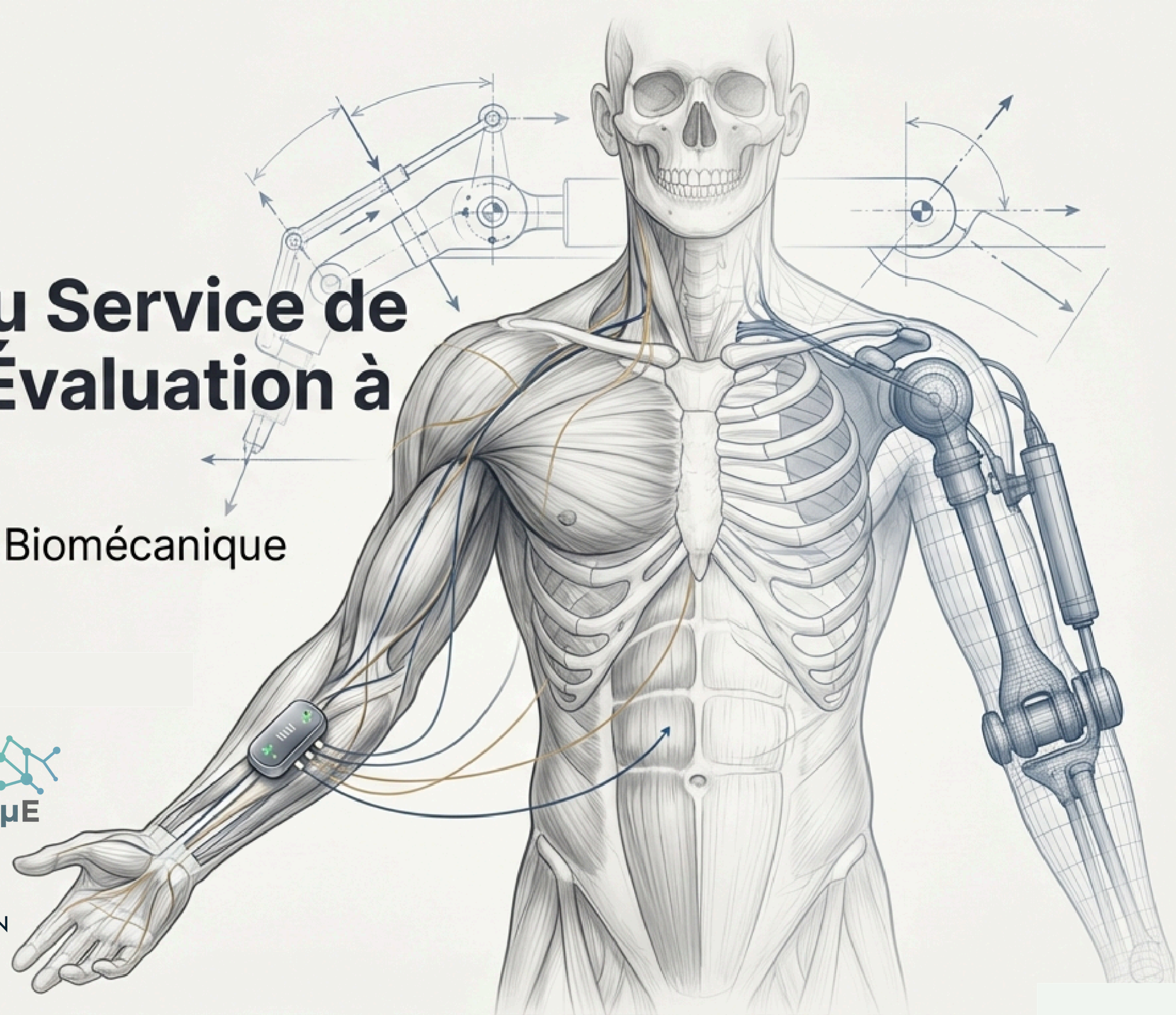




La Robotique au Service de l'Humain : De l'Évaluation à l'Intervention

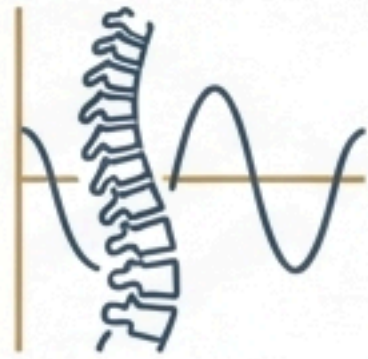
Une Vision des Projets en Biomécanique et Systèmes Robotiques

Présenté par Sami Bennour, Ing-PhD



Notre Mission : Un Parcours d'Innovation pour la Santé

Notre recherche suit un parcours complet, de l'identification des problèmes à la création de solutions technologiques pour améliorer la performance et le bien-être humain.



1. ÉVALUER

Mesurer et comprendre les risques biomécaniques.



2. RÉÉDUCER

Concevoir des robots d'assistance pour restaurer le mouvement.



3. TRAITER

Développer des thérapies non-invasives pour corriger la biomécanique.



4. FORMER

Créer des interfaces pour perfectionner les gestes techniques.

Partie 1 : ÉVALUER

Le Fardeau Humain et Économique des Troubles Musculo-Squelettiques (TMS)

