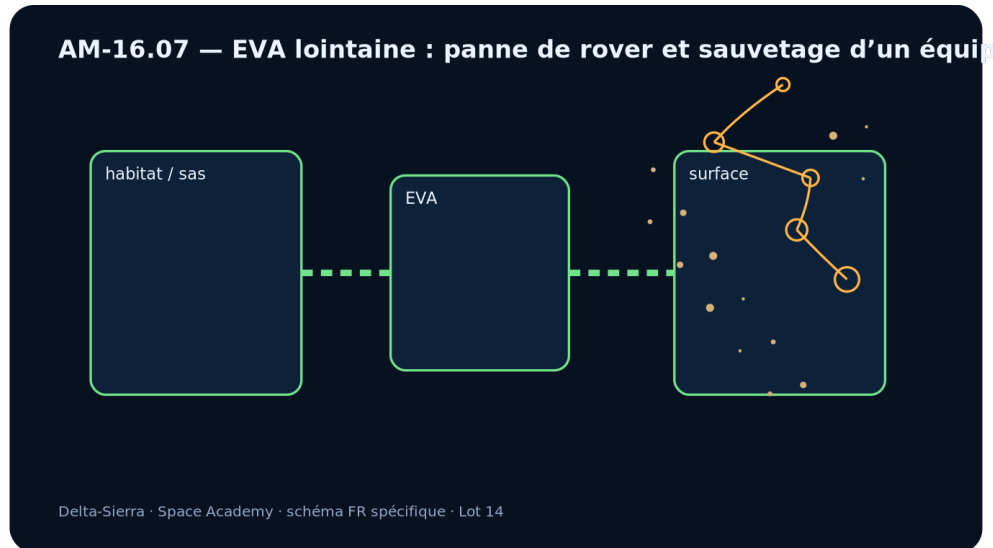


EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier

Question directrice

Concret → interfaces → mesure → calcul → panne → récupération.



1 — Brief de mission

Décider si l'équipe peut revenir au sas avec énergie, oxygène et temps suffisants.

Cette mission finale oblige à utiliser plusieurs modules à la fois. Une réponse n'est considérée complète que si elle ferme les budgets physiques, décrit les capteurs et les actions, conserve une marge, prévoit une panne crédible et explique ce qui est demandé à l'équipage. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier ».

2 — Carte du système

On commence par dessiner les flux de masse, énergie, information et autorité. Une flèche sans unité ou sans responsable est considérée incomplète. Cette carte sert ensuite à repérer les dépendances communes et les interfaces qui peuvent propager une panne. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier ».

Une EVA à 9 km du sas doit être planifiée comme une opération de secours avant même le départ. La carte inclut rover principal, moyen de retour secondaire, autonomie des scaphandres, communications, itinéraires et points où l'équipage peut se mettre en attente. L'objectif n'est pas de maximiser la distance parcourue, mais de conserver à tout instant un chemin crédible vers une atmosphère pressurisée malgré une panne simple.

Équation - preuve - décision

$$t_{\text{retour}} = \text{distance} / \text{vitesse}$$

Panne à tester : Vérifiez air, eau, thermique, radiation, nourriture, médecine et charge de travail uniquement lorsqu'ils sont pertinents pour cette mission. L'objectif est d'éviter le faux « tout va bien » d'un calcul technique qui oublierait le temps de sommeil, la capacité à enfiler un scaphandre ou la nécessité d'un second équipier pour une opération critique. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier ».

EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier**3 — Données et hypothèses**

Les nombres fournis sont des données de scénario pédagogique. L'élève doit les recopier avec leurs unités, ajouter les hypothèses manquantes et marquer séparément ce qui vient d'une source NASA. Toute valeur qui change le verdict doit faire l'objet d'une analyse de sensibilité. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier ».

