



FICHES PRATIQUES

LOGICIELS DU LABORATOIRE DE PHYSIQUE

LYCÉE M. MONTAIGNE – Origine MPSI/PSI – 10/2020

SOMMAIRE

LOGICIEL LAVIS-PRO.....	02 – 12
LOGICIEL REGRESSI.....	13 – 20
DATA LAVISPRO VERS REGRESSI	21
DATA OSCILLO VERS REGRESSI	22 – 26
FORMAT TXT AVEC EXCELL OU UN BON TABLEUR	22 À 25
FORMAT CSV AVEC PYTHON	26
LOGICIEL TRACKER	27 – 28

LOGICIEL LATIS-PRO



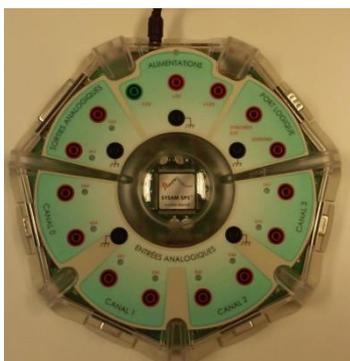
Latis-Pro est un logiciel **d'acquisition et de traitement du signal**. L'acquisition est réalisée via le **boîtier d'acquisition SYSAM-SP5**.

SOMMAIRE

1	Acquisition des signaux	page 02
2	Visualisation des signaux	page 04
3	Traitement des signaux	page 06
3.1	Mesures	page 06
3.2	Création de variables avec un tableur	page 07
3.3	Création de variables calculées	page 08
3.4	Modélisation	page 09
3.5	Analyse spectrale	page 10
4	Mise en forme	page 11
4.1	Commentaires	page 11
4.2	Présentation des fenêtres	page 11
4.3	Impression	page 11
5	Exploitation d'une vidéo	page 12

1 Acquisition des signaux

Boîtier d'acquisition Sysam-SP5



L'acquisition des tensions est réalisée en appliquant les signaux sur les « **Entrées analogiques** » :

- tension référencée à la **masse** à appliquer entre EA0, par exemple, et la masse ;
- tension non référencée à la masse : tension **différentielle** à appliquer entre EA0, par exemple, et EA4.

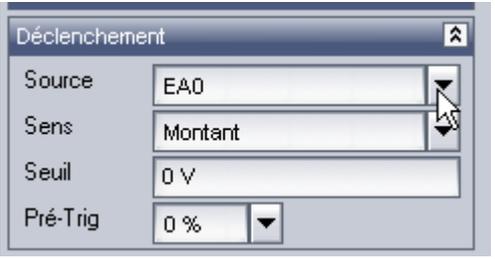
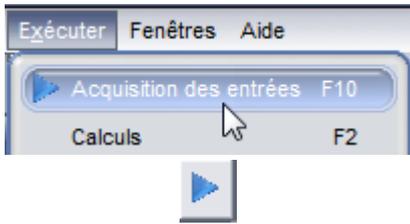
Il est possible d'acquérir simultanément **quatre tensions** : **une par canal** (canal 0, 1, 2, 3).

Logiciel Latis-Pro

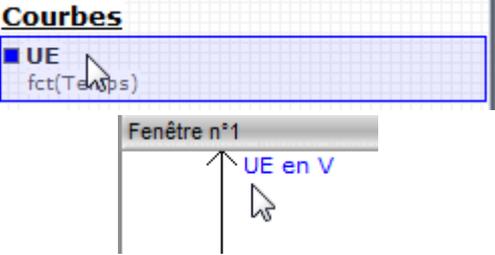
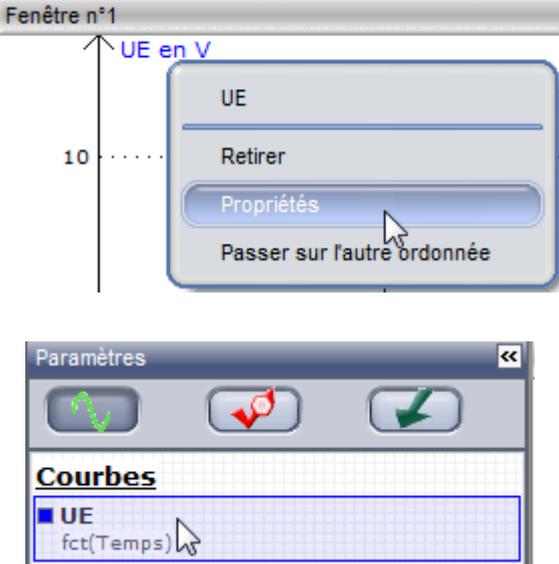
Ouverture de la fenêtre « *Acquisition* »

