

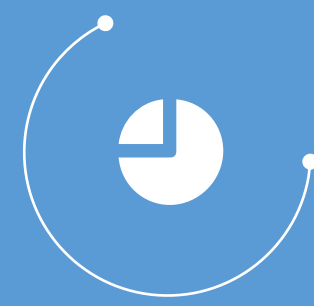


PRÉSENTATION

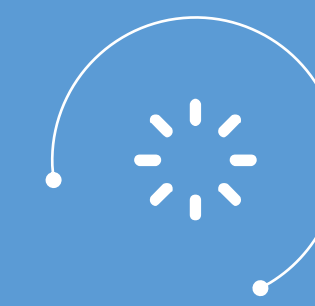
Systemes à enseigner **EVOLAP** en Classes Préparatoires aux Grandes Ecoles



CPGE



10 activités



Sciences Industrielles de
l'Ingénieur



Un robot porte-laparoscope pour la chirurgie endoscopique

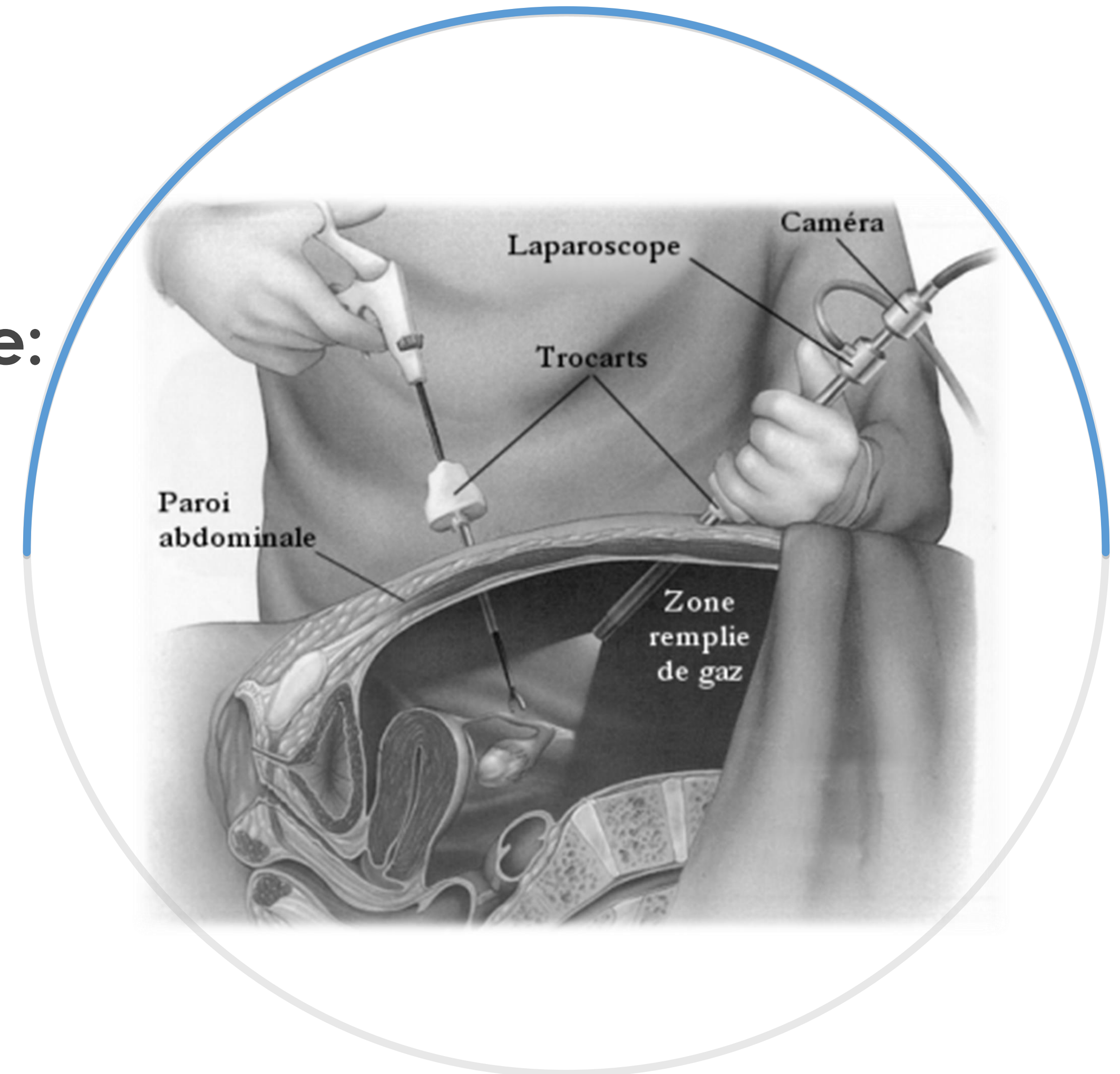


Principe de la chirurgie laparoscopique mini-invasive

3 incisions sont faites dans la paroi abdominale:

- ☀️ 2 pour les instruments chirurgicaux
- 🔑 1 pour le laparoscope (caméra+lumière)

& Abdomen gonflé (CO2)



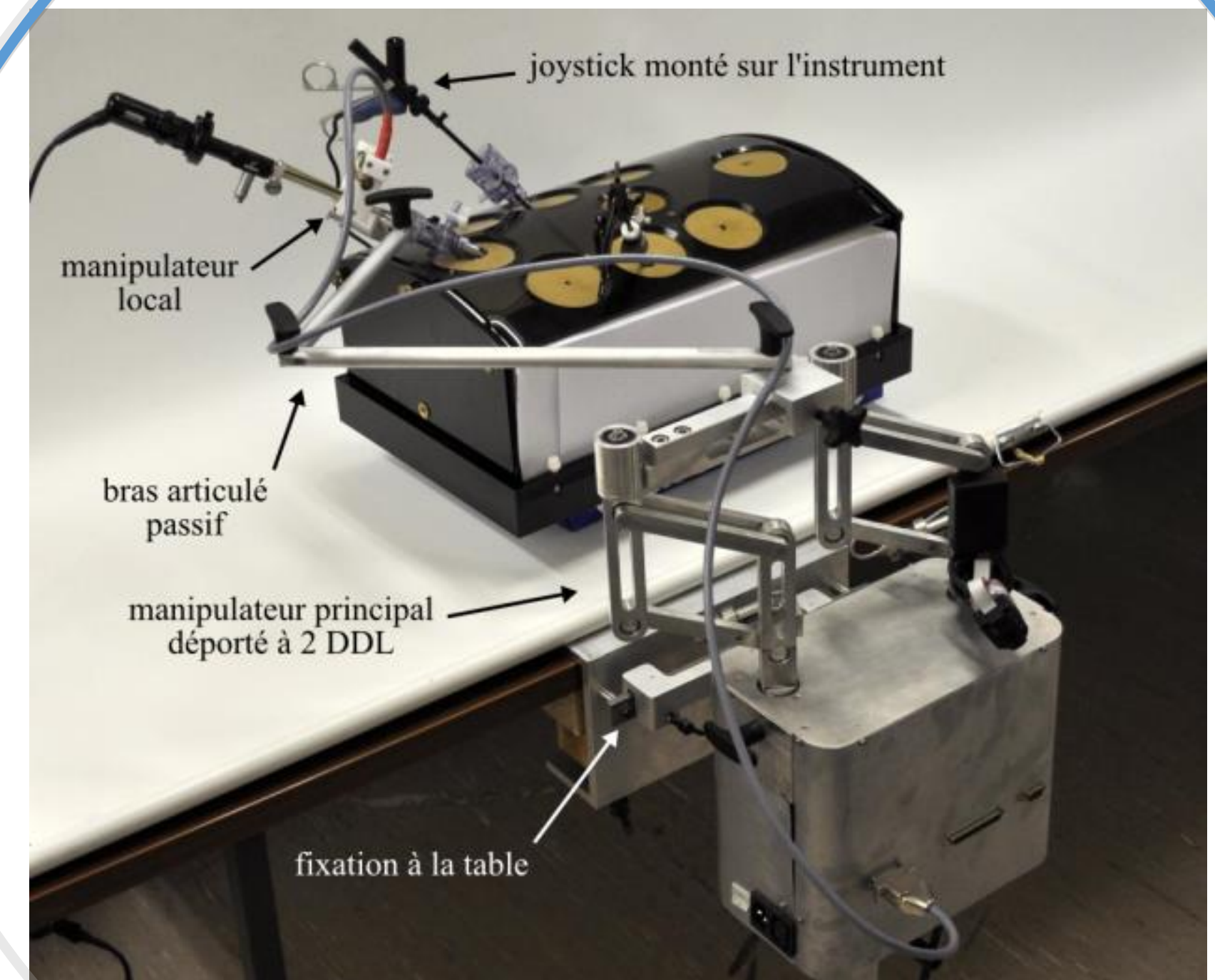
Principe de la chirurgie laparoscopique mini-invasive

Laparoscope robotisé pour faciliter l'opération

- Evite les interactions assistant-chirurgien
- Meilleur contrôle du déplacement
- Suivi automatique des instruments de chirurgie

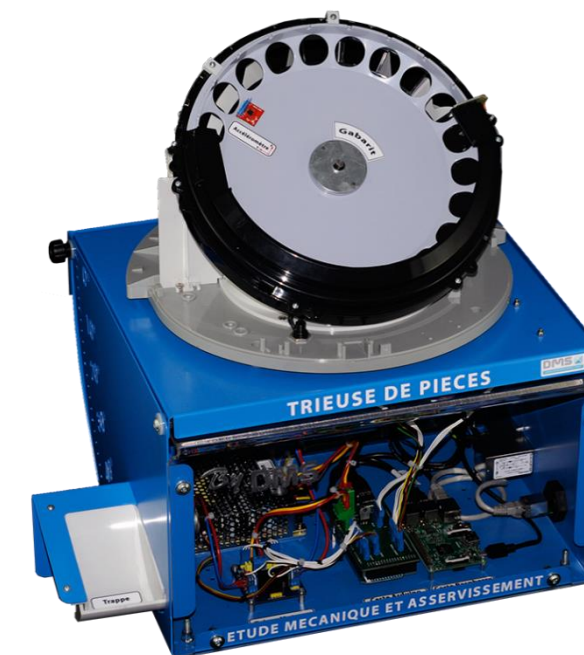
Solution Evolap : développée & brevetée par l'université catholique de Louvain (UCL)

