

Les simulations sur Terre



Doc APM



www.planete-mars.com

Docs NASA

Les Mars Society

Associations à but non lucratif visant à promouvoir l'exploration de Mars en particulier par l'homme

Mars Society US

créée en 1998 par R. Zubrin

Association Planète Mars

Créée en 1999 par R. Heidmann

Environ 140 membres

Site: planete-mars.com

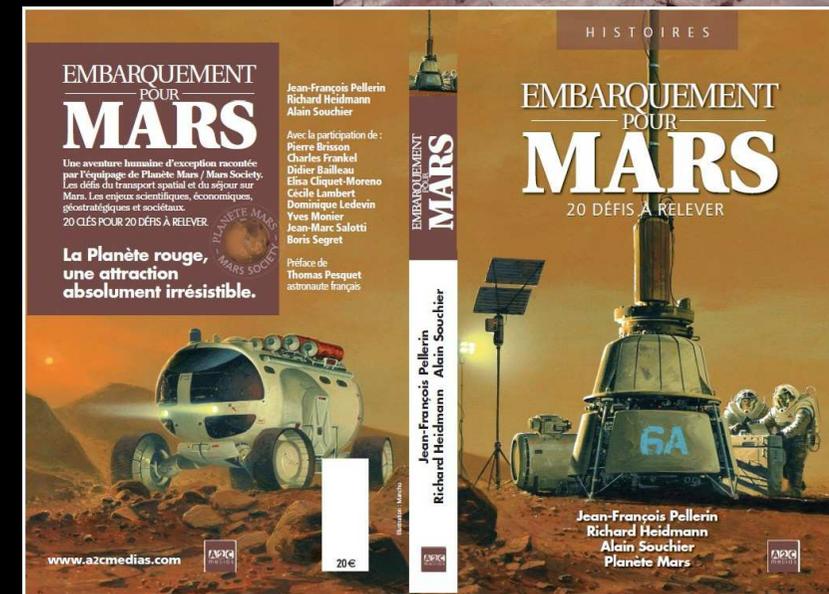
Autres associations européennes

Allemagne, Pays Bas, Suisse, UK, Italie, Pologne, Belgique, Autriche

Les modes d'action sont de type promotion (conférences, articles, livres – « **Embarquement pour Mars** » en 2013 et nouvelle édition en 2015 chez **A2C Médias** -, TV) mais si opportunité des actions plus concrètes sont entreprises en particulier dans le domaine de **la simulation**



Docs APM



Cette vue, sans trucages, est prise sur Terre. C'est une simulation.

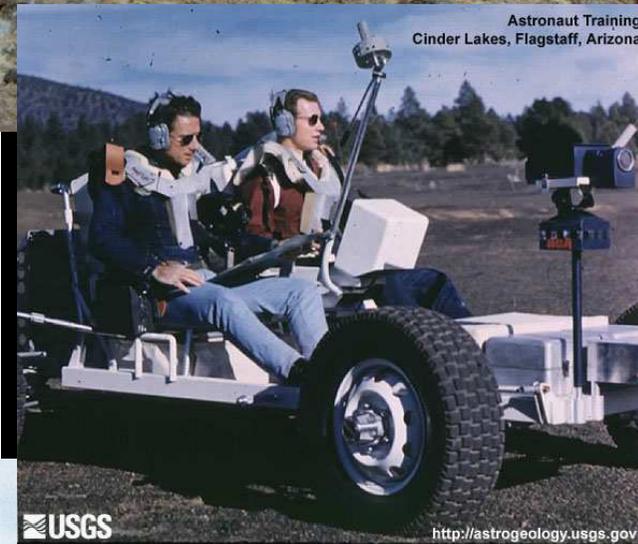
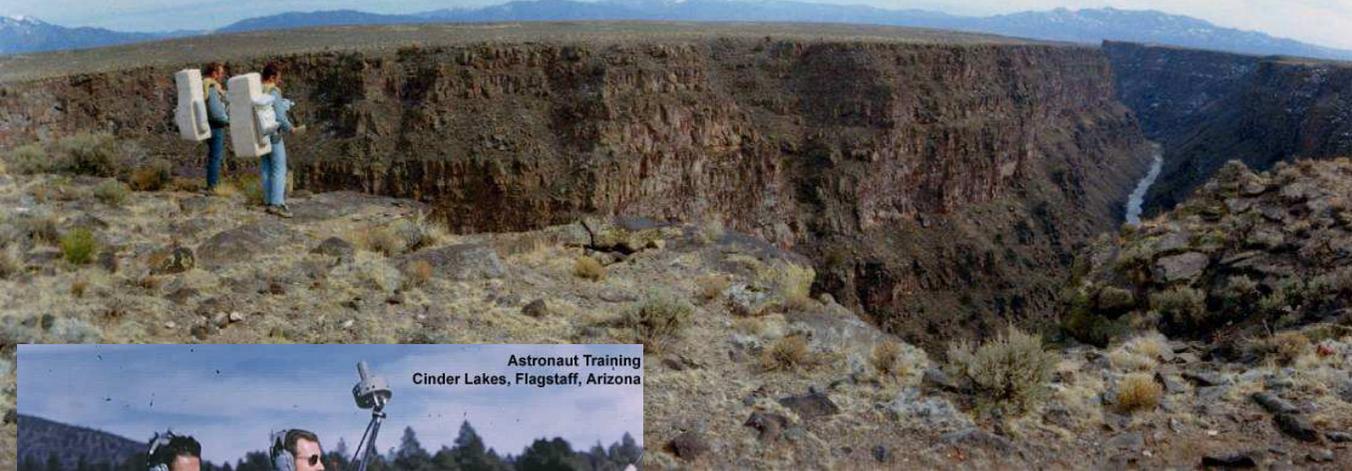


Doc APM



Déjà à l'époque du programme Apollo...

Mais c'était pour préparer
3 jours d'exploration à 2
personnes

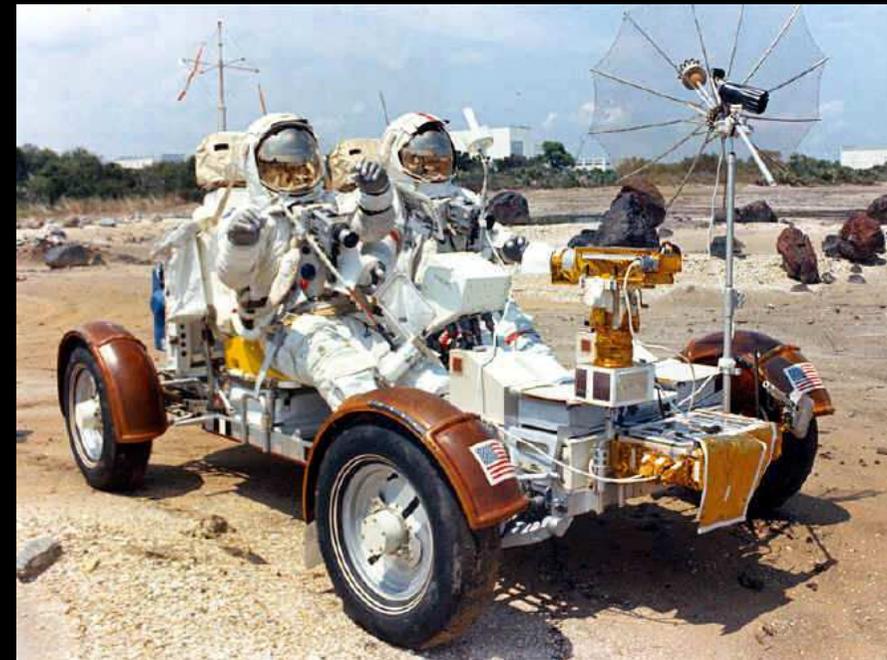


Pour Mars il faut préparer une exploration de 500 j à 6 personnes



© 2002 Museum of Northern Arizona (MNA). Photograph by Paul Long. Reused by USGS Astrogeology Research Program with permission from MNA.

Docs NASA





Doc. MDRS 43

Utah (2002)



Mars Institute

(1997)

Doc. Mars Inst.



Doc. TMS

Canada (2001)



Objectif Mars

Simulations sur Terre



Comex (2012)

Doc. Comex



NASA Arizona (2010)

Docs. NASA



NASA Floride -20m



M.A.R.S...
Pologne (2017)

Doc. M.A.R.S. Project/Space Is More/Jan Popowski



Mars 500

Russie (2007 2011)

MARS-500 FLIGHT SIMULATION ACTIVITY
1 — "LANDING MODULE" TO SIMULATE CREW ACTIVITIES ON THE MARTIAN SOIL; 2 — EXPERIMENT MODULE; 3 — HABITATION MODULE COMPLETE WITH CREW CABINS, BATHROOM, GALLEY AND MASTER CONTROL ROOM; 4 — GREENHOUSE, FOODSTUFFS, CLOTHING, ETC. STORAGE AREAS; 5 — SIMULATED MARS ENVIRONMENT



Hawaiï HI-SEAS (2013)

Un an 2015-16

Doc. HI-SEAS



ÖWF (2011 - 12-13)

Doc. APM



Doc. IPEV

Concordia

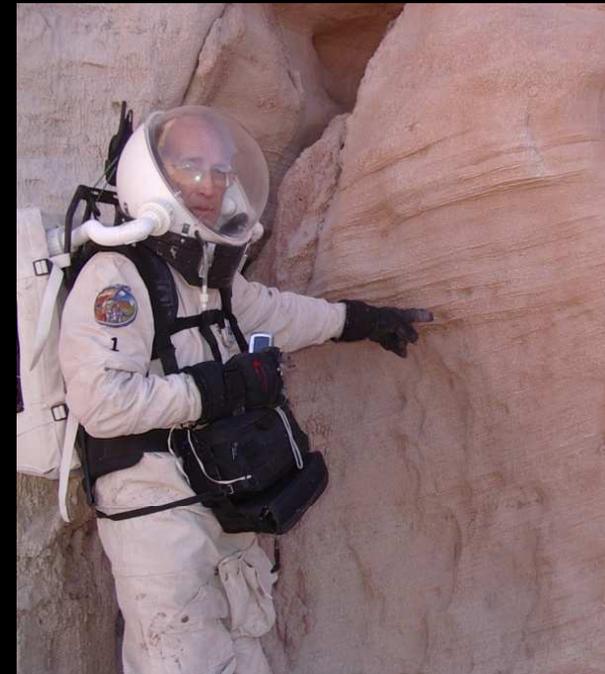
Antarctique

Préparation, entraînement et simulation

Les installations de simulation permettent à des équipages d'opérer dans des conditions proches de celles d'une installation sur une autre planète

... mais la simulation n'est jamais à 100%

Trois domaines: activité sur le terrain/l'habitat et la vie à bord/le support de mission à « Terre » et ses relations avec l'équipage



Ce qui peut être expérimenté plus précisément:

- Adaptation des expériences scientifiques, des outils, des technologies, des méthodes aux conditions de l'exploration planétaire
- Optimisation des stratégies d'exploration (avec soft et hardwares correspondants)
- Facteurs humains, dynamique de groupe
- Organisation (comment combiner efficacement la vie de l'équipage et les activités dans des domaines multidisciplinaires)
- Et un jour...l'entraînement des équipages



