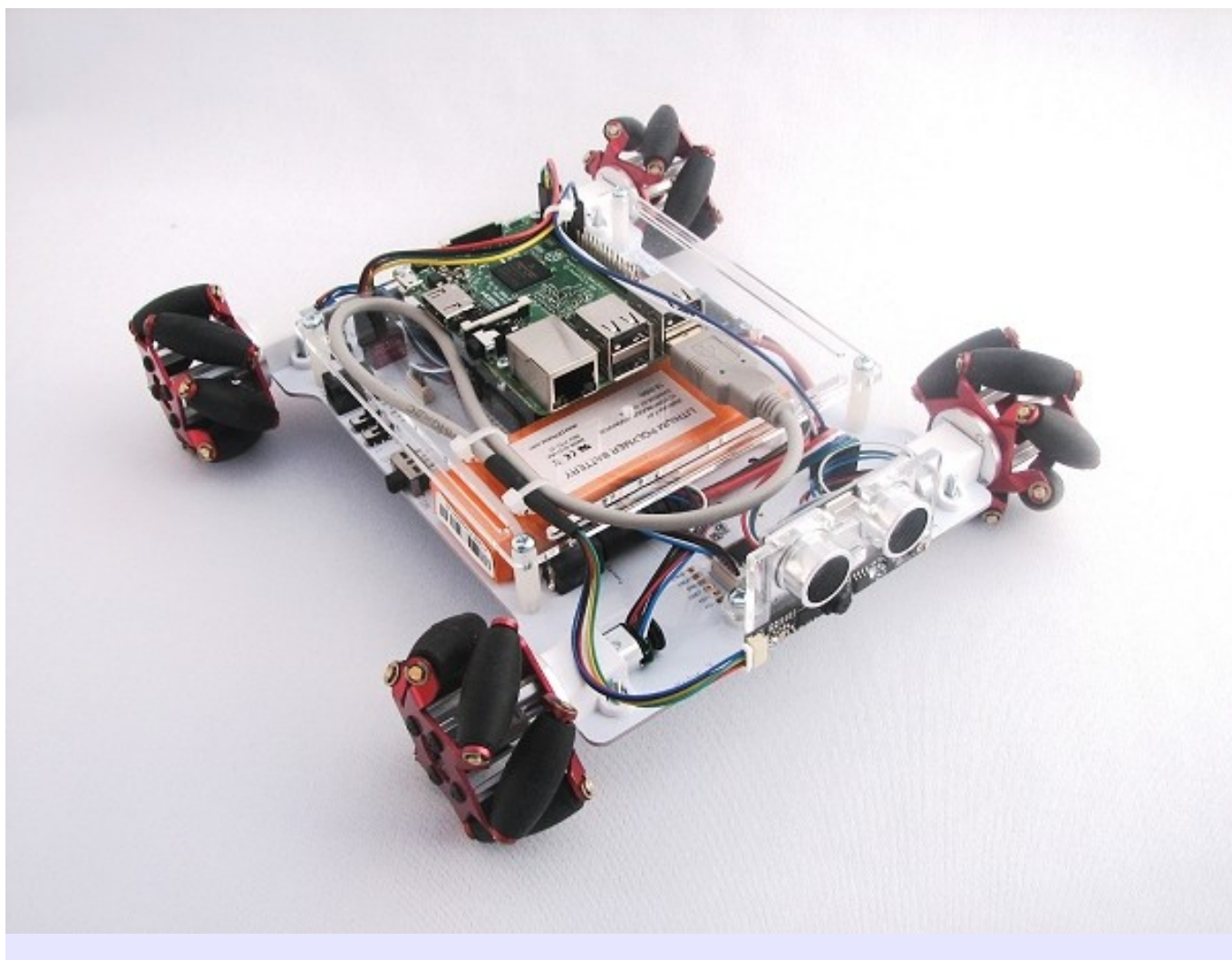




T-QUAD

DOCUMENTATION GÉNÉRALE



Date de dernière mise à jour : 07/11/2017

Table des matières

1 - Introduction.....	<u>3</u>
2 - Matériel inclus.....	<u>4</u>
3 - Conformité.....	<u>4</u>
4 - Caractéristiques techniques.....	<u>5</u>
5 - Installation de l'IDE Arduino.....	<u>7</u>
5.1 - Installation principale.....	<u>7</u>
5.2 - Installation de la bibliothèque complémentaire FlexiTimer2.....	<u>7</u>
5.3 - Installation de la bibliothèque complémentaire digitalWriteFast.....	<u>7</u>
5.4 - Installation de la bibliothèque complémentaire EnableInterrupt.....	<u>7</u>
5.5 - Installation de la bibliothèque complémentaire MPU9250.....	<u>8</u>
5.6 - Installation de la bibliothèque complémentaire U8glib.....	<u>8</u>
5.7 - Installation de la bibliothèque complémentaire NewPing.....	<u>8</u>
5.8 - Téléchargement d'un programme sur la carte Arduino Mega.....	<u>9</u>
6 - Précautions d'emploi.....	<u>10</u>
6.1 - Recharge de la batterie.....	<u>10</u>
6.2 - Précautions d'utilisation.....	<u>10</u>
6.3 - Conseils sur l'utilisation du robot à 4 roues holonomes.....	<u>11</u>
7 - Utilisation de T-Quad.....	<u>12</u>
7.1 - Mise en route standard.....	<u>12</u>
7.2 - Quelques compléments sur la communication Wifi.....	<u>12</u>
8 - MyViz, logiciel de pilotage et de visualisation.....	<u>13</u>
9 - Activités additionnelles.....	<u>18</u>
9.1 - Mesure de la décharge de la batterie.....	<u>18</u>
9.1.1 - Programme Python.....	<u>18</u>
9.1.2 - Application MyViz.....	<u>19</u>
9.2 - Gestion de l'écran OLED.....	<u>23</u>
9.2.1 - Programme Python.....	<u>23</u>
9.3 - Gestion des interrupteurs et du capteur ultrason.....	<u>24</u>
9.3.1 - Programme Python.....	<u>24</u>
9.4 - Autres activités.....	<u>24</u>
10 - Important.....	<u>25</u>

1 - Introduction

T-Quad est un robot ouvert et open-source, un concentré de technologie vous permettant de faire de nombreuses expériences. Il est composé du shield « T-Quad » monté sur une carte Arduino Mega 2560 et, en fonction des versions, d'une carte de communication additionnelle (pcDuino, Raspberry ou autre) fixée sur ce shield par l'intermédiaire d'une plaque en plexiglas transparent.

