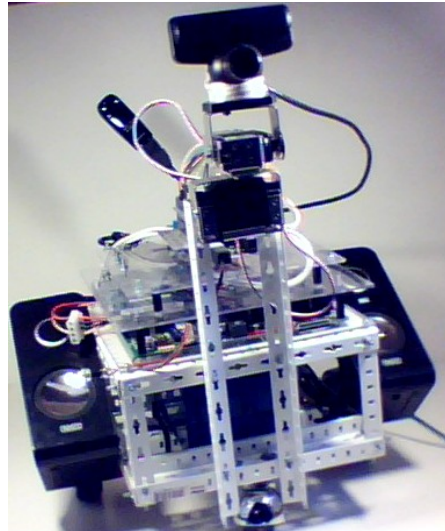


Robotique ludique :

dossier de construction du GLAP-Bot



par X. HINAULT
www.mon-club-elec.fr

www.mon-club-elec.fr



Tous droits réservés – 2012.

1. Intro

Ce dossier décrit la construction « from scratch » (= à partir de rien) de la construction d'un robot ludique construit autour d'une GLAP-Box + carte Arduino.

2. Principes généraux :

Simple à reproduire : avec du matériel facile à trouver.

modulaire : différentes parties fonctionnelles étant autonomes, facilement séparables et testables séparément.

3. Remarque préliminaire

Certains pourront trouver que la construction d'un robot avec une batterie de 7000mAh, une carte mère mini-ITX, etc... est peu compacte...

Mais si on y réfléchit bien, un robot domestique, pour s'intégrer dans un environnement typique doit quand même avoir une certaine taille (un robot de 5cm x 5cm serait trop «petit »). D'autre part, qui dit robot mobile, dit moteurs et donc consommation importante de l'ordre de 1,5A à 2A pour 2 moteurs soit une alimentation minimale de 5000mAh pour avoir une certaine autonomie et éviter la chute de tension en action (la capacité de la batterie doit valoir au minimum 3 fois l'intensité max utilisable) .

Donc, à partir du moment où l'on embarque déjà une alimentation de 5000mAh, ajouter une carte mère compacte ayant une consommation réduite (750mA) et en utilisant une alimentation légèrement supérieure de 7000mAh ne semble pas excessif... d'autant que le châssis du robot lui-même fait 20 x 20cm ce qui est tout à fait acceptable et adapté dans un cadre domestique.

Cette stratégie trouve également sa confirmation dans la facilité de mise en œuvre du robot lui-même : dès lors que l'on utilise un PC embarqué, les périphériques courants deviennent utilisables sans surcoût. Le système permet d'utiliser de nombreuses fonctionnalités très intéressantes : espace de développement Arduino + Processing, accès distant par wifi, retour vidéo, programmation distante sans fil, synthèse vocale, bruitages sonores, etc...

On programme ainsi son robot en situation réelle ce qui est vraiment très satisfaisant !

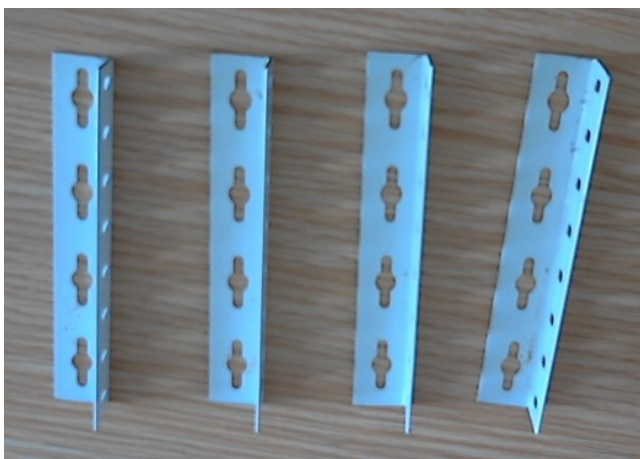
4. Outils

- scie à métaux
- lime à métaux plate
- clé à pipe 5,5
- tournevis plat
- petites pinces diverses coupante, à patte longue, etc...

5. Châssis

Dans de la cornière ALFER blanche 10mm (Leroy Merlin) :

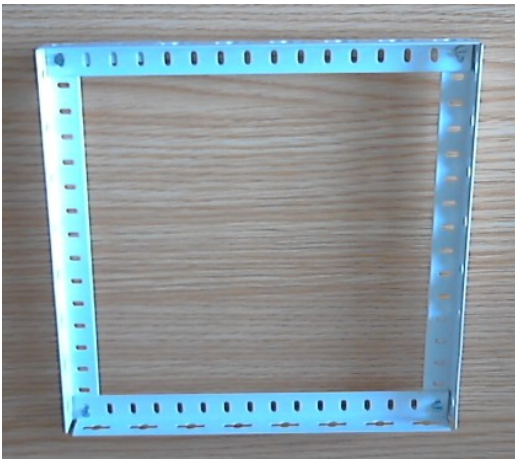
couper 4 sections de 10cm à la scie à métaux (en centrant le trait de coupe entre 2 trous) puis ébavurer à la lime à métaux



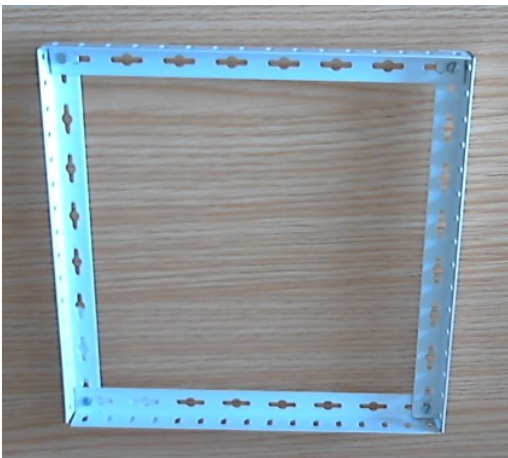
couper 8 sections de 20cm



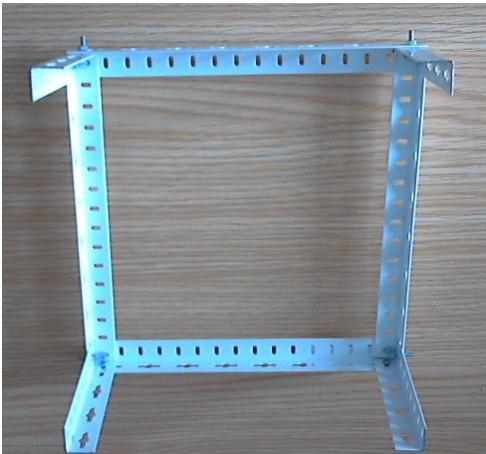
monter le premier cadre (plateau supérieur) 20cm x 20cm en utilisant des vis 10mm - Ø 3mm + écrou+/- rondelle Ø 3mm, sans trop serrer (ajustements ultérieurs) – Montage indifférent à priori.



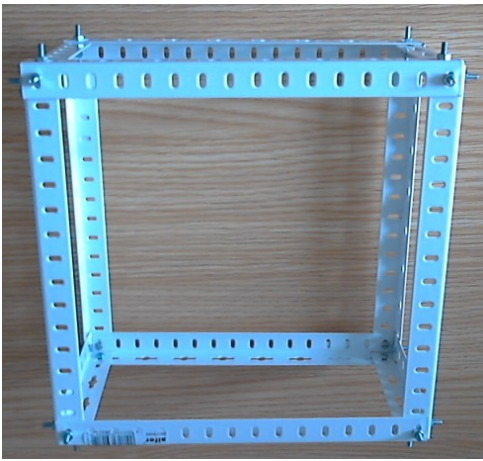
monter le second cadre 20cm x 20cm (plateau inférieur) en utilisant des vis 10mm - Ø 3mm + écrou +/- rondelle Ø 3mm, sans trop serrer (ajustements ultérieurs) – Veiller à mettre les trous « réglables » à plat car sur le plateau du bas seront fixés la roue avant, les roues arrières, le support de la batterie, etc... et donc, il vaut mieux une souplesse maximale de réglage...



ensuite, monter les 4 montants (les sections de 10cm) du châssis sur le cadre supérieur en utilisant des vis 10mm + écrou, en serrant mieux cette fois. Bien mettre les vis tournées vers l'extérieur (cela servira pour la fixation de parois ultérieurement).



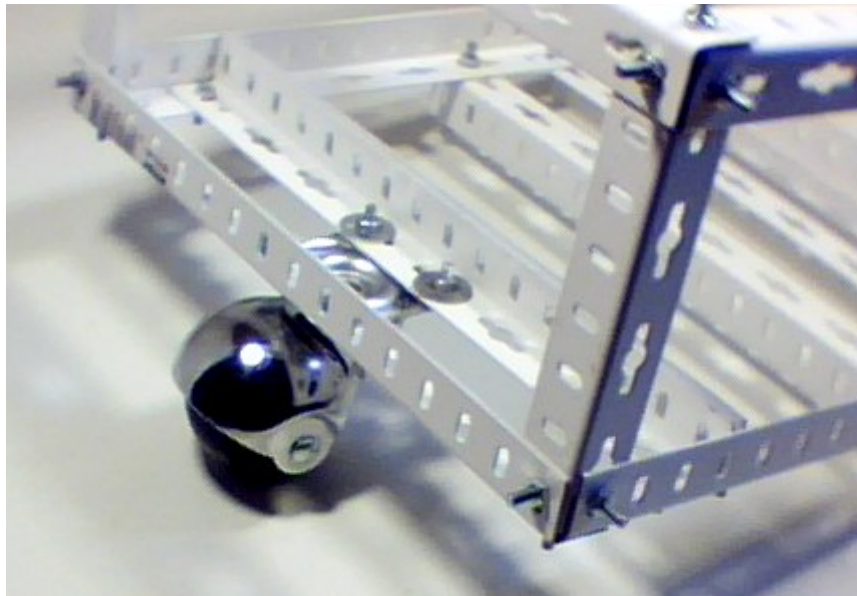
monter le 2ème cadre sur les 4 montants en tournant la cornière vers le bas de façon à fermer le parallépipède :



A ce stade, la cage du châssis est montée.

