

# STI2D

# Catalogue 2017-2018

*Enseignement*

*Transversal*

*ITEC*

*EE*

*SIN*

*AC*

**VRS-500**



**HEMOMIXER V2**

**PIXIO**



**GIMBLESS**

**CHRONOPRO**



**FITLUX**

**DIDASTEL**



**PROVENCE**

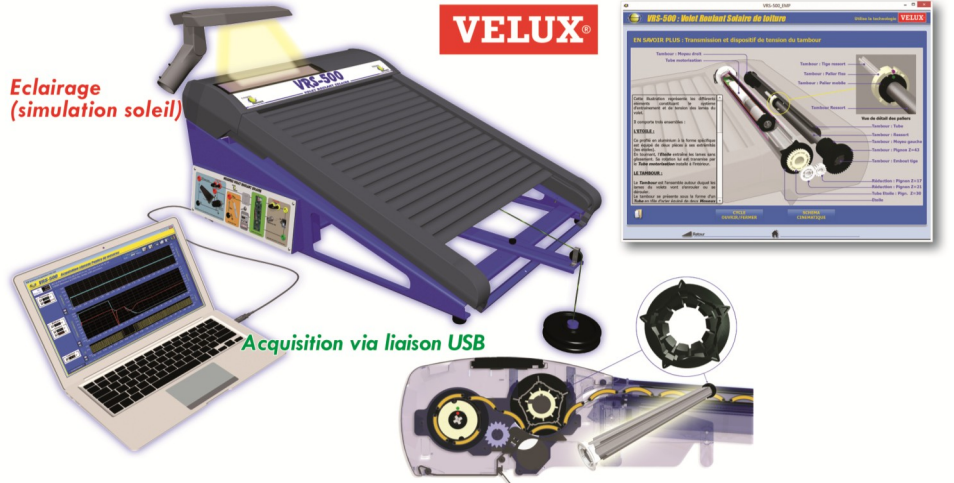


# VRS-500

Volet roulant solaire motorisé

Un système réel,

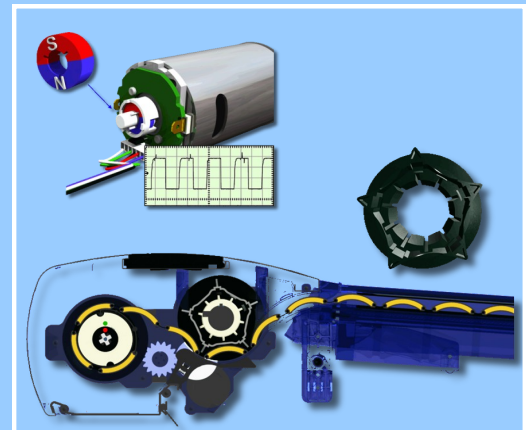
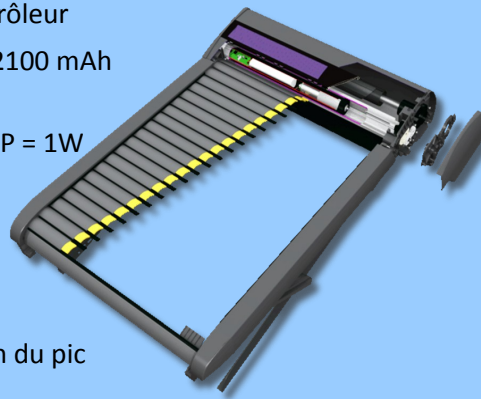
en situation réelle



Fonctionnant de jour comme de nuit, ce volet roulant est entièrement autonome. Doté de sa propre batterie et de son panneau solaire, il n'a besoin d'aucune source d'alimentation externe. Grâce à son micro-contrôleur et à son moteur équipé d'un capteur à impulsions, il sait différencier un blocage intempestif d'un arrêt sur butée.

## CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

- Commande du volet par micro-contrôleur
- Batterie Nimh 9 éléments - 10,8V - 2100 mAh (Autonomie 150 cycles)
- Cellule PV type amorphe - 170cm<sup>2</sup> - P = 1W
- Moteur CC 9V / 5000 Tours/mn - Couple 18mNm - P=15W
- Codeur moteur à effet Hall
- Pilotage du moteur en MLI en phase de démarrage pour limitation du pic de courant et profil de rampe



- Réducteur épicycloïdal 4 étages - rapport de réduction 1/530
- Système à étoile 5 branches breveté pour entraînement des lames sans glissement
- Tambour à paliers fixe et mobile avec ressort précontraint pour tension des lames et enroulement des lames sur le tambour
- Détection de blocage par surveillance du courant et de la vitesse moteur (codeur)

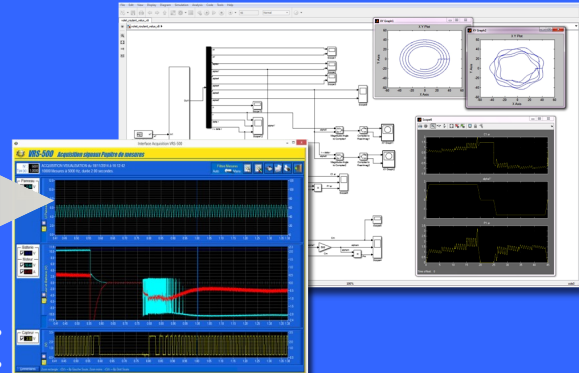
Du système réel

Au système instrumenté

Performances mesurées sur le système simulé

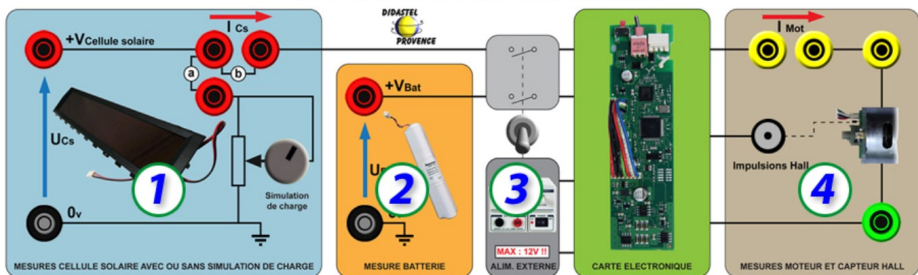


Performances mesurées sur le système instrumenté du laboratoire



LE PUPITRE DE MESURES

MESURES VOLET ROULANT SOLAIRE



Zone 1 "Cellule Solaire"

Mesure de la tension aux bornes de la cellule dans 2 cas :

- cellule reliée à la carte électronique (conditions normales) ;
- cellule isolée de la carte et raccordée à une charge variable (potentiomètre).
- Mesure du courant en plaçant un ampèremètre en lieu et place du shunt "b".

Zone 4 "Motoréducteur"

- Mesure du courant et de la tension aux bornes du moteur.
- Mesure du signal de sortie du capteur à effet Hall intégré au codeur moteur (Prise BNC).

Toutes ces grandeurs physiques sont reprises par la carte d'acquisition numérique intégrée au pupitre .

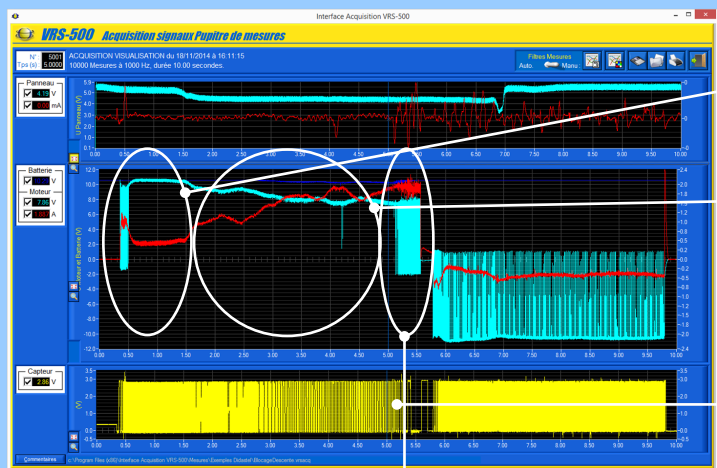
Zone 2 "Batterie"

Mesure de la tension aux bornes de la batterie (sélecteur "source d'alimentation" en haut).

Zone 3 "Sélecteur source d'alimentation"

Ce sélecteur permet de choisir entre la batterie du volet comme source d'alimentation ou une alimentation de laboratoire à raccorder à l'arrière du châssis.

SEQUENCE DETECTION BLOPAGE



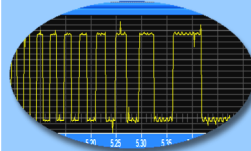
Phase 1 - Fonctionnement normal du système.

- Le volet se déplace normalement ;
- Le courant et la tension sont constants ;
- Le codeur délivre des impulsions à fréquence constante.

Phase 2 - Blocage du volet

La lame bloquée n'avance plus, mais l'étoile continue d'entraîner les lames avec une compression progressive de celles-ci ;

- Le courant augmente progressivement ;
- La fréquence des impulsions codeur diminue progressivement.



Les créneaux de la trame codeur s'espacent, indiquant le ralentissement du moteur jusqu'à l'arrêt de celui-ci.

Phase 3 - Détection du blocage par ralentissement et arrêt

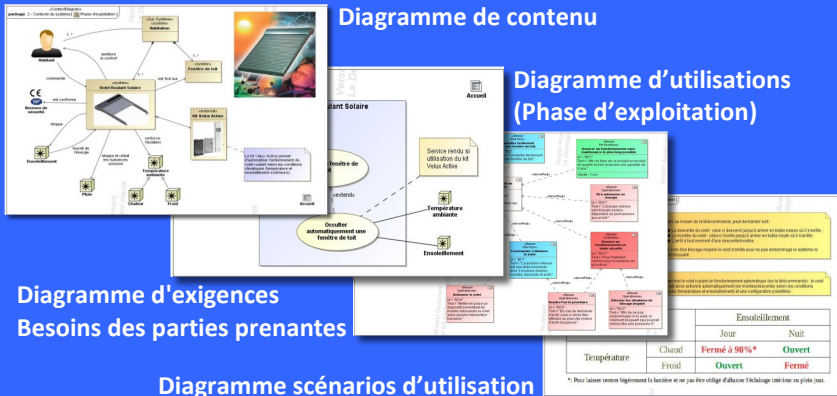
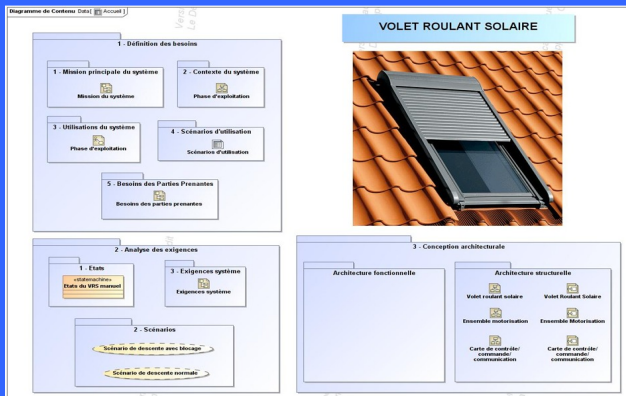
- Une Modulation de Largeur d'Impulsion (MLI) est appliquée sur la tension de commande moteur afin de limiter le courant ;
- Le courant est stabilisé ;
- L'intervalle entre chaque impulsion du capteur grandit

Arrêt du moteur:

Les lames sont toutes comprimées et l'étoile s'arrête de tourner ;

- Le courant est stabilisé ;
- le codeur ne délivre plus de signal.
- L'arrêt moteur par coupure de la tension d'alimentation est provoqué.

LA DESCRIPTION SYSML





**LES LOGICIELS FOURNIS :**

**1 Environnement Multimédia intuitif comportant:**

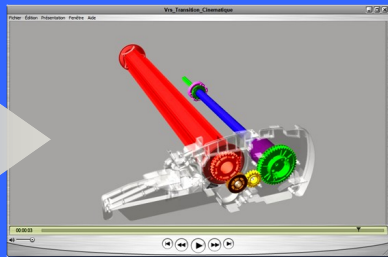
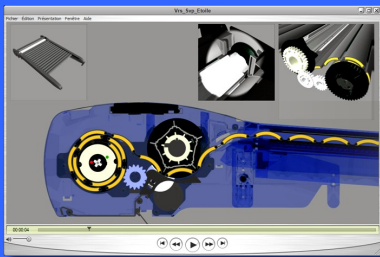


- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Description fonctionnelle et contextualisation par vidéos
- Description détaillée de chaque sous-ensemble fonctionnel avec animations 3D et ressources documentaires



- Accès interactif aux constituants et à leur documentation
- Animations 3D du principe de fonctionnement du mécanisme
- Guidance et diaporama pas-à-pas pour:
  - La mise en œuvre et l'exploitation du système
  - La préparation des mesures et acquisitions

**Possibilité d'extractions video :**



- Vues en coupe, fondus, vues éclatées 3D animées

**1 Interface d'acquisition des grandeurs physiques :**



**Grandeurs mesurées:**

- Tension panneau
- Courant panneau
- Tension batterie
- Tension moteur (signée)
- Courant moteur (signé)
- Trame du codeur à effet Hall

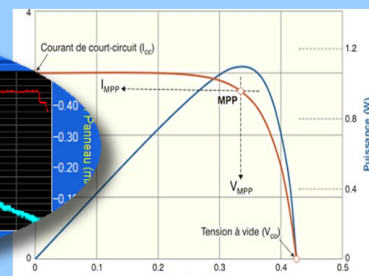
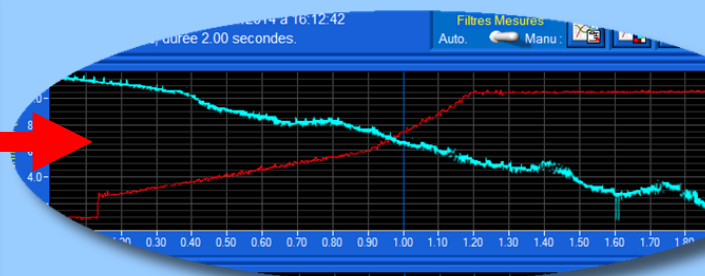
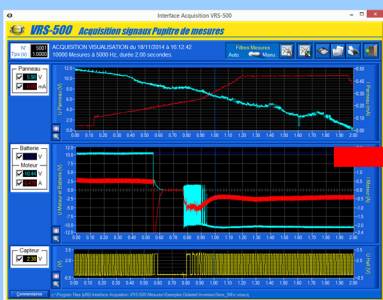
Paramètres Filtrés mesures				
Filtre numérique Passe-bas "Butterworth"				
	Ordre	Fréquences (Hz)	Echant.	Coupeure
Panneau (V)	2	5000	50.0	
Panneau (A)	2	5000	50.0	
Batterie (V)	2	5000	50.0	
Moteur (V)	2	5000	50.0	
Moteur (A)	2	5000	50.0	
Capteur Hall (A)	2	5000	10.0	

**Filtrage des données :**  
Filtre numérique Passe-bas type Butterworth paramétrable d'ordre 2

**Caractérisation de la cellule PV :**

- Après avoir isolé la cellule PV du circuit et connecté celle-ci sur la charge variable du pupitre (Résistance de charge variable):
- Modulation de la résistance et acquisitions

- Exportation du fichier au format CSV
- Tracé de la courbe caractéristique  $P=f(V)$





## EXPLOITATIONS PEDAGOGIQUES :

Etude de système : **VRS-500 Volet Roulant Solaire**

## Dossiers techniques :

Description SysML	
	Description fonctionnelle du système
	Description structurelle du système
	Description comportementale du système
Modèle Matlab (cellule PV, Batterie, modèle théorique du système d'entraînement)	
Maquette numérique SW	



## Activités TP :

## Analyse fonctionnelle du système (couplée à la description SysML)

- Mise en œuvre du système.
- Externe : Expression/spécification du besoin, des exigences système ;
- Interne : architecture logique/ structurelle.

## Etude de la cellule photovoltaïque

- Mesure de la caractéristique  $U=f(I)$  et  $P=f(I)$
- Modélisation Matlab (mesure d'écart réel/simulé); Mise en évidence du Point de Puissance Maximum
- Mesure du rendement (insolation avec luxmètre/solarimètre, puissance fournie par cellule PV
- Comparaison avec la valeur théorique

## Etude de la batterie

- Modélisation Matlab sur données constructeur (mesure d'écart attendu/simulé)
- Mesure de la puissance consommée: Mise en évidence de la symétrie du fonctionnement
- Etude du dimensionnement cellule PV + batterie vis à vis des énergies mises en oeuvre

## Etude de la partie opérative

- Mesure du rapport de réduction du moteur (capteur à effet Hall sur axe moteur, vitesse d'entraînement de l'étoile en sortie du réducteur)
- Mesure du rendement: Volet chargé par un poids simulant une surcharge neigeuse. Mesure de la puissance consommée (U.I Batterie) et de la puissance fournie (F.V poids)
- Etude du système de réduction avec et sans compensation du ressort: Théorique à partir du schéma cinématique, en simulé à partir du modèle MatLab.