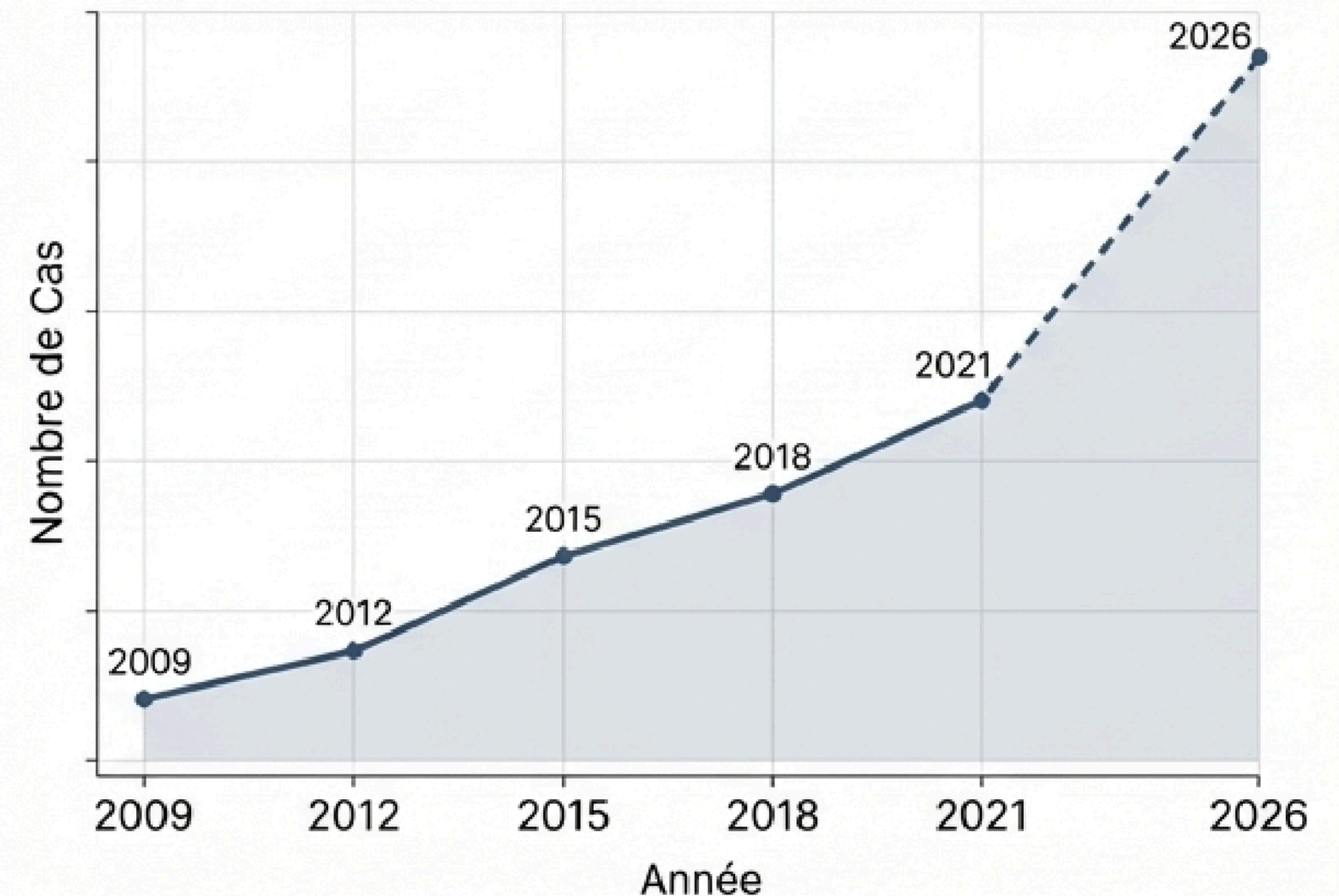
Les TMS représentent un problème majeur de santé au travail en Tunisie, avec un impact considérable. Notre objectif est de développer un système de mesure précis pour évaluer et prévenir ces risques.

80%

des cas de maladies
professionnelles
(2009-2021)

