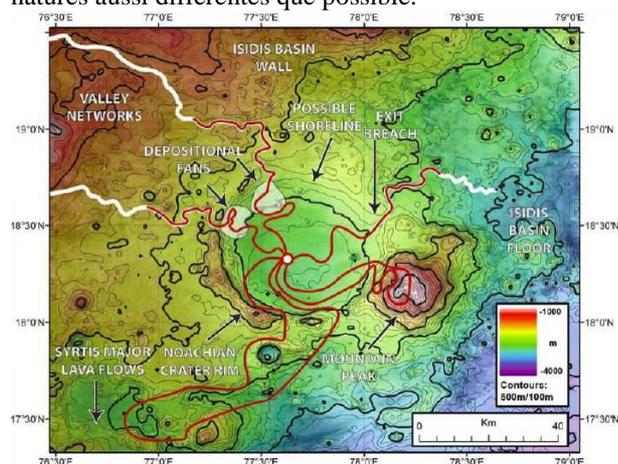


## Raid martien

La NASA a publié en février 2009 un résumé de l'étude Design Reference Mission 5 ou DRM 5. Cette étude est la mise à jour la plus récente de travaux d'élaboration de missions humaines vers Mars, entamés dans les années 90. La DRM 5 présente à titre indicatif un site d'atterrissage possible avec, autour, les lieux aux caractéristiques particulières qui seraient accessibles avec un rover pressurisé. Dans cet exercice de recherche d'un premier lieu d'atterrissage, il faut pouvoir concilier zone plate et dégagée pour le poser des véhicules et proximité de plusieurs sites intéressants à explorer et de natures aussi différentes que possible.



*Le site d'atterrissage proposé dans l'étude DRM 5 dans Isidis Planitia avec un accès à distance raisonnable de vallées et éventails alluvionnaires, du possible rivage d'un ancien océan, de la paroi d'un grand cratère, de champs de lave et d'une montagne, environ 800 km de trajet pendant les 500 jours du séjour. (doc. NASA)*

La carte d'Isidis Planitia illustrant l'étude NASA montre des trajets cumulant environ 800 km à parcourir pendant les 500 jours du séjour. Au plus loin les astronautes s'éloignent à environ 100 km de la base. De telles expéditions posent la question de la sécurité : en cas de panne du rover comment rapatrier-t-on les astronautes ? On peut envoyer un deuxième rover depuis



*Une illustration de la DRM 5 : en premier plan le rover pressurisé qui autorise l'exploration sur de longues distances et en arrière plan l'habitat avec lequel s'est effectuée la rentrée dans l'atmosphère des astronautes. (doc. NASA)*



*Faut-il conduire toute expédition longue distance au moyen de deux rovers pour assurer la sécurité des astronautes ? (doc. NASA)*

la base ou, mieux bien sûr, conduire l'expédition avec deux rovers simultanément. C'est ce qu'imaginent les américains pour les expéditions d'exploration lunaire.

Il y a peu d'exemples sur Terre d'expéditions conduites sur de très longues distances dans des conditions d'autonomie élevées et avec de grandes difficultés potentielles d'organisation des secours. L'institut polaire français organise tous les ans des expéditions lourdes dans l'Antarctique pour ravitailler, depuis la base Dumont d'Urville située au bord de l'océan, la station franco-italienne Concordia à l'intérieur du continent.



*« Le raid » : 1150 kilomètres au travers de l'Antarctique en onze jours. Trois allers et retours tous les étés pour ravitailler Concordia. (doc. IPEV)*