## Etude comportementale

- Etude en butée: Visualisation du PWM sur la commande moteur en anticipation en fin de course.
- Etude en situation de blocage: Visualisation de la modulation sur la commande moteur + visualisation du courant. Interprétation des résultats. Synthèse sur la durée de vie.
- Simulation d'une chute de tension batterie: Observation de la séquence de rentrée automatique, Interprétation.

## Information

- Ré-utilisation des signaux codeur pour afficher le % de déroulement du volet (partie "Traiter" de la chaîne d'information, nécessite une carte à base de micro-contrôleur style e-blocks ou Arduino).

## Projet

**Thème de la maison connectée:** Automatiser les séquences de fonctionnement et piloter à distance le volet via une Box Domotique et à partir d'un smartphone ou tablette.

**Objectifs:** Créer des programmes d'ouverture et de fermeture suivant des scénarios pour Isolation thermique, phonique et commander à distance le volet via une fréquence radio

**Matériel nécessaire :**

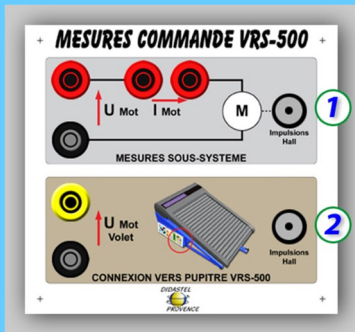
- Sonde d'ensoleillement : Mesure des apports solaires pour gestion des occultants
- Micromodule émetteur 1 ou 2 voies éclairage, volets roulant ou scénarios. (compatible pour la commande des volets VELUX)

Un sous-système issu du système réel,  
en situation réelle



Destiné à l'écriture de programmes de pilotage du volet roulant, ce sous-système intègre la batterie NiMH et le moteur à courant continu du volet reliés à une série de modules ARDUINO.

Il peut également être relié au pupitre du volet roulant VRS-500 dans le but d'afficher la position des lames et le sens de mouvement. (Ecriture de programmes de gestion)



**Zone 1 "Mesures sous-système"**

Acquisitions des grandeurs dans le cadre de l'activité de programmation "Pilotage Moteur Sous-système"

- Mesure de la tension du moteur du sous-système ;
- Mesure du courant moteur par le shunt.
- Mesure des impulsions du capteur à effet Hall

**Zone 2 "Connexion vers pupitre VRS-500"**

Ces informations sont utilisées dans le cadre de l'activité de programmation "Affichage VRS-500".

- Récupération de la tension du moteur du volet réel via les douilles "U Mot Volet";
- Récupération des impulsions "Hall" du volet réel via le connecteur BNC "Impulsions Hall".

**CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES**



**ACTIVITES :**

**Activité 1 : (ETT) Etude commande moteur à CC (IHM Commande VRS)**

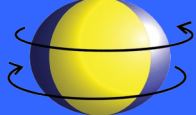
- Commande en TOR, changement de sens de rotation : obtention TDV;
- Commande en MLI : obtention de la loi de variation  $U = f(w)$  (par mesure directe de la fréquence du signal Hall)

**Activité 2 : (SIN/ETT) Acquisition vitesse de rotation de l'étoile (Matlab)**

- Etude de l'information issue du capteur à effet Hall (période/fréquence)
- Mise en relation avec la vitesse de rotation de l'étoile (application du rapport de réduction)
- Validation de l'information obtenue par mesure directe (lien avec le VRS).

**Activité 3 : (SIN) Obtention de la position du volet du VRS (Matlab/sketch)**

- Utilisation des travaux effectués en 2 pour obtenir une position relative, en nombre de tours effectués puis en % du débattement total du volet
- Elaboration d'une procédure d'étalonnage pour obtention d'une position absolue
- Raccordement au VRS réel pour validation des traitements.



# HEMO-MIXER V2

Automate de prélèvement sanguin



HEMO-MIXER V2 est un système réel pédagogique issu de l'automate professionnel et SEQUENTIEL "HEMO-MIXER" utilisé dans le domaine de la santé.

Cet automate permet de superviser automatiquement le prélèvement de sang en effectuant la pesée (volume) et l'agitation des poches en simultanée.

HEMO-MIXER V2 est un produit mécatronique réel, instrumenté. Sa commande est réalisée par son Interface fonctionnant sur PC via une simple liaison USB.

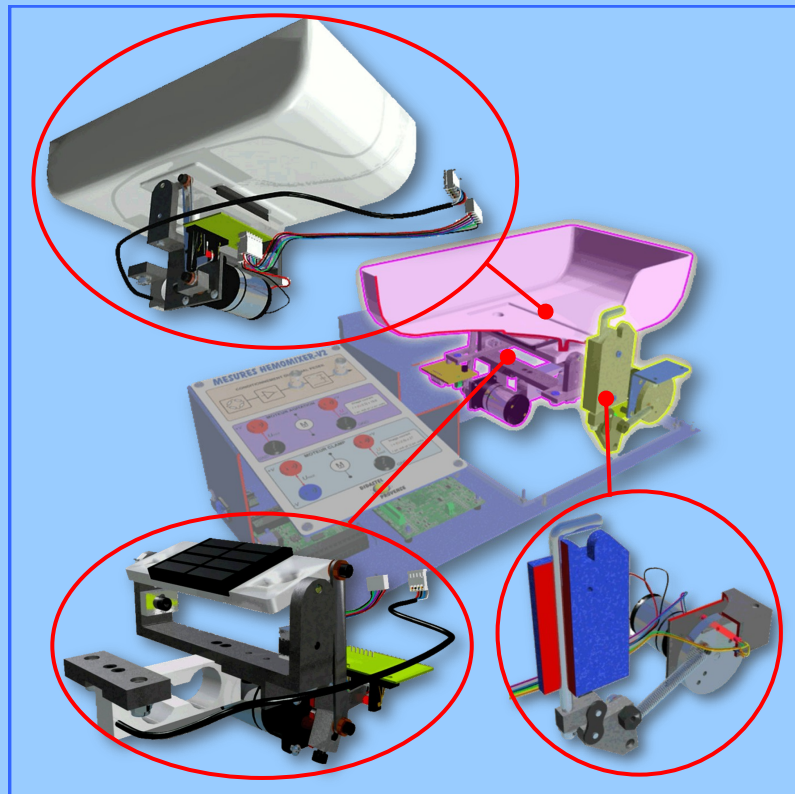
Cette interface permet le traitement séquentiel (**Machine à Etat**), la gestion des cycles et défauts, et la correction algorithmique de la perturbation de la pesée.

De même, elle propose d'acquérir l'ensemble des grandeurs physiques grâce à une carte d'acquisition **National Instruments NI-USB-600x** implantée dans l'automate.

L'architecture de cette nouvelle version permet à l'automate d'être piloté (graphe d'état) par des logiciels de développement d'applications (LabView, MatLab, etc.) via la carte NI-USB-600x.

## CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

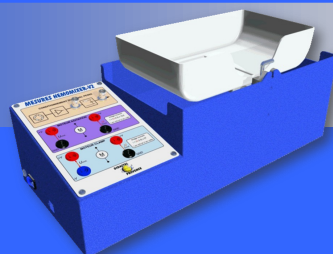
- Automate piloté par PC (Traitement séquentiel, gestion des cycles et défaut, correction algorithmique de la perturbation de la pesée)
- 1 Chaîne d'énergie : Fonction « Agitation » étudiée sur le thème du mouvement
- 1 Chaîne d'énergie : Fonction « Clamper » étudiée sur le thème de l'effort
- 1 Chaîne d'information : La pesée par capteur à jauges de contrainte
- Conditionnement analogique du signal pesée (Amplification, filtrage analogique)
- Traitement numérique du signal pesée : Conversion A/N, Etalonnage, lissage par régression linéaire.
- Interface Homme-Machine pour le paramétrage du cycle, le réglage des paramètres de fonctionnement, et la surveillance du cycle.
- Acquisition numérique via une carte NI600x



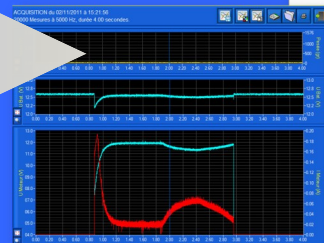
### Du système réel



### Au système instrumenté



### Performances mesurées sur le système instrumenté du laboratoire



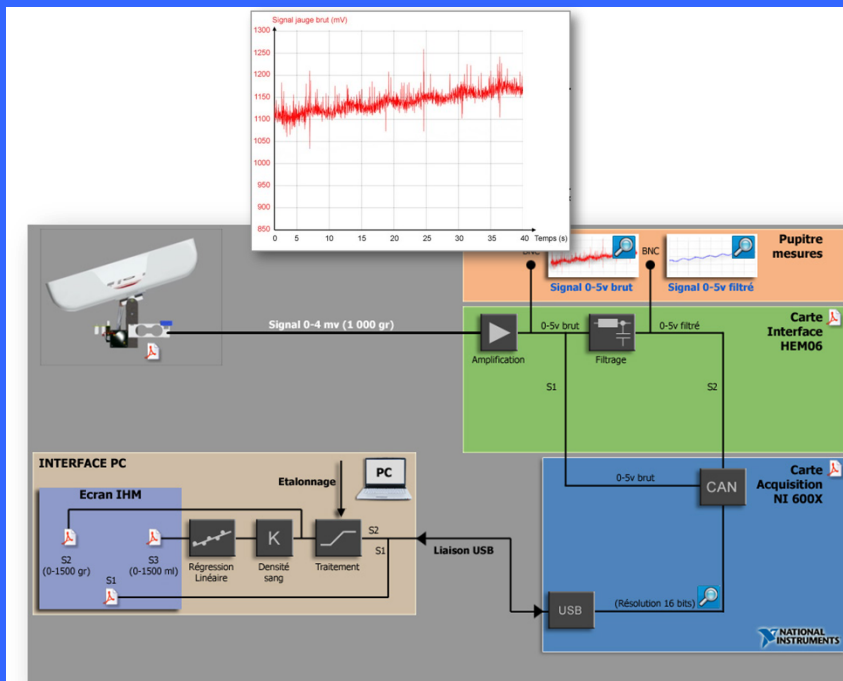


# TRAITEMENT DU SIGNAL

Point fort du système : capteur de pesée dynamique avec échantillonnage, traitement de l'information, filtrage et calcul d'information utile : activité élève tout au long de la chaîne d'information .

Le signal du capteur est conditionné (amplification et filtrage) afin d'avoir une excursion suffisamment précise sur le convertisseur AN de la carte NI.

Une fois conditionné (amplification et filtrage), le signal de pesée est lu par une entrée analogique, converti et traité par une régression linéaire.



## LES LOGICIELS FOURNIS

### 1 Environnement Multimédia intuitif comportant:

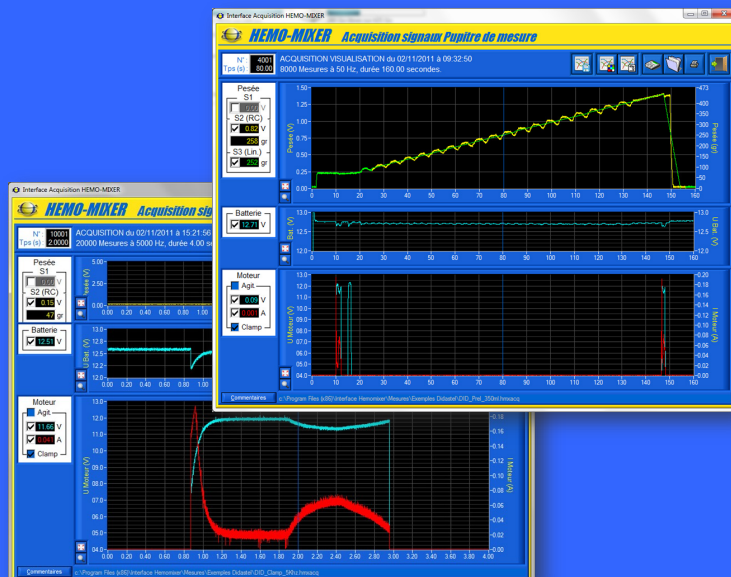
- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Description fonctionnelle en vue 3D à partir d'un éclaté, identification des sous-ensembles
- Description détaillée de chaque sous-ensemble fonctionnel avec animations 3D et ressources documentaires
- Synoptique complet de la chaîne d'information et de traitement du signal, représentation de l'évolution temporelle du signal
- Synoptiques complets des chaînes d'énergies avec schémas de principes et schémas structurels complets
- Guide interactif étapes par étapes pour la mise en œuvre et l'exploitation du système

### 1 Interface Homme-Machine + logiciel d'acquisition :

- Accès aux réglages des paramètres, du cycle de fonctionnement
- Mode de fonctionnement manuel : Forçage et Pilotage des actionneurs, visualisation des informations capteurs
- Mode visualisation: Le logiciel permet la visualisation en continu d'une grandeur caractéristique et évolutive de la chaîne d'information de pesée.
- Mode graphe d'états : Visualisation animée et temps réel des graphes d'état des différentes séquences de fonctionnement.
- Mode de fonctionnement simulé : La partie opérative étant non connectée, le logiciel doit pouvoir assurer une simulation

### Acquisition :

- Toutes les grandeurs physiques: Signal brut pesée, signal pesée corrigé, u + I moteur Clamp, U + I moteur agitation.
- Possibilité d'intégrer et de régler des filtres.



## ACTIVITES PEDAGOGIQUES:

### Etude de l'organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle du système

#### Description SysML :

- Description fonctionnelle du système
- Description structurelle du système
- Description comportementale du système

#### Caractérisation des liaisons sur les systèmes :

- Relation avec les mouvements/ déformations et les effortsÉquilibre des solides :
- modélisation des liaisons, actions mécaniques, principe fondamental de la statique, résolution d'un problème de statique plane

#### Capteurs :

- approche qualitative des capteurs, grandeur mesurée et grandeurs d'influence (parasitage, sensibilité, linéarité)
- Conditionnement et adaptation du capteur à la chaîne d'information, échantillonnage, blocage
- Filtrage de l'information : types de filtres (approche par gabarit)

#### Approche comportementale: Modèle de comportement simulé

- Principes généraux d'utilisation, Identification et limites des modèles de comportements, paramétrage associé aux progiciels de simulation
- Identification des variables du modèle, simulation et comparaison des résultats obtenus au système réel ou à son cahier des charges
- un modèle Matlab Simulink à différents niveau de finesse doit être proposé avec des activités élèves associées.L'instrumentation doit permettre une comparaison évolutive entre le système réel, ses modèles et le cahier des charges.



# PIXIO

Robot Caméraman Suiveur Autonome



"PIXIO" est un robot caméraman "suiveur" qui filme aussi bien en intérieur qu'en extérieur. Grâce à son propre dispositif de géolocalisation utilisant des balises radios, ce robot est capable de suivre sa cible équipée d'une montre spéciale jusqu'à 100 mètres.

Ce système comporte un robot "PIXIO" (SYSTEME SOUHAITÉ) fonctionnel, conçu par la société MOVE'N SEE et modifié spécialement pour DIDASTEL PROVENCE (Accès en temps réel et en fonctionnement à ses données de géolocalisation par liaison USB).  
Sur le même châssis et aligné sur le même axe, un robot "LABO" (SYSTEME RÉEL) reprenant les caractéristiques du système souhaité, s'utilise soit "seul" en banc d'asservissement ou bien en association avec le robot "PIXIO" et ses données de géolocalisation pour suivre la montre et ainsi mesurer les écarts entre les deux systèmes.  
Le système est accompagné de tous ses accessoires (balises radios et montre spéciale) permettant de mettre en oeuvre un "GPS LOCAL" en laboratoire

## CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

Le **ROBOT MOVE'N SEE PIXIO** se compose d'un bloc en matière plastique (ABS) sur lequel est installé un caméscope.  
A l'intérieur de la partie tournante, se trouvent :

- Un motoréducteur ;
- Une carte électronique de munie de composants radio (6,5GHz) ;
- Une batterie ;
- Une série d'antennes.

Les **BALISE PIXIO** comportent un émetteur/récepteur radio (6,5GHz) et une batterie.

