

Guide d'assemblage pour le robot Poppy Humanoid

Manon Cortial, Génération Robots

July 3, 2015



Contents

1	Introduction	2
1.1	Le projet Poppy	2
1.2	Consignes de sécurité	2
1.3	A propos de cette documentation	3
1.4	Comment améliorer ce guide?	3
2	Le matériel Dynamixel	3
2.1	Mettre le zéro des palonniers Dynamixel	4
2.2	Palonniers des MX-28 et MX-64	5
2.3	Mettre les écrous	6
3	Adresser les servomoteurs Dynamixel	7
3.1	Installation du driver pour l'USB2AX	7
3.2	Installer le logiciel de scan	8
3.3	Conventions de nommage	9
4	Pièces de structure	11
5	Conseils pour l'assemblage	13
5.1	Bras	13
5.2	Tronc	14
5.3	Jambes	15
5.4	Tête	16

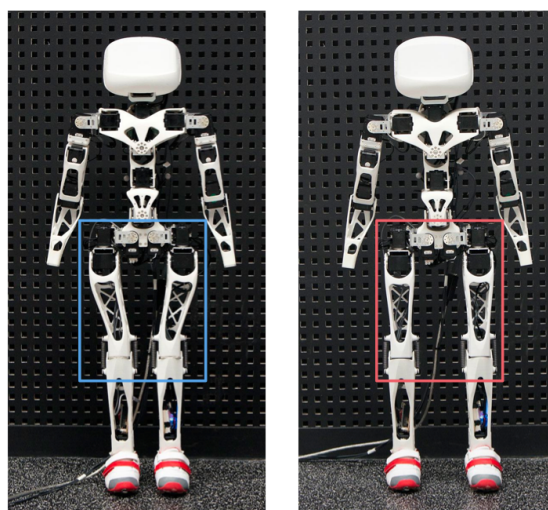
5.4.1	Préparation de la carte Odroid	16
5.4.2	Assemblage du cou	18
5.4.3	Caméra et écran	20
5.4.4	Electronics	21
6	Liens utiles	24
6.1	Instructions d'assemblage	24
6.2	Forum et docs	25

1 Introduction

1.1 Le projet Poppy

Poppy est un projet de robotique open-hardware et open-source. Il a été créé dans le but de fournir aux chercheurs et aux étudiants des robots dont toutes les pièces sont facilement remplaçables.

Par exemple, des jambes de formes différentes ont été testées sur le robot Poppy Humanoid pour le faire marcher.



(a) bended thighs

(b) straight thighs

1.2 Consignes de sécurité

Le robot Poppy Humanoid est construit principalement avec des moteurs Dynamixel MX-28, qui sont assez puissant et peuvent vous blesser ou abimer votre matériel.

Soyez donc très prudent et ne testez vos programmes que lorsque le robot est dans un endroit dégagé.

1.3 A propos de cette documentation

Cette documentation contient des conseils et des instructions pour construire un robot Poppy Humanoid. Elle ne remplace pas les vidéos faites par l'INRIA, mais les complète et parfois les met à jour.

Elle contient une brève description du matériel Dynamixel et de la façon de le monter (section 2), ainsi qu'un guide de paramétrage des moteurs (section 3).

Vous trouverez aussi des images des différentes pièces pour vous aider à les reconnaître (section 4), puis des astuces de montage, ainsi que les liens vers les vidéos d'assemblage (section 5). Comme il n'y a pas de vidéo pour l'assemblage de la tête, cette documentation tente de donner les instructions les plus précises possibles pour cette partie (section 5.4).

A la fin du document, vous trouverez une liste de liens utiles (section 6) pour vous aider à aller plus loin et, au cas où, à trouver de l'aide.

1.4 Comment améliorer ce guide?

Vous avez remarqué une erreur, une imprécision dans ce guide ? Il faut la corriger !

Si vous maîtrisez LaTeX et Github, récupérez le fichier tex en <https://github.com/HumaRobotics/poppy-examples/tree/master/doc> et faites un pull request.

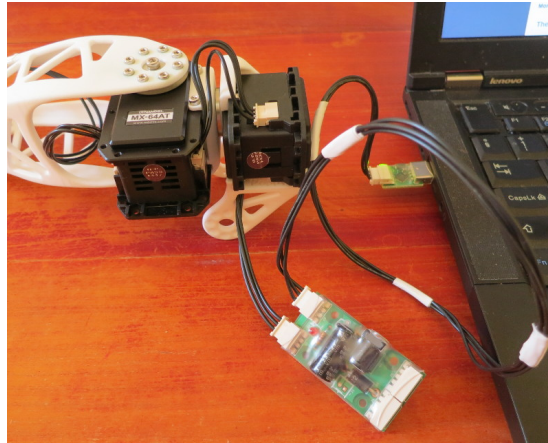
Dans le cas contraire, signalez le sur ce sujet sur le forum <https://forum.poppy-project.org/t/quickstart-assembly-and-programming-plus-some-code-examples/1228> et nous ferons le nécessaire.

Merci d'avance!

2 Le matériel Dynamixel

Le robot Poppy Humanoid est principalement actionné par des servomoteurs Dynamixel MX-28AT (les MX-28T sont la version précédente et peuvent être utilisés sans aucun problème). Les autres servomoteurs sont des MX-64T (plus gros et plus puissants) et des AX-12A (plus petits, utilisés pour la tête).

Chaque servomoteur Dynamixel embarque une carte électronique qui lui permet de recevoir différents types d'ordres (en position, vitesse, couple maximal...) et de communiquer avec d'autres servomoteurs Dynamixel. C'est pourquoi vous pouvez brancher les servomoteurs en série (avec un ID différent pour chacun) et les commander tous depuis l'un des bouts de la chaîne: chaque servomoteur transmettra les ordres au suivant.

