

EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage

Question directrice

Concret → flux → capteurs → calcul → panne → refuge.



1 — Le phénomène réel

Une EVA commence bien avant l'ouverture du sas : objectifs, météo, état des scaphandres, outils, énergie, itinéraire, communications, limites physiologiques et scénarios de retour sont vérifiés. Le sas ou un suitport doit limiter les pertes d'atmosphère et la contamination. Une mission martienne doit aussi prévoir la récupération d'un membre immobilisé, une panne de rover, une perte de communication ou un scaphandre dégradé.

La question directrice de ce cours est : Comment planifier une sortie pour qu'un incident extérieur ne devienne pas une perte d'équipage ? Le raisonnement commence par la fonction physique ou opérationnelle avant d'introduire la relation mathématique. Le but n'est pas d'accumuler des mots, mais de savoir quelle grandeur change, pourquoi elle change et ce qui devient dangereux si elle sort de son domaine. Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », ici, la première question est donc de reconnaître le mécanisme propre à ce sujet avant de chercher une formule ou une valeur de référence.

2 — Vocabulaire et frontière du problème

Dans « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », il faut distinguer le phénomène étudié, la mesure disponible, la commande éventuelle, la marge et le critère de réussite. La frontière du calcul précise ce qui est inclus et ce qui ne l'est pas ; sans cette frontière, un pourcentage, une masse ou un temps peut être exact mathématiquement mais faux comme conclusion d'ingénierie. Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », la frontière retenue précise aussi ce qui serait compté deux fois ou, au contraire, oublié dans un bilan de mission.

pression combinaison, O₂, CO₂, refroidissement, batterie, intégrité du vêtement et temps de retour au sas
une fuite, une panne PLSS, un blocage articulaire, une contamination de joint ou une incapacité de retour autonome
essais de pression, endurance métabolique, défauts injectés PLSS et simulations de sauvetage avec équipier incapable

Équation - preuve - décision

$$\text{marge} = (\text{capacité} - \text{besoin}) / \text{besoin} \times 100$$

Panne à tester : La panne de référence n'est pas un vague « composant cassé ». Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », on teste notamment une fuite, une panne PLSS, un blocage articulaire, une contamination de joint ou une incapacité de retour autonome. Le diagnostic demande quels symptômes apparaissent d'abord, lesquels sont seulement des conséquences, et quelle action garde le plus d'options ouvertes.

EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage**3 — Schéma propre au cours**

Le schéma ne résume pas tout le module : il isole ce qui est spécifique à « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage ». On y suit la chaîne cause → grandeur mesurée → décision ou réponse physique → limite. Cette représentation évite précisément de réutiliser le même dessin pour un bouclier thermique, un radar, un filtre à CO₂ ou une procédure d'équipage. Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », la lecture graphique doit permettre de retrouver les entrées, les sorties, la grandeur mesurée et la conséquence d'une dérive sans lire le reste du module.

4 — Relation mathématique et lecture des symboles

Lecture orale : la marge égale la capacité disponible moins le besoin, divisée par le besoin, multipliée par cent.

Avant toute substitution numérique, on écrit les unités de chaque terme, on indique si la relation est une loi physique, une approximation ou un indicateur de projet, puis on vérifie l'homogénéité dimensionnelle. Cette discipline est particulièrement importante ici car « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage » combine des grandeurs qui n'ont pas toutes le même statut documentaire. Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », le choix de cette relation est justifié par le phénomène étudié ; une autre grandeur dominante conduirait à une autre équation ou à un autre modèle.

5 — Calculs détaillés et interprétation

12 kWh disponibles, 8 kWh requis → $(12-8)/8 = 50\%$ de marge

4 km aller + 4 km retour = 8 km minimum, avant détournement ou secours

35 min sortie + 25 min retour = 60 min de cycle sas hors EVA extérieure

1. 1. Batterie 12 kWh disponibles, 8 kWh requis → $(12-8)/8 = 50\%$ de marge Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les unités, la marge et la frontière du scénario de « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage ».

2. 2. Distance de retour 4 km aller + 4 km retour = 8 km minimum, avant détournement ou secours Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les unités, la marge et la frontière du scénario de « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage ».

3. 3. Temps sas 35 min sortie + 25 min retour = 60 min de cycle sas hors EVA extérieure Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les unités, la marge et la frontière du scénario de « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage ».

