Rapport des tests
Projet KERAAL - Groupe 10

Equipe: Baumstimler Philippe, Ma Ziqi, Aziz Ghaddab Mohamed

ENSTA

IP PARIS

Sommaire

1. Introduction

Le rapport de tests décrit l'ensemble des trames de tests à réaliser pour valider la conception réalisée en amont. Ce document n'a pour autant pas pour but de valider la conception, mais fait preuve de résultats objectifs vis-à-vis de la performance des systèmes conceptualisés par rapport aux exigences imposées. Ces tests font partie intégrante de la vie du projet, et sont présents dans l'ensemble des pôles, informatique et mécanique.

2. Tests informatiques

Les tests informatiques sont l'ensemble des tests réalisés pour valider le bon fonctionnement et de la bonne installation des logiciels propres au projet. Nous avons fait le choix de mettre dans cette partie également les tests de fonctionnement du robot POPPY dans son ensemble, puisqu'ils passent par logiciel et par des scripts python.

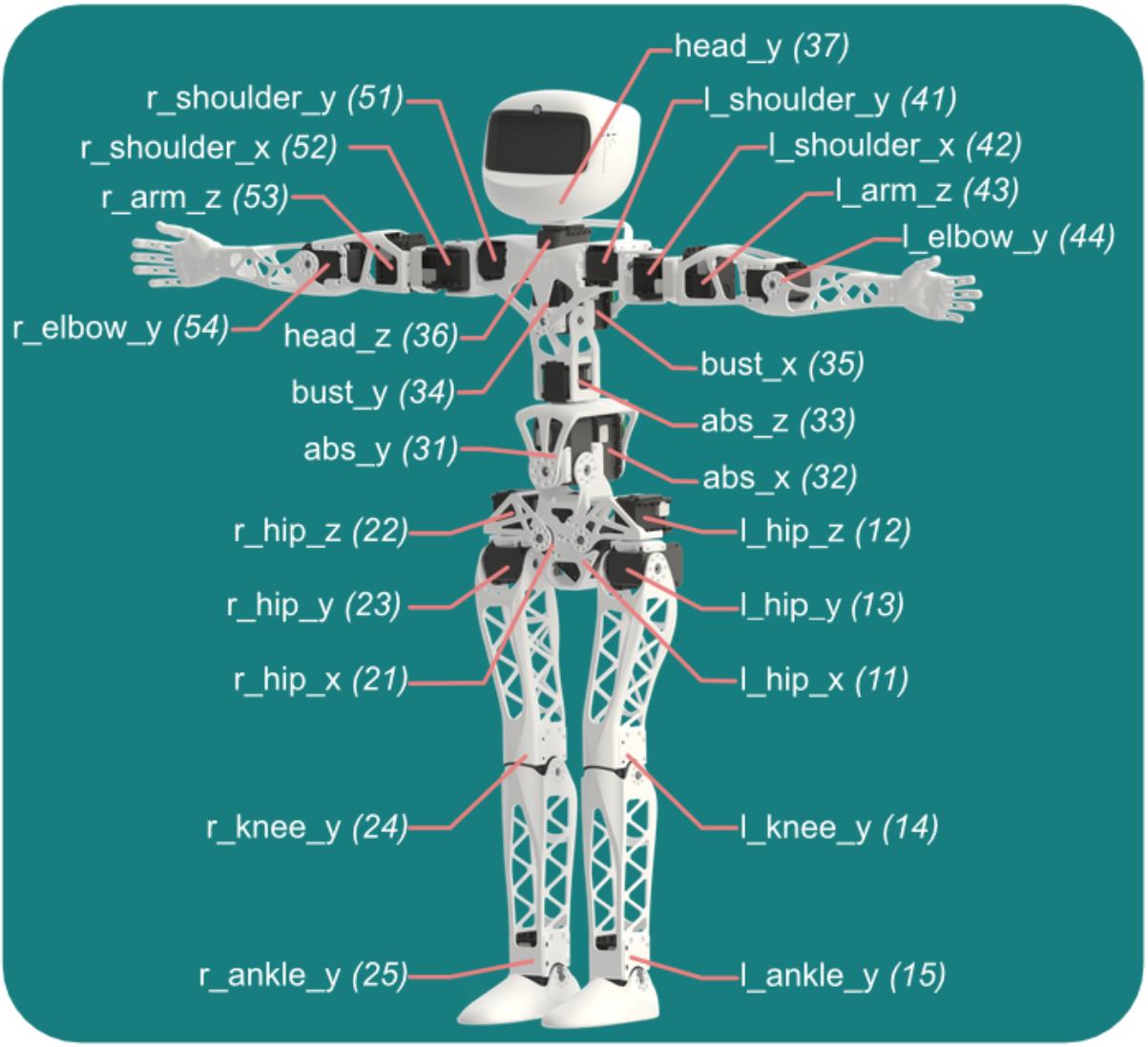
2.1. Test logiciel robot POPPY

Nous commençons tout d'abord par la réalisation des tests d'installation des logiciels et de la librairie POPPY. Nous vérifions également que la connexion entre la carte et les moteurs se fait bien. Les commandes décrites sont directement écrites dans un terminal python en ssh sur la Raspberry Pi.

Test	Commandes/test réalisé	Résultats et Validation
Bonne alimentation du robot	On branche le robot	L'ensemble des LEDs s'allument, test validé
Bonne connexion entre le PC et la carte	Connexion au même wifi	La carte communique bien avec le logiciel, test validé
Bonne installation des librairies Poppy	from poppy_humanoid import PoppyHumanoid	Aucune erreur d'installation, test validé
Bonne initialisation du robot	poppy = PoppyHumanoid()	Erreur, les moteurs du haut du corps ne sont pas détectés, le message d'erreur est du type: IOError: Connection to the robot failed! No suitable port found for ids [3, 5, 7, 11, 13, 17]. These ids are missing [3, 5, 7, 11, 13, 17] !