Haughton Mars Project

Initié dès 1997 par Pascal Lee du NASA Ames Research Center



Implantation de l'habitat F-MARS de la Mars Society à proximité



Docs. NASA/JPL/Haughton Project/Mars Institute

Simulation d'utilisation d'un rover pressurisé



Localisation des habitats de la Mars Society

FMARS – cratère météoritique Haughton - Devon island - Permafrost



Docs. DR



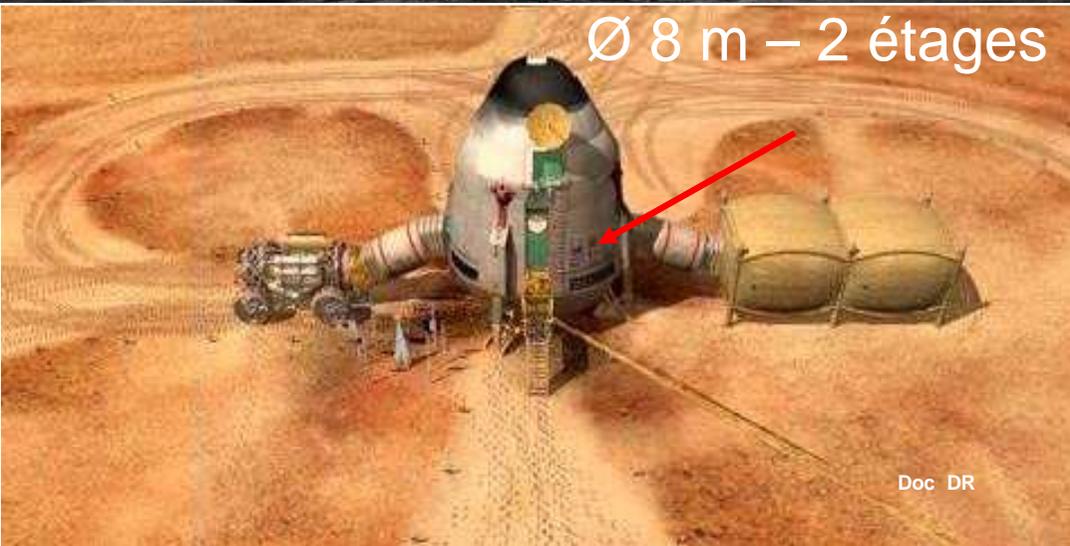
MDRS – Désert de l'Utah – ancienne mer jurassique



Doc. APM

L'installation MDRS de l'Utah

Lien satellite avec la « Terre »
Messages lus après 5 mn

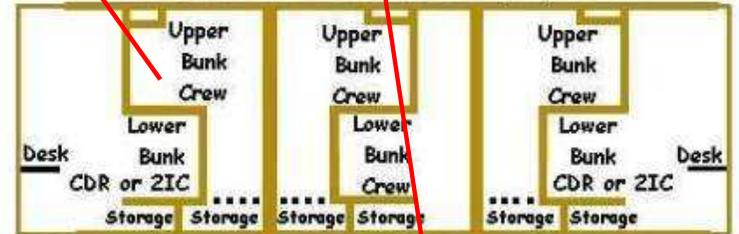


MDRS: aménagement interne

Docs. APM

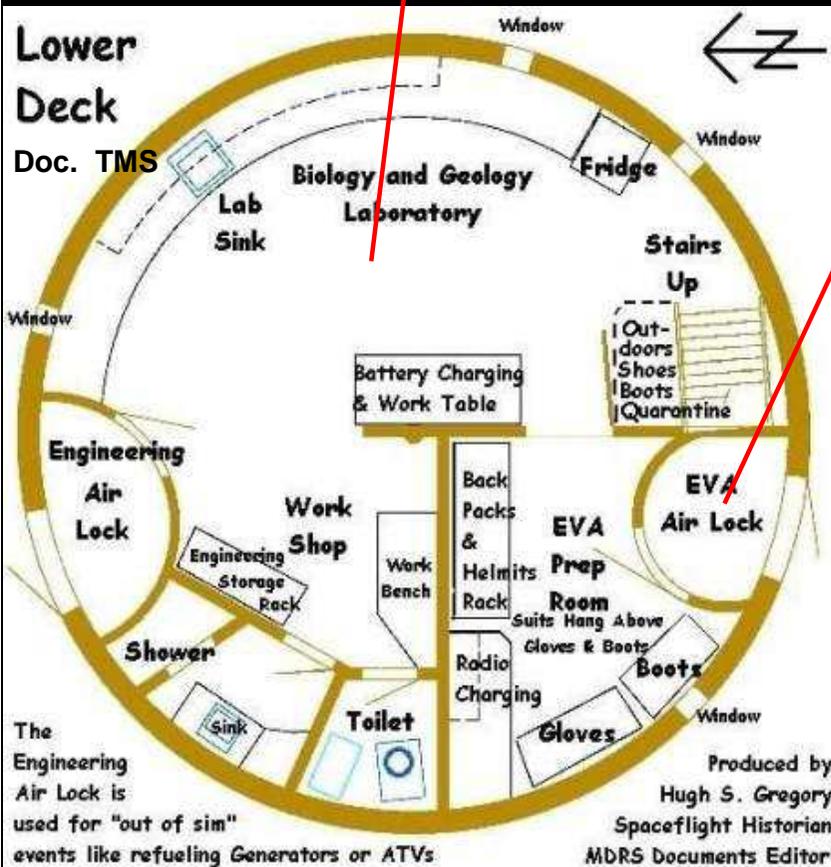


Upper Bunk Rooms Have A 14" Raised Deck Starting 6 Feet Inside Door To Form Their Storage Space

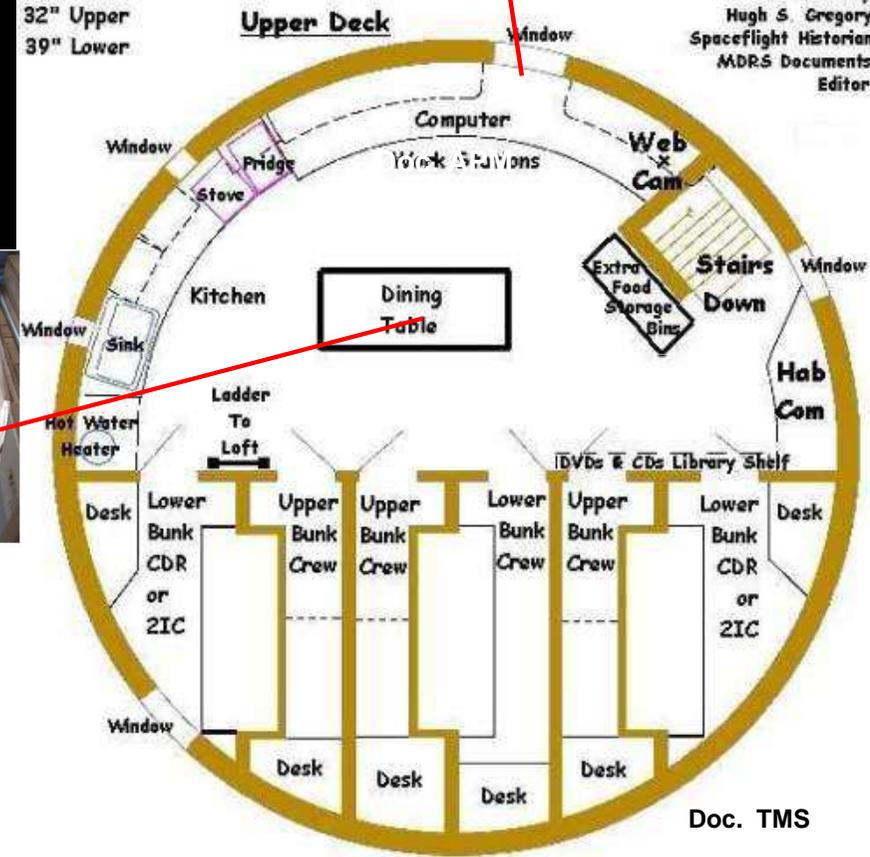


Head Room Lower Bunk Rooms Have 14" Storage Space Under Their Bunks In Bed All Staterooms Have A Desk with 120v/60hz Electrical Power Outlet
32" Upper
39" Lower