127,8
Millions TND
d'impact sur le PIB

Évolution des cas de TMS en Tunisie

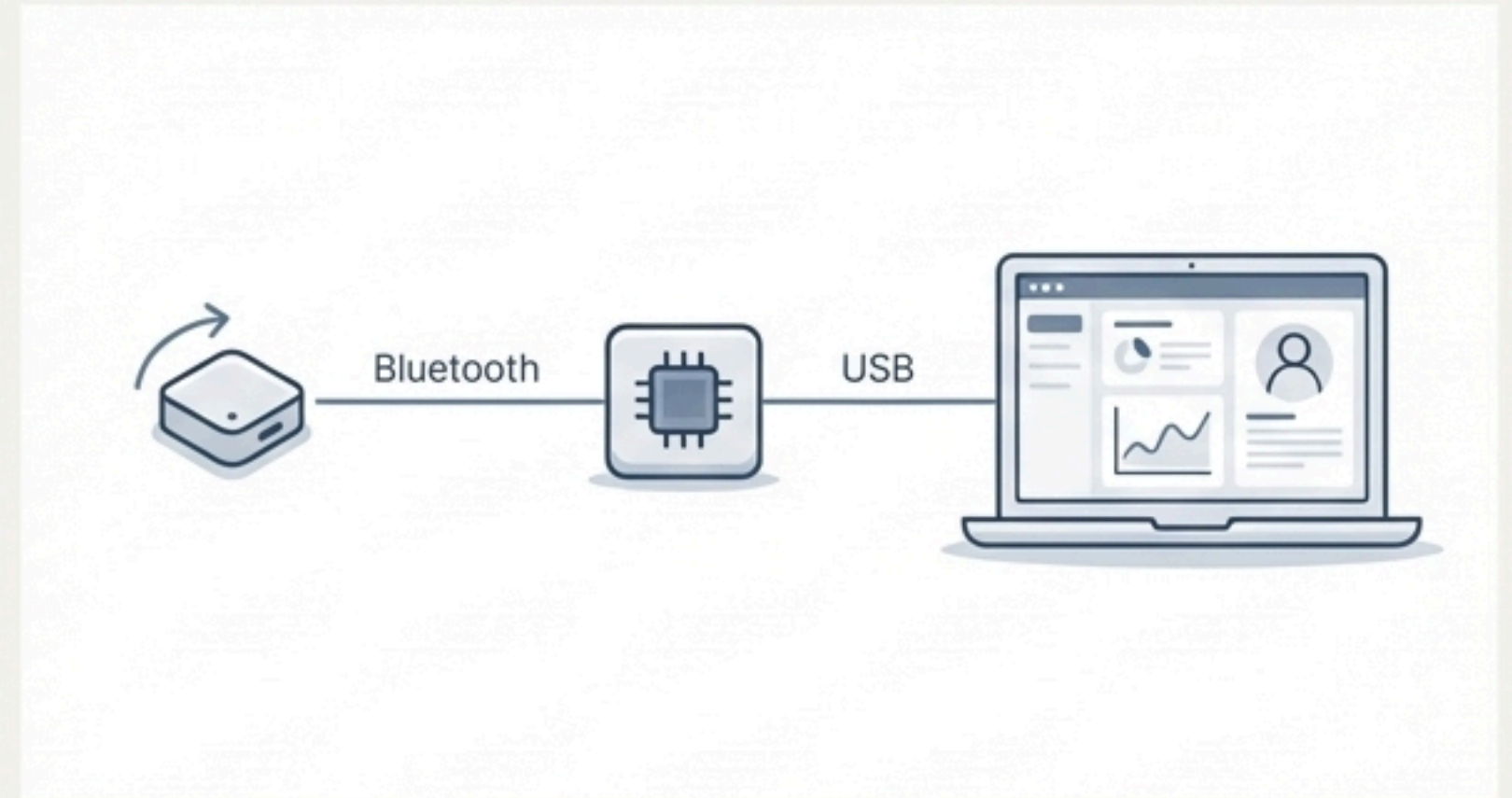


Notre Solution : Mesurer le Mouvement pour Prévenir le Risque

Nous avons développé un système portable à base de capteurs inertiels (IMU) et une interface logicielle pour analyser les postures de travail en temps réel et de manière continue.



Système portable à base d'IMU pour la mesure cinématique en continu.



Interface utilisateur pour la gestion des capteurs et le traitement des données.

Étude de Cas : Analyse d'un Poste à Haut Risque chez LEONI

L'application de notre système sur un poste d'emballage de câbles a permis d'identifier des risques critiques liés aux postures statiques, invisibles aux méthodes traditionnelles.

Contexte : Poste d'emballage, forte incidence de TMS (tendinites, lombalgies).

Analyse : En 2 minutes, près de 12 000 observations collectées.

Mouvement du tronc	Durée des postures statiques	Risk Level	Recommandation
Mouvement du tronc	...	ÉLEVÉ	...
...

RÉSULTAT CLÉ

Le mouvement du tronc présente un risque ÉLEVÉ en raison de la durée des postures statiques.

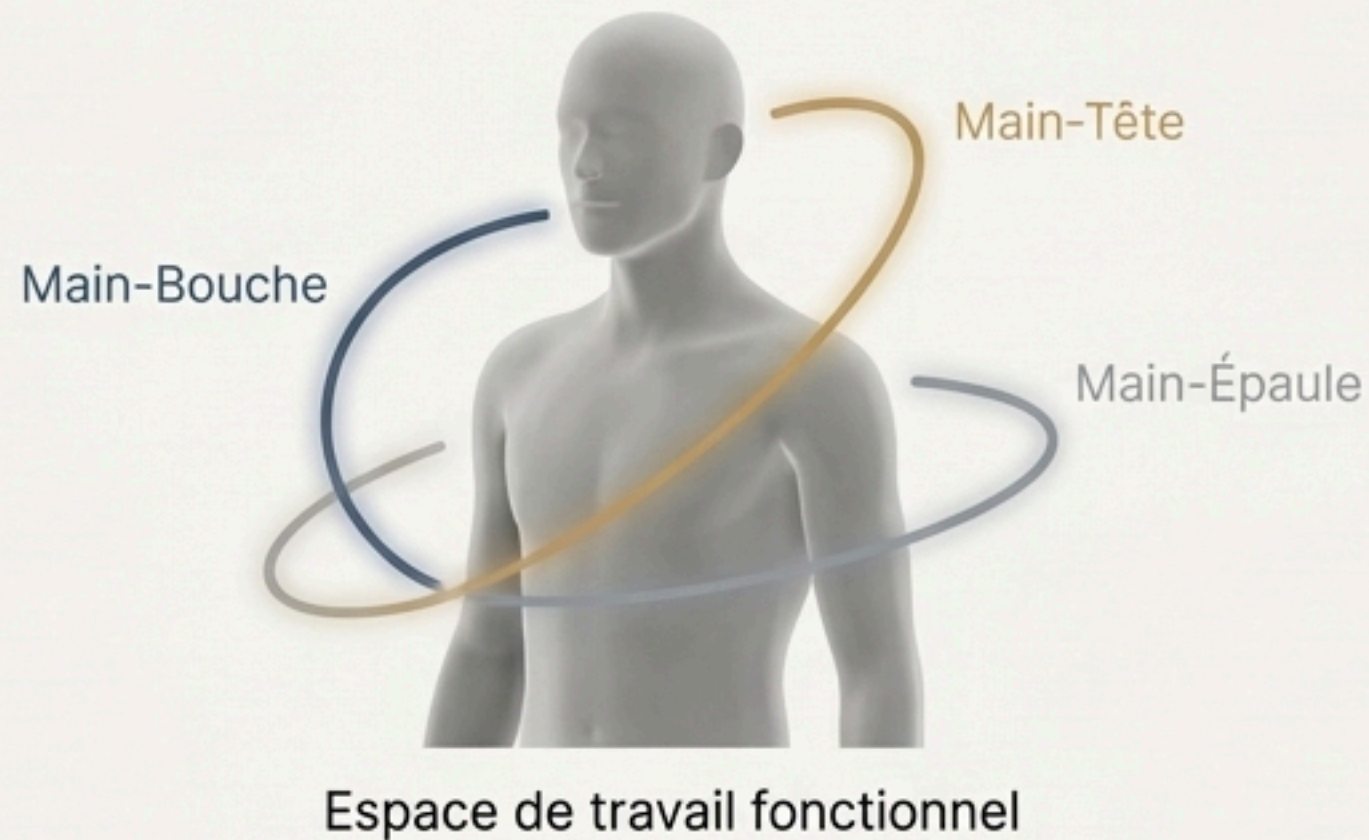
RECOMMANDATION

Réduire la durée statique de l'articulation. L'ajout d'un support dorsal augmenterait notablement la sécurité.

