

# Volant à retour de force

## Dossier Technique



Produit  
industriel  
réel

Produit grand public



Produit didactisé

Septembre 2015

## Table des matières

I.	Caractéristiques des volants	2
A.	Les critères de choix d'un volant pour jeu vidéo	2
B.	Analyse fonctionnelle externe du volant à retour de force	9
II.	Le volant Logitech G27	11
A.	Présentation commerciale	12
B.	Architecture - Analyse interne	17
III.	Description technique des constituants	19
A.	Codeur incrémental	20
B.	Motorisation	24
C.	Transmetteur	27
D.	Volant	29
E.	Pédalier	32
F.	Les périphériques de jeux vidéo	32
IV.	Modélisations	34
A.	Modélisation par schéma-bloc causal	34
B.	Modélisation multiphysique	35
C.	Maquette volumique	35
V.	Documentation logicielle	35
A.	Menu principal	37
B.	Menu Acquisition	39
C.	Menu Analyses	43
D.	Menu Pilotage	47
E.	Menu Configuration	51

Caractéristiques des volants

## I. Caractéristiques des volants

Les critères de choix d'un volant pour jeu vidéo

Analyse fonctionnelle externe du volant à retour de force

Pour les amateurs de jeux de voiture sur PC, conduire au clavier ou au joystick n'est pas commode. Les jeux sont de plus en plus sophistiqués, les décors de plus en plus réalistes. Dans ces conditions, il est nécessaire de disposer d'un bon volant pour avoir plus de précision dans la conduite. C'est en général avec un bon volant que les meilleurs chrono sont réalisés.



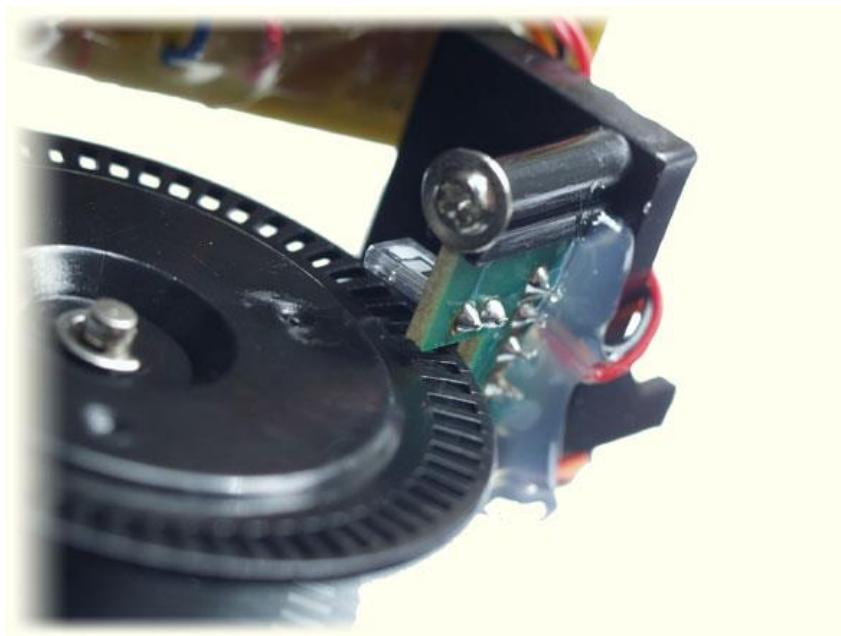
### A. Les critères de choix d'un volant pour jeu vidéo

#### La précision

Le critère fondamental qui conditionne un bon volant est sa précision. Il ne doit pas y avoir de problèmes de calibrage ou de dérèglement. La plupart des volants modernes disposent d'une fonction d'auto calibrage qui les recentre automatiquement.

Plusieurs technologies existent pour assurer une bonne précision du mouvement de rotation du volant :

- le potentiomètre angulaire dont la qualité influence la précision et la robustesse dans le temps
- le codeur incrémental qui nécessite une prise d'origine mais qui permet une précision accrue.



Pour que la précision puisse être correcte, il est nécessaire que le guidage de l'axe du volant soit bien réalisé et sans jeu. Deux solutions qui conditionnent le prix sont utilisées :

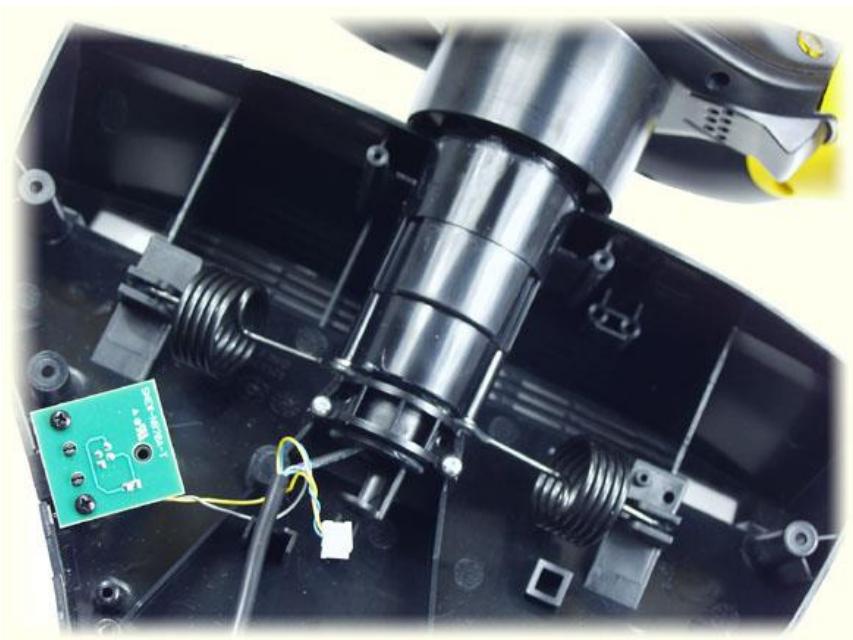
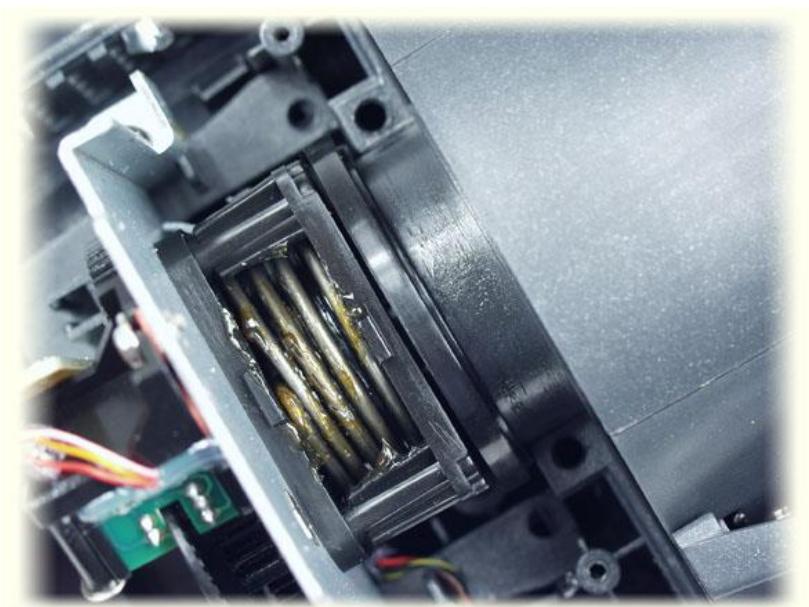
- la plus simple consiste à enserrer l'axe dans une gaine en plastique,
- la solution la plus sophistiquée consiste à utiliser des roulements à billes.

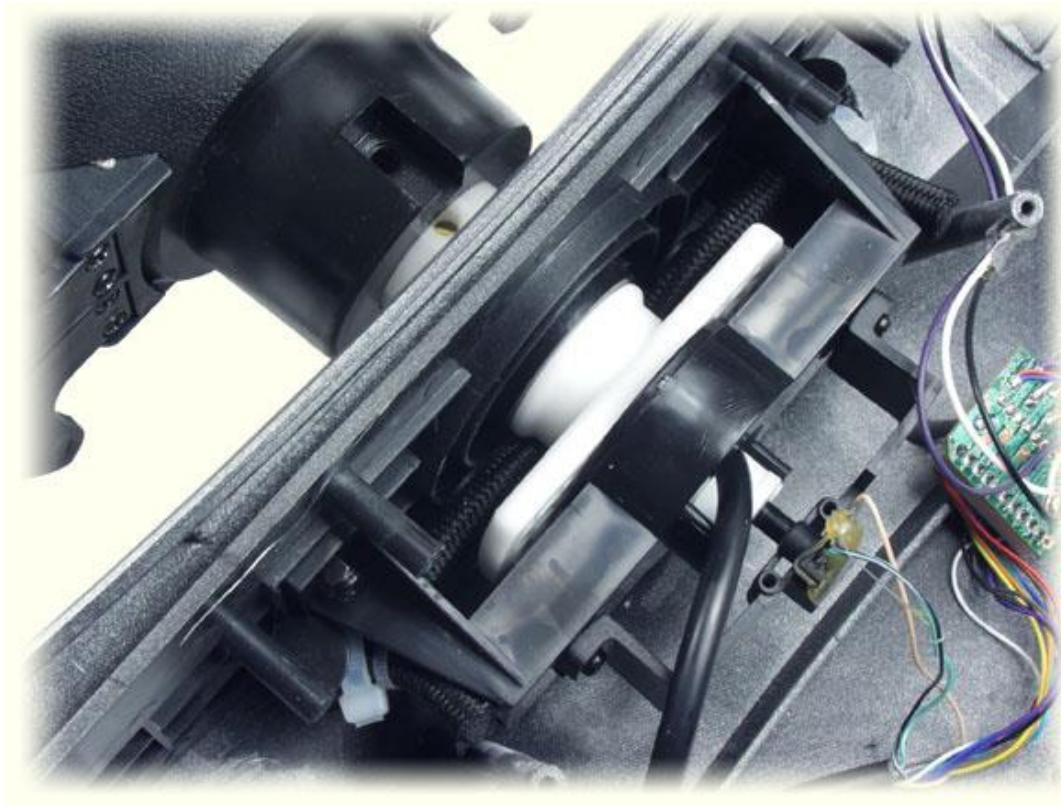
### Le retour au centre

Il reste encore un facteur qui influe indirectement sur la précision, c'est le retour au centre du volant lorsqu'on le lâche en ligne droite après un virage.

Pour ramener les pédales en butée avant ou le volant au centre, c'est généralement un ressort qui officie. Il faut qu'il soit assez puissant pour que le volant ne soit pas mou et surtout d'assez bonne qualité pour garantir un point neutre toujours identique.

Sur les volants haut de gamme, le retour au centre est réalisé par des moteurs, ce qui permet également d'obtenir d'autres fonctionnalités (retour de force).





### L'ergonomie

L'ergonomie est très importante sur un volant. Si la prise en main du volant n'est pas naturelle, vous allez fatiguer et donc manquer de précision.

Le volant doit avoir une forme étudiée et, en position neutre, les mains et les pouces doivent trouver un logement immédiatement identifiable et reposant. Le revêtement du volant est tout aussi essentiel. Il ne faut pas qu'il glisse, le plastique lisse est donc moins confortable que le caoutchouc par exemple.

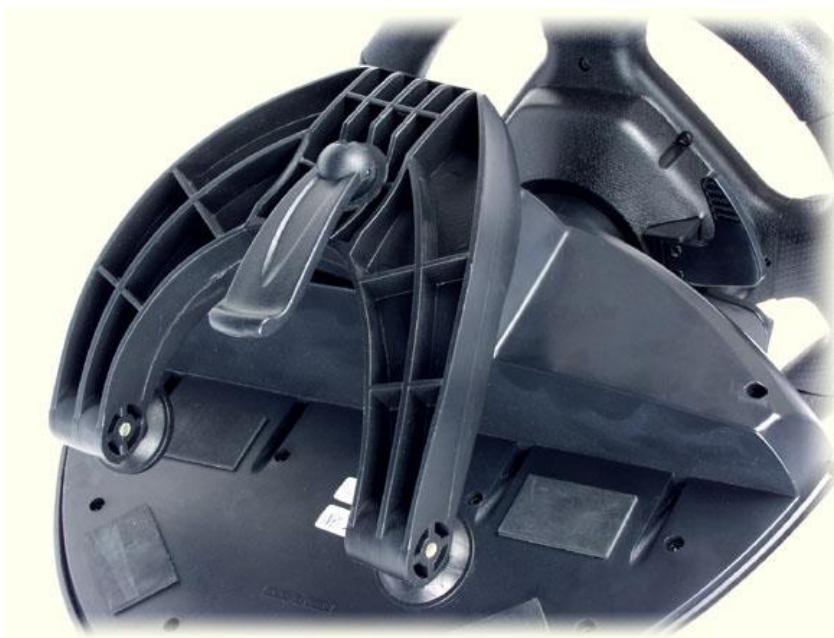
Pour les pédales, c'est encore plus important. Rares sont les pédaliers qui offrent une position vraiment adaptée. Il ne faut pas que le pied fatigue et il doit pouvoir exercer la pression nécessaire sans forcer mais avec suffisamment de course et de fermeté pour garantir les sensations. Certains constructeurs rendent la pédale de frein plus ferme que l'accélérateur ce qui est une bonne idée, car on se rapproche ainsi de ce qu'on a l'habitude de rencontrer sur un vrai véhicule.



#### La fixation

Si le volant se balade ou se détache pendant le jeu, c'est franchement pénible. Il importe donc que la fixation soit solide sans être compliquée à mettre en œuvre.

Pour le pédalier, il n'y a pas de miracle. En général pourvu de patins antidérapants, c'est sa taille et son poids qui conditionneront sa mobilité en action.