- Robot utilisé dans le cadre d'une vraie chirurgie
- En voie de commercialisation

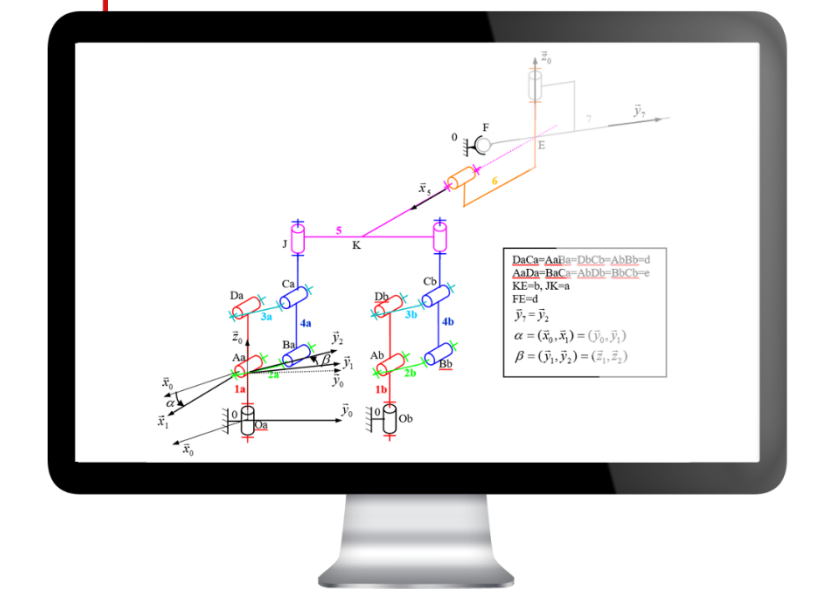
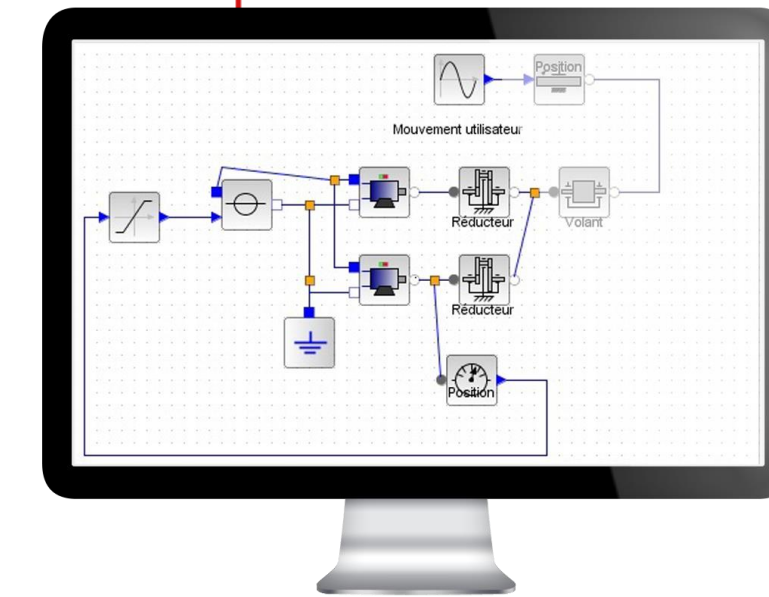
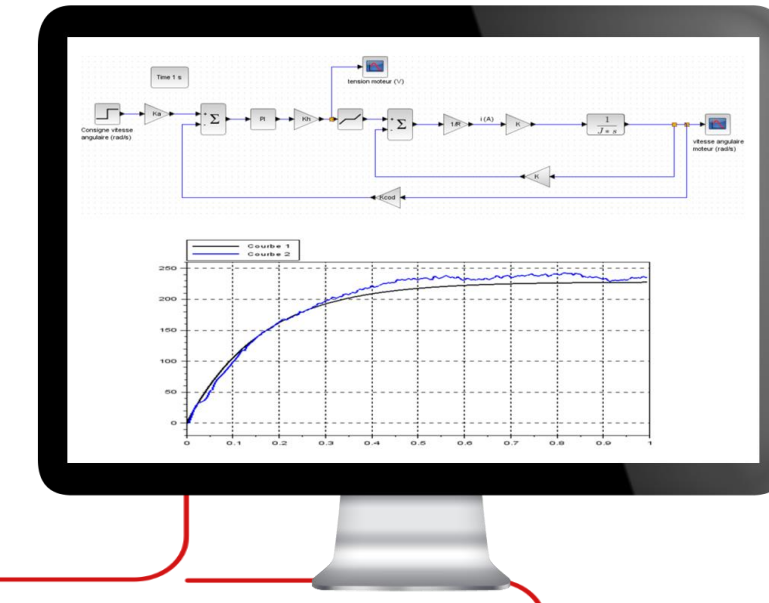
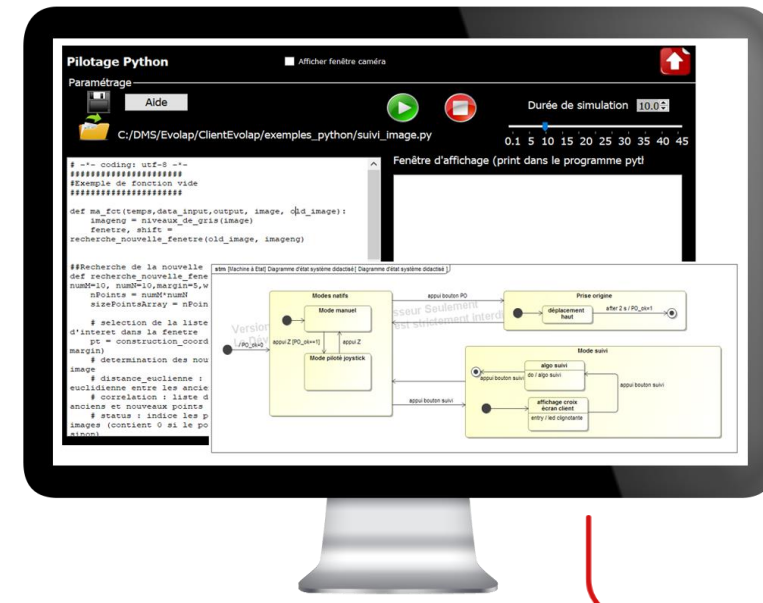


Intentions pédagogiques

- ✓ Système **très complet**, issu d'une problématique **moderne**, dans un domaine rarement exploité dans les laboratoires de CPGE: **le médical**
- ✓ Système permettant d'étudier **tous les champs disciplinaires des sciences de l'ingénieur**
- ✓ Système livré avec un **logiciel d'acquisition et pilotage** de type **client/serveur** permettant de travailler naturellement en ilot (**chaque groupe peut faire les mesures/pilotages depuis son poste et exploiter les résultats**)