### ROBOT LABO ET CHÂSSIS SYSTEME :

- Le robot caméraman "ROBOT LABO" se compose d'un bloc cubique sur lequel est installé une WebCam.
- l'ensemble est monté sur un actionneur rotatif (motoréducteur à courant continu) fixé sur un châssis.
- Le châssis du "ROBOT LABO" comporte à l'arrière un pupitre de mesure.

A l'intérieur du pupitre de mesure, se trouvent :

- une carte de pilotage du motoréducteur (EPOS) ;
- une alimentation à découpage ;
- un "hub" USB destiné au raccordement des équipements .



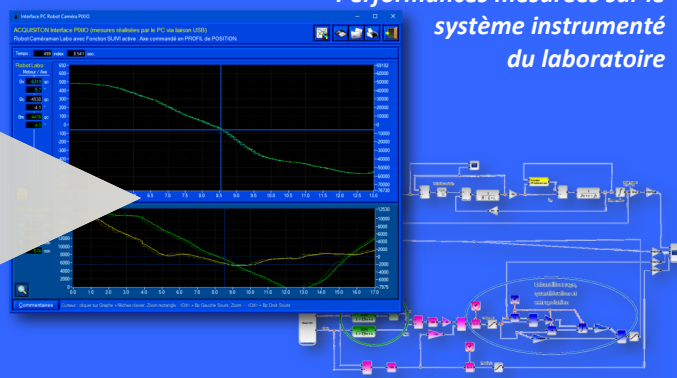
### Du système réel



### Au système instrumenté



### Performances mesurées sur le système instrumenté de laboratoire



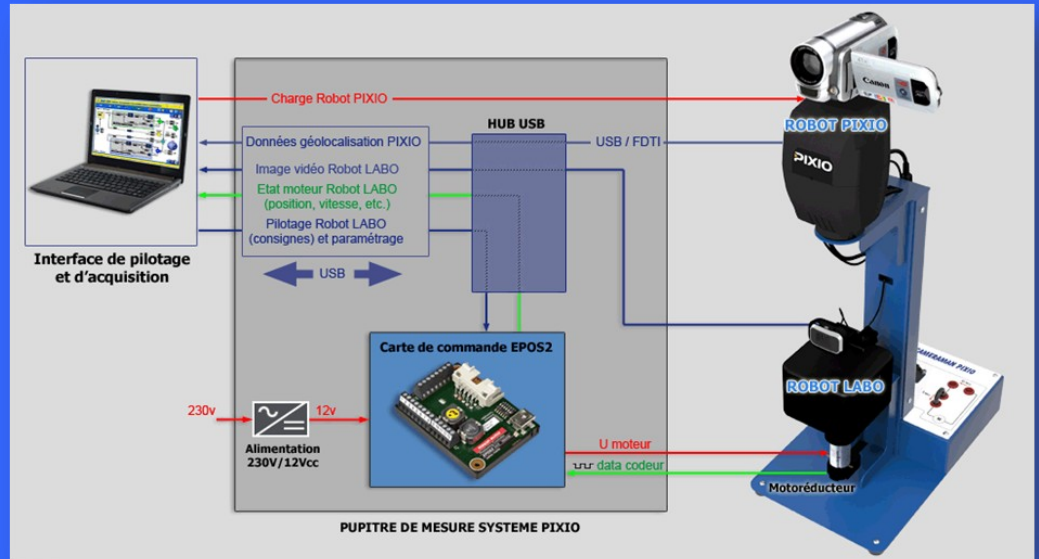


## ARCHITECTURE SYSTEME :

Le robot LABO est une version «simplifiée» du robot PIXIO. Il est installé sur le châssis du système juste au dessous du PIXIO.

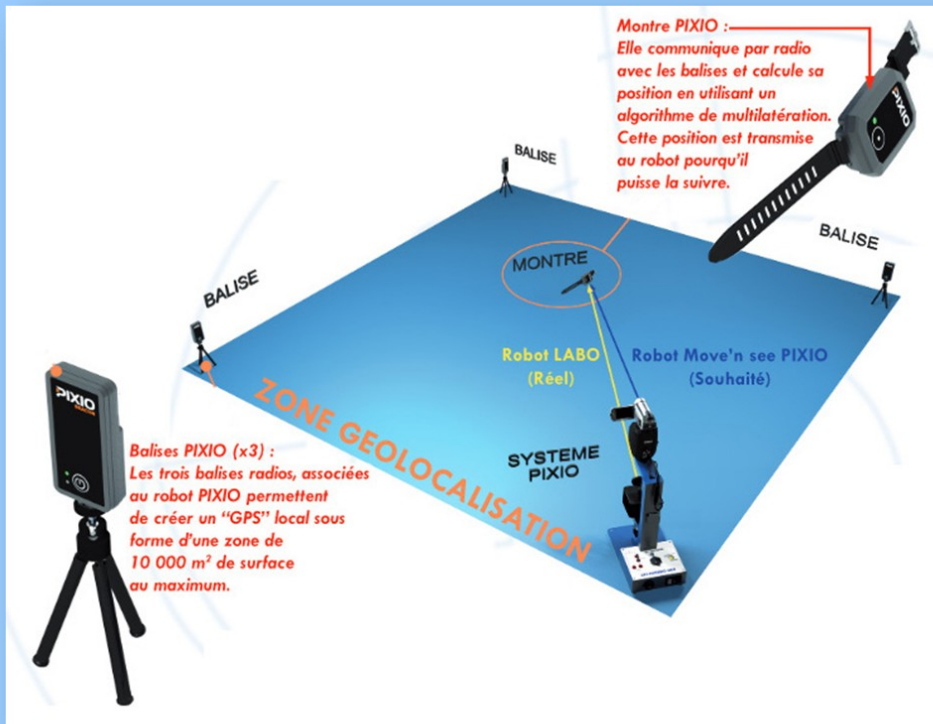
Les caractéristiques de sa motorisation sont très proches de celle du robot PIXIO.

Les deux robots (PIXIO et LABO) ont leur axe de rotation (ci-dessus en pointillés) alignés sur le plan vertical et comme sur le robot PIXIO, le robot LABO embarque une



### 3 Objectifs du robot LABO :

- Fonctionner seul en banc d'asservissement :**
  - Réglage des paramètres d'asservissement (« PI » courant, « PID » position)
  - Acquisitions réponse de l'axe aux sollicitations classiques
  - Mesures électriques (courant et tension) via le pupitre de mesures du système
- Fonctionner en association avec le robot PIXIO et ses données de géolocalisation**
  - Suivi de la montre avec réglage du filtrage de sa position brute, du calcul de l'angle de visée de celle-ci avec extrapolation ;
  - Mesure des écarts entre les deux robots en fonctionnement (PIXIO et LABO)
  - Visualisation du cadrage de sa caméra sur le sujet en mouvement etc..
- Fonctionner avec des données de géolocalisation simulées**
  - Suivi d'une montre « virtuelle » avec réglage du filtrage de sa position brute, du calcul de l'angle de visée de celle-ci avec extrapolation



## LA GEOLOCALISATION

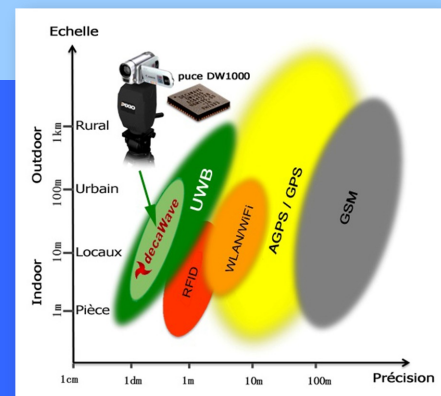
PIXIO utilise la technologie "UWB" au travers d'un composant radio "DW1000" fabriqué par « DecaWave ».

Ce choix permet de garantir une très bonne précision (10cm) et pour une échelle d'utilisation (100m) qui couvre aussi bien le domaine "Indoor" que "Outdoor".

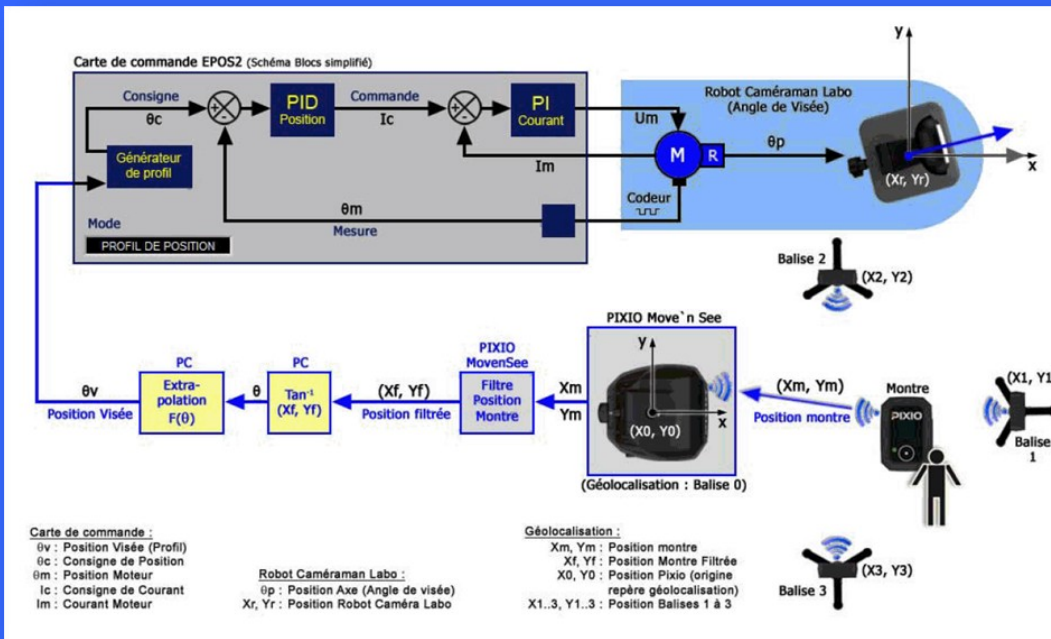
DecaWave utilise une combinaison de protocoles ultralarge bande et de la bande 3,5 GHz à 6,5 GHz (PIXIO) pour produire des débits de données plus élevés moins exposés aux interférences. Elle fonctionne à des débits de données de 110 kbps, 850 kbps et 6,8 Mbps, et grâce aux fréquences plus élevées, permet également de localiser des objets balisés en intérieur et en extérieur dans un rayon de 10 cm.

La géolocalisation "Indoor" se base sur des technologies sans fil que sont principalement le Wi-fi, le Bluetooth et l'UWB (Ultra Wide Band). La RFID (Radio Frequency Identification), via des puces actives ou passives, est également utilisée pour la géolocalisation d'équipements. C'est actuellement et par exemple sur un mix de signaux Wi-Fi et Bluetooth que sont basées de nombreuses solutions du marché à destination des smartphones.

La géolocalisation "Outdoor" utilise en général une constellation de satellites comme le GPS et son système "assisté" dit "AGPS" ou encore le réseau terrestre de d'antennes GSM.



# SYNOPTIQUE DE LA FONCTION SUIVI:



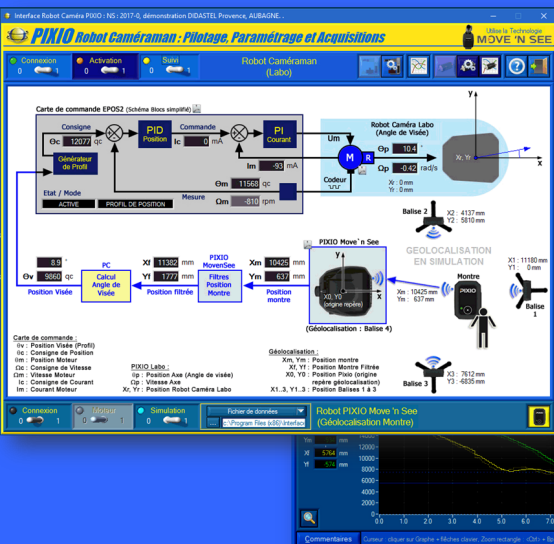
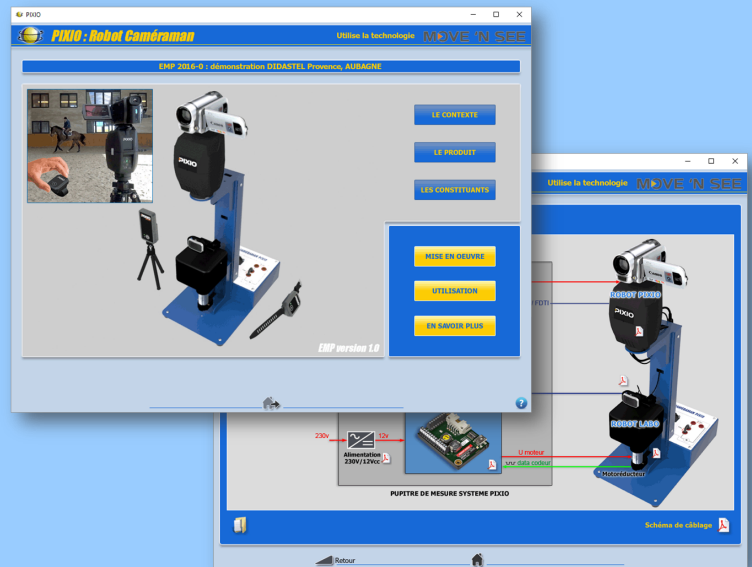
Ce schéma bloc décrit la fonction de suivi de la montre par le système pédagogique PIXIO :

- En bas au centre, le robot PIXIO de MOVE'N SEE avec sur sa droite, sa montre et ses 3 balises ;
- En haut à gauche, la carte de commande EPOS2 (schéma bloc simplifié) avec sur sa droite, le robot LABO et son motoréducteur équipé d'un codeur.
- Entres les deux, une série de trois blocs de traitement des données de géolocalisation issues du PIXIO et qui permettent d'obtenir la « Position Visée  $\theta_v$  » :

Le bloc grisé « Filtre Position Montre » (désactivable via l'IHM) développé par MOVE'N SEE qui permet d'obtenir les coordonnées Xf et Yf de la montre (issus du filtrage des coordonnées brutes Xm et Ym) ;  
 o Les deux blocs jaunes « PC » (Cf 3.4.2.1 et 3.4.2.2) qui sont mis à disposition de l'élève pour lui permettre, par paramétrage et choix de filtres, de s'approcher au plus près des performances du bloc « Filtre Position Montre » développé par MOVE'N SEE.

## L'Environnement Multimédia Pédagogique :

- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Description contextuelle du fonctionnement
- Description détaillée du système PIXIO et de chaque sous-ensemble fonctionnel E/R radio HF, Montre radio HF,...
- Synoptique complet de la fonction de suivi
- Architecture système (PIXIO réel + PIXIO Labo)
- Accès interactif à la totalité des constituants et leurs caractéristiques
- Guide interactif étapes par étapes pour la mise en œuvre et l'exploitation du système
- Aide sur les techniques de géolocalisation
- Aide sur le principe de multilatération



Le système "PIXIO" est piloté par une Interface de Paramétrage, Pilotage et Acquisition sur PC (raccordement au système par câble USB) :

- Visualisation en temps réel des grandeurs physiques des boucles de régulation sur synoptique animé
- Visualisation des données de Géolocalisation et Cartographie de la position de la Montre PIXIO (cible à suivre)
- Réglage des paramètres des blocs :
- Filtres Position Montre
- Calcul Angle de Visée avec extrapolation
- Réglage des paramètres d'asservissement (Robot LABO) :
  - PI courant
  - PID position
- Image vidéo délivrée par la caméra USB du robot LABO
- Acquisitions réponses de l'axe du robot LABO aux sollicitations classiques
- Sauvegarde, chargement, exportation des acquisitions

## ACTIVITES PEDAGOGIQUES en 1ère / Terminale SSI:

### TP1 : Géolocalisation et filtrage des données de la montre

- Mise en oeuvre du suivi de montre sur le robot industriel Pixio ;
- Analyse du fichier de points transmis par la chaîne d'information au « robot labo » ;
- Analyse de la procédure de géolocalisation de la montre ;
- Modélisation de la chaîne d'information du système Didastel ;
- Influence des paramètres (gain, constante de temps) du filtrage du type « premier ordre » des données de la montre sur la qualité de l'image en mode suivi.

### TP2 : Modélisation de l'asservissement de position du robot « Labo »

- Mise en oeuvre du suivi de la position d'un fichier de géolocalisation de la montre sauvegardé ;
- Analyse de la modélisation du système asservi en position : chaîne d'énergie et chaîne d'information ;
- Identification temporelle du modèle du moteur à courant continu muni de sa boucle de courant sous la forme d'un système du premier ordre ;
- Validation temporelle d'un modèle de simulation complet du « robot labo » : comparaison entre les courbes simulées et mesurées.