#### Le retour de force

Le jeu émet des signaux au volant pour qu'il agisse activement en fonction de la situation. Les exemples typiques d'utilisation du retour de force sont le cas :

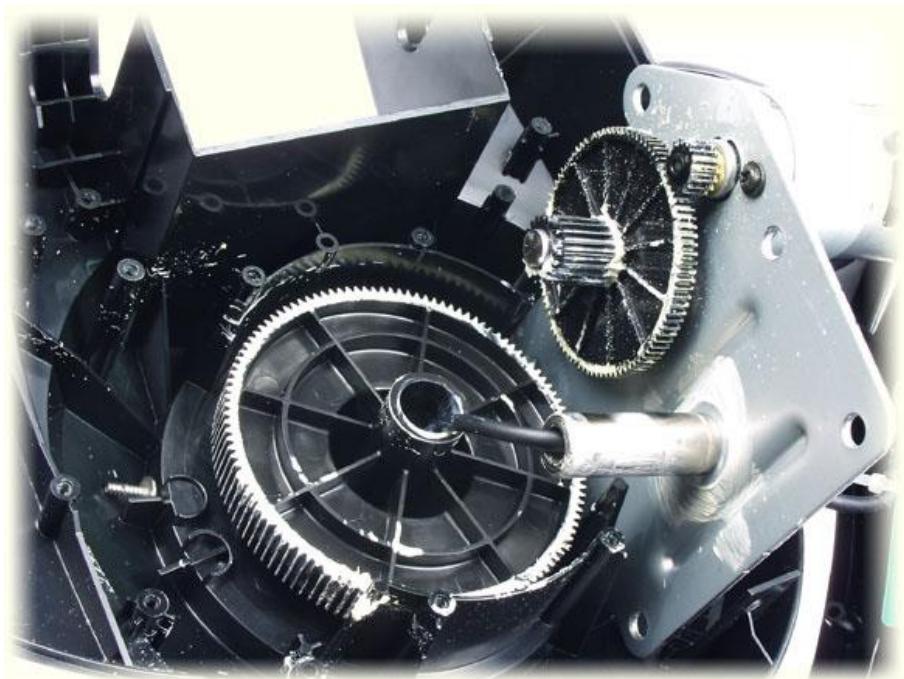
- le cas d'un choc où un à coup doit se ressentir dans le volant,
- ou encore, si vous passez sur un vibrEUR, le volant doit vibrer à son tour.

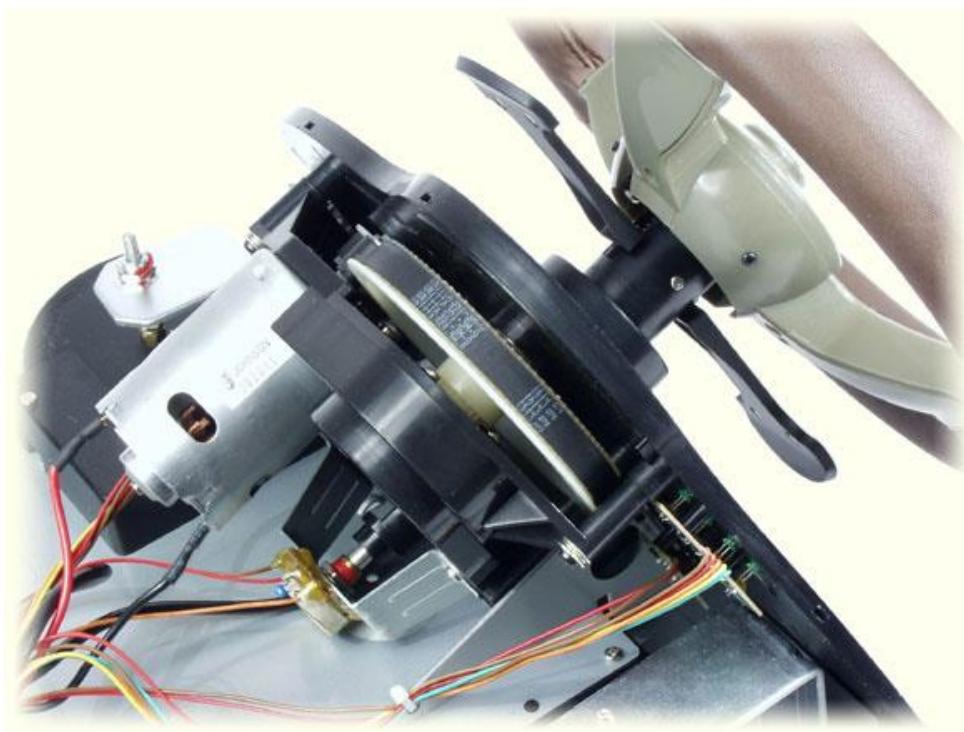
Le jeu doit gérer les effets de façon crédible et le volant doit être en mesure de les retranscrire à l'identique. En simulation de vol, le retour de force n'a jamais convaincu car le modèle physique est bien trop complexe pour que les développeurs de jeu puissent rendre les effets. En voiture, c'est un peu plus simple. Les jeux les plus performants sont capables de reproduire la surface sur laquelle vous roulez, les collisions et même pour certains, l'effet de dérapage

d'une voiture qui sur- ou sous-vire. Le volant restitue cela avec un moteur et des roues dentées. Aujourd'hui, tous les constructeurs ont opté pour ce principe. Autrefois, Logitech utilisait un système de câbles, mais la puissance des effets et les coûts en ont eu raison. Le système d'engrenages est assez simple. Une roue entraînée par un moteur fait tourner l'axe du volant dans un sens ou dans l'autre. Vous le sentez d'ailleurs sur tous les volants à retour de force car en tournant, l'engrenage est toujours perceptible.

La qualité du retour de force va ensuite dépendre de la puissance et de la précision des moteurs. Ceux-ci doivent pouvoir fournir suffisamment de couple mais également être suffisamment rapide pour produire de toutes petites vibrations avec des aller-retours rapides.

Il faut que les engrenages soient solides et précis. Très souvent les engrenages sont en plastique et s'usent rapidement.





---

**Société DMS**

Aeroparc St MARTIN – 12 rue de Caulet – 31300 TOULOUSE – ☎ : + 33 (0)5 62 88 72 72 ☎ : + 33 (0)5 62 88 72 79

Site internet : [www.dmseducation.com](http://www.dmseducation.com) Email : [info@dmseducation.com](mailto:info@dmseducation.com)

Ce document et les logiciels fournis sont protégés par les droits de la propriété intellectuelle et ne peuvent pas être copiés sans accord préalable écrit de DMS.

Copyright DMS 2010

## B. Analyse fonctionnelle externe du volant à retour de force

### Diagramme de contexte et d'utilisation

Les diagrammes suivants permettent de contextualiser le volant à retour de force.

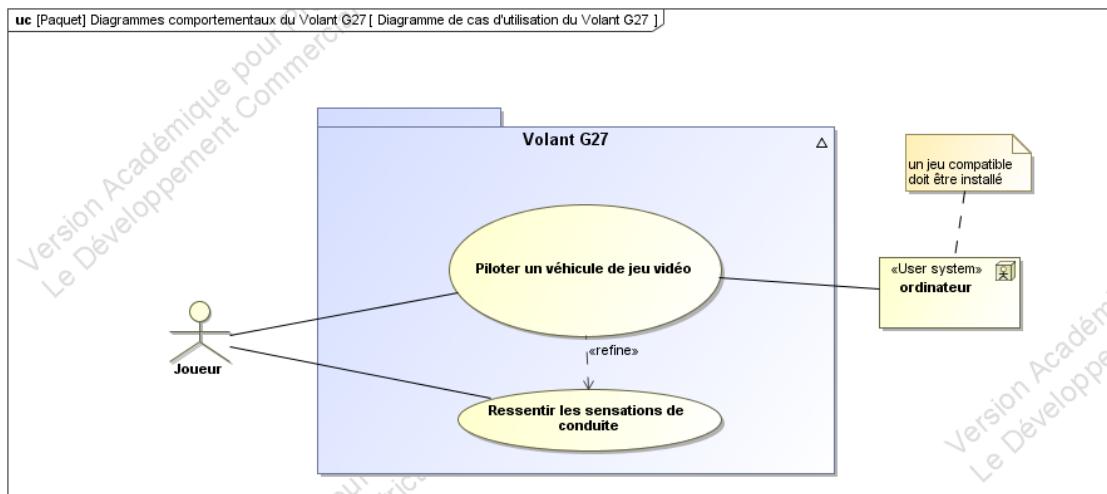


Diagramme de cas d'utilisation

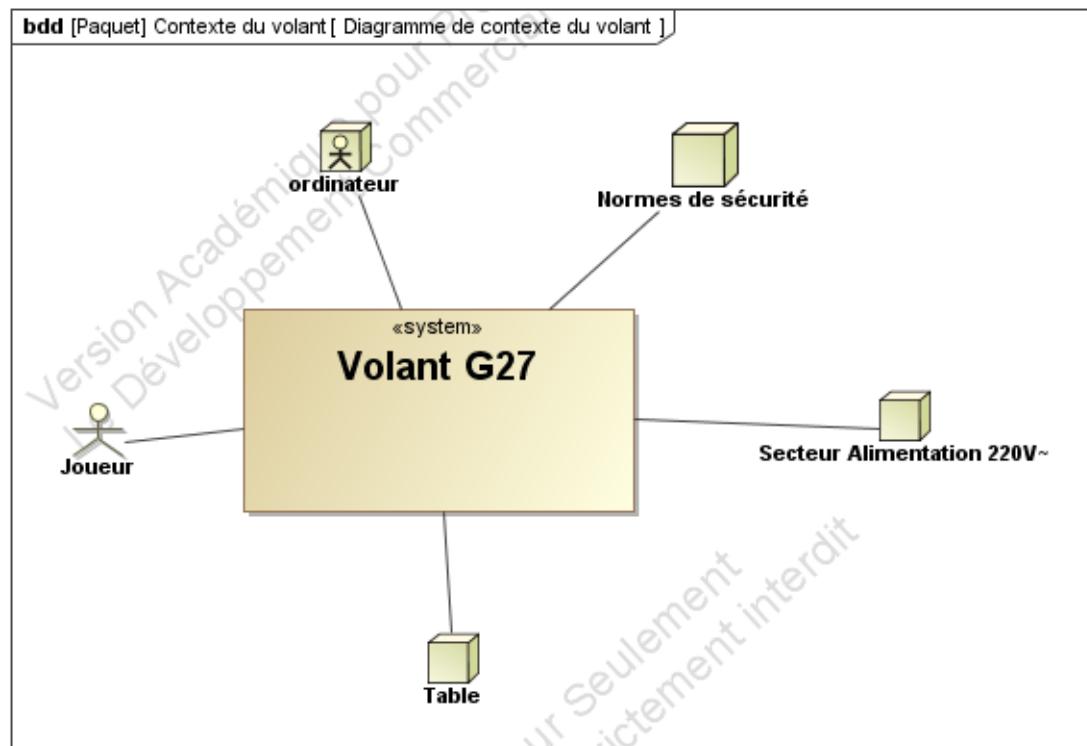


Diagramme de contexte

### Diagramme des exigences

Compte-tenu de l'analyse du comportement requis par un volant à retour de force, le diagramme suivant dresse une liste non exhaustive des exigences requises par le volant.

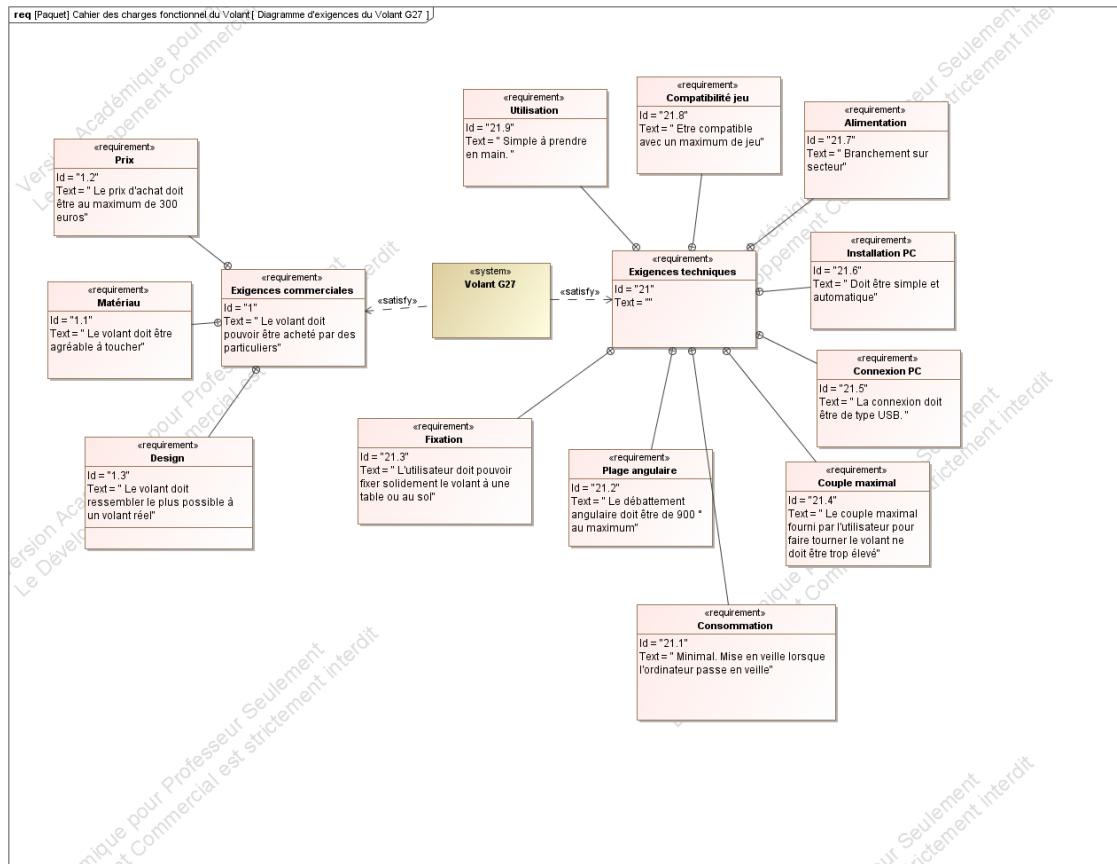


Diagramme des exigences

## II. Le volant Logitech G27<sub>I</sub>

Présentation commerciale

Architecture - Analyse interne

## A. Présentation commerciale

### RETOUR DE FORCE



d'arrivée franchie.