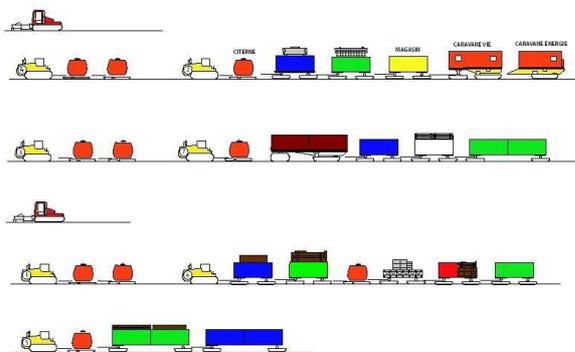
Trois expéditions de ce type sont organisées tous les étés et transportent ainsi un total d'environ 400 tonnes de matériel. Le prix du kilogramme parvenu à Concordia s'élève à 3,30 Euros ce qui est beaucoup moins cher que le transport en avion (8 euros le kg) sachant que de plus les Twin Otters ne peuvent transporter que 1000 kg passagers compris. On imagine mal 400 vols de Twin Otter sur Concordia dans la courte saison d'été !

Les 1150 kilomètres depuis Cap Prud'homme à proximité de Dumont d'Urville sont parcourus en environ 11 jours à l'aller et 9 jours au retour. Le convoi désigné « le raid » est composé de deux dameuses

Kassbohrer, de six à huit tracteurs Challenger Caterpillar à chenille (tracteurs agricoles modifiés) et d'une trentaine de remorques (citernes, conteneurs, modules spécialisés) montées sur de larges patins ou des chenilles. Lors de son déplacement aller le convoi laisse au passage certaines citernes qui seront reprises et utilisées au retour. Grâce à cet allègement la distance journalière parcourue passe progressivement de 100 à 120 kilomètres. Le convoi peut se déplacer 14 h par jour quand le temps le permet et il peut s'étirer sur une longueur de 5 kilomètres. Mais il lui arrive aussi de rester bloqué plusieurs jours au même endroit dans la tempête. Neuf à dix personnes, dont un médecin, composent l'équipage qui dispose d'un module vie avec deux chambres, une infirmerie, un local radio et la salle à manger, d'un module énergie avec le groupe de puissance, un atelier, la production d'eau et les sanitaires. Le groupe de puissance sert en particulier à maintenir les moteurs des tracteurs en température lors



COMPOSITION D'UN RAID TERRESTRE ENTRE CAP PRUD'HOMME ET DÔME C



des arrêts. Un module magasin contient le ravitaillement et les pièces de rechange. Le convoi est équipé de moyens de communication Iridium, Inmarsat et radio HF. Il est visé de reprendre toujours la même route et le trajet est préparé à l'aide de photos Spot. La navigation est effectuée au moyen du système GPS. La piste est plus difficile dans la première moitié du parcours : le terrain y est vallonné, la neige plus molle, les tempêtes plus fréquentes et à proximité de la mer le glacier se déplace de 50 mètres par an. C'est également à proximité de la mer que l'on trouve des crevasses dont heureusement la présence peut être détectée par vol de reconnaissance d'hélicoptères. Le véhicule de tête est chargé de construire un petit mur de neige sous le vent de la piste pour servir de repère pour les raids suivants. Certains véhicules sont équipés de grues pour faire face à des pannes qui peuvent demander de soulever les charges ou les tracteurs ou à des événements comme le renversement dans de la neige fraîche.

Les tracteurs Challenger ont une masse de 15 tonnes, une puissance de 320 chevaux ; ils peuvent remorquer chacun 40 à 50 tonnes de traîneaux. Ils consomment 6 litres de carburant ... au kilomètre. Par rapport à leur standard agricole ils ont subi de nombreuses modifications : écouteille dans le toit (à l'arrêt le véhicule peut être enseveli jusqu'au toit dans une congère en quelques heures), réchauffeurs électriques dans les compartiments d'huile et autres points stratégiques, alimentés en 220 V, pare brise double vitrage, GPS et radio VHS, étanchéités et isolations supplémentaires, suspensions à air remplacées par des suspensions élastomères, etc. Et des équipements complémentaires sont installés comme grue, treuil ou radar. Le véhicule de tête est équipé de puissants projecteurs pour voir le sol même dans les conditions de vent qui conduisent au « whiteout », une perte de visibilité presque totale.



Les modules vie et énergie du « raid ». (doc.IPEV)



Une des citernes du « raid ». 40 à 50 % de la masse transportée est constituée de carburant. (doc. IPEV / Denis Petermann)

Au retour le convoi rapporte les déchets de la base Concordia dont certains sont même ultérieurement évacués du continent antarctique.