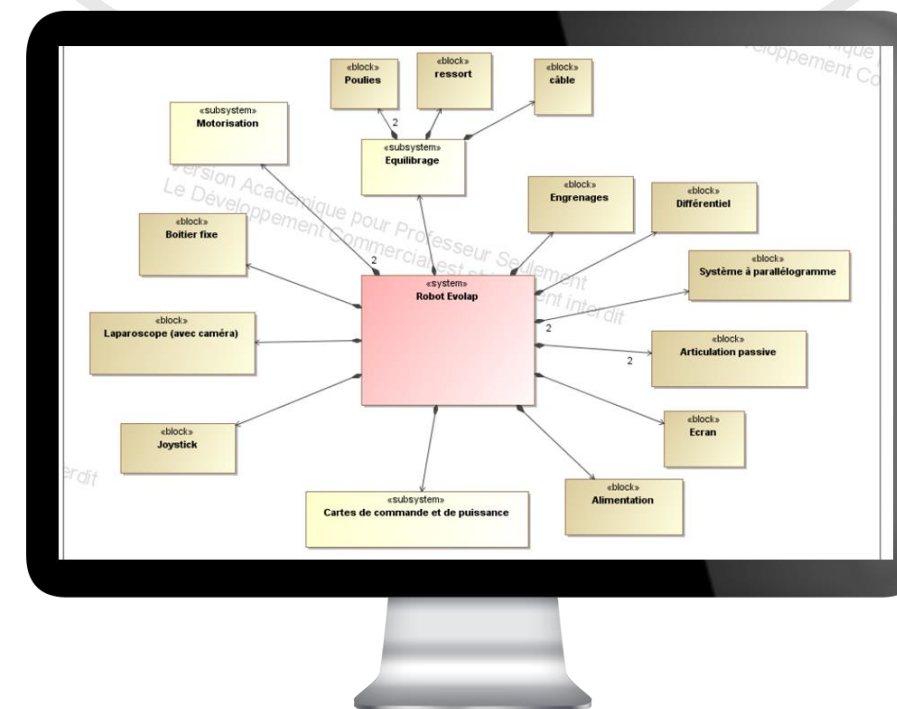


Une organisation en îlot d'un SAE DMS communicant



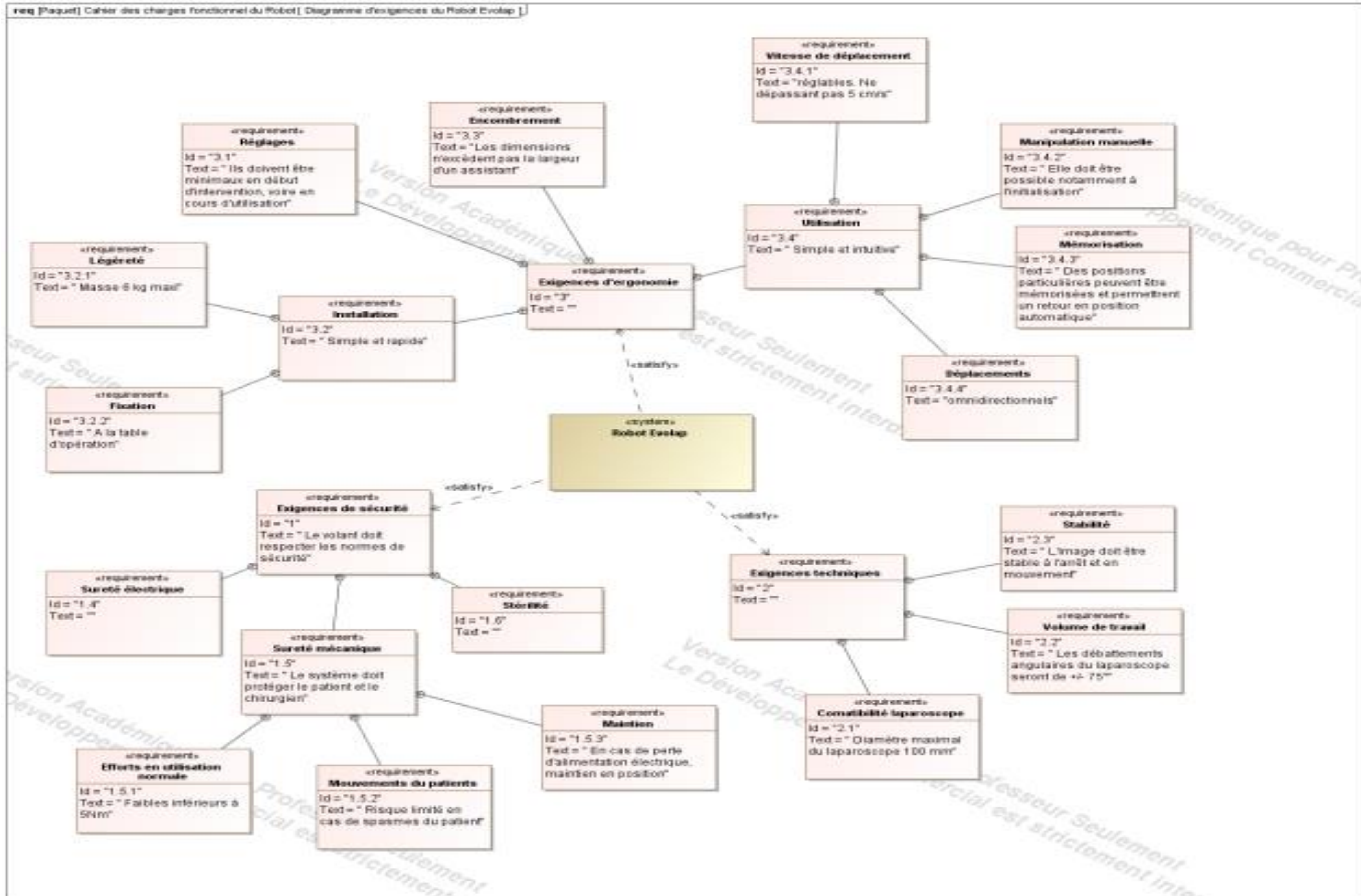
Expérimentateurs

Modélisateurs



Chef de projet, chef d'équipe

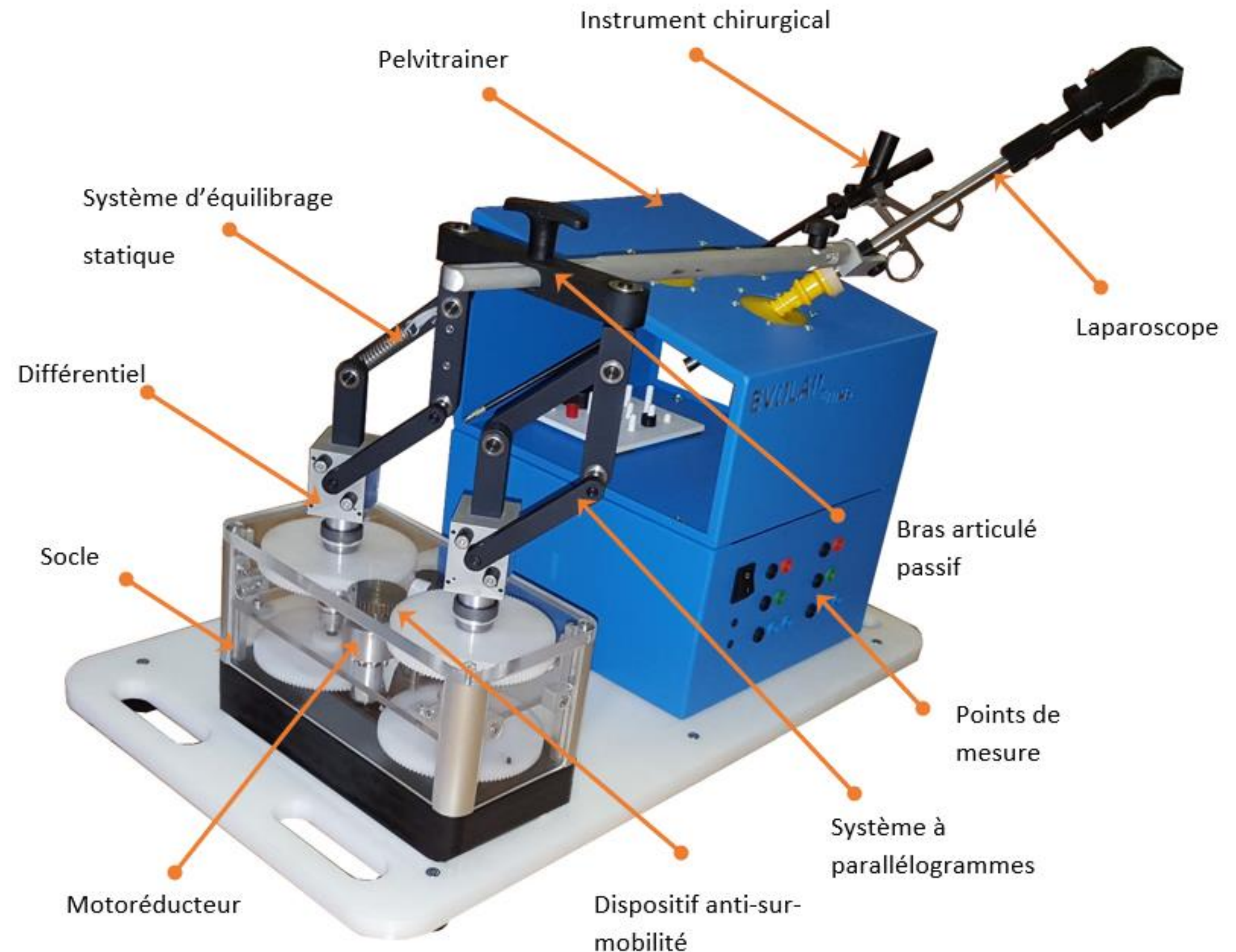
Cahier des charges fonctionnel du robot



Architecture du système didactisé

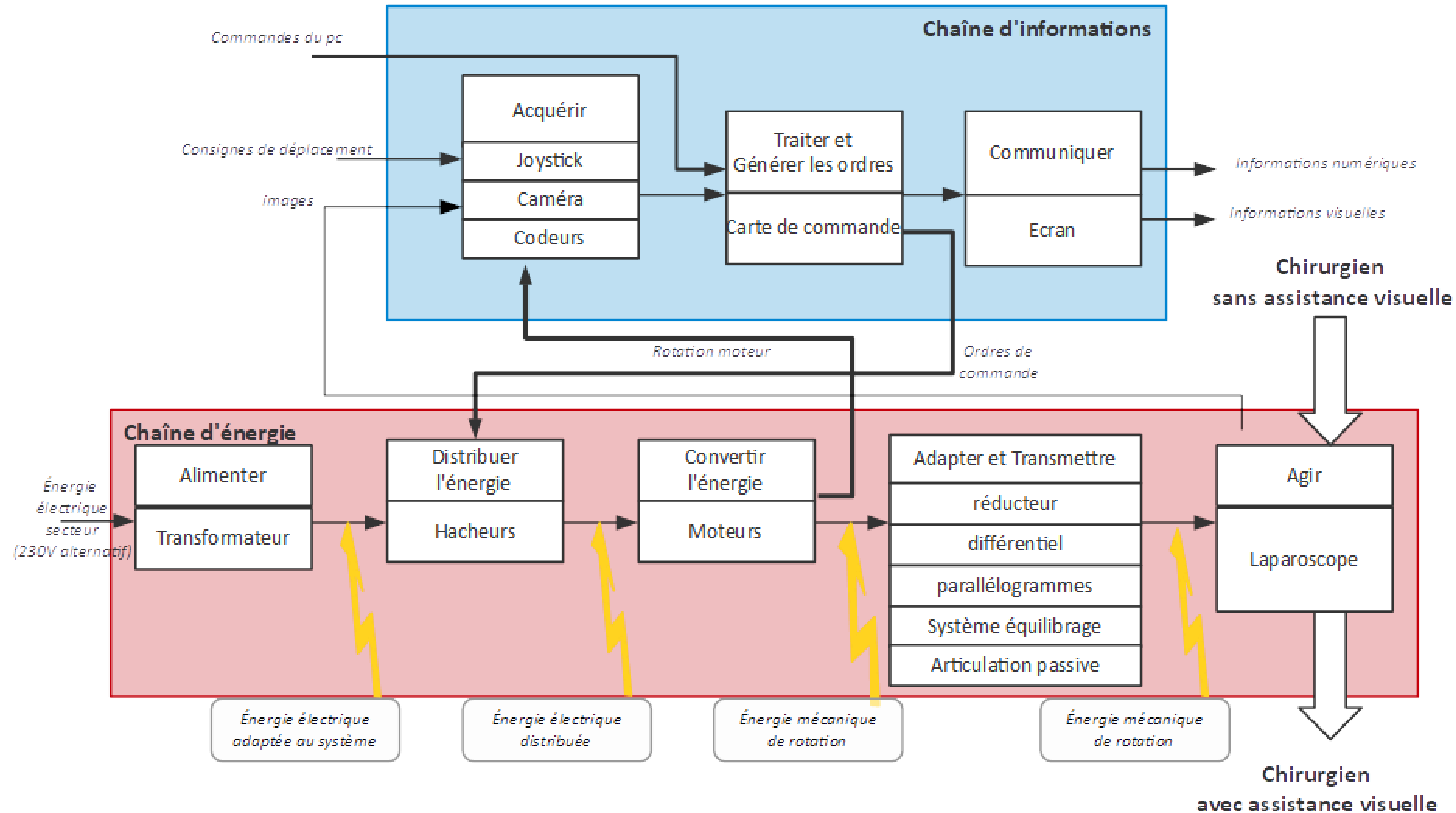
TP1 : Analyse architecture et performances : vitesse 10 °/s