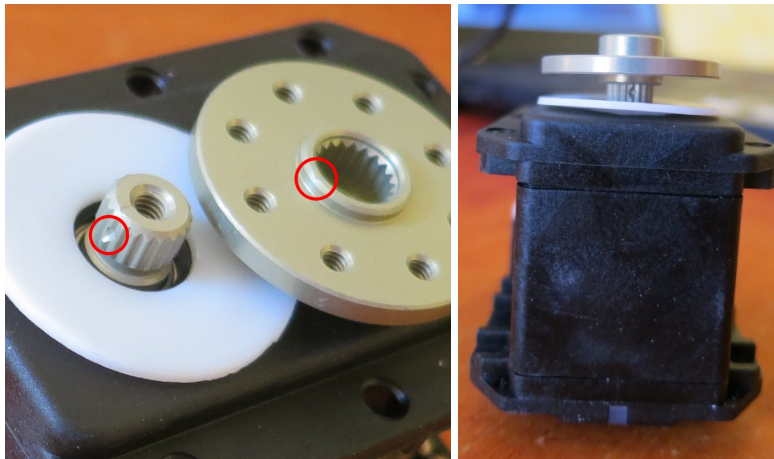


2.1 Mettre le zéro des palonniers Dynamixel

Cette étape est cruciale pour éviter d'endommager vos servomoteurs de façon permanente !

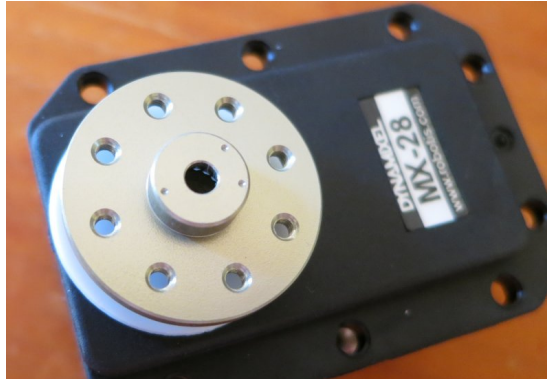
Quand vous recevez vos servomoteurs Dynamixel, les palonniers (les pièces mobiles qui se fixent dans l'axe du moteur) ne sont pas montés. Ils sont inclus dans les boîtes si le servomoteur est en boîte individuelle ou sont fournis à part si les servomoteurs sont en boîtes de 6 (la section suivante vous indique quel palonnier va avec quel servo).

En mettant le palonnier asservi, faites très attention à **aligner la marque sur le palonnier à celle sur le servo**. Une fois que le palonnier est mis, il est la plupart du temps **impossible à enlever** ! Ceci assure que la position zéro du servomoteur correspond à la position zéro de la structure mécanique.



Sur l'extérieur du palonnier, vous avez trois points indiquant l'orientation. Vous trouverez les mêmes trois points sur les pièces de structure, soyez attentif

à les aligner correctement.



2.2 Palonniers des MX-28 et MX-64

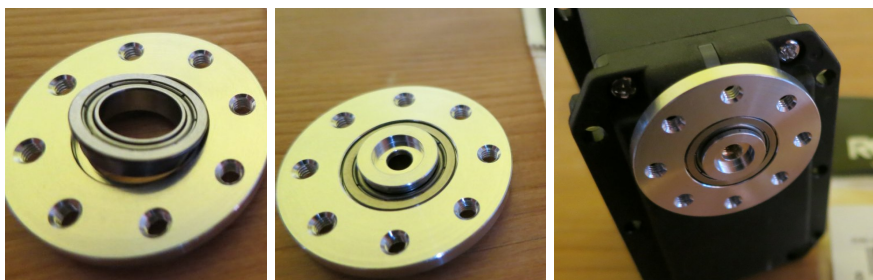
Sur chaque servomoteur Dynamixel à part les AX-12A, you aurez à monter le palonnier sur l'axe du moteur. Très souvent, vous devrez également monter un palonnier libre de l'autre côté pour assurer une meilleure fixation aux éléments de structure.

Pour assembler le palonnier principal, mettez d'abord la rondelle de plastique (blanche ou noire) puis enfoncez le palonnier sur l'axe. **Attention à la position du zéro en mettant le palonnier principal !** Mettez ensuite du frein filet sur la grosse vis et vissez là au centre.



Palonnier principal monté sur un MX-28.

Pour le palonnier libre, positionnez le roulement à billes et le capuchon du côté côté avec un renforcement. Mettez le palonnier sur le servomoteur avec le capuchon vers l'extérieur. Mettz du frein filet sur la grosse vis et vissez là au centre. Le palonnier doit tourner librement.



Palonnier libre monté sur un MX-24

Références des noms de palonniers et des tailles de vis:

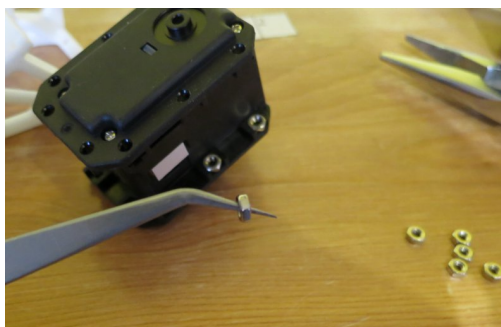
Servomoteur	Palonnier principal	Palonnier libre	grosse vis du palonnier	petites vis du palonnier	vis du boîtier
AX12-A	aucun	aucun	Ø3x10mm	Ø2	Ø2
MX28	HN07-N101	HN07-I101	Ø2.5x8mm	Ø2x3mm	Ø2.5x6mm
MX64	HN05-N102	HN05-I101	Ø3x8mm	Ø2.5x4mm	Ø2.5x6mm

Utilisez une clé Allen de taille 1.5mm pour les vis de Ø2, 2mm pour les vis de Ø2.5, 2.5mm pour les vis de Ø3. Les vis de Ø2 plus longues sont cruciformes.

