mou au véhicule pour la suite des opérations.



*Pour la simulation Petites-Dales, le VRP est équipé de 4 lampes*



*Au centre la caméra montée sur le support Bescor qui balaye automatiquement + ou - 170° est maintenant équipée d'un fil qui indique la verticale dans le champ de vision*



*Le fil vertical dans le champ de la caméra quand celle-ci regarde vers le bas*

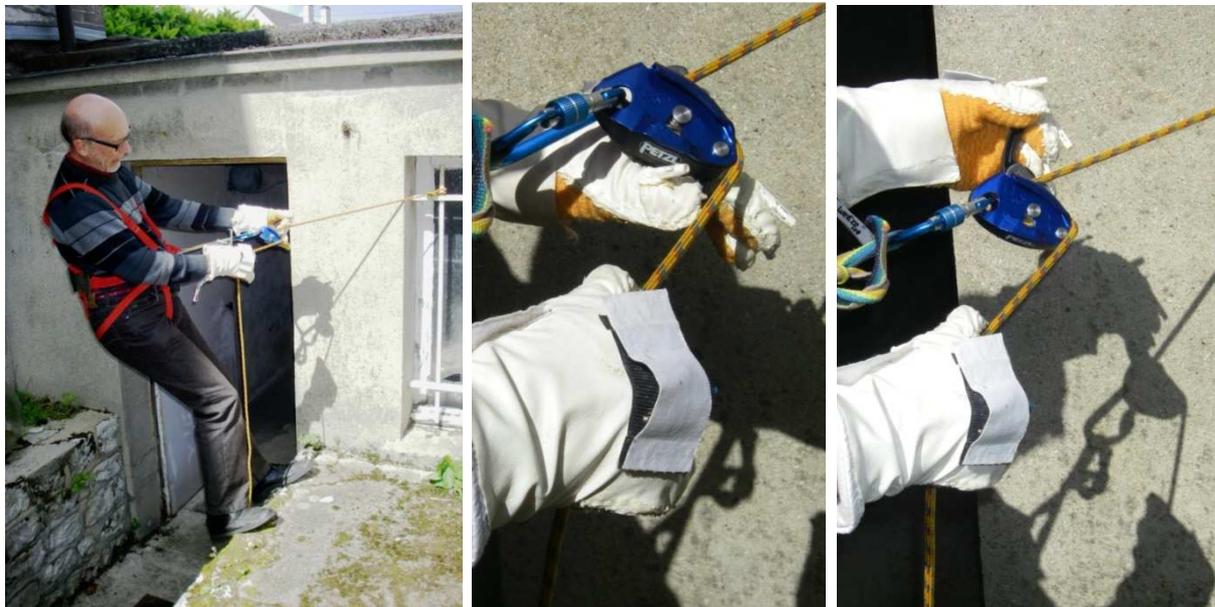


*Le VRP en configuration Petite-Dales avec deux demi anti roulis (les 2 extrémités étant séparées et appuyées au mur). Le dérouleur contient 36 m de cordelette.*

Après la reconnaissance VRP démontrant que la pente redevient horizontale, l'astronote analogue équipé d'un harnais y accrochera le descendeur, fixera une corde de 15 m à l'accrochage actuel de la corde qui sert pour les visiteurs et descendra en marche arrière. Arrivé en bas, il fera signe au deuxième équipier de descendre. Celui-ci pourra s'aider de la corde de 15 m déroulée dans la descente précédente.

A quelques mètres de la fin de la pente dans la partie horizontale se trouve un puits vertical. Le VRP sera envoyé en exploration dans ce puits en utilisant le mou libéré par le déroulement complet de l'enrouleur. Il est possible qu'il faille enlever les deux demi anti roulis compte tenu de la largeur du trou. Attention au cas où il y aurait de l'eau dans le fond du trou les équipements du VRP ne sont pas étanches. Cette partie d'expérimentation peut être sautée si les circonstances ne s'y prêtent pas.