- ✓ **2 degrés de libertés** pilotés avec 2 moteurs (mouvements haut-bas et gauche-droite)
- ✓ **Transmetteurs riches** (différentiel, équilibrage statique, cinématique par parallélogrammes...)
- ✓ **Asservissement en vitesse** des moteurs
- ✓ **Asservissement en position** avec le module suivi d'images



Architecture du système didactisé

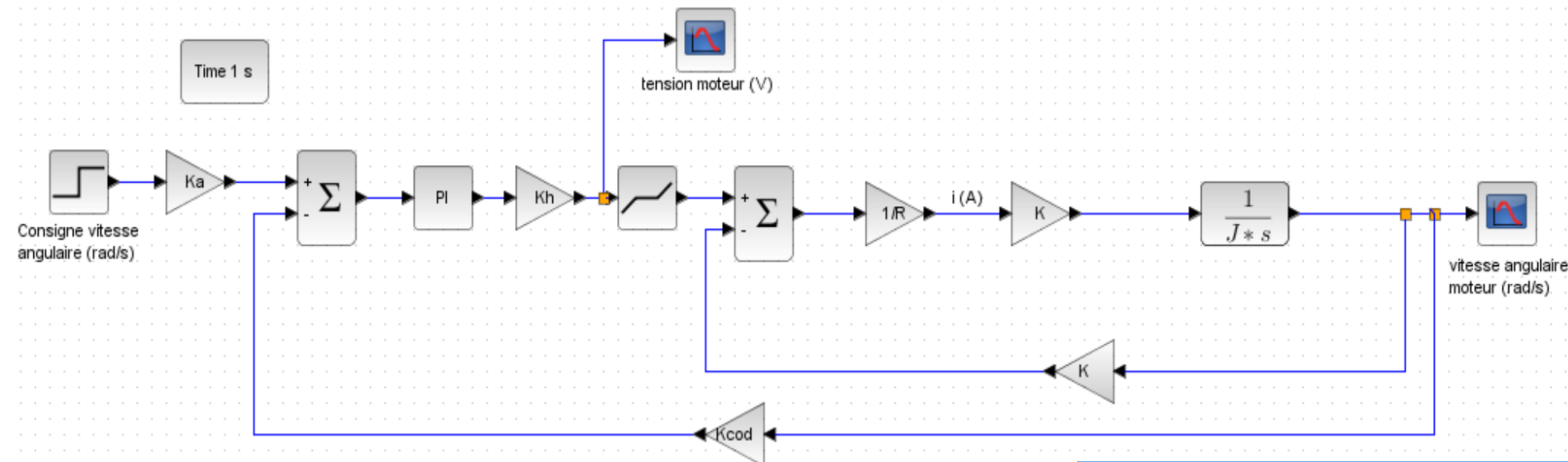
TP1 : Analyse architecture et performances : vitesse 10 °/s



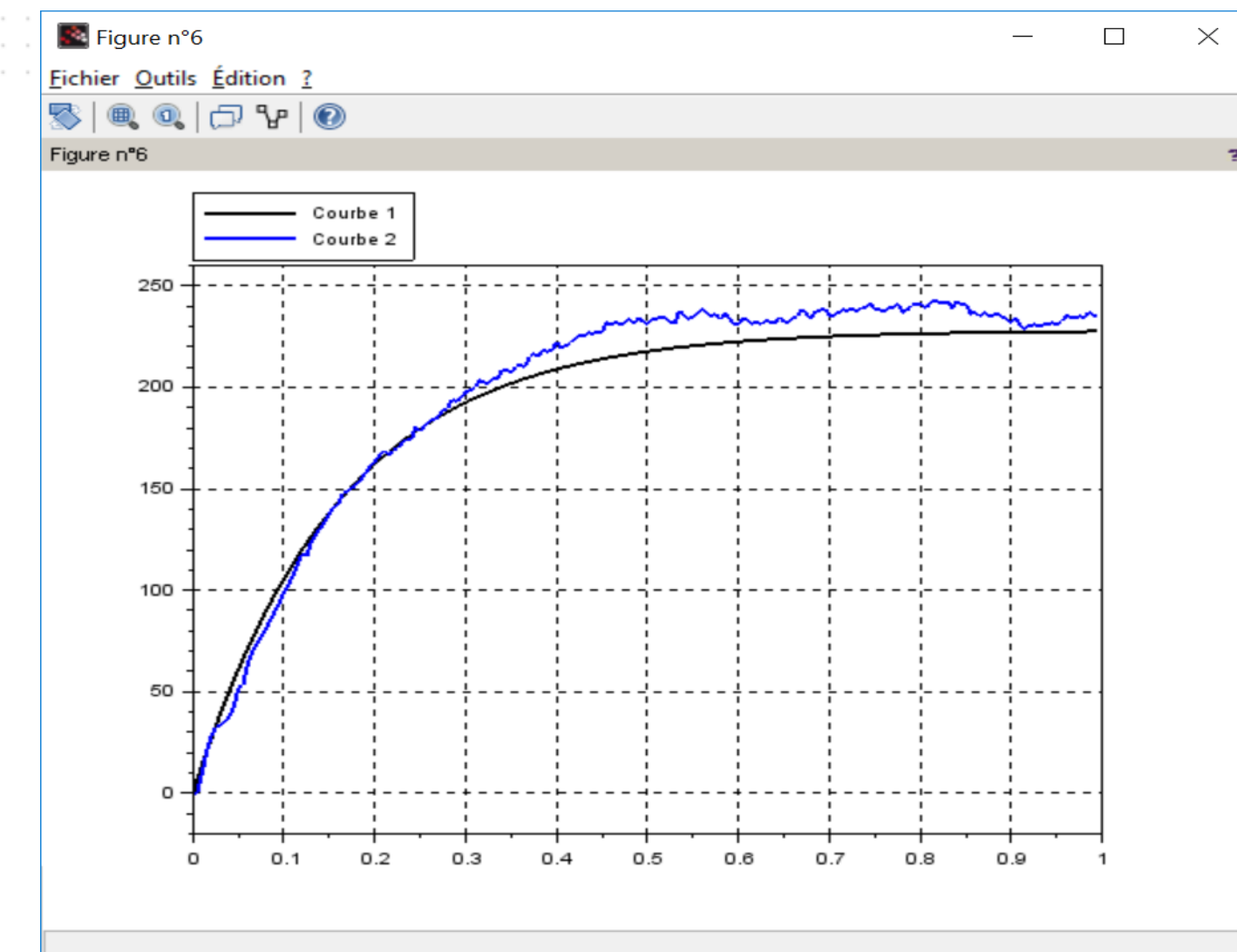
Modélisation globale

TP2 : Nécessité d'un asservissement de vitesse

Exigence : assurer une vitesse de $10^\circ/\text{s}$



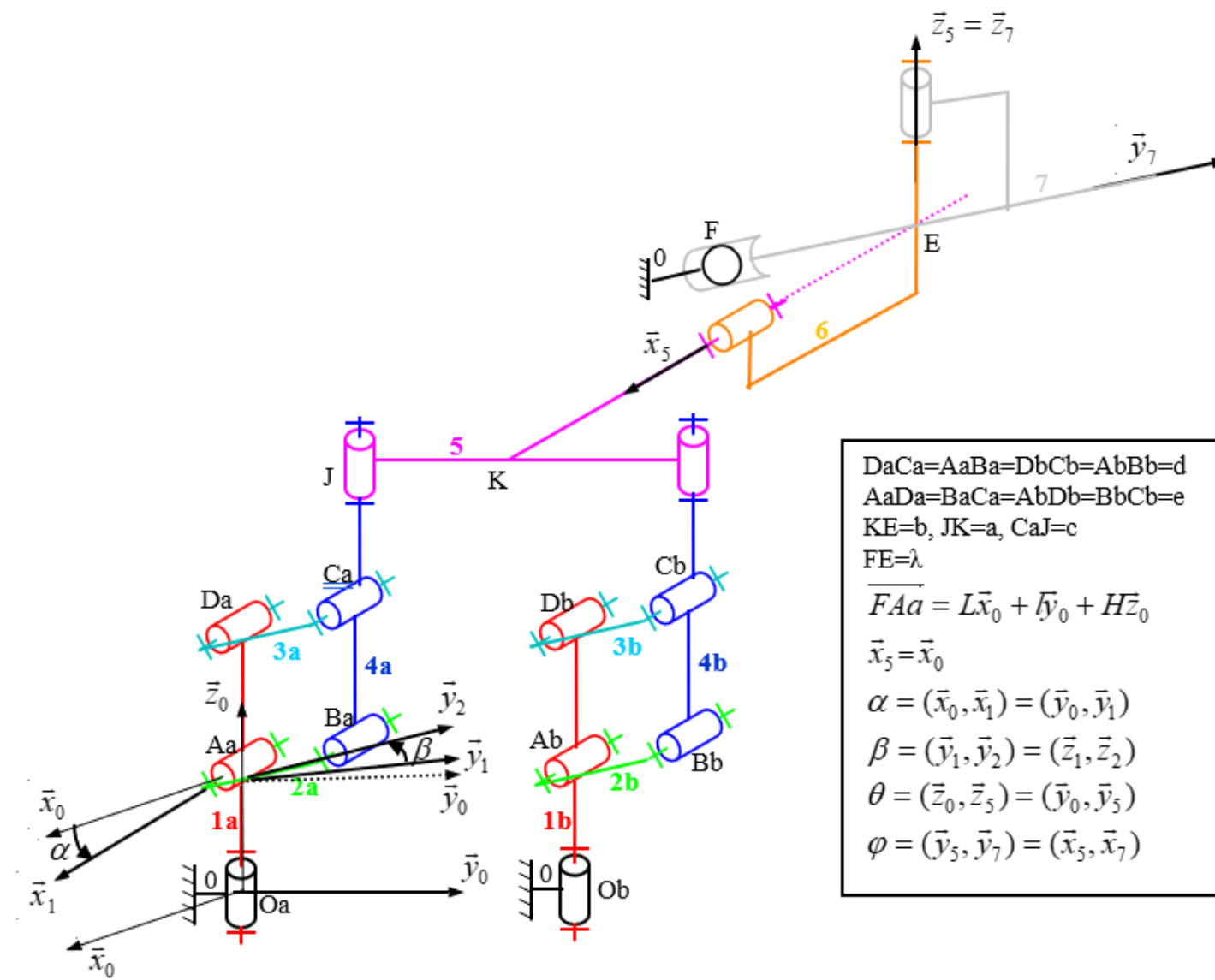
- ✓ Problèmes jeux / frottements
- ✓ Identification de la boucle ouverte
- ✓ Validation du modèle en boucle fermée de vitesse