#### **Ne faites plus qu'un avec votre voiture**

Affrontez le danger, négociez les virages, expérimenez la perte de traction et ressentez chaque dénivellation de la route. Le retour de force à deux moteurs sur mesure reproduit parfaitement les conditions d'une course automobile: une expérience à vous couper le souffle, même une fois la ligne

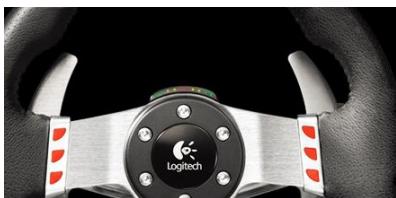
### ENGRENAGE HÉLICOÏDAL



#### **Le silence est d'or**

Appréciez un retour de force performant et libéré du vrombissement du moteur grâce à l'engrenage hélicoïdal fluide et silencieux, comparable à celui utilisé pour la transmission de vitesse d'une voiture.

### LEVIERS DE VITESSE EN MÉTAL



#### **Transmission semi-automatique**

Libérez vos instincts grâce aux leviers six vitesses parfaitement adaptés aux tournants en épingle à cheveux et aux accélérations nerveuses.

### TÉMOINS DE CHANGEMENT DE VITESSE/TACHYMÈTRE



#### **Gardez le contrôle**

La victoire se joue parfois à quelques centièmes de seconde. C'est pourquoi le changement de vitesse doit intervenir au moment propice. Cependant, comme vous ne devez pas quitter la route des yeux, nous avons mis au point des témoins visuels clairement identifiables.

### CUIR VÉRITABLE



#### **Passez aux choses sérieuses**

Appréciez le toucher d'un volant de course en cuir véritable lorsque vous affrontez les pistes.

### ACIER INOXYDABLE

**Conçu pour résister**

Mettez-y toute votre énergie: le volant est prévu pour résister à toutes les manœuvres. Les jeux de roulements à bille en acier soutenant l'axe du volant ainsi que la robustesse de chacun des composants garantissent des performances exceptionnelles et une fiabilité à long terme.

***ROTATION À 900 DEGRÉS*****Un volant ultra-réaliste**

Effectuez deux tours et demi de volant, comme dans une véritable voiture de course.

***Caractéristiques Techniques*****Numéro de pièce**

941-000092

**Informations sur la garantie**

3 ans de garantie matérielle limitée

**Configuration requise**

Windows® 8, Windows® 7, Windows Vista® ou Windows® XP

20 Mo d'espace disque disponible

Port USB

Connexion Internet (pour télécharger le logiciel)

**Contenu du coffret**

Volant de course à retour de force. Pédales d'accélérateur, de frein et d'embrayage

Module de levier de vitesse

Boîtier d'alimentation

Documentation utilisateur

**Plates-formes compatibles**

Console de jeu PlayStation®2

Console de jeu PlayStation®3

Jeux prenant en charge les volants de course à retour de force Logitech®







### B. Architecture - Analyse interne

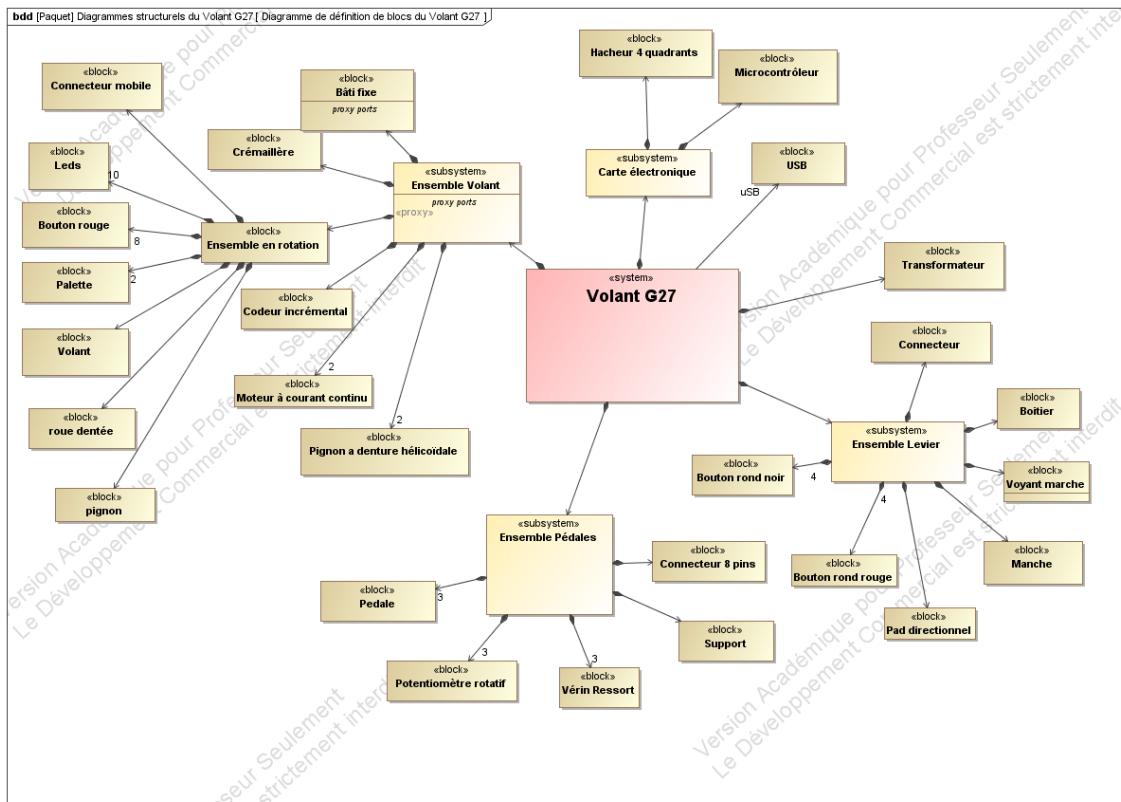


Diagramme de définition de blocs

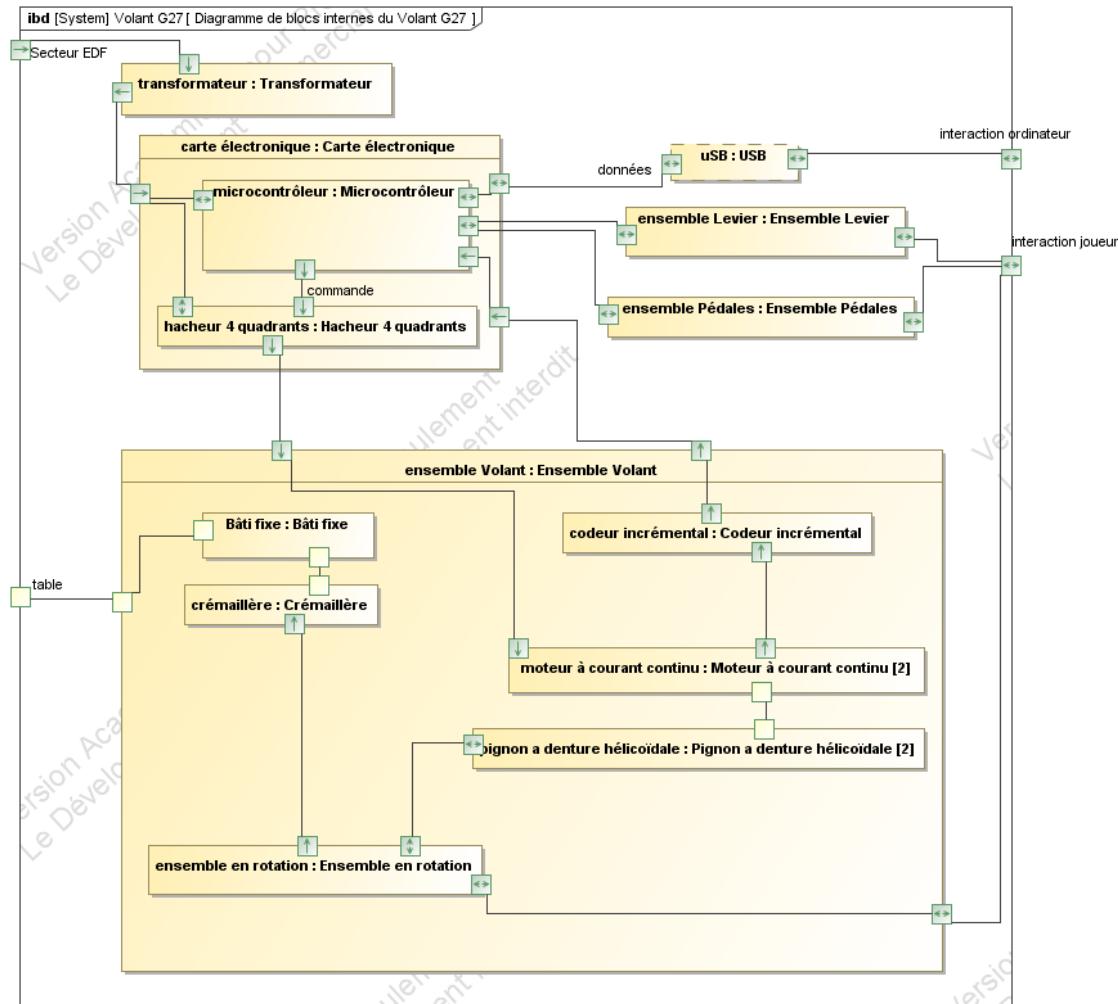
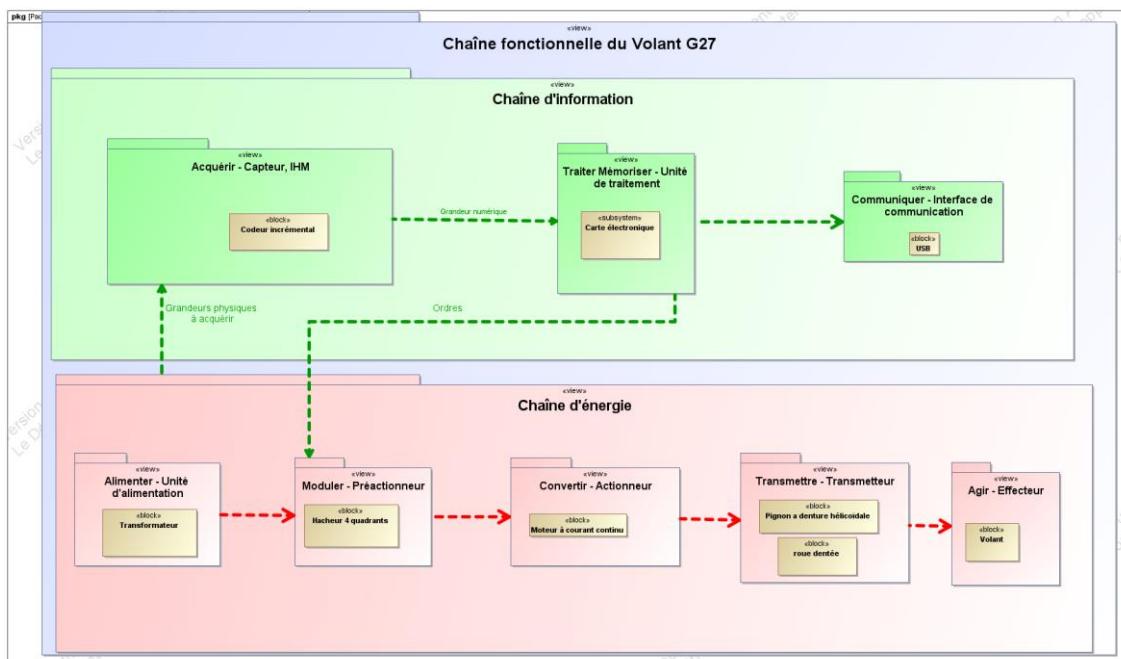


Diagramme de Blocs Internes



Chaînes fonctionnelles du volant

### III. Description technique des constituants

Codeur incrémental  
Motorisation  
Transmetteur  
Volant  
Pédalier  
Les périphériques de jeux vidéo