Produced by Hugh S. Gregory Spaceflight Historian MDRS Documents Editor



Docs. APM



Doc. TMS

Opérations extérieures en scaphandre



3 mn de décompression dans le sas



Communications
par radio



Gants épais

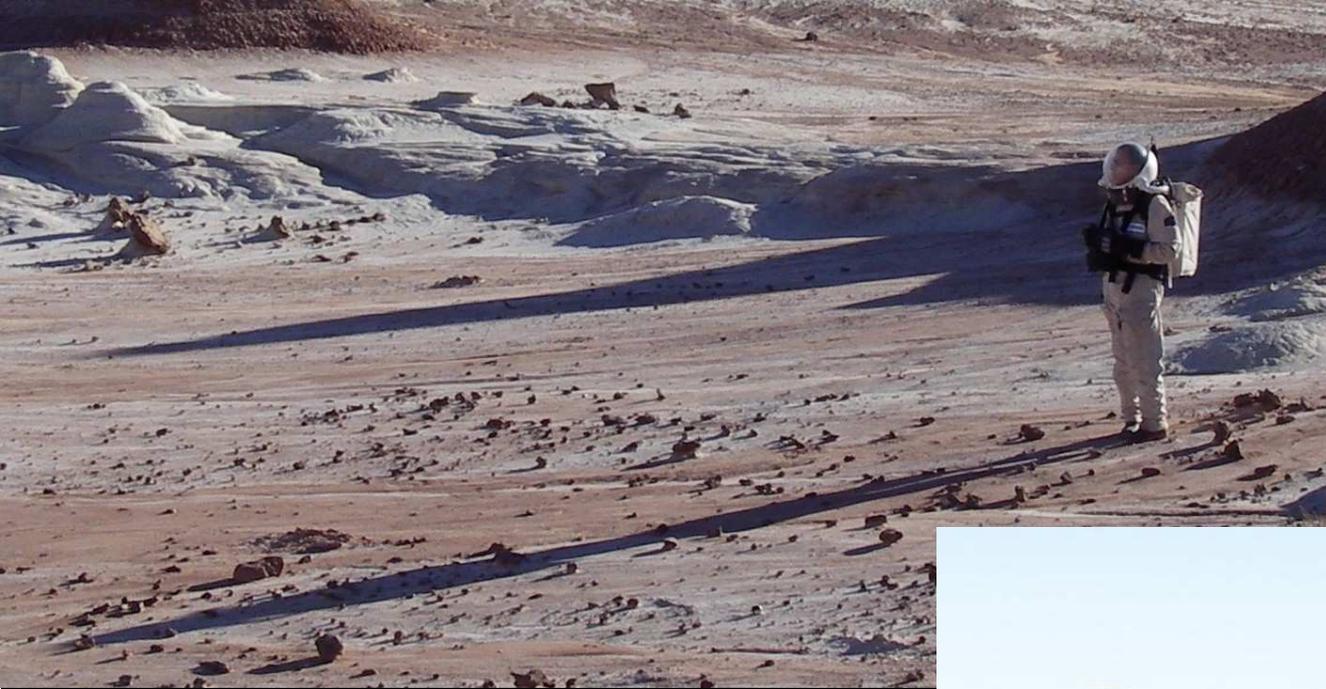
Fidélité de la simulation pour les EVAs

Param/ops	Mars	Similitudes MDRS	Différences MDRS
Habillage	Les vérifications manuelles ou automatiques seront bien plus poussées sur Mars	Les durées d'habillage et déshabillage visées pour les futurs scaphandres sont les mêmes que celles observées dans MDRS	Temps d'habillage court (30 mn) comparé à Apollo ou ISS . Courte durée pour le déshabillage (20 mn)
	Essai d'étanchéité		No leak test
	Test radio	Test radio	
	Test ECSS	Vérification limitée à la ventilation	Pas d'ECSS dans le pack dorsal
	Pas de respiration préalable d'oxygène (Les pressions du Hab et du scaphandre sont supposées compatibles avec une sortie rapide)	Pas de respiration préalable d'oxygène	
Airlock	Dépressurisation du sas	3 mn de dépressurisation	Seule la durée est simulée; pas de pompes
Gravity	0.38g	Scaphandre léger + poids du corps sous 1g = scaphandre + poids du corps sur Mars	Différence d'inertie (230 kg sur Mars, 95 kg dans l'Utah)
Pression interne	0.25 b	Une certaine raideur liée à l'épaisseur des gants;	Pas de pression interne; pas de raideur liée à la pression interne; efforts moins élevés que dans un vrai scaphandre
Véhicules pour EVA	Config à définir pour rovers non pressurisés : 1 siège; 2 sièges. Probablement des moteurs électriques	Véhicules individuels sans habitacles	Les véhicules sont des quads à moteurs à essence et pneus; la maintenance est différente de celle des véhicules martiens
Autonomie en EVA	5-7 heures	Semblable (limitée par la batterie du ventilateur)	
Radio	Liaison constante	Radio	Radio on quand bouton transmission activé
Management des poussières	Poussière fine: toxicité à définir; mesures de nettoyage rigoureuses au retour au Hab ou configurations anti poussière (scaphandres restant à l'extérieur connecté au sas)	Poussière quand il fait sec	Poussière non critique pour les scaphandres, les joints du sas, le Hab. Boue quand la zone est humide ce qui est totalement différent de Mars.
Environnement thermique	Basses températures mais faibles échanges faibles avec l'atmosphère en raison de la faible pression		Flux thermiques probablement proches de ceux sur Mars (différences de température plus faible mais coef d'échange plus élevés)
Activités ext.	Pas d'EVA sans scaphandre !!		Pas de scaphandre pour les opé. de maintenance sur générateur, quads, Hab, serre



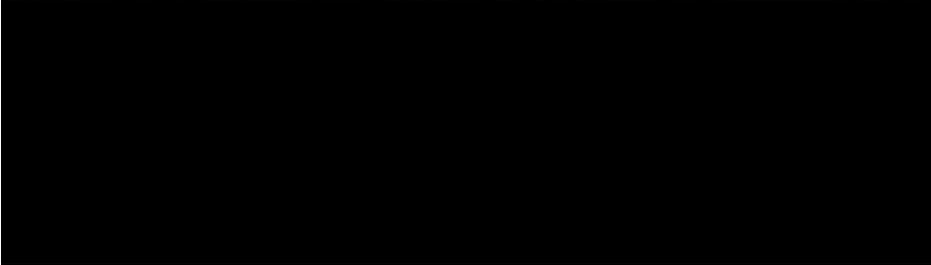
MDRS 43
2006





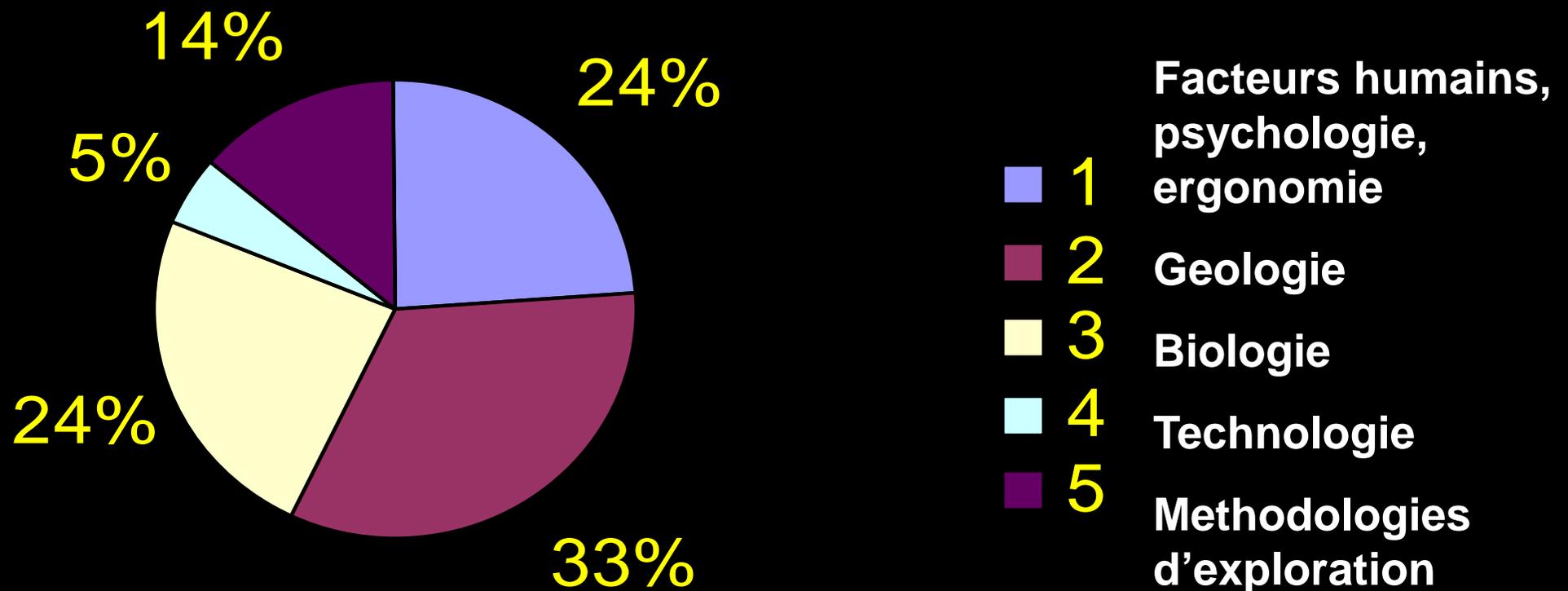
MDRS 43

Docs. APM



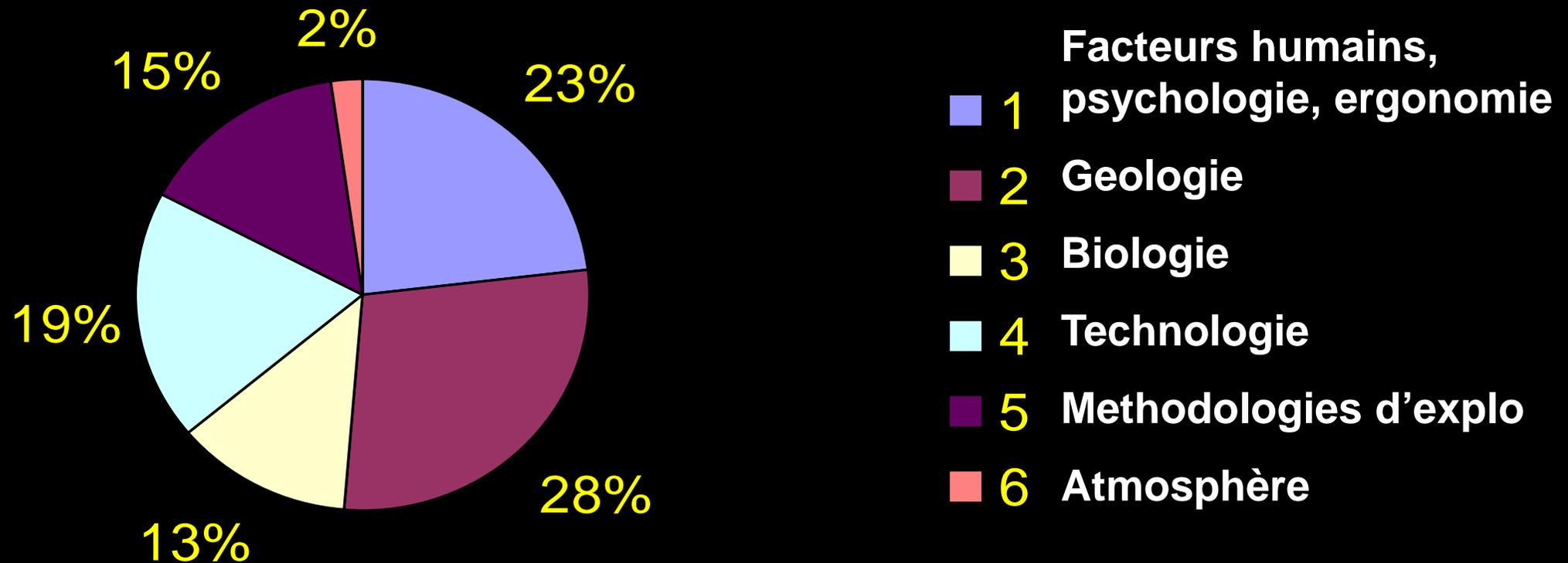
Les expériences conduites à FMARS l'été 2007 (100 j)