Les données de scénario doivent être converties en marges temporelles et énergétiques. Trois heures de marche théorique ne signifient pas trois heures réelles de retour : terrain, fatigue, navigation, aide à un équipier et consommation du PLSS peuvent augmenter la durée. L'élève construit un cas nominal et un cas dégradé, puis réserve une marge qui n'est pas utilisée pour planifier davantage de science au départ.

4 — Relation directrice

La formule n'est qu'un point d'entrée. Elle doit être reliée à un budget, à une mesure disponible et à un seuil de décision. Si une unité ne se simplifie pas correctement, le calcul s'arrête avant d'utiliser une calculatrice. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier ».

5 — Calculs de départ

Retour $9 \text{ km} \div 3 \text{ km/h} = 3 \text{ h}$ Interpréter le résultat dans le budget global avant de prendre une décision.

Batterie $14 \text{ kWh} - 3 \text{ h} \times 3,2 \text{ kW} = 4,4 \text{ kWh}$ restants Interpréter le résultat dans le budget global avant de prendre une décision.

Marge temps $4 \text{ h } 20 - 3 \text{ h} = 1 \text{ h } 20$ Interpréter le résultat dans le budget global avant de prendre une décision.

6 — Budget masse, énergie et temps

Construisez trois tableaux séparés. Le budget de masse distingue structure, consommables, rechanges et marge. Le budget énergétique distingue puissance instantanée et énergie accumulée. Le budget temps inclut opérations, maintenance, repos et délais de communication. Une marge positive dans un tableau ne compense pas automatiquement un déficit dans un autre. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier ».

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections: 3 — Données et hypothèses ; 4 — Relation directrice ; 5 — Calculs de départ

Relation à relire: $t_{\text{retour}} = \text{distance} / \text{vitesse}$

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

Contrôle avant de continuer

Expliquez sans relire : 3 — Données et hypothèses ; 4 — Relation directrice ; 5 — Calculs de départ. Donnez une grandeur mesurée, une marge et une décision possible.

EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier

Le budget rover doit distinguer énergie restante et puissance nécessaire. Les 4,4 kWh du scénario après trois heures de consommation peuvent être insuffisants si une pente, un chauffage ou une dégradation de batterie augmente la puissance instantanée. L'élève définit donc un 'point de demi-tour' basé sur énergie, temps scaphandre et état de santé, et non sur une distance fixe dessinée sur une carte.

7 — Navigation, communications et connaissance d'état

Indiquez quelles variables doivent être connues localement, lesquelles peuvent être reconstruites plus tard par la Terre et quelle précision est nécessaire pour chaque décision. Le délai radio impose que la mise en sécurité et le diagnostic initial puissent être réalisés sans attendre une réponse terrestre. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier ».

La connaissance d'état médicale et technique doit être partagée sans saturer l'équipage. Pression du PLSS, réserve d'oxygène, fréquence cardiaque, symptômes, position et énergie rover sont priorisés. La Terre peut analyser les données, mais le délai radio signifie que l'équipe locale doit posséder des critères de retour immédiat. Le cours demande de distinguer une information utile au diagnostic d'une information qui change effectivement la décision dans la minute suivante.

8 — Survie et facteurs humains

Vérifiez air, eau, thermique, radiation, nourriture, médecine et charge de travail uniquement lorsqu'ils sont pertinents pour cette mission. L'objectif est d'éviter le faux « tout va bien » d'un calcul technique qui oublierait le temps de sommeil, la capacité à enfiler un scaphandre ou la nécessité d'un second équipier pour une opération critique. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier ».

Le sauvetage doit protéger le second équipier. Une personne fatiguée peut exiger assistance, ralentir le déplacement et augmenter les consommations des deux scaphandres. L'élève attribue les rôles : qui examine, qui communique, qui prépare le matériel et qui garde la conscience de situation globale. Une solution qui concentre toutes les tâches critiques sur une seule personne crée une nouvelle vulnérabilité.

