Mission Definition Review (MDR) - Définition de la Mission

# 1. Mission Definition Review (MDR)

## 1.1 Introduction à la mission

Le projet confié par la Schweizerische Bundesbahnen (SBB) consiste à développer un système d’asservissement pour un train à suspension automatisée. Ce système doit permettre de minimiser les sensations d'accélération et d'améliorer le confort des passagers lors des changements de trajectoire du train. Le banc d’essai « plaque-sphère » sera utilisé pour simuler ces conditions, avec des tests de validation effectués sur le terrain à l'aide d'une plateforme expérimentale fournie par SBB.  
  
Le projet se concentre sur la modélisation du système, le développement d'algorithmes de contrôle, et la validation des performances à travers des simulations numériques ainsi que des tests physiques.

## 1.2 Objectifs de la mission

1. Modélisation dynamique : Créer un modèle précis du banc d’essai « poutre-sphère » puis le transposer au système « plaque-sphère » à deux axes.  
2. Conception des asservissements : Développer des algorithmes de contrôle pour les moteurs DC responsables de l’inclinaison de la plaque, permettant le contrôle de la position de la sphère sur la plaque.  
3. Validation des performances : Comparer les performances simulées et les tests physiques pour assurer que le système satisfait aux critères d’efficacité et de stabilité.  
4. Documentation complète : Détailler toutes les étapes du processus, des équations dynamiques jusqu'aux résultats des tests, pour fournir au client une traçabilité complète des décisions et des résultats.

## 1.3 Contexte technique et fonctionnel

1. Environnement technique :  
 - Banc d’essai « poutre-sphère » : Un modèle simplifié à un axe, conçu pour tester et valider les concepts d’asservissement.  
 - Banc d’essai « plaque-sphère » : Un modèle à deux axes, reproduisant les conditions réelles du train.  
 - Moteurs DC : Actionneurs responsables de l'inclinaison de la plaque.  
 - Capteurs : Encodeurs pour mesurer l'inclinaison et caméras pour suivre la position de la sphère.  
  
2. Fonctionnement attendu :  
 - Les moteurs DC contrôlent l’inclinaison de la plaque, ce qui influence le mouvement de la sphère métallique sur la plaque.  
 - Le système doit réagir rapidement et avec précision aux consignes de position de la sphère fournies par le client.  
 - Les capteurs de position et les encodeurs fournissent des données en temps réel pour ajuster l’asservissement.

# 2. Besoins et spécifications

## 2.1 Exigences fonctionnelles et techniques

1. Stabilité et performance :  
 - Le système doit atteindre une stabilité rapide après chaque manœuvre, sans oscillations indésirables.  
 - Les performances dynamiques doivent respecter des critères de précision (<1 mm d’écart sur la position de la sphère) et de rapidité de réponse (<0.5 seconde pour atteindre la consigne).  
  
2. Robustesse :  
 - Le système doit être robuste et capable de maintenir des performances constantes face à des variations d’entrée ou des perturbations (p. ex. décalages mécaniques).  
  
3. Documentation complète :  
 - Les modèles mathématiques et numériques doivent être fournis avec des descriptions complètes des hypothèses et simplifications.  
 - Chaque validation de test (simulée et physique) doit être accompagnée d'un rapport comparatif détaillant les écarts.

# 3. Analyse de faisabilité

## 3.1 Risques techniques

1. Précision des modèles dynamiques : Le modèle doit être suffisamment précis pour représenter les dynamiques du système réel. Toute erreur dans la modélisation pourrait conduire à des défaillances dans la simulation.  
  
2. Perturbations externes : Des interférences potentielles dues à l’environnement ou à des variations mécaniques (p. ex. usure des moteurs ou des engrenages) pourraient affecter la précision du système.  
  
3. Simulation vs Réalité : Les tests en simulation peuvent ne pas toujours refléter fidèlement les conditions réelles, nécessitant des ajustements entre les deux phases.

# 4. Work Breakdown Structure (WBS) - Décomposition des tâches

1. Modélisation du banc d’essai poutre-sphère à un axe :  
 - Modélisation non linéaire en MATLAB/Simulink.  
 - Linéarisation des équations dynamiques.  
 - Développement des fonctions de transfert du moteur DC et de la position de la sphère.  
  
2. Calibration et identification des paramètres du système à un axe :  
 - Identification des paramètres critiques : friction, résistance du moteur, couple d'inertie.  
 - Validation des modèles à partir de mesures expérimentales.  
  
3. Conception de l’asservissement :  
 - Développement d’un contrôleur PID pour l’asservissement de la position de la sphère.  
 - Ajustement et validation du contrôleur par simulations (boucles internes et externes).  
  
4. Tests physiques sur le banc d’essai :  
 - Validation des performances par rapport aux spécifications du client.  
 - Comparaison entre simulations et résultats expérimentaux.  
  
5. Transposition au système plaque-sphère :  
 - Modification des paramètres pour un système à deux axes.  
 - Recalibrage des moteurs et ajustement des contrôleurs PID pour les deux axes.  
  
6. Documentation :  
 - Production de rapports pour chaque phase : modélisation, simulation, tests physiques.  
 - Documentation des résultats comparatifs et des ajustements nécessaires.

# 7. Planification et échéancier

Phase 0 : Analyse de faisabilité et spécifications (2 semaines)  
 - Analyse des exigences client.  
 - Modélisation préliminaire du système poutre-sphère.  
  
Phase A : Définition du concept (3 semaines)  
 - Développement des premières simulations en MATLAB.  
 - Début de la calibration du système à un axe.  
  
Phase B : Design préliminaire (5 semaines)  
 - Conception et validation des compensateurs (boucles internes et externes).  
 - Ajustement des paramètres pour le système à un axe.  
  
Phase C : Design détaillé et simulation complète (5 semaines)  
 - Intégration du modèle plaque-sphère à deux axes.  
 - Validation par simulation de la performance.  
  
Phase D : Tests physiques et validation (4 semaines)  
 - Comparaison entre simulations et tests réels.  
 - Ajustement final des contrôleurs.