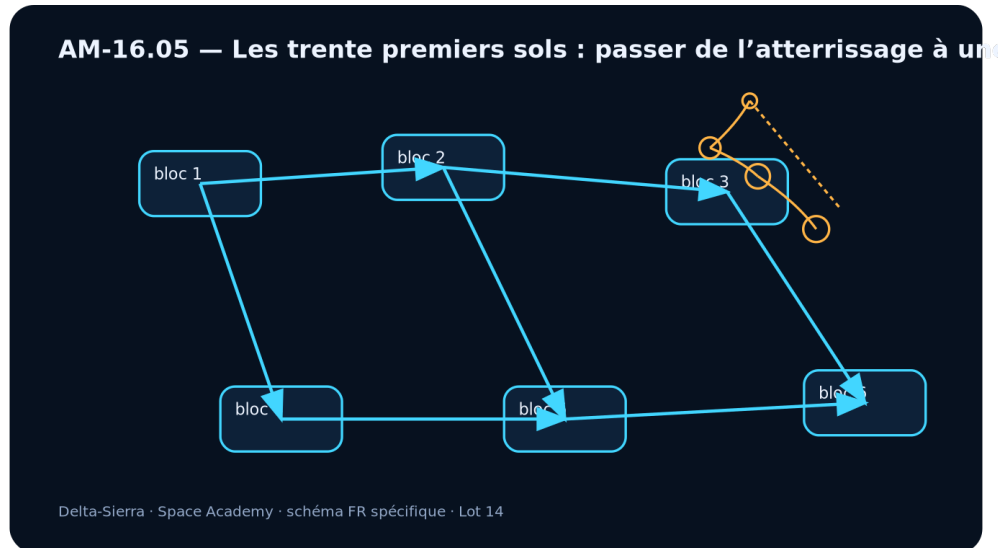


Les trente premiers sols : passer de l'atterrissage à une base stable

Question directrice

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



1 — Brief de mission

Planifier activation, inspection, énergie, eau, communications et zones refuge avant l'expansion.

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 « Les trente premiers sols : passer de l'atterrissage à une base stable ».

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 « Les trente premiers sols : passer de l'atterrissage à une base stable ».

Les trente premiers sols doivent être organisés comme une campagne de mise en service, pas comme une succession d'EVA opportunistes. La carte distingue les fonctions déjà qualifiées avant l'arrivée, les connexions à établir sur Mars et les équipements qui ne doivent être activés qu'après vérification. Le premier objectif est de créer un état sûr et durable : énergie, atmosphère, communications, eau, refuge et capacité de diagnostic avant d'augmenter la production industrielle ou scientifique.

Équation - preuve - décision

couverture = stock / consommation

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 « Les trente premiers sols : passer de l'atterrissage à une

Les trente premiers sols : passer de l'atterrissage à une base stable

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 « Les trente premiers sols : passer de l'atterrissage à une base stable ».

Le scénario demande un ordre d'activation avec critères de passage. Par exemple, un réseau d'utilités n'est déclaré opérationnel qu'après mesure d'isolement, test de charge et vérification du retour en mode sûr. L'élève évite ainsi le piège consistant à compter une installation comme disponible dès qu'elle est physiquement connectée. Chaque étape doit produire une preuve utilisable lors de la relève suivante.

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 « Les trente premiers sols : passer de l'atterrissage à une base stable ».

5 — Calculs de départ

Eau $2\,400\text{ L} \div 80\text{ L/sol} = 30\text{ sols}$ Interpréter le résultat dans le budget global avant de prendre une décision.

Énergie de nuit $18\text{ kW} \times 12\text{ h} = 216\text{ kWh}$ Interpréter le résultat dans le budget global avant de prendre une décision.

Inspection $6\text{ zones} \times 45\text{ min} = 270\text{ min} = 4,5\text{ h}$ 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 « Les trente premiers sols : passer de l'atterrissage à une base stable ».

Tableau opérationnel

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

Relation à relire: couverture = stock / consommation

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.