2.3 Mettre les écrous

Pour attacher les pièces de structure sur le boîtier des servomoteurs, il faut d'abord insérer les écrous dans leurs emplacements. Cette étape peut être assez longue et pénible si vous n'avez pas des doigts de fée (les vidéos montres des servomoteurs de modèles T, il y a moins d'écrous à mettre dans les modèles AT car certains trous sont directement filetés).

Voici une astuce: Manipulez l'écrou en utilisant une brucelle. Approchez le de son emplacement avec la bonne orientation et mettez le bout de la brucelle dans le trou pour assurer l'alignement. Utilisez ensuite une pince plate pour insérer l'écrou.





Ces écrous correspondent à des vis de diamètre 2.5.

Pour construire un Poppy Humanoid entier, un tournevis électrique est fortement conseillé !

3 Adresser les servomoteurs Dynamixel

Par défaut, tous les servomoteurs Dynamixel ont un ID égal à 1. Pour pouvoir utiliser plusieurs servomoteurs en série, chacun d'entre eux doit avoir un ID unique.

3.1 Installation du driver pour l'USB2AX

USB2AX est le composant qui va connecter la tête de poppy Humanoid aux servomoteurs Dynamixel. Il peut également être utilisé pour contrôler les servomoteurs directement depuis votre ordinateur et c'est ce que nous allons faire pour adresser les moteur (leur assigner un ID).

Sous Linux, aucune installation n'est requise, mais vous devez vous ajouter dans le groupe dialout pour avoir accès au port USB (remplacez "username" par votre nom d'utilisateur linux):

```
sudo addgroup "username" dialout
```

Autrement, le driver est accessible ici.

N'oubliez pas d'alimenter vos moteurs (avec un SMPS2Dynamixel), sinon ils ne seront pas détectés !

3.2 Installer le logiciel de scan

Vous pouvez utiliser l'un des deux logiciels suivants pour accéder aux registres des servomoteurs Dynamixel:

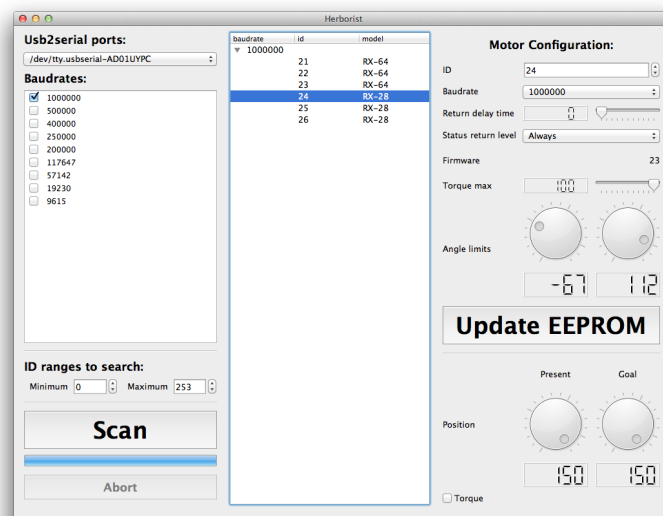
- Herborist: Outil créé par l'équipe du projet Poppy.
- Dynamixel Wizard: Outil fourni par Robotis, fabricant des Dynamixel (seulement pour Windows).

Herborist est intégré dans Pypot mais nécessite une librairie supplémentaire, PyQt4, pour l'interface graphique.

```
sudo pip install pypot
sudo apt-get install python-qt4
```

Le logiciel est ensuite accessible directement depuis un terminal:

```
sudo herborist
```



Connectez chaque moteur **un par un** à l'USB2AX et utilisez le bouton 'scan' dans Herborist ou Dynamixel Wizard pour le détecter. Si c'est un moteur neuf, il devrait avoir l'ID 1 et un baudrate à 57600bps, sauf les AX-12A qui ont déjà leur baudrate à 1000000.

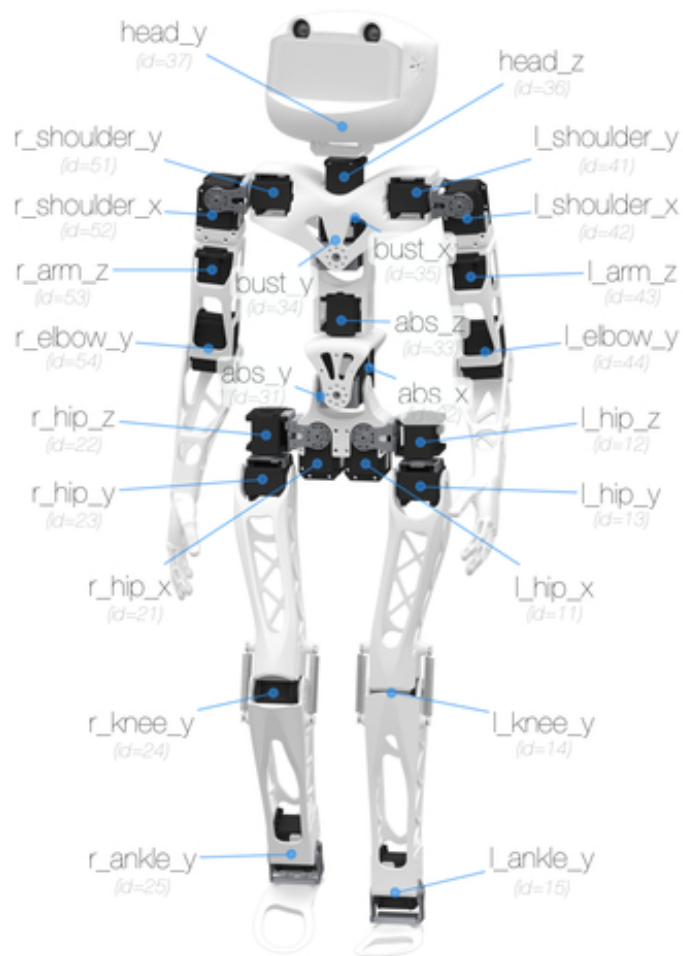
Mettez les paramètres suivants:

-
- ID correspondant à la convention de nommage
 - Baudrate à 1 000 000 bps
 - Temps de réponse (Return delay time) à 0 ms à la place 0.5 ms

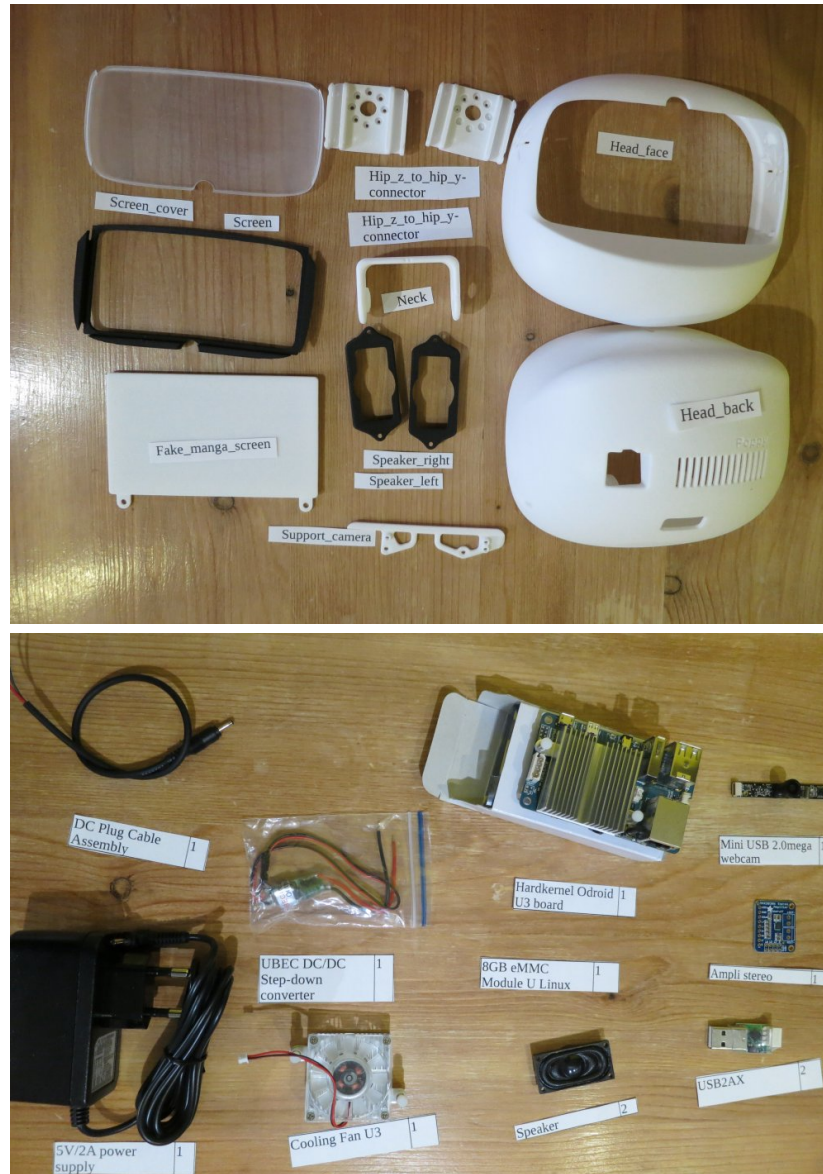
Dans Herborist, n'oubliez pas de cliquer sur le bouton 'Update EEPROM' pour que les changements soient pris en compte.

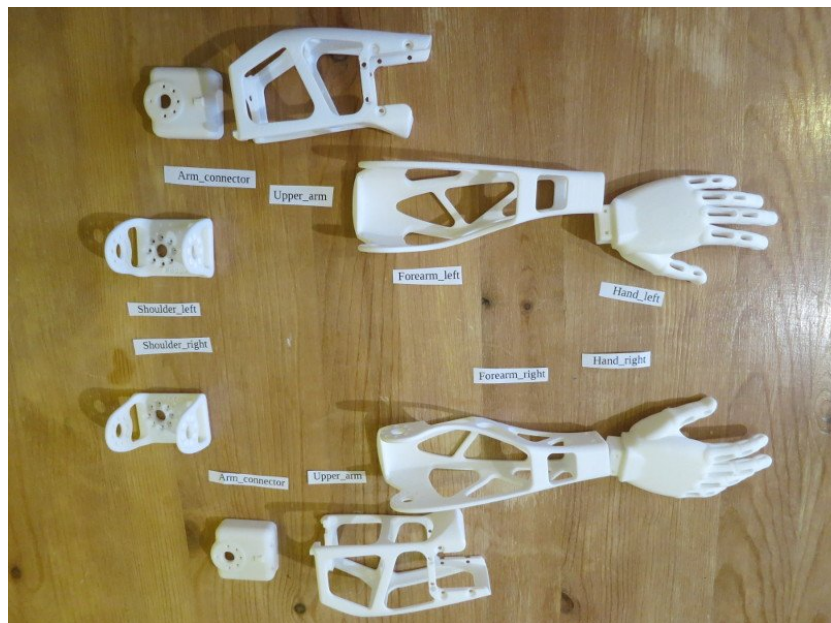
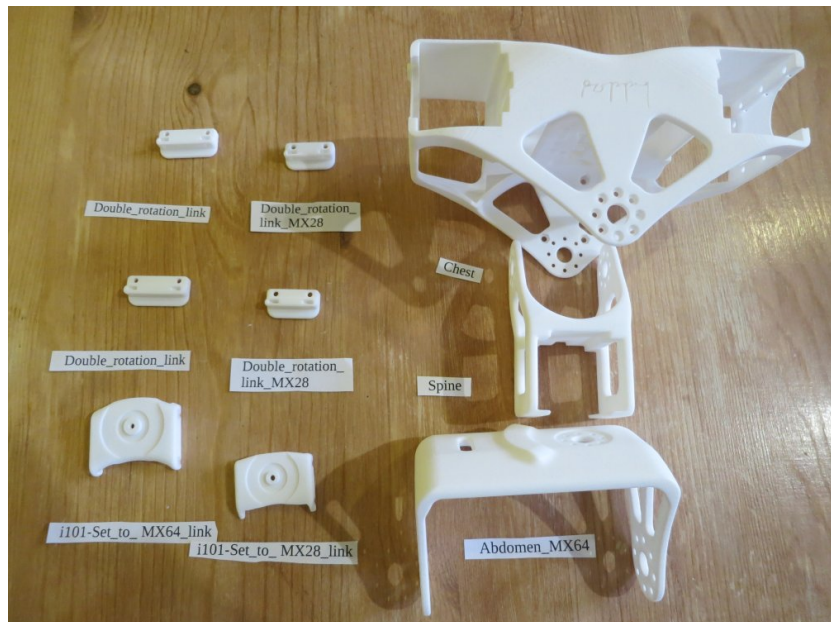
3.3 Conventions de nommage