Il possède également :

- En fonction des versions :
 - 4 moteurs à courant continu liés à 4 roues holonomes (roues Mecanum)
 - ou 2 moteurs à courant continu liés à 2 roues classiques (version « Lite » du robot)
- de nombreux capteurs :
 - un codeur incrémental pour chaque moteur
 - un capteur de courant pour chaque moteur
 - 3 capteurs de suivi de ligne
 - un capteur ultrason
 - un accéléromètre 3 axes
 - un gyroscope 3 axes
 - un magnétomètre 3 axes
 - un capteur de tension d'alimentation
- deux interrupteurs de changement de mode
- un écran OLED.

Il communique par Wifi via un module Xbee ou via un mini-ordinateur, en fonction des versions, et embarque (sur certains modèles) une Webcam capable de faire de la transmission vidéo en temps-réel.

Les ressources associées à T-Quad sont téléchargeables sur notre site Web à l'adresse suivante:

<http://www.3sigma.fr/telechargements>

2 - Matériel inclus

T-Quad est livré monté et **fonctionnel (programmé et testé par nos soins avant la livraison)**. Il est composé des éléments suivants:

- Le robot lui-même
- 1 chargeur de batterie LiPo 8.4V, 1A
- 1 clé allen pour visser ou dévisser les roues Mecanum
- 1 câble USB pour reprogrammer, éventuellement, la carte Arduino Mega
- Version 4 roues uniquement : 2 roues de 60 mm de diamètre et 1 boule omnidirectionnelle pour convertir T-Quad en robot à 2 roues classique.
En version « Lite », ces éléments sont déjà montés

3 - Conformité

Le robot T-Quad, **dans sa configuration livrée aux clients**, est conforme à la directive 1999/EC.



4 - Caractéristiques techniques

Le robot T-Quad est composé des éléments suivants

1 carte robot :

- Masse (sans les roues) : 440 g
- Longueur (sans les roues) : 20 cm
- Largeur (sans les roues) : 15 cm
- Inertie autour de l'axe vertical (sans les roues) : 0.0023 kg.m²
- Cette carte intègre les composants suivants :
 - 2 contrôleurs moteur 2 voies TB6612FNG
 - 1 IMU 9 axes MPU9250
 - 1 écran OLED à base de contrôleur SSD1306
 - 3 capteurs de suivi de ligne TCND5000
 - 1 capteur ultrason HC-SR04

1 Arduino Mega2560

En fonction des versions :

- 1 mini-ordinateur (pcDuino, Raspberry Pi ou autre)
- ou 1 module Xbee de communication Wifi à base d'ESP8266

2 ou 4 moteurs à courant continu avec codeur incrémental :

- Tension nominale : 6 V
- Résistance interne : 9 Ω
- Inductance : 2 mH
- Constante de couple : 0.002 N.m/A
- Coefficient de frottement : 0.001 N.m.s/rad
- Inertie autour de l'axe de rotation : 0.00000001 kg.m²
- Rapport de réduction : 100
- Codeur en quadrature : 12 impulsions par tour de l'arbre moteur (1200 impulsions par tour de l'arbre du réducteur)

4 roues Mecanum :

- Masse : 75 g
- Rayon : 2.25 cm
- Inertie autour de l'axe de rotation : 0.00006 kg.m²

2 roues classiques:

- Masse : 10 g
- Rayon : 3 cm
- Inertie autour de l'axe de rotation : 0.00003 kg.m²

1 batterie LiPo :

- 2 cellules
- Tension nominale : 7.4 V
- Protection intégrée

5 - Installation de l'IDE Arduino

T-Quad intègre une carte Arduino Mega 2560 qui peut se reprogrammer en fonction des activités que vous souhaitez faire avec le robot Ceci nécessite de télécharger un nouveau programme et pour ce faire, vous devez au préalable installer l'IDE Arduino et quelques bibliothèques additionnelles.

5.1 - Installation principale

Télécharger et installer l'IDE Arduino (<http://arduino.cc/en/Main/Software>). Il suffit de décompresser l'archive téléchargée dans le répertoire de votre choix.

5.2 - Installation de la bibliothèque complémentaire FlexiTimer2

Cette bibliothèque permet d'exécuter à cadence fixe une partie du programme Arduino.

Vous pouvez la télécharger à l'adresse suivante: <http://www.3sigma.fr/telechargements/FlexiTimer2.zip>.

Une fois téléchargée, décompressez-là dans le répertoire des librairies de votre installation Arduino (typiquement, Documents\Arduino\libraries).

5.3 - Installation de la bibliothèque complémentaire digitalWriteFast

Cette bibliothèque permet de lire et d'écrire plus rapidement sur les entrées-sorties digitales de l'Arduino.

Vous pouvez la télécharger à l'adresse suivante:

<http://www.3sigma.fr/telechargements/digitalWriteFast.zip>.

Une fois téléchargée, décompressez-là dans le répertoire des librairies de votre installation Arduino (typiquement, Documents\Arduino\libraries).

5.4 - Installation de la bibliothèque complémentaire EnableInterrupt

Cette bibliothèque permet de gérer les interruptions sur la carte Arduino Mega.

Vous pouvez la télécharger à l'adresse suivante:

<http://www.3sigma.fr/telechargements/EnableInterrupt.zip>.

Une fois téléchargée, décompressez-là dans le répertoire des librairies de votre installation Arduino (typiquement, Documents\Arduino\libraries).

5.5 - Installation de la bibliothèque complémentaire MPU9250

Cette bibliothèque intègre de nombreuses fonctions permettant d'accéder aux informations mesurées par le MPU9250, qui est le capteur accélérométrique, gyroscopique et magnétométrique 3 axes intégré à T-Quad.