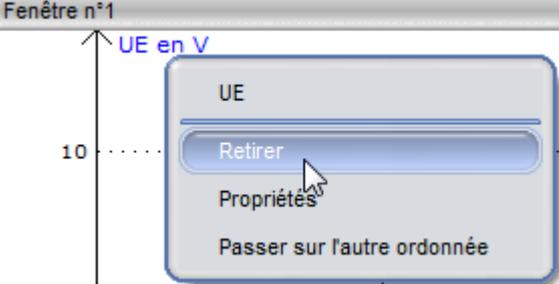
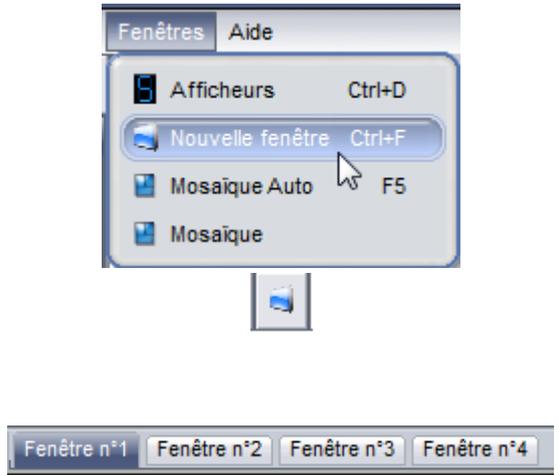
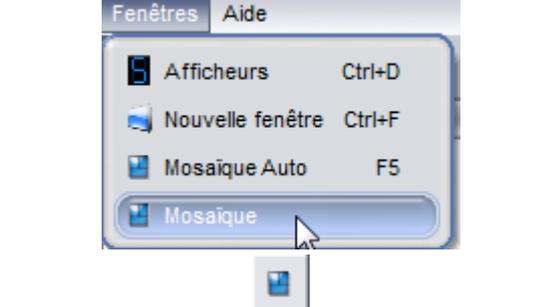
☞ Cliquer sur l'icône « *Paramétrage de l'acquisition* » dans la fenêtre « *Paramètres* »



<p>Activation des entrées</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans l'onglet « <i>Entrées analogiques</i> » de la fenêtre « <i>Acquisition</i> », cliquer sur le nom de la voie « <i>EA0, EA1...</i> » ☞ Pour acquérir une tension différentielle, cocher la case « <i>Mode différentiel</i> » 	
<p>Réglage des paramètres de l'acquisition</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans l'onglet « <i>Acquisition / Temporelle</i> » de la fenêtre « <i>Acquisition</i> », choisir le nombre de points et la durée totale de l'acquisition (ou la période d'échantillonnage T_e) en fonction du signal à acquérir ☞ Cocher « <i>Mode permanent</i> » pour observer le signal en temps réel. 	
<p>Réglage des paramètres de déclenchement de l'acquisition</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans l'onglet « <i>Déclenchement</i> » de la fenêtre « <i>Acquisition</i> », choisir la voie, le niveau et le front de déclenchement. 	
<p>Acquisition des signaux</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans le menu « <i>Exécuter</i> », cliquer sur « <i>Acquisition des signaux</i> » OU ☞ Cliquer sur l'icône ci-contre OU ☞ Appuyer sur la touche de raccourci « <i>F10</i> » ☞ En « <i>Mode permanent</i> », appuyer sur la touche « <i>Echap</i> » pour arrêter l'acquisition 	