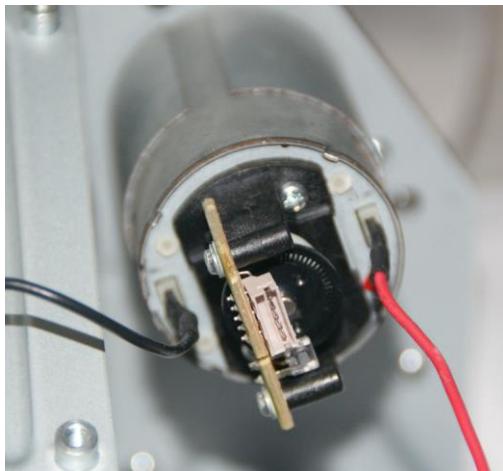
## A. Codeur incrémental

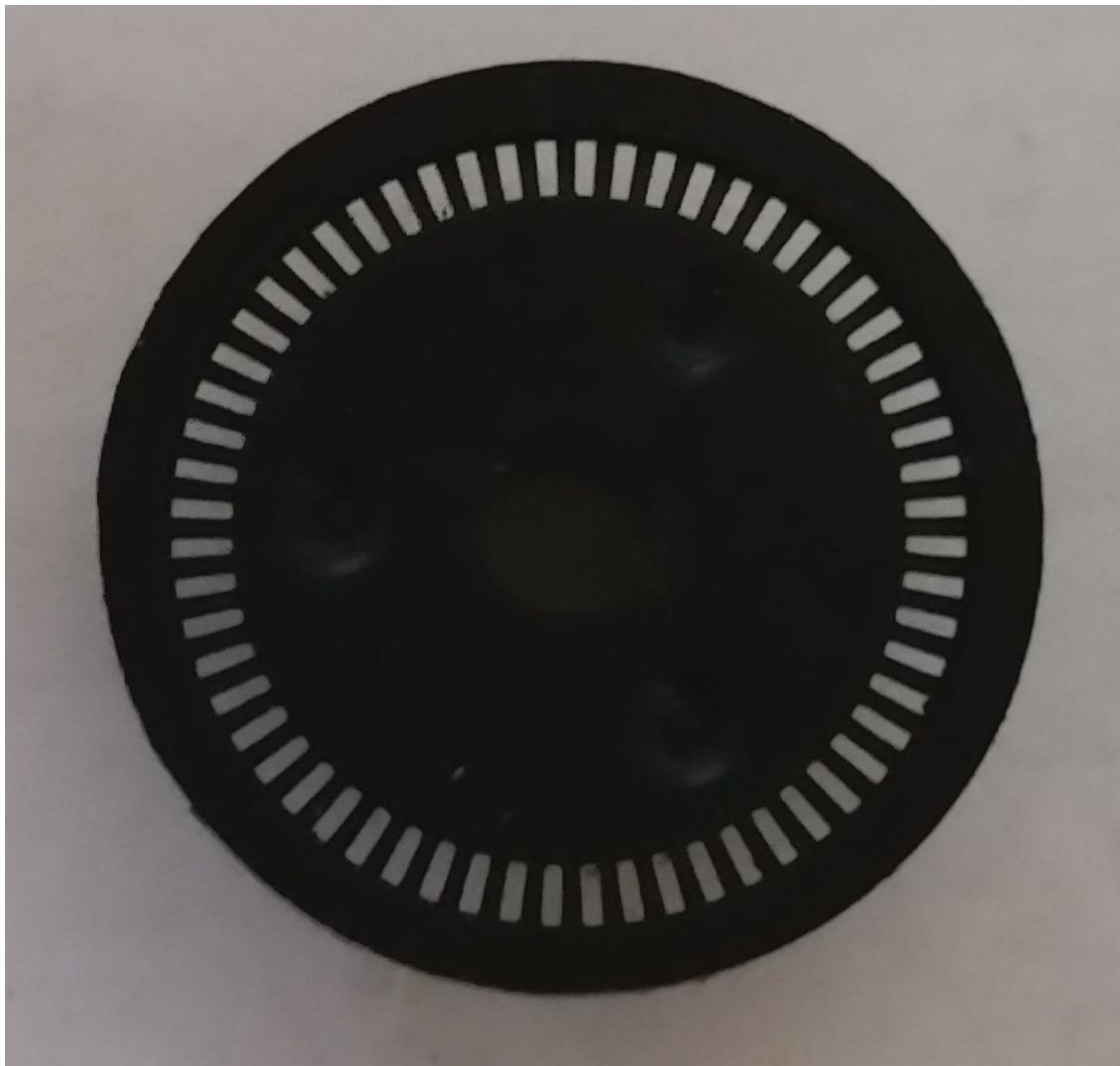
### Principe

Pour mesurer la position angulaire du moteur, un codeur incrémental optoélectronique est utilisé.

Le codeur optoélectronique est constitué principalement des organes suivants :

- une source lumineuse, réalisée à partir de diodes électroluminescentes (DEL) ;
- un support codé, disque en plastique, qui présente une succession de fentes laissant passer la lumière. Les fentes sont situées sur la périphérie du disque et en face de la source lumineuse ;
- des récepteurs photoélectriques, photodiodes ou phototransistors situés de l'autre côté du disque ;
- un circuit électronique de traitement et d'alimentation des composants électroniques

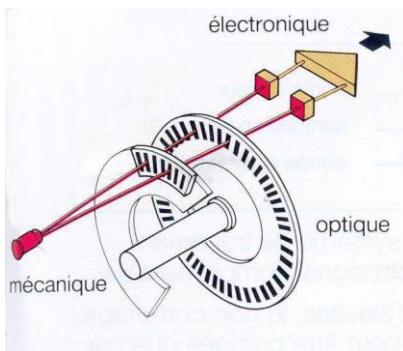




La mise en rotation de l'axe du capteur, lié mécaniquement à l'arbre du moteur dont on souhaite mesurer la position angulaire, fait tourner le disque qui lui est solidaire.

La lumière, émise par des Diodes Électro Luminescentes (DEL ou LED en anglais), traverse les fentes de ce disque créant sur les photodiodes réceptrices un signal analogique. Ce signal est amplifié, converti en un signal carré puis transmis à un système de traitement par le circuit électrique.

Le codeur délivre une information du déplacement angulaire du disque sous forme de train d'impulsions. Le nombre d'impulsions décompté à partir d'une origine permet d'avoir accès à la position angulaire, tandis que la fréquence du signal renseigne sur la vitesse du disque.



Lors d'une rotation régulière dans le même sens, on observe donc des signaux sous la forme

#### Société DMS

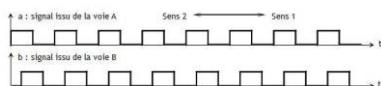
Aeroparc St MARTIN – 12 rue de Caulet – 31300 TOULOUSE – ☎ : + 33 (0)5 62 88 72 72 ☐ : + 33 (0)5 62 88 72 79

Site internet : [www.dmseducation.com](http://www.dmseducation.com) Email : [info@dmseducation.com](mailto:info@dmseducation.com)

Ce document et les logiciels fournis sont protégés par les droits de la propriété intellectuelle et ne peuvent pas être copiés sans accord préalable écrit de DMS.

Copyright DMS 2010

suivante :



La mise en quadrature de phase des deux signaux présente deux avantages :

- selon le sens de rotation, on aura un passage du niveau 0 au niveau 1 du signal a quand  $b = 0$  (sens de rotation 1) ou quand  $b = 1$  (sens de rotation 2) : il suffira alors de regarder la valeur du signal issu de la voie B quand le signal issu de la voie A passe de 0 à 1
- on peut doubler voire quadrupler sans aucun investissement supplémentaire la résolution de ce capteur (donc en ayant l'équivalent d'un capteur à deux voies quatre fois plus de fentes !) en comptant / décomptant les passages de 0 à 1 (fronts montants) et de 1 à 0 (fronts descendants) de chaque voie.

Pour pouvoir connaître la position angulaire de l'arbre, il est nécessaire d'ajouter à ce capteur un compteur permettant de déterminer le nombre d'impulsions observées et par là, connaissant la distance angulaire entre deux fentes ou le nombre de fentes total, de connaître la position angulaire avec une précision directement liée à la résolution du capteur et du traitement.

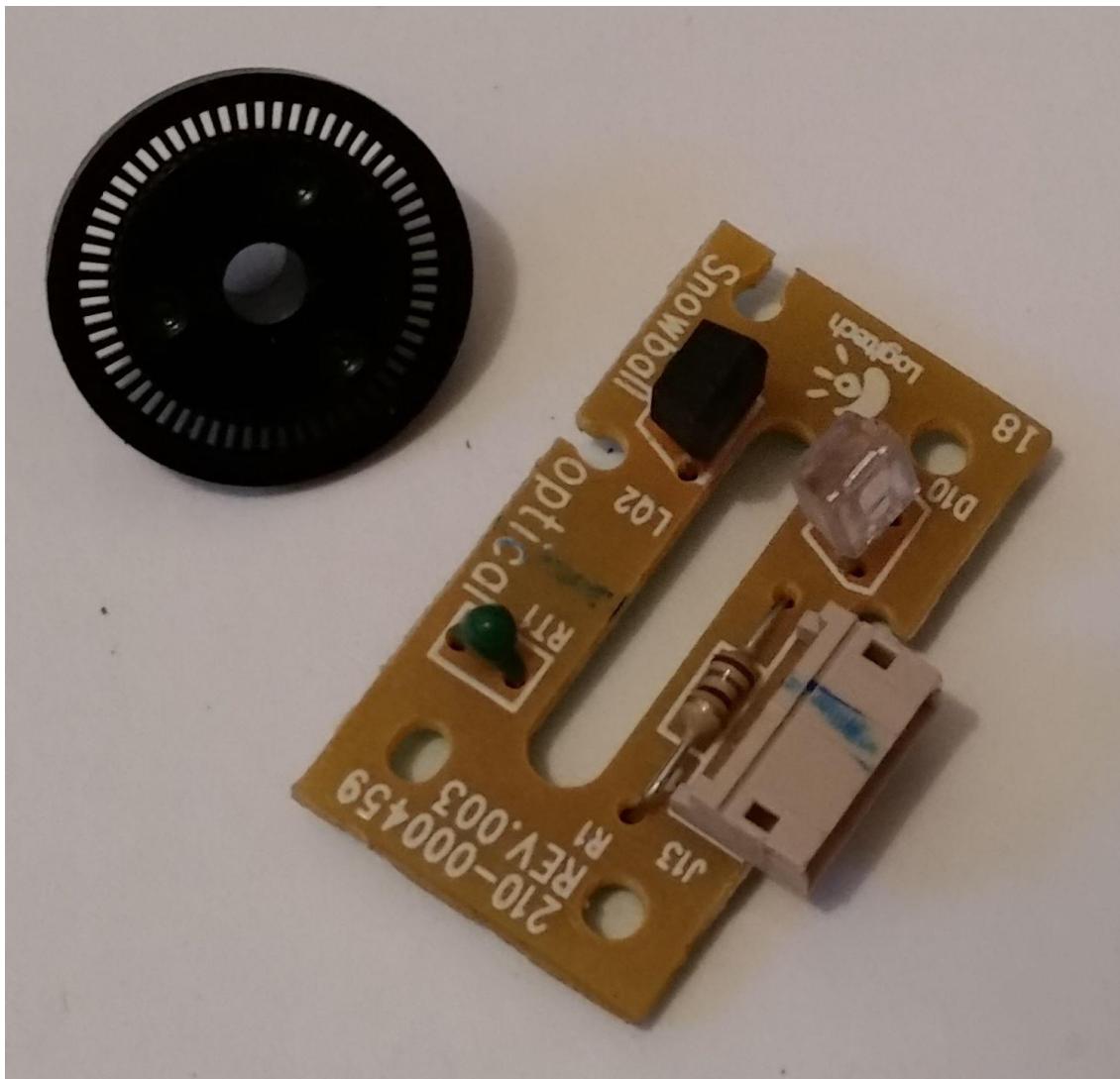
### Caractéristiques

Le disque possède 30 fentes (fonction du modèle).

La fourche optique émet 2 signaux en quadrature.

La précision atteignable avec ce codeur incrémental est de 120 informations (ou tops) par tour moteur.





### Attention

Plusieurs modèles de volants existent. La structure est la même mais le disque du codeur incrémental est différent. Sur certains modèles, le disque compte 60 fentes, sur les plus récents il en compte 30.

## B. Motorisation

### Constitution

Le volant est équipé de deux moteurs qui agissent en parallèle sur la roue dentée. Ceci permet de doubler le couple exercé sur le volant.

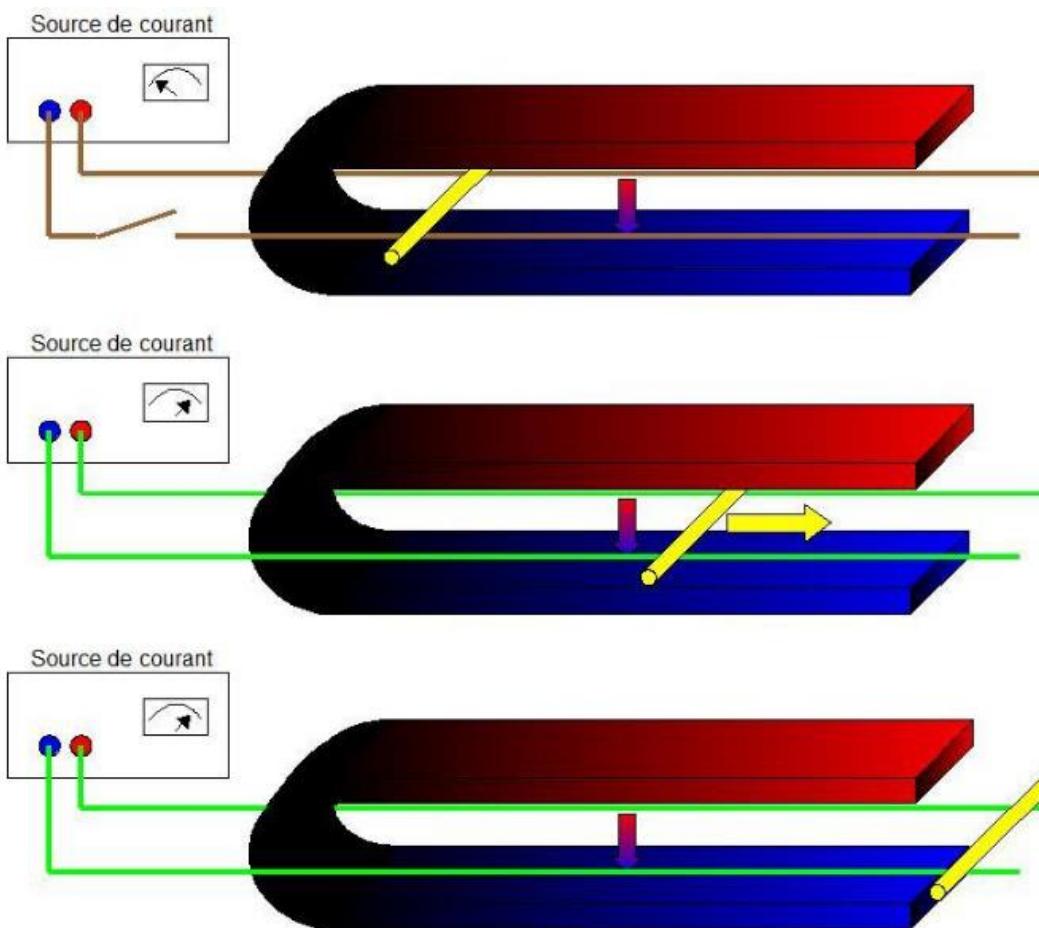
Ces deux moteurs sont alimentés en parallèle par une alimentation continue de 24 V, 2 A maximum.