Vous pouvez la télécharger à l'adresse suivante:

http://www.3sigma.fr/telechargements/Sparkfun_MPU-9250.zip.

Une fois téléchargée, décompressez-là dans le répertoire des librairies de votre installation Arduino (typiquement, Documents\Arduino\libraries).

5.6 - Installation de la bibliothèque complémentaire U8glib

Cette bibliothèque permet de gérer l'écran OLED intégré à T-Quad.

Vous pouvez la télécharger à l'adresse suivante:

<http://www.3sigma.fr/telechargements/U8glib.zip>.

Une fois téléchargée, décompressez-là dans le répertoire des librairies de votre installation Arduino (typiquement, Documents\Arduino\libraries).

5.7 - Installation de la bibliothèque complémentaire NewPing

Cette bibliothèque permet de gérer le capteur ultrason intégré à T-Quad.

Vous pouvez la télécharger à l'adresse suivante:

<http://www.3sigma.fr/telechargements/NewPing.zip>.

Une fois téléchargée, décompressez-là dans le répertoire des librairies de votre installation Arduino (typiquement, Documents\Arduino\libraries).

ATTENTION !

L'environnement Arduino doit être redémarré après l'installation des bibliothèques complémentaires.

5.8 - Téléchargement d'un programme sur la carte Arduino Mega

La procédure à suivre pour la programmation est la suivante:

- Mettre le robot sous tension en appuyant sur le bouton marche-arrêt
- Connecter le câble USB reliant l'ordinateur et la carte Arduino Mega
- Lancer le téléchargement

ATTENTION !

Le robot est déjà programmé à la livraison : il n'est pas nécessaire de le reprogrammer pour réaliser ce qui suit dans cette documentation.

Cependant, si vous avez entre-temps modifié le programme de la carte Arduino Mega, vous devez télécharger de nouveau le firmware Arduino pour utiliser l'application MyViz de base décrite plus loin dans ce document. Ce firmware est composé des fichiers téléchargeables à cette adresse :

https://github.com/3sigma/T-Quad/tree/master/Arduino/Firmware_i2c

Il sont également contenus dans l'archive suivante :

<https://github.com/3sigma/T-Quad/archive/master.zip>

6 - Précautions d'emploi

Nous insistons sur le fait que T-Quad est un robot d'étude et de développement qui nécessite un certain nombre de précautions d'emploi.

6.1 - Recharge de la batterie

Le chargeur 8.4V, 1A fourni est destiné à recharger la batterie LiPo du robot en le connectant sur le connecteur jack situé à côté du bouton de marche-arrêt. Bien que cette batterie possède une protection intégrée contre les surcharges et les sous-charges, il n'est pas conseillé de la recharger avec une alimentation pouvant fournir un courant supérieur à 1A.

Si une autre alimentation devait être utilisée pour la recharger, il est important de vérifier que sa polarité est « positif au centre du connecteur ».

Il faut compter environ 2 heures pour une demi-recharge de la batterie et 8 heures pour une recharge complète.

T-Quad possèdent par ailleurs un écran OLED permettant, entre autres, de visualiser la tension en sortie de la batterie. Lorsqu'une batterie est totalement chargée, sa tension de sortie est d'environ 8.4 V. Lorsque la tension descend au dessous de 7V, il est bon d'envisager une recharge de la batterie.

6.2 - Précautions d'utilisation

T-Quad doit être utilisé dans les conditions suivantes:

- Au sol. Ne jamais l'utiliser en hauteur (sur une table, par exemple) à cause des risques de chute
- A l'intérieur. Les sols extérieurs présentent souvent des aspérités et des obstacles surdimensionnés par rapport à la taille du robot. Par ailleurs, T-Quad craint l'eau et l'humidité

T-Quad peut être reprogrammé à votre guise. Vous pouvez par exemple faire des programmes permettant d'étudier la commande des moteurs électriques. Mais attention: il est **fortement déconseillé** de faire des expériences de fonctionnement « rotor bloqué » avec une tension d'alimentation du moteur trop élevée. Ce type d'expérience peut générer des courants trop forts qui réduisent la durée des vie des éléments.

Pour éviter de réaliser ce type d'expérience, une procédure particulière, détaillée dans la documentation relative à l'identification des paramètres des moteurs, a été développée pour mesurer en toute sécurité les courants dans les moteurs afin d'identifier les paramètres de ces derniers.

6.3 - Conseils sur l'utilisation du robot à 4 roues holonomes

En standard, T-Quad est livré monté avec 4 roues Mecanum. Le principe de fonctionnement de ces roues est le suivant : lorsqu'une roue tourne, l'adhérence des rouleaux en caoutchouc avec le sol conduit à créer deux forces de mouvement, une parallèle au plan de la roue et l'autre perpendiculaire (parallèle à l'axe de la roue, donc).

Un mot très important dans la phrase précédente est **adhérence** : si le sol est très lisse (carrelage, par exemple), l'adhérence sera inférieure et le mouvement de translation latérale pure sera moins efficace.

Par ailleurs, le contact d'un véhicule à 4 roues sans suspension est hyperstatique. Par conséquent, si le sol n'est pas plat, l'efficacité du mouvement de translation sera inférieure.

7 - Utilisation de T-Quad

7.1 - Mise en route standard

La procédure à suivre est simple:

- mettre le robot sous tension en commutant son interrupteur principal sur « ON »
- attendre entre quelques secondes et une minute (en fonction des versions) l'apparition du réseau Wifi « T-Quad-xxx ».
- Se connecter à ce réseau. Le mot de passe est « robottquad »

Le robot est maintenant pilotable en utilisant le logiciel MyViz (voir plus loin).

7.2 - Quelques compléments sur la communication Wifi

Comme évoqué ci-dessus, T-Quad se comporte comme point d'accès Wifi autonome. Il ne peut pas, dans sa configuration de base, se connecter comme client du réseau Wifi de votre organisation.