Partie 2 : RÉÉDUCATION

Rendre l'Autonomie aux Membres Supérieurs

Nous concevons des robots d'assistance optimisés pour aider à réaliser des tâches essentielles de la vie quotidienne, comme "Main-Bouche" ou "Main-Tête".

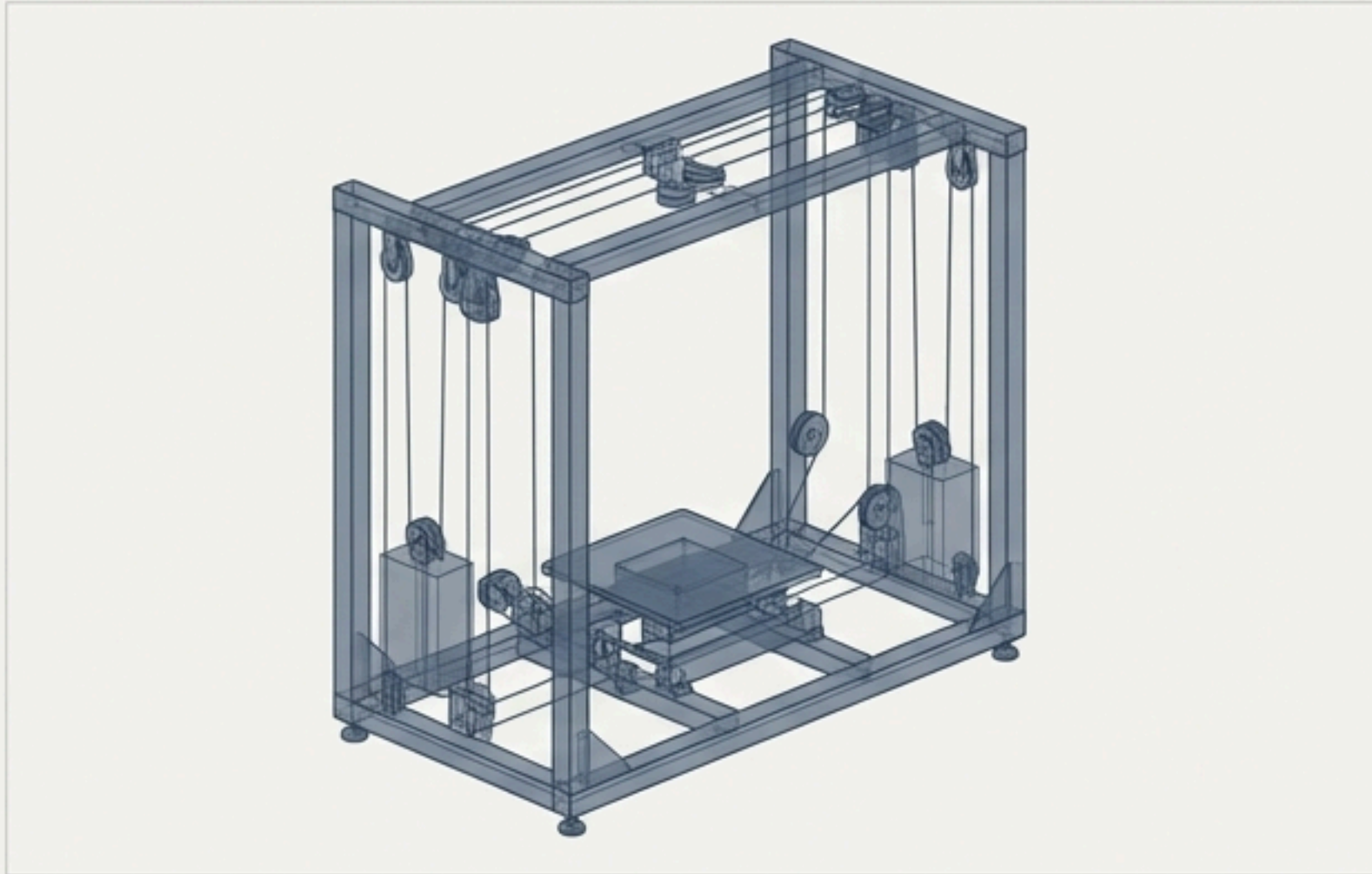


Innovation : L'optimisation de la conception (Solution 2: hybrid RPC) permet une réduction d'erreur de positionnement allant jusqu'à **96%**.