Sur l'axe du moteur, un codeur incrémental peut être positionné.

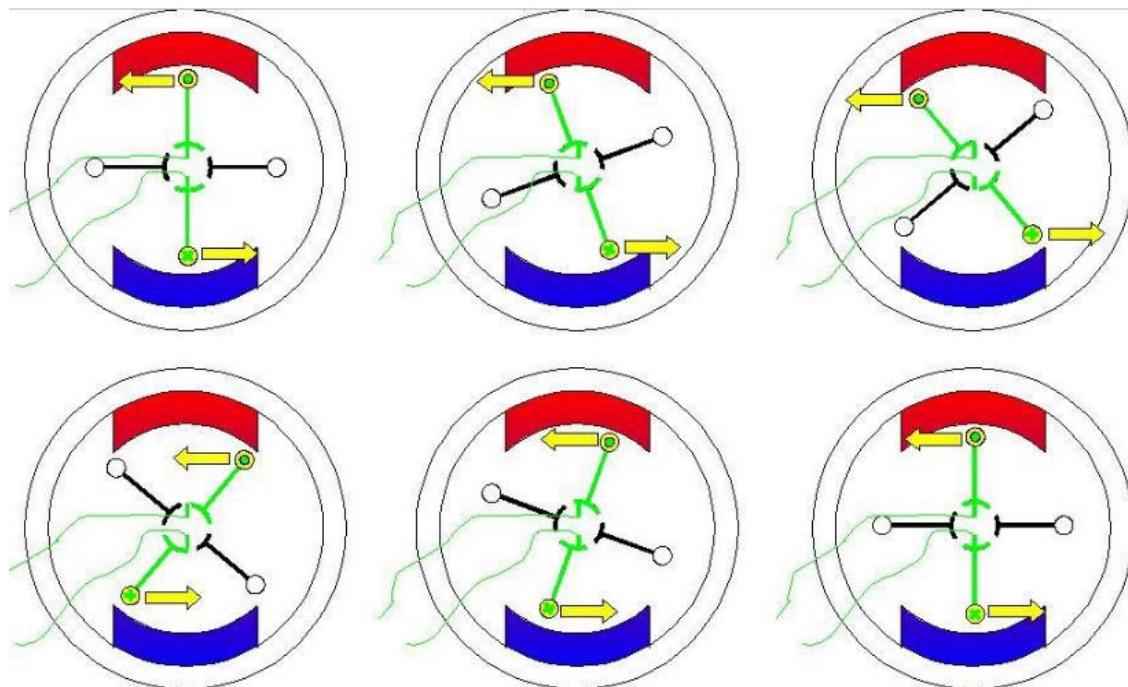


### Principe de fonctionnement du moteur à courant continu

Le moteur électrique à courant continu est constitué d'aimants et de fils enroulés. Il se base sur la force de Laplace : tout conducteur parcouru par un courant et plongé dans un champ magnétique subit une force, la force de Laplace, proportionnelle à l'intensité du courant et du champ magnétique.



Un système particulier (balais et collecteur) permet de faire varier le passage du courant dans les fils, afin de générer une force de Laplace motrice pour le mouvement de rotation.



Les équations qui traduisent le comportement du moteur à courant continu sont :

- équation électrique :  $U_m(t) = e_m(t) + R_m i(t) + L \frac{di(t)}{dt}$
- équations de couplage :  $e_m(t) = k_e \omega_m(t)$  et  $C_m(t) = k_t i(t)$  (on fait généralement l'hypothèse  $k_e = k_t$ )
- équation mécanique :  $J_m \frac{d\omega_m(t)}{dt} = C_m(t) - C_r(t) - f_v \omega_m(t)$

Les paramètres intervenant dans ces équations peuvent être obtenus dans la documentation du moteur ou bien par identification sur des essais en boucle ouverte du moteur.

### Caractéristiques

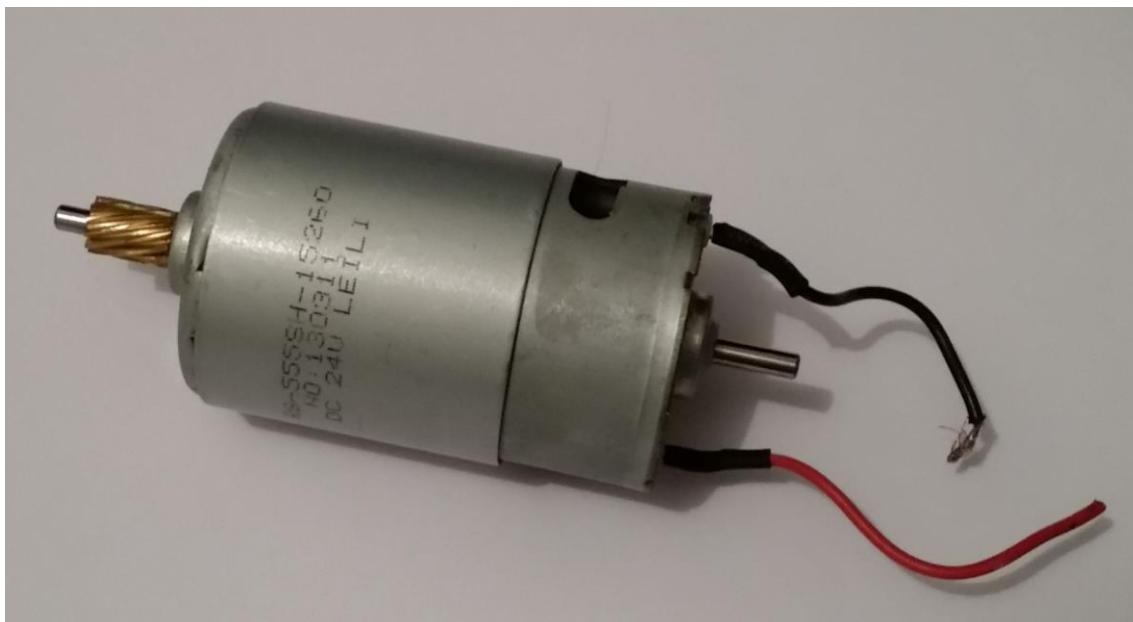
Les performances et caractéristiques du moteur sont données dans le document pdf du constructeur.

La résistance du moteur  $R_m$  est de l'ordre de 30 Ohm.

La constante de fcem  $k$  est de l'ordre de 0.13 Nm/A.

L'inductance est d'environ  $L = 1 \text{ mH}$

Le moment d'inertie du rotor  $J_m$  est d'environ  $2 \times 10^{-5} \text{ kg.m}^2$



### Remarque

Les frottements visqueux sont loin d'être négligeables lorsque les moteurs sont montés sur le volant.

### C. Transmetteur

Le réducteur est constitué d'un pignon à denture hélicoïdale solidaire de chaque moteur et d'une roue dentée solidaire de l'axe du volant.



*Roue dentée*



Le pignon possède 11 dents.

La roue en possède 180.

Les caractéristiques des dentures sont les suivantes :

- module  $m=0.35$
- angle pression  $20^\circ$
- angle d'hélice  $45^\circ$
- déport 0.3 mm
- largeur de dents 10 mm

## **D. Volant**

Le volant est solidaire des palettes de changement de vitesse et dispose de voyants lumineux et de boutons poussoirs.



### Guidage

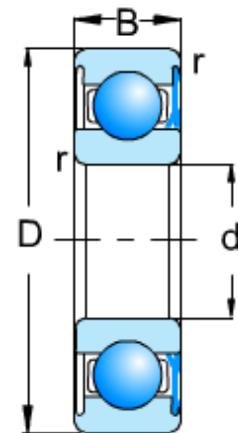
Le guidage du volant est réalisé par deux roulements à billes :

- référence 6907RS

Boundary dimensions(mm)				Basic load ratings(kN)		Limiting speeds(rpm)	Mass(Kg)	Bearing Number
d	D	B	$F_s \text{ min}$	Cr	Cor	Grease	(Approx.)	KML
35	55	10	0.6	9.55	6.85	15,000	0.074	6907-RS

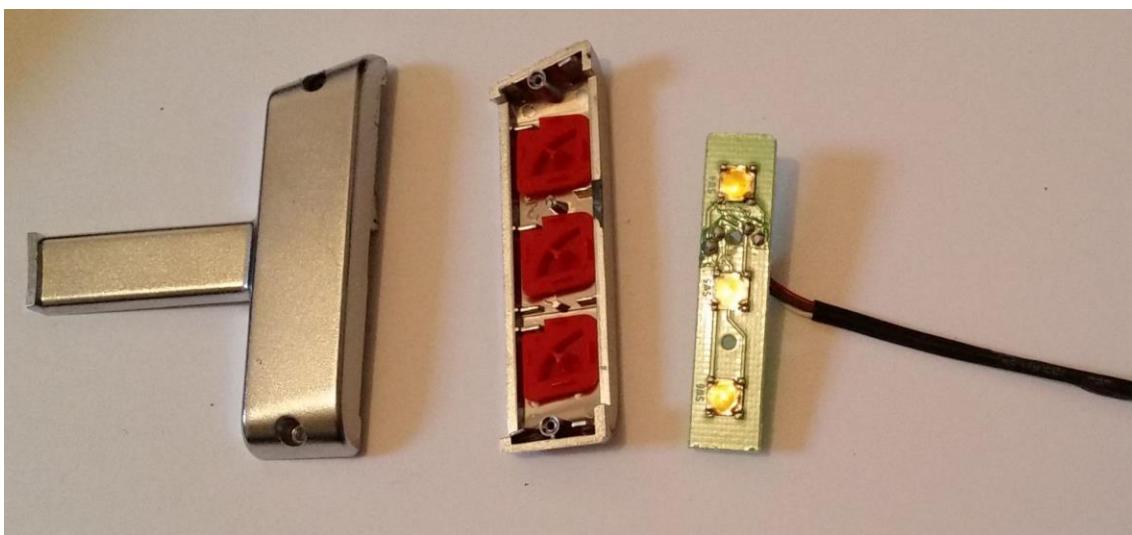
- référence 6910RS

Boundary dimensions(mm)				Basic load ratings(kN)		Limiting speeds(rpm)	Mass(Kg)	Bearing Number
d	D	B	$F_s \text{ min}$	Cr	Cor	Grease	(Approx.)	KML
50	72	12	0.6	13.4	11.2	11,000	0.132	6910-RS

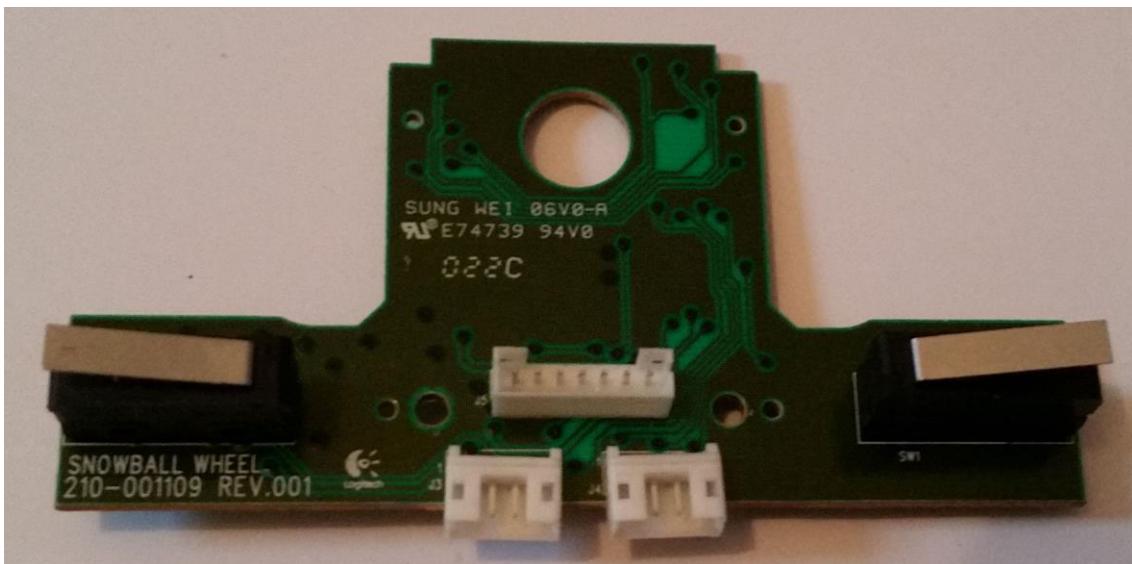


### Voyants et boutons poussoirs

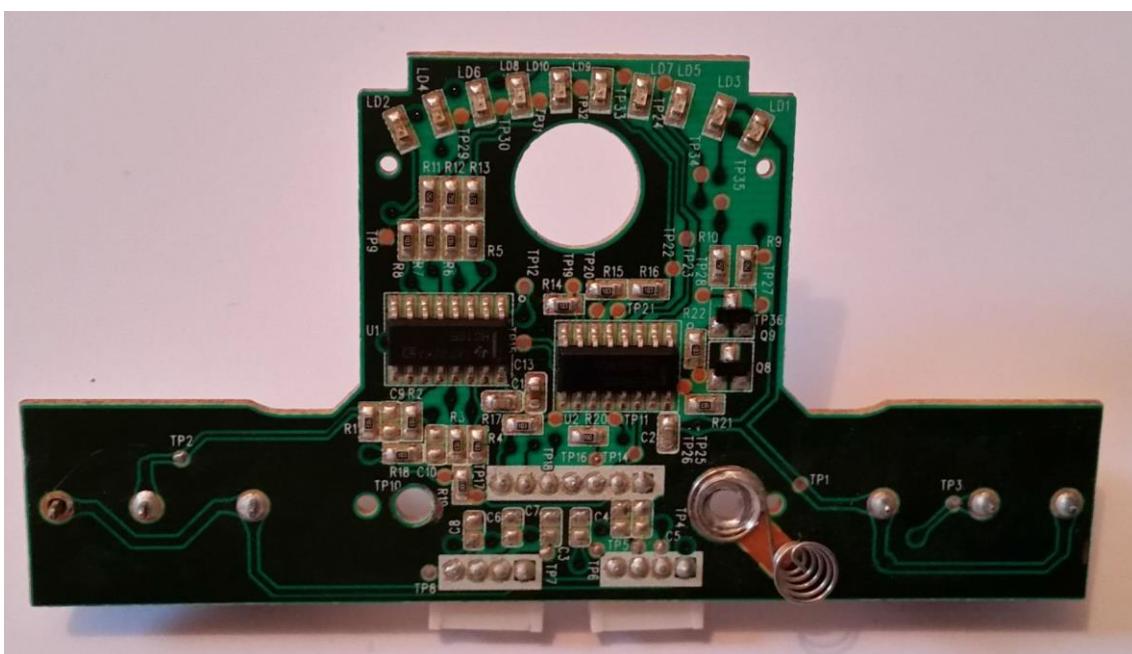
Un ensemble de voyants et boutons poussoirs sont intégrés dans le volant



L'alimentation et le traitement de ces boutons ainsi que des leds se fait sur une carte placée derrière le volant.