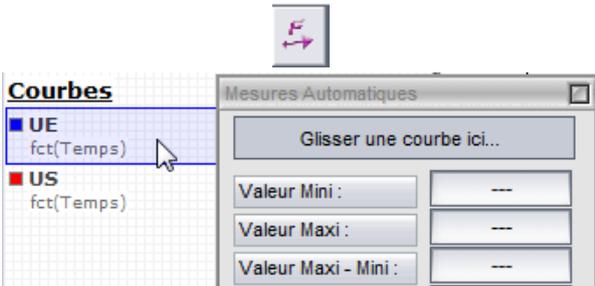
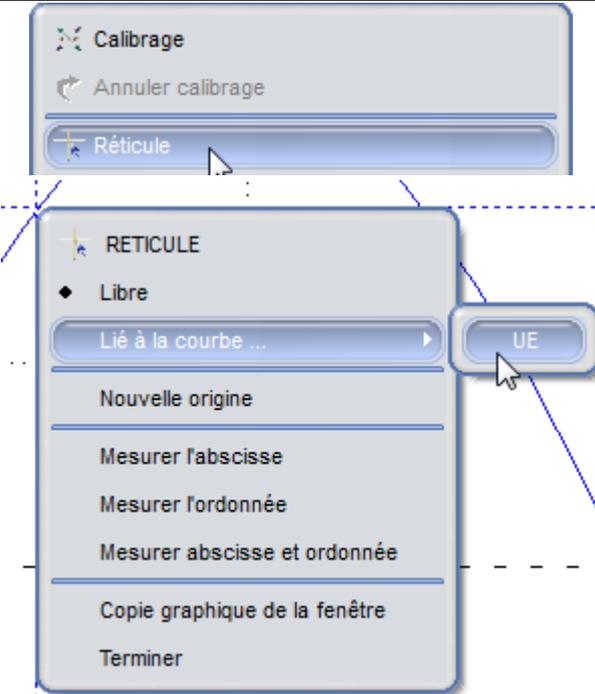
2 Visualisation des signaux

<p>Accès à tous les signaux disponibles</p> <p>☞ Cliquer sur l'icône « <i>Liste des courbes</i> » dans la fenêtre « <i>Paramètres</i> ».</p>	
<p>Visualisation d'un signal dans une fenêtre graphique</p> <p>☞ Cliquer sur le nom de la courbe dans la fenêtre « <i>Liste de courbes</i> » et maintenir le clic gauche appuyé tout en déplaçant la souris sur l'axe vertical de la fenêtre graphique</p> <p>☞ Procéder de façon similaire pour placer un signal sur l'axe horizontal</p>	
<p>Modification des propriétés de la courbe</p> <p>☞ Cliquer avec le bouton droit sur le nom de la courbe dans la fenêtre graphique, puis sur « <i>Propriétés</i> », pour modifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ son nom ▪ son unité ▪ son style ▪ sa couleur <p>OU</p> <p>☞ Double-cliquer sur le nom de la courbe dans la fenêtre « <i>Liste de courbes</i> » de la fenêtre « <i>Paramètres</i> »</p>	
<p>Choix automatique des échelles</p> <p>☞ Cliquer avec le bouton droit dans la fenêtre graphique et choisir « <i>Calibrage</i> »</p> <p>Choix personnalisé des échelles</p> <p>☞ Double-cliquer sur les axes</p>	