La sélection de l'équipage du raid obéit aux règles suivantes : tout le monde doit être capables de conduire, quatre personnes doivent pouvoir exécuter le nivelage, deux doivent connaître le GPS et les logiciels de navigation, un doit pouvoir se servir d'un théodolite pour



Fumée à l'horizon : le train des glaces arrive à Concordia - Dôme C. (doc. Guillaume Dargaud)

calculer le point, un doit pouvoir préparer les dîners (important !), un doit pouvoir maîtriser tous les équipements de communication, beaucoup doivent pouvoir conduire les opérations de maintenance courantes et au moins quatre doivent être des mécaniciens capable de réparer des moteurs diesels, les systèmes hydrauliques et électriques, de réaliser des soudures...



« Le raid » en route sous le soleil bas de l'Antarctique. (doc. IPEV / Denis Petermann)



Divers incidents sont susceptibles de se produire pendant le parcours : pannes mécaniques qui peuvent conduire à laisser sur place un véhicule qui sera remorqué au retour, ou « enlèvement » dans de la neige plus fraîche sur le coté de la piste comme ici. (doc. IPEV / Patrice Godon)



Arrivée du « raid » à Concordia – Dôme C. (doc. IPEV / Jonathan Zaccaria)

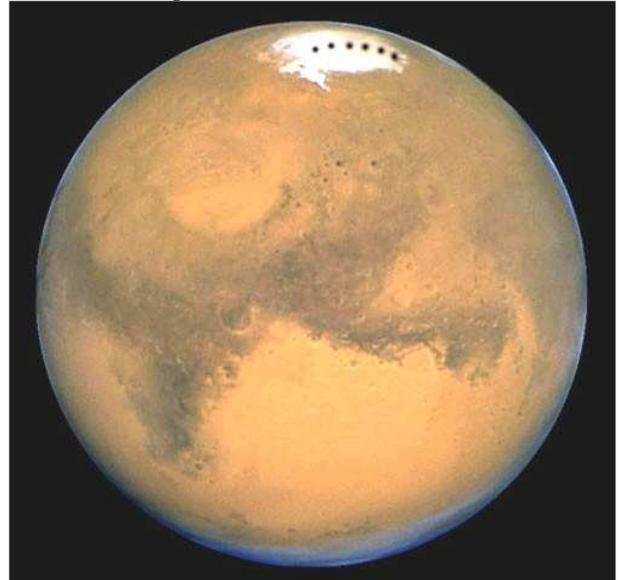
Les analyses de risque ont indiqué que les évènements les plus à redouter, outre les pannes mécaniques, sont le feu, la perte de nourriture, la perte de source d'énergie, la panne de carburant, les blessures ou l'oubli d'un membre d'équipage ! Des mesures en réduction de risque sont prises comme la répartition de la nourriture sur plusieurs modules, l'emport de générateurs de secours, et même l'emport de kérosène pour alimenter

en carburant de retour un éventuel avion de secours. Avant d'en arriver là, et en cas de panne de l'un des tracteurs Challenger, le convoi comporte un tracteur qui est utilisé presque à vide et assure ainsi une redondance.

Sur la Lune comme sur Mars des excursions à longue distance des équipes d'astronautes seront nécessaires pour maximiser le retour scientifique des missions d'exploration. Les habitats dans les régions polaires constituent déjà des analogues très utiles pour préparer les missions spatiales (habitat F-Mars de la Mars Society sur l'île Devon dans le grand nord canadien, expérimentations de l'ESA – psychologie, recyclage des eaux,... - à Concordia dans l'Antarctique) mais les grands déplacements dans les régions polaires ont aussi probablement leur lot d'enseignements à verser au dossier des explorations planétaires humaines, qu'il s'agisse de grands déplacements sur sol normal ou, ultérieurement, sur des calottes polaires.

### Les quatre pôles.

Avec Mars et la Terre ce sont quatre pôles qui s'offrent maintenant à l'exploration et la sonde Phoenix a commencé l'exploration in situ du coté martien.