21 experiences



Expériences conduites à MDRS de 2002 à 2007

191 expériences



Beaucoup d'expériences correspondent à plusieurs thèmes à la fois

Optimisation de l'ergonomie des gants

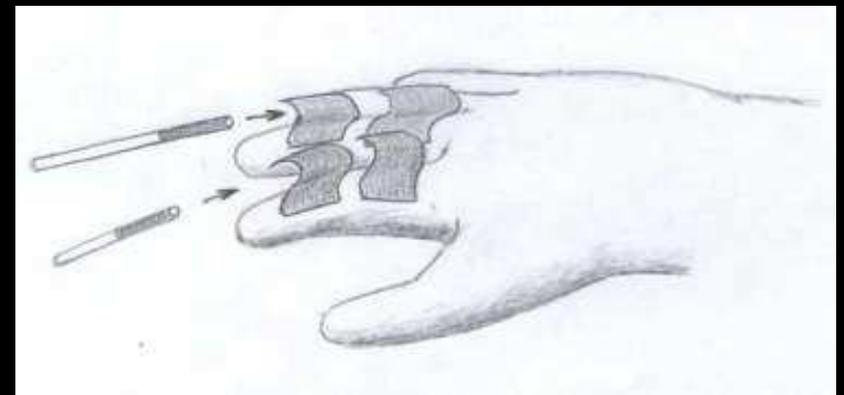
Docs APM



Etude de la configuration des aides



Prototype avec des éléments interchangeables accrochés au Velcro



Le véhicule de reconnaissance de paroi pour l'examen des pentes inaccessibles

Doc APM



Doc NASA/P. Rawling



Sous l'œil des webcams

Le briefing journalier

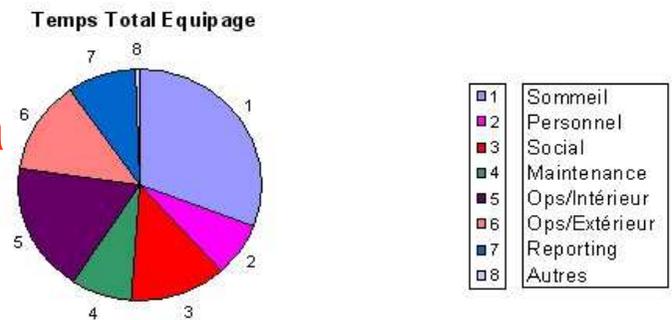


La vie dans le Hab

MDRS 43
ANALYSE DES TEMPS

Synthèse	Heures	Pourcentage
Sommeil	437,43	30,9%
Personnel	105,78	7,5%
Social	180,29	12,7%
Maintenance	115,63	8,2%
Opérations/Intérieur	255,63	18,1%
Opérations/Extérieur	185,01	13,1%
Reporting	126,96	9,0%
Autres	9,27	0,7%
Total	1416,00	100,0%

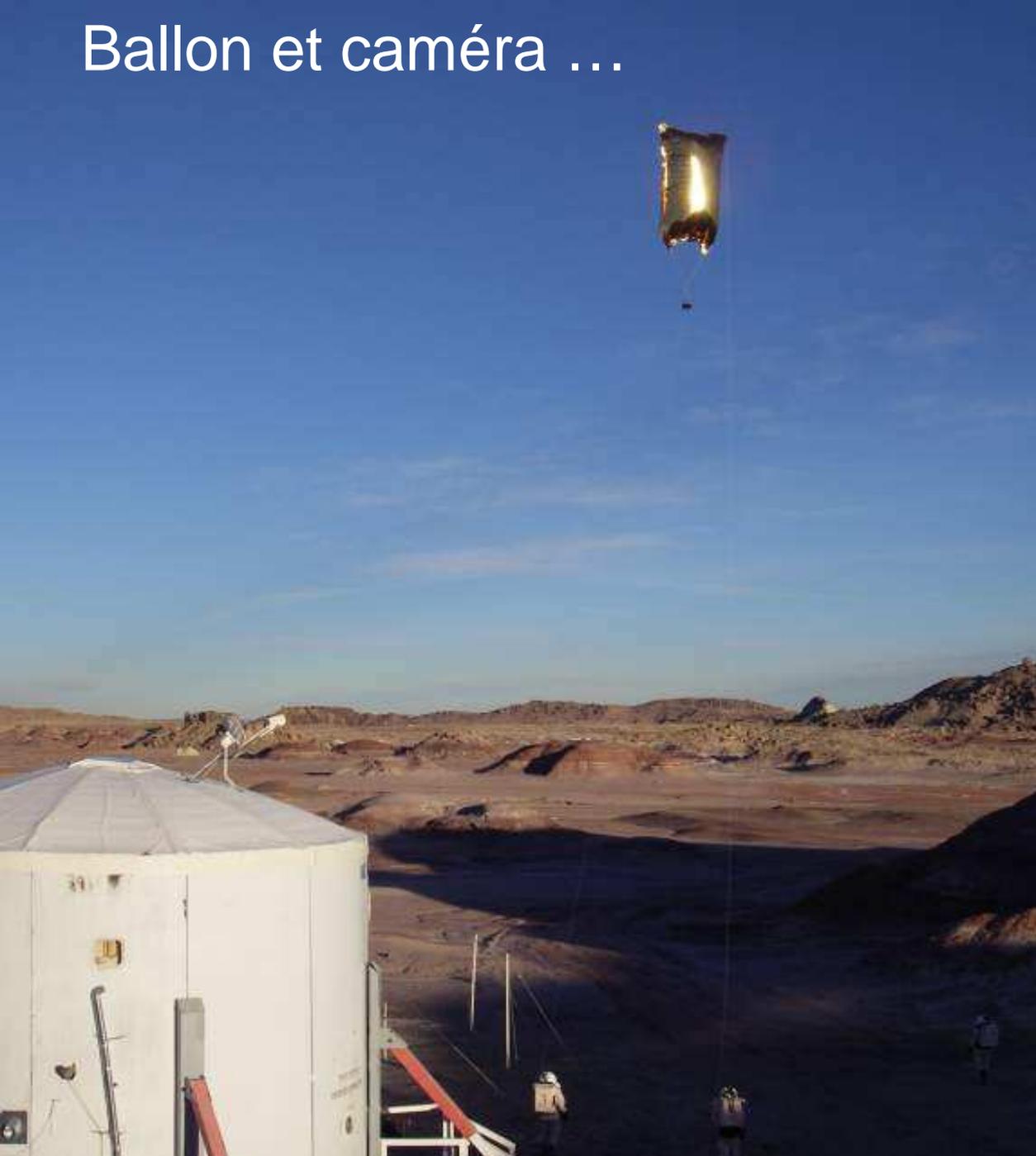
Analyse du temps passé à différentes opérations



Rapports envoyés tous les soirs à « La Terre »



Ballon et caméra ...



Docs APM



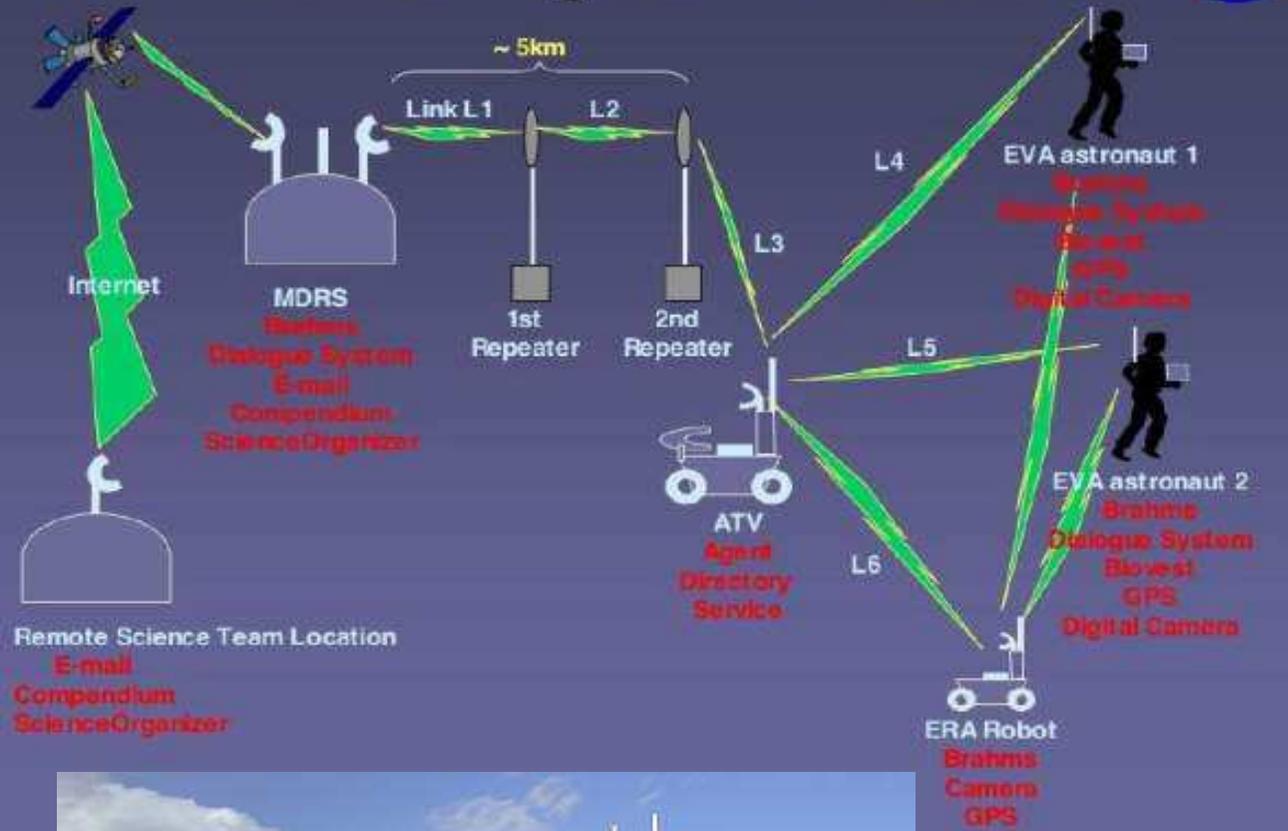
Cartographie des
sorties ou EVA

Caméra perche
pour endroits
difficiles d'accès
Examen d'une grotte

Docs APM

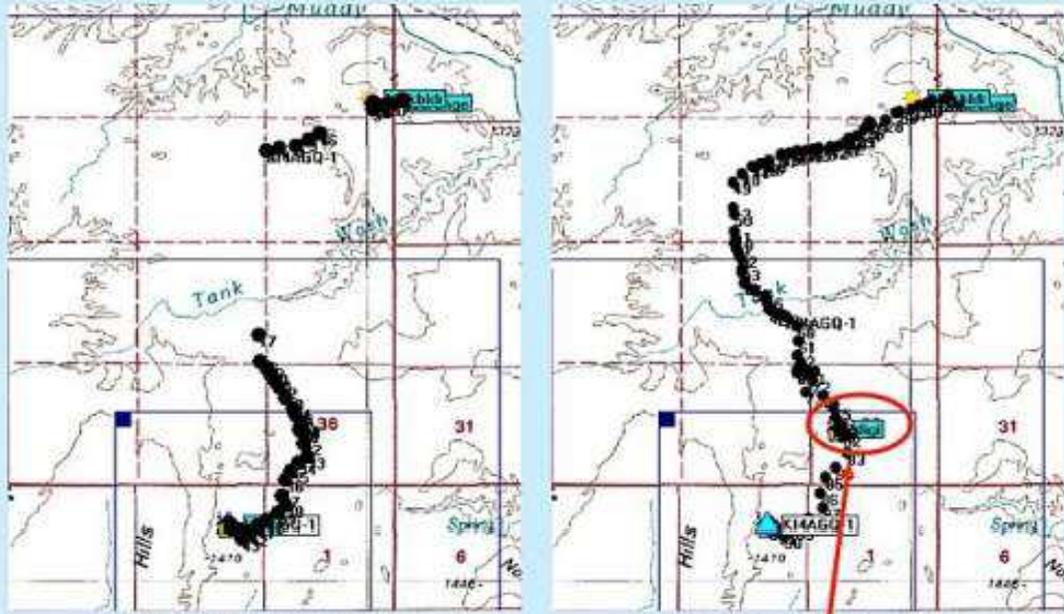


Mobile Agents at MDRS



Méthodologies d'exploration et technologies: l'homme, l'ordinateur et le rover en réseau





APRS Direct Coverage

APRS w/Digipeater Coverage

Méthodologies d'exploration et technologies: utilisation de ballons pour localisation et communication en EVA ou pour mesures

Placing a digipeater on the EVA path greatly enhance radio communications coverage with minimal crew effort.