Le puits peut être contourné et la progression continuer un peu à quatre pattes. Voir si cela est possible. Penser à la question du retour : marche arrière en scaphandre ou possibilité de se retourner



#### ***Test du descendeur en utilisant les gants du scaphandre***

Dans le reste de la grotte (mais aussi de l'entrée au diverticule et dans le diverticule lui-même) il sera procédé à des mesures de distances pour reconstituer un plan sommaire de la grotte. Les mesures de distance seront obtenues en utilisant la ligne de vie (mesure après avoir atteint la fin d'un segment de couloir) ainsi qu'un télémètre laser (mesure de la distance au fond depuis le début d'un segment de couloir). Il faut aussi pouvoir mesurer les angles entre les différents segments linéaires relevés. Un rapporteur modifié sera utilisé. La procédure consiste à aligner la base du rapporteur sur le fil de vie tendu depuis le dernier virage de galerie. Des crochets sont installés aux deux bouts de la ligne de référence du rapporteur et une pointe au centre. Au-delà de la pointe le fil est à aligner avec l'orientation approximative du tronçon suivant de galerie et l'angle est ainsi mesuré. Les points de mesure seront marqués par des lettres sur supports cartonnés. Les valeurs de distance et d'angle sont indiquées à voix haute et ainsi enregistrées par le micro de la caméra de casque ainsi que par les micros qui seront installés par les équipes vidéo à l'intérieur du scaphandre.



***Le télémètre laser Vortex et les indications dans le viseur ; mais ce télémètre ne descend pas en dessous de 10 m en distance de mesure.***

On peut aussi raisonnablement supposer que la cartographie interne d'une grotte martienne parcourue par un astronaute serait effectuée au moyen d'une petite centrale inertielle

Il y a aussi dans la grotte des zones de strates sédimentaires fines (loess apporté par les vents et déposé par les eaux) se prêtant à des opérations simples de photos et macro photos avec échelle à coté. De manière générale des photos et vidéos seront prises par les astronautes analogues en scaphandre.



***Strates alluvionnaires dans la grotte***



***Strates alluvionnaires dans la grotte***



***Strate noire de loess***

Il faudrait évidemment que l'éclairage artificiel soit éteint durant les opérations.

Il se pourrait que les équipes vidéo souhaitent un rallumage périodique de l'éclairage.

## Annexe 2

AS 2016.285

### **Les deux scaphandres de simulation APM**

#### **Configuration pour la simulation en grotte du 28 mai 2016**

##### 1 Vues générales

Les deux scaphandres de simulation de l'association Planète Mars ont été élaborés par Armande Zamora et Patrick Sibon, membres de l'association Planète Mars, en 2012 et délivrés à l'association en août 2012. Ils ont fait ensuite l'objet de quelques modifications.



***Ensemble scaphandre avec pack dorsal 2. Vue de face et profil. La commande des ventilateurs pend à gauche. Le back pack est constitué d'une valise qui s'ouvre et se ferme avec deux fermetures éclair. Sur l'image de droite on voit le côté charnière de la valise.***



*Le casque 2 est fixé à la collerette de cou par deux crochets à levier diamétralement opposés, l'un à gauche un peu en avant et l'autre à droite un peu en arrière. Le casque est stabilisé dans l'axe roulis par un tube en U accroché au back pack et qui peut se déplacer de haut en bas en rotation autour de ses points de fixation sur l'armature du back pack. Sur l'image de gauche, on le voit sous le tube d'arrivée d'air, avec à l'extrême droite de l'image le demi collier qui le lie au casque. Ce demi collier peut être orienté ouverture vers le haut ou ouverture vers le bas. Le collier diamétralement oppose comporte un système de fermeture*



*Sur la manche droite l'afficheur de température. La sonde est au bout d'un fil assez long pour la placer à différents endroits dans l'habit. A droite les gants avec les aides à la dextérité amovibles dans la configuration initiale des gants.*



***Vue de l'arrière. Le back pack est constitué d'une valise qui s'ouvre et se ferme avec deux fermetures éclair. On voit bien le tube en U qui stabilise le casque au dessus de l'épaule droite. On voit aussi la fixation droite arrière du casque sur la collerette de cou.***

## 2 Les packs dorsaux

### Pack dorsal n°1

(pack à tubes de ventilation gris)



*Vue d'ensemble de l'intérieur du back pack 1 avec la batterie en bas et les deux ventilateurs implantés dans une boîte à outil en plastique.*

La batterie se recharge avec un chargeur 12 V et deux pinces que l'on fixe aux bornes de la batterie.. La boîte à outil sur la paroi de laquelle sont fixés les deux ventilateurs est en légère surpression mais n'est pas totalement étanche à l'interface entre ses deux cotés. On sent une fuite d'air, surtout sur la gauche de la boîte dans l'image ci-dessus. En étanchant on peut peut-être améliorer la ventilation mais probablement assez peu.