Si vous voulez que votre objet PoppyHumanoid corresponde à votre robot sans avoir à modifier le fichier de configuration, il faut vous conformer à la convention de nommage et d'adressage de Poppy Humanoid. Ainsi, dans vos programmes, quand vous utiliserez le nom d'un moteur, vous enverrez bien les ordres au moteur physique correspondant.



4 Pièces de structure



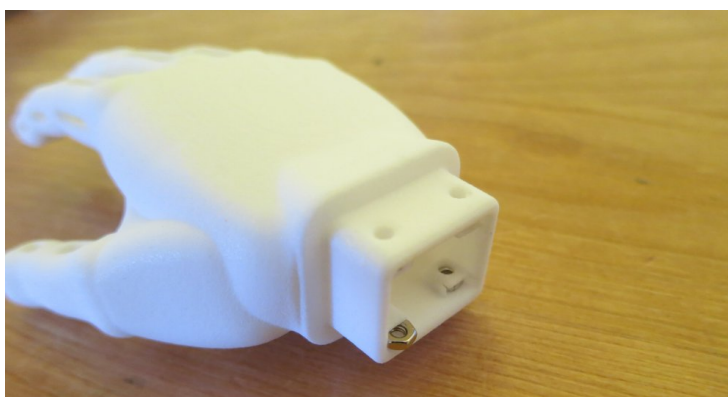




5 Conseils pour l'assemblage

5.1 Bras

- **Avant bras droit/gauche** Le design de la main a légèrement changé depuis les vidéos, mais les écrous et les vis restent les mêmes.



- **Haut du bras droit/gauche** Branchez un câble de 200mm dans le connecteur inutilisé avant de visser les moteurs arm_z (ids 43 et 53), parce qu'il est vraiment difficile à brancher une fois à l'intérieur de la pièce de structure.

-
- **Haut du bras/épaule droit/gauche**
 - **Assemblage du bras droit/gauche**
 - **Assemblage bras et torse** Pour distinguer les pièces left shoulder et right shoulder, regardez les trois points gravés dessus: le point isolé doit être en bas quand l'épaule est en position zéro (le long du moteur shoulder_y).

Liste des moteurs:

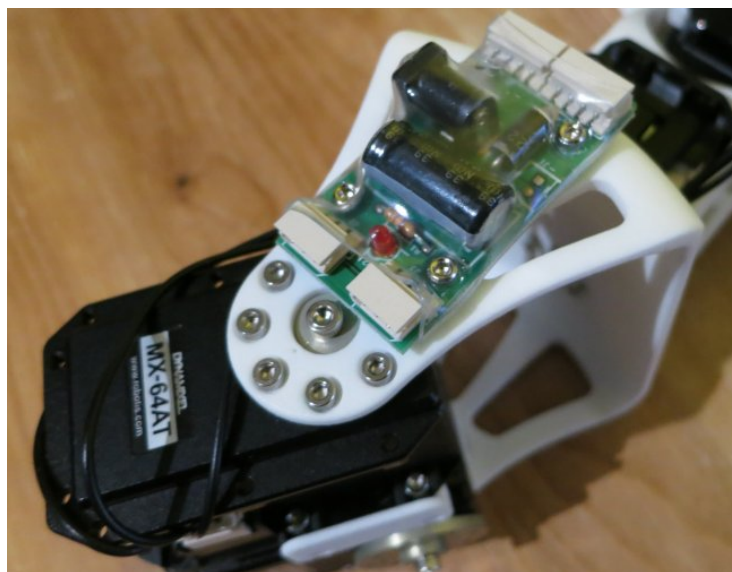
Nom du sous-assemblage	Nom du moteur	Type	ID
Haut du bras/épaule gauche Left upper arm/shoulder	l.shoulder_x	MX-28AT	42
Haut du bras gauche Left upper arm	l.arm_z	MX-28AT	43
Haut du bras gauche Left upper arm	l.elbow_y	MX-28AT	44

Nom du sous-assemblage	Nom du moteur	Type	ID
Haut du bras/épaule droit Right upper arm/shoulder	r.shoulder_x	MX-28AT	52
Haut du bras droit Right upper arm	r.arm_z	MX-28AT	53
Haut du bras droit Right upper arm	r.elbow_y	MX-28AT	54

5.2 Tronc

- **Double MX64**
- **Double MX28** N'attachez pas le i101-Set.to_ MX28.link (la pièce en plastique avec un palonnier libre dessus) trop serré ou ne l'attachez pas du tout, car il faut le détacher pendant l'assemblage du tronc.
- **Colonne vertébrale**
- **Poitrine** La vidéo montre un HN07_I101 dans les pièces préparées, mais vous n'en avez pas besoin.
- **Assemblage du tronc** Vous devez insérer les écrous dans la poitrine avant de monter le double MX-28. Vous devez également mettre les écrous dans l'abdomen avant de monter le double MX-64.