La station arctique F-MARS



4 mois de simulation
en 2007

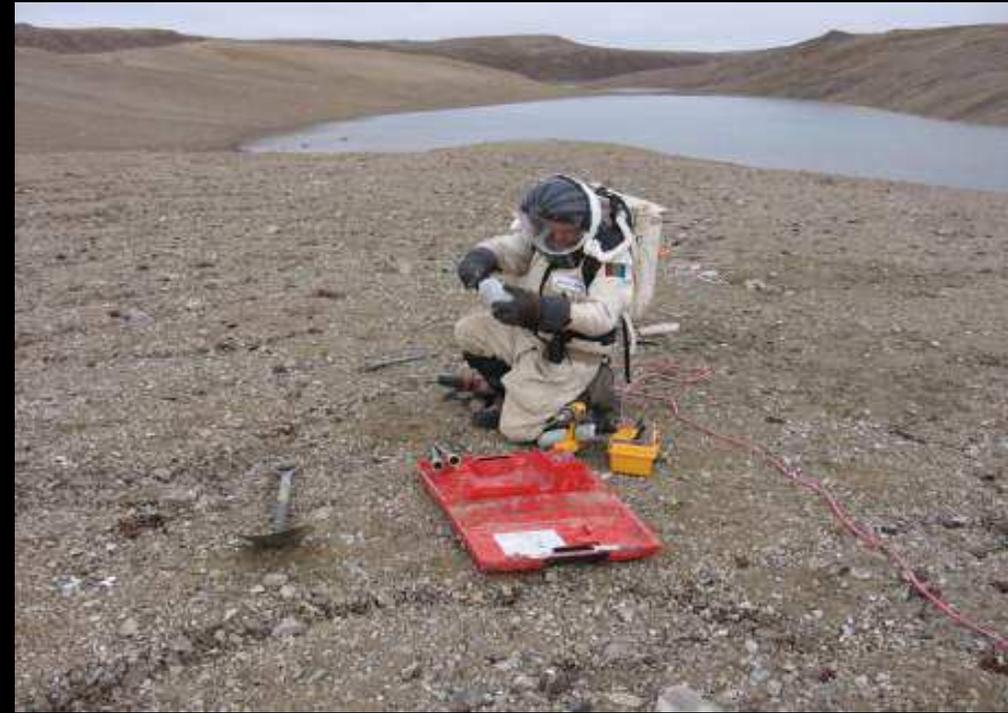
Avec 37 jours en
durée de jour
martienne (24h 40
mn)



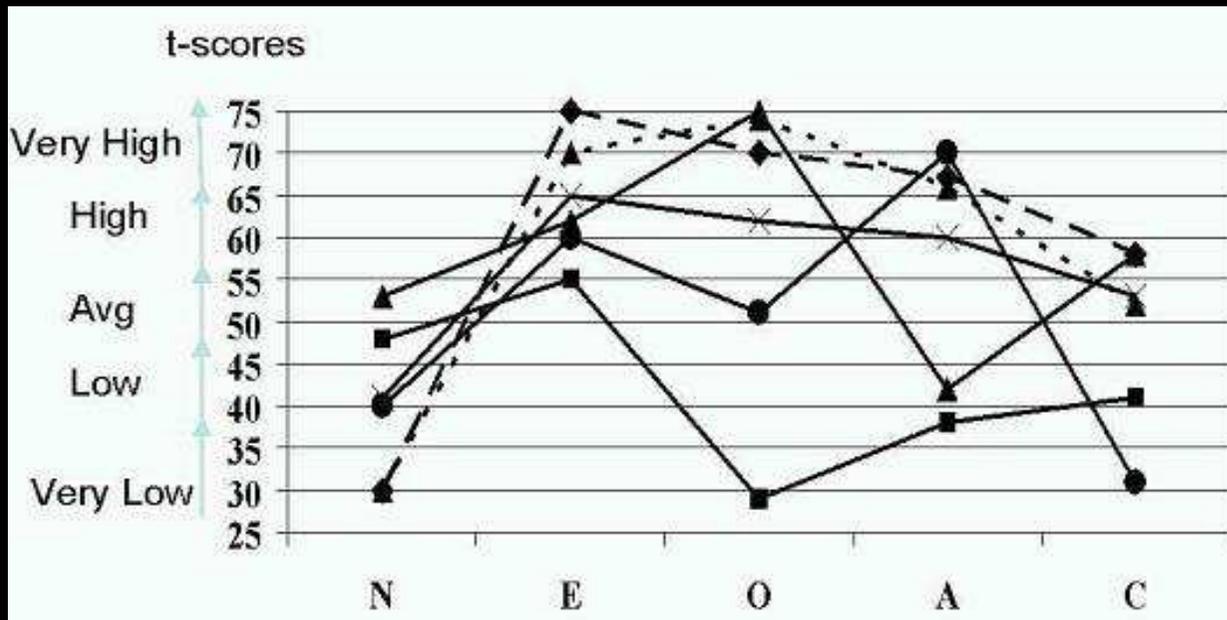


F-Mars 2007

Recherche sur l'activité
biologique en sous sol:
relation avec le réchauffement
en été



Docs. TMS

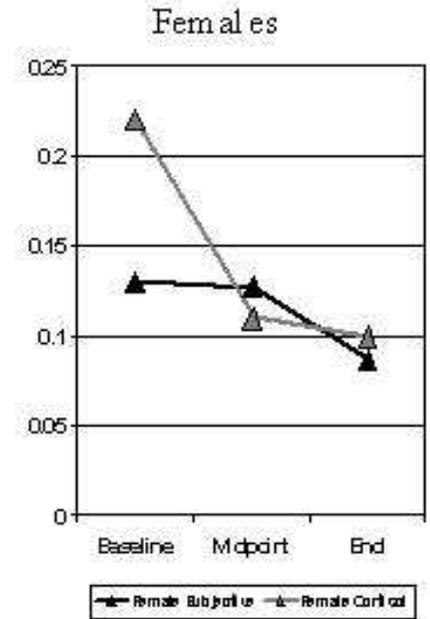
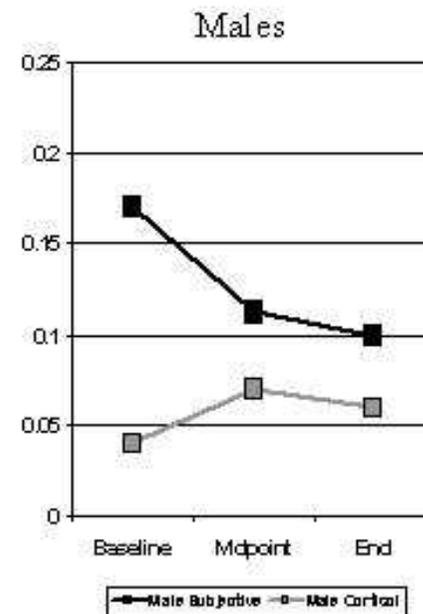


Psychologie de l'équipage et comportement de groupe

Docs. S. Bishop

Chaque membre de l'équipage est caractérisé avant la mission (névrose, Extraversion, ouverture, caractère agréable, consciencieux).

Exemples de paramètres mesurés: Le stress réel à partir de mesure de cortisol dans la salive et le stress perçu par la personne. Comparaison entre un équipage 100% hommes et 100% femmes.



2016: MDRS 164 – 100% ISAE Supaéro

Avec soutien de l'association Planète Mars; après une mission préparatoire à 2 en 2015



Mohammad
Iranmanesh

Jérémy
Rabineau

Arthur
Lillo

Louis
Maller

Camille
Gontier

Mehdi
Scoubeau

MDRS 164 – Les expériences

Utilisation du Véhicule de Reconnaissance de Paroi de l'association Planète Mars pour envoyer de l'instrumentation le long de parois et pentes inaccessibles pour un expérimentateur en scaphandre



Expérimentation de lunettes connectées EMUI de la société Optinvent



Evaluation des moments d'inattention en sortie extra véhiculaires EVA



Système d'enregistrement de paramètres en sortie extravéhiculaire EVA

Etude de l'opacité de l'atmosphère

Utilisation d'une tablette « assistant personnel pour astronaute » du Cadmos qui sera utilisée lors de la mission de Thomas Pesquet dans l'ISS pour le suivi médical et nutritionnel de l'astronaute



Utilisation du rover NorCal



2016-17: MDRS 172

2 élèves de l'INSA Toulouse avec soutien de l'association Planète Mars



Radar de sondage de sous sol



2017: MDRS 175

Une nouvelle équipe Supaéro soutenues par APM



Docs. MDRS 164/175

Et fin 2017 une mission MDRS avec un scaphandre pressurisable réalisé en projet PSC Polytechnique



Réalisation, en dépannage d'une pièce opérationnelle en impression 3 D (filtre de pompe à eau)



Docs. A. Souchier

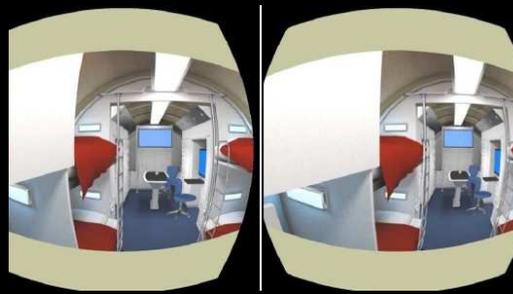
V-ERAS

Le simulateur virtuel de la Mars Society italienne

Participation aux simulations ÖWF

Une simulation dédiée du 6 au 14 décembre 2014 à Madonna di Campiglio
Cdt Alexandre Mangeot

Docs. Mars Society Italie



Un habitat virtuel



Simulateur de marche martienne dans un paysage virtuel



Un rover



Système de suivi des mouvements

Illustration d'un centre d'entraînement V-ERAS avec 4 astronautes en sortie virtuelle



Experiment	
HABITAT	ERAS Habitat Design Review. For this first rotation, the ERAS habitat design was still be in a prototyping stage. The Crew feedback has been instrumental for the definition of a more refined design.
V-ERAS STATION	Feedback on current V-ERAS station design
COMMUNICATION	Audio and video communication setup and test
HEALTH MON	Crew health monitoring
TELEMEDICINE	Simulated telemedical support session
ATV DESIGN	Virtual Reality based design of an ATV vehicle
SIM / EVA	Simulation Scenarios / EVA missions.
REDUCED GRAVITY	Experimentations have been made on simulating Martian reduced gravity environments via extensions of the Motivity omnidirectional treadmill called MotiGravity
ANALOG SPACE SUIT	A set of technical tests aiming at assessing the use of an analog space suit during the virtual simulation.
TELEOPERATION	Human performance in teleoperation of rover-style robot
HUMAN FACTORS ANALYSIS	The Human Factors discipline was integrated and evaluated during the simulation. In particular, human factors were approached in this context as the element of influence between the system and the user to support maximum well-being and system performance.