Nous faisons ici face à un premier problème, nous n'arrivons pas à détecter les moteurs de tout le haut du corps. Nous essayons de passer par les fichiers sources pour savoir si l'erreur vient de la librairie ou bien de la connectique. Finalement l'erreur a été trouvée, il s'agissait du câble qui reliait le tronc à la tête qui était endommagé.

Bonne initialisation du robot	poppy = PoppyHumanoid(camera = 'dummy')	Aucune erreur, test validé, on récupère de cette commande la liste des moteurs détecté par le software



On exécute le fichier python préparé en amont dénommé “check_ports.py”, disponible en annexe, et qui nous renvoie la liste des moteurs détectés par la carte et dont voici la sortie:

```
/dev/ttyACM1
[31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 51, 52, 53, 54]

/dev/ttyACM0
[11, 12, 13, 14, 15, 21, 22, 23, 24, 25]
```

Voici les résultats du test :

ID - Moteur	Test à réaliser	Validation
Jambes		
R_ANKLE_Y 25	Détection du moteur via	Test validé
R_KNEE_Y 24	Détection du moteur	Test validé
R_HIP_X 21	Détection du moteur	Test validé
R_HIP_Y 23	Détection du moteur	Test validé
R_HIP_Z 22	Détection du moteur	Test validé
L_ANKLE_Y 15	Détection du moteur	Test validé
L_KNEE_Y 14	Détection du moteur	Test validé
L_HIP_X 11	Détection du moteur	Test validé
L_HIP_Y 13	Détection du moteur	Test validé
L_HIP_Z 12	Détection du moteur	Test validé
Tronc et tête		
ABS_Y 31	Détection du moteur	Test validé
ABS_X 32	Détection du moteur	Test validé
ABS_Z 33	Détection du moteur	Test validé
BUST_X 35	Détection du moteur	Test validé
BUST_Y 36	Détection du moteur	Test validé
HEAD_Z 36	Détection du moteur	Test validé
HEAD_Y 37	Détection du moteur	Test validé
Bras		
R_SHOULDER_Y 51	Détection du moteur	Test validé