Notez par ailleurs les points suivants:

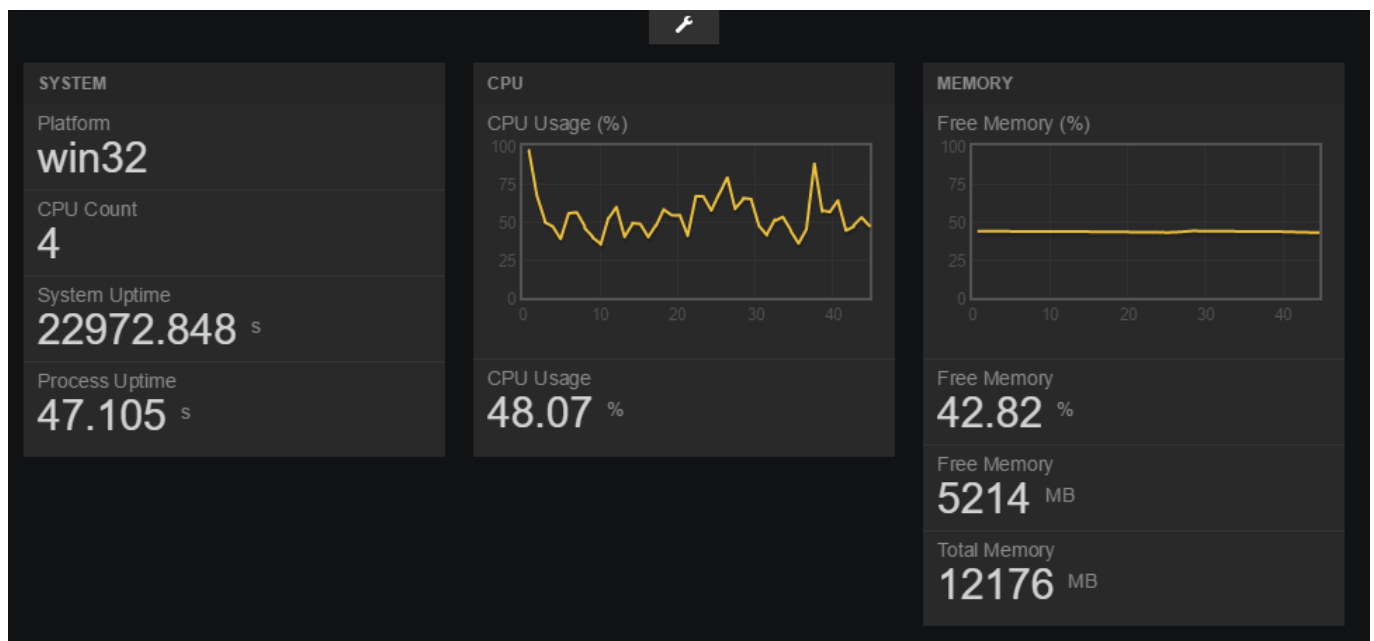
- Un appareil donné ne peut pas en général se connecter en même temps à deux réseaux Wifi différents: la connexion au réseau T-Quad-xxx entraînera la déconnexion du réseau auquel vous étiez éventuellement connecté au préalable. Vous n'aurez alors plus accès à Internet sur votre appareil, sauf si celui-ci est :
 - un ordinateur connecté en parallèle en filaire (liaison Ethernet).
 - un smartphone ou une tablette connecté à un réseau 3G en parallèle
- L'adresse IP de T-Quad est fixe : 192.168.0.199. Pour la changer, veuillez consulter la documentation détaillée
- Pour pouvoir accéder au robot, votre ordinateur doit accepter l'adressage automatique (adresse fournie par serveur DHCP). Si votre appareil n'accepte pas l'adressage automatique, cela signifie que vous lui avez donné une adresse IP fixe. Dans ce cas, celle-ci doit commencer par 192.168.0. (elle doit donc être de la forme 192.168.0.xxx). Si ce n'est pas le cas, vous ne pourrez pas communiquer avec T-Quad
- Il est également possible de se connecter à T-Quad via un câble Ethernet (sur certains modèle, ceux incluant une carte pcDuino ou Raspberry Pi, par exemple). Cette solution est intéressante pour les manipulations « sur table » (commande en tension ou asservissement de vitesse des moteurs, par exemple) mais elle n'est bien sûr pas idéale pour piloter le robot au sol

Pour information, le robot peut être accédé en SSH avec le login « root » et le mot de passe « tqquad ».

8 - MyViz, logiciel de pilotage et de visualisation

Les activités réalisées sur le robot T-Quad utilisent en général le logiciel MyViz, très souple pour créer des tableaux de bord de pilotage et de visualisation de données.

Après l'avoir téléchargé (<http://www.3sigma.fr/Telechargements-MyViz.html>) et installé, lancez son exécution. Le tableau de bord initialement affiché sera similaire à la capture d'écran ci-dessous :



Ce tableau de bord n'est qu'un exemple de ce qui peut être réalisé avec MyViz. Nous verrons plus loin comment charger celui correspondant à l'expérience que nous souhaitons réaliser dans ce chapitre.

Attention : on décrit jusqu'à la fin de ce chapitre la mise en route du robot dans sa version standard à 4 roues. Si vous possédez un robot à 2 roues, la procédure est analogue : il faut simplement remplacer « Quatre » par « Deux » dans ce qui suit.