Montage de la roue avant

- On utilise 2 cornières de 10mm ALFER blanche de 20cm de long que l'on visse sur la plateau inférieur, à l'avant. Les cornières sont fixées tournées vers le haut.
- On fixe ensuite la roue libre avant de façon médiane :



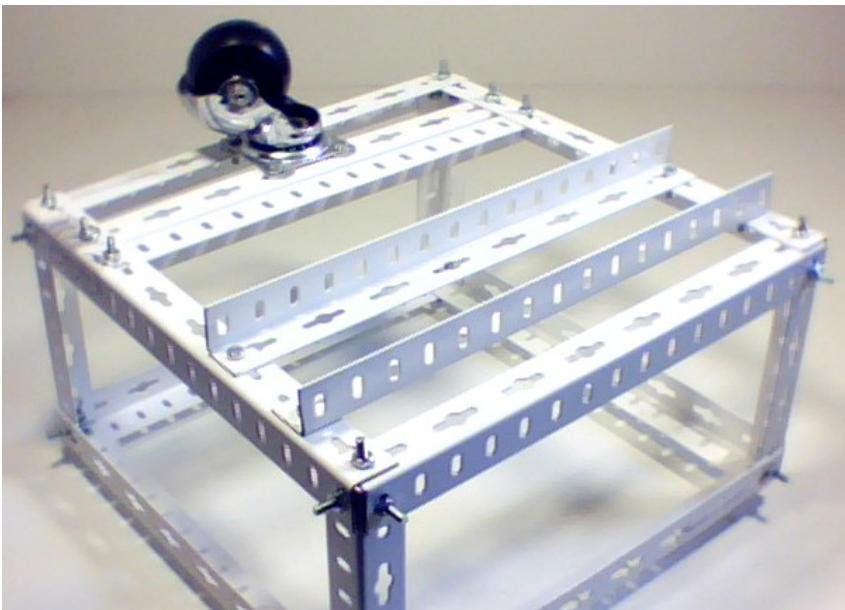
Installation des 2 moto-réducteurs CC de propulsion

Préparer les moteurs en fixant 30 cm de câble double brin souple $2 \times 1 \text{ mm}^2$ (= du câble électrique 220V) sur chaque moteur (passer un peu de soudure sur les brins dénudés) :

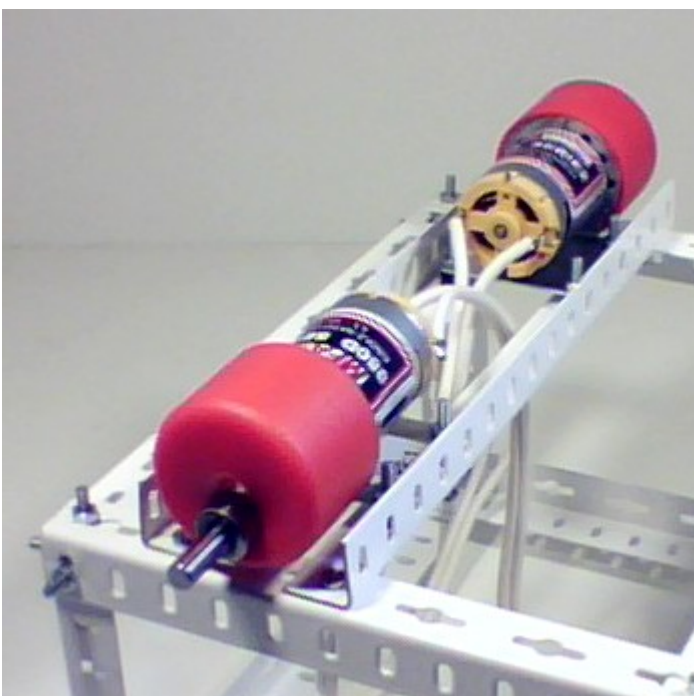
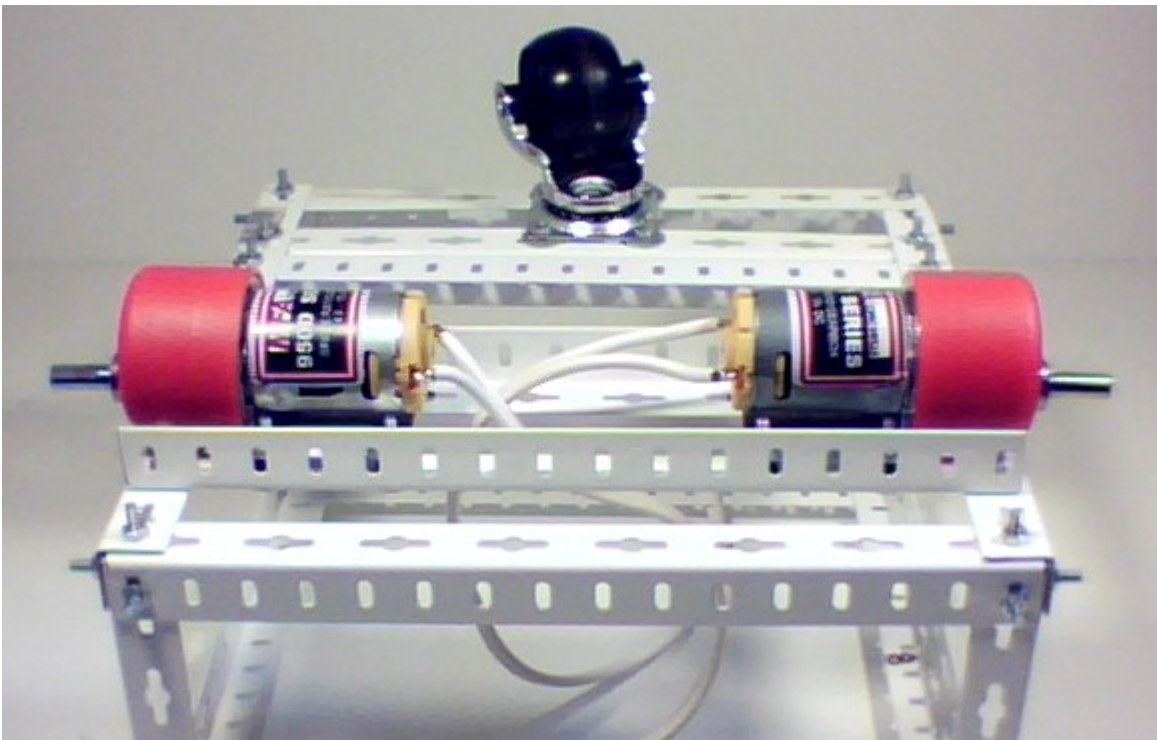
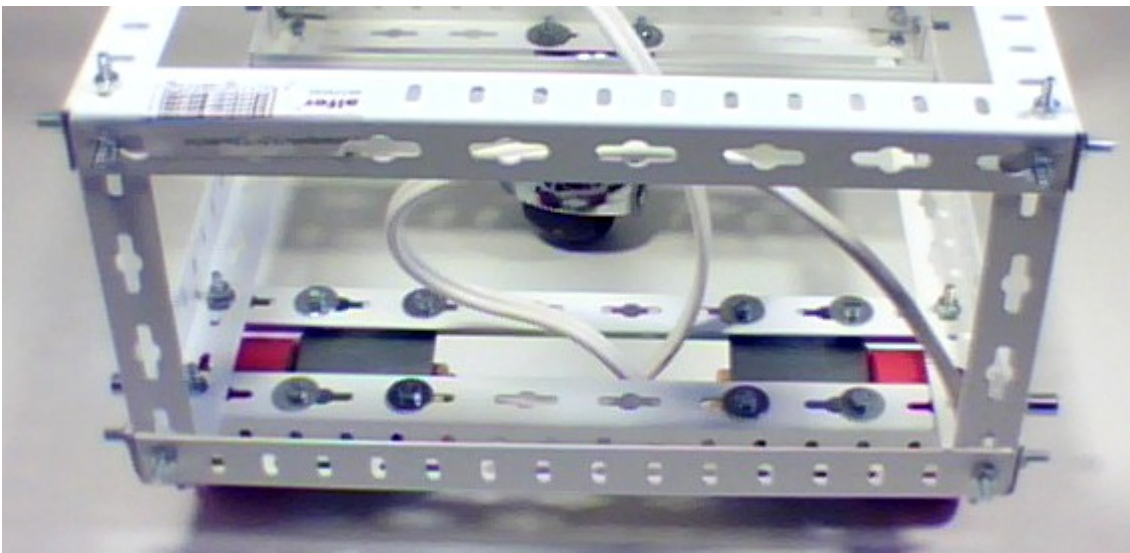


On utilise ici 2 moto-réducteurs MFA de la série 950D ayant une réduction 1:100. Moteurs CC 12V / 0,840A, couple 6kg.cm. Ces moto-réducteurs intègrent le moteur + le réducteur + le support de fixation. Diamètre axe = 6mm avec méplat.