### TP3 : Amélioration des performances par extrapolation de la consigne de position

- Evaluation des conséquences sur la qualité de l'image de la différence de période d'échantillonnage entre la géolocalisation et la consigne en position de l'asservissement en position ;
- Approche simple de l'extrapolation du premier ordre ;
- Evaluation et validation des performances obtenues avec ou sans extrapolation des points de géolocalisation.

### TP4 : Approche fréquentielle du comportement du « robot labo »

- Interprétation des résultats d'une simulation fréquentielle d'un modèle de comportement de l'axe asservi en position ;
- Analyse des performances de l'axe vis-à-vis d'une consigne en échelon unitaire ou d'une consigne fréquentielle ;
- Analyse de l'influence des jeux (non-linéarités) et de l'extrapolation linéaire sur la fluidité des images.

### TP5 : Performances des systèmes asservis

- Validation d'un modèle de comportement de l'axe asservi en vitesse par un correcteur uniquement proportionnel ;
- Influence du gain du correcteur sur les performances de l'axe : rapidité, précision.





# GIMBLESS

*Nacelle à main Brushless 3 Axes*

**Un système de laboratoire réel et instrumenté**



Bluetooth®

## La Nacelle GIMBLESS: Une nacelle à main BRUSHLESS 3 axes

GIMBLESS est une nacelle 3 axes brushless offrant une liberté de mouvements totale et une stabilité impossible à atteindre avec un steadyCam traditionnel.

### NAVEOL et son module NAV-STAB :

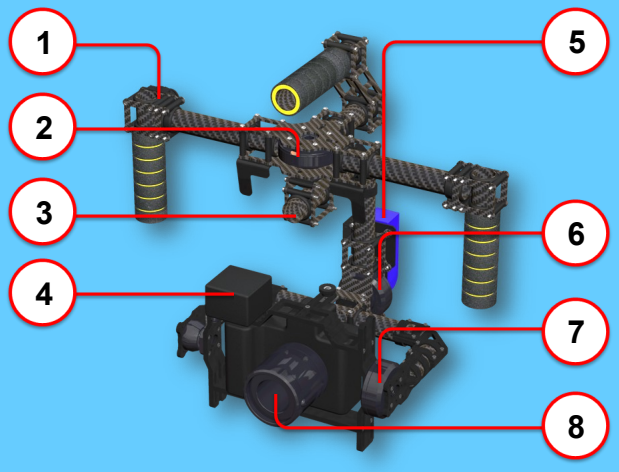
NAVEOL a développé le module électronique NAV-STAB dédié à la stabilisation de caméras ou d'antennes embarqués sur des aéronefs.

NAV-STAB est exploité par Canal+ pour filmer les matchs de foot de ligue 1 (et sera utilisé probablement pour l'Euro2016). Il est monté sur un ballon captif gonflé à l'hélium à 150m au-dessus du Parc-des-Prince à Paris et du Stade Vélodrome à Marseille, permettant une magnifique prise de vue pour le direct.

Ce système est mis en oeuvre par la société **CAMBULLE**.

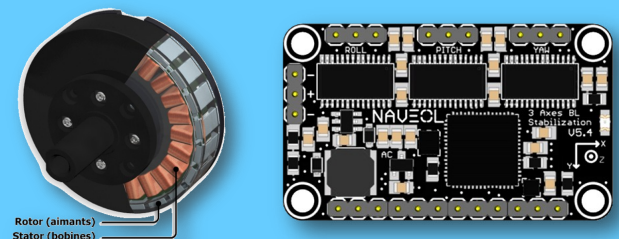
## CARACTERISTIQUES

1. Joystick:
  - Pilotage des axes Lacet et Tangage
  - Choix des modes de pilotage
2. Moteur Brushless 22 pôles « Axe Lacet »
3. Structure carbone/aluminium ultralégère
4. Module NAVEOL
  - Carte de commande moteurs « NavStab »
  - Capteur d'attitude et de cap « AHRS »
  - Module de communication Bluetooth
5. Batterie LiFePo4 9,9V 2100 mAh
6. Moteur Brushless 22 pôles « Axe Roulis »
7. Moteur Brushless 22 pôles « Axe Tangage »
8. Appareil Reflex factice
  - Masse réelle et déport de l'objectif réglable

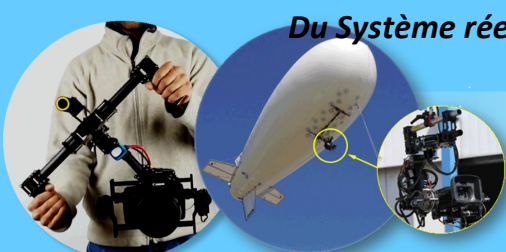


### La carte NavStab

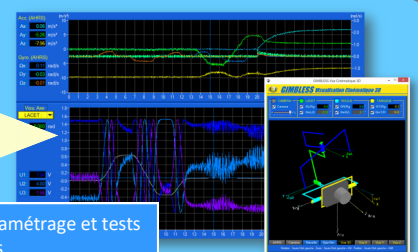
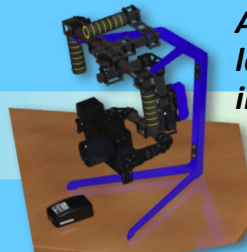
- Triple contrôleur brushless (9 sorties indépendantes, groupées 3 par 3)
- Microcontrôleur performant (70Mips) à sorties PWM hardware indépendantes
- 3 gyromètres et 3 accéléromètres (circuit LSM6DS3). échantillons à 1600 Hz
- 3 magnétomètres LIS3MDL (échantillons à 1000Hz) de chez ST Micro
- Courant jusqu'à 1.5A par moteur, - Hachage à 40khz
- Fréquence de la boucle de pilotage (asservissement) 800 Hz.



### Du Système réel



### Au système de laboratoire instrumenté



- Modélisation, paramétrage et tests
- Mesure des écarts

## Architecture système

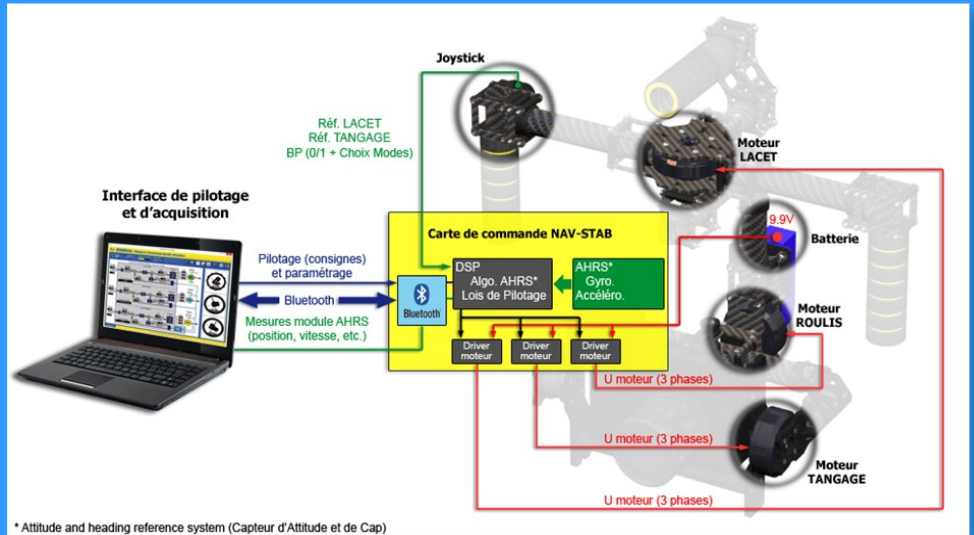
Les capteurs ultra rapides apportent une précision de stabilisation très importante, sont connectés en liaison haut débit avec le processeur qui les traite de manière optimale avant d'attaquer directement l'étage de puissance.

Le circuit mesure directement les 9 axes des capteurs inertiels (gyromètres, accéléromètres et magnétomètres).

Un algorithme «AHRS» calcule le quaternion d'attitude ainsi que les angles d'Euler (Phi, Theta, Psi).

Les lois de pilotage du logiciel embarqué calculent, les commandes à envoyer aux moteurs sous la forme d'un courant haché à 40kHz et selon une projection de Park à 3 phases (moteurs brushless triphasés).

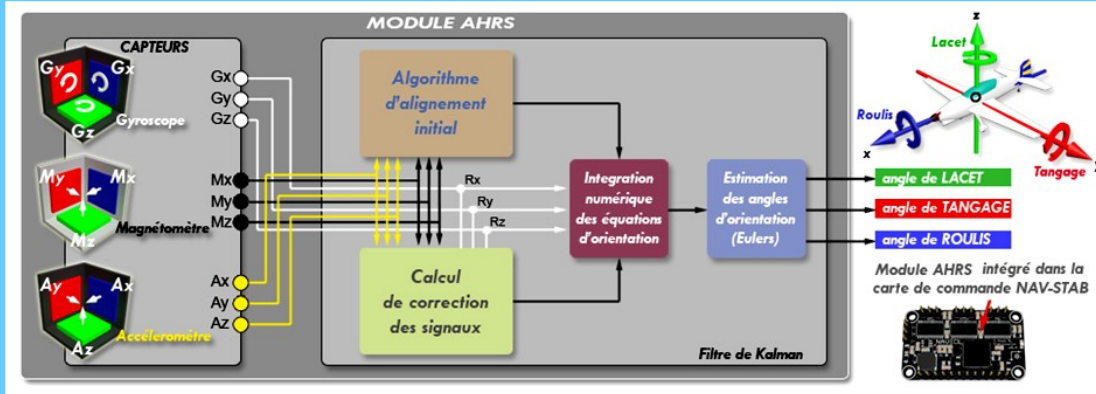
La carte de commande « NavStab » est un contrôleur de 3 moteurs brushless indépendants permettant la stabilisation d'un système de caméra, d'antenne ou autre dispositif.



\* Attitude and heading reference system (Capteur d'Attitude et de Cap)

## Le module « AHRS » :

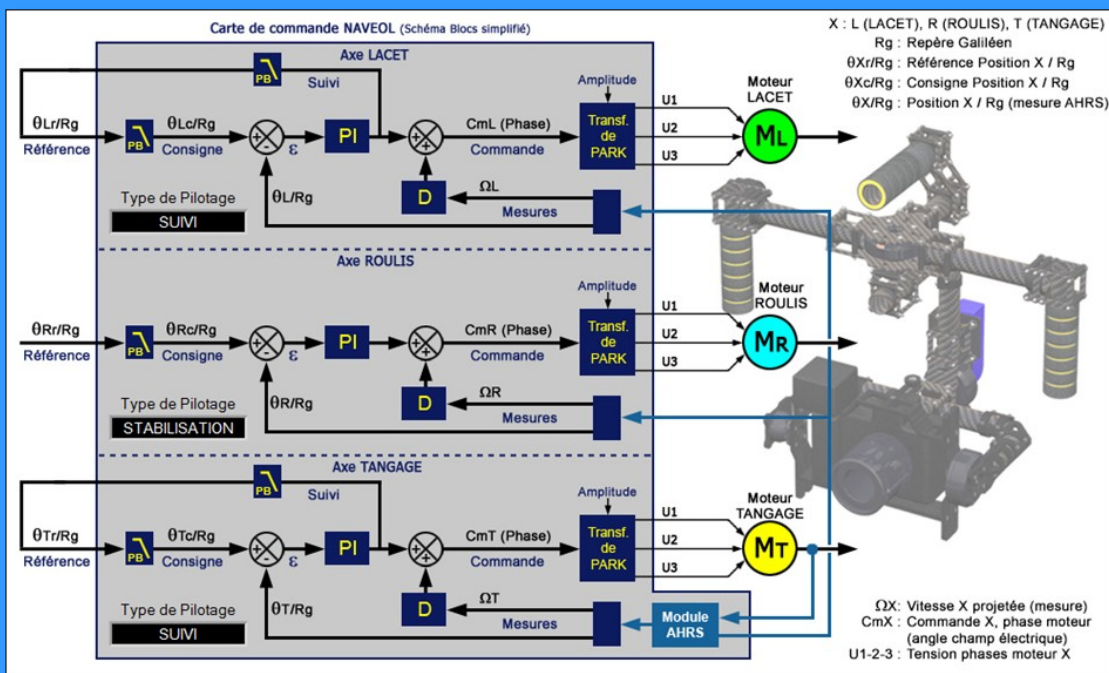
Attitude Heading Reference System



## L'Algorithme « AHRS » :

L'algorithme «AHRS» implémenté est la propriété de NAVEOL. De manière générale, on calcule l'orientation du circuit à partir des senseurs inertiels bruts. Ceux-ci sont, grâce à l'algorithme, corrigés en biais et facteur d'échelle. L'algorithme utilise des mathématiques avancées (algèbre des quaternions), de la trigonométrie en espace 3D, des filtres de fusion de données et des astuces de calcul pour tourner à 800Hz sur un microcontrôleur standard.

## Synoptique des fonctions



## 3 modes de pilotage pour chacun des axes :

- **Stabilisation :** Orientation de la caméra par rapport au référentiel terrestre.
- **Stabilisation avec suivi :** Orientation de la caméra par rapport à la position des poignées (suivi de l'orientation de l'opérateur).
- **Bloqué :** Axe moteur fixe, commande en tension constante (Expérimentation axe par axe, FTBO).



# L'ENVIRONNEMENT NUMERIQUE DE TRAVAIL :

## Le Logiciel EMP (Environnement Multimédia Pédagogique)

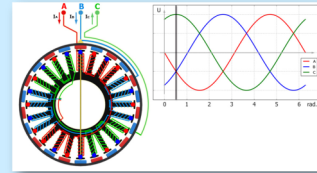


Fourni en version multi-postes

### Menus du logiciel :

#### Ressources multimédia :

- Contextualisation du produit par vidéos
- Description du produit et de ses fonctions
- Accès interactif aux constituants et documentations
- Animation 3D du fonctionnement des moteurs
- Ressource concernant l'architecture commande



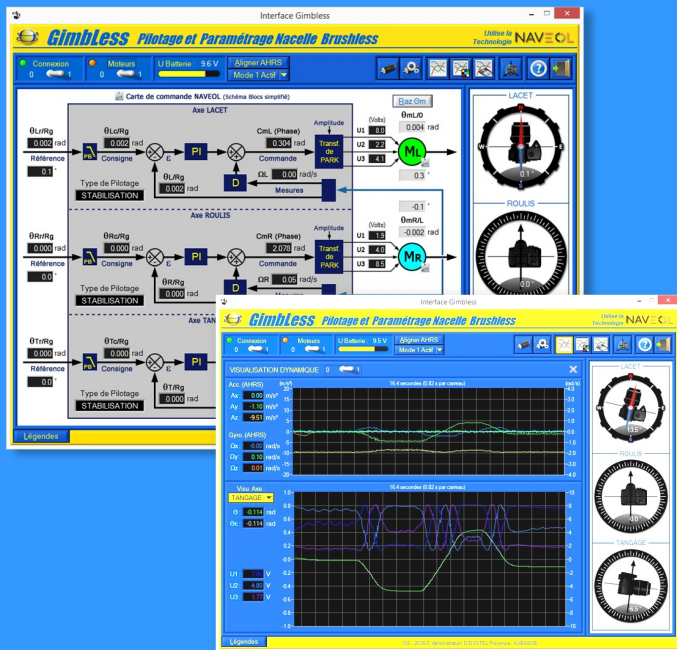
#### Aides multimédia, diaporamas et démarche pas à pas :

- Mise en œuvre et utilisation du produit
- Connexion à l'interface PC

#### Documents ressources :

- Fichiers pièces et Assemblage 3D Solidworks
- Documentations constructeurs des constituants (moteurs, carte ...)
- Synoptique des fonctions
- Schémas de câblage

## L'interface d'acquisitions (en liaison Bluetooth)

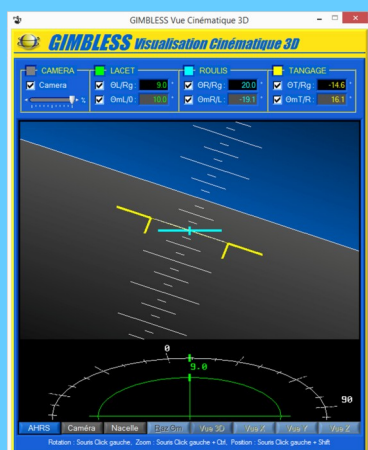
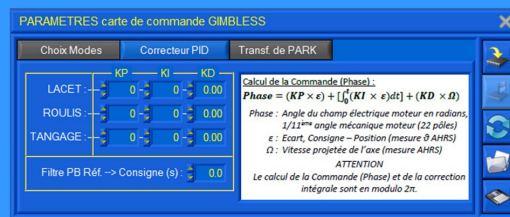


### Pilotage, paramétrage et acquisitions :

- Pilotage en position des axes
- Réglage des paramètres d'asservissement (correcteur P.I.D., courant moteur, ...)
- Visualisation sur synoptique et acquisition des grandeurs physiques de l'asservissement pour chaque axe (référence, consigne, mesures AHRS, angles d'Euler, commande et phases moteurs, ...)
- Visualisation cinématique 3D de la nacelle (connectée au réel)
- Visualisation de la visée caméra (module AHRS)

### Réglage des paramètres :

- Choix des modes pour les lacet, roulis et tangage : Commande fixe, stabilisation ou suivi.
- Réglage du correcteur PID pour chaque axe
- Réglage de l'amplitude (gain courant) dans la transformée de PARK.