Les trente premiers sols : passer de l’atterrissage à une base stable

Le stock de 2 400 litres donne trente sols à 80 litres par sol dans le scénario, mais cette division ne doit pas masquer les usages prioritaires et les pertes. L’élève établit un budget séparant consommation vitale, hygiène, maintenance et réserve d’urgence. Il définit aussi un seuil de déclenchement pour l’ISRU : attendre trop longtemps consomme la réserve ; démarrer trop tôt peut détourner de l’énergie et des heures équipage nécessaires à la sécurisation de la base.

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 « Les trente premiers sols : passer de l’atterrissage à une base stable ».

La connaissance d’état doit être visible dans une salle de contrôle locale simple : puissance disponible, état des branches électriques, pression des volumes, stocks, alarmes ouvertes et configuration des liaisons. La Terre reçoit les journaux et conseille, mais l’équipage doit pouvoir décider localement d’isoler une branche ou de reporter une activation. L’exercice demande de préciser qui a l’autorité sur ces décisions durant les premiers sols.

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 « Les trente premiers sols : passer de l’atterrissage à une base stable ».

La charge de travail doit intégrer l’acclimatation et les marges humaines. Six zones à inspecter ne représentent pas seulement 4,5 heures de marche ou de travail : préparation, dépressurisation, remise en configuration, documentation et récupération comptent aussi. L’élève indique quelles inspections peuvent être robotisées, quelles tâches exigent deux personnes et quelles activités non critiques seront supprimées si un incident absorbe une demi-journée.

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	7 — Navigation, communications et connaissance d’état ; 8 — Survie et facteurs humains
Relation à relire:	couverture = stock / consommation
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.

Les trente premiers sols : passer de l’atterrissage à une base stable

9 — Incident injecté propre à la mission

Au sol 4, un réseau électrique secondaire est indisponible : l’équipage doit choisir entre activation de l’ISRU, inspection externe et constitution accélérée du refuge. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « Les trente premiers sols : passer de l’atterrissage à une base stable ».

Pour AM-16.05, la réponse doit montrer quelles grandeurs de « Les trente premiers sols : passer de l’atterrissage à une base stable » sont recalculées, quelles hypothèses cessent d’être valides et quelle action est réversible avant de consommer une réserve irréversible.

La panne du réseau électrique secondaire au sol 4 force à choisir un ordre de priorité. Il faut d’abord préserver les charges qui maintiennent l’habitat et la capacité de diagnostic, puis décider si l’ISRU, l’inspection extérieure ou la science peut continuer. Le plan doit préciser les conditions de redémarrage et interdire la remise sous tension répétitive sans compréhension de la cause, afin d’éviter de transformer une panne isolée en cause commune.

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 « Les trente premiers sols : passer de l’atterrissage à une base stable ».

À la fin du sol 30, la base est évaluée avec des critères mesurables : autonomie énergétique, stock d’eau, disponibilité des communications, nombre d’anomalies ouvertes, capacité de refuge et preuve de récupération après une panne simulée. Le rapport final compare la configuration réellement obtenue au plan initial et explique les écarts au lieu de les masquer dans une moyenne de disponibilité.

11 — Livrables attendus

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	9 — Incident injecté propre à la mission ; ; 10 — Décision et justification
Relation à relire:	couverture = stock / consommation
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.

Les trente premiers sols : passer de l'atterrissage à une base stable

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 « Les trente premiers sols : passer de l'atterrissage à une base stable ».

13 — Sources de référence

Sources primaires spécifiques

NASA — Systems Engineering Handbook - <https://www.nasa.gov/reference/systems-engineering-handbook/>

NASA NTRS — Advanced Exploration Systems Life Support Systems Project Overview -

<https://ntrs.nasa.gov/citations/20210015025>

NASA NTRS — Human Exploration of Mars: Preliminary Lists of Crew Tasks -

<https://ntrs.nasa.gov/citations/20190001401>

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: couverture = stock / consommation

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.