Fixer 2 cornières de 10mm ALFER blanche de 20cm de long que l'on visse sur la plateau inférieur, à l'arrière. Les 2 cornières sont fixées tournées vers le bas, fixées sous le plateau inférieur :



Ensuite, on fixe les 2 moteurs, un de chaque côté, en utilisant une vis M3 15mm + rondelle M3 sur le côté supérieur du support + 1 entretoise 5mm + écrou M3. **Les vis doivent être tournées vers le bas.** S'aider d'une pince à pattes longues fines pour placer les entretoises. Serrer avec tournevis + clé à pipe. Fixer les moteurs de façon à ce que le capot rouge du réducteur soit au niveau du bord du support latéral :



Dossier de construction du Glap-Bot

Laisser passer les câbles vers le « haut »

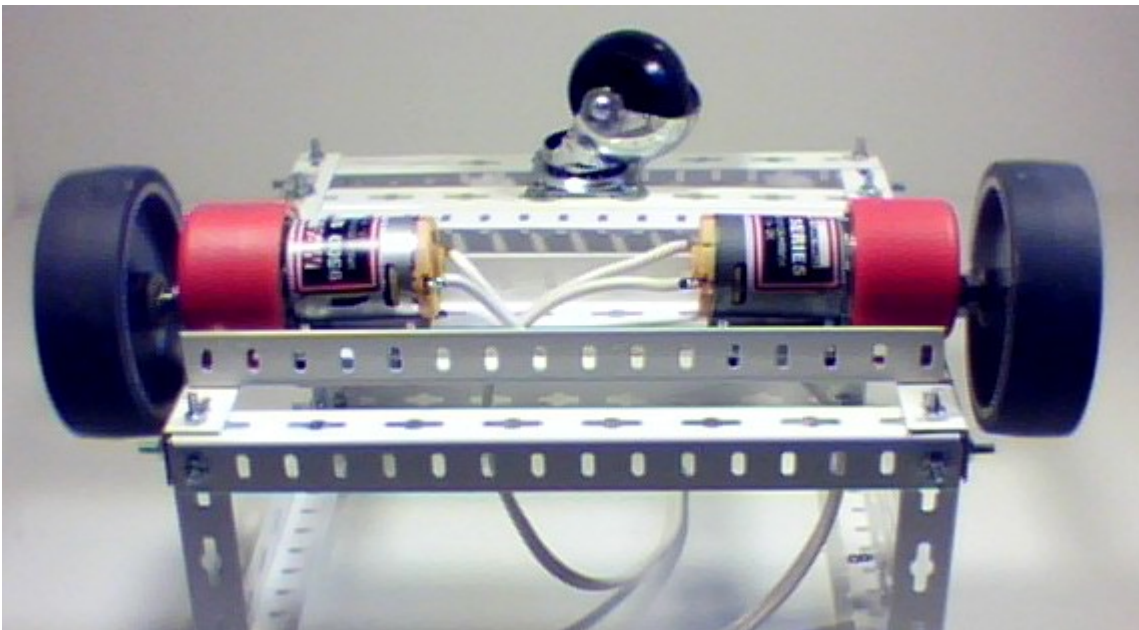
Fixation des roues

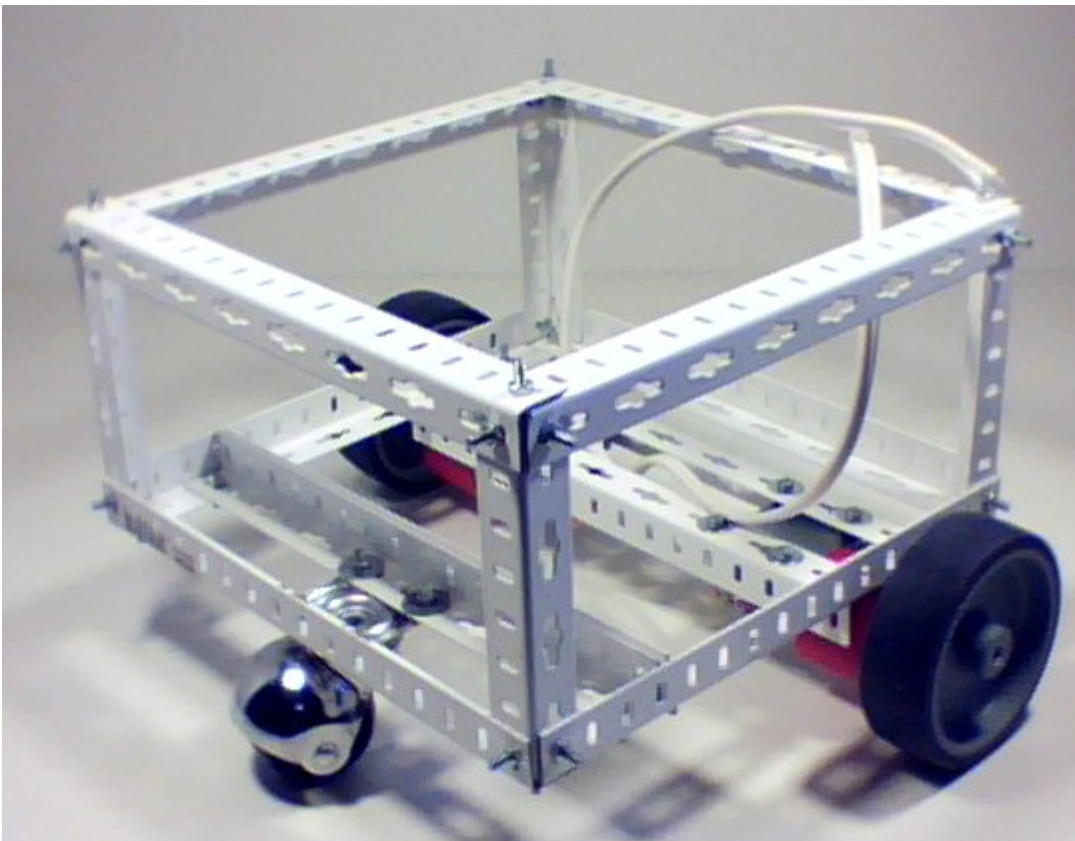
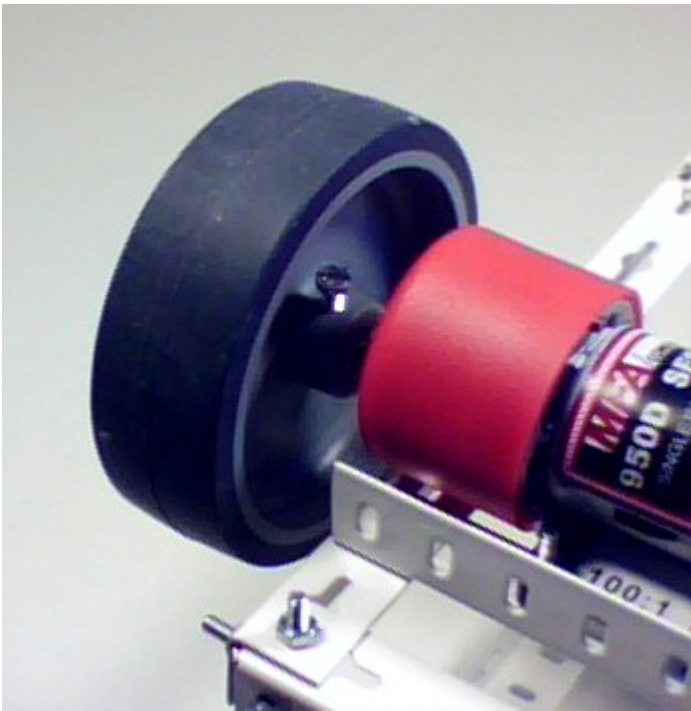
J'utilise ici des roues PVC de 72mm de brico-dépôt. Largeur 22mm. L'axe est de 8mm. Pour réaliser l'adaptation d'axe, couper 2 bouts de 22mm dans du tube alu de 8mm creux. Le diamètre intérieur sera de 6mm (=idem axe des moteurs)

Pour assurer une bonne fixation, percer un trou à la mèche 2,5mm sur le pourtour d'axe de la roue et y visser une vis de 3mm. Le pas de vis se fera ainsi en vissant et le serrage également. Ne pas serrer trop tant que la roue n'est pas en place sur le moteur.