Pour réaliser cette activité, les conditions suivantes doivent être remplies :

- le robot doit être allumé
- l'ordinateur doit être connecté en Wifi au robot
- le firmware Arduino doit être chargé (voir chapitre 5.8)

Charger ensuite le tableau de bord de pilotage dans MyViz. Pour cela, il faut tout d'abord récupérer ce dernier sur votre ordinateur, à partir du lien suivant :

https://raw.githubusercontent.com/3sigma/T-Quad-Quatre-Roues/master/MyViz/T-Quad_QuatreRoues_Reseau.json

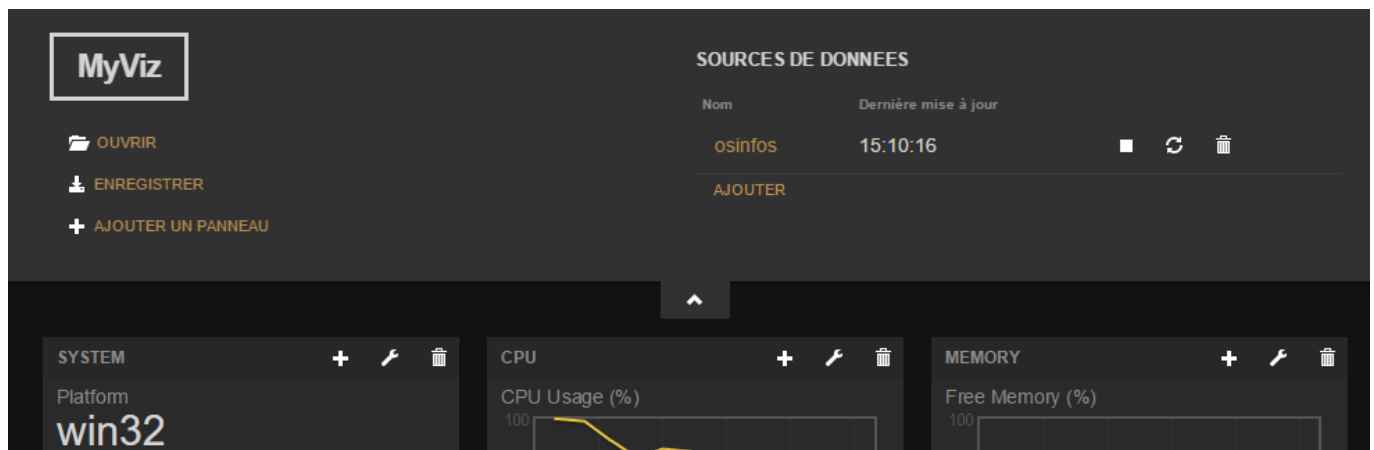
Il se trouve également dans l'archive suivante :

<https://github.com/3sigma/T-Quad-Quatre-Roues/archive/master.zip>

Pour l'ouvrir dans MyViz, il suffit ensuite de cliquer sur la clé en haut de la fenêtre :

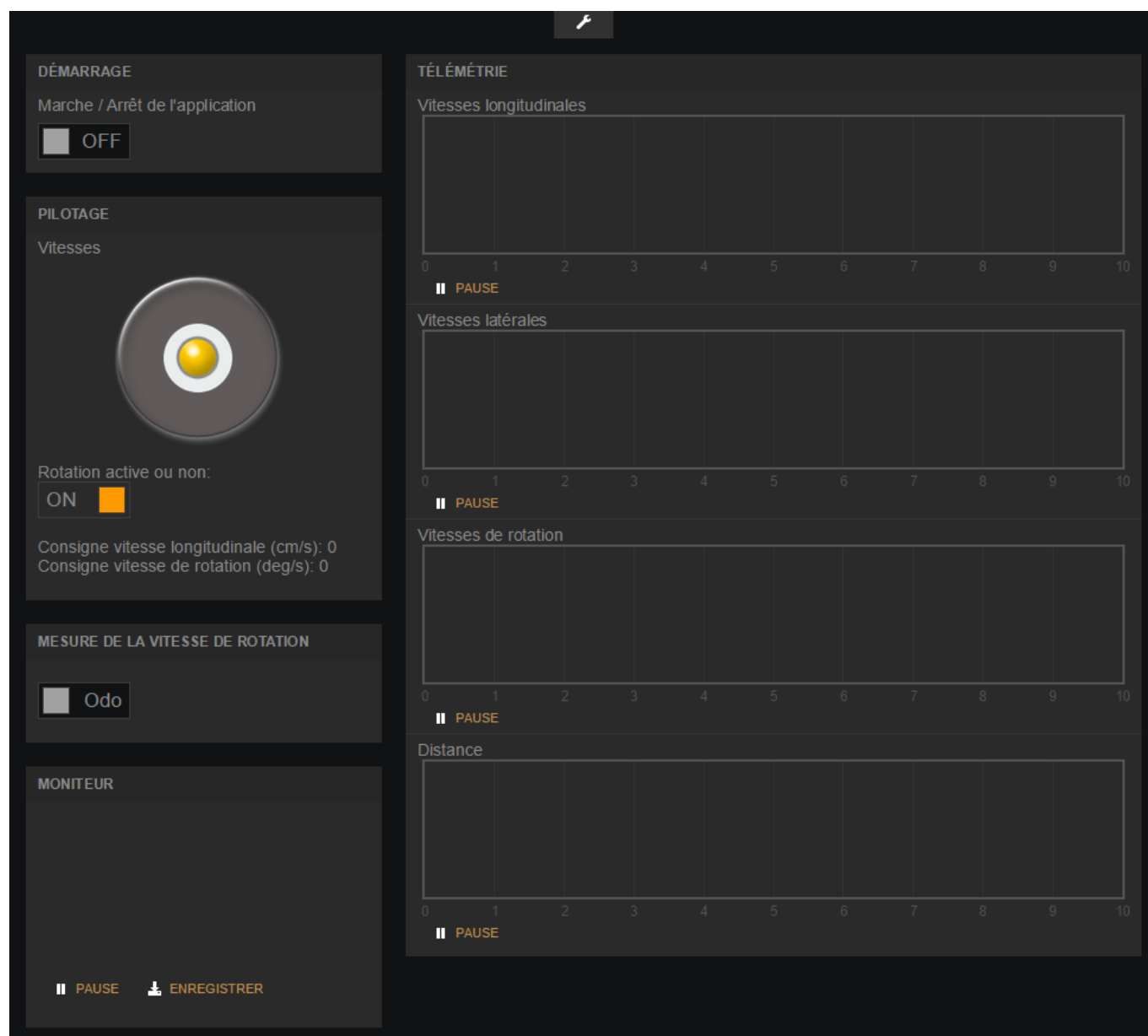


Ceci permet de déplier le panneau supérieur :



Cliquez sur « Ouvrir » et sélectionnez le fichier T-Quad_QuatreRoues_Reseau.json que vous venez de télécharger.