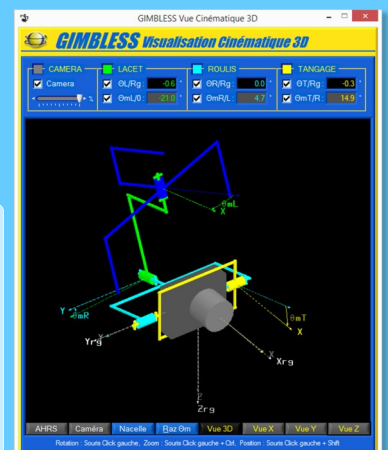


### La Vue « AHRS » :

La vue « AHRS » permet de visualiser le point de visée (angle de vue) de la caméra par rapport au référentiel Galiléen mesuré par le module « AHRS ».

### La Vue cinématique :

La caméra et la Nacelle (en schéma cinématique) sont représentées dans une vraie fenêtre 3D.  
**Vue Caméra :** vue de la position (angles d'Euler) de la caméra dans le repère Galiléen ;  
**Vue Nacelle :** vue du modèle cinématique de la Nacelle GIMBLESS.





## ACTIVITES PEDAGOGIQUES en 1ère / Terminale SSI:

**Thème : Confort - Problématique : A quel besoin répond ce système ?**

**Problématique technique :**

**Quelle organisation fonctionnelle permet de répondre à ce besoin ?**

**Sommaire des questions posées :**

- Mise en situation
- Analyse du besoin
- Méthode APTE
- Graphe des interactions.
- Tableau de critères et de niveaux.

**Environnement d'expérimentation :**

- Poste informatique.
- Dossier technique : Gimbless
- Système : Gimbless.

**Critères et modalités d'évaluation :**

- Exactitude des réponses.
- Maîtrise des outils informatiques.
- Analyse des informations.

**Thème : Confort - Problématique : Quelles sont les configurations de fonctionnement en fonction des besoins ?**

**Problématique technique :**

**Quels fonctions et moyens techniques sont mis en œuvre dans chaque mode ?**

**Sommaire des questions posées :**

- Mise en situation
- Mise en fonctionnement
- Chaines d'information et d'énergie
- Présentation

**Environnement d'expérimentation :**

- Poste informatique.
- Dossier technique : Gimbless
- Système : Gimbless.

**Critères et modalités d'évaluation :**

- Exactitude des réponses.
- Identification des constituants.
- Maîtrise des outils informatiques.
- Analyse des informations.

**Thème : Confort - Problématique : Pourquoi est-il nécessaire de limiter la course des mouvements?**

**Problématique technique :**

**Comment la caméra tourne-t-elle autour de trois axes ?**

**Sommaire des questions posées :**

- Mise en situation
- Graphe de liaisons
- Validation de la structure
- Mesure des écarts
- Présentation orale

**Environnement d'expérimentation :**

- Poste informatique.
- Dossier technique : Gimbless
- Système : Gimbless.

**Critères et modalités d'évaluation :**

- Exactitude des réponses.
- Identification des constituants et des flux d'énergie.
- Maîtrise des outils informatiques.
- Analyse des résultats obtenus.

**Thème : Confort - Problématique : Quel est l'intérêt d'un équilibrage statique ?**

**Problématique technique :**

**Comment augmenter l'autonomie d'un système ?**

**Sommaire des questions posées :**

- Mise en situation
- Mesures
- Conclusion

**Environnement d'expérimentation :**

- Poste informatique.
- Dossier technique : Gimbless
- Système : Gimbless.

**Critères et modalités d'évaluation :**

- Exactitude des réponses.
- Identification du comportement des constituants et des flux d'énergie.
- Maîtrise des outils informatiques.
- Analyse des résultats obtenus.

**PRODUIT :** PORTILLON HL7-1 : Portillon TAG-HEUER de «TOP-DEPART» course homologué F.I.S. (Fédération Internationale de Ski)

**DOMAINE :** Domaine du Sport de Compétition



**DESCRIPTION :**

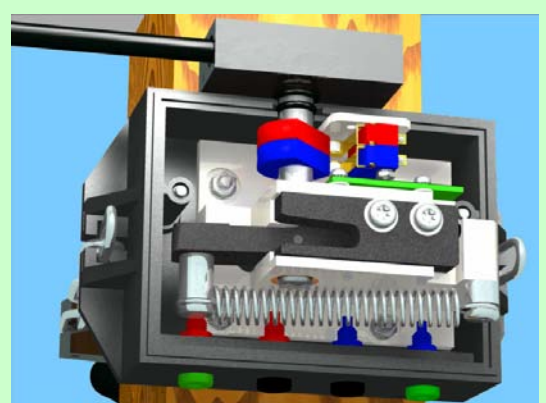
Le portillon de « TOP DEPART » est un système utilisé en compétition sportive destiné à déclencher la phase de chronométrage. Sa précision de 1/1000<sup>ème</sup> de seconde et sa double sortie par 2 contacteurs mécaniques décalés au maximum de 1/1000<sup>ème</sup> de seconde répond au cahier des charges de la F.I.S. et lui permet d'être homologué « Course ».

1

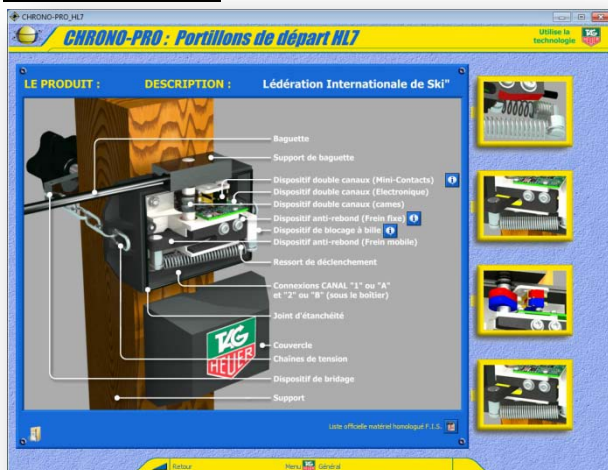
C'est un produit d'une grande précision de conception issu du savoir faire de TAG\_HEUER

**CARACTERISTIQUES :**

- Corps en 2 parties, mécanisme entièrement démontable
- Le portillon HL 7-1 comporte deux contacteurs mécaniques et 7 sorties séparés. Il répond ainsi aux règlements de la FIS.
- Précision inférieure au millième de seconde
- Système mécanique de blocage contre les déclenchements intempestifs.
- Système de freinage mécanique anti-rebond
- Réarmement manuel
- Nouvelle tige de portillon en carbone, rigide et installée par l'arrière avec blocage mécanique par butée à billes
- Carte électronique interne pour conditionnement du signal : Mise en forme « carrée » par logique combinatoire avec un générateur d'impulsions, effacement du front montant « retour tige »
- Pupitre avec carte d'acquisition numérique en liaison USB avec le PC pour validation de l'écart temps entre les deux informations



**LOGICIELS FOURNIS**

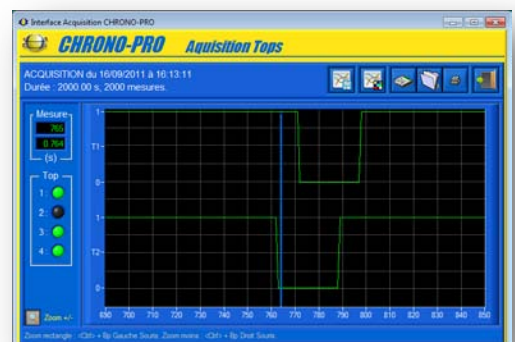


**1 logiciel ressources multi-postes**

- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Description fonctionnelle en vue 3D à partir d'un éclaté, identification des sous-ensembles
- Description détaillée de chaque sous-ensemble fonctionnel avec animations 3D et documentations
- Animation cinématique 3D du mouvement

**1 logiciel de d'acquisition des « Tops Départs » :**

- Logiciel type oscilloscope paramétrable pour acquisition des Tops Départs
  - Validation de l'écart entre les TOPs



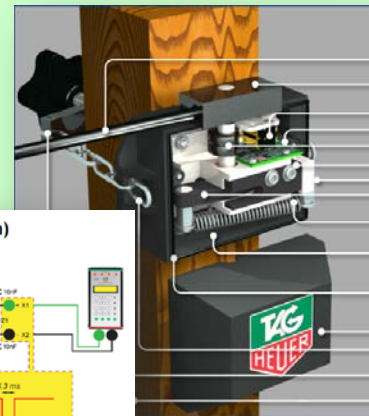
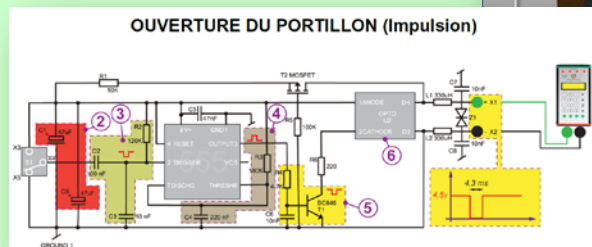


**1 logiciel logiciel TAG-Heuer « Start Clock Manager HL940 » de simulation de l'horloge « TOP DEPART » multi-postes :**

- Mode simulation : Paramétrage séquentiel, simulation d'une séquence départ course
- Mode connectée (en liaison USB via le pupitre d'acquisition) : Acquisition des temps des 2 informations au 100<sup>ème</sup> de seconde, gestion d'une séquence complète (Sauvegarde des temps, chronométrages)

**MISE EN ŒUVRE**

- Montage du portillon sur pied stabilisé, connexion des sorties sur pupitre, connexion du logiciel Horloge pour mise en œuvre d'une configuration réaliste.
- Paramétrage séquentiel de l'horloge virtuelle
- Mesures des TOPS sur pupitre par oscilloscope (validation des performances)
- Montage / Démontage du mécanisme, réglage mécanique des contacteurs
- Mesure électronique sur la carte: Mise en évidence du conditionnement du signal



**ACTIVITES PRATIQUES**

- **Représentation du réel :**
  - Représentation volumique numérique des systèmes
  - Exploitation des représentations numériques
- **Représentations symboliques :**
  - Représentation fonctionnelle: schéma cinématique
- **Comportement des matériaux :**
  - Comportements caractéristiques selon le point de vue mécanique (efforts, frottements, élasticité, dureté, ductilité)
- **Comportement mécaniques des systèmes**
  - Équilibre des solides : modélisation des liaisons, actions mécaniques, principe fondamental de la statique, résolution d'un problème de statique plane
- **Typologie des solutions constructives des liaisons entre solides**
  - Caractérisation des liaisons sur les systèmes
  - Relation avec les mouvements / déformations et les efforts
    - On aborde les différents types de liaisons et leurs déclinaisons dans des objets manufacturés (analyse des mouvements cinématiques)
- **Stockage d'énergie**
  - Mécanique: sous forme potentielle et/ou cinétique (Ressort)
- **Utiliser un modèle de comportement simulé pour prédire un fonctionnement ou valider une performance**
  - Simulation mécanique
  - Validation du cahier des Charges
  - Évaluer un écart entre le comportement du réel et le comportement du modèle en fonction des paramètres proposés
  - Modifier la raideur du ressort dans le modèle



**FOURNITURES**

- Un portillon complet
- Une embase support stabilisée, un dispositif de blocage à chaîne, une tige carbone
- Un pupitre de connexions avec carte d'acquisition numérique National Instrument
- 1 logiciel ressources
- 1 logiciel TAG-Heuer « Start Clock Manager HL940 » de simulateur d'horloge
- 1 logiciel d'acquisition des tops
- Le modèle solidworks complet (assemblages, sous-assemblages et fichiers pièces)
- Les plans 2D, le schéma structurel de la carte
- Le schéma bloc du modèle de simulation
- Le fichier Matlab/Simulink du modèle de simulation
- La description SysML complète (source MagicDraw, format HTML, PDF, JPEG)

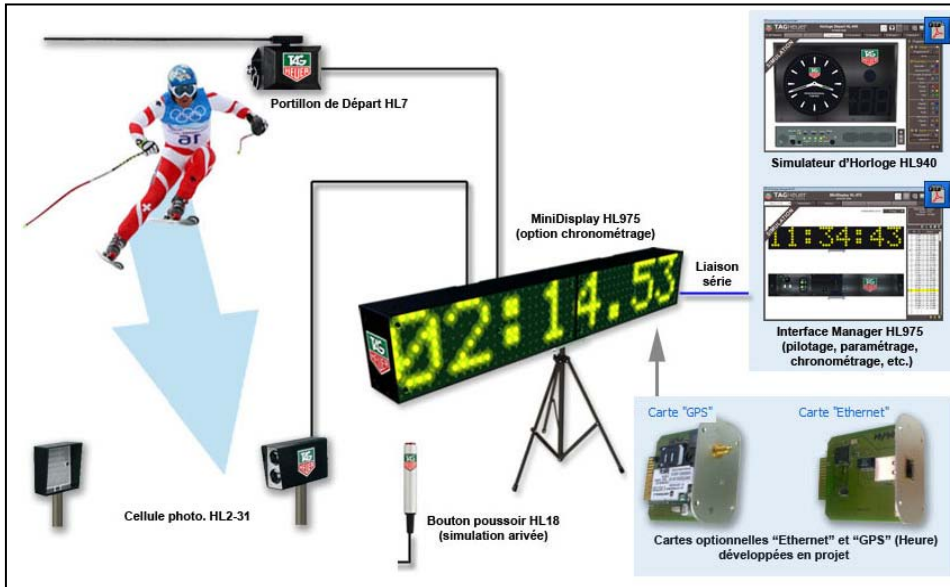
**OPTIONS :**

- Portillon d'entraînement HL7-3 : Système mécanique pour réarmement automatique
- Photocellule infrarouge avec alimentation interne ou externe et 2 modes de fonctionnement :
  - Mode IMPULSE avec réglage de la durée des impulsions de chronométrage (mode standard)
  - Mode DIRECT avec impulsions de chronométrage à la coupure du faisceau. Ce mode permet de contrôler à distance le bon fonctionnement et l'alignement de la photocellule

Dimensions :	L=700mm (Tige), l=150mm, H=800mm (Support )
Masse :	M=5Kg
Délai de livraison :	6 semaines
Garantie :	1 an PMO

**PRODUIT :** CHRONOPRO : Boucle de chronométrage sportive de compétition

**DOMAINE :** Domaine du Sport de Compétition



**DESCRIPTION :**

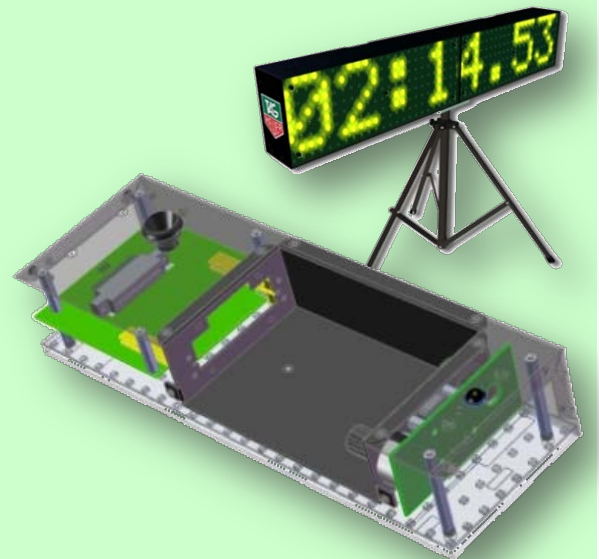
La solution ChronoPRO permet de reconstituer en laboratoire une chaîne complète de chronométrage autour du portillon HL7 et de l'afficheur-chronométrateur « MiniDisplay HL975 » de chez Tag-HEUER.

La mise en œuvre permet de réaliser une séquence complète avec gestion des temps, paramétrage de l'affichage, transmission par réseau, la gestion et traitement des données.