R_SHOULDER_X 52	Détection du moteur	Test validé
R_ARM_Z 53	Détection du moteur	Test validé
R_ELBOW_Y 54	Détection du moteur	Test validé
R_XL-320 55	Détection du moteur	Non validé
R_XL-320 56	Détection du moteur	Non validé
L_SHOULDER_Y 41	Détection du moteur	Test validé
L_SHOULDER_X 42	Détection du moteur	Test validé
L_ARM_Z 43	Détection du moteur	Test validé
L_ELBOW_Y 44	Détection du moteur	Test validé
L_XL-320 45	Détection du moteur	Non validé
L_XL-320 46	Détection du moteur	Non validé

Les résultats nous montrent que l'ensemble des moteurs principaux du robot POPPY sont détectés et sont en capacité de communiquer avec la carte Raspberry Pi. Mais les moteurs des poignets n'ont pas été détectés. Nous pensons que cela vient du fait que ces moteurs ne sont pas dans les versions originales de POPPY et que la librairie que nous avons ne les prend pas en compte. Ils ne sont pas cruciaux à ce stade du projet, mais il serait intéressant de trouver une version plus récente des librairies ou un moyen de prendre en compte ces moteurs.

2.2. Test fonctionnement système du bloquage et débloquage

L'une des particularités de la programmation du robot POPPY est que l'on peut bloquer et débloquer les moteurs séparément à notre guise. Nous souhaitons donc tester cette fonctionnalité, primordiale à la stabilité du robot. Cela passe par de l'attribut `.compliant .` On met tous les moteurs `m.compliant = False` pour bloquer les moteurs, après on met `m.compliant = True` pour débloquer les moteurs, on observe physiquement si les moteurs sont bel et bien bloqués ou débloqués. Voici les résultat du test:

ID - Moteur	Compliant = false	Compliant = true
Jambes		
R_ANKLE_Y 25	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
R_KNEE_Y 24	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
R_HIP_X 21	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
R_HIP_Y 23	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
R_HIP_Z 22	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
L_ANKLE_Y 15	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
L_KNEE_Y 14	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
L_HIP_X 11	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
L_HIP_Y 13	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
L_HIP_Z 12	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
Tronc et tête		
ABS_Y 31	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
ABS_X 32	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
ABS_Z 33	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
BUST_X 35	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
BUST_Y 34	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
HEAD_Z 36	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
HEAD_Y 37	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
Bras		
R_SHOULDER_Y 51	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
R_SHOULDER_X 52	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
R_ARM_Z 53	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
R_ELBOW_Y 54	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
R_XL-320 55	test non validé	test non validé

R_XL-320 56	test non validé	test non validé
L_SHOULDER_Y 41	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
L_SHOULDER_X 42	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
L_ARM_Z 43	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
L_ELBOW_Y 44	Immobile (test validé)	mobile (test validé)
L_XL-320 45	test non validé	test non validé
L_XL-320 46	test non validé	test non validé

Les moteurs répondent bien à la fonction de blocage/déblocage. Bien évidemment, les moteurs des poignets ne réagissent pas puisqu'ils ne sont pas pris en compte par la carte qui ne les détecte pas.

2.3. Test du système à l'état initial

Nous souhaitons maintenant tester la mise en position initiale. En effet, chaque moteur possède une position de départ, qui correspond à un robot droit et debout. Afin de réaliser le test, nous repassons en mode moteurs bloqués puis nous utilisons la fonction `m.goto_position(0, 0.5, wait = True)` qui amène le moteur à la position 0. On exécute pour cela le script python préparé en avance "test_blocage.py", disponible en annexe.