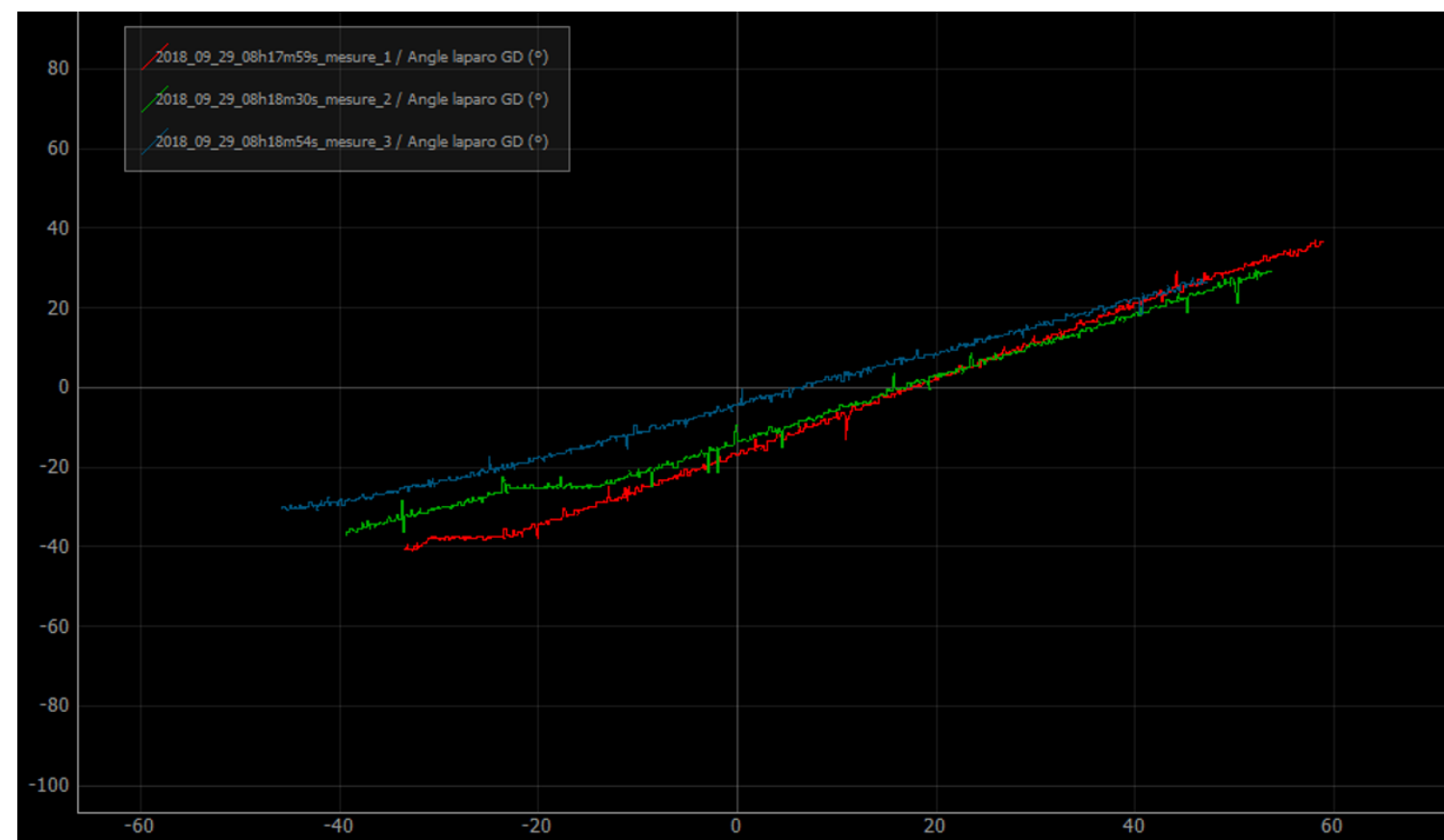
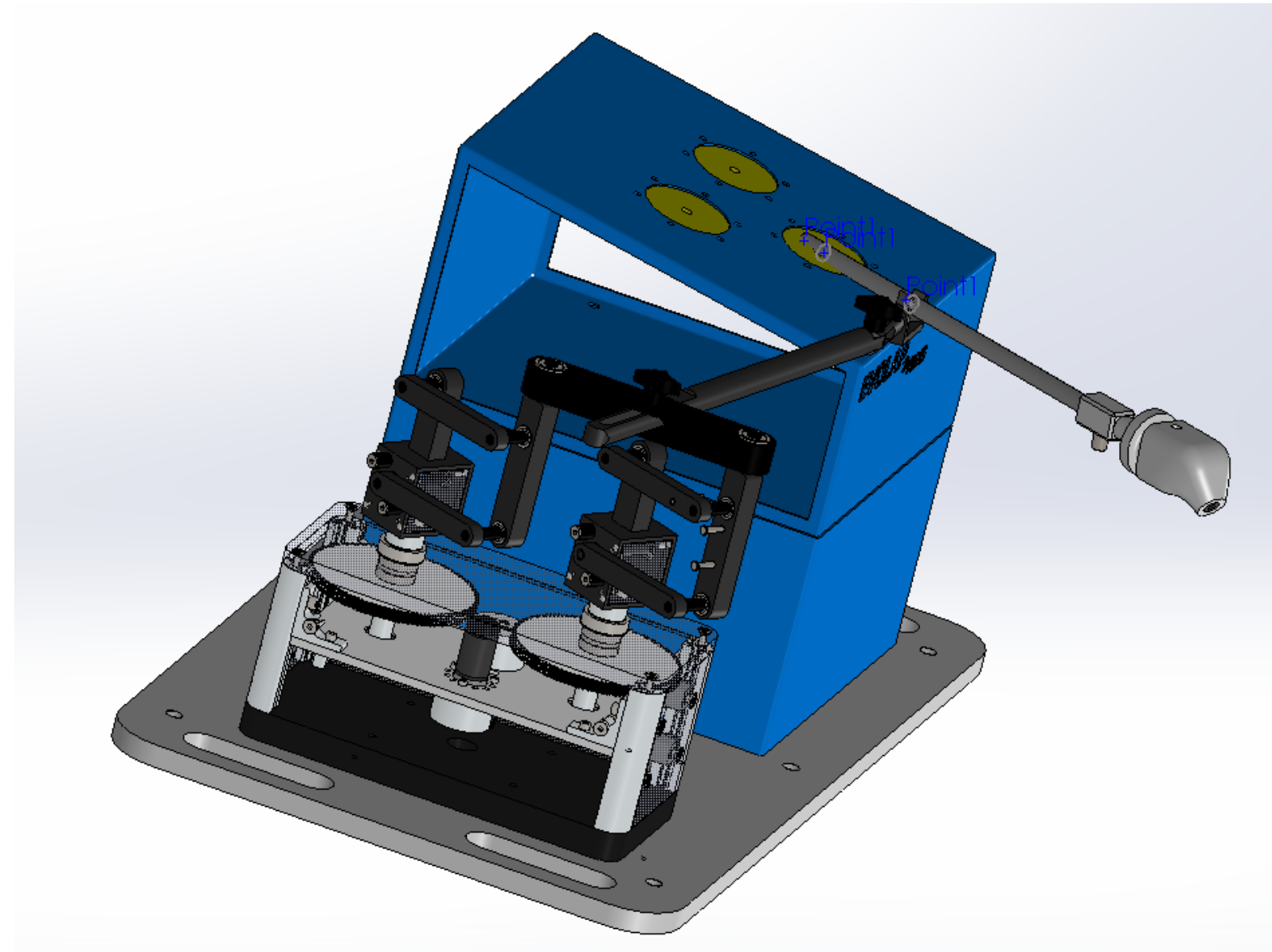
Modélisation géométrique

TP3 : Déterminer les lois entrées-sorties pour le pilotage

Exigence : assurer un déplacement fluide



$$\begin{aligned}
 &DaCa=AaBa=DcCb=AbBb=d \\
 &AaDa=BaCa=AbDb=BbCb=e \\
 &KE=b, JK=a, CaJ=c \\
 &FE=\lambda \\
 &FAa = L\bar{x}_0 + h\bar{y}_0 + H\bar{z}_0 \\
 &\bar{x}_5 = \bar{x}_0 \\
 &\alpha = (\bar{x}_0, \bar{x}_1) = (\bar{y}_0, \bar{y}_1) \\
 &\beta = (\bar{y}_1, \bar{y}_2) = (\bar{z}_1, \bar{z}_2) \\
 &\theta = (\bar{z}_0, \bar{z}_5) = (\bar{y}_0, \bar{y}_5) \\
 &\varphi = (\bar{y}_5, \bar{y}_7) = (\bar{x}_5, \bar{x}_7)
 \end{aligned}$$