Carte électronique leds et boutons volant - avant



Carte électronique leds et boutons volant - arrière

## **E. Pédalier**

Le pédalier est équipé de 3 ressorts de différentes raideurs. Sur chaque axe, un potentiomètre angulaire permet d'avoir accès à l'enfoncement des pédales.



## **F. Les périphériques de jeux vidéo**

Le manche est équipé de plusieurs boutons.



## IV. Modélisations

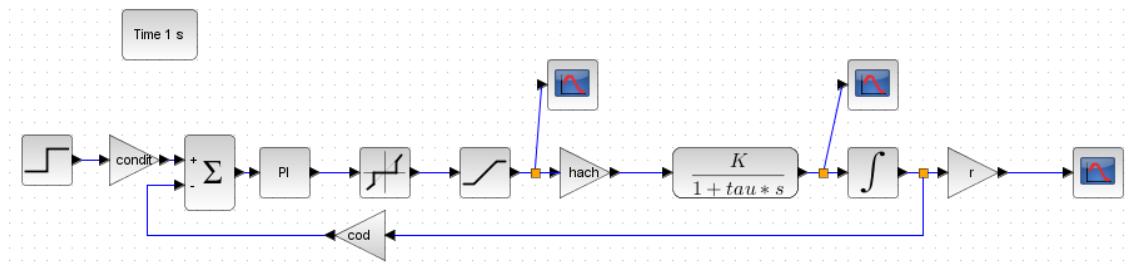
Modélisation par schéma-bloc causal

Modélisation multiphysique

Maquette volumique

### **A. Modélisation par schéma-bloc causal**

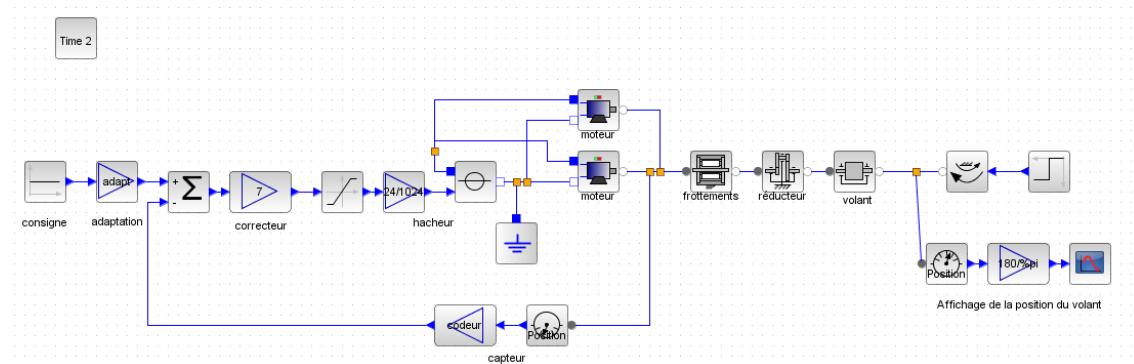
Le schéma-bloc suivant décrit le modèle de l'asservissement de position du volant.



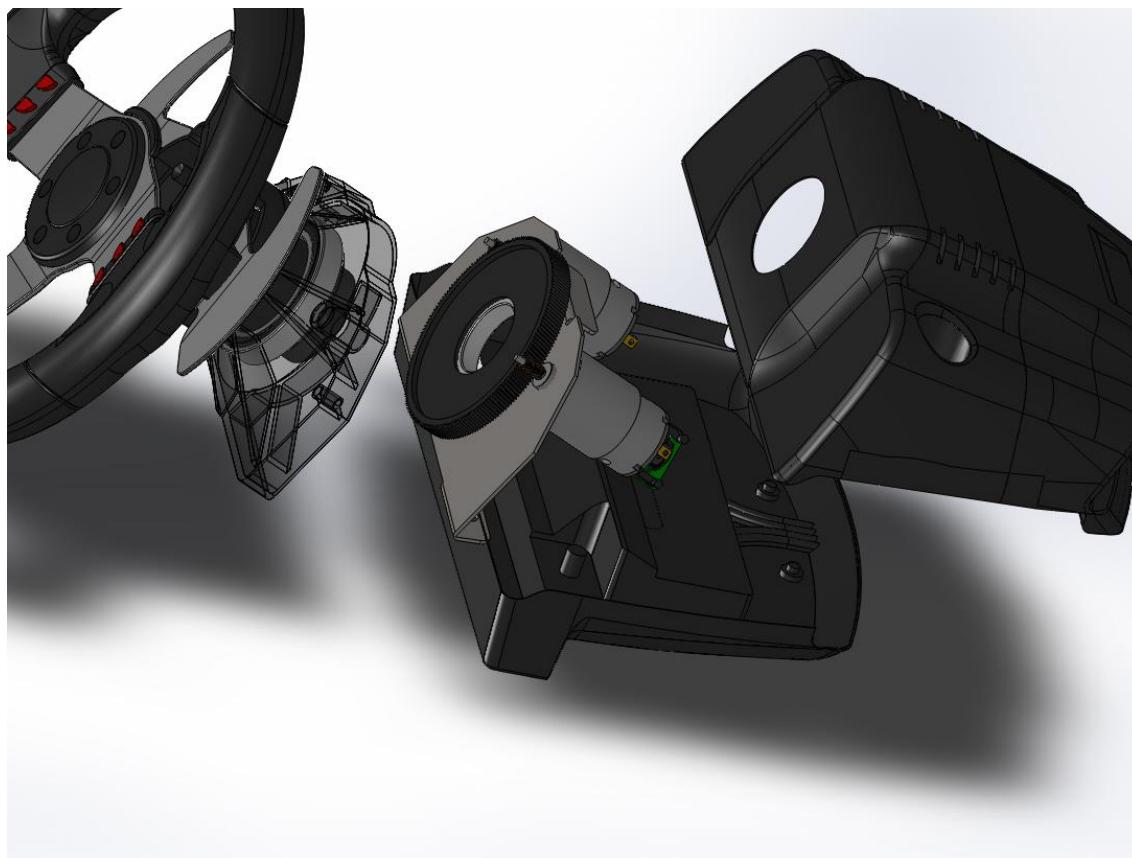
- cod représente le gain du capteur
- condit représente le gain du conditionneur
- PI est un correcteur proportionnel intégral
- Le moteur est modélisé par un premier ordre de gain K et de constante de temps tau
- r représente le gain du réducteur

## B. Modélisation multiphysique

Le schéma suivant représente l'asservissement de position sous forme acausal. Les blocs utilisent les paramètres obtenus dans les documentations des composants.



## C. Maquette volumique



## V. Documentation logicielle

### Société DMS

Aeroparc St MARTIN – 12 rue de Caulet – 31300 TOULOUSE – ☎ : + 33 (0)5 62 88 72 72 ☎ : + 33 (0)5 62 88 72 79

Site internet : [www.dmseducation.com](http://www.dmseducation.com) Email : [info@dmseducation.com](mailto:info@dmseducation.com)

Ce document et les logiciels fournis sont protégés par les droits de la propriété intellectuelle et ne peuvent pas être copiés sans accord préalable écrit de DMS.

Copyright DMS 2010

Menu principal  
Menu Acquisition  
Menu Analyses  
Menu Pilotage  
Menu Configuration

---

**Société DMS**

Aeroparc St MARTIN – 12 rue de Caulet – 31300 TOULOUSE – ☎ : + 33 (0)5 62 88 72 72 ☐ : + 33 (0)5 62 88 72 79

Site internet : [www.dmseducation.com](http://www.dmseducation.com) Email : [info@dmseducation.com](mailto:info@dmseducation.com)

Ce document et les logiciels fournis sont protégés par les droits de la propriété intellectuelle et ne peuvent pas être copiés sans accord préalable écrit de DMS.

Copyright DMS 2010

## A. Menu principal

Lorsque vous cliquez sur l'icône de l'application ClientVolant, vous arrivez sur l'écran d'accueil.

Si le boîtier du volant n'est pas correctement détecté, un icône de validation l'indique comme sur la fenêtre ci-contre.



Si le boîtier n'est pas connecté, un message indique qu'il faut vérifier la configuration. Une zone apparaît alors pour indiquer le nom ou l'adresse IP du boîtier relié au volant.

Si le nom est correct, il faut s'assurer que le boîtier est bien relié au réseau et que l'ordinateur client l'est aussi.



### Attention

Il faut s'assurer que le boîtier du volant est connecté au réseau **avant** de brancher l'alimentation du volant (qui alimente directement le boîtier).

Se référer à la notice de mise en service pour la configuration Réseau.

Sous-menus

Le logiciel comporte 5 sous-menus :



: le menu Acquisition permet de faire des relevés en fonction du temps de différentes grandeurs. L'acquisition se fait en temps réel. C'est le menu à utiliser si vous souhaitez faire une acquisition pendant une utilisation directe du volant de manière à analyser le comportement de celui-ci.



: le menu Pilotage permet de définir différentes consignes à appliquer au volant.



: le menu Analyse des résultats est disponible même si le boîtier du volant n'est pas détecté. Il permet de traiter les grandeurs physiques mesurées et sauvegardées précédemment. Il permet aussi de superposer des courbes théoriques à des relevés expérimentaux.



: le menu Configuration permet d'étalonner plus finement les grandeurs mesurées. Par défaut les coefficients indiqués sont déjà corrects.



: la documentation du système est accessible par ce bouton. Elle fournit les informations de contexte, techniques et les aides du logiciel. Vous pouvez générer à l'aide de Scenari une nouvelle documentation et choisir l'emplacement pour la documentation.

Pour quitter, cliquer sur la croix en haut à droite de la fenêtre .

Un message demande de sauvegarder ou non toutes les acquisitions valides faites pendant la session.

## B. Menu Acquisition



### Description du menu



Cliquer sur l'icône pour accéder au menu permettant de faire des acquisitions temps réels de plusieurs grandeurs issues du volant en fonction du temps.

### Grandeurs disponibles

Le logiciel permet d'afficher au cours du temps (en abscisse en secondes) les grandeurs définies dans la légende. Celles-ci peuvent être cochées ou non.

Les grandeurs accessibles sont :

- la position du moteur en tops (grandeur numérique) : position
- la vitesse angulaire du moteur en tour/min (calculée par dérivation numérique) : vitesse
- la position du volant en ° (calculée) : positionvolant
- la vitesse angulaire du volant en °/s (calculée) : vitessevolant
- la tension du moteur en V : tension
- le courant d'alimentation des deux moteurs en A : courant
- l'état d'appui du levier gauche (binaire) : levierG
- l'état d'appui du levier droit(binaire) : levierD
- la position d'enfoncement de la pédale d'embrayage : embrayage
- la position d'enfoncement de la pédale de frein : frein
- la position d'enfoncement de la pédale d'accélérateur : accelerateur
- la consigne envoyée lors d'un pilotage fait depuis l'interface (unité dépendant du mode de pilotage) : consigne

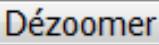
- la commande PWM envoyée au hacheur du moteur (en mode pilotage uniquement, grandeur numérique) : commande

Les labels à côté de chaque grandeur sont utilisés dans le menu Analyse pour réaliser des opérations sur les données.

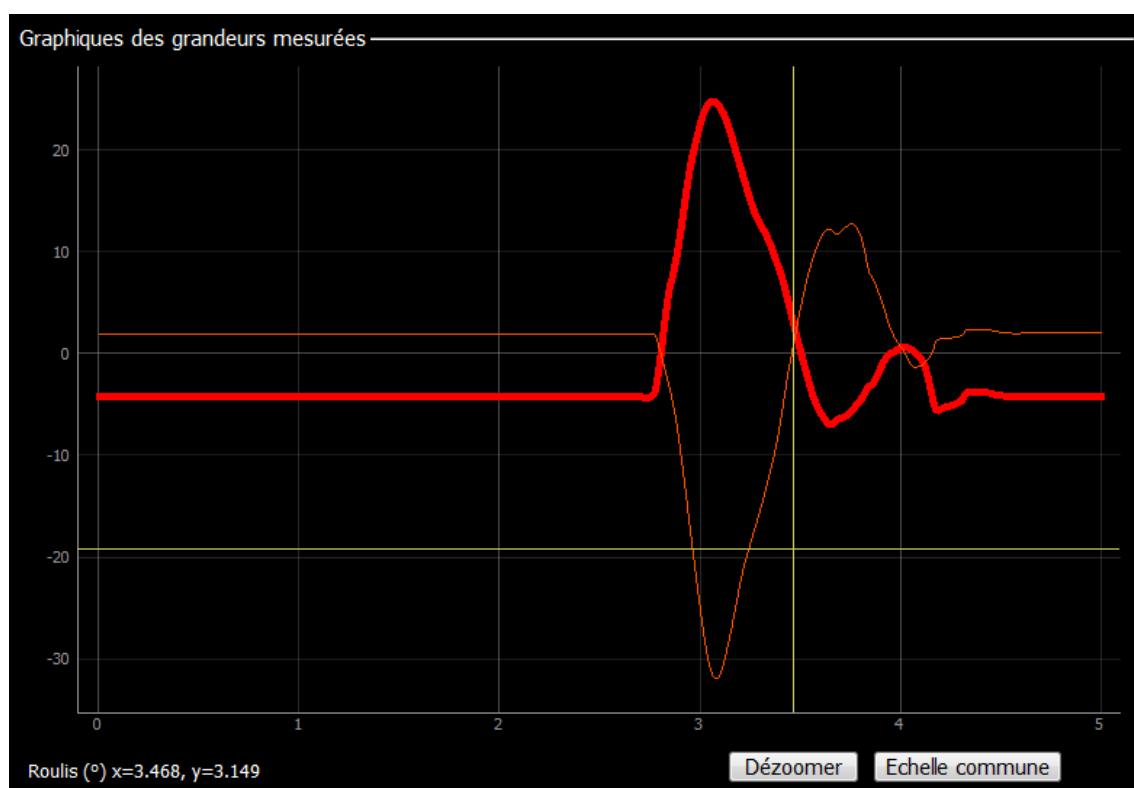
### Outils d'analyse

Les attributs graphiques (couleur, épaisseur, type...) des différentes courbes peuvent être changés en cliquant sur les symboles situés à côté de la légende.

