

CONCEPTION D'UN EXOSQUELETTE POUR MEMBRES INFÉRIEURS PÉDIATRIQUE

Encadreur :

Co-Encadreur :

1. Présentation et contexte

L'exosquelette robotisé pédiatrique est un dispositif biomécanique innovant destiné à assister la marche et la rééducation motrice des enfants atteints de troubles neurologiques ou musculaires. Il combine légèreté, adaptabilité morphologique et contrôle motorisé pour optimiser la réhabilitation fonctionnelle dans un cadre clinique ou domestique.

2. Objectifs généraux

- Concevoir un exosquelette robotisé léger, modulable pour différentes tranches d'âge (6 à 14 ans environ).
- Assurer un équilibre optimal entre performance, sécurité, confort et simplicité d'usage.
- Étudier et simuler les mouvements naturels de la marche, intégrant au minimum les articulations hanche et genou.
- Optimiser la structure pour réduire au maximum poids et encombrement.
- Intégrer un système motorisé avec capteurs pour un contrôle intuitif (potentiellement myoélectrique ou basé sur capteurs inertiels).
- Fabriquer un prototype fonctionnel en matériaux composites, alliages légers et composants électroniques miniatures.
- Valider la mobilité, l'efficacité d'assistance et la sécurité à travers des essais sur mannequin ou environnement simulé.

3. Exigences fonctionnelles et contraintes

- **Adaptabilité morphologique:** réglages rapides pour différentes tailles d'enfants (110–150 cm, 20–45 kg).
- **Légèreté:** poids cible inférieur à 6 kg pour faciliter le port prolongé.
- **Articulations fonctionnelles:** hanche et genou au minimum, avec mouvements naturels et plage de rotation adaptée (ex: genou 0–120°, hanche $\pm 45^\circ$).

- **Assistance motorisée:** moteurs compacts et à faible couple (< 10 Nm), commandes sécurisées avec arrêts d'urgence.
- **Sécurité et confort:** sangles ajustables, rembourrages aux points d'appui, systèmes antiblocage.
- **Autonomie:** alimentation par batteries légères permettant autonomie minimum 2 h.
- **Interface de contrôle:** capture intuitive des signaux ou posture utilisateur via capteurs inertiels, boutons ou interface simplifiée.
- **Modularité:** conception évolutive permettant adaptation à la croissance ou extension vers cheville.

4. Exigences techniques

- **Modélisation CAO avancée** incluant ergonomie pédiatrique (SolidWorks).
- **Simulation dynamique multibody et calculs par éléments finis** pour validation des portions sollicitées.
- **Matériaux composites et alliages légers** privilégiés, associés à des composants électroniques miniatures (microcontrôleurs, capteurs IMU).
- **Système motorisé adapté**, intégrant moteurs brushless/servomoteurs compacts.
- **Fabrication et assemblage hybride:** impression 3D pour pièces complexes, usinage pour pièces structurelles.
- **Protocoles de tests en laboratoire**, mesures de mobilité, confort et sécurité.

5. Phases du projet

1. **Étude bibliographique avancée** et benchmarking des exosquelettes pédiatriques existants.^{[2][1]}
2. **Conception ergonomique et modélisation CAO détaillée.**
3. **Calculs et simulations (cinématique, éléments finis, dynamique).**
4. **Choix et acquisition des composants moteurs et électroniques.**
5. **Fabrication du prototype et assemblage complet.**
6. **Tests fonctionnels sur modèle, ajustements et validation.**
7. **Rédaction complète du rapport et préparation de la soutenance.**