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections: 3 — Schéma propre au cours ; 4 — Relation mathématique et lecture des symboles ; 5 — Calculs détaillés et interprétation

Relation à relire: $\text{marge} = (\text{capacité} - \text{besoin}) / \text{besoin} \times 100$

Décision attendue: mesurer → comparer à la marge → choisir nominal, dégradé ou arrêté

Contrôle avant de continuer

Expliquez sans relire : 3 — Schéma propre au cours ; 4 — Relation mathématique et lecture des symboles ; 5 — Calculs détaillés et interprétation. Donnez une grandeur mesurée, une marge et une décision possible.

EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage**6 — Ce que la formule ne contient pas**

La relation « $\text{marge} = (\text{capacité} - \text{besoin}) / \text{besoin} \times 100$ » ne contient pas à elle seule l'ensemble de « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage ». Elle ne dit pas automatiquement si le capteur est valide, si la structure vieillit, si une ressource est accessible, si une commande arrive à temps ou si une panne secondaire retire la marge. L'exemple 12 kWh disponibles, 8 kWh requis $\rightarrow (12-8)/8 = 50\%$ de marge doit donc rester un calcul local et non une architecture complète.

Pour rendre le modèle exploitable, on ajoute explicitement les paramètres qui dominent ce thème : pression combinaison, O₂, CO₂, refroidissement, batterie, intégrité du vêtement et temps de retour au sas. On peut alors demander quelle variation modifie réellement le résultat, laquelle reste négligeable et laquelle oblige à changer d'architecture. Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », cette limite de modèle indique précisément ce qu'un calcul correct ne permet pas encore d'affirmer sur le système réel.

7 — Instrumentation, observabilité et qualité des données

Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », l'observabilité repose sur pression combinaison, O₂, CO₂, refroidissement, batterie, intégrité du vêtement et temps de retour au sas. Chaque donnée reçoit une unité, une fréquence d'acquisition, une incertitude, un horodatage et un domaine de validité. Une valeur qui arrive sans contexte peut être plus dangereuse qu'une absence de mesure parce qu'elle donne une confiance injustifiée.

La cohérence est vérifiée avec au moins une information indépendante lorsque la fonction est critique. Une tendance, un bilan physique ou un second principe de mesure permet de distinguer une vraie évolution du système d'un capteur qui dérive. Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », l'instrumentation retenue doit permettre de distinguer une vraie évolution physique d'une dérive de capteur ou d'une mauvaise estimation d'état.

8 — Pannes propres au phénomène et récupération

La panne de référence n'est pas un vague « composant cassé ». Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », on teste notamment une fuite, une panne PLSS, un blocage articulaire, une contamination de joint ou une incapacité de retour autonome. Le diagnostic demande quels symptômes apparaissent d'abord, lesquels sont seulement des conséquences, et quelle action garde le plus d'options ouvertes.

Le mode dégradé doit être défini avant la panne : fonction minimale à conserver, durée admissible, stock consommé, action équipage, condition d'abandon et critère de retour au nominal. Cette séquence est

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	6 — Ce que la formule ne contient pas ; 7 — Instrumentation, observabilité et qualité des données ; 8 — Pannes propres au phénomène et récupération
Relation à relire:	$\text{marge} = (\text{capacité} - \text{besoin}) / \text{besoin} \times 100$
Décision attendue:	mesurer $\rightarrow$ comparer à la marge $\rightarrow$ choisir nominal, dégradé ou arrêté

Contrôle avant de continuer

Expliquez sans relire : 6 — Ce que la formule ne contient pas ; 7 — Instrumentation, observabilité et qualité des données ; 8 — Pannes propres au phénomène et récupération. Donnez une grandeur mesurée, une marge et une décision possible.

EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage**9 — Cas NASA / cas de référence**

Le cas de référence est choisi dans le corpus ECLSS, NASA-STD-3001 ou les analogues humains selon le thème. L'objectif n'est pas de copier l'ISS sur Mars, mais d'identifier ce qui a été démontré, ce qui dépend de l'environnement et ce qui doit encore être qualifié pour une mission sans ravitaillement rapide.

Ce cas n'est utilisé que dans la limite de ce qu'il démontre. Une mesure de vol, un standard humain, un essai de composant et une étude d'architecture n'ont pas le même niveau de preuve ; le texte indique donc toujours ce qui est observé, calculé, simulé ou encore prospectif. Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », le cas NASA cité sert de preuve ciblée pour ce phénomène ; il n'est jamais transformé en architecture martienne universelle.