Après exécution, on observe physiquement la position initiale des moteurs.On a trouvé trois moteurs mal orienté et on trouve les solutions possible, on les arrange dans le tableau suivant:

ID - Moteur	Problème	Solution
L_HIP_Z 12	Mauvaise position à l'initialisation ==> Mauvaise configuration du moteur	Ajouter un offset au moteur ⇒ Problème résolu
HEAD_Z 36	Mauvaise position à l'initialisation ==> Problème de montage	Refaire le montage ⇒ Problème résolu
L_ARM_Z 43	Mauvais étiquetage + mauvaise position à l'initialisation ==> Problème de montage	Ajouter un offset au moteur ⇒ Problème résolu

Nous avons finalement réglé tous les problèmes d'initialisation. Ces problèmes étaient importants à régler, car cela pourrait fausser le positionnement du moteur par la suite.

2.4. Test contrôle POPPY

Une fois les tests d'initialisation réalisés, il nous faut également vérifier les écarts entre l'angle moteur demandé et l'angle réel mesuré, mais aussi voir si l'intervalle d'angle dans lequel chaque moteur peut évoluer correspond à l'intervalle connu. Pour cela:

- On mesure l'écart mesuré pour angle demandé à 0.
- On donne deux commandes:
    - m.goto_position(180, 0.5, wait = True)
    - m.goto_position(-180, 0.5, wait = True)

  pour voir les limites de mouvements des moteurs.

On exécute donc le script python "test_ecart_limite.py" disponible en annexe et on inscrit les résultats dans le tableau suivant:

ID - Moteur	Ecart Initialisation (à 0)	Motor range	Données officielles
Jambes			
R_ANKLE_Y 25	0.5	[-44.1, 44.6]	offset : 0, [-45,45]
R_KNEE_Y 24	0.4	[-2.6, 132.7]	offset : 0, [-134,3.5]
R_HIP_X 21	0.8	[-28, 30.4]	offset : 0, [-28,30]
R_HIP_Y 23	-0.3	[-103.2, 84.5]	offset : 0, [-85,105]
R_HIP_Z 22	0.9	[-23.7, 88.5]	offset : 0, [-90,25]
L_ANKLE_Y 15	-0.2	[-44.4, 43.8]	offset : 0, [-45,45]
L_KNEE_Y 14	0.3	[-3, 132.6]	offset : 0, [-3.5,134]
L_HIP_X 11	-2.2	[-29.9, 27]	offset : 0, [-30,28.5]
L_HIP_Y 13	0.3	[-104.2, 81.4]	offset : 2, [-104,84]
L_HIP_Z 12	-0.9	[-89.4, 21.3]	offset : 0, [-25,90]
Tronc et tête			
ABS_Y 31	-1	[-12.3, 48.4]	offset : 0, [-50,12]
ABS_X 32	-0.8	[-44.6, 44.1]	offset : 0, [-45,45]
ABS_Z 33	-0.4	[-89.7, 90.3]	offset : 0, [-90,90]
BUST_X 35	-0.2	[-37.6, 36.8]	offset : 0, [-40,40]
BUST_Y 34	6	[-21.9, 65.3]	offset : 0, [-67,27]
HEAD_Z 36	-0.44	[-88.1, 89.3]	offset : 0, [-90,90]
HEAD_Y 37	0.22	[-25.1, 25.6]	offset : 20, [-45,6]
Bras			
R_SHOULDER_Y 51	-1.4	[-179.6, 63.5]	offset : 90, [-155,120]
R_SHOULDER_X 52	-0.85	[-179.1, 17.7]	offset : 90, [-110,105]
R_ARM_Z 53	0	[-104.7, 104.8]	offset : 0, [-105,105]

R_ELBOW_Y 54	0.2	[-146.3, 0.8]	offset : 0, [-1,148]
R_XL-320 55	-	-	-
R_XL-320 56	-	-	-
L_SHOULDER_Y 41	-1.1	[-178.8, 62.9]	offset : 90, [-120,155]
L_SHOULDER_X 42	0.1	[-10.5, 179.1]	offset : -90, [-105,110]
L_ARM_Z 43	-0.1	[-104.5, 104.9]	offset : 0, [-105,105]
L_ELBOW_Y 44	-0.5	[-145.1, 0.3]	offset : 0, [-148,1]
L_XL-320 45	-	-	-
L_XL-320 46	-	-	-