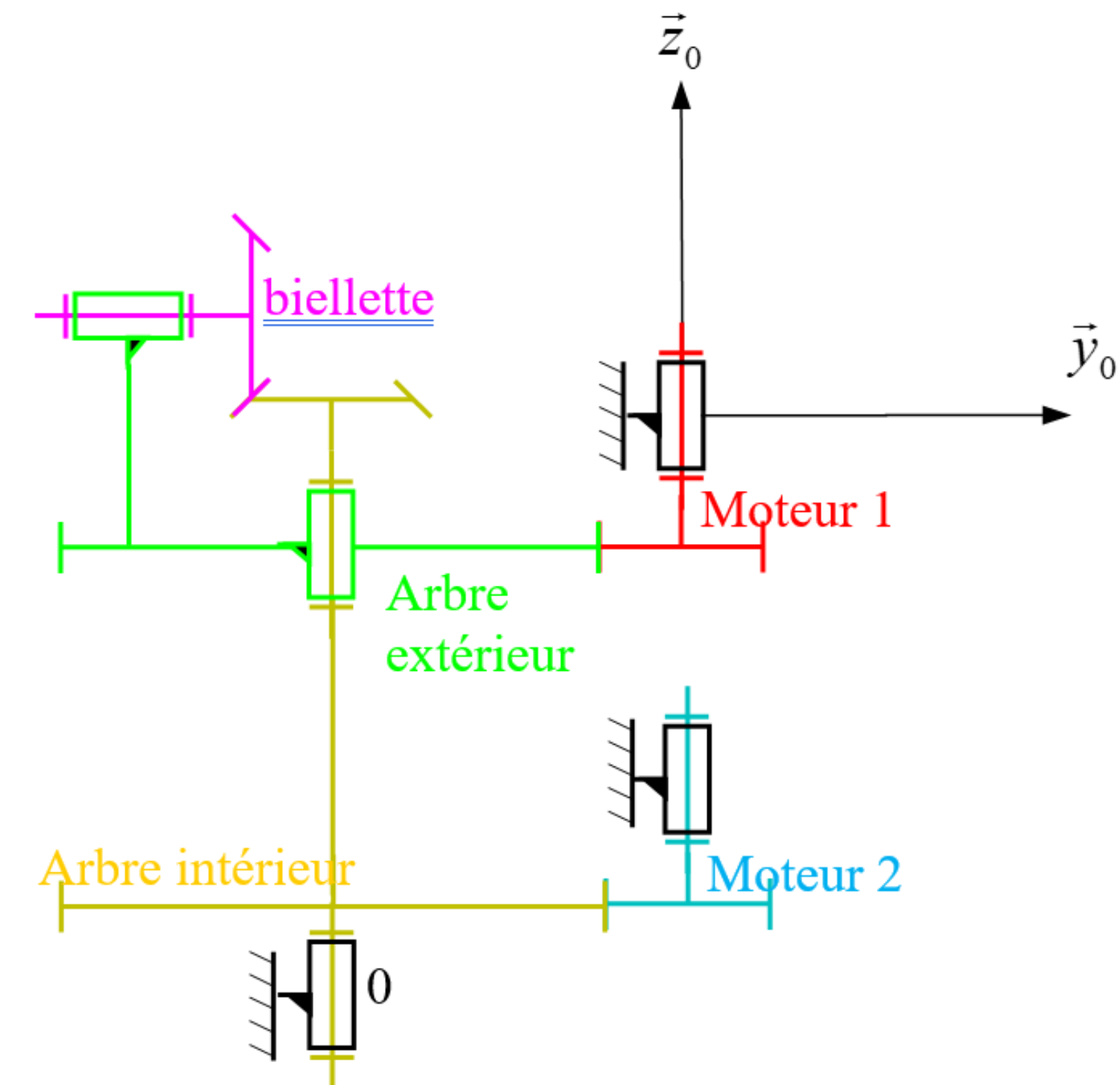
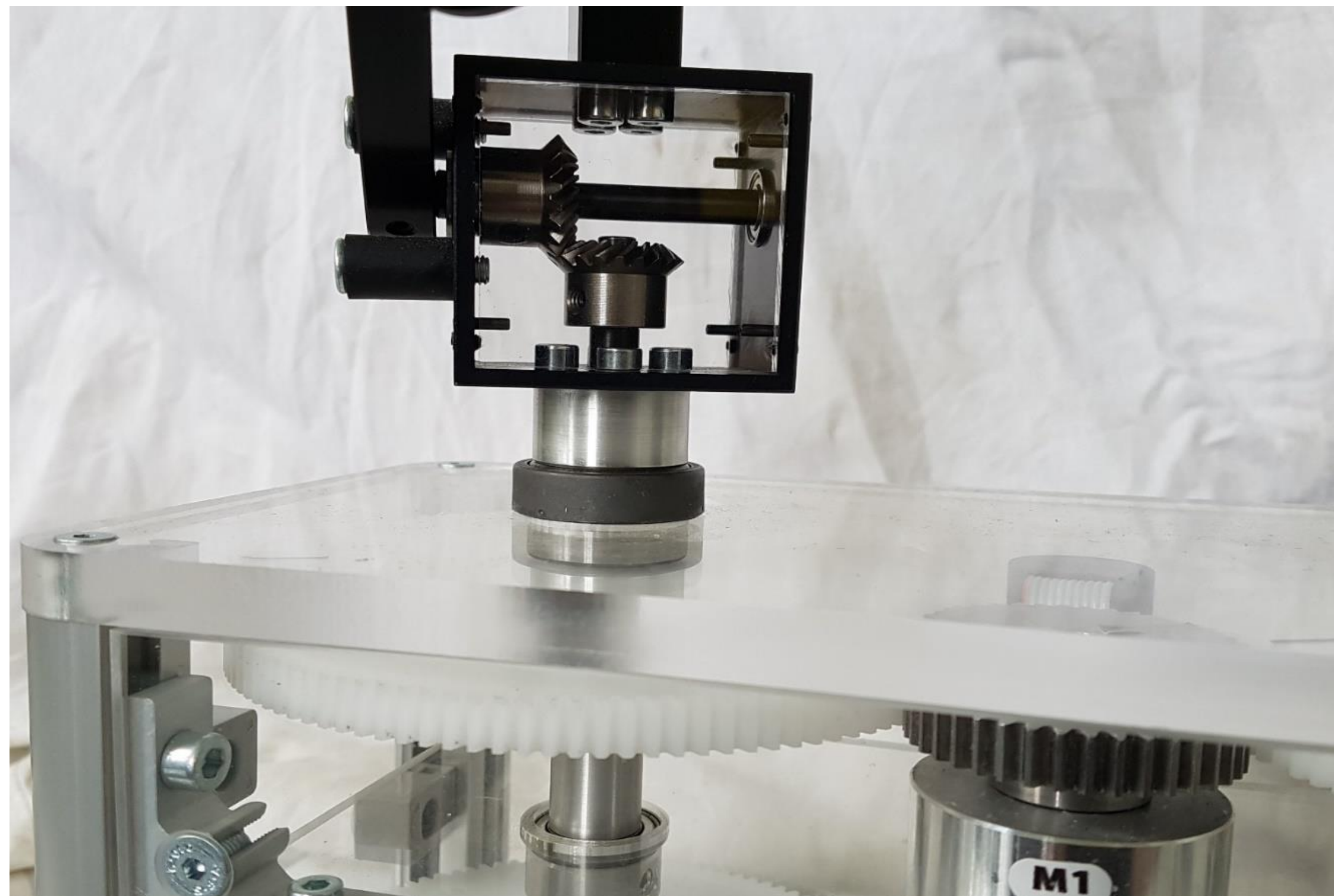


- ✓ Cinématique à parallélogramme
- ✓ Comparaison SW/calcul/expériences (potentiomètres en sortie et codeurs incrémentaux en entrée)

Modélisation cinématique

TP4 : Déterminer le couplage des moteurs

Exigence : assurer une indépendance des mouvements pilotés par joystick



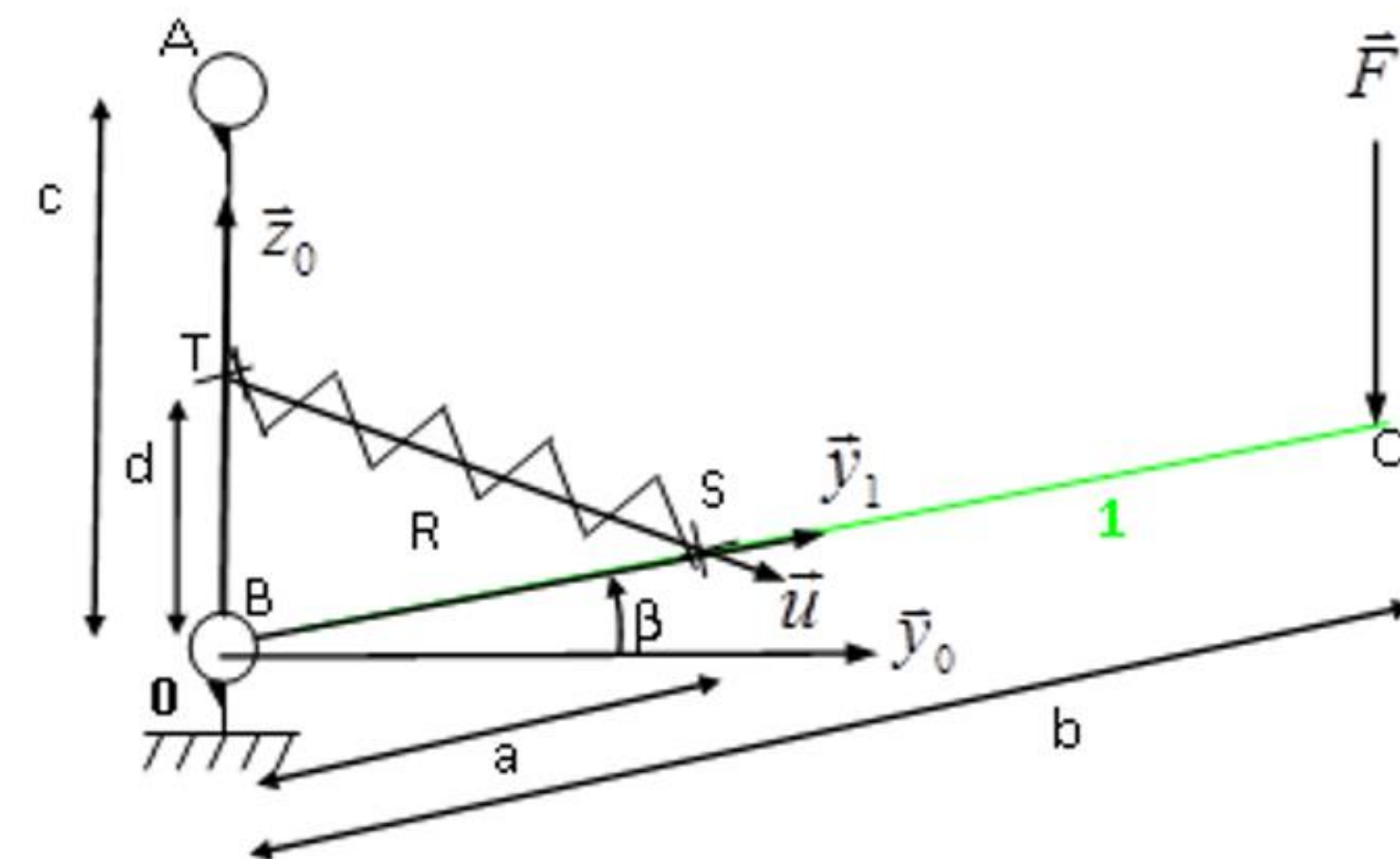
- ✓ Utilisation des différentiels pour utiliser des moteurs verticaux