Le tableau de bord s'affiche alors :



Les différents éléments de l'interface sont les suivants (en commençant par la colonne de gauche et en finissant par celle de droite) :

- « Démarrage » : bouton ON/OFF de l'application de pilotage
Attention : lors du passage sur « ON », il faut attendre quelques secondes avant de voir apparaître les courbes de télémétrie et de pouvoir piloter le robot
- « Pilotage » : ce bloc est composé de deux éléments :
 - un « Joypad » pour contrôler deux degrés de liberté
 - un interrupteur d'activation ou non de la rotation du robot (**version à 4 roues uniquement**)
 - lorsque la rotation est active, la translation latérale permise par les roues holonomes est inactive. Dans ce cas :
 - lorsque le centre de la boule jaune du joystick se trouve à l'intérieur du disque blanc, seule la rotation du robot autour de son axe vertical est possible. La vitesse de rotation dépend de la position de la boule
 - lorsque le centre de la boule jaune du joystick se trouve à l'intérieur de l'anneau gris, la consigne de mouvement donnée au robot est la combinaison d'une vitesse longitudinale et d'une vitesse de rotation, en fonction de la position de la boule
 - lorsque la rotation est inactive, la translation latérale permise par les roues holonomes est active. Dans ce cas :
 - lorsque le centre de la boule jaune du joystick se trouve à l'intérieur du disque blanc, aucun mouvement n'est possible
 - lorsque le centre de la boule jaune du joystick se trouve à l'intérieur de l'anneau gris, la consigne de mouvement donnée au robot est la combinaison d'une vitesse longitudinale et d'une vitesse latérale, en fonction de la position de la boule
- « Mesure de la vitesse de rotation » :
 - « Odo » : par défaut, la vitesse de rotation est calculée par odométrie, à partir de la vitesse de rotation des roues. Cependant, sur un robot à roues holonomes, une certaine quantité d'énergie est perdue dans les roues et cette vitesse de rotation calculée est toujours supérieure à la vitesse de rotation réelle
 - « Gyro » : quand cette option est activée, la vitesse de rotation du robot est mesurée grâce à la mesure gyroscopique autour de l'axe vertical. Cette mesure donne une meilleure image de la vitesse de rotation réelle du robot, mais à cause des bruits et de l'offset du capteur, la rotation mesurée n'est pas nulle même si le robot est immobile. Cela peut donc conduire à de légers mouvements de ce dernier même si la consigne de pilotage est nulle. Par ailleurs, si le robot est posé « sur cales » (et non pas sur ses roues) pour faire des tests, activer l'option « Gyro » n'a pas de sens puisque le robot ne peut pas tourner. Il faut alors obligatoirement choisir l'option « Odo » pour éviter une divergence des asservissements
- « Moniteur » : cette zone permet de visualiser sous forme textuelle la totalité des mesures renvoyées par le robot

- « Télémétrie » : la colonne de droite du tableau de bord est consacrée au tracé de courbes à partir de mesures effectuées sur le robot :
 - « Vitesses longitudinales » : consigne de vitesse longitudinale et mesure effectuée à partir de la rotation des roues
 - « Vitesses latérales » : consigne de vitesse latérale et mesure effectuée à partir de la rotation des roues (**version à 4 roues uniquement**)
 - « Vitesses de rotation » : consigne de vitesse de rotation et mesure effectuée à partir de la rotation des roues et par le gyroscope
 - « Distance » : distance brute mesurée par le capteur ultrason et distance filtrée

En fonctionnement, ce tableau de bord peut avoir l'allure suivante :



9 - Activités additionnelles

9.1 - Mesure de la décharge de la batterie

T-Quad intègre une batterie LiPo 2 cellules. La tension nominale est 7.4 V, mais cette tension varie en fonction de la charge de la batterie : elle vaut 8.4 V lorsque la batterie est pleine et moins de 7 V lorsqu'elle n'est plus en mesure d'alimenter le robot.

Cette activité permet de mesurer la tension d'alimentation au cours d'un cycle de décharge naturel lorsque le robot est simplement sous tension sans que les moteurs ne tournent.

9.1.1 - Programme Python

Dans le cas où cette activité se fait avec un programme Python exécuté sur un éventuel mini-ordinateur ajouté au robot (pcDuino, Raspberry Pi ou autre), ce programme est déjà présent sur la carte. Cependant, il peut être nécessaire de mettre ce programme à jour avec la dernière version, disponible à l'adresse suivante :

https://raw.githubusercontent.com/3sigma/T-Quad/master/programmes_python/TensionBatterie.py