Les simulations de l'ÖWF (Forum spatial autrichien)



Rio Tinto 15-30 avril 2011

Experiences:

Aouda.X (ÖWF, ESA, CSEM / CH, Univ. of Manchester/UK)

Rovers Phileas et Dignity (ÖWF, Object Tracker/A, ESA/ ESTEC, White Label Space / NL)

Prototype Eurobot (ESA, Thales Alenia Space/I)

Geophysique (Univ. Innsbruck, Univ. Budapest, TU Wien, ESA/ESTEC, CAB-INTA/Sp) & **YETI** (BRG Lilienfeld)

LTMS (ESA) & **Traingrid** (Emxys/Sp)

Docs. ÖWF



Eurobot



Scaphandre Aouda

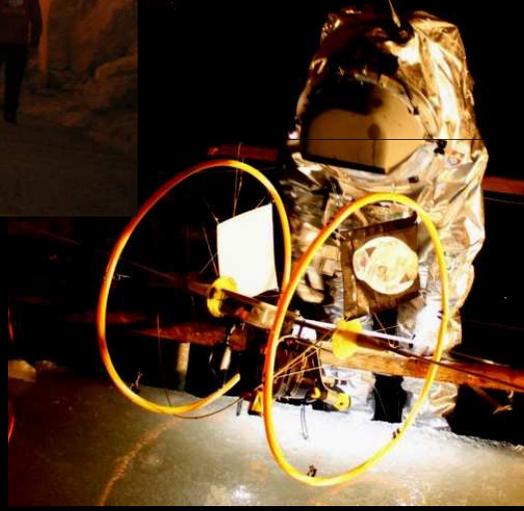


Centre de contrôle de mission à Innsbruck

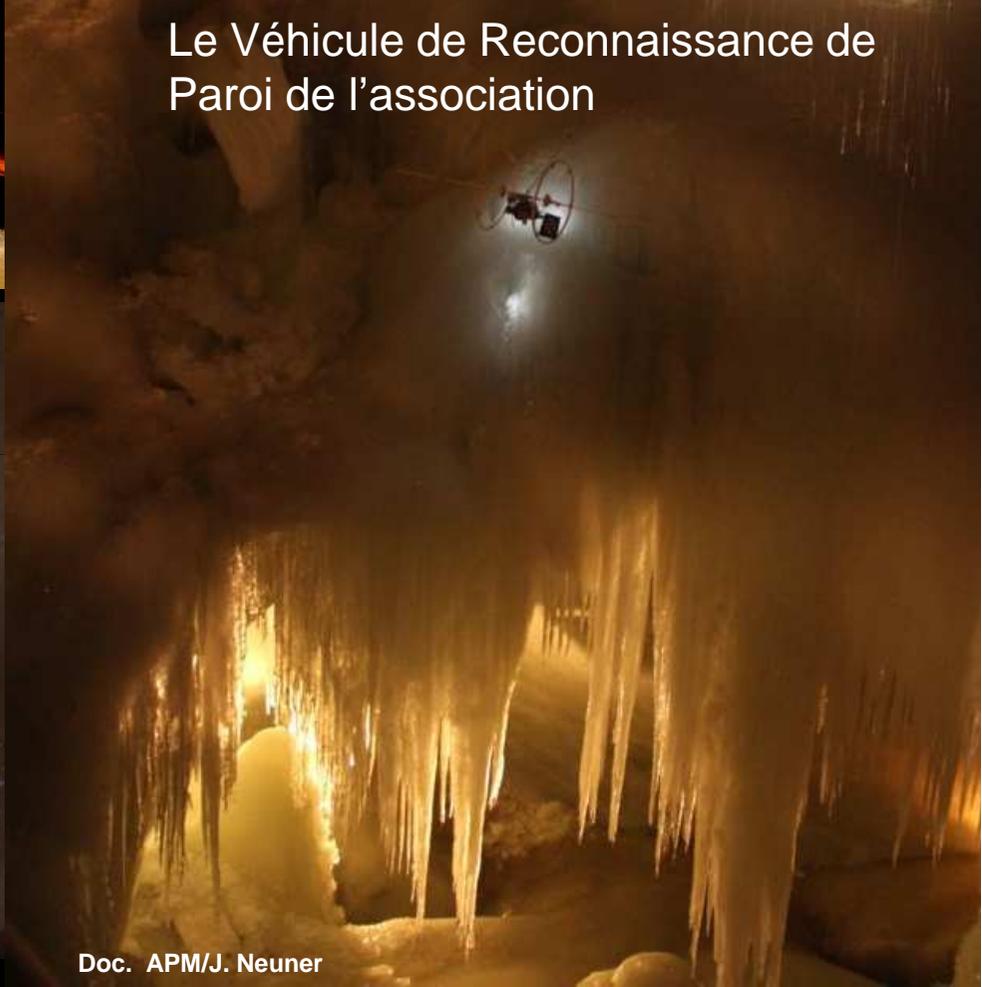
Simulation d'exploration de grottes martiennes organisée par le forum spatial autrichien ÖWF (Dachstein – 26/4 au 1/5/2012)



Docs. APM



Le Véhicule de Reconnaissance de Paroi de l'association



Doc. APM/J. Neuner



Simulation d'exploration martienne Mars2013

organisée par le forum spatial autrichien (ÖWF)

<http://www.oewf.org/cms/english.phtml>

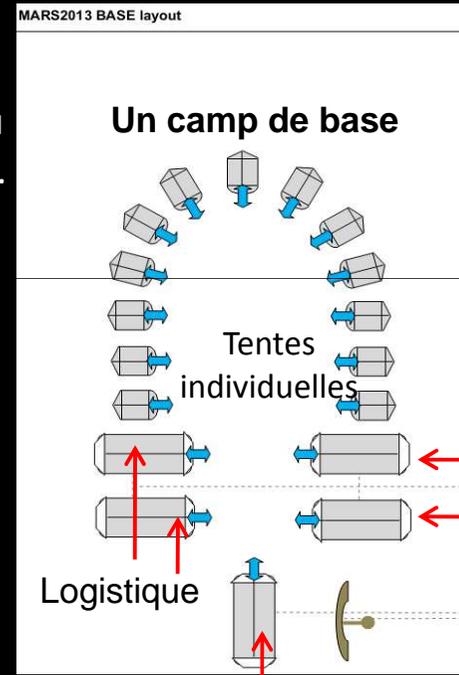


Une préparation et une logistique lourdes



Gernot Grömer (au centre), président de l'ÖWF, présente le scaphandre Aouda au Ministre de l'Éducation et de la Recherche Scientifique du Maroc, M. Lahcen Daoudi (à gauche). A droite l'Ambassadeur d'Autriche au Maroc, M. Angerholzer. (Doc. Gernot Grömer)

Docs. OeWF



Atelier/préparation des expériences

Repas/réunions



Docs. APM



Loading of the shipping container 28Dec2012.



Tests du matériel pour affronter les nuits du désert à 2°C

Operations/habillage scaphandres



Expédition des matériels au Maroc par l'ÖWF



La logistique

Le camp de base



Le site – Analogies martiennes

Docs. APM



La zone des Kess Kess – volcans fossiles sous marins de boue datant du Devonien (-416 à - 359 millions d'années)

17 partenaires scientifiques
23 pays

Doc. OeWF/K. Zanella Kux



Volcans de boue (?) sur Mars

Doc. NASA/JPL-Caltech



Dust devil ...

Doc. NAS/JPL-Caltech

comme sur Mars



Dunes

Les expériences

Doc. OeWF

	Expérience	Organisation	Description
Combinaison spatiale	Aouda.X Combinaison spatiale (page7) 	Forum Autrichien de l'Espace	Etude des vecteurs de contamination en environnements analogues d'exploration planétaire. Création des limitations dépendantes du régime de pression choisie lors de la simulation
	DELTA (page8)	Forum Autrichien de l'Espace	Tests de délais sur la performance des expériences et des opérations en direct par un astronaute en simulation
Sciences de la vie	COMPSTRESS (page9)	Medizinische Universität Graz, Autriche	Une étude d'environnements analogues (en isolation mais avec un cycle non continu de lumière prolongée et d'obscurité et sans hypoxia), utilisant une méthodologie et un équipement non intrusif.
	Long-term medical monitoring System LTSM (pages10)	CSEM SA, Suisse	Etendre le système actuel SENSE avec des capacités Wi-Fi fournies par le Smartphone
	MAT/SEG/MEDINC (page12)	Medizinische Universität Innsbruck, Autriche	Tests des variations physiologiques et psychologiques. Comparaison entre la transmission par satellite et celle par câble de données standard intéressantes biomédicales et environnementales en provenance de l'espace. Analogue de Mars
	Microsphere and Endospore viability assay (microEVA) (page13)	NASA/Jet Propulsion Lab, USA	Essai sur le potentiel de transfert de contamination biologique entre la combinaison d'un Astronaute et l'environnement. L'essai étudiera également comment les visiteurs affectent la vie microbiale dans l'environnement
	CRV / Cliff Reconnaissance Vehicule (page14)	Association Planète Mars, France	Tests supplémentaires du concept du rover CRV, démontrant l'amélioration du matériel et des opérations sur de hautes falaises
	Magma White Rover (page15)	ABM Space Education, Pologne	Tester un système de détection de vie par laser, un système d'image panoramique de haute résolution et un pénétrateur de sol autonome, lequel servira également comme outil de test pour une étude d'interaction homme-robot.

	Expérience	Organisation	Description
ROVER	Puli (page16)	Puli Space, Hongrie	Tests d'un rover sans-pilote, semi-autonome, quatre "whég" (wheel+leg, roue + jambe).
	Small Rovers Exploration Capabilities (SREC) (page17)	Ecole Nationale Supérieure de Cognitique, Institut Polytechnique de Bordeaux, France	Test de l'utilisation de quads très légers comme véhicules de transport sur la surface de Mars
INGENIERIE ET INFRASTRUCTURE	ERAS C3 (Page17)	Mars Society Italy	Une Simulation complète d'un système de Commande, de Contrôle et de Communication.
	Antipodes (Page18)	Kiwispace, Neuseeland	Une expérience opérationnelle, où une perte de communication entre la partie ayant atterri sur Mars et le Centre de Support de la Mission (MSC) sur "Terre" est simulée
	MarsMarokko 2013 Deployable Shelter (Page19)	Vienna University of Technology	Tester un abri portable et déployable, lequel peut être installé en cas d'urgence requérant une action immédiate
GEOSCIENCES	Geosciences (Page21)	Austrian Space Forum / University of Budapest	Expériences distantes de support en Géosciences, incluant la gestion de toutes les activités de recherche géophysique et en astrobiologie. Ceci inclut également un ensemble de techniques standard en géosciences devant être rassemblées durant l'été 2012.
	Hunveyor-4 (Page22)	Students of the Alba Regia University Centre, Hungary	Tester les concepts et principalement les équipements construits par les étudiants pour la surveillance de la météorologie locale et de nombreux paramètres environnementaux
	MEDIAN (Page23)	University College London	Démontrer la faisabilité de détection et obtenir une position de localisation de référence pour une source de méthane en utilisant les données provenant de trois petits "nano-landers."