L'erreur entre la valeur demandée et la valeur mesurée existe pour deux raison :

- une erreur lié à la vitesse du moteur et au temps de réaction du système
- une erreur lié à la qualité de la mesure de l'angle

Nous considérons donc que l'erreur est acceptable si elle est en dessous de 5°, au-delà elle devient visible à l'œil nu. On observe que tous les moteurs respectent ce critère pour une initialisation à 0, sauf le moteur BUST_Y_34. Nous n'avons pas eu le temps de terminer d'où venait l'erreur, physique ou logiciel, mais visuellement nous n'avons rien remarqué de choquant. Concernant les intervalles d'amplitude des moteurs, on observe un phénomène étrange où les valeurs d'intervalles sont parfois inversées. Cela signifie peut-être que le moteur ne tourne pas dans le bon sens. Nous n'avons pas pu confirmer ce détail, il se fera sûrement ressentir en essayant directement sur un script d'exercices de kinésithérapie.

2.5. Test enregistrement mouvement

Une des fonctionnalités de la librairie POPPY est que l'on peut effectuer l'enregistrement du mouvement d'un ou plusieurs moteurs durant un temps donné, et que l'on peut rejouer ce mouvement. Pour vérifier cela nous exécutons le code "*test_record.py*", disponible en annexe, qui permet d'effectuer l'enregistrement du mouvement des moteurs du bras gauche et de le rejouer

Test	Description test	Résultat
Test enregistrement mouvement	Exécution du script *test_record.py*	Le mouvement rejoué est similaire au mouvement effectué

Malheureusement, nous n'avons pas pu effectuer de tests sur chacun des moteurs du robot, mais nous nous sommes assurés par la présente du bon fonctionnement d'un point de vue général de cette fonctionnalité POPPY.

L’ensemble des tests logiciels réalisés permet de confirmer le bon fonctionnement du robot POPPY. Ce dernier est donc capable d’effectuer les tâches qui lui sont demandées. Néanmoins, il reste encore à confirmer son fonctionnement pour les scripts d’exercices de kinésithérapie déjà fait, en s’assurant notamment de la rotation dans le bon sens des moteurs.

3. Test mécanique

Les tests mécaniques sont l'ensemble des tests qui permettent de valider les éléments de conception de l'équipe mécanique. Cela comprend une validation matériel de l'assemblage du robot POPPY mais aussi du matériel de système de changement de position que nous avons commandé.

3.1. Test matériel d'assemblage du robot POPPY

Afin de s'assurer que le montage du robot s'est bien déroulé, nous avons effectué, avant les tests logiciels décrits plus haut, un dernier test matériel sur le robot. Ce test consiste simplement, pour chaque moteur, à vérifier que celui tourne bien selon l'axe donné par sa nomenclature, et ne soit pas bloqué par une autre pièce ou bien la longueur d'un câble. Un second test est de vérifier que les pièces sont bien fixées entre elles et qu'il n'y a pas de jeu trop important.

Ce test qui peut paraître anodin est en réalité très important. Nous avons pu ainsi, trouver des anomalies dans l'assemblage qui bloquait certains moteurs. Voici finalement le résultat du test.

Test	Description test	Résultat
Test matériel de chacun des moteurs	On fait tourner à la main chaque moteur pour vérifier qu'il ne soit pas bloqué.	Tous les moteurs sont libérés et aucune pièce ne bloque leur rotation dans le champ du possible
Test fixation pièces	On applique de légères pressions et mouvements sur chaque fixation pour vérifier leur maintien et le jeu existant.	Toutes les pièces sont bien fixées entre elles, il n'y a pas de jeu entre elles.