***La batterie Power PS sonic Model PS-1221 12 V/2,1Ah soit 2,5 Wh. A 3,6 W de consommation par les ventilateurs, l'autonomie théorique est de 7 h.***



***Ouverture de la boîte des ventilateurs***



***Les deux ventilateurs et les orifices de sortie de l'air de la boîte***



*Les ventilateurs consomment 1,8 W chacun donc 3,6 W pour les deux.*

Pack dorsal n°2

( pack à tubes de ventilation blancs)



*Vue d'ensemble de l'intérieur du back pack 1 avec la batterie en bas et les deux ventilateurs implantés dans une boîte à outil en plastique. En haut à droite l'un des tubes d'arrivée d'air a été équipé d'un manchon extérieur suite à rupture antérieure du tube annelé blanc au niveau de la sortie du pack.*



**La batterie YUASA NP2-1-12 12V /2,1 Ah soit 2,5 Ah. A 2,16 W pour les deux ventilateurs, l'autonomie théorique est de 11,6 h.**



**La boîte des ventilateurs s'ouvre en glissant vers la gauche la fermeture à gauche et en dévissant la vis à droite.**



**Ouverture de la boîte**



**Les deux ventilateurs**



**Les ventilateurs consomment 1,08 W chacun donc 2,16 W au total.**

### 3 Les casques



**Pour la simulation du 28 mai 2016, les deux casques ont été équipés chacun d'un arceau de protection et de trois lampes Brennenstuhl LuxPrimera Focus LED 150 (150 lumen) 5 w dont la largeur de faisceau peut être modulée en faisant coulisser la partie arrière. L'allumage s'effectue par pression sur un bouton à l'arrière de la lampe. Il peut être actionné par l'opérateur en scaphandre pour les deux lampes latérales. C'est plus difficile pour la lampe sommnitale. Sur le casque 2 à gauche, un trou dans l'embout d'arrivée d'air permet la fixation de la caméra Sony HDR AS 15 qui est dans un étui étanche. Le casque 1 à droite a été équipé à l'intérieur d'un bourrelet protecteur car il présente une arrête interne plus vive que le casque 2.**



*Les casques vus de l'arrière. Pour la simulation du 28 mai le cache blanc par dessus l'entourage noir du bas de casque n°1 n'était finalement pas monté.*



*La structure des arceaux de protection du casque 1 avant mise en place des protections extérieures*



***L'arrête interne du casque 2 sans rembourrage à gauche et avec à droite.***



***Le casque 2 de profil coté caméra. On voit en bas aussi le petit collier de fixation sur les barres anti roulis. Sur le casque 2 le collier à fermeture est à gauche ; il est à droite sur le casque 1.***



*Détail du collier à fermeture*

#### 4 Les gants



*Les gants de la combinaison homme. Le gant gauche (à droite) est resté en configuration initiale en ce qui concerne les picots d'accrochage des aides à la dextérité sur le pouce, l'index et le majeur. Le gant droit (à gauche) a été modifié. Les picots d'accrochage sont constitués de connecteurs RCA afin d'assurer une meilleure fixation des aides à la dextérité, ceux-ci ayant tendance à tomber des picots type gant gauche. Cette vue est prise après la simulation du 28/5/2016. Le picot RCA de l'index gauche du gant droit s'est décollé en début de simulation.*



*Les gants vus avec les rabats des zones de stockage des aides à la dextérité sur le dessus de la main ouvert. Le rabat tient fermé par du Velcro et les aides à la dextérité sont également tenus par du Velcro.*