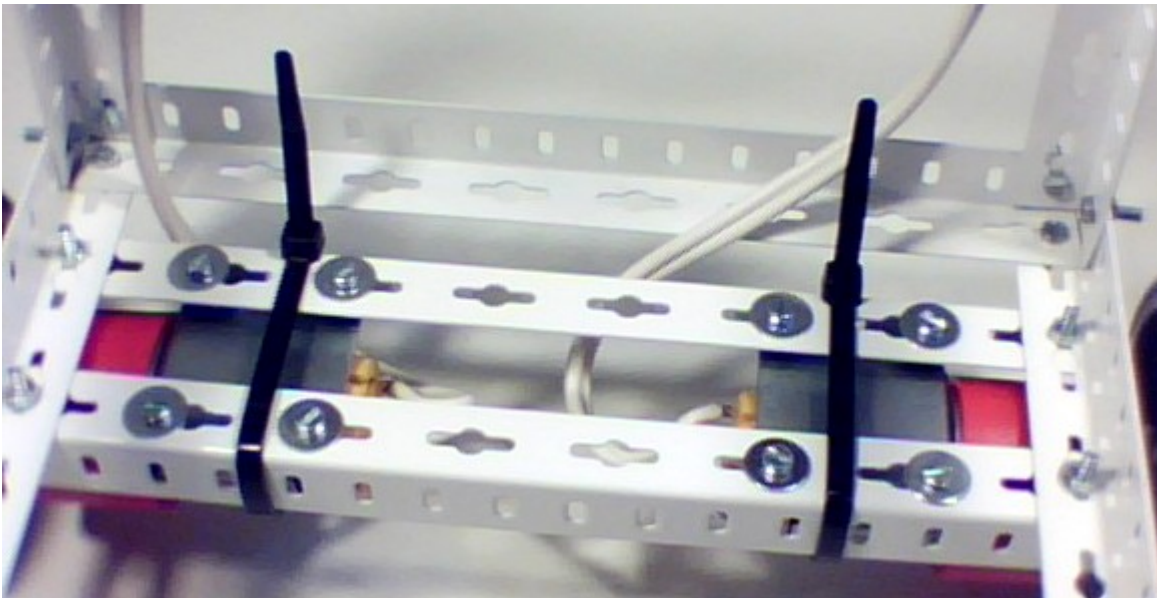
Les roues ainsi préparées, les enfilez sur les axes des moteurs (vis vers l'intérieur et en regard du méplat) et serrez les vis :





Voilà, le châssis du robot est fait pour l'essentiel.

On pourra ajouter 2 colliers de serrage autour des 2 moteurs pour éviter que le support ne plie sous le poids du robot, de cette façon :



Mise en place de la batterie

On utilisera une batterie 7000mA au plomb en raison de son prix correct, de son poids acceptable et de son autonomie conséquente.

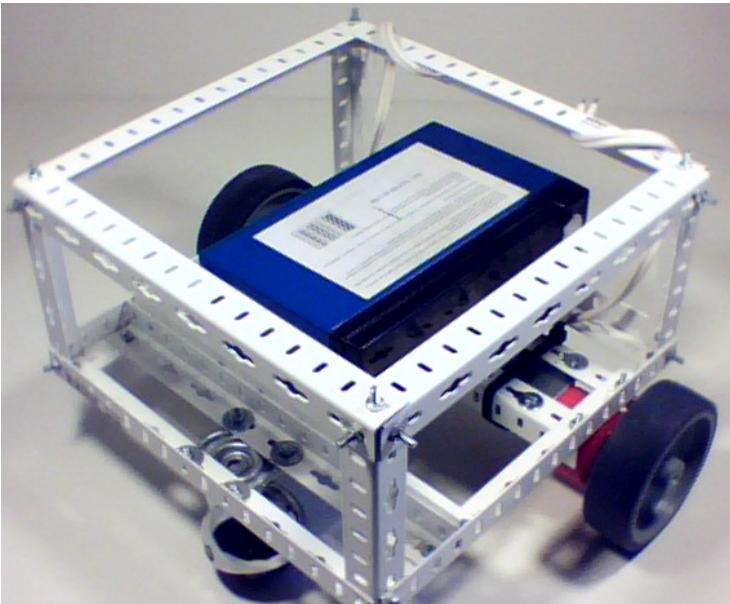
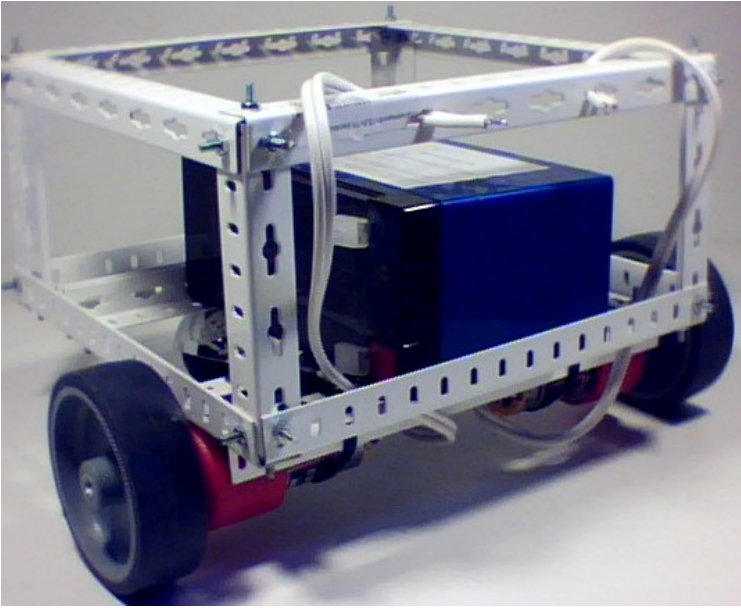
Dans notre cas, la consommation globale du robot = $0,600 \times 2$ (moto-réducteurs – 0,840 à fond) + 800mA (PC embarqué) + 400mA (carte Arduino et servomoteurs) = 2,5A environ. Donc, la consommation de base ne dépasse est de l'ordre de 30 % de la capacité de la batterie, ce qui est l'objectif indispensable. A noter que le PC seul + carte Arduino (donc moteurs éteints) ne consomme que 1,2A environ soit 18 % de la capacité ce qui est tout à fait convenable.



Fixer un morceau de cornière 10mm ALFER de 20cm tournée vers le haut, juste derrière la cornière de fixation de la roue avant :

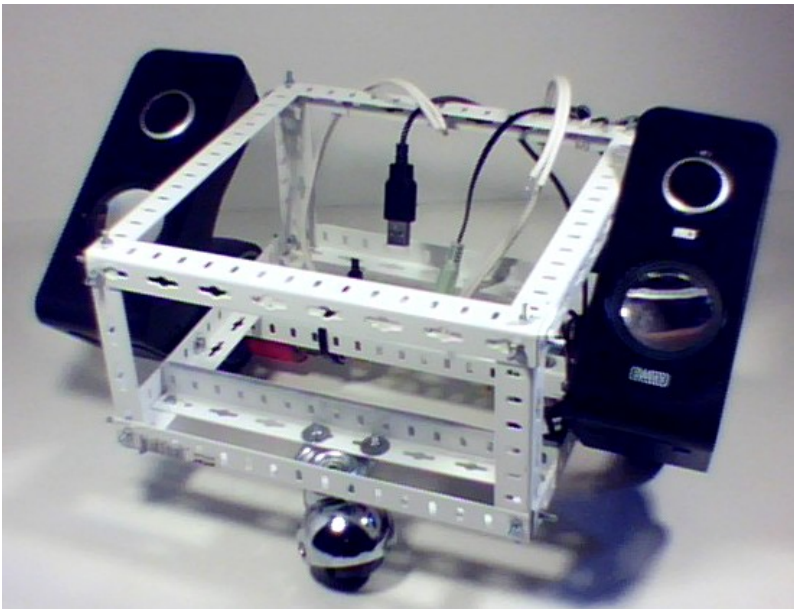


On peut à ce stade tester la mise en place de la batterie, même si dans un premier temps, on ne l'utilisera pas :



Installation des enceintes

A ce stade, on pourra fixer latéralement sur le châssis les enceintes avec alim + ampli USB intégré idéalement. Sinon, on pourra alimenter les enceintes directement depuis le 12V ou le 5V de la carte.



Veiller à bien fixer les câbles et le surplus le long des cornières, avec par exemple du simple câble cuivre téléphonique blanc.

Plusieurs options sont possibles, au choix selon l'esthétique souhaitée...

Mise en place de la GLAP-Box

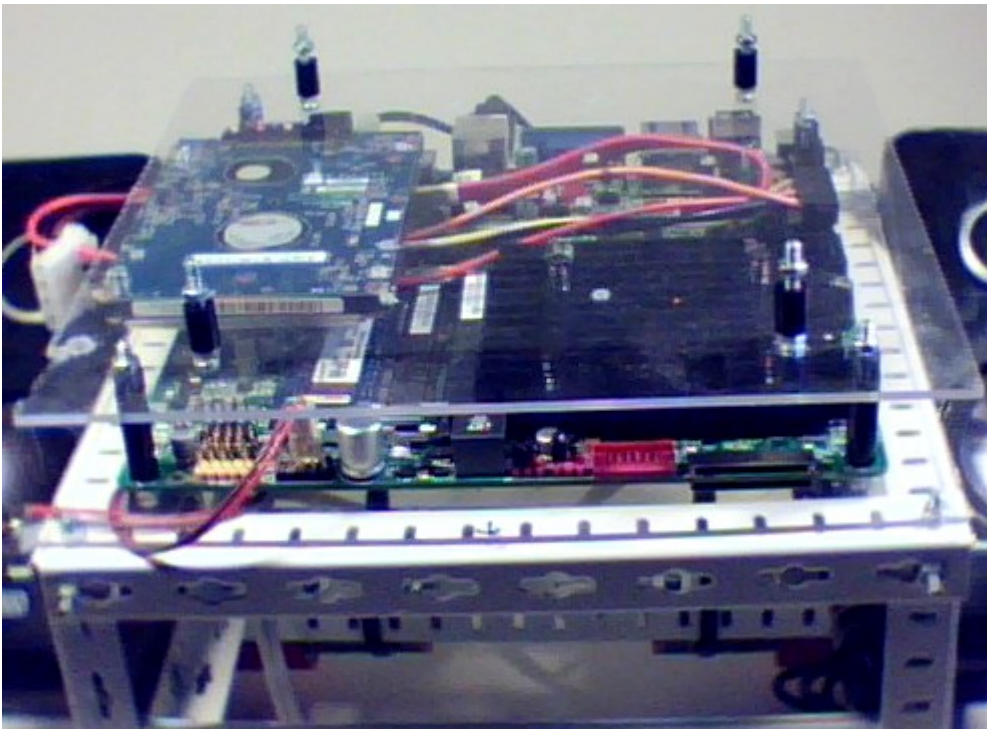
La GLAP-Box est le système PC embarqué au format mini-ITX (17cm x 17cm). Une des cartes offrant actuellement le meilleur rapport prix / consommation / facilité de mise en œuvre est la DN2800MT de Intel :