3.2. Test fonctionnement de l'alimentation

Nous avions fait la commande d'une alimentation adaptée pour le vérin mais la commande n'a jamais été passée. M. Taruffi nous a alors fourni une autre alimentation ayant les mêmes caractéristiques. Nous souhaitons vérifier son fonctionnement. Pour cela nous le branchons à du matériel électronique adapté, et on observe si le matériel s'allume.

Test	Description test	Résultat
Test alimentation vérin	On branche l'alimentation à du matériel électronique adapté	Aucun courant ne passe

L'alimentation fournie par M.Taruffi ne fonctionne pas, nous avons utilisé la seconde alimentation de rechange du robot POPPY pour faire les tests qui suivent.

3.3. Test connectique du vérin électrique

On s'intéresse maintenant au vérin électrique. Ce dernier ne possédait pas une connectique que nous pouvions utiliser. Pour cela nous avons procédé à une phase de soudage pour transformer cette connectique inhabituelle en deux fils électriques distincts. Il nous fallait alors vérifier que le vérin électrique fonctionne et que la nouvelle connectique suite à la soudure soit également fonctionnelle et sécurisée. Pour pouvoir effectuer ce test, il nous a suffit de brancher les fils à un adaptateur LED Terminal, que l'on peut alors brancher directement sur l'alimentation, dans un sens ou dans l'autre pour soit faire sortir, soit faire rentrer le vérin.

Test	Description du test	Résultat
Connectique sens 1 (vérin rentrant)	Brancher le vérin à l'alimentation dans le sens 1, c'est-à-dire interchanger le branchement des fils par rapport au sens 2	Le vérin rentre. Quand il arrive en butée, le moteur s'arrête. Test validé
Connectique sens 2 (vérin sortant)	Brancher le vérin à l'alimentation dans le sens 2, c'est-à-dire interchanger le branchement des fils par rapport au sens 1	Le vérin sort. Quand il arrive en butée, le moteur s'arrête. Test validé
Sécurité connectique	Vérifier la sécurité de la nouvelle connectique, pour le vérin et les utilisateurs	La connectique est entourée de gaine protectrice. Aucune surchauffe n'a été aperçu.

Les tests permettent de confirmer le fonctionnement du vérin mais aussi de la nouvelle connectique réalisée cette année. Nous en avons profité pour réaliser une mesure de vitesse du vérin sans charge, par moyenne sur plusieurs mesures. Nous obtenons une vitesse de 16.2cm/s.

3.4. Test fonctionnement de l'optocoupleur

En plus du vérin et de son alimentation, nous avons également passé commande d'un optocoupleur, équipement permettant d'agir comme un interrupteur. Le test que nous souhaitions réaliser aurait été de brancher l'optocoupleur à une LED et une petite

alimentation, et de vérifier que lorsqu'un courant est appliqué en entrée de l'optocoupleur, la LED s'allume. L'atelier de l'U2IS contient le matériel nécessaire.

Test	Description test	Résultat
Test optocoupleur	On branche l'optocoupleur en sortie à une LED et une alimentation, et on vérifie qu'elle s'allume en appliquant une tension en entrée de l'optocoupleur.	Test non réalisé

Nous n'avons malheureusement pas eu le temps de réaliser ce test à cause du retard d'assemblage.

4. Conclusion

La série de tests que nous avons réalisés nous a permis de vérifier le fonctionnement du robot POPPY et de nous assurer que le robot que nous fournissons à la prochaine équipe soit fonctionnel, tout comme le matériel du système de changement de position. Mais cela ne veut pas dire que toutes les fonctionnalités sont entièrement validées. Il reste certains aspects, comme le contrôle des moteurs de poignets, qui n'ont pas pu être validés, qui ne sont pas cruciaux à l'instant t mais pourront le devenir plus tard.