La pièce "abdomen" a un marquage "Poppy" dans le dos alors que celle sur la vidéo n'en a pas. Il y a des trous qui permettent de visser le SMPS2Dynamixel pour éviter de le coller (utilisez des vis M2.5x8mm).



Liste des moteurs

Nom du sous-assemblage	Nom du moteur	Type	ID
Double MX64 Double MX64	abs_y	MX-64AT	31
Double MX64 Double MX64	abs_x	MX-64AT	32
Colonne vertébrale Spine	abs_z	MX-28AT	33
Double MX28 Double MX28	bust_y	MX-28AT	34
Double MX28 Double MX28	bust_x	MX-28AT	35
Poitrine Chest	head_z	AX-12A	36
Poitrine Chest	l.shoulder_y	MX-28AT	41
Poitrine Chest	r.shoulder_y	MX-28AT	51

5.3 Jambes

Il n'y a qu'une vidéo pour l'assemblage des jambes. Lors de l'assemblage de la jambe droite, assurez vous de mettre vos moteurs de façon symétrique par rapport à la jambe gauche. N'oubliez pas non plus de changer les IDs de 12 à 15 vers 22 à 25.

- **Hanche**

-
- **Cuisse**
 - **Mollet** Si vous avez reçu votre robot de Génération Robots, vous pouvez utiliser les câbles spéciaux de 220mm au lieu des câbles de 200mm qui sont très justes.
 - **Assemblage de la jambe droite/gauche**
 - **Pelvis** La vidéo montre des vis $\varnothing 2 \times 5$ mm. Vous pouvez utiliser les vis $\varnothing 2 \times 6$ mm que vous trouvez dans le set Bolt-nut set BNS-10.
 - **Assemblage torse et jambes**

Listes des moteurs:

Nom du sous-assemblage	Nom du moteur	Type	ID
Pelvis Pelvis	l_hip_x	MX-28AT	11
Hanche gauche Left hip	l_hip_z	MX-28AT	12
Hanche gauche Left hip	l_hip_y	MX-64AT	13
Cuisse gauche Left thigh	l_knee_y	MX-28AT	14
Mollet gauche Left shin	l_ankle_y	MX-28AT	15

Nom du sous-assemblage	Nom du moteur	Type	ID
Pelvis Pelvis	r_hip_x	MX-28AT	21
Hanche droite Right hip	r_hip_z	MX-28AT	22
Hanche droite Right hip	r_hip_y	MX-64AT	23
Cuisse droite Right thigh	r_knee_y	MX-28AT	24
Mollet droit Right shin	r_ankle_y	MX-28AT	25

5.4 Tête

5.4.1 Préparation de la carte Odroid

Normalement, vous recevez la carte Odroid avec un module eMMC avec Ubuntu 14.04 déjà installé (il doit y avoir un sticker rouge sur la carte). Vous n'avez plus qu'à la brancher sur la carte Odroid et à l'alimenter. Une fois démarrée, vous devriez voir une led rouge fixe et une led bleu clignotante.

Si vous n'avez pas de module eMMC pré-flashé, voyez ces instructions: https://github.com/poppy-project/poppy_install

Connectez la carte Odroid à votre réseau en utilisant un câble ethernet. La connection par câble est nécessaire pour la préparation initiale (j'ai tenté la connection local-link, mais sans succès).

Les utilisateurs de Windows voudrons probablement installer le logiciel Bonjour (le lien est pour la version imprimante, qui marche très bien pour notre usage). Bonjour est installé par défaut sur Linux et Mac. Il est utilisé pour communiquer avec d'autres appareils en utilisant leur nom au lieu de leur adresse IP.

Vous devriez recevoir une réponse à la commande:

```
ping odroid.local
```

Les utilisateurs de Windows doivent maintenant installer Putty ou un autre client SSH. Les utilisateurs de Mac et Linux en ont un installé par défaut.

Ensuite:

```
ssh odroid@odroid.local
```

Le mot de passe est odroid. Bravo, vous êtes maintenant à l'intérieur de la carte Odroid !

Assurez vous que la carte ait accès à internet et entrez:

```
curl -L https://raw.githubusercontent.com/poppy-project/poppy_install/master/poppy_setup.sh | sudo bash
```

Entrez le mot de passe de l'Odroid. Cette commande va télécharger et lancer un script qui s'occupera de télécharger et de préparer l'installation. La carte demande à être redémarrée:

```
sudo reboot
```

Vous perdez la connexion. Le hostname et le mot de passe de la carte ont changé. Attendez que la led bleue clignote régulièrement et connectez vous avec:

```
ssh poppy@poppy.local
```

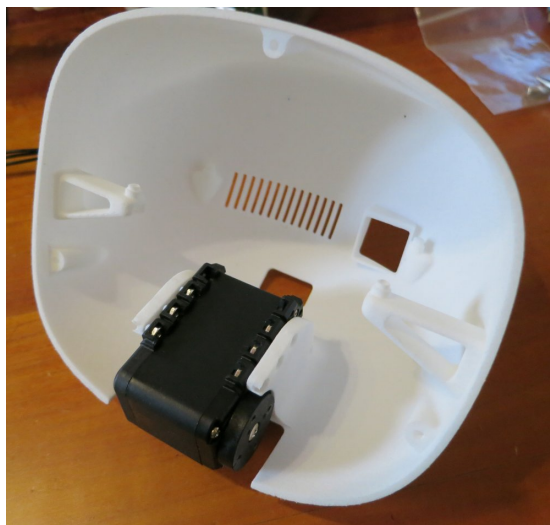
Vous l'avez deviné, le mot de passe est maintenant poppy. L'installation se fait automatiquement (et prend beaucoup de temps). Quand vous voyez 'System install complete', faites un Ctrl+C pour finir. Après un nouveau redémarrage, votre carte Odroid est prête.