Une des principales expériences: organisation et conduite d'une mission d'exploration

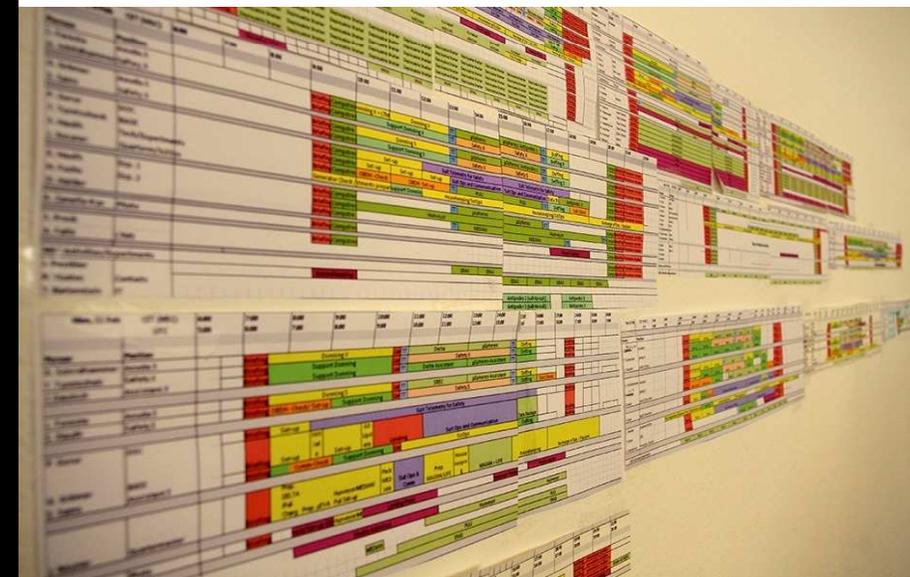
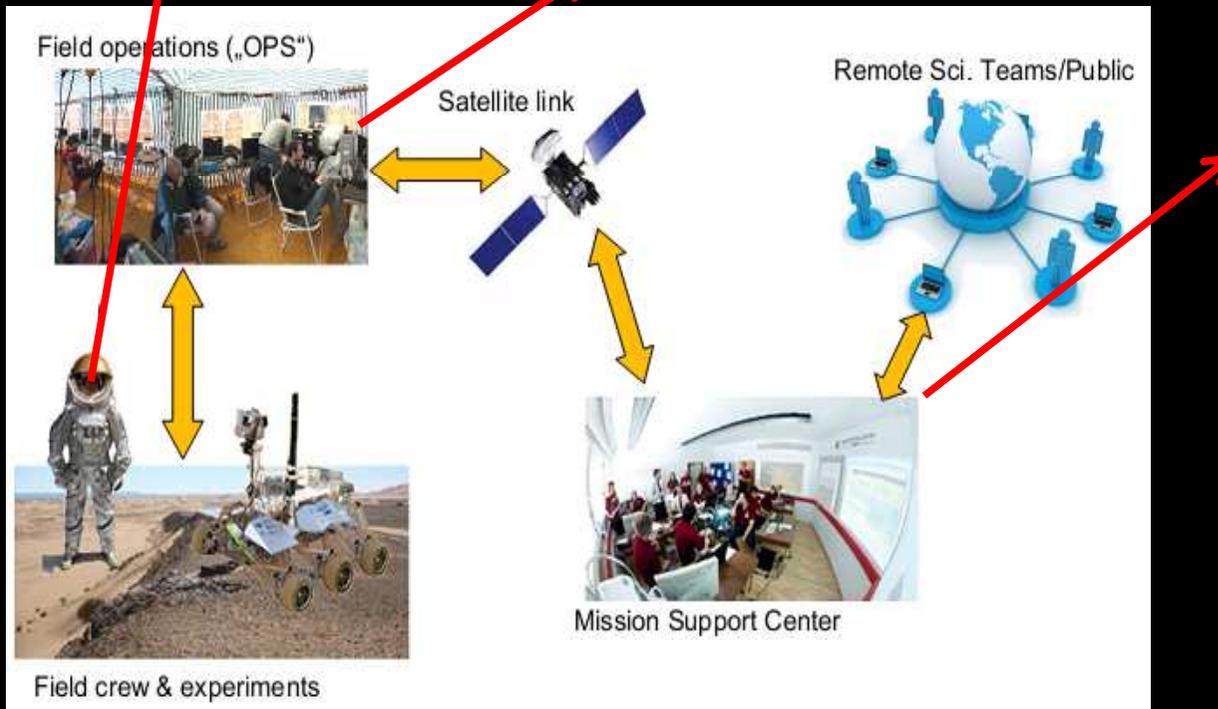
Doc. OeWF



Doc. OeWF/K. Zanella Kux



Docs. APM



Le scaphandre Aouda (ÖWF)

Docs. APM



Doc. APM



Transmission de nombreuses informations (rythme cardiaque, pressions partielles O2 et CO2, températures, voltages,...)



Restitution des efforts de pression



OeWF/K. Zanella Kux

Le véhicule de Reconnaissance de Paroi (APM)



Docs. APM



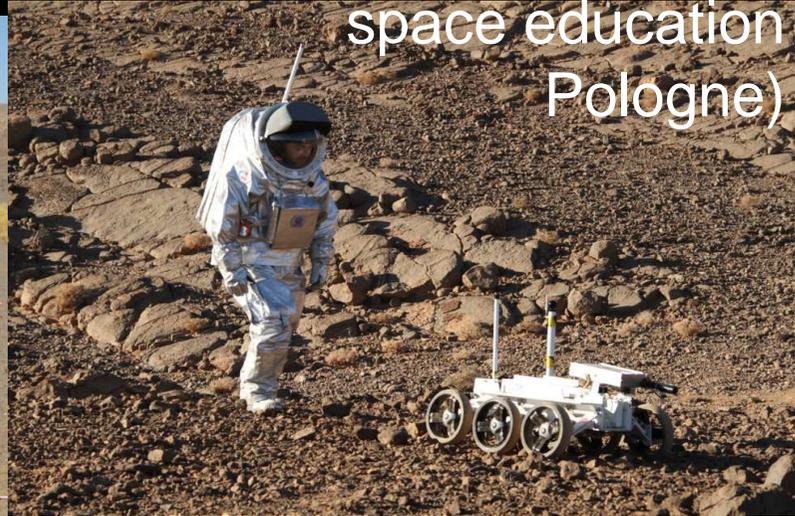
Essais 92 à 109 réalisés au Maroc

Delta (ÖWF)

De combien s'allongent les durées d'opération lorsque l'on opère en scaphandre



Le rover Magma (ABM space education Pologne)



Docs. APM

Le rover Puli (Hongrie)



SREC (ENCS Bordeaux/APM)

Terrains accessibles aux quads



Abri déployable (Univ. Tech. Vienne)

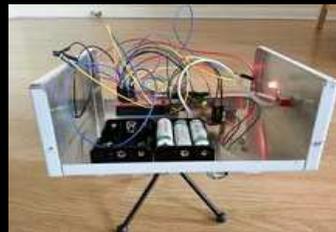
MicroEVA (NASA/JPL)

Mesures de contamination des prélèvements



Docs. OeWF

Median (University College UK)



Détection CH4

Et Compstress, LTSM, MAT /SEG/MEDINC, Geosciences, ERAS C3, Antipodes

Hunveyor (A R Univ. Hongrie)



Amadee-15

Simulation ÖWF de 2 semaines sur glacier rocheux en août 2015



Doc. OeWF



Doc. OeWF/P. Santek



Le VRP



Doc. NASA/JPL-Caltech



Docs. APM



Ballon caméra et cartographie d'EVA





Docs. ESA

L'ESA



les opérations Caves

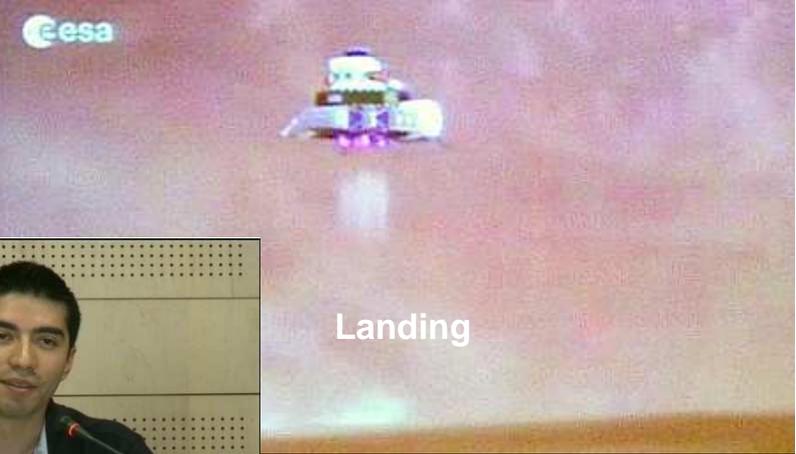
Rovers sur le terrain

Atacama
juillet 2013



Mars 500

Simulation surtout orientée psychologie et médecine



Landing



Doc. APM



Diego Urbina a participé aux EVAs simulées

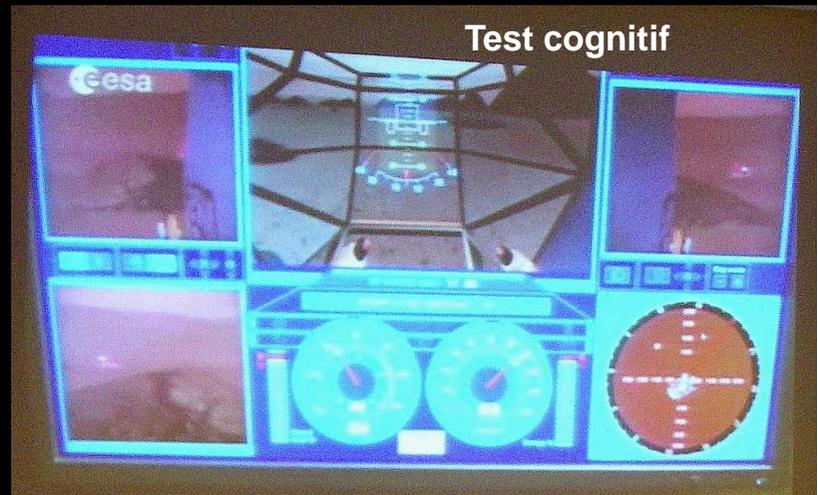
Deux participants ESA: Romain Charles et Diego Urbina (vétérans d'une simulation MDRS)