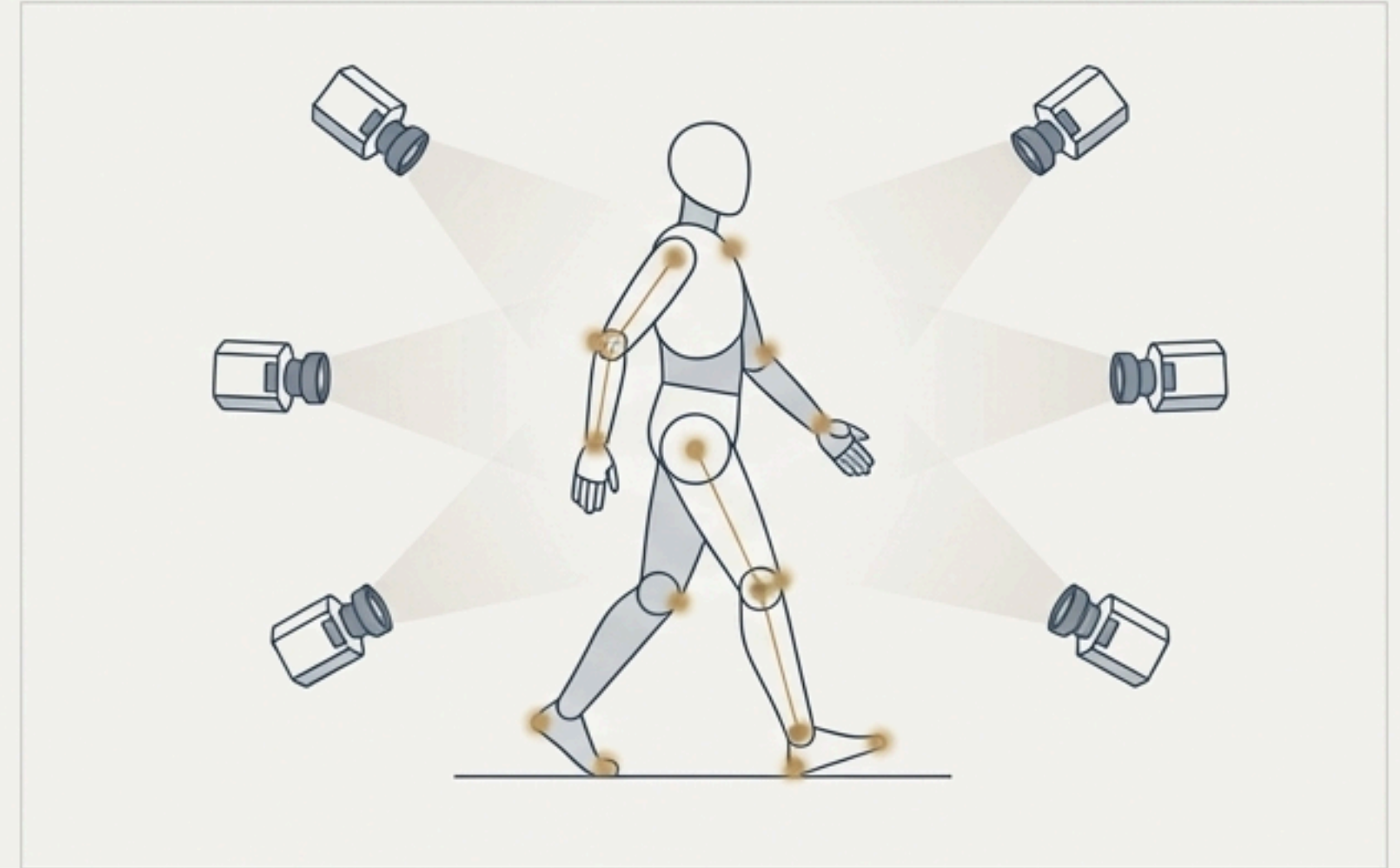


Une Nouvelle Approche pour l'Entraînement à la Marche

Un robot à câbles a été conçu pour assister et analyser la marche, offrant un support **sécurisé et adaptable**, basé sur une analyse de mouvement de haute précision.



Solution : Conception d'une machine d'entraînement à la marche (CDLT) basée sur un robot à câbles.



Technologie : Analyse de la marche par capture de mouvement optique (Vicon) de haute précision.

En cours : Développement de la stratégie de contrôle et de l'interface Homme-Machine.