- 95€ TTC
- Dual Core Atom Ceidar x 2 à 1,86Ghz (processeur version netbook) ,
- alim intégrée avec Vin 10-19V et donc alimentable directement sur batterie,
- demi-hauteur à 1,5cm,
- sans ventilateur (Fanless)
- consommation de la carte seule = 650mA en 12V
- à monter avec 1 ou 2Go de RAM SO-DIMM DDR3
- et un disque dur 2,5" de 40Go ou mieux un SSD 30Go avec le système Xubuntu GLAP-Box

Le plus simple est de sandwicher la carte mère mini-ITX (sans fermer latéralement pour une bonne aération +++) entre 2 plaques de plexiglas 2,5mm

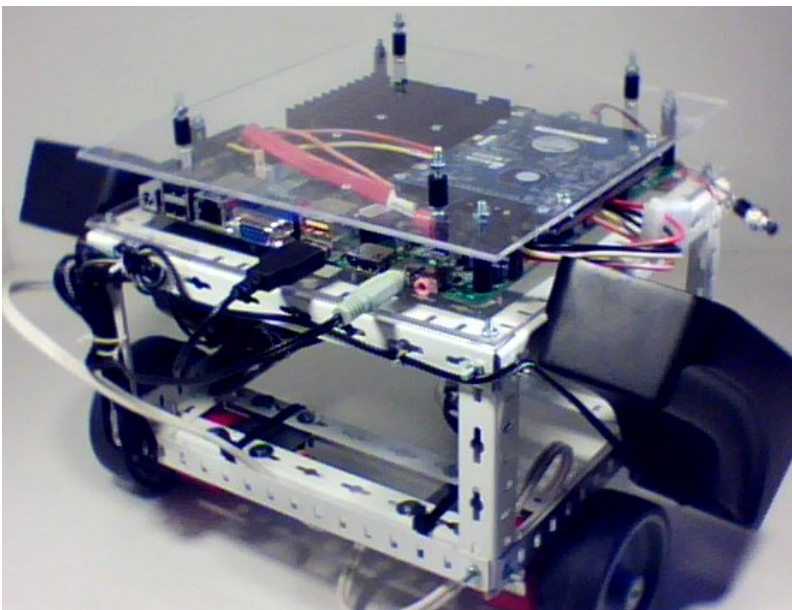
- 1 plaque 20cm x 20 cm :
 - percée dans les 4 coins pour fixation sur le châssis
 - et percée pour fixation de la carte mini-ITX
- 1 plaque de 20cm x 20cm pour le plateau supérieur :
 - percée pour reprise sur entretoises des vis de la carte mini-ITX du plateau inférieur
 - percée pour la fixation du disque dur 2,5"
 - percée pour fixation des dominos d'alimentation
 - percée pour fixation d'un plateau plexiglas support de la carte Arduino + interface moteur

Lors du montage du plateau supérieur, mettre en place les vis qui serviront ensuite à fixer le plateau Arduino.



Connecter les enceintes :

- le câble USB d'une part (de préférence sur un des ports USB 1A – jaune) si on utilise des enceintes alimentables sur port USB (sinon reprendre l'alimentation sur le molex de la carte mère ou l'alimentation principale du robot...),
- et la prise Jack d'autre part



Fixer également le bouton poussoir de On/Off.

La construction et la mise en œuvre de la GLAP-Box sont détaillées dans un dossier séparé : s'y reporter pour plus de détails.

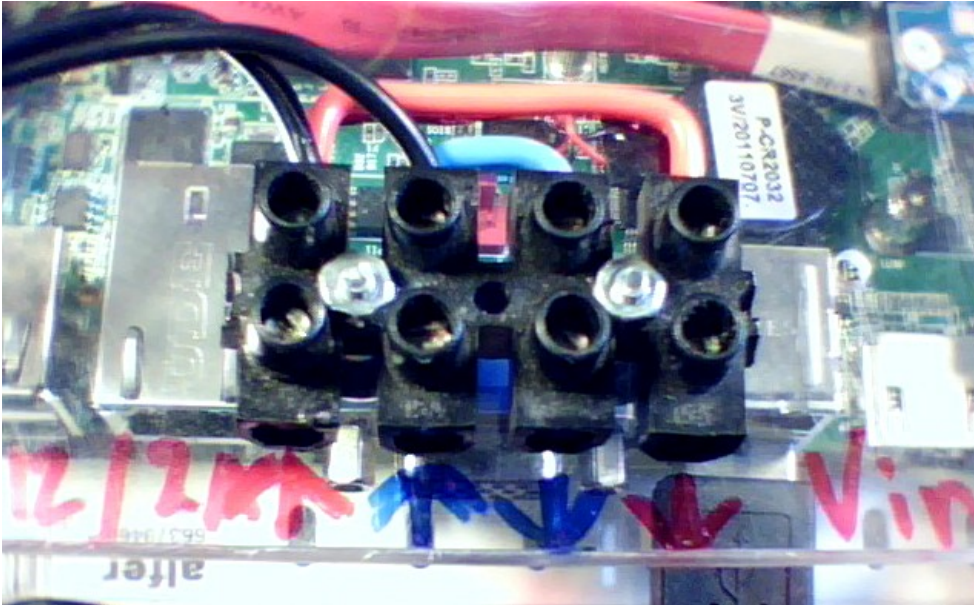
Le bornier de distribution de l'alimentation

Fixer le double domino d'alimentation sur le plateau supérieur plexiglas de la GLAP-Box: sur ce domino arrivera l'alimentation 12V qui sera distribuée vers la GLAP-Box d'une part et d'autre part vers la carte d'interface moteur / Vin de la carte Arduino :

- le premier bornier recevra l'alimentation externe principale, sera connecté sur la carte mère embarquée et sera repris sur le second bornier
- le second bornier, reprend l'alimentation du premier bornier et sera connecté à l'alimentation Vin de

Dossier de construction du Glap-Bot

la carte Arduino (alimentation Vin qui servira également l'alimentation des moteurs).



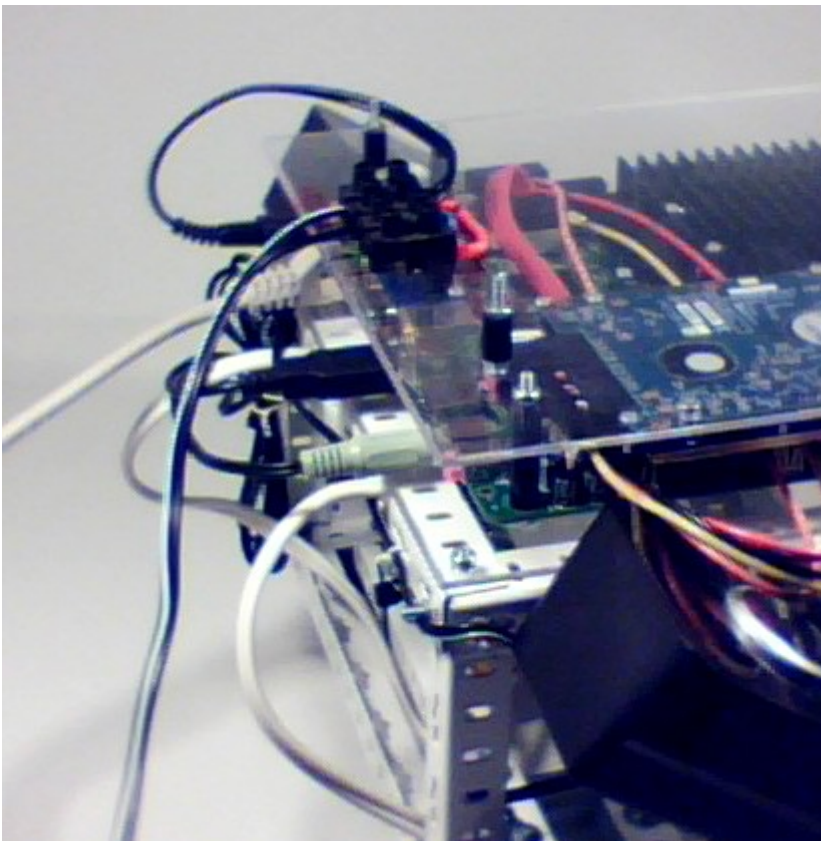
Typiquement, il faudra alimenter le robot en 12V / 2A :

- soit sur un bloc secteur ou une alim de PC lorsque le robot sera fixe sur son banc d'essai ou pour les petits déplacements...
- soit sur la batterie 12V / 7000mA lorsque le robot sera en mode autonome.