Simulation zéro G ?
Non: trucage



Docs. ESA



Test cognitif

La Comex

Le scaphandre Gandolfi 1

L'habitat SHEE

Programme PCRD



Docs. ESA/Comex



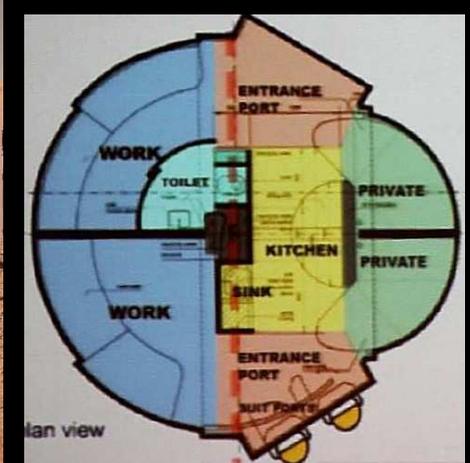
Doc. APM



Docs. APM



Docs. SHEE/Comex



Le scaphandre Gandolfi 2 Comex



Doc. P. Sibon



Gandolfi 1



Aouda ÖWF

Scaphandres
à
exosquelette
pour
restitution
d'efforts de
pression



Doc. Comex/project
Moonwalk/ESA



Docs. P. Sibon

Projet Moonwalk:
Simulations martiennes au
Rio Tinto (avril 2016)
Simulations lunaires sous
l'eau à Marseille (mai 2016)



Doc. Comex



Doc. P. Sibon

Enveloppe extérieure, gants, carénage du
pack dorsal réalisée par APM

NASA RATS (Research And Technologies Studies)

simulations en Arizona



Initialement seulement 2 rovers

Et depuis 2010 un habitat



Orientation maintenant vers une simulation d'exploration d'astéroïde sous quasio zéro G



Base arrière scientifique à l'ESA en 2011 pour RATS 14

Simulation sous marine NASA NEEMO Aquarius



Doc. ESA-H. Stevenin

Docs. NASA

L'astronaute ESA
Tim Peake et le
scientifique
Steve Squyres

En juillet 2014
l'astronaute
français Thomas
Pesquet



Martiens rouges
Humains verts



© NASA

L'université d'Hawaï

HI-SEAS 1: 4 mois en 2013

HI-SEAS 2: 4 mois en 2014

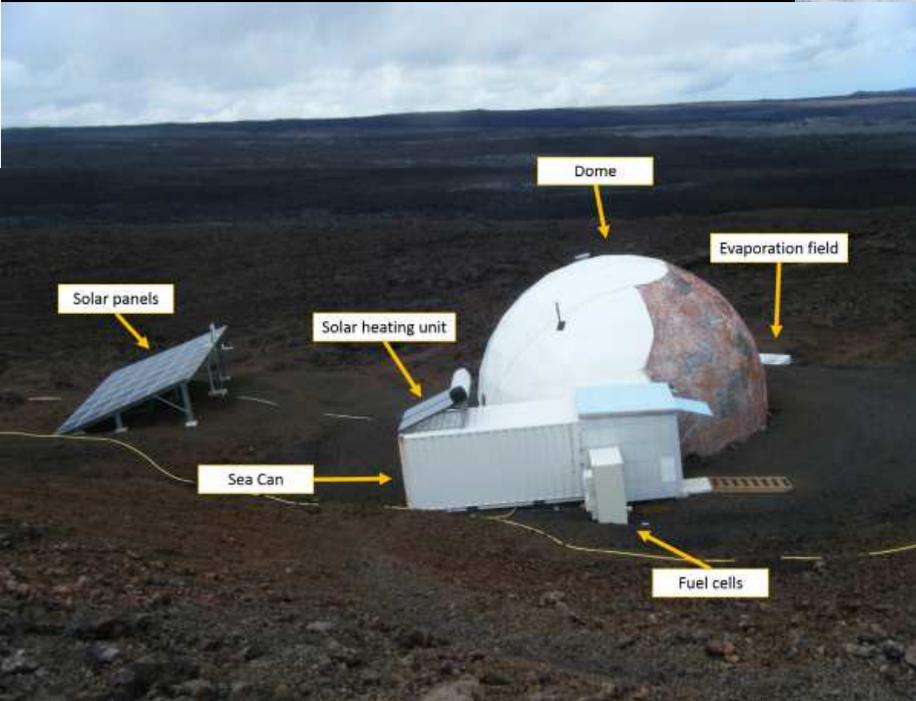


Lucie Poulet
membre APM (HI-
SEAS 2)

Docs. HISEAS



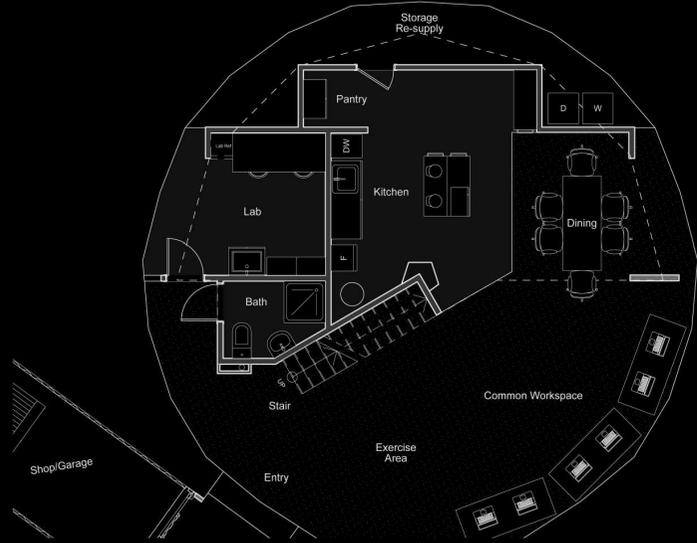
Expérience
croissance de plantes



L'université d'Hawaï

HI-SEAS 3: 8 mois en 2014 - 15

HI-SEAS 2: 12 mois en 2015 - 16



Envision Design, LLC



Cyprien Verseux,
membre APM en
simulation pour un an



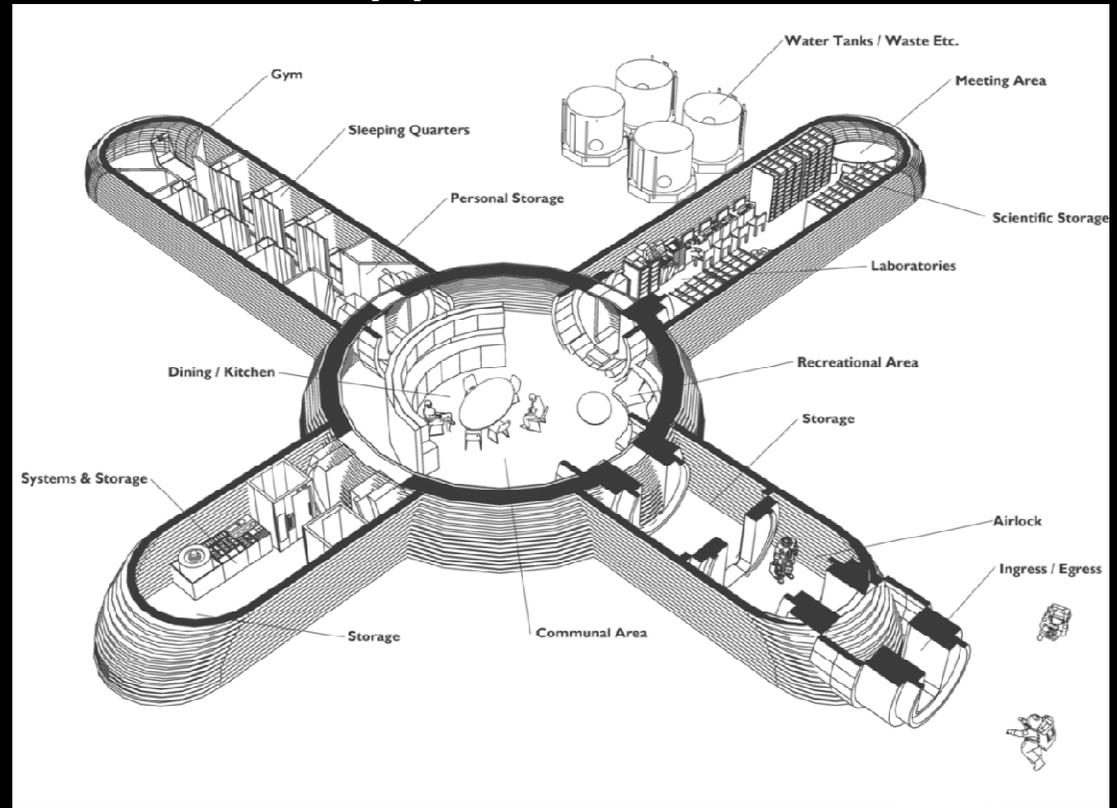
Docs. HISEAS



Installation récente (été 2017): M.A.R.S. (Modular Analog Research Station) en Pologne avec support ESA



Doc. M.A.R.S. Project/Space Is More/Jan Popowski



Doc. Scott Porter/M.A.R.S./PMAS 2017

Mais aussi:
Université du North Dakota



Scaphandre
pressurisé

Et probablement d'autres



1^{ère} simulation
en France
métropolitaine
aux Vaches
Noires le 14
mars 2013

Les simulations APM (1)



Simulation de marche martienne (en conditions intérieur habitat) à l'Euro
Space Center le 10 mars 2016





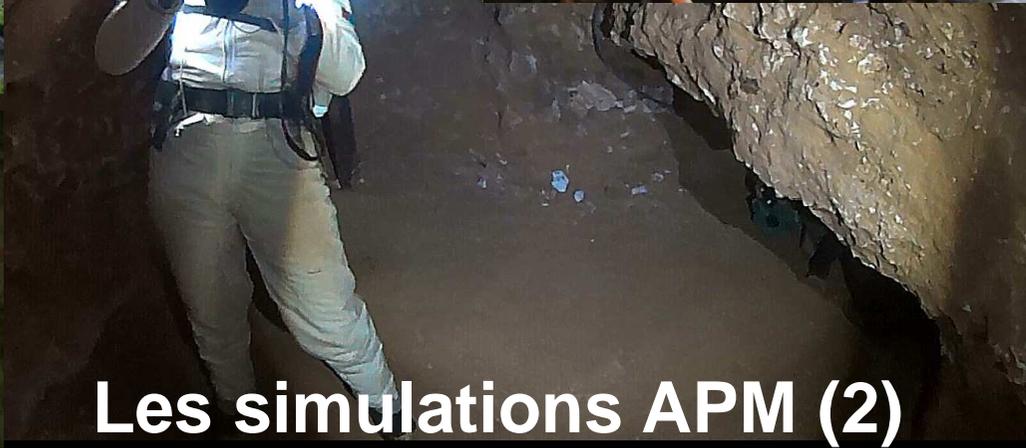
Doc. J. P. Viard



Doc. J. Barbier/
I. Ebran/Gargouille
Productions



Doc. J. Barbier/ I. Ebran/Gargouille Productions



Les simulations APM (2)

Simulation dans la grotte des
Petites Dales le 28 mai 2016

Docs. L. Poulet/
A. Souchier



Doc. J. P. Viard



**Partout dans le monde, une base
d'expérience et de données se
construit avec les simulations
pour préparer au mieux les
premières explorations de Mars**

A suivre....