*Les aides à la dextérité du gant gauche*



*Les aides à la dextérité du gant droit (vue prise après la simulation)*



*Vue de la paume du gant gauche. Le gant homme est constitué d'un gant de ski inséré dans un gant de travaux manuels recouvert coté dos d'un tissu plastique. Une bande de ce tissu enserre le poignet et permet au moyen d'une fixation Velcro de serrer le gant sur la manche de la combinaison. Le gant est volontairement conçu assez serré pour représenter les efforts d'activation des doigts ressentis dans un vrai scaphandre compte tenu de la pression intérieure. Ce gant a été essayé en août 2012 par l'astronaute Philippe Perrin qui a effectué trois sorties EVA cumulant 19 h 31 mn. Il a indiqué que les efforts étaient proches de ceux ressentis dans un scaphandre pressurisé.*



*Les deux paires de gant vues coté dos. Les gants femme sont constitués de gant de travaux manuels, avec revêtement de tissu plastique sur le dos, sans gant de ski interne.*



*Vue des deux paires de gant coté paume. Sur les gants de gauche la bande qui permet de serrer le gant autour de la manche de la combinaison est en position ouverte. Cette vue est prise après la simulation.*



***Le gant droit de la paire de gants femme a été équipé de sorte d'ongles en plastique pour faciliter les manipulations délicates.***

#### 5 Les combinaisons



***Combinaison homme coté face (et après la simulation). La fermeture sur le devant est une fermeture éclair avec, par-dessus, une fermeture Velcro. Deux petites lanières à fermeture Velcro sont placées au bout des manches pour serrage sur la partie interne du gant avant refermeture, par-dessus, de la large bande présente sur le gant également à fermeture Velcro.***



*Vue de la combinaison homme coté dos (après simulation)*



*La combinaison homme est équipée d'une tuyauterie interne de ventilation circulant côté dos entre les deux épaisseurs constituant la combinaison. Cette ventilation n'a pas encore été utilisée, le pack dorsal n'ayant pas encore été modifié pour le permettre. On voit ici l'entrée (coté latéral droit) de cette tuyauterie. Une aération sortie est placée sous les aisselles.*



*Cette combinaison possède 4 poches internes (2 de chaque côté) qui peuvent être utilisées pour mettre un pack de glace. Cette possibilité a été utilisée lors de l'emploi du scaphandre autour de l'habitat SHEE dans le hall de la Comex en juillet 2015. La vue montre également l'aération coté aisselles.*



*Combinaison femme coté face (et après la simulation). La fermeture sur le devant est une fermeture éclair. Le col dispose d'une fermeture Velcro.*



*Combinaison femme coté dos (et après la simulation)*



*La combinaison dispose d'un tuyau interne de ventilation dont l'orifice d'entrée est situé dans le dos. Cette ventilation n'a pas encore été utilisée, le pack dorsal n'ayant pas encore été modifié pour le permettre. La combinaison dispose d'aérations sous les aisselles et sur le dessus des jambes, cachées sous forme de poches.*



*Les aérations sur la face interne des cuisses présentant l'apparence de poches. Elles sont fermées vers l'intérieur par une toile aérée comme sous les aisselles et peuvent réellement servir aussi de poches.*

#### 6 Les bottes



## 7 Masses des différents éléments

Les masses des différents éléments sont données en grammes. Les casques ont été pesés dans la configuration de la simulation grotte c'est-à-dire avec les trois lampes et l'arceau de sécurité, ainsi que, pour le casque 2, que la caméra latérale Sony HDR AS 15 (182 g)

Eléments	Scaphandre 1	Scaphandre 2
Pack dorsal	7035	7639
Casque	2558	2452
Combinaison	1210	2848
Bottes	985	1350
Gants	224	338
<b>Total</b>	<b>12012</b>	<b>14627</b>

Pour une personne de 71 kg (+ 1kg de vêtements) le port du scaphandre 2 sur Terre correspond, à même poids apparent total, au port d'un scaphandre de 156 kg sur Mars. Pour une personne de 60 kg (+1 kg de vêtements), le port du scaphandre 1 correspond au port d'un scaphandre de 131 kg sur Mars.

Pour comparaison les scaphandres ISS US ont une masse de 130 kg et les scaphandres Apollo avaient une masse de 85 kg.