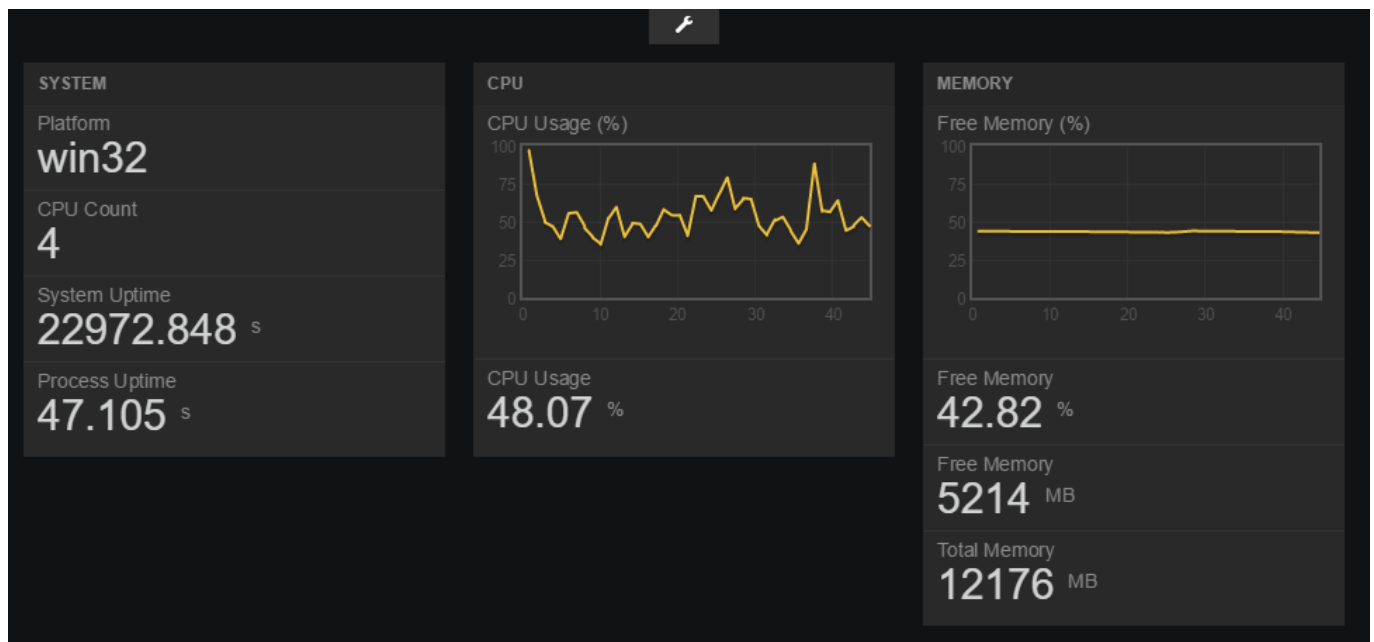
Il est également contenu dans l'archive suivante :

<https://github.com/3sigma/T-Quad/archive/master.zip>

9.1.2 - Application MyViz

Les activités réalisées sur le robot T-Quad utilisent en général le logiciel MyViz, très souple pour créer des tableaux de bord de pilotage et de visualisation de données.

Après l'avoir téléchargé (<http://www.3sigma.fr/Telechargements-MyViz.html>) et installé, lancez son exécution. Le tableau de bord initialement affiché sera similaire à la capture d'écran ci-dessous :



Ce tableau de bord n'est qu'un exemple de ce qui peut être réalisé avec MyViz. Nous verrons plus loin comment charger celui correspondant à l'expérience que nous souhaitons réaliser dans ce chapitre.

Pour réaliser cette activité, les conditions suivantes doivent être remplies :

- le robot doit être allumé
- l'ordinateur doit être connecté en Wifi au robot
- le firmware Arduino doit être chargé (voir chapitre 5.8)

Charger ensuite le tableau de bord de mesure de la tension batterie dans MyViz. Pour cela, il faut tout d'abord récupérer ce dernier sur votre ordinateur, à partir du lien suivant :

https://raw.githubusercontent.com/3sigma/T-Quad/master/MyViz/T-Quad_MesureTensionBatterie_Reseau.json

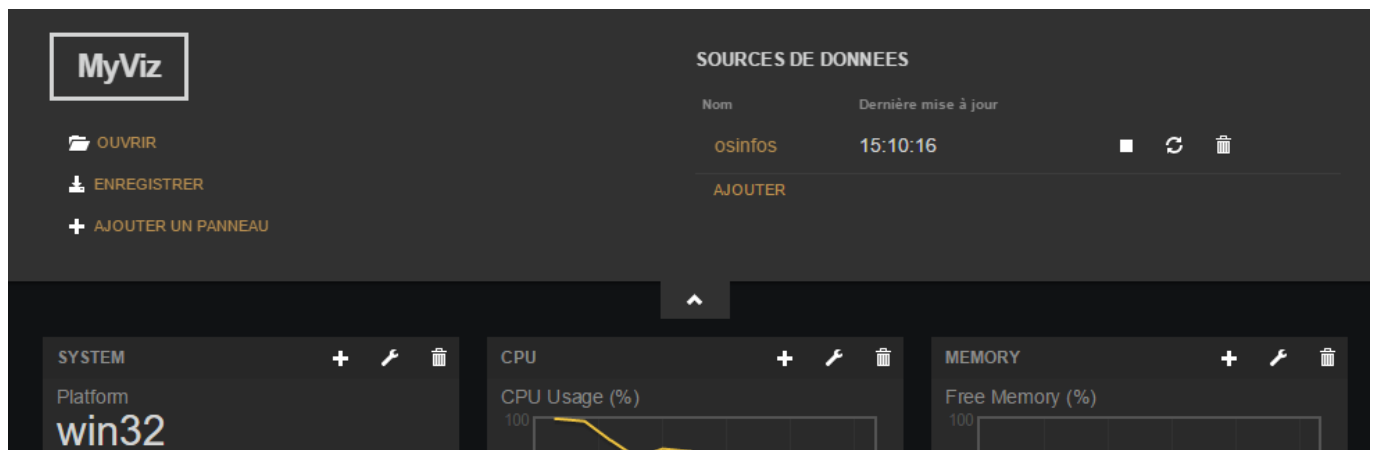
Il se trouve également dans l'archive suivante :

<https://github.com/3sigma/T-Quad/archive/master.zip>

Pour l'ouvrir dans MyViz, il suffit ensuite de cliquer sur la clé en haut de la fenêtre :



Ceci permet de déplier le panneau supérieur :



Cliquez sur « Ouvrir » et sélectionnez le fichier T-Quad_MesureTensionBatterie_Reseau.json que vous venez de télécharger.