Modélisation statique

TP5 : Déterminer les conditions d'équilibrage statique

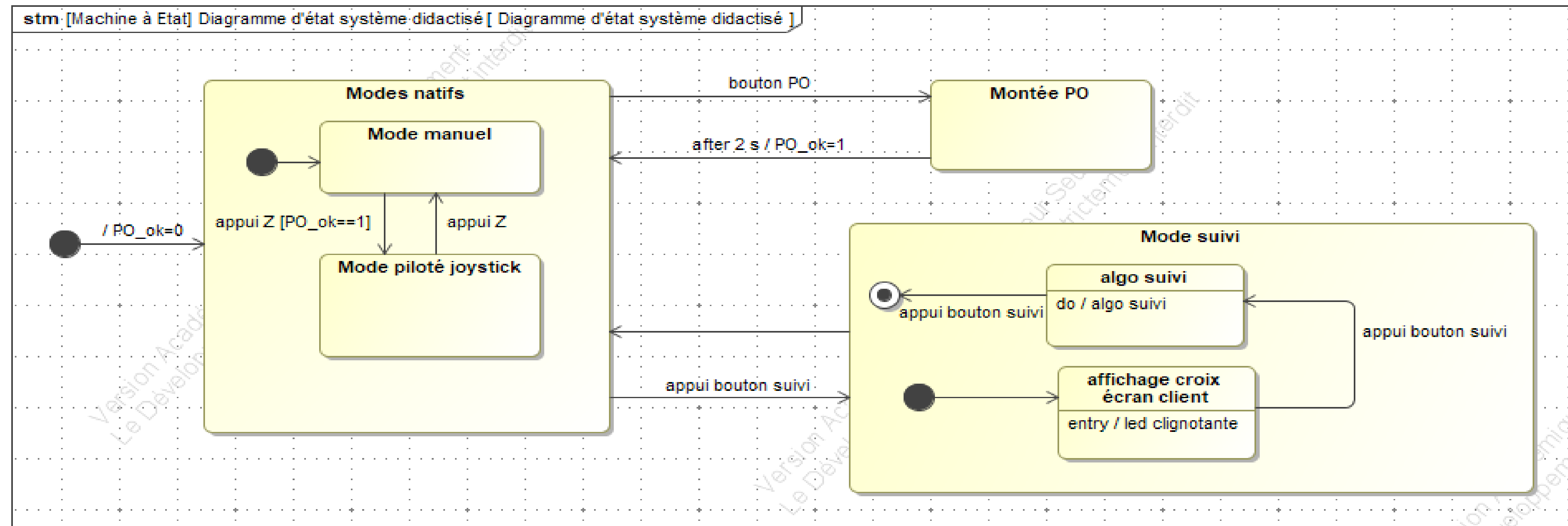
Exigence : assurer la sécurité en cas de coupure de courant

- ✓ Equilibrage à base de ressort et câble équivalent à celui d'un ressort de longueur à vide nulle
- ✓ Equilibrage réalisé quelle que soit la position du laparoscope



Systeme à événements discrets

TP6 : Décrire le comportement selon les modes de fonctionnement
Exigence : être ergonomique et simple à utiliser pour le chirurgien



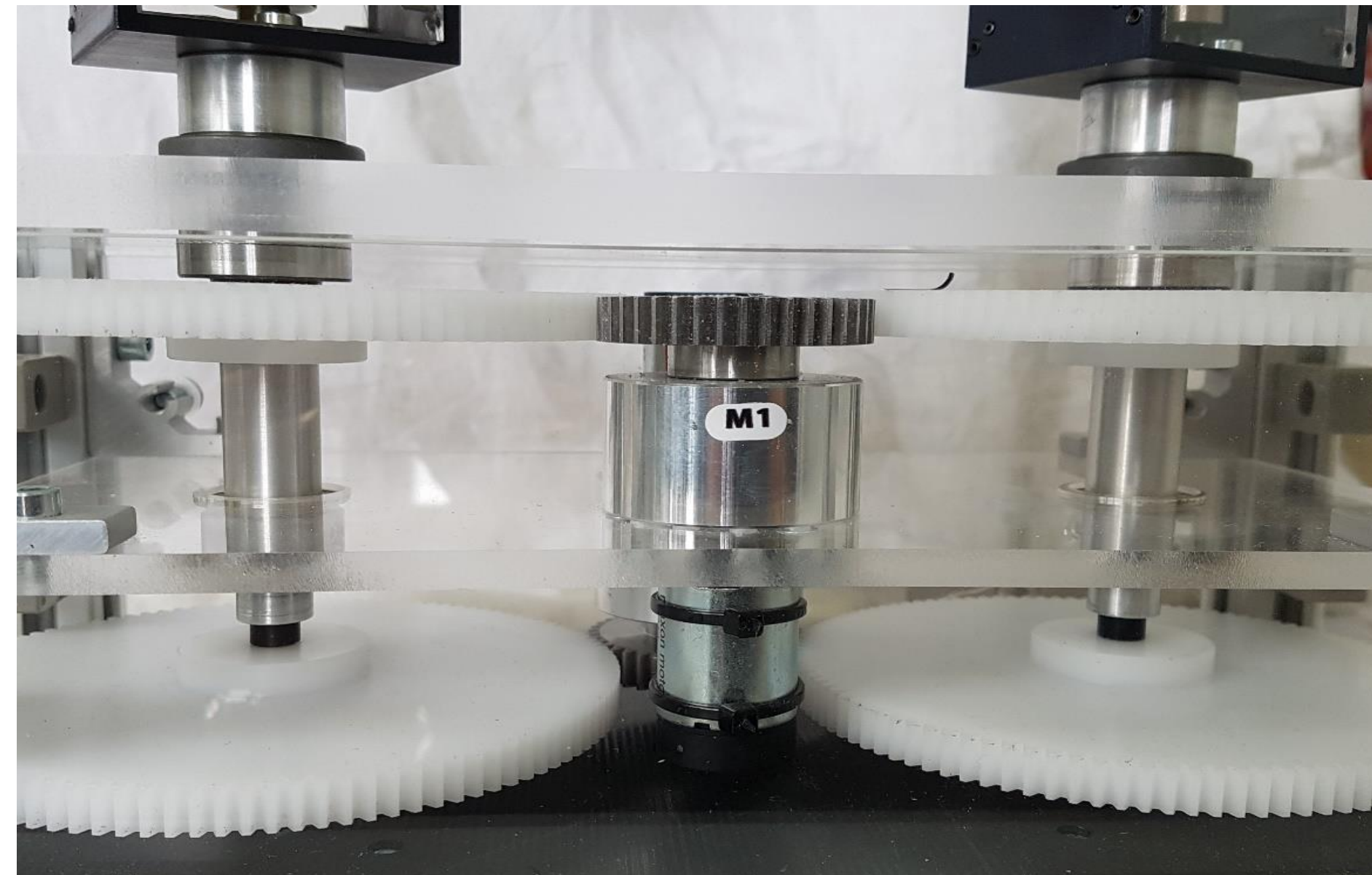
- ✓ Tous les élèves peuvent faire le même TP en parallèle (client-serveur)
- ✓ Programmation python des modes de fonctionnement (machine d'état)
- ✓ Gestion de la prise d'origine (initialisation des codeurs)