### **Annexe 3**

AS 2016.289

#### **Le VRP 3-6**

Le Véhicule de Reconnaissance de Paroi (VRP) utilisé lors de la simulation d'exploration en grotte du 28mai était en configuration VRP 3-6



**Le VRP 3 en configuration 3-6 pour la simulation en grotte.**

## 1 Définition de la configuration

Par rapport à la configuration 3-5 utilisée lors des simulations ÖWF Amadee-15 d'août 2015 et MDRS 164 de février 2016, les modifications sont les suivantes : implantation de 4 lampes, suppression de la Sciencecam (car elle est placée sur le casque du scaphandre 2 et que l'on vise surtout d'utiliser la Hazcam à transmission temps réel pour évaluer les difficultés de la pente de la galerie du siphon avant de s'y engager), utilisation de seulement deux demi anti roulis pour limiter la largeur du véhicule (en raison de l'étroitesse de la galerie du siphon), suppression des deux lasers utilisés pour donner une échelle dans le champ de la Sciencecam, suppression du préobjectif sur la Hazcam Sygonix, addition d'un « fil à plomb » devant le champ de la Hazcam.

Les caractéristiques géométriques générales sont inchangées :

- diamètre des roues 75 cm
- empattement 58 cm
- largeur 76 cm (axe principal, largeur sans les anti roulis).

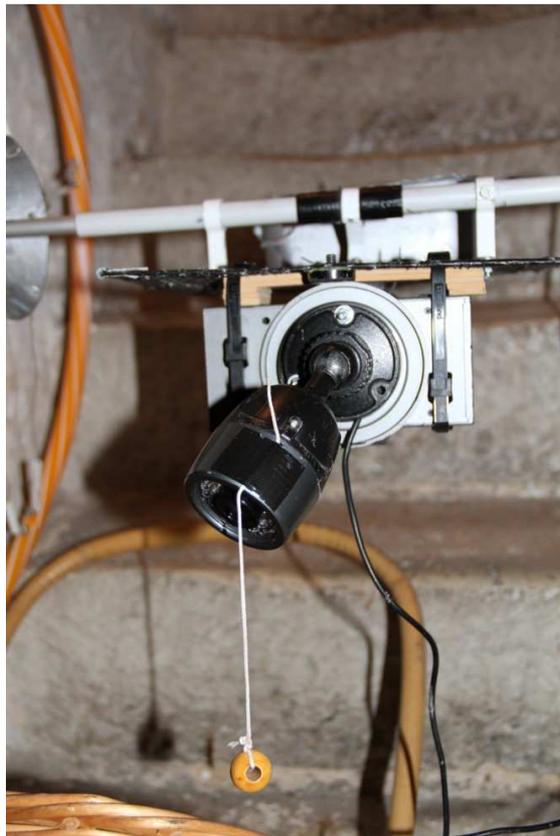
La masse de la configuration 3-6 est de 4010g. Cela correspondrait sur Mars à un véhicule de 10,58 kg



***Les 4 lampes du VRP, deux éclairant vers le haut et deux éclairant vers le bas. Les lampes sont montées sur une réglette métallique déformable qui permet de les orienter. On voit aussi sur l'image de droite le « fil à plomb » accroché à la Hazcam. Comme la caméra montée sur le système Beskor balaye en un mouvement conique de + ou - 170° le champ, il peut être difficile en observant le moniteur de comprendre où est le haut et où est le bas. Le passage régulier de cette indication de verticale dans le champ permet de mieux se resituer. L'angle du cône de balayage est défini par l'inclinaison de la caméra sur son support rotulé. La caméra a un champ de 75° (largeur de champ « horizontale »)***



*Vue rapprochée de la platine centrale avec au dessus le boîtier du système d'émission vidéo et en dessous le système de balayage angulaire Bescor sur lequel est accrochée la Hazcam Sygonix par l'intermédiaire d'un pied rotulé qui permet son orientation.*



*L'ensemble Bescor Hazcam est fixé sur la platine centrale par des T raps avec insertion d'une cale entre le Bescor et la platine*



*La fixation de la Hazcam Sygonix sur le système de balayage Bescor*



*La face des commandes du système de balayage angulaire Bescor. L'angle est réglé sur 340° (balayage alternatif + ou - 170°). La vitesse angulaire (non ajustable) est de 8 °/s. Le bouton de commande est sur on.*