5.4.2 Assemblage du cou

Le dernier servomoteur est head_y, un AX-12A. Changez son ID pour 37 et son temps de réponse pour 0 (son baudrate est déjà à 1000000).



Vissez le cou au servo head_z (vis de $\varnothing 2 \times 8 \text{mm}$). Il y a des marques sur le servo pour vous aider à l'orienter correctement.



Mettez des écrous $\varnothing 2$ dans le boîtier du servo et attachez le à l'arrière de la tête (pièce head_back).



Assemblez le servo sur le cou (vis $\varnothing 2$ du côté contrôlé, la grosse vis de l'autre côté). Il y a de nouveau des marques sur le cou et le servo pour l'orientation.

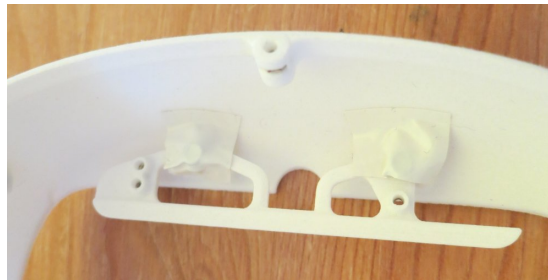
Connectez head_y au module d'extension en passant la câble par le trou à l'arrière de la tête.

Branchez un câble de 50cm sur le SMPS2Dynamixel du pelvis et faites le passer dans la tête. Branchez un USB2AX à l'extrémité dans la tête.

Utilisez un câble de 140mm pour connecter le moteur head_y à un autre USB2AX.

5.4.3 Caméra et écran

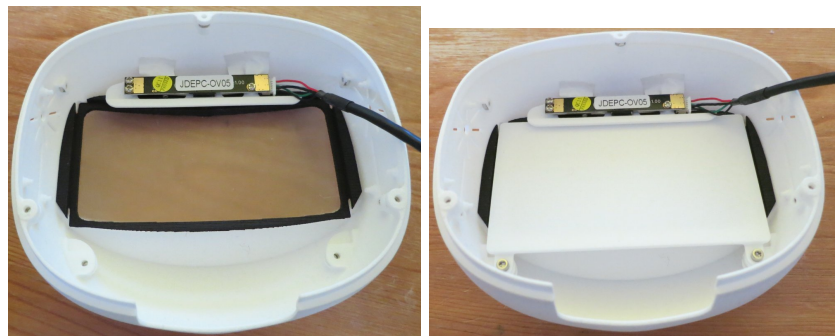
Attachez le support de la caméra à head_front avec des vis $\varnothing 2.5 \times 4$ mm. Ajoutez du scotch pour éviter les interférence électriques avec la carte de la caméra.



Attachez la caméra à son support avec 3 vis $\varnothing 2 \times 6$ mm.



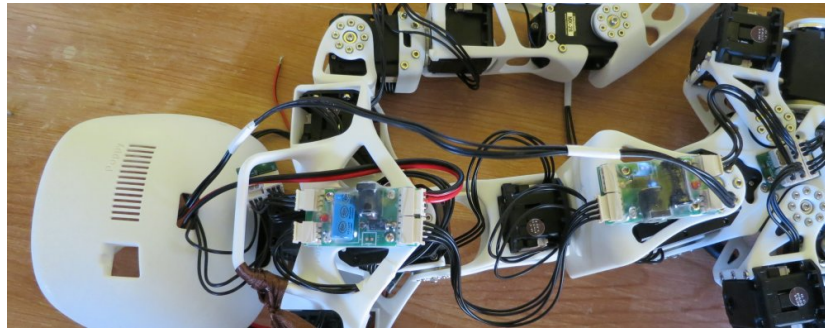
Mettez les pièce screen et screen cover dans la tête. Attachez le manga screen (ou le faux) avec 2 vis $\varnothing 2.5 \times 6$ mm.



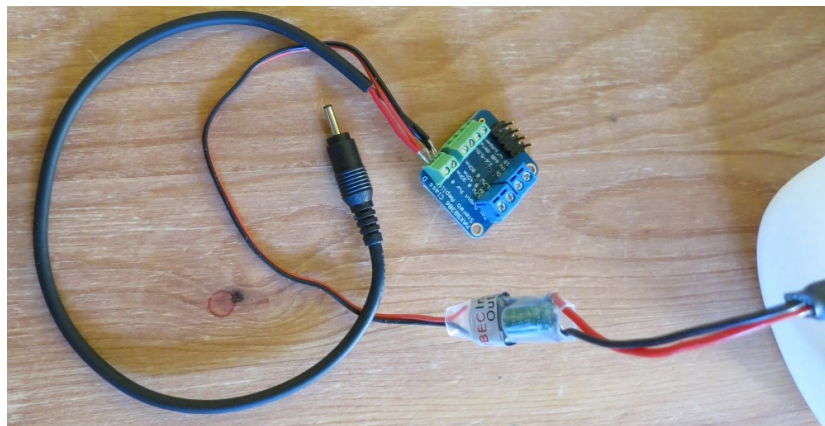
5.4.4 Composants électroniques

Si vous n'avez pas le composants pré-soudés, suivez d'abord ces instructions:
https://github.com/poppy-project/Poppy-minimal-head-design/blob/master/doc/poppy_soldering.md

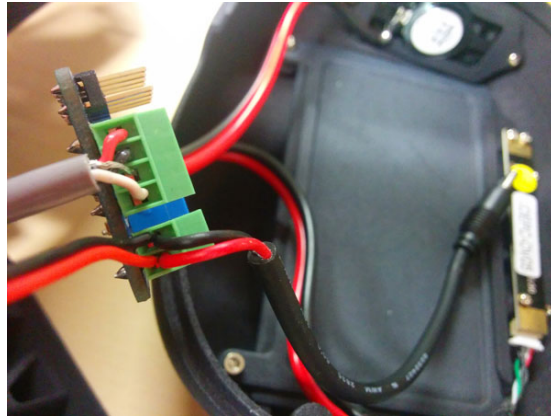
Faites passer le connecteur Dynamixel de l'Ubec par le trou de la tête et connectez le au SMPS2Dynamixel du torse.