1

**CARACTERISTIQUES :**

- **Portillon HL7 :** Voir Fiche HL7-1
- **MiniDisplay (Afficheur à Leds + chronométrateur)**
  - Affichage matriciel par Leds haute luminosité 8x48 lignes (2x24)
  - Gestion des couleurs sur 16bits (65 000 couleurs en composante RVB)
  - Modes de fonctionnement : Mode vitesse, Cnt Down, Feux, Afficheur, Horloge, etc.
- **Timer (chronométrateur) :** Base de temps quartz au 1/100 000è de seconde
  - Synchro manuelle ou GPS (à partir d'une carte développée)
- **Communication :** 1 port RS232 maître pour dialogue PC (paramétrage, récupération et gestion des bandes chrono, programmation affichage)
- **Gestion par 2 microcontrôleurs (1 dédié à l'affichage, 1 dédié au chronométrage)**
- 1 port RS232 Aux pour transmission des données vers appareil auxiliaire (ex second afficheur pour une matrice 48x16 → projet)
- Consommation toutes Leds allumées en pleine puissance : 50W



**LOGICIELS FOURNIS**



**1 logiciel ressources multi-postes**

- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Description fonctionnelle en vue 3D à partir d'un éclaté, identification des sous-ensembles de chronométrage
- Description détaillée de chaque sous-ensemble fonctionnel avec animations 3D et documentations
- Aide à la configuration des différentes solutions de chronométrage (guide de raccordement filaire, paramétrage des sous-ensembles)
- Assistance pas à pas à la mise en œuvre d'une configuration opérationnelle de chronométrage
- Assistance au paramétrage et à l'initialisation du Mini-Timer
- Assistance au paramétrage du réseau
- Guide pour le projet



**1 logiciel TAG-Heuer de Paramétrage et visualisation « MiniDisplay HL975 Manager » de l’Afficheur-Chronométréur :**

- Mode Simulation : Simulation et paramétrage des différents modes de fonctionnement: PCB, Vitesse, Count-Down, Affichage, Horloge.
- Simulation des entrées chrono pour gestion des bandes chrono
- Mode connectée (en liaison RS-232) : Sélection des Modes, Acquisition des temps, Gestion et traitement des bandes chrono (Cadencement, classements, affichage des vitesses...), etc.

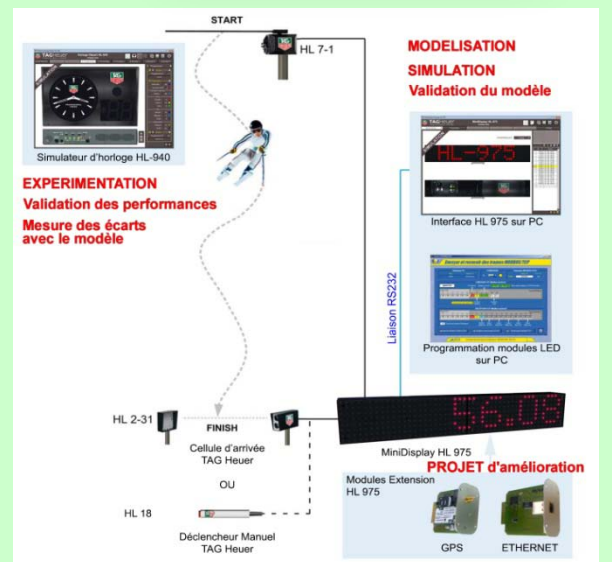
**1 logiciel de simulation et programmation de l’afficheur :**

- Mode simulation :
  - Construction à la souris (texte ou graphique) d’une séquence sur l’afficheur virtuel avec édition automatique de la trame
  - Elaboration et écriture d’une trame d’affichage avec visualisation automatique de la trame sur l’afficheur virtuel
- Mode connecté : Programmation dynamique de l’afficheur matriciel à Leds



**MISE EN ŒUVRE**

- Construction et mise en œuvre dans la salle d’une configuration complète de chronométrage
- Paramétrage séquentiel de l’horloge TOPs Départ virtuelle
- Paramétrage et essais des différents modes de fonctionnement
- Après simulation, programmation de l’afficheur :
  - A l’aide du protocole TAG-HEUER THCOM08 (utilisé par l’interface « Mini Display HL975 Manager »)
  - En protocole ASCII pour l’afficheur matriciel
  - A partir de l’Hyper-Terminal du PC
  - A partir d’une carte PIC pour gestion de l’affichage
- Mesures des TOPs sur pupitre par oscilloscope (validation des performances)
- Montage / Démontage du mécanisme HL7, réglage mécanique des contacteurs
- Mise en évidence du conditionnement du signal
- Elaboration de projets ;
  - Conception d’une barrière optique d’arrivée
  - Conception et réalisation d’une carte GPS (pour mise à l’heure GPS)
  - Conception et réalisation d’une carte Ethernet (transmission des données sans fil)



**ACTIVITES PRATIQUES**

- **Activités de Portillon HL7 (Voir Fiche Produit HL7)**
- **Analyse fonctionnelle :**
  - Identifier les fonctions techniques, les constituants dédiés aux fonctions, en justifier le choix
  - Identifier et décrire la chaîne d’information du système
- **Réseaux :**
  - Analyser les formats et les flux d’information
  - Identifier l’ architecture fonctionnelle et matérielle, Identifier les supports de communication
  - Identifier et analyser le message transmis, le protocole, les paramètres de configuration
- **Simulation :**
  - Associer un modèle aux composants de la chaîne d’information
  - Modéliser les actions mécaniques, Caractériser les contraintes mécaniques, les déformations (Portillon HL7)
  - interpréter les résultats obtenus, modifier les paramètres du modèle pour répondre au cahier des charges fonctionnel
- **Expérimenter :**
  - identifier les grandeurs physiques à mesurer , établir et justifier le choix d’un protocole expérimental
  - comparer les résultats expérimentaux avec le cahier des charges et les résultats simulés, interpréter les écarts
- **Projets :**
  - Définir une évolution du cahier des charges, (Signal arrivée, précision mise à l’heure, transmission des données)
  - Conception et réalisation d’une carte GPS (pour mise à l’heure GPS) (**schéma structurel et PCB fournis à titre informatif**)
  - Conception et réalisation d’une carte Ethernet (transmission des données) (**schéma structurel et PCB fournis à titre informatif**)



**FOURNITURES**

- Un portillon complet
- Une embase support stabilisée, un dispositif de blocage à chaîne, une tige carbone
- Un Afficheur-chronomètre « MiniDisplay HL975 » complet
- 1 pied support pour MiniDisplay
- 1 logiciel ressources
- 1 logiciel TAG-Heuer « Start Clock Manager HL940 » de simulateur d'horloge
- 1 logiciel TAG-Heuer « MiniDisplay Manager HL975 » de visualisation et paramétrage afficheur
- 1 logiciel de simulation des trames d'affichage et de programmation de l'afficheur matriciel
- Le modèle solidworks complet (assemblages, sous-assemblages et fichiers pièces)
- Les plans 2D, le schéma structurel des cartes
- Le fichier Matlab/Simulink du modèle de simulation
- La description SysML complète (source MagicDraw, format HTML, PDF, JPEG)

3

**OPTIONS :**

- Portillon d'entraînement HL7-3 : Système mécanique à ressort pour réarmement automatique
- Photocellule infrarouge avec alimentation interne ou externe et 2 modes de fonctionnement :
  - Mode IMPULSE avec réglage de la durée des impulsions de chronométrage (mode standard)
  - Mode DIRECT avec impulsions de chronométrage à la coupure du faisceau. Ce mode permet de contrôler à distance le bon fonctionnement et l'alignement de la photocellule

Dimensions :	Ensemble en situation fonctionnelle : L=2500mm, l=600mm, H=800mm
Masse :	M=20Kg
Délai de livraison :	6 semaines
Garantie :	1 an PMO

**PRODUIT :** FITLUX : LAMPADAIRE A GENERATRICE ELECTROMAGNETIQUE  
**DOMAINE :** Domaine du Mobilier urbain / Énergie renouvelable



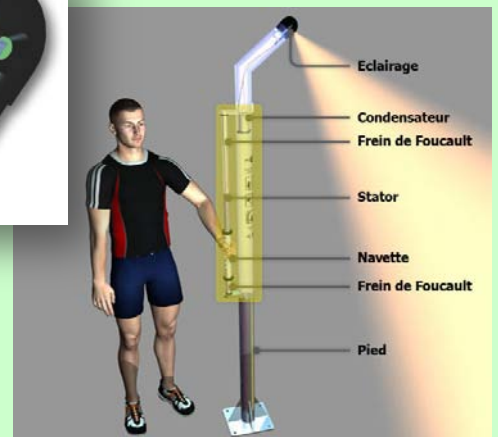
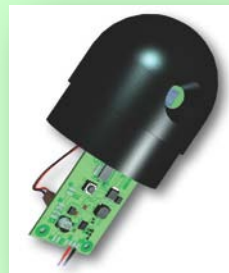
**DESCRIPTION :**

FIT-LUX est un lampadaire à vocation écologique et pédagogique. Grâce à sa génératrice électromagnétique linéaire à induction et une led haute puissance faible consommation, une minute d'effort se transforme en 15mn d'éclairage (sensibilisation du public "Effort/Energie")  
 Ce lampadaire éclaire une table de pique-nique placée sous des arbres loin d'une source de courant urbaine.  
 La génératrice est constituée d'un manchon, intégrant de puissants aimants annulaires, qui coulisse sur un tube inox.  
 A l'intérieur de ce dernier se trouve une série de bobines sur des noyaux en fer doux.  
 Une puissance d'environ 20W est créée par le mouvement des aimants qui induisent dans les bobines un courant électrique.  
 FITLUX produit un éclairage de 10Lux.

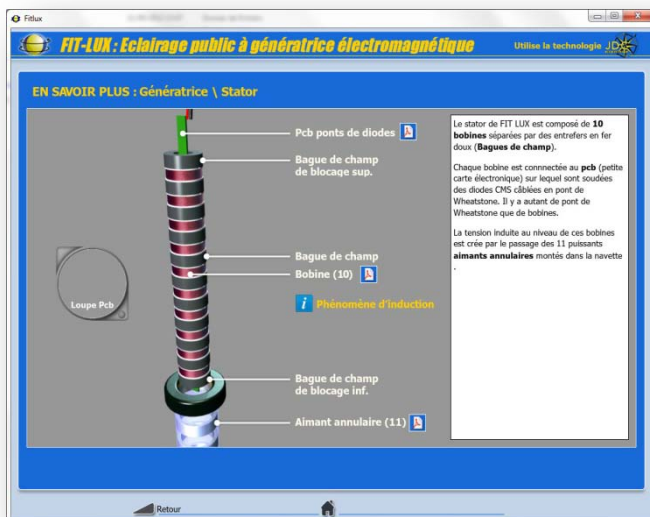
1

**CARACTERISTIQUES :**

- Corps en 3 parties, (Pied, génératrice, tête électronique) démontables
- **Génératrice linéaire à induction:**
  - Stator 10 bobines et électronique de redressement intégrée dans le tube de guidage inox
  - Navette (élément de manoeuvre) à 11 aimants permanents annulaires
  - Freinage de la navette en butée par principe de frein de Foucault
- **Eclairage à gestion électronique**
  - Microcontrôleur ultra-basse consommation
  - Batterie lithium ion polymère 3,7V / 1500 mAh
  - Led haute puissance à pad thermique Puissance 10 Lux
  - Gestion de la génératrice et de la led par algorithme
  - Conception Mono-bloc autour d'une pièce en résine moulée.

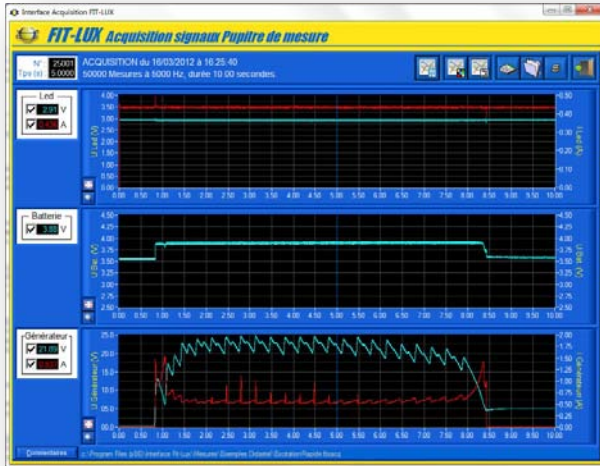


**LOGICIELS FOURNIS**



**1 logiciel ressources multi-postes**

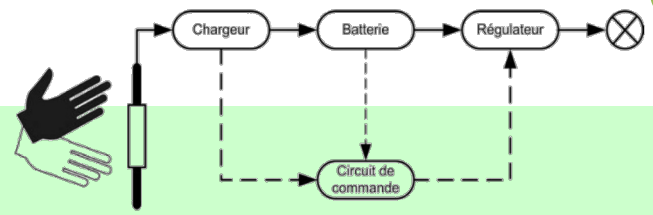
- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Description fonctionnelle en vue 3D à partir d'un éclaté, identification des sous-ensembles
- Description détaillée de chaque sous-ensemble fonctionnel avec animations 3D et documentations
- Contextualisation du produit par vidéo et diaporamas
- Ressources spécifiques concernant la gestion de l'éclairage (schéma bloc, algorithme...)
- **Aide multimédia et diaporama de démarche pas à pas pour la :**
  - Mise en œuvre du produit
  - Préparation aux mesures et acquisitions



1 logiciel d'acquisition des grandeurs physiques :

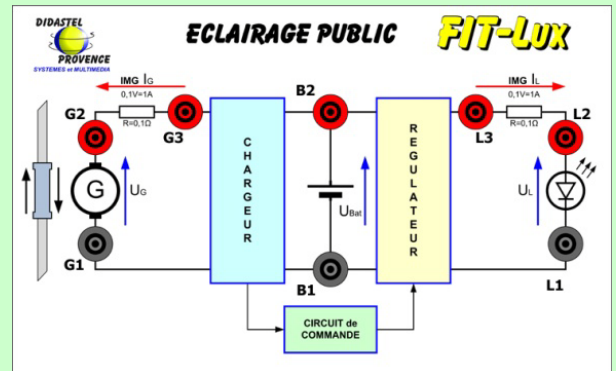
- Logiciel type oscilloscope paramétrable pour acquisition des grandeurs physiques suivantes :
  - Tension fournie par la génératrice.
  - Courant fourni par la génératrice.
  - Tension fournie et consommée par la batterie LiPo.
  - Courant fourni et consommé par la batterie LiPo.
  - Tension consommée par la Led.
  - Courant consommé par la Led

2



**MISE EN ŒUVRE**

- Montage sur pied stabilisé, connexion des sorties sur pupitre, connexion de la sortie pupitre sur port USB PC pour acquisitions.
- Mesure des grandeurs physiques à partir d'un pupitre avec douilles de mesures 4mm + carte d'acquisition National Instrument
- Possibilité de modifier la charge en sortie de la batterie (étude de la décharge)
- Possibilité de connecter directement une charge en sortie de la génératrice
- Possibilité de reprogrammer le micro-contrôleur (Firmware + OS sources fournis)
- Etude et modification de l'algorithme de gestion de restitution de l'énergie (éclairage)
- Mise en œuvre d'un projet : Etude et réalisation d'un éclairage multi-têtes, modification de la gestion algorithmique.