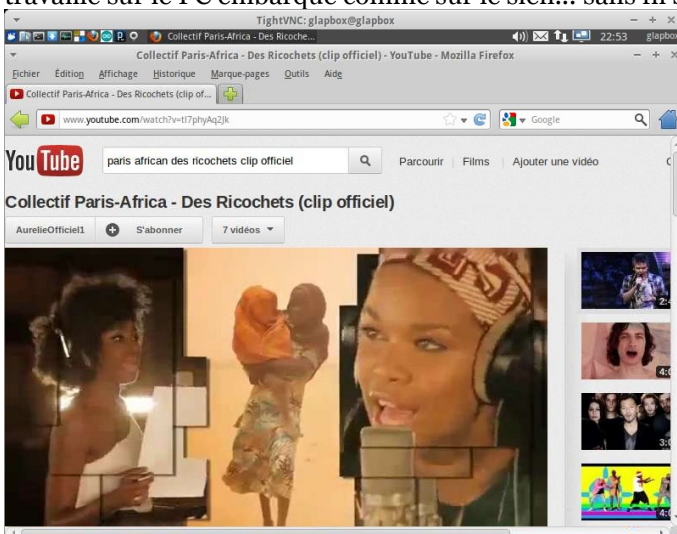
Test de la GLAP-Box embarquée

A ce stade, on peut tester la GLAP-Box en place sur le robot :

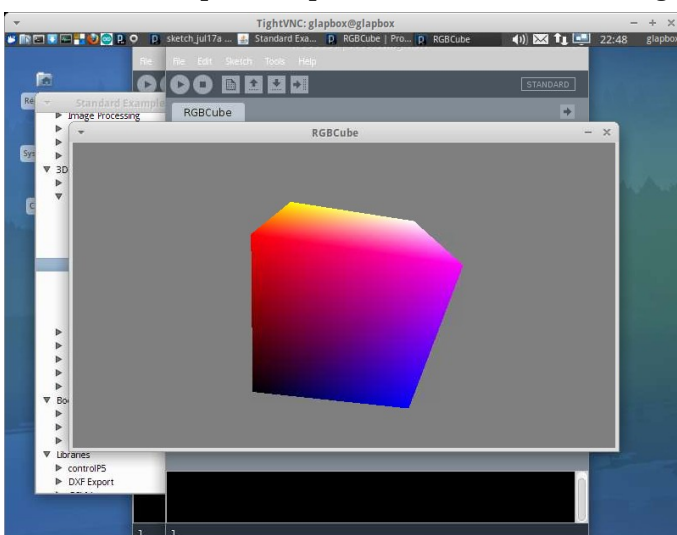
- en connectant l'alimentation de la GLAP-Box :
 - sur du 12V DC / 2A (bloc d'alimentation secteur)
 - sur la batterie (voir ci-dessous l'étape où le montage de l'alimentation sur batterie est détaillé).
- en connectant le réseau ethernet filaire ou même d'emblée le wifi
- puis démarrer la GLAP-Box par appui sur le bouton poussoir de mise sous tension.,
- accéder depuis le PC de contrôle au bureau distant par VNC et faire quelques tests (sons notamment...)



On pourra lancer une vidéo Youtube si on veut tester le son. Voici la fenêtre du visionneur VNC obtenue : on travaille sur le PC embarqué comme sur le sien... sans fil si on est en wifi ! Et ce n'est qu'un début...



Ou encore, voici par exemple le lancement de Processing depuis le bureau distant :

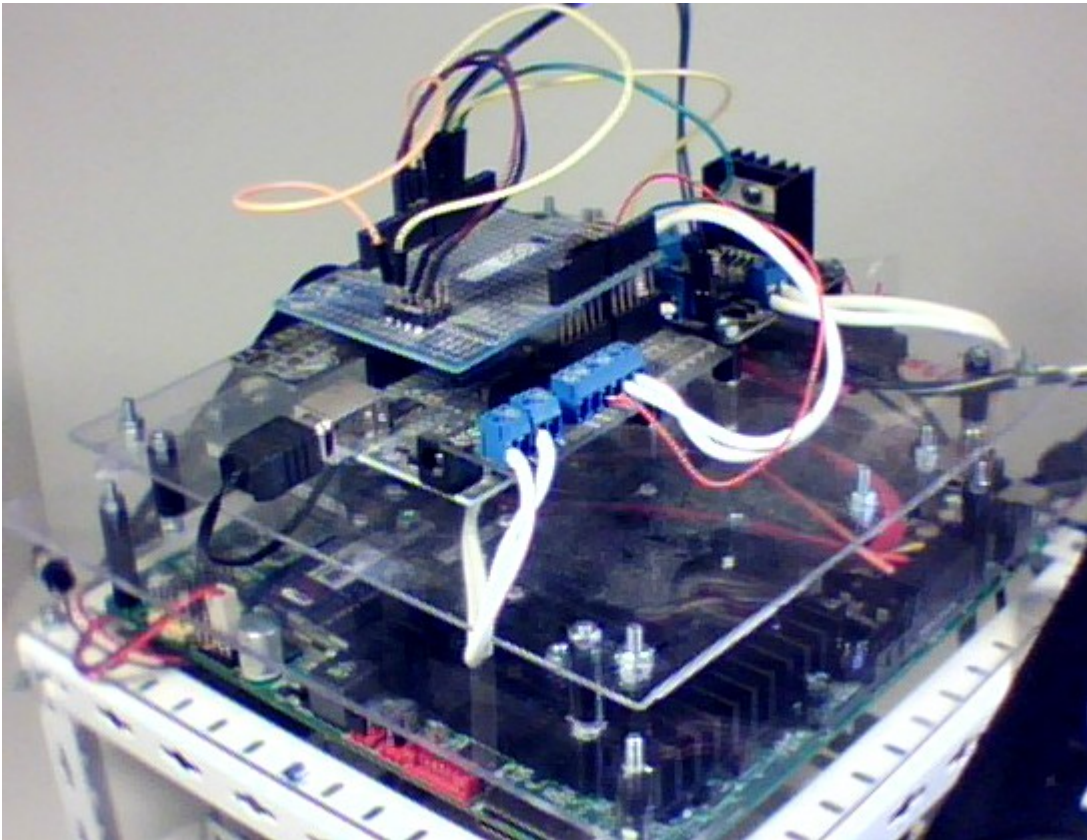


Dossier de construction du Glap-Bot

Mise en place du plateau « Arduino et interface moteurs »

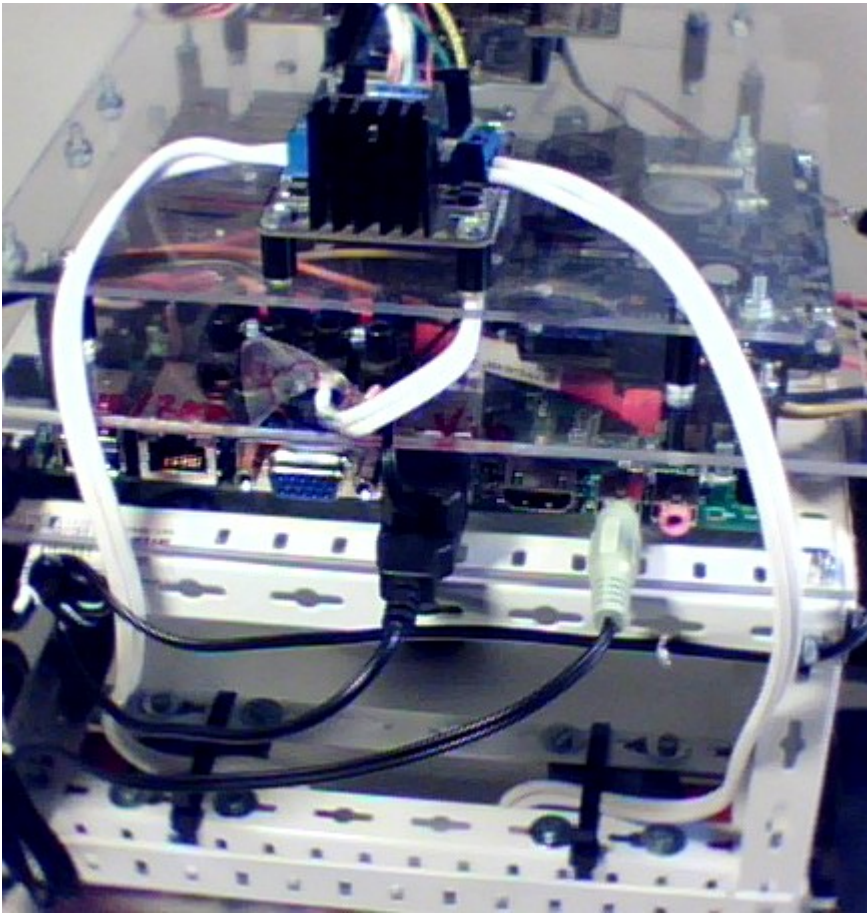
Sur un carré de plexiglas 17 x 17 cm, on fixera la carte Arduino et l'interface moteur. L'avantage d'utiliser un plateau séparé est que l'on pourra très facilement retravailler l'électronique de contrôle des moteurs au besoin, sans avoir à démonter autre chose sur le robot.

Ce plateau « Arduino + interface moteurs » sera tout simplement fixé à l'aide de vis et d'entretoises sur le plateau supérieur de la GLAP-Box.