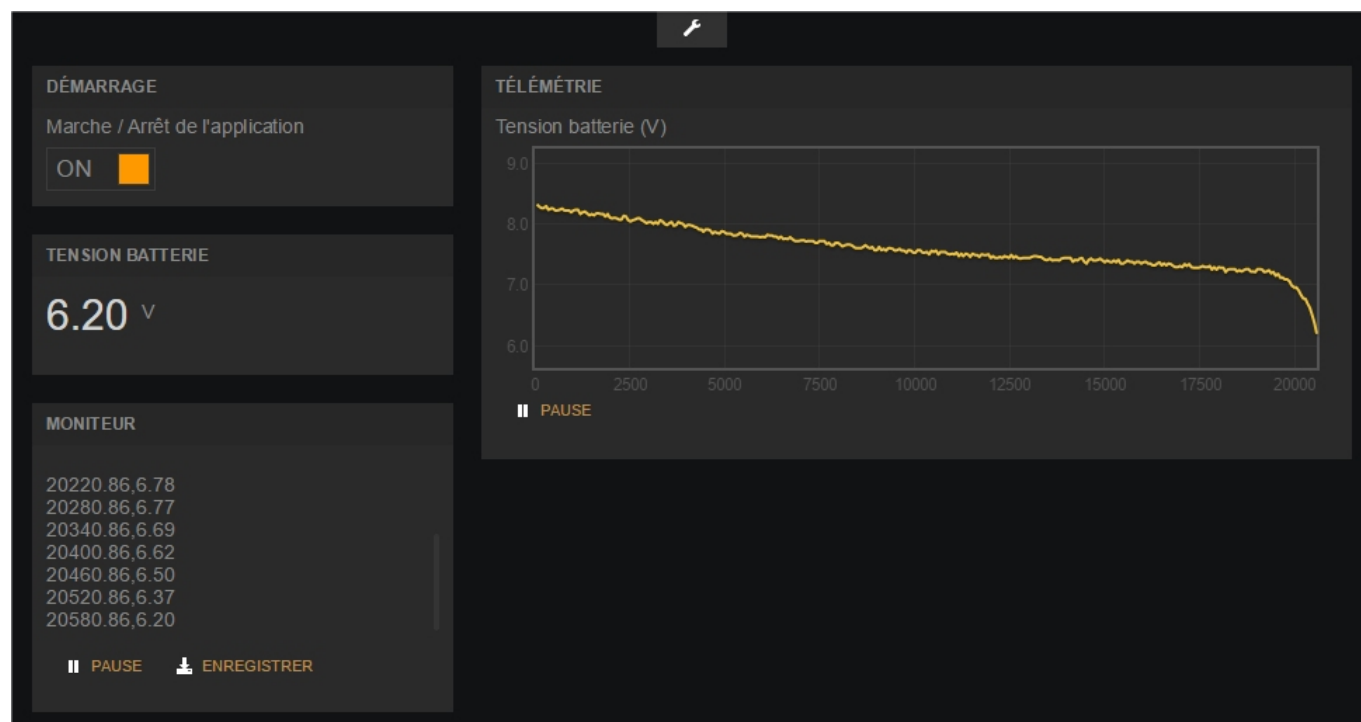
Le tableau de bord s'affiche alors :



Son utilisation est a priori intuitive. Il faut cependant noter les points suivants :

- le démarrage de l'application se fait via la bouton marche-arrêt en haut à gauche
Attention : il faut attendre au moins une minute avant de voir apparaître les courbes de télémétrie
- l'acquisition se fait à la cadence d'une minute : il ne faut donc pas s'inquiéter si « rien ne bouge » sur l'interface. La décharge prenant plusieurs heures, nous vous recommandons de démarrer cette application le matin
- à tout moment, le fichier de mesure peut être téléchargé en cliquant sur « Enregistrer » dans le moniteur, en bas à gauche de la fenêtre

En fonctionnement, ce tableau de bord peut avoir l'allure suivante :



9.2 - Gestion de l'écran OLED

T-Quad intègre un écran OLED avec un contrôleur SSD1306, permettant l'affichage de tout type de message.

Cette activité permet d'afficher sur l'écran, alternativement (la commutation se fait toutes les 5 secondes) l'adresse IP du robot en Wifi (et le cas échéant en Ethernet) et la tension de la batterie.

9.2.1 - Programme Python

Dans le cas où cette activité se fait avec un programme Python exécuté sur un éventuel mini-ordinateur ajouté au robot (pcDuino, Raspberry Pi ou autre), ce programme est déjà présent sur la carte. Cependant, il peut être nécessaire de mettre ce programme à jour avec la dernière version, disponible à l'adresse suivante :

https://raw.githubusercontent.com/3sigma/T-Quad/master/programmes_python/AdressesOLED.py

Il est également contenu dans l'archive suivante :

<https://github.com/3sigma/T-Quad/archive/master.zip>

Noter que cette application est lancée automatiquement au démarrage du robot. Pour la relancer manuellement, il faut se connecter au robot en SSH et exécuter la commande suivante :

1 `/root/programmes_python/startAdressesOLED.sh`

9.3 - Gestion des interrupteurs et du capteur ultrason

T-Quad intègre un capteur ultrason HC-SR04 pour la mesure de distance, ainsi que deux interrupteurs. Cette activité met également en œuvre l'écran OLED et y affiche la distance mesurée ainsi que l'état des deux interrupteurs.

9.3.1 - Programme Python

Dans le cas où cette activité se fait avec un programme Python exécuté sur un éventuel mini-ordinateur ajouté au robot (pcDuino, Raspberry Pi ou autre), ce programme est déjà présent sur la carte. Cependant, il peut être nécessaire de mettre ce programme à jour avec la dernière version, disponible à l'adresse suivante :

https://raw.githubusercontent.com/3sigma/T-Quad/master/programmes_python/DistanceInterrupteursOLED.py

Il est également contenu dans l'archive suivante :

<https://github.com/3sigma/T-Quad/archive/master.zip>

Pour la lancer l'exécution du programme, il faut se connecter au robot en SSH et exécuter la commande suivante :

```
2 /root/programmes_python/startDistanceInterrupteursOLED.sh
```

9.4 - Autres activités

T-Quad est un système pédagogique multi-activités. Vous pouvez télécharger les codes source, applications et documentation de chacune sur la page de téléchargements du robot.

10 - Important

T-Quad est un produit « vivant » en constant développement pour l'améliorer ou lui ajouter de nouvelles fonctionnalités. Si vous avez des idées ou des besoins pour des développements spécifiques, n'hésitez pas à nous contacter (support@3sigma.fr).

Ne restez jamais bloqué sans nous contacter !

Pour tout problème ou toute requête, contactez-nous à l'adresse support@3sigma.fr