Attachez l'autre côté de l'Ubec et le câble d'alimentation de l'Odroid à l'amplificateur audio. Assurez vous qu'il n'y a pas de court-circuit possible.



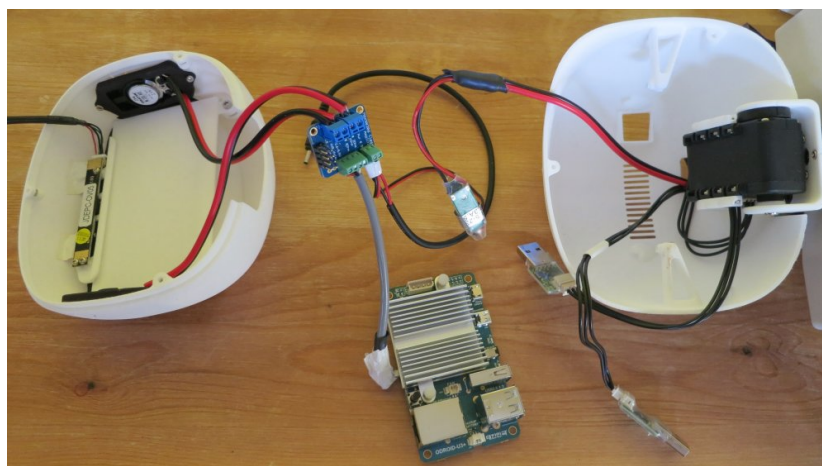
Connectez la prise audio : de la gauche vers la droite (quand le bornier d'alimentation est complètement à droite): rouge-noir-sans couleur-blanc.



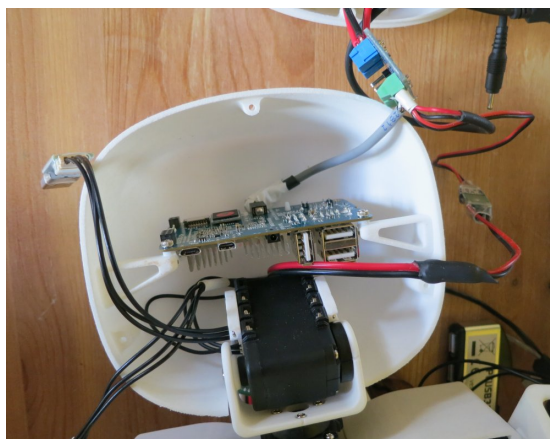
Utilisez des écrous de $\varnothing 2$ autour des ouvertures en forme de fleur et attachez les haut-parleurs avec des vis $\varnothing 2 \times 3\text{mm}$.



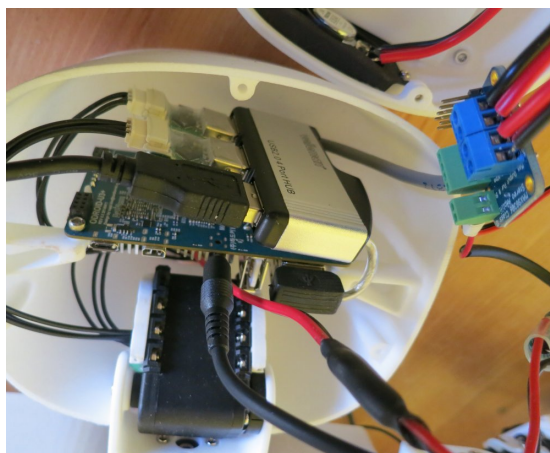
Connectez les haut-parleurs à l'amplificateur audio, le haut parleur gauche a le fil noir sur Lout et le haut parleur droit a le fil noir sur Rout.



Branchez la prise audio dans l'Odroid, puis utilisez 2 vis $\varnothing 2.5 \times 8\text{mm}$ pour attacher la carte. Assurez vous que le connecteur ethernet est bien positionné devant le trou correspondant à l'arrière de la tête.



Branchez le câble d'alimentation. Sur le hub USB, branchez la caméra et les deux USB2AXs. Branchez également le dongle Wifi et la carte Razor si vous les avez. Poussez le hub au dessus de l'Odroid.



Puis fermez la tête avec 3 vis $\varnothing 2 \times 8 \text{mm}$.

6 Liens utiles

6.1 Instructions d'assemblage

https://github.com/poppy-project/poppy-humanoid/blob/master/hardware/doc/Poppy_Humanoid_assembly_instructions.md

Liste du matériel:

<https://github.com/poppy-project/Poppy-lightweight-biped-legs/blob/master/doc/BOM.md>

6.2 Forum et docs

Site du projet Poppy: <https://www.poppy-project.org/>
Forum du projet Poppy: <https://forum.poppy-project.org/>
Doc. de herborist: <http://poppy-project.github.io/pypot/herborist.html>
Doc. de Dynamixel wizard:

[http://support.robotis.com/en/software/roboplus/
dynamixel_monitor/quickstart/dynamixel_monitor_connection.htm](http://support.robotis.com/en/software/roboplus/dynamixel_monitor/quickstart/dynamixel_monitor_connection.htm)

Logiciel Bonjour:

https://support.apple.com/kb/DL999?locale=fr_FR&viewlocale=fr_FR

Fichiers STL:

[https://github.com/poppy-project/poppy-humanoid/releases/download/
Official_1.0_Hardware_release/STL_3D_printed_parts.zip](https://github.com/poppy-project/poppy-humanoid/releases/download/Official_1.0_Hardware_release/STL_3D_printed_parts.zip)