Modélisation mécanique fine

TP7 : Analyser les conditions de montage et de positionnement

Exigence : être simple à mettre en place et à régler

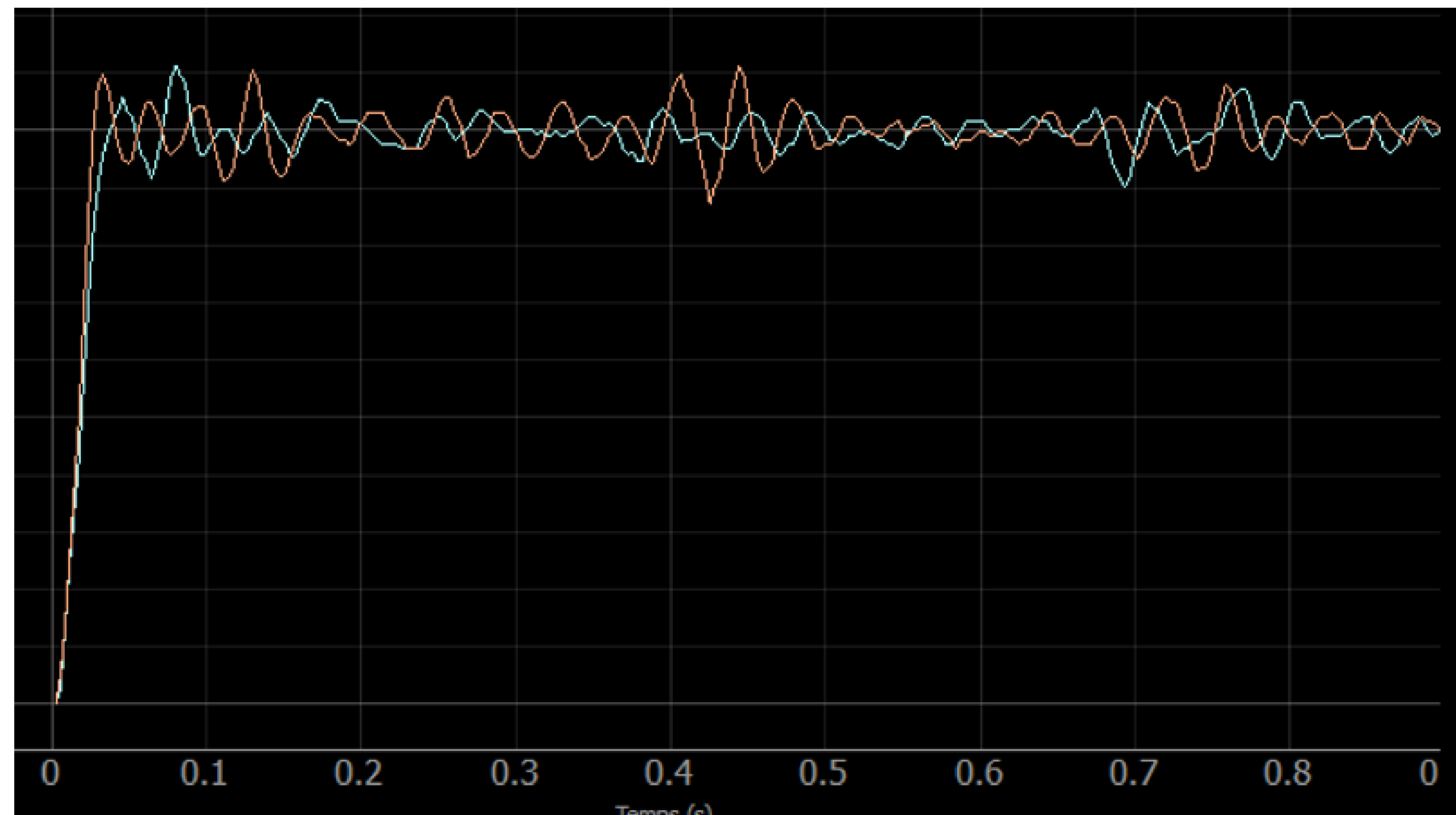
- ✓ Double-engrenage pour sur-mobilité (mais contraintes de montage)
- ✓ Hyperstatisme dans les 3 parallélogrammes (dont 1 déformable vu de dessus)
- ✓ Modèle isostatique du bras / laparoscope monté dans le patient
- ✓ Analyse de l'influence du positionnement sur le fonctionnement



Conception globale d'un système

TP8 : Régler un correcteur

Exigence : avoir un déplacement fluide respectant la vitesse de consigne

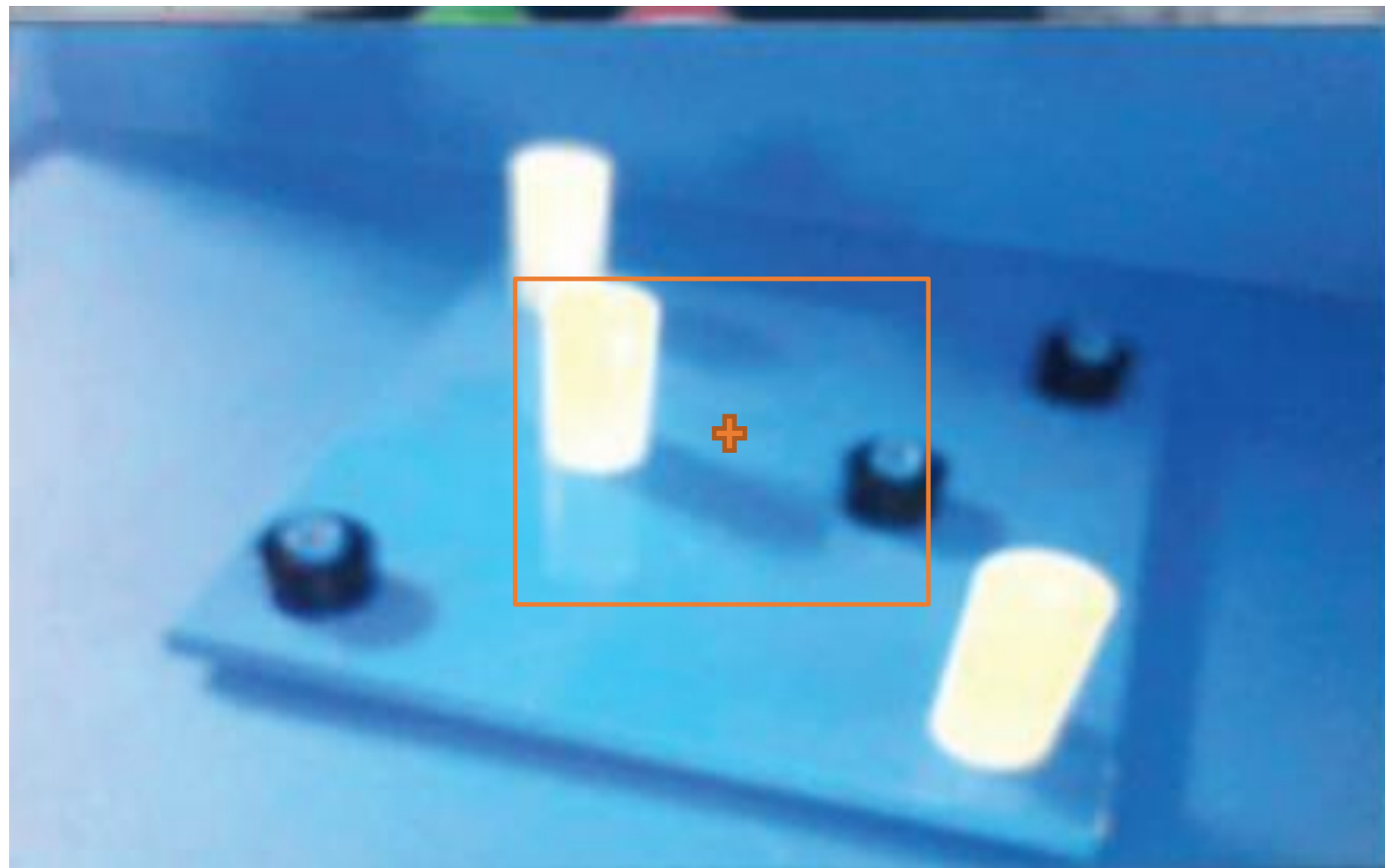


- ✓ Réglage d'un correcteur PI
- ✓ Analyse de la numérisation (codeur, PWM) par simulation possible

Informatique

TP9 : Réaliser un suivi d'image

Exigence : simplifier le déplacement du laparoscope



- ✓ Editeur python intégré
- ✓ Nécessité d'utiliser la vectorisation en python
- ✓ Traitement d'images en temps réel
- ✓ TP réalisé par tous les élèves en parallèle (mode client-serveur)

DMS - Robot Evolap

Pilotage Python Afficher fenêtre caméra

Paramétrage

Aide

E:/DMS1/Porte laparoscope Evolap/EMA/3 Dossier

Durée de simulation 10.0

```
if (bouton_suivi-bouton_suivi_prec>0) :
    mode = (mode + 1) % 3
    bouton_suivi_prec=bouton_suivi
    return image

def cherche_couleur(image,coul,seuil):
    pas = seuil
    ind = coul[0]-pas < image[:, :,0]
    ind &= coul[1]-pas < image[:, :,1]
    ind &= coul[2]-pas < image[:, :,2]
    ind &= image[:, :,0] < coul[0]+pas
    ind &= image[:, :,1] < coul[1]+pas
    ind &= image[:, :,2] < coul[2]+pas

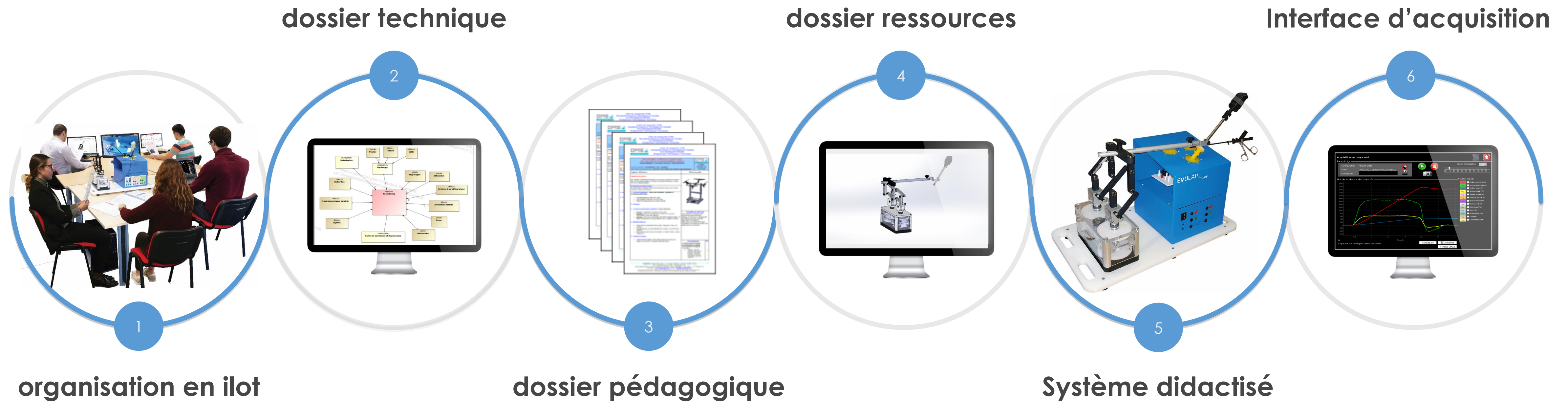
    ind_g_x = sum(ind,axis=0).argmax()
    ind_g_y = sum(ind,axis=1).argmax()
    cv2.line(image, (ind_g_x,ind_g_y-10),
    (ind_g_x,ind_g_y+10), (0,0,0),thickness=2)
    cv2.line(image, (ind_g_x-10,ind_g_y),
    (ind_g_x+10,ind_g_y), (0,0,0),thickness=2)

    return image
```

Fenêtre d'affichage (print dans le progra)

```
2
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
0
```

Composition d'un système à enseigner (SAE) DMS



POUR NOUS CONTACTER

SOCIÉTÉ DMS

12, rue Caulet - Bat. C03
31300 - Toulouse

Tél : +33 (0)5 62 88 72 72

www.dmseducation.com
contact@groupe-dms.com