Bientôt quatre pôles à explorer ? Les 1150 kilomètres du trajet de Dumont d'Urville à Concordia correspondraient sur Mars à la traversée de la calotte polaire Sud en plein été. (doc. Hubble NASA)

Comme on l'a vu dans la DRM 5 et les précédentes Design Reference Missions, il n'est en général pas question de poser les premières missions humaines sur les calottes polaires ou à proximité. Certains le proposent toutefois encore. Mais pour la petite histoire, en 1952, Von Braun avait imaginé que le premier vaisseau habité se poserait sur la calotte polaire sud (par 82 degrés de latitude) parce qu'il avait choisi un atterrissage horizontal dans un engin ailé et qu'il lui semblait que le seul endroit suffisamment plat serait l'une des calottes. Dans son livre « Mars Project », il calcule une pression atmosphérique de 84 mb contre les 7 mb que l'on connaît maintenant ; ses engins se posent à près de 200 km/h ; leur envergure atteint 153 mètres ! L'idée était qu'ensuite le premier équipage ainsi arrivé près d'un pôle, rejoigne l'équateur pour y aménager une

piste où les engins suivants atterrieraient.



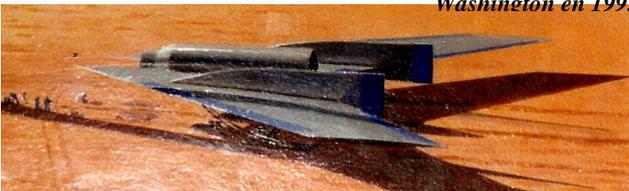
En 1952 Von Braun avait prévu un atterrissage avec des engins ailés qui se mettent dans un premier temps en orbite autour de Mars.



Puis, avant de descendre sur Mars, les astronautes ajoutent des tronçons d'ailes pour augmenter l'envergure du véhicule. (détails d'une reproduction d'un tableau de Chesley Bonestell au US Space and Rocket Center de Huntsville)

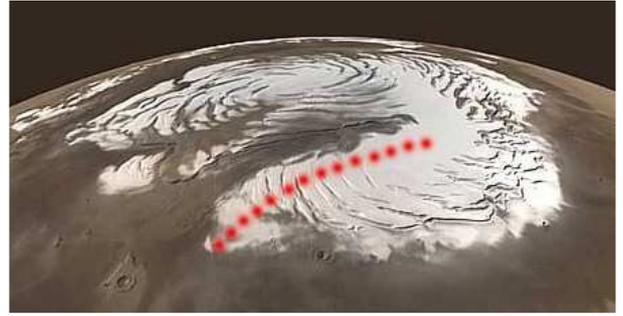


L'opération d'ajout des tronçons d'ailes. (détail du tableau original de C. Bonestell ; exposition temporaire au Air and Space Museum de Washington en 1993)



Atterrissage sur skis sur l'une des calottes polaires pour le premier véhicule puis à l'équateur pour les suivants. (détail du tableau original de C. Bonestell ; exposition temporaire au Air and Space Museum de Washington en 1993)

Dans la version romancée du Mars Project qu'il avait écrite à la même époque, Von Braun décrit le départ sur la calotte polaire, à destination de l'équateur, de la première équipe d'astronautes d'une manière qui présente des similitudes certaines avec les traversées polaires terrestres: « Dès que l'excitation de l'arrivée se fut estompée, les opérations de déchargement commencèrent avec l'ouverture de l'écotille ventrale et la descente du premier des caterpillars. La société Chrysler les avaient spécialement développées pour les conditions régnant sur la Planète Rouge et leur configuration était très différente de celle de leurs homologues terrestres. »



Exemple d'un trajet d'environ 1200 km sur la calotte polaire Nord de Mars.(doc. NASA)