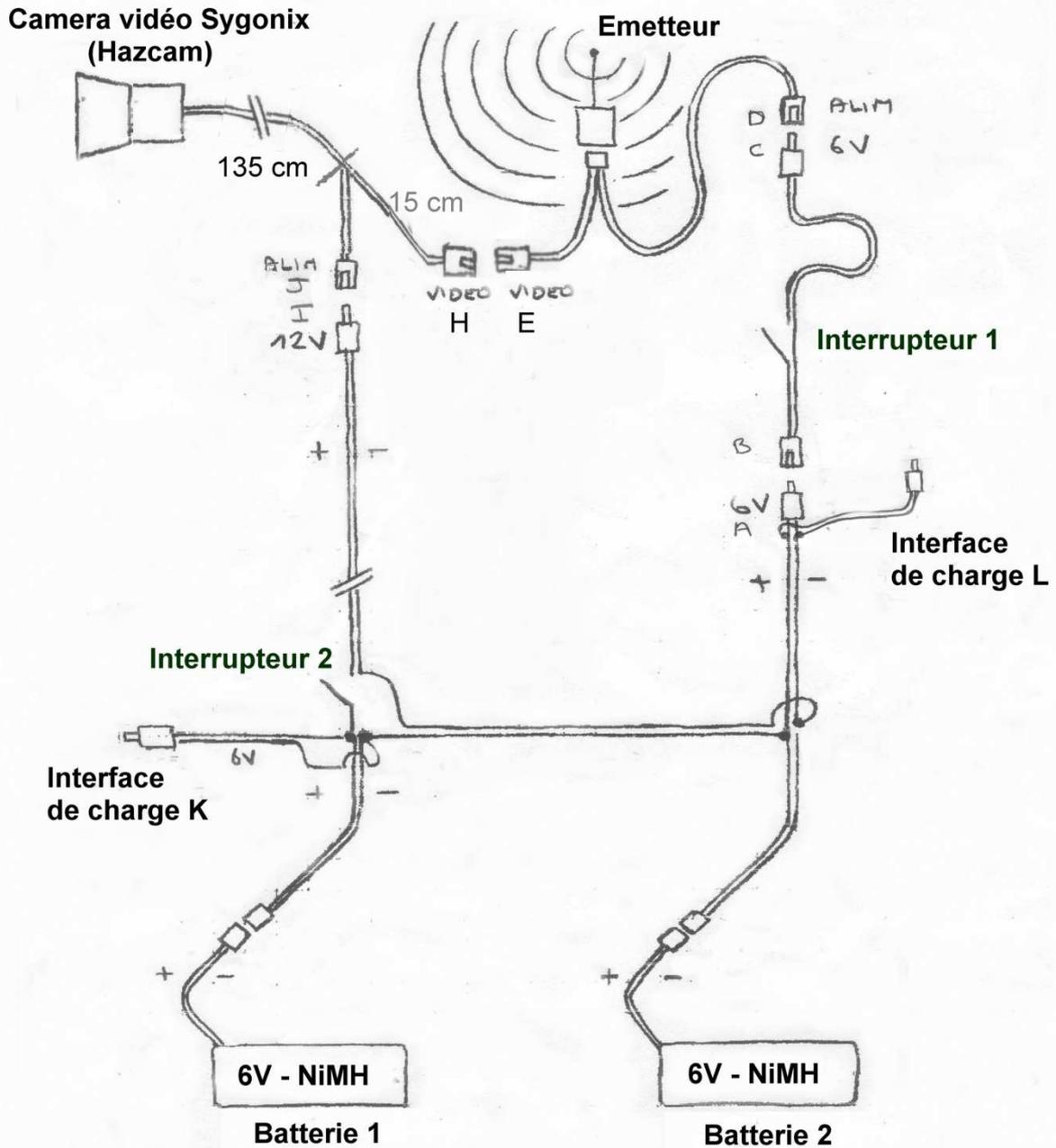


*Le Bescor est alimenté par 4 batteries AA accessibles par une trappe*



*Le boîtier d'émission vidéo sans son couvercle vu du côté des deux interrupteurs*

