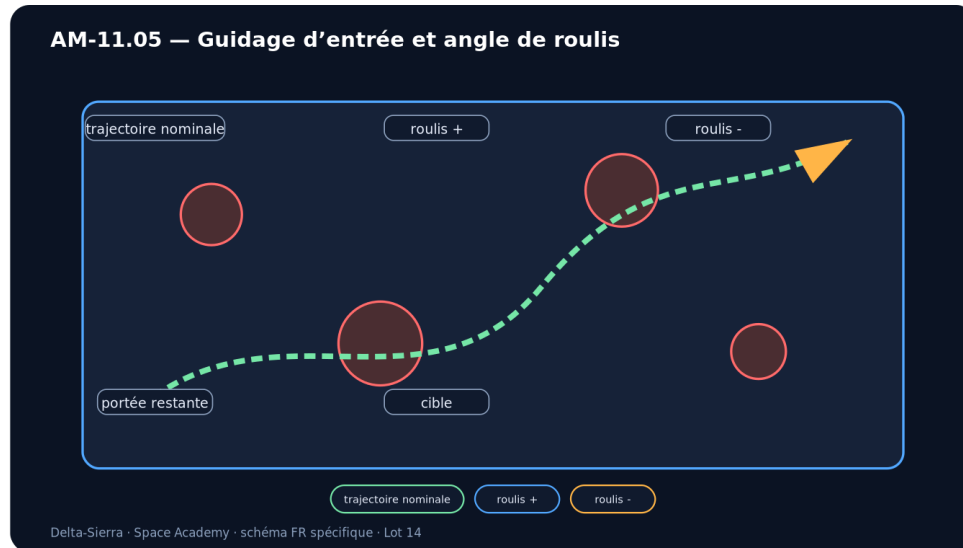


Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire

Question directrice

Concret → vocabulaire → schéma → calcul → limites → mission.



1 — Le phénomène réel

Le guidage compare en permanence un état estimé à une trajectoire ou à des contraintes cibles. En modulant l'orientation de la portance, notamment par l'angle de roulis, il peut redistribuer la composante verticale et latérale de la force. Le guidage n'annule pas les incertitudes : il crée une boucle de correction qui doit rester stable, observable et compatible avec les marges thermiques et structurales.

La question directrice de ce cours est : Comment piloter un véhicule alors que l'atmosphère et la position exacte ne sont jamais parfaitement connues ? 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », la frontière retenue précise aussi ce qui serait compté deux fois ou, au contraire, oublié dans un bilan de mission.

position, vitesse, attitude, angle de roulis, erreur de portée et marge de corridor

une estimation biaisée, une saturation de commande ou une stratégie de roulis qui consomme trop tôt sa capacité de correction

simulation de navigation-guidage couplée, erreurs capteurs injectées et dispersion de cible

Équation - preuve - décision

$$L = q \times S \times C_L ; L_v = L \times \cos(\sigma)$$

Panne à tester : La panne de référence n'est pas un vague « composant cassé ». Pour « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », on teste notamment une estimation biaisée, une saturation de commande ou une stratégie de roulis qui consomme trop tôt sa capacité de correction. Le diagnostic demande quels symptômes apparaissent d'abord, lesquels sont seulement des conséquences, et quelle action garde le plus d'options ouvertes.

Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire**3 — Schéma propre au cours**

Le schéma ne résume pas tout le module : il isole ce qui est spécifique à « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire ». 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », 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 : la portance L égale q fois la surface S fois C_L ; la composante verticale L_v égale L fois le cosinus de l'angle de roulis σ .

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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire » combine des grandeurs qui n'ont pas toutes le même statut documentaire. Pour « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », 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

$$5\,000 \times 15 \times 0,3 = 22\,500 \text{ N}$$

$$L_v = 22\,500 \times \cos 60^\circ = 11\,250 \text{ N}$$

$$22\,500 \times \sin 60^\circ \approx 19\,486 \text{ N}$$

1. 1. Portance simplifiée $5\,000 \times 15 \times 0,3 = 22\,500 \text{ N}$ Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les unités, la marge et la frontière du scénario de « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire ».

2. 2. Roulis de 60° $L_v = 22\,500 \times \cos 60^\circ = 11\,250 \text{ N}$ Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les unités, la marge et la frontière du scénario de « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire ».

3. 3. Composante latérale $22\,500 \times \sin 60^\circ \approx 19\,486 \text{ N}$ Interprétation : ce résultat n'est utilisé qu'après comparaison avec les unités, la marge et la frontière du scénario de « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire ».

Tableau opérationnel

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

Relation à relire: $L = q \times S \times C_L$; $L_v = L \times \cos(\sigma)$

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.

Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire**6 — Ce que la formule ne contient pas**

La relation « $L = q \times S \times C_L$; $L_v = L \times \cos(\sigma)$ » ne contient pas à elle seule l'ensemble de « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire ». 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 $5\,000 \times 15 \times 0,3 = 22\,500\text{ N}$ 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 : position, vitesse, attitude, angle de roulis, erreur de portée et marge de corridor. On peut alors demander quelle variation modifie réellement le résultat, laquelle reste négligeable et laquelle oblige à changer d'architecture. Pour « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », l'observabilité repose sur position, vitesse, attitude, angle de roulis, erreur de portée et marge de corridor. 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », on teste notamment une estimation biaisée, une saturation de commande ou une stratégie de roulis qui consomme trop tôt sa capacité de correction. 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 consommé, action équipage, condition d'abandon et critère de retour au nominal. Cette séquence est

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:	$L = q \times S \times C_L$; $L_v = L \times \cos(\sigma)$
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.

Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire

9 — Cas NASA / cas de référence

L'analyse Mars 2020 permet de comparer trajectoire prévue et trajectoire reconstruite. Le guidage n'est pas « suivre une ligne » : il met continuellement à jour la commande à partir de l'état estimé, de l'énergie restante et des limites du véhicule.

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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire » 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 $L_{\text{verticale}} = 22\,500 \times \cos 60^\circ = 11\,250\text{ N}$ 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire » combine simulation de navigation-guidage couplée, erreurs capteurs injectées et dispersion de cible. 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », 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:	$L = q \times S \times C_L$; $L_v = L \times \cos(\sigma)$
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.

Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire

12 — Exercice de décision

Situation : reprenez « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire » 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire » 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 « Guidage d'entrée : angle de roulis, portance, portée et correction de trajectoire », 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 — Assessment of the Mars 2020 Entry, Descent, and Landing Flight Mechanics Simulation - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20210024480>

NASA NTRS — The Mars 2020 Perseverance Navigation Filter - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20230005661>

NASA NTRS — Entry, Descent and Landing State of the Union and Future Technologies - <https://ntrs.nasa.gov/citations/20230012330>

Tableau opérationnel

Phénomènes / sections:	12 — Exercice de décision ; 13 — À retenir sans généraliser abusivement ; 14 — Sources primaires spécifiques au sujet
Relation à relire:	$L = q \times S \times C_L$; $L_v = L \times \cos(\sigma)$
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.