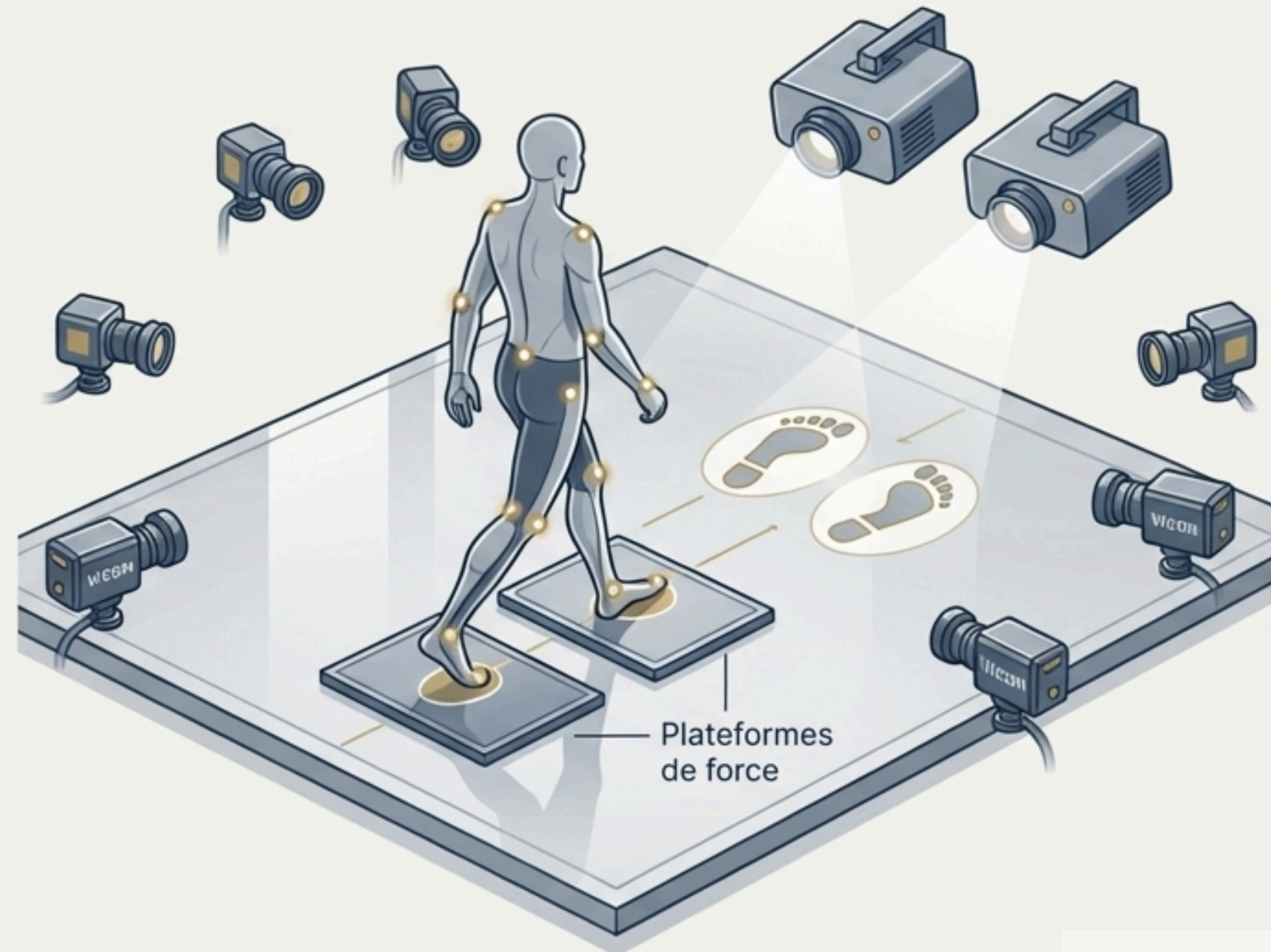
Partie 3 : TRAITER

Modifier la Marche pour Soulager l'Arthrose du Genou

Modifier consciemment des paramètres de marche peut réduire la charge sur l'articulation du genou. Nous développons un système de feedback pour entraîner les patients à adopter une nouvelle démarche.

- Hypothèse : Changer l'angle de progression du pied (θ_{FPA}), la largeur du pas (LSW) ou la longueur de la foulée (LSL) peut influencer les forces internes du genou.
- Objectif : Entraîner les patients à adopter une nouvelle démarche via un feedback multi-sensoriel (visuel et proprioceptif).

Système de feedback multi-sensoriel pour l'entraînement à la marche



Résultat Clé : L'Angle du Pied Contrôle la Charge sur le Genou

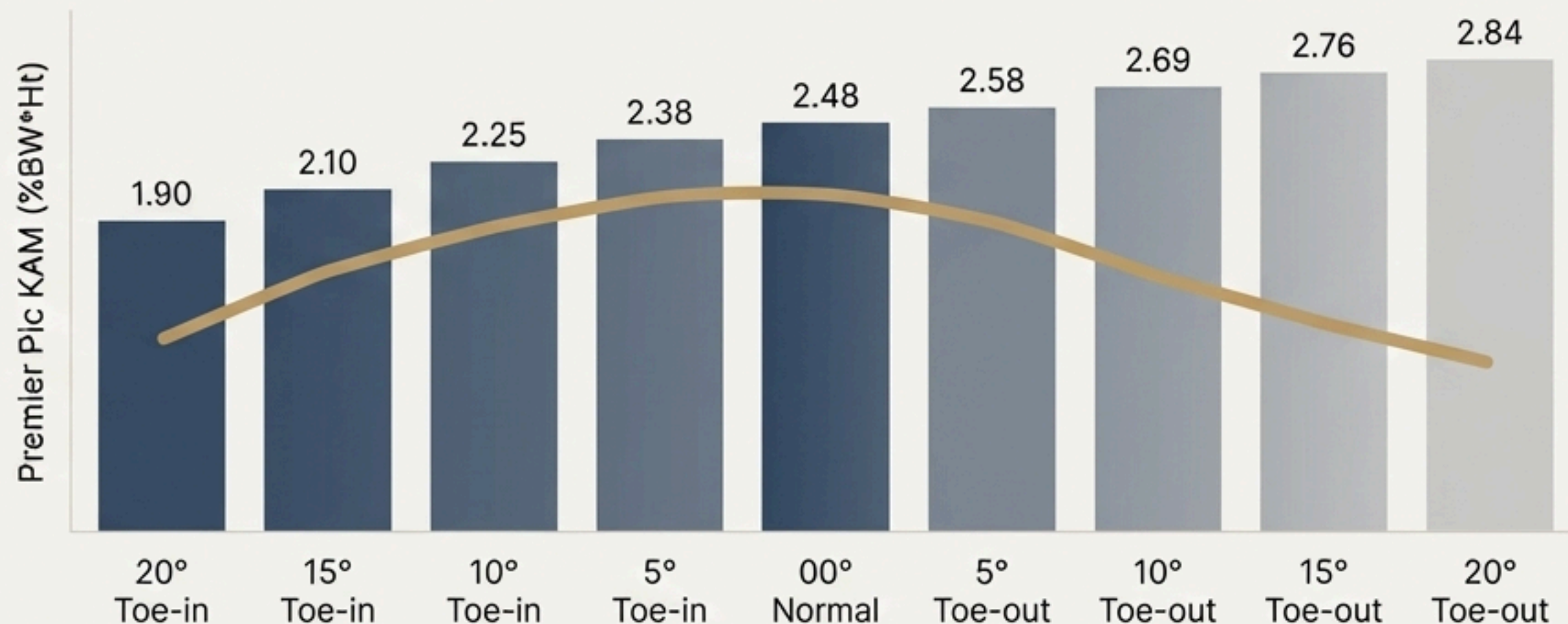
Notre système a démontré que les patients peuvent apprendre à modifier leur angle de pied. Orienter les orteils vers l'intérieur ('toe-in') réduit significativement le moment d'adduction du genou (KAM), un indicateur clé de la charge articulaire.

Réduction de

23%

du premier pic de KAM
en passant de la marche
normale à 20° 'Toe-in'.

Effet de l'angle du pied sur le pic du moment d'adduction du genou (KAM)



Paramètres Spatiaux : La modification de l'angle du pied est le paramètre le plus maîtrisable par les patients, avec la plus faible erreur entre la consigne et la réalisation.