5. Annexe

5.1. check_port.py

```
import pypot.dynamixel
ports = pypot.dynamixel.get_available_ports()
if not ports:
 raise IOError('no port found')
print(ports[0])
dxl_io1 = pypot.dynamixel.DxlIO(ports[0],baudrate=1000000,use_sync_read=False)#upper
print(dxl_io1.scan(range(60)))
print (ports[1])
dxl_io2 = pypot.dynamixel.DxlIO(ports[1],baudrate=1000000,use_sync_read=False)#lower
print(dxl_io2.scan(range(60)))
```

5.2. test_blocage.py

```
from poppy_humanoid import PoppyHumanoid
import time

fichier = "init_motor.txt"
poppy = PoppyHumanoid(camera = 'dummy')

def pause():
   programPause = input("Press the <ENTER> key to continue...")
   return
with open(fichier,"w+") as f:
   f.write("----------------------Initialisation-------------------------\n")
   for m in poppy.motors:
      m.compliant = False
      m.goto_position(0, 0.01, wait=True)
      print(m.name,", initialisation: ", m.present_position)
      pause()
      # f.write("%s, initialisation: %f\n"%(m.name,m.present_position))
   print("Fin de l'initialisation")

f.close()
for m in poppy.motors:
   m.compliant = True
```

5.3. test_ecart_limite.py

```
from poppy_humanoid import PoppyHumanoid
import time

fichier = "test_motor.txt"
poppy = PoppyHumanoid(camera = 'dummy')

def pause():
    programPause = input("Press the <ENTER> key to continue...")
    return
with open(fichier,"w+") as f:
    f.write("\n------------------------Test-------------------------\n")
    for i in range (15,len(poppy.motors)):
        m = poppy.motors[i]
        print(m.name)
        m.compliant = False
        pause()
        m.goto_position(0, 0.5, wait=True)
        pause()
        print(m.name,", initialisation: ", m.present_position)
        f.write("%s, initialisation: %f\n"%(m.name,m.present_position))
        pause()
        m.goto_position(180, 0.5, wait=True)
        pause()
        print(m.name,", Angle max: ",m.present_position)
        f.write("%s, Angle max: %f\n"%(m.name,m.present_position))
        pause()
        m.goto_position(-180, 0.5, wait=True)
        pause()
        print(m.name,", Angle min: ",m.present_position)
        f.write("%s, Angle min: %f\n"%(m.name,m.present_position))
        pause()
        m.goto_position(0, 0.5, wait=True)
        pause()
        print(m.name,", retour à l'état initial: ",m.present_position)
        f.write("%s, retour à l'état initial: %f\n"%(m.name,m.present_position))

        m.compliant = True
f.close()
```

5.4. test_record.py

```
from pypot.primitive.move import MoveRecorder
from poppy_humanoid import PoppyHumanoid
from pypot.primitive.move import MovePlayer
from copy import deepcopy

poppy = PoppyHumanoid(camera = "dummy")
for m in poppy.motors:
        m.compliant = False
        m.goto_position(0, 0.01, wait=True)
        print(m.name,", initialisation: ", m.present_position)
        # f.write("%s, initialisation:
%f\n"%(m.name,m.present_position))
motors = [poppy.l_shoulder_y, poppy.l_shoulder_x, poppy.l_arm_z,
poppy.l_elbow_y]
for m in motors:
    m.compliant = True
record = MoveRecorder(poppy, 50, motors)
import time
def pause():
    programPause = input("Press the <ENTER> key to continue...")
    return

# Give you time to get ready
print('Get ready to record a move...')
pause()

# Start the record
record.start()
print('Now recording !')

# Wait for 10s so you can record what you want
time.sleep(30)

# Stop the record
print('The record is over!')
record.stop()

pause()
print("write in a document.")
my_recorded_move = deepcopy(record.move)
with open('my-first-demo.move', 'w') as f:
```

```
    my_recorded_move.save(f)

print(len(my_recorded_move.positions()))
print(my_recorded_move.positions())

pause()
print("Robot movement.")
player = MovePlayer(poppy, my_recorded_move)
player.start()
player.wait_to_stop()
```