L'icône  **Pleine Echelle** permet de mettre à la même échelle (normalisée entre -1 et 1) plusieurs grandeurs qui ne sont pas nécessairement du même niveau.

Pour faire un zoom, il suffit à l'aide de la souris de sélectionner une zone à agrandir. L'icône  **Dézoomer** permet de revenir à l'échelle réelle.

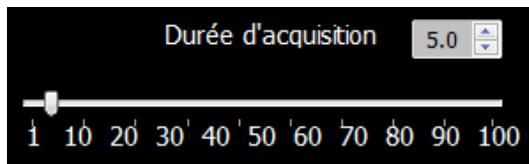
Il suffit de cliquer sur une courbe pour la mettre en surbrillance et obtenir des informations sur les valeurs à 3 chiffres significatifs en bas de la fenêtre. Le curseur indique la valeur pour le temps sélectionné quelle que soit la position verticale de celui-ci.



L'icône **Statistique** permet de choisir une zone pour laquelle des grandeurs telles que la moyenne, le minimum, le maximum... seront calculées. Les informations sont disponibles en bas de la fenêtre. La fenêtre de statistique peut être déplacée et agrandie en jouant sur les curseurs extrémités.

### Réaliser une mesure

Avant de lancer une mesure, il est nécessaire de spécifier la durée d'acquisition souhaitée en utilisant les curseurs ou en entrant directement la durée en seconde.



Un nom par défaut et le type de mesure est donné dans la zone Paramétrage.

Vous pouvez si nécessaire renseigner la zone Description qui sera gardée en mémoire pour une mesure valide et accessible comme info bulles dans le menu Analyse.



Le bouton Enregistrer  permet de sauvegarder la mesure courante même si elle n'a pas été mémorisée à la fin de l'acquisition. Il faut renseigner la zone description obligatoirement ainsi qu'un nom de fichier texte.

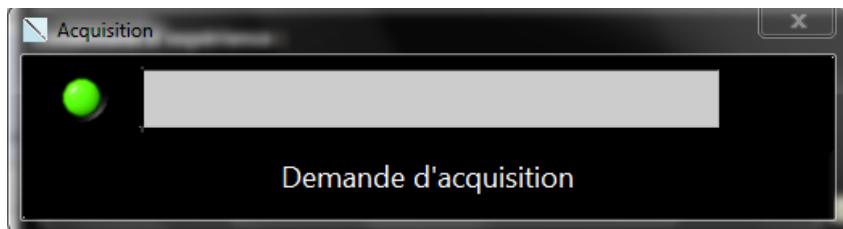
Toutes les mesures mémorisées seront enregistrées en quittant le logiciel si l'utilisateur le demande.



Le bouton  permet de démarrer la mesure. Une fenêtre Demande d'acquisition s'ouvre. Après vérification qu'une mesure n'est pas déjà en cours et que le serveur est disponible, l'acquisition est lancée et une barre de progression s'affiche.



Si la barre de progression reste bloquée, appuyer sur le bouton



Vous pouvez stopper la mesure à tout moment en appuyant sur le bouton

A la fin de la mesure ou si celle-ci a été stoppée par l'utilisateur, une fenêtre vous demande si vous souhaitez conserver la mesure en cours. Elle est alors disponible dans le menu Analyse pour un traitement spécifique des courbes.

**Attention, si vous ne cliquez pas sur Oui, la mesure sera effacée à la prochaine acquisition.**

**Voulez-vous mémoriser cette acquisition ?** **Oui** **Non**

Vous pouvez cependant enregistrer la mesure affichée pour exploitation en cliquant sur la disquette. La mesure et son descriptif sont alors sauvegardée en mémoire automatiquement.

Petite astuce : si l'enregistrement est annulé, la mesure est quand même mémorisée pour exploitation dans le menu analyse (ceci permet de mémoriser après coup une acquisition).

Le bouton  permet de réaliser une capture d'écran de la mesure courante (format image png). Une légende est insérée automatiquement.

Une fois l'acquisition terminée, vous pouvez revenir au menu principal en utilisant le bouton



Le bouton  permet d'accéder directement au menu Pilotage.

## C. Menu Analyses



Ce menu est accessible depuis le menu principal par l'icône . Il permet de combiner des grandeurs, de tracer l'une en fonction de l'autre mais également de comparer des courbes expérimentales et théoriques.

### Choix d'une mesure

Les mesures enregistrées dans le menu Acquisition pendant une session sont accessibles depuis le bandeau supérieur.



Vous pouvez sélectionner jusqu'à 4 mesures pour superposition si nécessaire. Pour cela, sélectionnez dans les menus déroulants votre mesure 1 (le menu déroulant 2 est alors disponible). Une fois la mesure sélectionnée, si vous passez et maintenez la souris au dessus du menu déroulant, la description renseignée dans le menu Acquisition pour la mesure donne des informations utiles !

Vous pouvez supprimer des mesures de manière définitive en les sélectionnant dans ces



menus déroulants et en cliquant sur le symbole .

Il est possible de charger des mesures déjà enregistrées sur le disque dur en cliquant sur le



bouton .

Les mesures chargées sont mises à la suite des mesures de la session. Elles ne peuvent ni être à nouveau enregistrées ni effacées du disque dur depuis le logiciel.

### Remarque

Si le fichier chargé a été obtenu par enregistrement depuis le logiciel client, aucun message n'apparaît et les mesures sont accessibles directement.

Si le fichier chargé correspond à un export d'un logiciel quelconque (Scilab, Matlab, Solidworks...), une fenêtre vous demande d'associer les grandeurs lues dans le fichier aux grandeurs affichées dans l'interface. Plusieurs fichiers peuvent être lus et les colonnes de données sont simplement juxtaposées.

Les fichiers texte ou csv doivent contenir des données séparées par des virgules, des points virgules ou des tabulation. La fenêtre propose de sélectionner le type de séparateur (mais propose celui qui semble le plus adapté). Attention les données numériques doivent être écrites avec des points comme séparateur décimal.

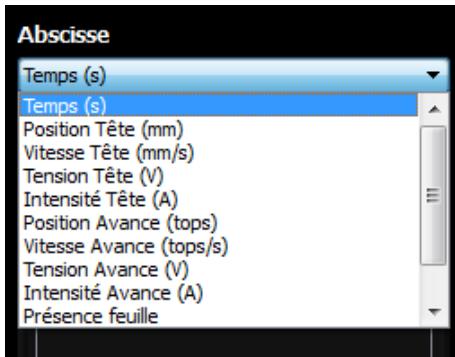
Le format du fichier texte ou csv lu est le suivant :

- une ou plusieurs lignes de description
- une ligne d'entête contenant les labels des colonnes de données (si aucune ligne n'est présente, le label Colonne i est proposé)
- des lignes de données séparées par un point virgule ou autre séparateur

Si les données sont correctement exportées il est possible de conserver l'association effectuée dans le fichier texte pour éviter d'avoir à la refaire si le même fichier doit être importé.

### Sélection de l'abscisse et des ordonnées

En cliquant sur la flèche sous la zone Abscisse, on accède à toutes les grandeurs disponibles. Sélectionner la grandeur souhaitée.



Les ordonnées sont sélectionnées en cliquant sur les boutons correspondant, autour de l'image centrale.



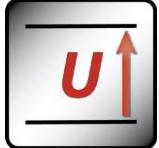
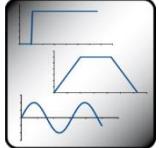
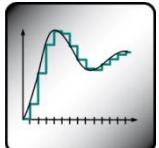
Les boutons apparaissent alors en surbrillance



Pour tracer les courbes, il suffit d'appuyer sur le bouton . Le menu obtenu est le même que celui d'affichage des courbes du menu Acquisition.

Les grandeurs sélectionnables sont les suivantes :

Icône	Description
	position du moteur en tops (grandeur numérique)
	vitesse angulaire du moteur en tour/min (calculée par dérivation numérique)
	position du volant en °
	vitesse angulaire du volant en °/s

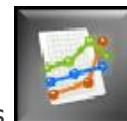
	tension du moteur en V
	courant d'alimentation des deux moteurs en A
	état d'appui du levier gauche (binaire)
	état d'appui du levier droit(binaire)
	enfoncement de la pédale d'embrayage
	enfoncement de la pédale de frein
	enfoncement de la pédale d'accélérateur
	consigne (en mode pilotage uniquement), unité fonction du type de consigne et de pilotage
	commande PWM envoyée au moteur



Le bouton Export csv permet d'enregistrer les données sur le disque dur en un format lisible par les tableurs standards (open/libreoffice, excel).

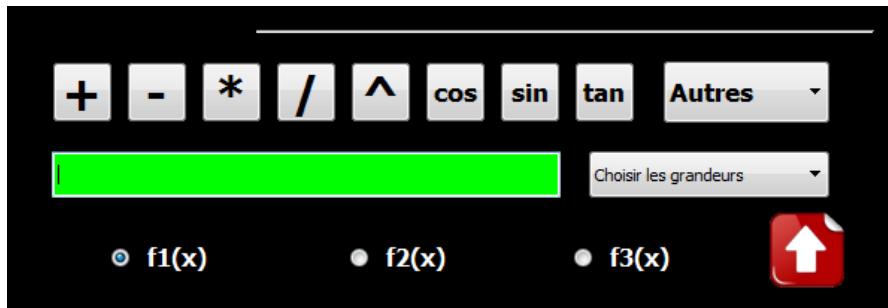


Les icônes grisés deviennent accessibles quand de 1 à 3 fonctions combinant les



grandeur mesurées sont définies depuis le menu Opérations

### Complément : Menu Opérations

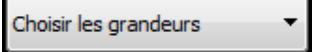


Renseigner la zone verte soit en tapant directement la formule désirée soit en sélectionnant les opérateurs et les grandeurs disponibles.

Si une formule est incomplète ou fausse, la zone devient rouge. Une coche verte apparaît quand la fonction est assignée (automatiquement).



En sortant du menu , les formules sont automatiquement mémorisée et les fonctions assignées sont disponibles pour un tracé.



Les labels des grandeurs mesurées sont disponibles dans le menu .

Les labels sont ceux spécifiés lors de la définition de l'interface.

### Attention

Il n'est actuellement pas possible de mettre plus d'une dérivation ou intégration dans une opération. Par contre il est possible de calculer la dérivation de n'importe quelle fonction.

### Conseil

L'opération de dérivation correspond au calcul du taux d'accroissement  $\Delta y/\Delta t$ . Le pas de temps utilisé est en général très petit (de l'ordre de la milliseconde). Ceci peut produire du bruit numérique sur des données mesurées qui ne fluctuent pas trop.

Pour adapter le pas de temps et pouvoir avoir ainsi une mesure plus propre directement, il est possible de passer en argument le pas de temps souhaité : exemple derivation(data,0.1) correspondra au calcul pour chaque piquet de temps de  $\Delta data/0.1$ . Si aucun argument n'est utilisé, le pas de temps par défaut est utilisé : exemple derivation(data).

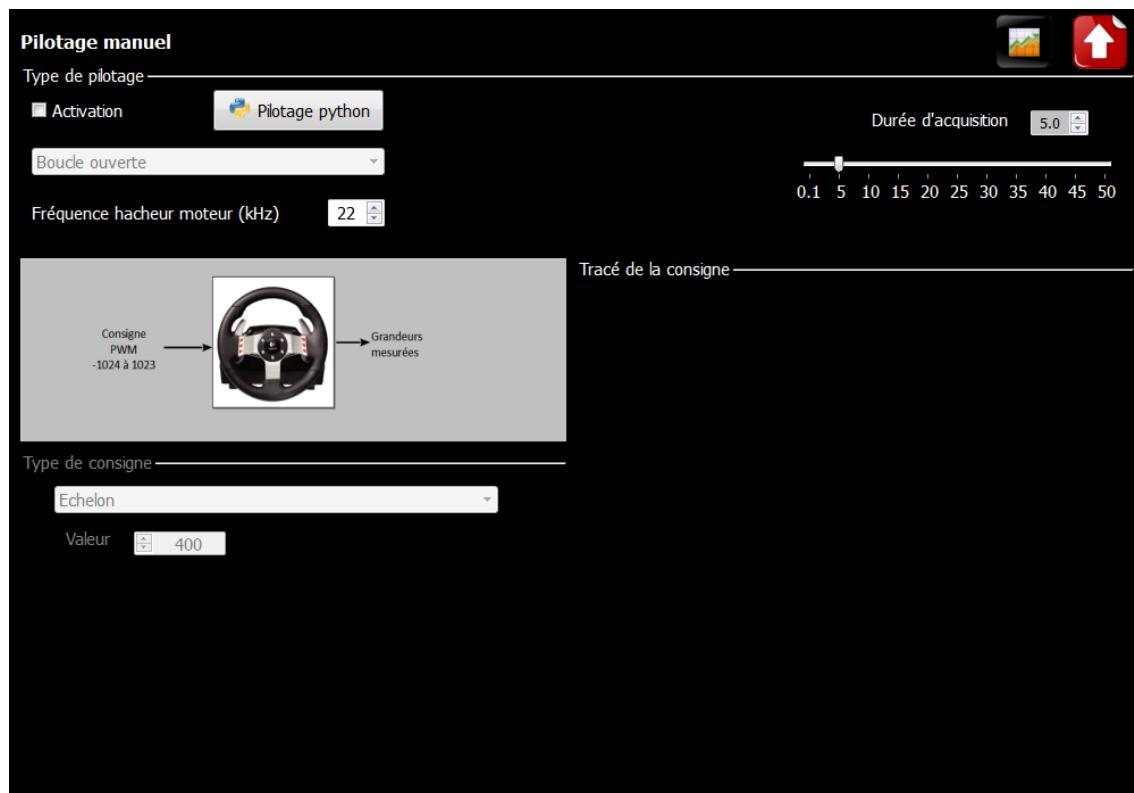
## **D. Menu Pilotage**

### *Présentation*



Le menu est accessible depuis le menu principal par l'icône  ou bien directement depuis le menu Acquisition (même icône).

