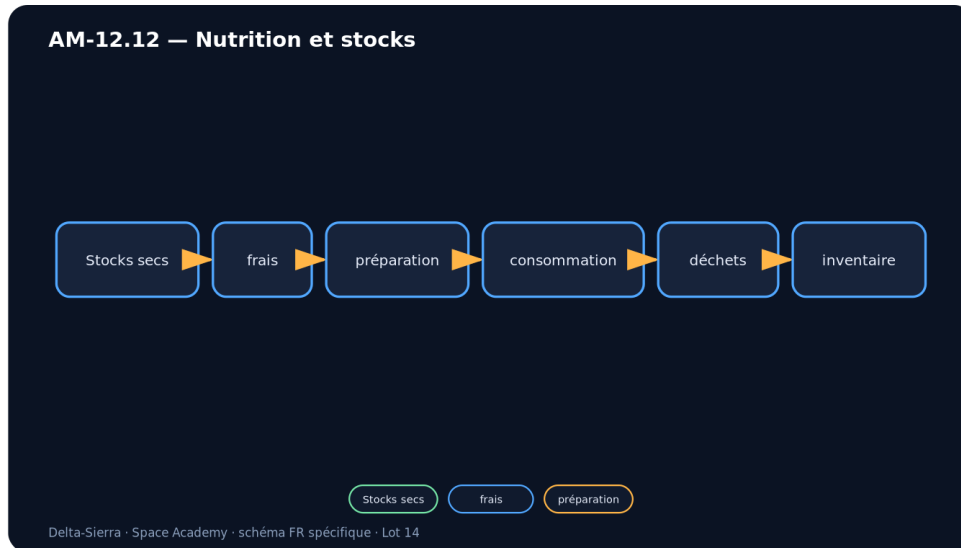


Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit

Question directrice

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



1 — Le phénomène réel

La nourriture doit fournir énergie, protéines, acides gras, vitamines, minéraux, fibres et variété tout en restant sûre et acceptable. Sur une mission longue, la stabilité nutritionnelle, l'emballage, la masse, le volume, les déchets, l'eau de préparation et surtout l'appétit réel comptent. Une ration théorique non consommée ne protège pas la santé. Les cultures fraîches peuvent compléter l'alimentation sans être automatiquement supposées couvrir toutes les calories.

La question directrice de ce cours est : Pourquoi livrer assez de calories ne garantit-il pas une alimentation viable pendant des années ? 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », la frontière retenue précise aussi ce qui serait compté deux fois ou, au contraire, oublié dans un bilan de mission.

apports énergétiques, protéines, micronutriments, masse stockée, rendement des cultures, paramètres médicaux et temps de soin

une carence, une perte de récolte, une pharmacie dégradée, un diagnostic incertain ou une ressource médicale indisponible

essais de stockage, croissance végétale contrôlée, simulations médicales et scénarios de rationnement

Équation - preuve - décision

$$E_{\text{jour}} = \sum E_{\text{aliments}} ; \text{autonomie} = \text{stock} / \text{consommation}$$

Panne à tester : La panne de référence n'est pas un vague « composant cassé ». Pour « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », on teste notamment une carence, une perte de récolte, une pharmacie dégradée, un diagnostic incertain ou une ressource médicale indisponible. Le diagnostic demande quels symptômes apparaissent d'abord, lesquels sont seulement des conséquences, et quelle action garde le plus d'options ouvertes.

Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit**3 — Schéma propre au cours**

Le schéma ne résume pas tout le module : il isole ce qui est spécifique à « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit ». 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », 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 : l'énergie quotidienne égale la somme des énergies apportées ; l'autonomie en jours peut être estimée par le stock total divisé par la consommation quotidienne.

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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit » combine des grandeurs qui n'ont pas toutes le même statut documentaire. Pour « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », 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

$2\,600 \text{ kcal/j} \times 6 = 15\,600 \text{ kcal/j}$ dans ce scénario

$1\,800 \text{ kg} / 3 \text{ kg/j}$ pour l'équipage = 600 jours, avant pertes et emballages

$400 \text{ kcal fraîches} / 2\,600 \text{ kcal} = 15,4 \%$ des calories de cet exemple, pas 15,4 % de "la nourriture" au sens global

1. 1. Énergie équipage $2\,600 \text{ kcal/j} \times 6 = 15\,600 \text{ kcal/j}$ dans ce scénario Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les unités, la marge et la frontière du scénario de « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit ».

2. 2. Stock sec $1\,800 \text{ kg} / 3 \text{ kg/j}$ pour l'équipage = 600 jours, avant pertes et emballages Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les unités, la marge et la frontière du scénario de « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit ».

3. 3. Fraction fraîche $400 \text{ kcal fraîches} / 2\,600 \text{ kcal} = 15,4 \%$ des calories de cet exemple, pas 15,4 % de "la nourriture" au sens global Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les

Tableau opérationnel

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

Relation à relire: $E_{\text{jour}} = \Sigma E_{\text{aliments}}$; autonomie = stock / consommation

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.

Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit**6 — Ce que la formule ne contient pas**

La relation « $E_{\text{jour}} = \sum E_{\text{aliments}}$; autonomie = stock / consommation » ne contient pas à elle seule l'ensemble de « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit ». 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 $2\,600 \text{ kcal/j} \times 6 = 15\,600 \text{ kcal/j}$ dans ce scénario 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 : apports énergétiques, protéines, micronutriments, masse stockée, rendement des cultures, paramètres médicaux et temps de soin. On peut alors demander quelle variation modifie réellement le résultat, laquelle reste négligeable et laquelle oblige à changer d'architecture. Pour « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », l'observabilité repose sur apports énergétiques, protéines, micronutriments, masse stockée, rendement des cultures, paramètres médicaux et temps de soin. 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », on teste notamment une carence, une perte de récolte, une pharmacie dégradée, un diagnostic incertain ou une ressource médicale indisponible. 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

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:	$E_{\text{jour}} = \sum E_{\text{aliments}}$; autonomie = stock / consommation
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.

Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit**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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit » 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 1 800 kg / 3 kg/j pour l'équipage = 600 jours, avant pertes et emballages 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit » combine essais de stockage, croissance végétale contrôlée, simulations médicales et scénarios de rationnement. 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », 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:	$E_{\text{jour}} = \Sigma E_{\text{aliments}}$; autonomie = stock / consommation
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.

Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit**12 — Exercice de décision**

Situation : reprenez « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit » 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit » 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 « Nutrition martienne : calories, protéines, micronutriments, stockage et appétit », 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 — Life Support Baseline Values and Assumptions Document - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20210024855>

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:	$E_{\text{jour}} = \Sigma E_{\text{aliments}}$; autonomie = stock / consommation
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.