# Diagramme électrique du boîtier émetteur du VRP

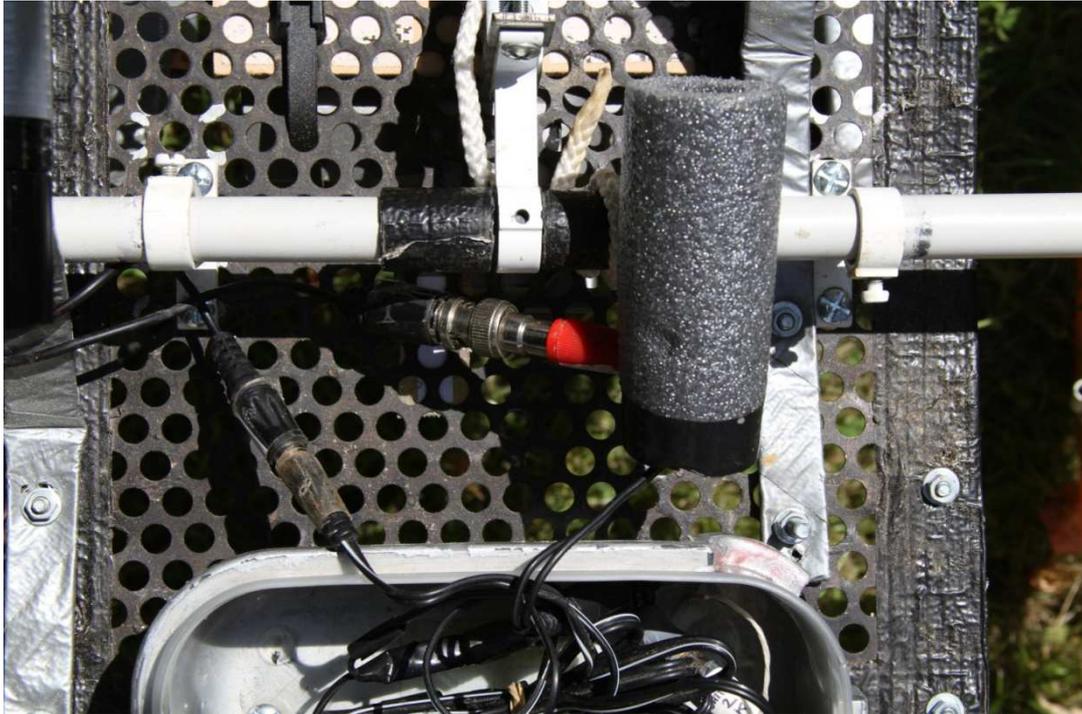




*L'intérieur du boîtier d'émission avec les batteries en position latérale. L'émetteur est protégé dans un manchon de mousse. Les interrupteurs sont sur la face en bas de l'image.*