Connecter ensuite :

- le câble d'alimentation Vin sur le second bornier monté précédemment sur le plateau supérieur de la GLAP-Box (passer ce câble entre le plateau supérieur de la GLAP-Box et le plateau « Arduino »),
- le câble USB de la carte Arduino (de préférence sur un des ports USB 1A – jaune) : utiliser un câble A/B sur enrouleur pour limiter l'encombrement (passer ce câble entre le plateau supérieur de la GLAP-Box et le plateau « Arduino »),
- connecter les 2 câbles des moteurs à la carte d'interface des moteurs du plateau « Arduino » (truc : passer les câbles moteurs sous les serre-joint des moteurs de façon à ce qu'ils ne gênent pas ensuite la mise en place de la batterie...)



Le montage de la batterie et connexion de l'alimentation 12V

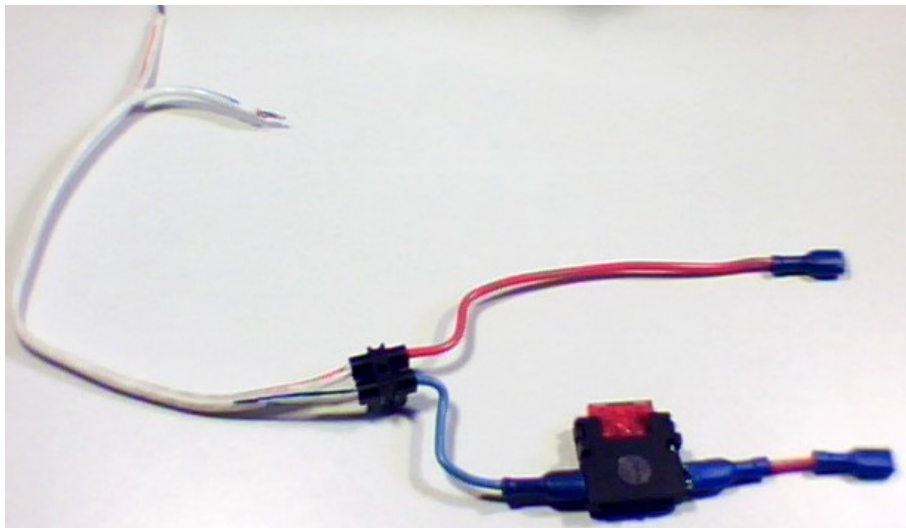
L'utilisation de la batterie au plomb nécessite d'être prudent et de faire attention.

Le point essentiel est d'éviter tout court circuit qui peut entraîner l'explosion de la batterie !

On va donc commencer par monter le fusible sur le circuit batterie. La solution la plus simple consiste à utiliser :

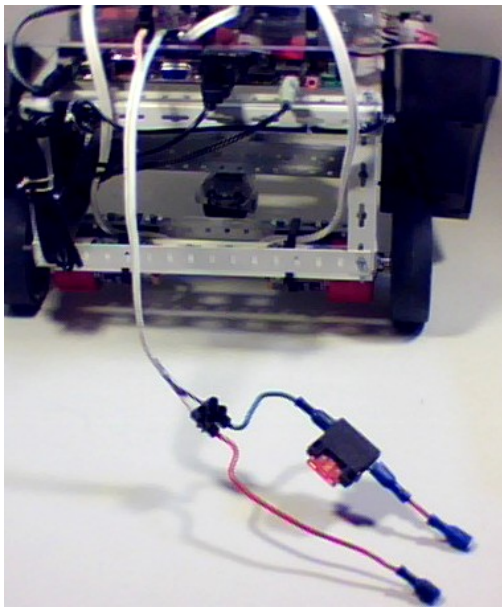
- du câble cuivre mono-brin 1,5m²
- 4 cosses dites Faston femelles
- un porte fusible automobile
- un fusible automobile 5A voire 10A
- un domino
- un peu de câble élec 1mm² souple double brin (comme pour les moteurs)

Réaliser le montage suivant :



Etre sûr de respecter la polarité +/- pour l'alimentation de la carte mère DN2800MT embarquée sinon, elle sera « grillée » purement et simplement !

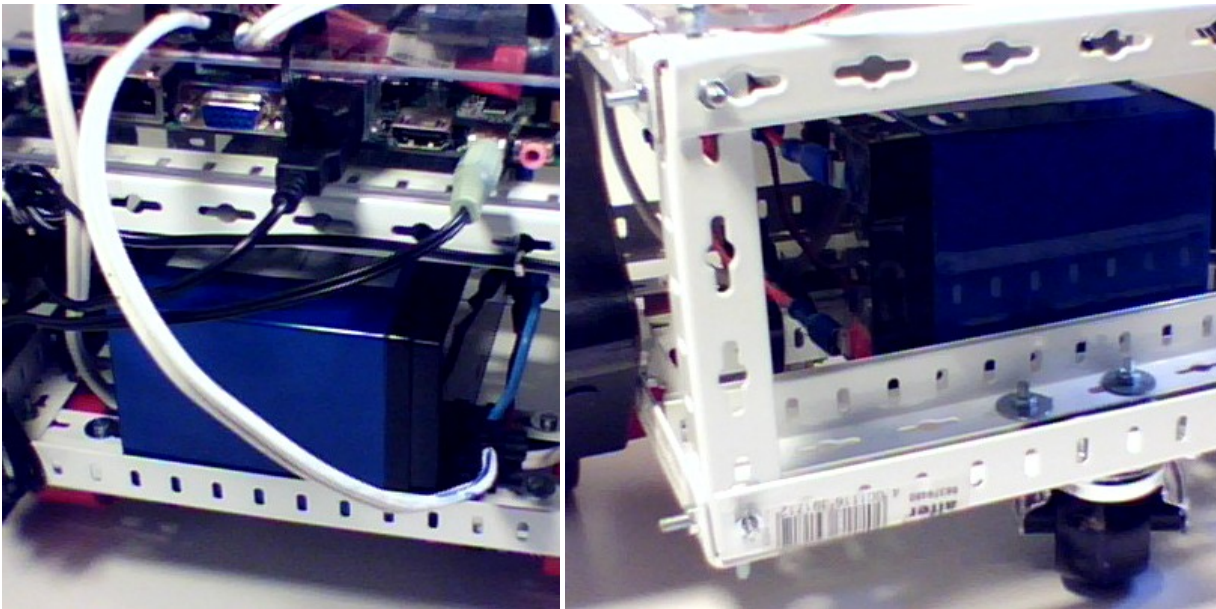
Une fois fait, connecter d'abord l'ensemble au domino de la GLAP-Box (au moins le câble avec fusible donc ici la masse...)



Ensuite, connecter les cosses Faston sur la batterie :



Mettre la batterie en place, couchée sur le côté, de façon médiane entre les 2 moteurs...



Une fois la batterie en place, on peut tester la mise sous-tension de la GLAP-Box embarquée.

Améliorations possibles :

- > mettre un interrupteur ON/OFF sur le circuit batterie..
- > tension batterie
- > capteur intensité batterie

Le montage de la / des webcam(s) sur tourelle pan-tilt

La webcam du GLAP-Bot va permettre la capture vidéo et donc le retour vidéo à distance, la reconnaissance de visage, le suivi d'objet, etc... Un critère de choix de la webcam important est la vitesse de capture : des niveaux de capture élevés vont donner d'excellents résultats. Un point qui est secondaire : la résolution. Une caméra 640 x 480 est largement suffisante. Qui peut le plus peut le moins, donc une bonne résolution est un plus mais pas vraiment indispensable.

Plusieurs webcams USB fonctionnent « out-of-the-box » avec la GLAP-Box, notamment :

- Hercules Dualpix Exchange (jusqu'à 30 fps, bon colorimétrie, objectif manuel, pivotante)



- Logitech C270 (jusqu'à 30 fps, non pivotante, objectif pas manuel)



- Eye PS3 de Sony (permet les captures jusqu'à 125 fps ! Améliore significativement les détections de markers et de suivi d'objets notamment lors des mouvements, colorimétrie pas terrible, pivotante, ...)

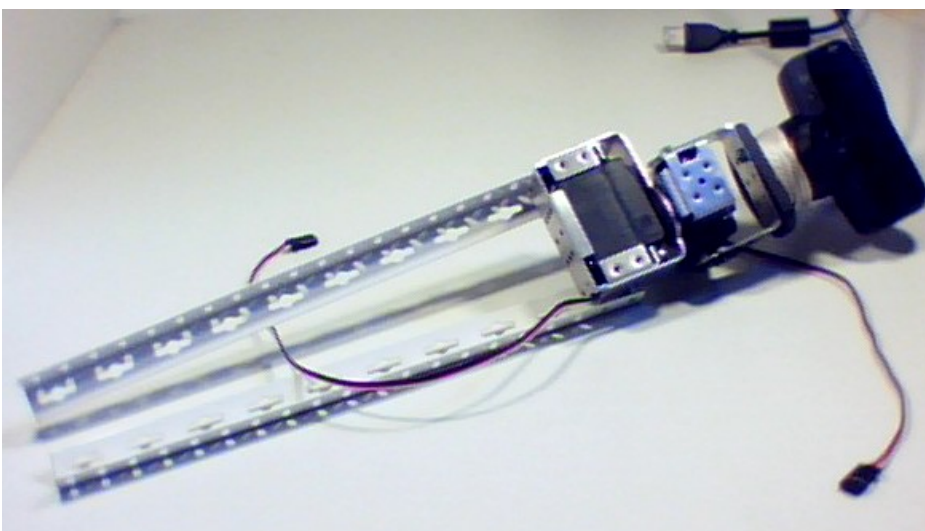


- A priori, toutes les webcams fonctionnant sous Xubuntu 12.04 LTS sont utilisables. Mais faut tester pour en être sûr ...

