

Fiche Synthèse : Robot Haptique

CAPET SII Informatique — Préparation Oral 2

1. Présentation Générale & Enjeux du Système

Un robot haptique permet une interaction bidirectionnelle entre un utilisateur humain et un environnement (virtuel ou distant). Il combine la capture de mouvement (capteurs de position/vitesse) et le retour de force (actionneurs) pour recréer des sensations tactiles kinesthésiques.

Point clé de l'Oral : Ne confondez pas le flux d'information (capteurs) et le flux d'énergie (moteurs générant le retour de force). Le système boucle en permanence à haute fréquence pour garantir la stabilité de la sensation de toucher.

2. Formules et Modélisations Incontournables (Bac+5)

En ingénierie, l'étude d'un bras haptique fait appel à la mécanique des solides et à l'automatique des systèmes bouclés :

Modèle géométrique inverse (MGI) : $\theta = f(X, Y, Z)$

(Permet de passer des coordonnées cartésiennes de l'effecteur aux angles moteurs)

Calcul du couple moteur pour le retour de force : $\Gamma = J^T(\theta) \cdot F$

(Où J^T est la transposée de la matrice jacobienne du robot, et F le vecteur force virtuel)

Loi de commande d'impédance virtuelle : $F = K \cdot (X_{\text{virtuel}} - X_{\text{réel}}) + B \cdot (V_{\text{virtuel}} - V_{\text{réel}})$

(Modélisation de type Masse-Ressort-Amortisseur pour simuler le contact rigide ou visqueux)

3. Transposition Didactique & Découpage par Niveaux

Niveau de classe	Approche pédagogique & Activités	Points clés du cours & Notions
COLLÈGE (CYCLE 4)	Étude de la fonction « Acquérir » (détection du geste) et « Actionner » (moteur). Activité de programmation par blocs (Scratch) : modifier la couleur d'une LED ou émettre un son sur la manette lorsque l'objet virtuel touche un mur.	<ul style="list-style-type: none">• Chaîne d'information & d'énergie.• Notion de capteur de position (tout ou rien / analogique).• Algorithme de test conditionnel (Si contact Alors...).
LYCÉE (STI2D / SPÉ SI)	Acquisition du signal d'un codeur incrémental ou absolu. Calcul géométrique simple (trigonométrie plane pour lier l'angle à la position). Modélisation SysML du système (Diagramme d'Exigences et de Blocs Internes) pour valider la fidélité du retour de force.	<ul style="list-style-type: none">• Échantillonnage et conversion numérique (CAN).• Modélisation géométrique plane.• Commande PWM (MLI) pour faire varier le couple du moteur (retour de force).
BTS (CIEL / CRSA)	Programmation en C++ de l'asservissement en force sur microcontrôleur. Traitement du signal (filtrage numérique de la vitesse calculée par dérivation de la position). Implémentation du calcul matriciel (Jacobienne) pour un bras à 2 ou 3 axes.	<ul style="list-style-type: none">• Asservissement en boucle fermée (Correcteur PID).• Bus de communication temps réel (SPI, CAN) à haute fréquence (> 1 kHz).• Gestion des interruptions temporelles.