Partie 4 : FORMER

Révolutionner l'Apprentissage du Geste Chirurgical

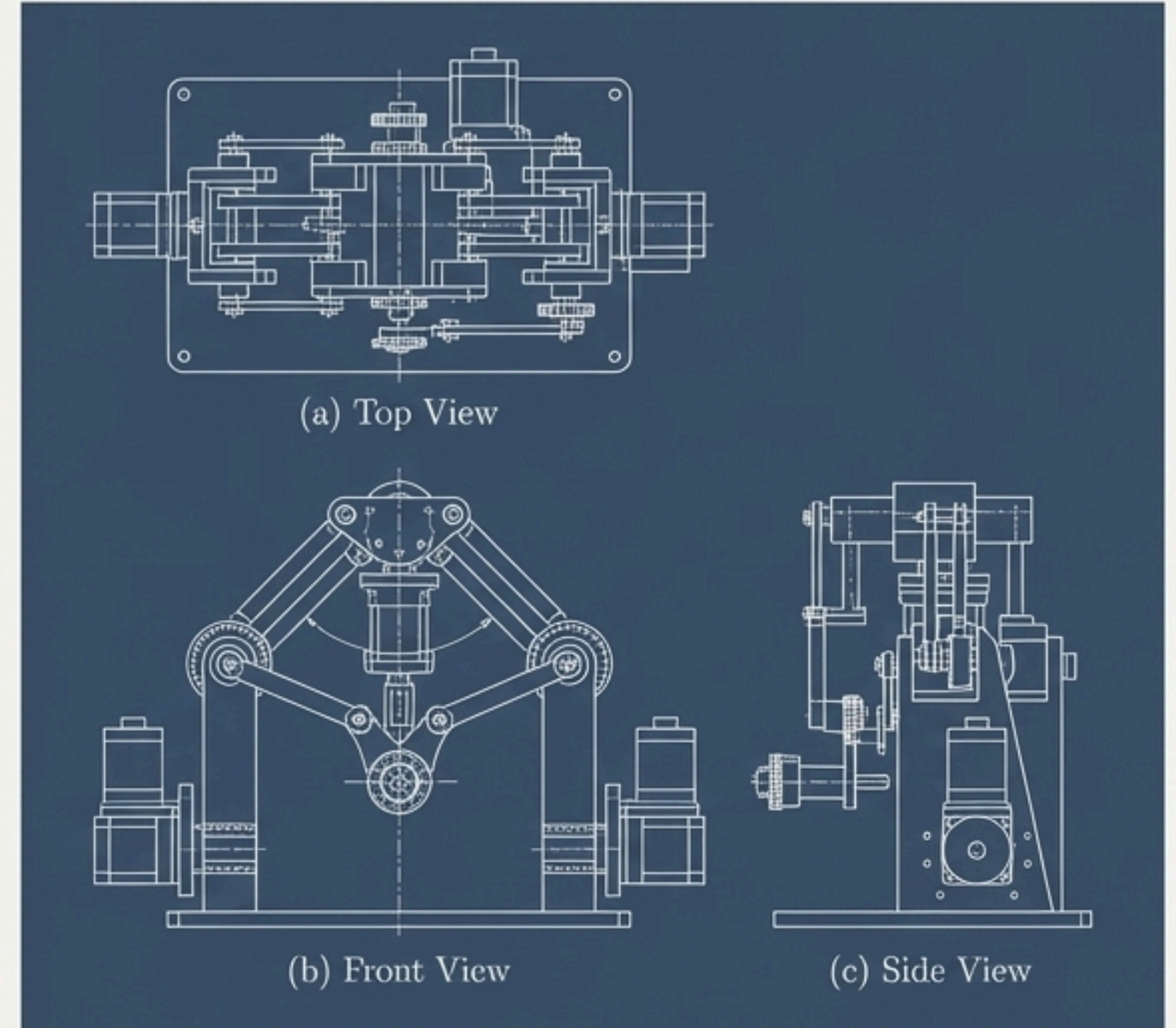
La chirurgie laparoscopique exige une dextérité extrême, mais les simulateurs actuels manquent de retour de force. Nous développons des dispositifs haptiques pour simuler des conditions réelles et accélérer la courbe d'apprentissage.

Le Défi

Le manque de retour de force (haptique) dans la formation chirurgicale.

Notre Solution

Conception de robots parallèles et hybrides pour un retour d'effort réaliste et précis.

