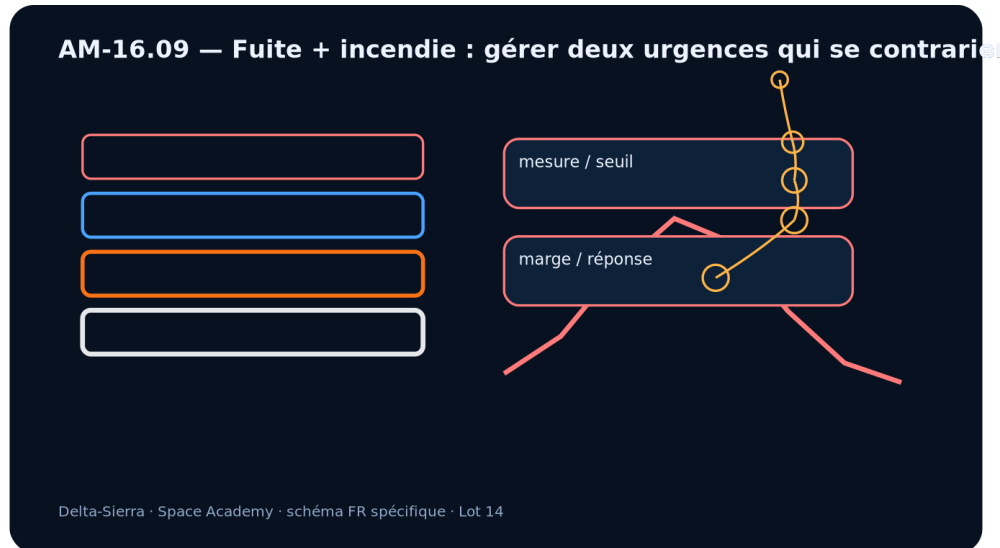


Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient

Question directrice

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



1 — Brief de mission

Isoler un volume, traiter la fumée et protéger le refuge sans créer une seconde catastrophe.

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 « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient ».

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 « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient ».

Une fuite et un incendie imposent des actions qui peuvent se contrarier. Ventiler aide à contrôler certains contaminants mais peut alimenter un feu ; isoler protège le reste de la base mais peut piéger fumée, chaleur ou un équipier. La carte doit montrer les volumes pressurisés, vannes, ventilateurs, détecteurs, chemins d'évacuation et refuge. L'élève raisonne donc sur la séquence des actions, pas sur deux procédures indépendantes exécutées simultanément.

Équation - preuve - décision

$$m_{\dot{}} = \Delta m / \Delta t$$

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 « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient ».

Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient**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 « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient ».

Les mesures doivent permettre de distinguer fuite, combustion et défaut de capteur : pression, taux de perte, fumée, température, composition de l'air et état électrique. L'élève définit quelles combinaisons suffisent pour déclencher l'isolement d'un compartiment et lesquelles demandent une confirmation. Une alarme unique ne doit pas faire basculer automatiquement la base dans une configuration qui crée un danger plus grave.

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 « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient ».

5 — Calculs de départ

Perte gaz $6 \text{ kg} \div 20 \text{ min} = 0,30 \text{ kg/min}$ Interpréter le résultat dans le budget global avant de prendre une décision.

Autonomie refuge $48 \text{ h} - 7 \text{ h} = 41 \text{ h}$ restantes Interpréter le résultat dans le budget global avant de prendre une décision.

Filtration $3 \text{ filtres} \times 4 \text{ h} = 12 \text{ h-filtre}$ 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 « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient ».

Tableau opérationnel

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

Relation à relire: $m_{\text{dot}} = \Delta m / \Delta t$

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.

Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient

Le taux de perte de masse donne un horizon, mais cet horizon dépend du volume, de la pression et de la capacité à isoler. Les 41 heures de réserve restantes dans un autre budget ne sont utiles que si les fonctions indispensables sont encore alimentées. L'exercice demande donc de fermer simultanément atmosphère, énergie et filtration, puis de vérifier la disponibilité du refuge après l'isolement.

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 « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient ».

La conscience de situation doit survivre à la reconfiguration. Si un compartiment est isolé, des capteurs et une caméra peuvent rester nécessaires pour savoir si le feu est éteint ou si la fuite continue. L'élève indique comment les données franchissent la frontière isolée et quelle instrumentation possède une alimentation indépendante. Sans cela, l'équipe peut gagner l'étanchéité tout en perdant toute information sur l'évolution du sinistre.

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 « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient ».

Le commandement de l'incident doit séparer décision et exécution. Une personne conserve la vue d'ensemble, une autre applique les actions techniques et une troisième prépare le refuge ou l'assistance médicale. La communication en boucle fermée est particulièrement importante lorsque plusieurs alarmes arrivent ensemble. Le scénario demande aussi un critère d'évacuation : à quel moment la tentative de récupération locale est abandonnée au profit du refuge.

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	7 — Navigation, communications et connaissance d'état ; 8 — Survie et facteurs humains
Relation à relire:	$m_{\dot{}} = \Delta m / \Delta t$
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.

Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient

9 — Incident injecté propre à la mission

Le compartiment touché perd de la pression pendant qu’un détecteur de fumée confirme un foyer : isoler trop vite peut piéger la fumée, ventiler peut aggraver la perte de gaz ; l’ordre des actions devient la question centrale. Pour cette mission, le critère est appliqué explicitement à « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient ».

Pour AM-16.09, la réponse doit montrer quelles grandeurs de « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient » sont recalculées, quelles hypothèses cessent d’être valides et quelle action est réversible avant de consommer une réserve irréversible.

La décision doit ordonner les actions : confirmer l’événement, supprimer les sources d’énergie dangereuses si possible, protéger l’équipage, isoler au bon moment, contrôler l’atmosphère puis préparer la récupération. L’élève explique pourquoi cet ordre change si un équipier se trouve dans le compartiment ou si la fuite empêche de conserver une pression suffisante. Un arbre de décision est préférable à une liste linéaire présentée comme universelle.

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 « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient ».

Le retour au nominal exige plus qu’une alarme disparue. Il faut localiser la fuite, confirmer l’absence de point chaud, purger ou filtrer l’atmosphère, inspecter les dommages et tester la fonction isolée avant de reconnecter le volume. Le rapport final distingue remise en sécurité, réparation provisoire et requalification complète afin que la pression opérationnelle ne transforme pas une solution temporaire en configuration permanente non maîtrisée.

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	9 — Incident injecté propre à la mission ; ; 10 — Décision et justification
Relation à relire:	$m_{dot} = \Delta m / \Delta t$
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.

Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient

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 « Fuite + incendie : gérer deux urgences qui se contrarient ».

13 — Sources de référence

Sources primaires spécifiques

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

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 — Human Performance and Error, NASA-STD-3001 Volume 2 - <https://www.nasa.gov/reference/5-0-human-performance-and-error-vol-2/>

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections: 11 — Livrables attendus ; 12 — Barème de validation ; 13 — Sources de référence

Relation à relire: $m_{dot} = \Delta m / \Delta t$

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.