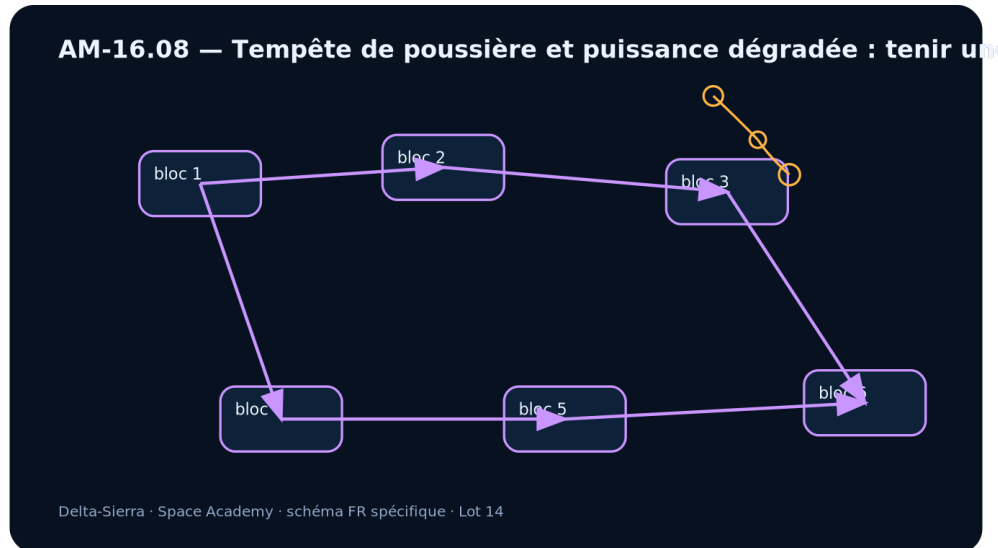


Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine

Question directrice

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



1 — Brief de mission

Réduire les charges, préserver les boucles vitales et planifier le nettoyage sans supposer une chute lumineuse universelle.

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 « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine ».

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 « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine ».

Une semaine de puissance dégradée est un problème de stock et de priorité. La carte relie production solaire, batteries, charges vitales, chauffage, communications, traitement de l'eau et activités reportables. L'élève distingue les charges continues des charges déplaçables dans le temps. Le but n'est pas seulement de survivre au minimum, mais d'éviter un délestage qui crée une panne différée, par exemple un équipement trop froid ou un stock d'eau non traité.

Équation - preuve - décision

$$E_{\text{jour}} = P_{\text{moy}} \times 24 \text{ h}$$

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 « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine ».

Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine**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 « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine ».

Le scénario doit utiliser plusieurs hypothèses de production solaire plutôt qu'une valeur moyenne unique. Une tempête peut varier d'un sol à l'autre et l'état initial de charge de la batterie change fortement la marge. L'élève calcule au moins un cas nominal dégradé et un cas plus sévère, puis fixe des seuils d'état de charge déclenchant successivement réduction de science, arrêt industriel et mode de survie.

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 « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine ».

5 — Calculs de départ

Charge critique $7,5 \text{ kW} \times 24 \text{ h} = 180 \text{ kWh/j}$ Interpréter le résultat dans le budget global avant de prendre une décision.

Stock batterie $900 \text{ kWh} \div 180 \text{ kWh/j} = 5$ jours théoriques Interpréter le résultat dans le budget global avant de prendre une décision.

Délestage $22 \text{ kW} - 8 \text{ kW} = 14 \text{ kW}$ supprimés 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 « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine ».

Tableau opérationnel

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

Relation à relire: $E_{\text{jour}} = P_{\text{moy}} \times 24 \text{ h}$

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

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.

Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine

Le calcul de cinq jours théoriques obtenu avec 900 kWh et 180 kWh/j est un ordre de grandeur, pas une autonomie garantie. Il suppose notamment que toute l'énergie est utilisable et que la charge reste constante. Le budget doit réserver une fraction non planifiée, intégrer les pertes et identifier la puissance minimale instantanée. Une batterie peut contenir de l'énergie et néanmoins ne pas être capable de supporter une pointe de charge critique.

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 « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine ».

La prévision est une donnée opérationnelle. Mesure de l'irradiance, état de charge, température des batteries, poussière déposée et consommation réelle doivent être suivis comme tendances. La Terre peut améliorer les modèles, mais l'équipage doit pouvoir décider localement de délester. Le cours demande une règle simple : quelle mesure déclenche quelle action, avec quel délai et quelle condition de retour au niveau précédent.

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 « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine ».

Le facteur humain intervient dans le délestage. Réduire l'éclairage, le chauffage ou les communications peut affecter sommeil, charge mentale et coordination. Le plan de survie doit donc préserver des fonctions minimales de vie collective et éviter une économie énergétique qui dégrade rapidement les performances de l'équipage. Les activités de maintenance qui empêchent une panne plus coûteuse restent parfois prioritaires sur une économie immédiate.

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	7 — Navigation, communications et connaissance d'état ; 8 — Survie et facteurs humains
Relation à relire:	$E_{\text{jour}} = P_{\text{moy}} \times 24 \text{ h}$
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.

Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine**9 — Incident injecté propre à la mission**

La production solaire réelle reste sous le scénario nominal pendant plusieurs sols : l'équipe doit ordonner le délestage, préserver chauffage et ECLSS puis définir un seuil de sortie du mode économie. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine ».

Pour AM-16.08, la réponse doit montrer quelles grandeurs de « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine » sont recalculées, quelles hypothèses cessent d'être valides et quelle action est réversible avant de consommer une réserve irréversible.

Si la production reste basse plusieurs sols, l'équipe ne redémarre pas toutes les charges dès la première amélioration. Elle recharge d'abord une réserve, vérifie la stabilité de la production et réintroduit les équipements par groupes. L'élève définit un ordre de reprise et une marge minimale avant de relancer l'ISRU ou une charge industrielle. Cela évite un cycle redémarrage-arrêt qui fatigue les équipements et vide immédiatement les batteries.

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 « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine ».

Le livrable final comprend une courbe de l'état de charge sur sept sols et une chronologie de délestage. Chaque marche de puissance doit être associée à des charges nommées. L'élève explique aussi ce qui serait différent si la base disposait d'une seconde source énergétique indépendante : la redondance ne se résume pas à additionner des kilowatts, elle change les modes de panne communs.

11 — Livrables attendus**Tableau opérationnel**

Phénomènes / sections: 9 — Incident injecté propre à la mission ; ; 10 — Décision et justification

Relation à relire: $E_{\text{jour}} = P_{\text{moy}} \times 24 \text{ h}$

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

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.

Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine

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 « Tempête de poussière et puissance dégradée : tenir une semaine ».

13 — Sources de référence

Sources primaires spécifiques

NASA NTRS — Current NASA Plans for Mars In-Situ Resource Utilization - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20180002086>

NASA NTRS — Advanced Exploration Systems Life Support Systems Project Overview - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20210015025>

NASA-STD-8729.1A — Reliability and Maintainability Standard - <https://standards.nasa.gov/standard/NASA/NASA-STD-87291>

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

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	12 — Barème de validation ; 13 — Sources de référence ; Sources primaires spécifiques
Relation à relire:	$E_{\text{jour}} = P_{\text{moy}} \times 24 \text{ h}$
Décision attendue:	mesurer → comparer à la marge → choisir nominal, dégradé ou arrêt

Contrôle avant de continuer

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