On peut accéder aux sous-menus uniquement si Pilotage manuel actif est coché.



**Pilotage manuel**

Type de pilotage

Activation      

Boucle ouverte

Fréquence hacheur moteur (kHz)      22

Durée d'acquisition      5.0

Diagramme de blocs : Consigne PWM (-1024 à 1023) → Volant → Grandeur mesurée

Type de consigne

Sinus

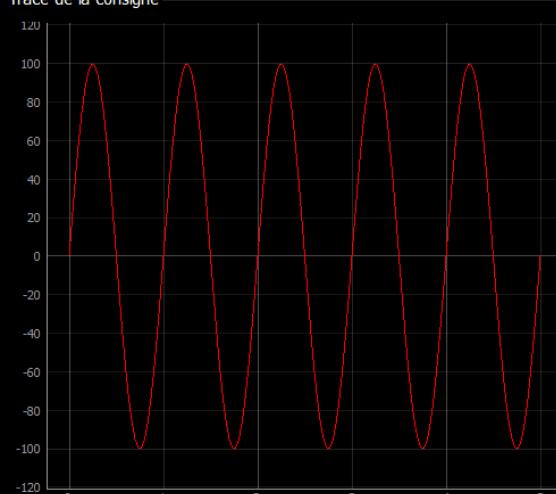
Amplitude : 100

Fréquence : 1.00

Période : 1.00

Nombre de cycles : 1

Tracé de la consigne




Le bouton permet de revenir directement au menu Acquisition sans passer par le menu principal et ainsi pouvoir lancer l'acquisition et le pilotage en même temps.



Le bouton permet de revenir au menu principal.

### Types de pilotage

Différents types de pilotage sont à choisir dans le menu déroulant :

- Boucle ouverte
- Boucle fermée en vitesse
- Boucle fermée en position

Des schémas-blocs apparaissent automatiquement en fonction du type de pilotage demandé et renseignent sur la structure du pilotage.

La fréquence du hacheur utilisé pour ces modes de pilotage peut être modifiée depuis l'interface. La valeur par défaut est automatiquement chargée au démarrage. Il est possible de faire varier la fréquence de 1 à 30 kHz. Un bon comportement n'est pas garanti.

A chaque fin de pilotage, le volant revient automatiquement en position médiane (on repasse en fonctionnement originel du volant).

### Choix de la consigne

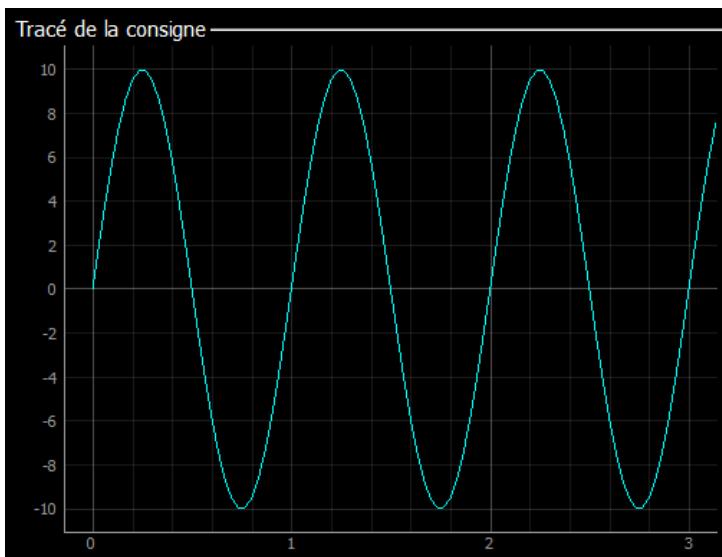
L'utilisateur peut choisir entre une consigne :

- en échelon
- en sinus
- affine par morceaux

La durée de mesure est automatiquement adaptée pour certaines consignes (sinus, affine par

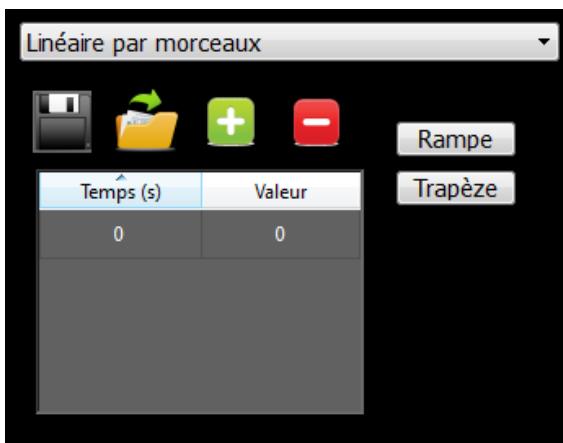
morceaux).

Une zone graphique est disponible pour afficher la consigne demandée.



Les amplitudes maximales des consignes sont limitées pour éviter d'abîmer le volant.

#### Description de la consigne affine par morceaux



Ajouter des lignes au tableau en cliquant sur l'icône . Renseigner ensuite l'instant correspondant au point anguleux de la loi affine par morceaux et la valeur souhaitée de consigne.

Pour supprimer une ligne, il suffit de se placer sur cette ligne et cliquer sur l'icône .

La zone d'affichage de la consigne aide à la définition correcte de la loi souhaitée.

Les données sont automatiquement rangées par ordre croissant des valeurs temporelles renseignées.

Le logiciel autorise toutes les valeurs mais un message d'erreur s'affichera au lancement de la mesure si les valeurs ne sont pas correctes, notamment si deux instants sont identiques.

La première valeur est toujours 0 - 0.

Des boutons permettent de tracer rapidement différentes lois (trapèze, rampe).

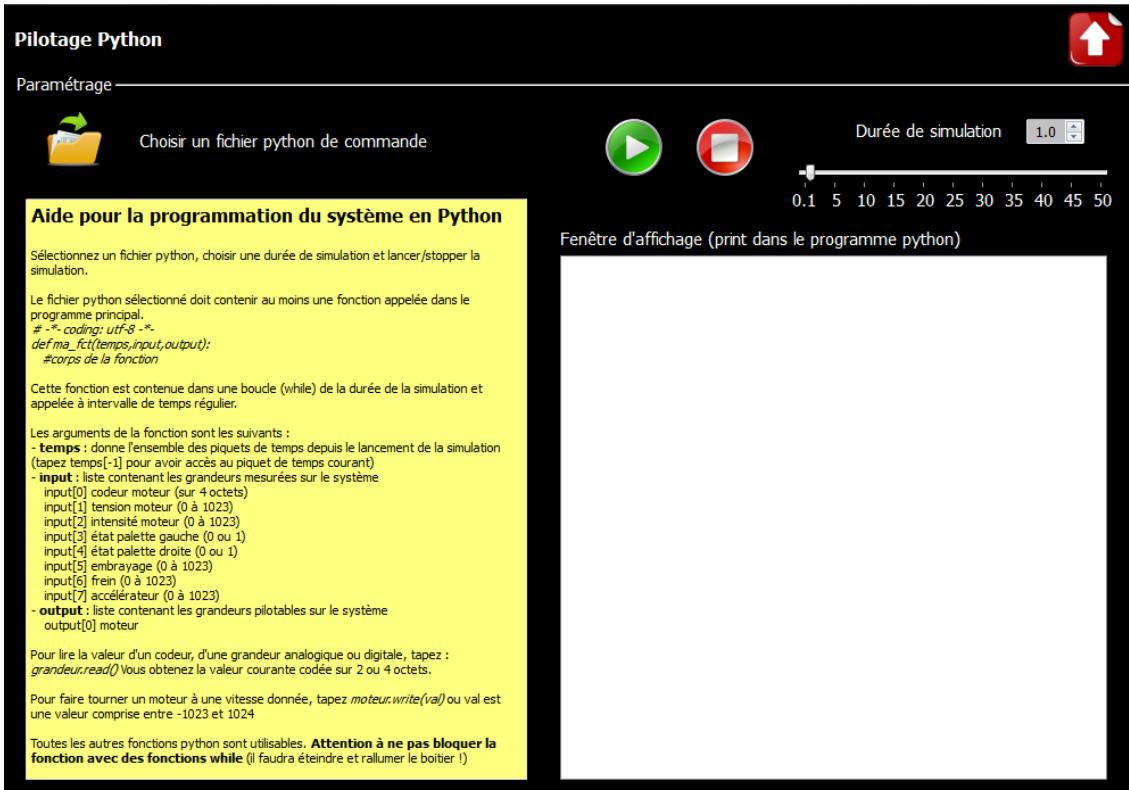


Vous pouvez sauvegarder des lois renseignées en cliquant sur .



De même, pour charger une loi déjà sauvegardée, il suffit de cliquer sur . Un exemple de loi trapèze est disponible dans le répertoire d'installation du logiciel.

### Menu Pilotage Python



En cliquant sur le bouton  **Pilotage python**, on rentre dans un mode qui permet de tester une commande écrite en python.

Ce mode est basé sur la syntaxe de la librairie Py2duino mais ne nécessite pas de déclarer les variables correspondant aux moteurs ou aux capteurs.

Une zone d'aide permet d'informer sur la syntaxe et le nom de la fonction à renseigner.

La zone blanche est une zone de débogage qui affichera les print renseignés dans le programme Python utilisateur.



Sélectionner un fichier python contenant la fonction ma\_fct à l'aide de l'icône .

Puis choisir une durée de simulation et la lancer en cliquant sur le bouton  . Vous pouvez la stopper à tout moment

Des exemples de fichiers python sont disponibles dans le répertoire par défaut exemples\_python. Vous pouvez les copier et les ouvrir avec n'importe quel éditeur python.

## E. Menu Configuration



Ce menu est accessible depuis le menu principal en cliquant sur l'icône.

	A	B		A	B
Position moteur (tops)	1.000000	0.000000	Vitesse moteur (tr/min)	0.500000	0.000000
Position volant (°)	0.183000	0.000000	Vitesse volant (°/s)	0.183000	0.000000
Tension moteur (V)	0.031500	0.000000	Intensité moteur (A)	0.004439	-512.000000
Etat Levier Gauche	1.000000	0.000000	Etat Levier Droit	1.000000	0.000000
Embrayage (%)	0.100000	0.000000	Frein (%)	0.100000	0.000000
Accélérateur (%)	0.100000	0.000000	Consigne	1.000000	0.000000
Commande (PWM)	1.000000	0.000000			

Ce menu permet de :

- définir l'adresse IP du boîtier pour faire des acquisitions/pilotage à distance. Normalement cette zone est accessible en façade quand le boîtier n'est pas bien reconnu.
- définir le chemin de la documentation accessible par l'icône correspondant dans le menu principal
- affiner les gains et offsets des grandeurs mesurées si nécessaire



### Définition de l'adresse IP

Le nom du boîtier à renseigner dans le menu accueil est disponible par une étiquette sur celui-ci.

Vous pouvez cependant dans une fenêtre Dos taper la commande : ping nom\_boitier pour obtenir l'adresse IP de celui-ci. C'est cette adresse qui apparaît dans le menu configuration.

Cliquer sur OK pour vérifier que l'adresse est correcte (ou sortir du menu Configuration). Un message indiquera si l'adresse est correcte.

Il est peut être nécessaire de relancer l'application une fois pour que l'adresse soit bien mémorisée.

Cette opération n'est plus à faire pour les prochaines fois car celle-ci est automatiquement

enregistrée sur le PC client.

Si vous souhaitez changer de boîtier, il suffit de renseigner une adresse IP erronée pour permettre de mettre un nouveau nom de boîtier.

#### Définition du chemin de la documentation

Une documentation complète est disponible dans le répertoire d'installation. Elle a été réalisée avec le logiciel Scenari.

Si vous souhaitez simplifier la documentation et la rendre disponible dans le logiciel (en la plaçant par exemple sur un disque réseau), vous devez choisir le chemin de cette documentation dans le menu configuration.

#### Etalonnage des grandeurs mesurées

Chaque grandeur a été étalonnée en usine (gains et offsets renseignés par défaut dans l'application). Si vous modifiez ces valeurs, elles sont automatiquement utilisées pour la mesure suivante et sont enregistrées dans le PC client (fichier configuration.ini dans le répertoire d'installation du logiciel). Vous pouvez revenir aux valeurs initiales en cliquant sur

**Restaurer les valeurs par défaut**

Les coefficients gains a et offsets b jouent sur une grandeur mesurée x de la manière suivante :  $y=a*(x+b)$

Il n'est pas nécessaire de fermer le logiciel pour que les grandeurs soient automatiquement étalonnées. Attention cette modification ne s'applique pas aux mesures déjà obtenues.