10 — Compromis d'architecture

Une bonne solution pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage » ne maximise pas un seul indicateur. Elle compare performance nominale, masse, énergie, simplicité, maintenance, temps équipage, dépendances communes et capacité de récupération. L'option qui améliore 4 km aller + 4 km retour = 8 km minimum, avant détour ou secours peut être refusée si elle rend la détection de panne ou la réparation beaucoup plus difficile.

Le compromis est consigné avec ses hypothèses. Si une donnée d'environnement, une masse ou une cadence de mission change, on sait ainsi quelles conclusions doivent être recalculées au lieu de conserver silencieusement un choix devenu obsolète. Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », le compromis est donc évalué avec les interfaces réellement touchées par ce thème, plutôt qu'avec une liste générique de qualités souhaitables.

11 — Démonstration, essais et critères de réussite

La stratégie de preuve adaptée à « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage » combine essais de pression, endurance métabolique, défauts injectés PLSS et simulations de sauvetage avec équipier incapacitant. Chaque essai indique le matériel exact, le logiciel, la configuration, l'environnement, les tolérances et le critère de réussite. Une démonstration réussie hors domaine ne remplace pas une qualification dans le domaine de mission.

La preuve grandit par étapes : relation analytique, simulation, composant, sous-système, système intégré, durée et panne. Cette hiérarchie évite de présenter un seul essai spectaculaire comme validation de toute la mission. Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », la démonstration doit reproduire les contraintes qui rendent ce phénomène difficile ; un essai spectaculaire mais hors domaine n'est pas suffisant.

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	9 — Cas NASA / cas de référence ; 10 — Compromis d'architecture ; 11 — Démonstration, essais et critères de réussite
Relation à relire:	$\text{marge} = (\text{capacité} - \text{besoin}) / \text{besoin} \times 100$
Décision attendue:	mesurer → comparer à la marge → choisir nominal, dégradé ou arrêté

Contrôle avant de continuer

Expliquez sans relire : 9 — Cas NASA / cas de référence ; 10 — Compromis d'architecture ; 11 — Démonstration, essais et critères de réussite. Donnez une grandeur mesurée, une marge et une décision possible.

EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage**12 — Exercice de décision**

Situation : reprenez « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage » en augmentant de 20 % la grandeur la plus pénalisante du premier exemple, tout en déclarant indisponible un moyen de mesure ou de secours.

Situation : reprenez « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage » en augmentant de 20 % la grandeur la plus pénalisante du premier exemple, tout en déclarant indisponible un moyen de mesure ou de secours. Réponse attendue : recalculer la relation, identifier la marge restante, vérifier si l'observabilité suffit encore, puis décider si le mode dégradé reste acceptable. Une simple multiplication par 1,2 ne suffit pas si la variation change aussi les interfaces ou les limites.

13 — À retenir sans généraliser abusivement**14 — Sources primaires spécifiques au sujet**

Ces références documentent directement le phénomène, la technologie ou la contrainte humaine traitée dans ce cours. Elles ne définissent pas à elles seules une architecture martienne officielle. Pour « EVA martienne : sas, suitport, planification, retour et sauvetage », la bibliographie est volontairement ciblée sur le sujet de cette page afin que le lecteur puisse remonter jusqu'au document primaire pertinent.

Sources primaires spécifiques

NASA NTRS — Crew Health and Performance EVA Evidence Report - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20220004017>

NASA NTRS — NASA Advanced Space Suit Pressure Garment System Status - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20230006720>

NASA — Human Performance and Error, NASA-STD-3001 Vol. 2 - <https://www.nasa.gov/reference/5-0-human-performance-and-error-vol-2/>

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	12 — Exercice de décision ; 13 — À retenir sans généraliser abusivement ; 14 — Sources primaires spécifiques au sujet
Relation à relire:	$\text{marge} = (\text{capacité} - \text{besoin}) / \text{besoin} \times 100$
Décision attendue:	mesurer → comparer à la marge → choisir nominal, dégradé ou arrêté

Contrôle avant de continuer

Expliquez sans relire : 12 — Exercice de décision ; 13 — À retenir sans généraliser abusivement ; 14 — Sources primaires spécifiques au sujet. Donnez une grandeur mesurée, une marge et une décision possible.