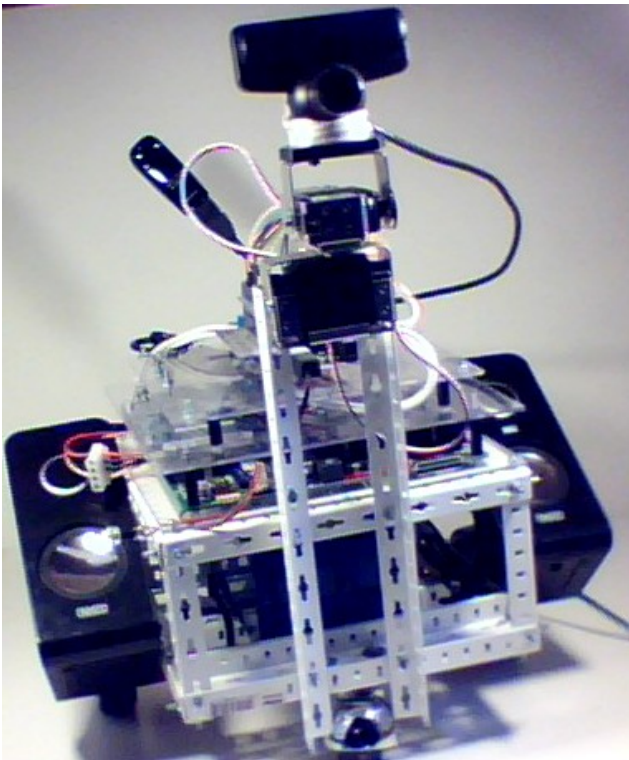
On commence par monter la webcam utilisée sur une tourelle pan-tilt à 2 servomoteurs. Plusieurs solutions existent pour la tourelle : moi, je l'ai fabriquée avec 2 cages Easy de chez Easy-Robotics, en raison des nombreux points de fixation intégrés et de la polyvalence de ces cages aluminiums.



Ensuite, fixer la tourelle sur 2 cornières de 10mm ALFER blanche de 25cm de long (ou plus selon ce que l'on souhaite...)



Une fois fait, fixer l'ensemble à l'avant du robot (veiller à ne pas descendre trop bas les cornières en les fixant de façon à ne pas bloquer la rotation de la roue libre avant!) :

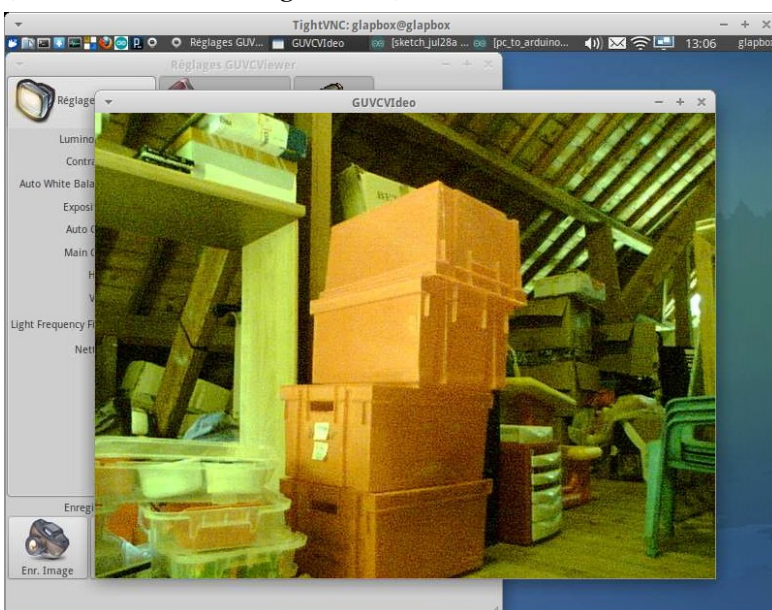


Le support de webcam servira également de support pour la pince de préhension avant.

Ensuite connecter les servomoteurs et la webcam USB. Veillez à laisser assez de câble libre pour permettre à la webcam de bouger sans traction sur le câble USB. Glisser entre le plateau supérieur et le plateau Arduino le surplus de câble USB.

Un des gros « plus » de la construction d'un robot autour d'une GLAP-Box est de pouvoir utiliser des périphériques USB courants, peu coûteux, facile à mettre en œuvre ou à changer si besoin.

Une fois la webcam branchée et montée, relancer le système, accéder au bureau distant et lancer la webcam (XFCE > multimédia > guvcview) :



Amélioration possibles :

Dossier de construction du Glap-Bot

1 fps et une HD..

et une seconde tourelle pour la 2nde webcam... mais laisser une webcam en médian pour le suivi de ligne.

Le montage de la pince avant

+/- Leds...

+/- Microrupteurs de contact

+/- écran hdmi ou mini vidéo projecteur

NB : pour le topo sur les robots

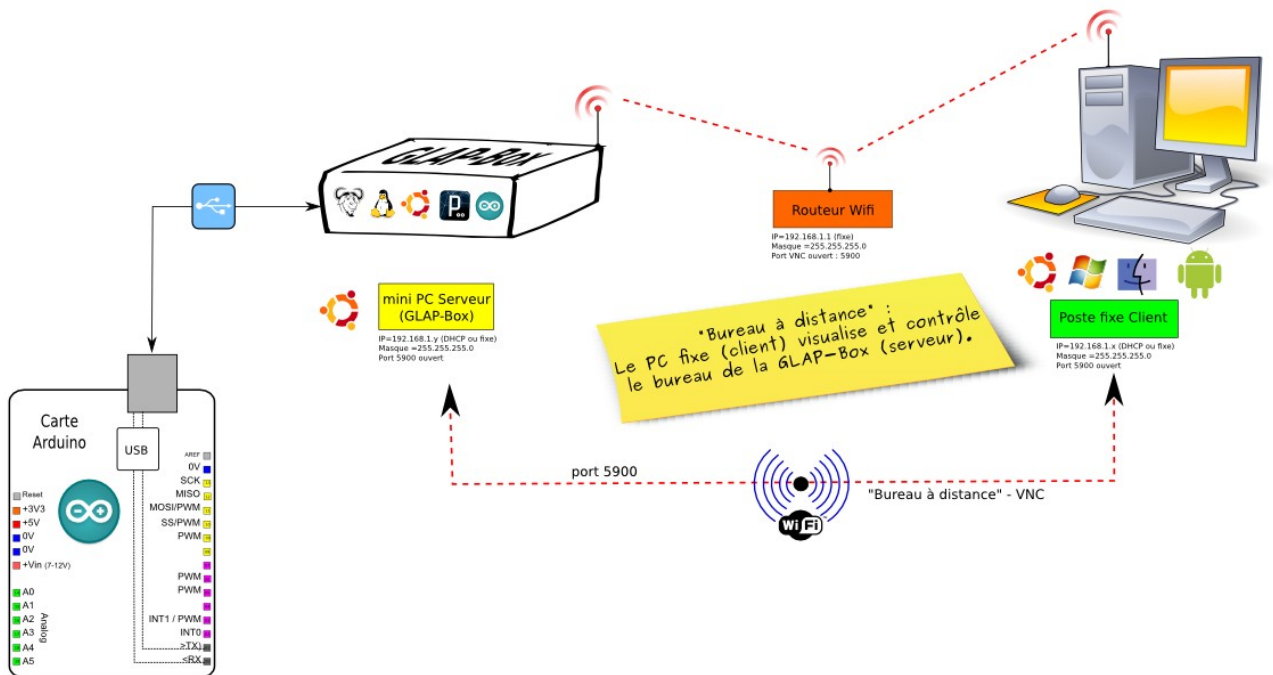
Visserie utile

> vis toutes tailles 3mm de diamètre, tête homme tournevis....

> rondelle axe 3mm de différentes tailles...

6. Mémo procédures d'utilisation

Structure du réseau utilisé :



Déterminer l'adresse utilisée sur le réseau par le poste fixe :

```
$ ifconfig
```

Scanner le réseau 192.168.3.1-255

```
$ sudo nmap 192.168.3.1-255
```

Pour se connecter à xtightvncviewer avec compression

```
$ xtightvncviewer -compresslevel 3
```

Le mot de passe de la GLAP-Box est glapbox

Dossier de construction du Glap-Bot

Pour plus de détails : voir le document « GLAP-Box : manuel d'utilisation »

7. Discussion technique...

Réfléchir à la batterie... /moteur...

Châssis

Principe de construction

> opter pour la modularité, de façon à ce que les éléments ne soit pas trop inter-dépendants les uns des autres mécaniquement parlant

Cornière acier blanche percée :

> permet de réaliser des châssis robustes et légers

> peu coûteuse et disponible en magasin de bricolage

> différentes tailles

> le pré-perçage permet une souplesse maximale pour la fixation d'éléments additionnels, sans avoir besoin de repercer des trous (quand votre robot est monté, devoir percer un trou, c'est compliqué avec l'électronique qui n'est pas loin... poussières, etc...)

> permet de faire des châssis aérés permettant le passage facilité de câbles, etc...

Le plexiglas :

facile à découper

facile à percer

pas cher

léger

transparence intéressante pour visualiser les LEDs des cartes, etc..