« Les caterpillars”... ”étaient propulsés par deux ergols, du peroxyde d'hydrogène concentré”... ”et de l'essence ordinaire. Le peroxyde d'hydrogène était d'abord dissocié en vapeur d'eau et oxygène dans une chambre catalytique»....« Les chenilles des caterpillars s'étendaient sur toute la surface inférieure et leur 3,6 mètres de long pour diminuer la pression sur le sol et fournir le maximum de traction sur un sol très mou»... « Le système propulsif était localisé entre les chenilles et au dessus se trouvait un module cylindrique allongé qui pouvait être pressurisé et offrait un espace pour les passagers et du chargement »... « Juste derrière, monté sur le châssis de l'étrange véhicule se trouvait une grue semblable à celle que l'on trouve sur les véhicules de remorquage de voitures. » « Après la sortie des trois grands caterpillars, le déchargement commença en hâte. Trois remorques pliées furent descendues de l'écotille et assemblées sur la neige sous le ventre du vaisseau. La première une fois terminée, portée par ses larges roués, fut placée sous l'écotille tandis que des mains affairées”... ”y empilaient un large assortiment de caisses et d'équipements. Alors que chaque remorque était emportée avec sa charge, les réservoirs supplémentaires de carburant destinés à compléter les réservoirs des caterpillars furent remplis par gravité à partir des réservoirs des ailes du vaisseau. Le long voyage à faire ne permettait pas au tracteur caterpillar de transporter dans ses propres réservoirs la quantité de carburant nécessaire ».



Le dessinateur Manchu a représenté une expédition en rover pressurisé sur une calotte polaire martienne. Ce genre d'expédition n'aura probablement pas lieu lors des premières missions mais comme sur Terre, l'exploration des calottes martiennes sera scientifiquement très intéressante, ne serait ce que pour étudier le climat passé de Mars. (doc. Manchu)

A. Souchier

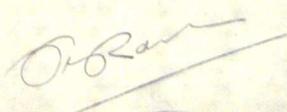
## Les expéditions polaires françaises

Dans sa réunion du 28 Février 1947, le Conseil des Ministres a accepté le principe de l'envoi d'expéditions polaires françaises dans l'ARCTIQUE et l'ANTARCTIQUE (1947-1950), et a renvoyé à une Commission Interministérielle le soin d'en déterminer les modalités de réalisation.

Cette Commission Interministérielle a été formée sous la Présidence du Ministre de l'Economie Nationale qui a été chargé de mettre en oeuvre les moyens dont disposent les divers Ministères pour réaliser ces expéditions suivant le projet soumis par M. Paul-Emile VICTOR.

M. Paul-Emile VICTOR est chargé de la préparation de ces expéditions. Il est accrédité auprès des divers Ministères pour ce faire.

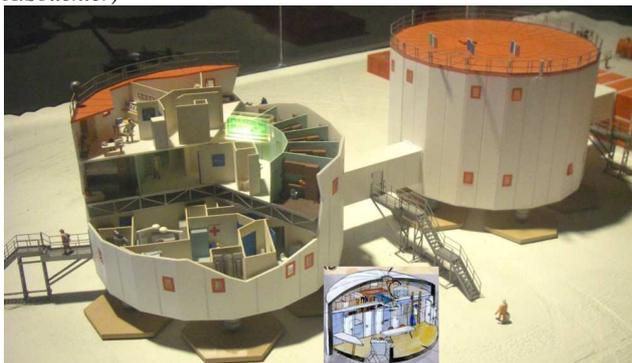
Il lui appartient de conserver tous les contacts nécessaires avec les Représentants ministériels intéressés en vue de régler avec eux les diverses questions qui doivent être envisagées pour réaliser le projet.



Lettre du 4 avril 1947 signée du président du conseil Paul Ramadier et donnant mission à Paul Emile Victor d'organiser des expéditions polaires dans l'Arctique et l'Antarctique. (doc. A. Souchier)



Le drapeau des expéditions polaires françaises. (doc. A.Souchier)



Maquette de la base franco-italienne Concordia avec comparaison en taille à l'habitat de simulation MDRS (dessin Olivier Walter) : 18,5 m de diamètre pour les deux modules de la station antarctique contre 8 m de diamètre pour la station de la Mars Society. (doc. A. Souchier)