**ACTIVITES PRATIQUES**

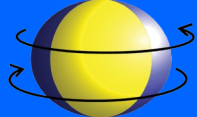
- **Etude de l'organisation fonctionnelle, structurelle et logicielle du système :**
  - Identifier et caractériser les fonctions, les constituants et les E/S
  - Identifier et caractériser le fonctionnement temporel
  - Identifier et caractériser les solutions techniques relatives aux informations (acquisition, traitement et transmission)
  - Évaluer la compétitivité du système d'un point de vue technique et économique
- **Etude de la gestion de la ressource énergétique :**
  - Etude du principe de fonctionnement du générateur linéaire à induction
  - Etude quantitative et qualitative de la production d'énergie
  - Etude de rapport Force mécanique / Production d'énergie électrique
  - Etude et recherche d'une optimisation du système de production de l'énergie
- **Comportement des matériaux :**
  - Comportements caractéristiques selon le point de vue mécanique (efforts, frottements, élasticité, dureté, ductilité)
- **Typologie des solutions constructives des liaisons entre solides**
  - Caractérisation des liaisons sur les systèmes
  - Relation avec les mouvements / déformations et les efforts
- **Stockage d'énergie**
  - Mécanique: sous forme potentielle et/ou cinétique
- **Utiliser un modèle de comportement simulé pour prédire un fonctionnement ou valider une performance**
  - Principe de la FEM, modélisation d'un ensemble aimant annulaire-bobine, modélisation de l'ensemble
  - Simulation de production énergétique en fonction de la vitesse, de la force à appliquer pour atteindre la vitesse
  - Mesurer l'écart entre le réel et le comportement simulé et valider le cahier des Charges



**FOURNITURES**

- Un ensemble éclairage public FitLUX instrumenté
- Un support de stabilisation et sa visserie
- Un pupitre de mesures avec carte d'acquisition numérique National Instrument
- 1 câble USB
- 1 câble de liaison pupitre - lampadaire
- 1 logiciel ressources
- 1 logiciel simulateur d'horloge
- 1 logiciel d'acquisition des tops
- Le modèle solidworks complet (assemblages, sous-assemblages et fichiers pièces)
- Les plans 2D, le schéma structurel de la carte
- Le schéma bloc du modèle de simulation
- Le fichier Matlab/Simulink du modèle de simulation
- La description SysML complète (source MagicDraw, format HTML, PDF, JPEG)

Dimensions :	H=2200mm
Masse :	M=60Kg
Délai de livraison :	6 semaines
Garantie :	1 an PMO



# SYMPACT

Barrière automatique de péage



La barrière SYMPACT est un système aisément identifié par l'élève intégrant des solutions constructives et de commande intéressantes liées à son utilisation dédiée en péage autoroutier et télé-péage :

- Motoréducteur asynchrone triphasé
- Pilotage par variateur de vitesse pour une vitesse de mouvement élevée
- Capteur de position angulaire pour connaître la position intermédiaire de la lyce (télépéage)
- Limitation mécanique du besoin de couple au démarrage dans les deux sens
- Ressort accumulateur d'énergie potentielle pour l'aide à la remontée de la lyce

## CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

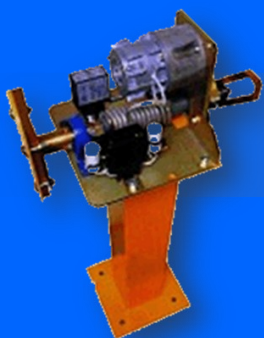
La partie opérative (tête de barrière) est constituée d'un mécanisme de transformation de mouvement de type bielle-manivelle mu par un moteur asynchrone triphasé piloté dans les deux sens de marche pour réaliser les mouvements de montée et de descente.

Le système de transformation de mouvement est constitué d'une manivelle pivotant autour de l'axe du moteur sur une plage de 270°. L'extrémité de la manivelle est pourvue d'un galet qui vient rouler dans la rainure d'une bielle fixée à une extrémité d'un axe dont l'autre extrémité supporte la lisse. La limitation de la plage angulaire de rotation de la manivelle est assurée par une butée caoutchouc située dans la partie basse de la rainure de la bielle qui joue également un rôle d'amortisseur.

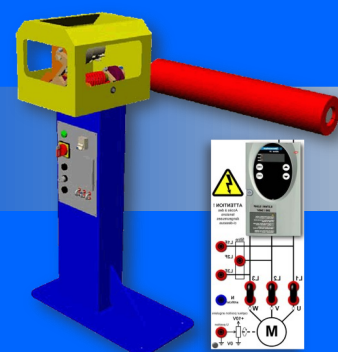
Ce débattement limité permet d'avoir une symétrie parfaite des positions de la bielle pour les positions de lisse basse et haute car la butée mécanique sert pour les deux sens de rotation.



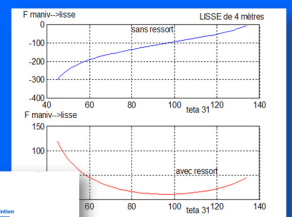
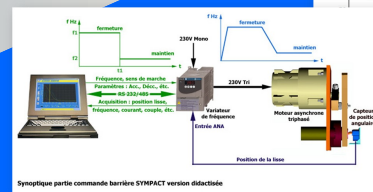
### Du système réel



### Au système instrumenté

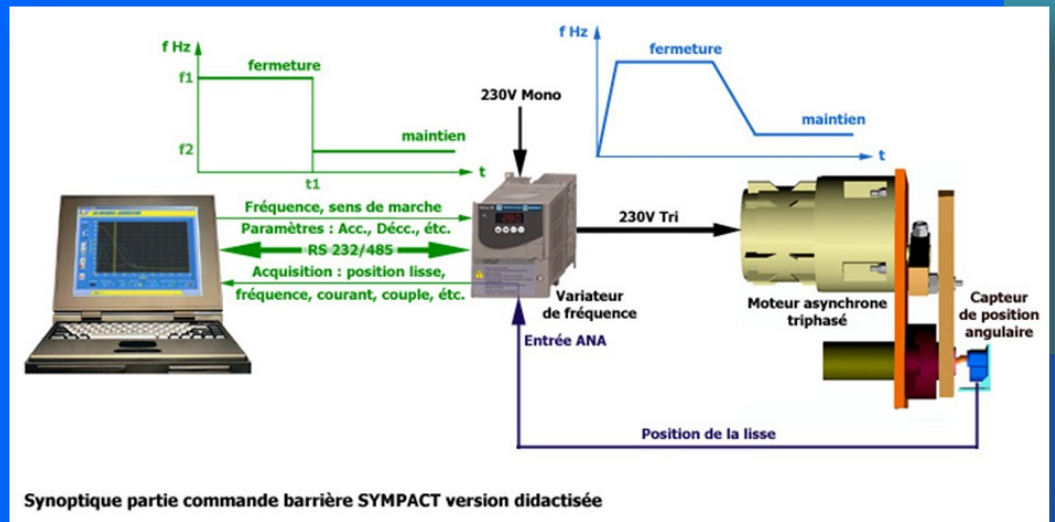


### Performances mesurées sur le système instrumenté du laboratoire



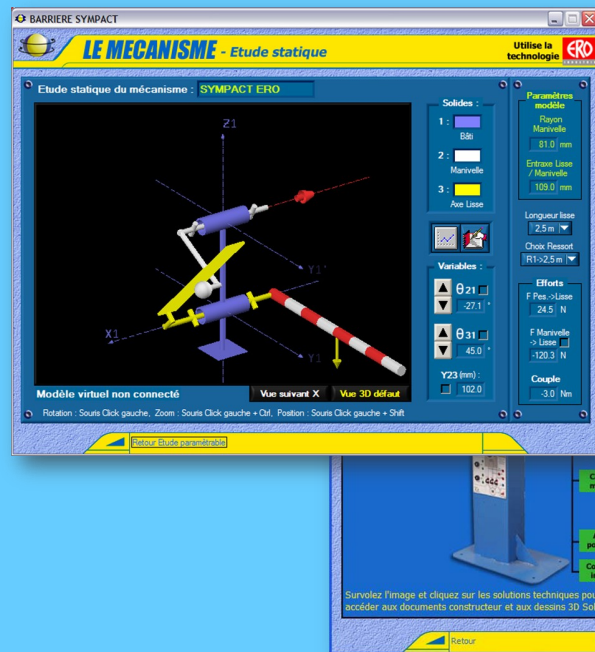
# SYNOPTIQUE de COMMANDE

La solution de commande par variateur de vitesse et par capteur de position pour connaître instantanément la position de la lisse permet une inversion de sens du mouvement de la lisse en cours de mouvement, permettant un gain de temps pour un cycle complet et permet le réglage de vitesses et accélérations distinctes entre les mouvements de montée et de descente.



## LES LOGICIELS FOURNIS

### 1 Logiciel EMP (Environnement multimédia pédagogique)



### Aides et Ressources Multimédia :

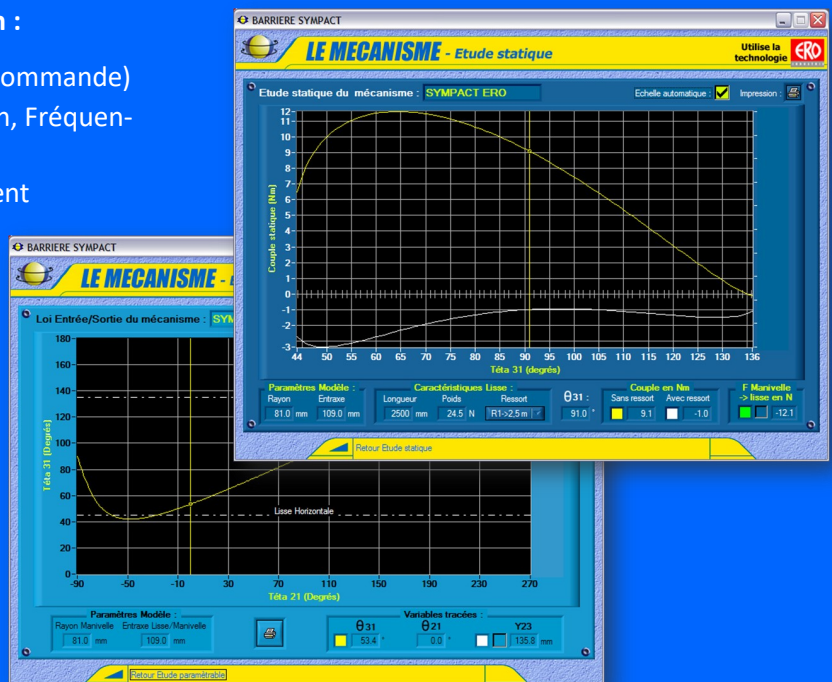
- Illustrations et vidéos de contextualisation
- Animation 3D et description fonctionnelle
- Accès interactif aux constituants (description, fonction et documentation)
- Mise en œuvre et conduite
- Synoptiques : de Commande, FAST, Cahier des charges fonctionnel...

### Une interface PC de Pilotage, paramétrage et acquisition :

- Paramétrage de la commande variateur (Trapèze de commande)
- Visualisation grandeurs physiques temps réel (Position, Fréquence moteur, I moteur, image couple)
- Commande d'inversion de sens en cours de mouvement

### Modélisation:

- Modélisation des liaisons cinématiques 3D animée
- Paramétrage du mécanisme pour l'étude cinématique
- Etude de la loi Entrée/Sortie en fonction des paramètres du mécanisme, tracé de la loi Entrée/Sortie
- Etude statique du mécanisme, calcul des efforts et tracé du couple





## ACTIVITES PEDAGOGIQUES en 1ère / Terminale :

### TP MISE EN ŒUVRE D'UN ACTIONNEUR

#### CI-3 Motorisation, conversion d'énergie

##### B.1 Convertir et distribuer l'énergie

##### B.11 Les actionneurs

- Fonction globale et caractéristiques d'entrée et de sortie. Effort et vitesse en régime permanent.
- Espaces de fonctionnement.
- Conditions d'implantation et de mise en oeuvre de moteur asynchrone.

### TP MISE EN ŒUVRE D'UN CAPTEUR

#### CI-9 Acquisition et conditionnement des informations

##### B.3 Acquérir l'information

##### B.31 Les Capteurs

- Fonction de base et structure fonctionnelle de la chaîne d'acquisition.
- Caractéristiques d'entrée (grandeur à mesurer dans son milieu) et de sortie (donnée fournie).
- Caractéristiques métrologiques (étendue de mesure; sensibilité, résolution, répétabilité).
- Temps de réponse.
- Conditions de montage, réglage.

### TP ANALYSE STATIQUE

#### CI-6 Comportement statique et élastique des solides

##### C11. Comportement mécanique des structures et des mécanismes

##### C.112 Transmission des efforts, statique des mécanismes

- Actions à distance, actions de contact
- Actions mutuelles, isolement d'un solide ou d'un ensemble de solides.
- Principe fondamental de la statique.
- Efforts transmis par les liaisons (sur des étude de cas).

### TP TRANSFORMATION DU MOUVEMENT

#### CI-5 Transmission de puissance, transformation du mouvement

##### B.2 Transmettre l'énergie

##### B. 21 Les liaisons mécaniques : assemblages et guidages

##### Mobilité des mécanismes

##### B. 22 Les composants mécaniques de transmission

##### Loi d'entrée / sortie

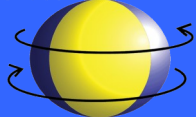
### TP VARIATION DE VITESSE

#### CI-8 Pilotage, contrôle et comportement d'un système

##### B.12 Les circuits de puissance

##### B.122 La commande de puissance

- Fonction globale, caractéristiques d'entrée et de sortie.
- Sécurité des biens et des personnes.
- Commande par modulation d'énergie (variateur).



# SHIRODHARA

Appui-Tête de relaxation

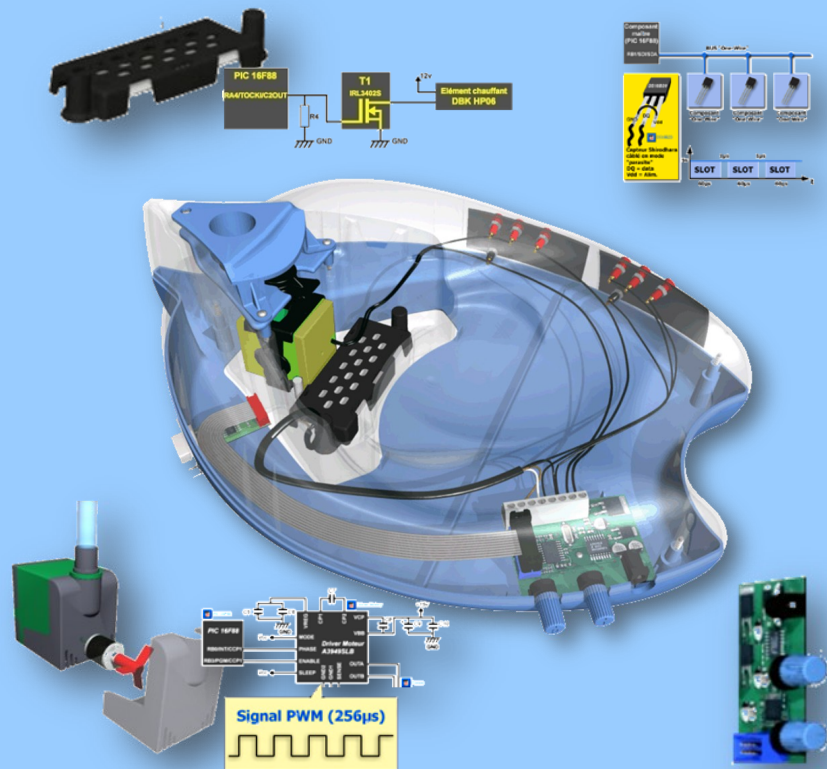


SHIRODHARA est un système appui-tête de relaxation grand public fonctionnant sur le principe d'un circuit d'eau tempérée, régulée en température et piloté par microcontrôleur. SHIRODHARA est un produit réel instrumenté issu du domaine du bien-être pour le grand public, au design soigné ; SHIRODHARA est au centre de la problématique analyse, modélisation, simulation système du programme d'enseignement.

C'est un système ouvert entièrement reprogrammable.

## CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

- Système de régulation d'eau en boucle fermée
- 1 Chaîne d'énergie : La pompe, pilotée en MLI
- 1 Chaîne d'énergie : Le chauffage, piloté en TOR ou MLI (régulation proportionnelle)
- 1 Chaîne d'information : Le capteur de Température sur Bus « OneWire (Transmission « HalfDuplex »)
- Carte électronique équipée d'un microcontrôleur PIC 16F88. Elle contrôle la pompe à eau et régule la température de l'eau en fonction de la consigne.
- Interface RS232 pour connexion avec un PC : Acquisition, paramétrage, et reprogrammation (via l'adaptateur fourni)



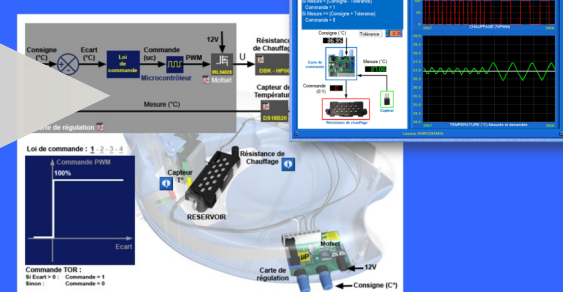
### Du système réel



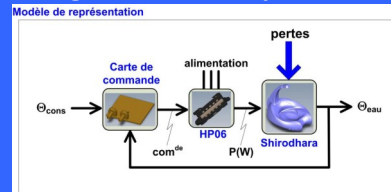
### Au système instrumenté



### Performances mesurées sur le système instrumenté du laboratoire



La régulation de température:



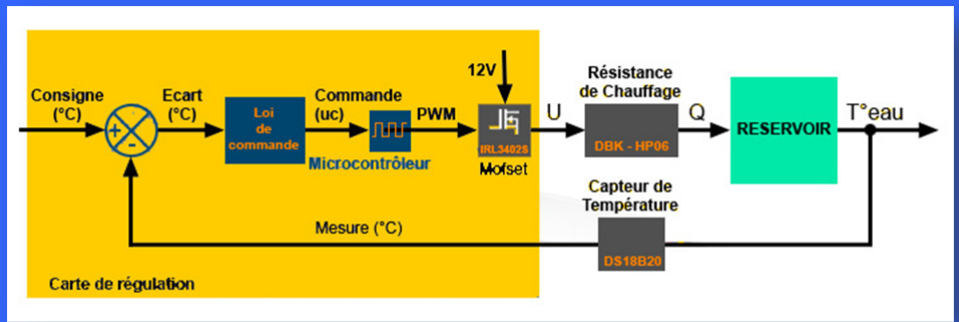
Modèles de connaissance « thermique »

$$\frac{d}{dt} \Theta_{\text{eau}}(t) = \frac{1}{M_{\text{eau}} \cdot C_p} [P_{\text{chauffage}}(t) - P_{\text{pertes}}(t)] \rightarrow \text{« cuve »}$$

$$P_{\text{chauffage}}(t) = k \cdot S \cdot [\Theta_{\text{conv}} - \Theta_{\text{eau}}(t)] \rightarrow \text{« DBK HP06 »}$$

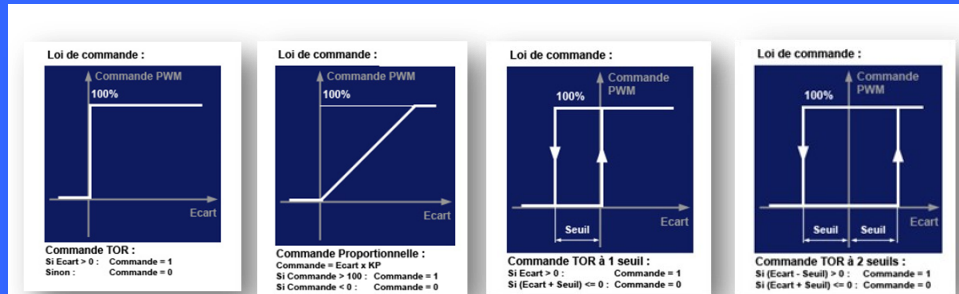
$$P_{\text{pertes}}(t) = \frac{\Theta_{\text{eau}}(t) - \Theta_{\text{ext}}}{K} \rightarrow \text{« pertes régulières »}$$

Schéma blocs de la régulation



Les lois de commande:

Quatre lois de commande non linéaires avec deux saturations sont disponibles :



LES LOGICIELS FOURNIS

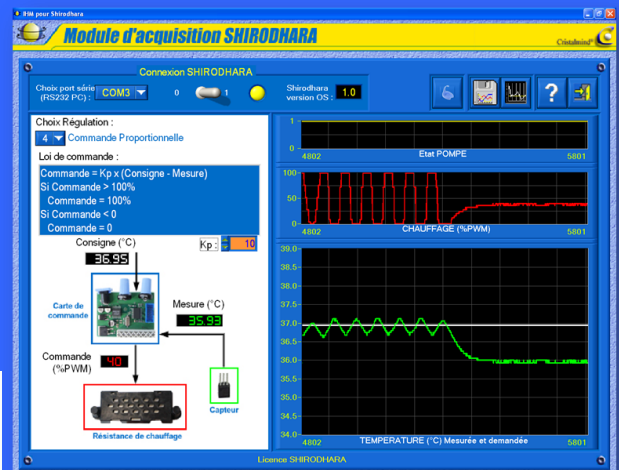
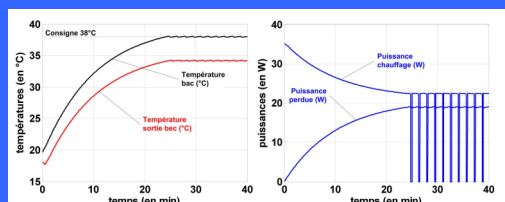


Un Environnement Multimédia intuitif:

- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Description fonctionnelle en vue 3D à partir d'un éclaté, identification des sous-ensembles
- Description détaillée de chaque sous-ensemble fonctionnel avec animations 3D et documentations
- Synoptique complet de la chaîne de régulation de température (schéma-bloc), synoptique des lois de commande (3 TOR, 1 proportionnelle)
- Synoptiques complets des chaînes d'énergies avec schémas de principes et schémas structurels complets
- Guide interactif étapes par étapes pour la mise en œuvre et l'exploitation du système

1 logiciel de pilotage et d'acquisition multi-postes :

- Connexion à la partie opérative par liaison série
- Accès aux réglages des paramètres de régulation, réglage du cycle de fonctionnement
- Mode de fonctionnement manuel : Forçage manuel des actionneurs, visualisation des informations capteurs
- Choix et paramétrage du type de régulation.
- Acquisition graphique et sauvegarde d'un cycle complet.



Valider un modèle par le résultat de la simulation numérique



## ACTIVITES PEDAGOGIQUES en 1ère / Terminale :

### Description et représentation :

- Identification des fonctions définies par l'expression du besoin ;
- Etude et caractérisation de leurs performances à partir de mesures.

### Capteurs :

- Approche qualitative des capteurs, grandeur mesurée et grandeurs d'influence (parasitage, sensibilité, linéarité) ;
- Conditionnement et adaptation du capteur à la chaîne d'information, échantillonnage, blocage.
- Etude de la chaîne d'énergie : Conversion et distribution (Pilotage de l'élément chauffant en MLI)

### Etude d'une régulation :

- Régulation de la  $t^\circ$  de l'eau avec commande TOR ou proportionnelle

### Approche comportementale: Modèle de comportement simulé :

- Principes généraux d'utilisation, Identification et limites des modèles de comportements, paramétrage associé aux progiciels de simulation
- Identification des variables du modèle, simulation et comparaison des résultats obtenus au système

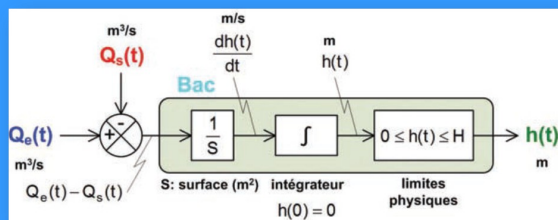
- un modèle Matlab Simulink à différents niveau de finesse est proposé avec des activités élèves associées.
- L'instrumentation permet une comparaison évolutive entre le système réel, ses modèles et le cahier des charges.

### Projet :

- Modification de la commande par programmation du micro-contrôleur ;
- Implémentation d'un programme dans un « composant programmable » (PIC 18F).

## MODELE DE COMPORTEMENT ET SIMULATION NUMERIQUE

### La représentation temporelle

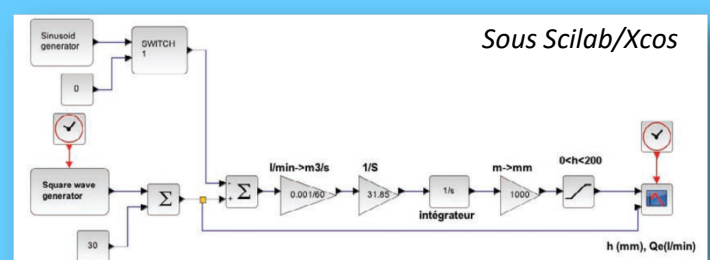
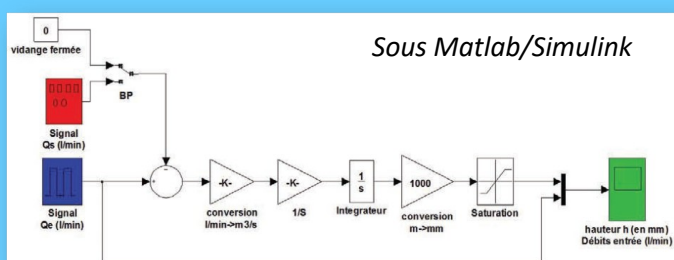


Pour être parfaitement complète et efficace, l'étude numérique est couplée à des résultats expérimentaux.

Le modèle primaire est considéré comme validé. La présence de blocs de conversion permet d'imposer en entrée un débit exprimé dans une unité usuelle (ici en litres par minute), ce qui pédagogiquement est très intéressant.

La condition initiale est respectée, et le bloc « saturation » limite correctement la hauteur d'eau  $h(t)$  à la taille du bac. Enfin, au bout de 7,6 secondes d'une évolution linéaire, le bac est plein.

### Le modèle de simulation





# AP25 - FIXION

Attacheur de végétation

Un système réel instrumenté



L'AP25- Fixion pédagogique est un système réel didactisé construit à partir de l'attacheur de végétation de la société PELLENC, qui permet l'attache automatique d'un élément de végétation sur un support.

Innovant, il permet de mécaniser l'opération d'attache manuel à l'aide d'un seul actionneur.

Issu des technologies industrielles, l'AP25-Fixion Pédagogique permet une approche expérimentale et intuitive des systèmes mécaniques industriels modernes.

L'AP25- Fixion Pédagogique est équipé d'une carte électronique qui permet de visualiser les différents cycles de fonctionnement du mécanisme, rendant les étapes perceptibles par l'utilisateur.

## CONSTITUTION ET CARACTERISTIQUES

Solutions constructives originales et ingénieuses:

- 1 seul actionneur pour réaliser 4 fonctions mécaniques ( Transmission principale à combinaisons de roues libres)
- Commande de cycle par micro-contrôleur
- Motoréducteur 2 sens de marche
- Capteurs à effet Hall pour détection des cycles (Capteur linéaire 3 états + capteur bistable)
- 1 pupitre de mesures avec carte d'acquisition NI 6009 USB intégrée
- 1 interface d'acquisition et de mesures sur PC
- Acquisition automatique et synchrone des cycles
- 1 valise supplémentaire avec platine d'essais pour réaliser des cycles d'attache manuellement
- 1 cassette seule sans motoréducteur pour montages / démontages



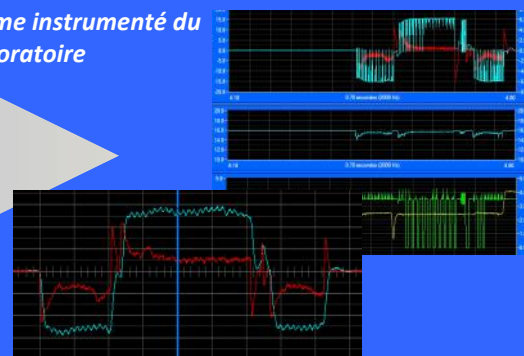
Du système réel



Au système instrumenté



Performances mesurées sur le système instrumenté du laboratoire





## LES FONCTIONS MECANIQUES

### Avance du lien - Fermeture crochet

L'appui sur la gâchette entraîne la rotation du pignon conique qui provoque la fermeture du crochet et l'avance du lien



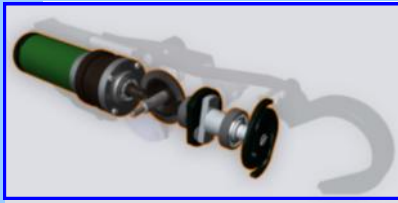
### Couper le lien

le doigt de coupe est actionné par le pion « coupe » (roue droite) qui entraîne la biellette de coupe. Le lien



### Torsader le lien

L'ensemble torsadeur est entraîné par l'axe torsadeur. Le nombre de tours à effectuer est déterminé par la position du sélecteur.

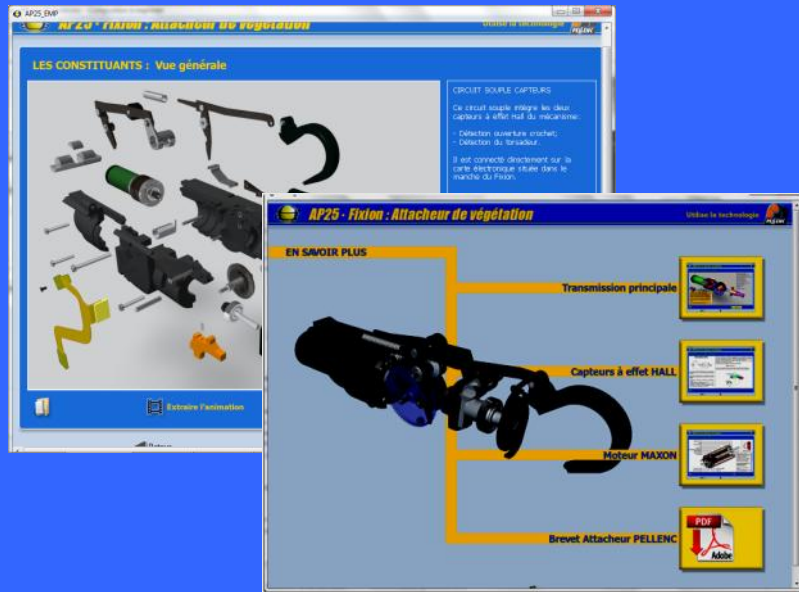
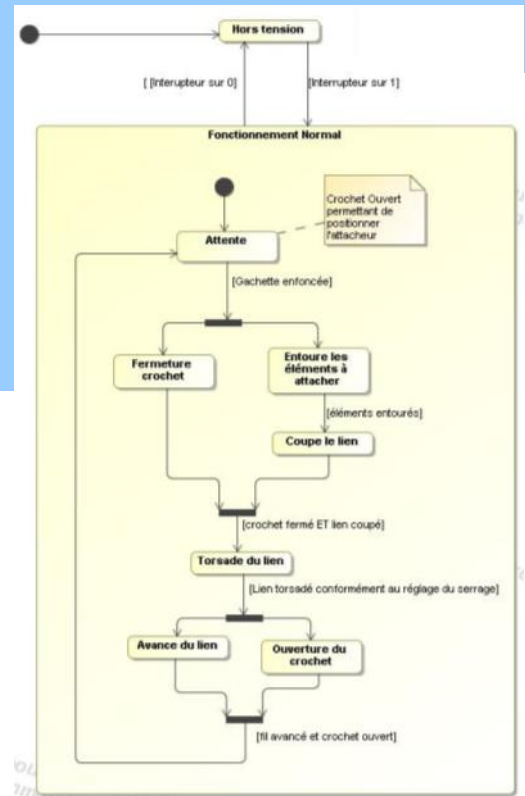


### Ouvrir le crochet mobile

La roue droite est entraînée. Le pion crochet actionne le doigt crochet qui provoque l'ouverture du crochet par l'action de la biellette crochet.



## Diagramme d'état



## LES LOGICIELS FOURNIS

### Un Environnement Multimédia intuitif:

- Menu d'accueil interactif avec navigation intuitive
- Illustrations et vidéos de l'attachage de la vigne
- Accès interactifs aux constituants (Description et documentations)
- Découverte des fonctions du mécanisme à l'aide de modélisations 3D jouables et schémas cinématiques 2D
- Animation sur le principe des capteurs à effet Hall
- Assistance multimédia pour la mise en œuvre du système et les mesures
- Aide par diaporama sur les étapes de montage et démontage du mécanisme

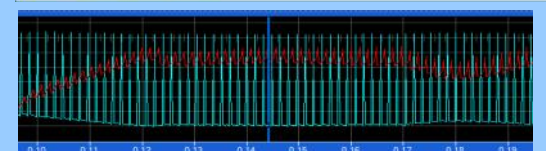
## 1 logiciel d'acquisition des grandeurs physiques en version multi-postes :

### Grandeurs acquises:

- Tension / Courant Batterie
- Tension / Courant Moteur
- Signal capteur Cycle
- Signal capteur Torsades

### Filtrage des mesures:

- Filtrage Auto ou manuel
- Filtre numérique passe-bas de type Butterworth
- Saisie de l'ordre du filtre
- Réglage de la fréquence de coupure





**ACTIVITES PEDAGOGIQUES en 1ère / Terminale :****Analyser :**

- ✓ 2 chaînes d'énergie imbriquées
- ✓ Chaînes d'information accessibles
- ✓ Réversibilité des chaînes d'énergie

**Modéliser :**

- ✓ Modèle de connaissance cinématique des fonctions principales
- ✓ Modèles de constituants

**Résoudre :**

- ✓ Loi Entrée-Sortie géométrique de plusieurs sous-mécanismes
- ✓ Loi Entrée-Sortie de deux fonctions principales

**Expérimenter :**

- ✓ Repérer les constituants des chaînes d'énergie et d'information
- ✓ Mesures : Position angulaire de la roue principale, vitesse moteur, courant moteur
- ✓ Etude du cycle par diagramme de Gantt des capteurs
- ✓ Mesure du fonctionnement sur platine d'essais manuelle