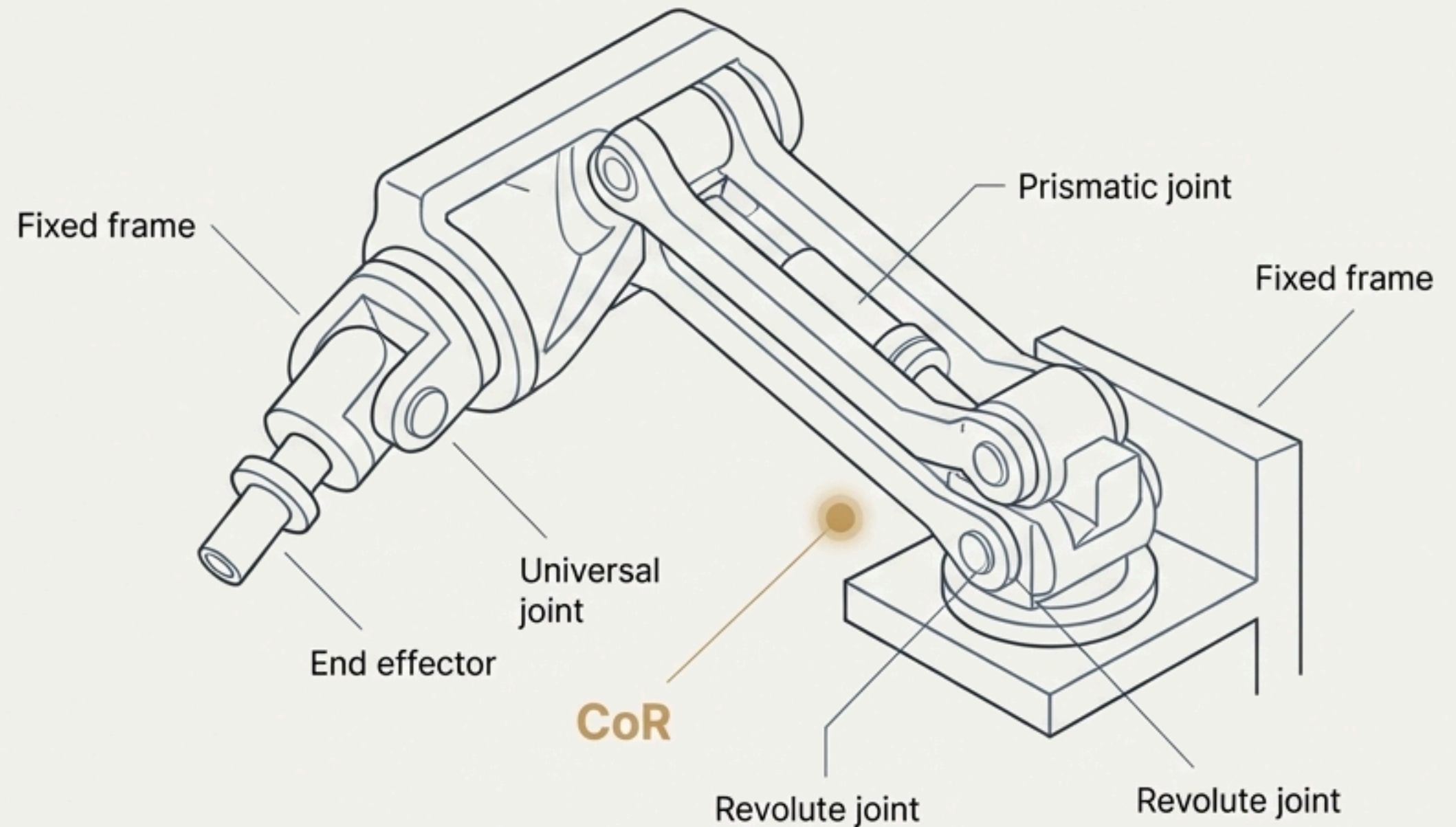


Innovation : Un Dispositif Haptique Hybride

Notre architecture hybride offre une grande amplitude de mouvement et une précision haptique, simulant fidèlement l'interaction avec les tissus humains lors d'une chirurgie.

Architecture : Combine des articulations rotoïdes, prismatiques et universelles pour optimiser la performance.

Point Clé : Le "Centre de Rotation à Distance" (CoR) est un point de conception essentiel, simulant le point d'incision à travers la paroi abdominale.



Une Vision Intégrée : De la Mesure à la Performance Humaine

Notre force réside dans notre capacité à maîtriser toute la chaîne de l'innovation : de la compréhension fondamentale des besoins humains à la conception de solutions robotiques de pointe.

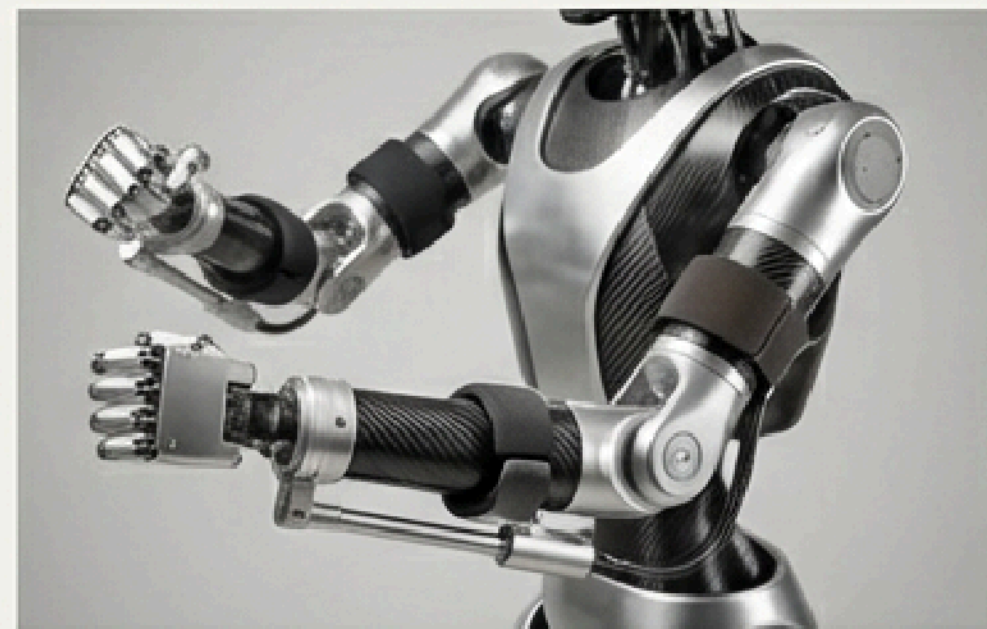
ÉVALUER

Inter Medium



RÉÉDUCUER

Inter Medium



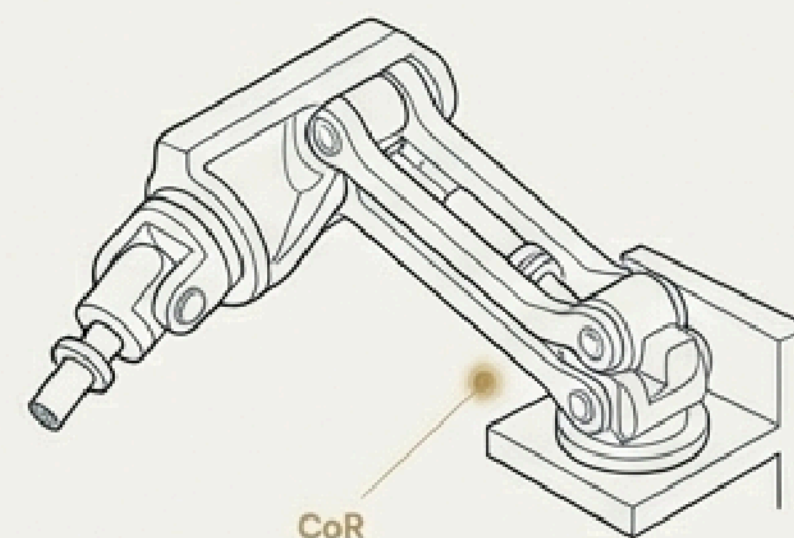
TRAITER

Inter Medium



FORMER

Inter Medium



Discussion et Contact

Pour toute question ou pour explorer des opportunités de collaboration :

CoR