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	7 — Navigation, communications et connaissance d'état ; 8 — Survie et facteurs humains
Relation à relire:	$t_{\text{retour}} = \text{distance} / \text{vitesse}$
Décision attendue:	mesurer → comparer à la marge → choisir nominal, dégradé ou arrêté

Contrôle avant de continuer

Expliquez sans relire : 7 — Navigation, communications et connaissance d'état ; 8 — Survie et facteurs humains. Donnez une grandeur mesurée, une marge et une décision possible.

EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier

9 — Incident injecté propre à la mission

Le rover tombe en panne à 9 km du sas alors qu'un membre d'équipage présente une fatigue anormale : la décision de retour doit intégrer vitesse réelle, autonomie PLSS, batterie, lumière et capacité de remorquage. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier ».

Pour AM-16.07, la réponse doit montrer quelles grandeurs de « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier » sont recalculées, quelles hypothèses cessent d'être valides et quelle action est réversible avant de consommer une réserve irréversible.

Après la panne du rover, la décision compare marche, réparation locale, attente d'un secours robotisé ou combinaison de ces options. Elle s'appuie sur le temps scaphandre réellement restant, l'évolution du symptôme, la météo locale, la distance et la probabilité de réparer sans consommer une marge dangereuse. Le plan inclut un seuil d'abandon de la réparation : continuer trop longtemps sur un véhicule incertain peut supprimer l'option de marche encore disponible.

10 — Décision et justification

Terminez par une décision explicite : poursuivre, retarder, reconfigurer, abandonner une activité ou passer en mode refuge. Citez les trois grandeurs qui commandent cette décision et la marge restante. Une conclusion sans critère numérique ou opérationnel est considérée comme une opinion, pas comme une décision d'ingénierie. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier ».

Le débrief final reconstruit la chronologie minute par minute entre détection de la panne et retour au sas. Chaque bascule de stratégie doit être reliée à une information nouvelle. L'élève identifie enfin quelles décisions auraient pu être prises avant l'EVA — choix d'itinéraire, cache de secours, rover suiveur, seuil de demi-tour — afin que le prochain incident dépende moins d'une improvisation héroïque.

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	9 — Incident injecté propre à la mission ; ; 10 — Décision et justification
Relation à relire:	$t_{\text{retour}} = \text{distance} / \text{vitesse}$
Décision attendue:	mesurer → comparer à la marge → choisir nominal, dégradé ou arrêt

Contrôle avant de continuer

Expliquez sans relire : 9 — Incident injecté propre à la mission ; ; 10 — Décision et justification. Donnez une grandeur mesurée, une marge et une décision possible.

EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier

11 — Livrables attendus

12 — Barème de validation

40 % : cohérence des calculs et unités ; 20 % : traitement des interfaces ; 15 % : marges et mode dégradé ; 15 % : facteurs humains et procédure ; 10 % : qualité des sources et séparation entre données, hypothèses et scénarios. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « EVA lointaine : panne de rover et sauvetage d'un équipier ».

13 — Sources de référence

Sources primaires spécifiques

NASA NTRS — Crew Health and Performance EVA Evidence Report - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20220004017>
NASA — NASA Spaceflight Human-System Standard Volume 2 - <https://www.nasa.gov/reference/nasa-std-3001v2/>
NASA NTRS — Human Exploration of Mars: Preliminary Lists of Crew Tasks - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20190001401>
NASA NTRS — Space Flight Resource Management for ISS Operations - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20110010923>

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	11 — Livrables attendus ; 12 — Barème de validation ; 13 — Sources de référence
Relation à relire:	$t_{\text{retour}} = \text{distance} / \text{vitesse}$
Décision attendue:	mesurer → comparer à la marge → choisir nominal, dégradé ou arrêt

Contrôle avant de continuer

Expliquez sans relire : 11 — Livrables attendus ; 12 — Barème de validation ; 13 — Sources de référence. Donnez une grandeur mesurée, une marge et une décision possible.