*Le boîtier sans l'émetteur*

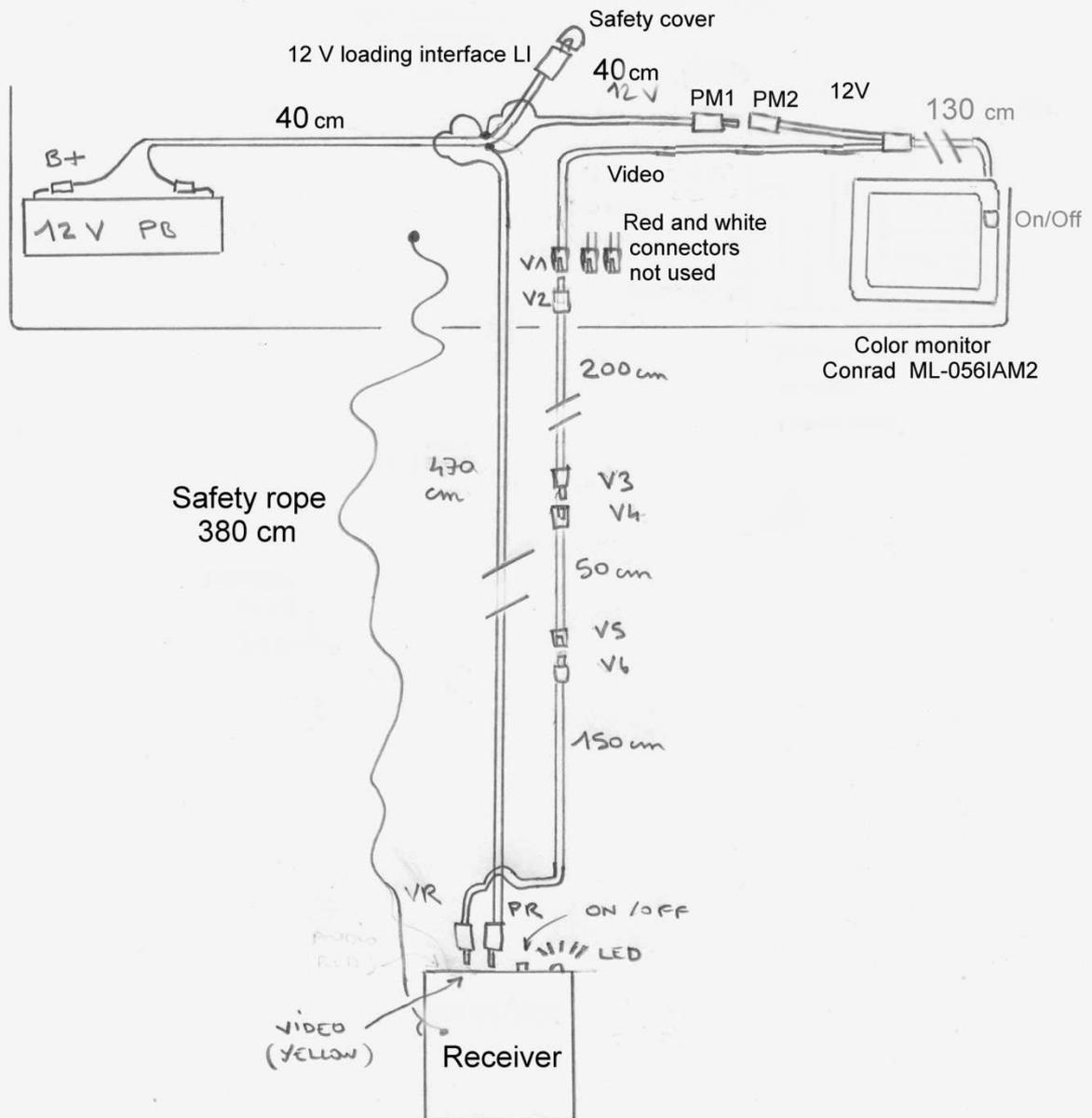


*Les deux connexions de la caméra à l'émetteur (vidéo) et au 12 V d'alimentation*



**Le boîtier de réception et ses différents éléments**

## Reception box electrical diagram



### 2 Mise en œuvre

Les principales étapes de la mise en œuvre sont les suivantes :

- Accrochage du dérouleur au mousqueton de la tige d'accrochage du véhicule (tige anti lacet)
- Mise en place des anti roulis



*Crochet de verouillage des anti roulis*



- Planté du pieu d'assurance
- Mise des deux interrupteurs du boîtier d'émission sur on
- Mise du Bescor sur on
- Ouverture du boîtier de réception



*L'intérieur du boîtier réception avec le moniteur à gauche et le récepteur à droite*



***Une fois le récepteur ôté on voit la batterie 12V***

-Branchement du 12V sur le moniteur du boîtier de réception (le connecteur est normalement débranché car le moniteur consomme de l'électricité même sur off)

-Mise en route du moniteur (bouton M/Ø)

-Mise du récepteur sur on : le voyant vert s'allume et l'image envoyée par la Hazcam du véhicule doit apparaître.



-Envoi du véhicule dans la pente. Si la configuration du terrain l'exige, le récepteur peut être envoyé dans la pente ; il peut être éloigné jusqu'à 3,8 m du boîtier de réception comme le permet la longueur des fils et d'une cordelette de sécurité. Il faut en effet que le récepteur reste en vue quasi

directe de l'émetteur une couche de terre ou de rocs s'interposant entre les deux bloque le signal vidéo.

-La descente du véhicule peut être stoppée en assurant la corde sur le pieu d'assurance.

-La corde est marquée tous les m par un trait noir et une étiquette indique la distance en clair tous les 5 m. Cela permet de mesurer la distance de descente du véhicule, la composante verticale étant en générale estimée. Compte tenu de la longueur exacte de la tige d'accrochage et de sa corde coté véhicule, une correction, a priori négligeable, de -7 cm est à effectuer par rapport aux indications sur la corde pour avoir la position de l'axe du véhicule.