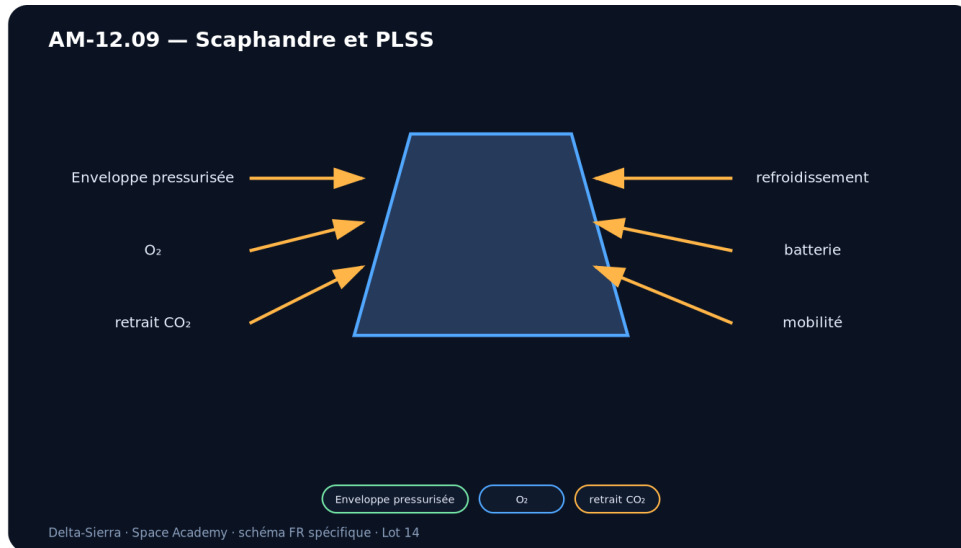


Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration

Question directrice

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



1 — Le phénomène réel

Un scaphandre EVA maintient une pression autour du corps, fournit l'oxygène, évacue le CO₂, retire chaleur et humidité, transmet voix et données, alimente les équipements et protège contre l'environnement. La pression n'est pas une valeur universelle : elle dépend de l'architecture du vêtement, de la mobilité, de la composition du gaz et du protocole de décompression. Les transitions avec l'habitat doivent donc être conçues en même temps que le scaphandre. La question directrice de ce cours est : Pourquoi un scaphandre est-il un petit vaisseau spatial plutôt qu'un simple vêtement étanche ? 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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 incapacitant

Équation - preuve - décision

$$F = p \times A$$

Panne à tester : La panne de référence n'est pas un vague « composant cassé ». Pour « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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.

Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration**3 — Schéma propre au cours**

Le schéma ne résume pas tout le module : il isole ce qui est spécifique à « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration ». 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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 force F exercée par une différence de pression p sur une surface A égale p multipliée par A .

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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration » combine des grandeurs qui n'ont pas toutes le même statut documentaire. Pour « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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

$$30 \text{ kPa} \times 0,01 \text{ m}^2 = 300 \text{ N}$$

$$8 \text{ h requises} \times 1,25 = 10 \text{ h de capacité de planification dans cet exemple}$$

$$100 \text{ unités} - 62 \text{ utilisées} = 38 \text{ unités ; la réserve doit couvrir retour et contingence}$$

1. 1. Force sur une surface $30 \text{ kPa} \times 0,01 \text{ m}^2 = 300 \text{ N}$ Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les unités, la marge et la frontière du scénario de « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration ».

2. 2. Autonomie avec marge $8 \text{ h requises} \times 1,25 = 10 \text{ h de capacité de planification dans cet exemple}$ Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les unités, la marge et la frontière du scénario de « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration ».

3. 3. Consommable restant $100 \text{ unités} - 62 \text{ utilisées} = 38 \text{ unités ; la réserve doit couvrir retour et contingence}$ Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les unités, la marge et la frontière du scénario de « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration ».

Tableau opérationnel

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

Relation à relire: $F = p \times A$

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.

Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration

6 — Ce que la formule ne contient pas

La relation « $F = p \times A$ » ne contient pas à elle seule l'ensemble de « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration ». 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 $30 \text{ kPa} \times 0,01 \text{ m}^2 = 300 \text{ N}$ 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, O_2 , CO_2 , 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », l'observabilité repose sur pression combinaison, O_2 , CO_2 , 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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:	$F = p \times A$
Décision attendue:	mesurer → comparer à la marge → 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.

Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration

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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration » 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 8 h requises $\times 1,25 = 10$ h de capacité de planification dans cet exemple 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration » 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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:	$F = p \times A$
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.

Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration

12 — Exercice de décision

Situation : reprenez « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration » 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration » 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 « Scaphandre martien : pression, PLSS, mobilité et pré-respiration », 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 — NASA Advanced Space Suit Pressure Garment System Status - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20230006720>

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

NASA — Spaceflight Human-System Standard, Volume 2 - <https://www.nasa.gov/reference/nasa-std-3001v2/>

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	12 — Exercice de décision ; 13 — À retenir sans généraliser abusivement ; 14 — Sources primaires spécifiques au sujet
Relation à relire:	$F = p \times A$
Décision attendue:	mesurer → comparer à la marge → choisir nominal, dégradé ou arrêt

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.