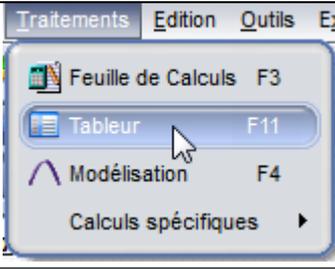
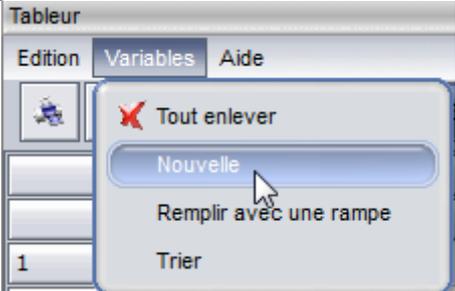
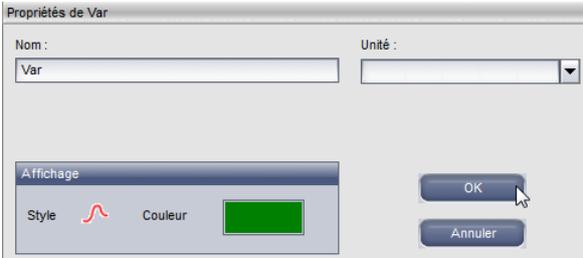
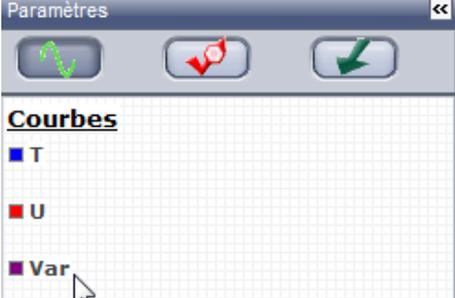
<p>Fin de visualisation d'un signal dans une fenêtre graphique</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Cliquer avec le bouton droit sur le nom de la courbe dans la fenêtre graphique, puis « <i>Retirer</i> » 	
<p>Ouverture de nouvelles fenêtres graphiques (4 fenêtres au maximum)</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans le menu « <i>Fenêtres</i> », cliquer sur « <i>Nouvelle fenêtre</i> » OU ☞ Cliquer sur l'icône ci-contre <p>Navigation entre les fenêtres graphiques</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Cliquer sur l'onglet correspondant à la fenêtre en bas de l'écran 	
<p>Affichage des fenêtres sous forme de mosaïque</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans le menu « <i>Fenêtres</i> », cliquer sur « <i>Mosaïque</i> » ou sur « <i>Mosaïque auto</i> » OU ☞ Cliquer sur l'icône ci-contre 	

3 Traitement des signaux

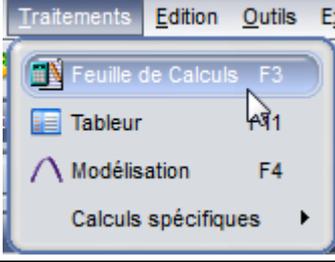
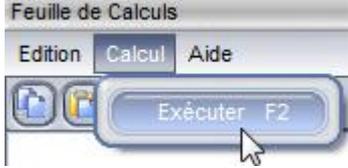
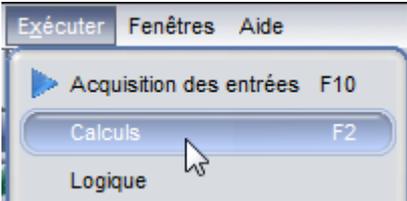
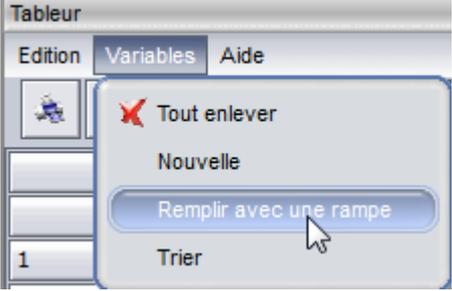
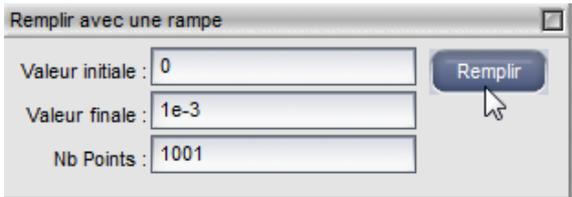
3.1 Mesures

<p>Mesures automatiques sur une courbe</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Cliquer sur l'icône ci-contre ☞ Cliquer sur le nom de la courbe dans la fenêtre « <i>Liste de courbes</i> » et maintenir le clic gauche appuyé tout en déplaçant la souris dans la zone « <i>Glisser une courbe ici...</i> » de la fenêtre « <i>Mesures automatiques</i> » 	
<p>Mesures personnalisées sur une courbe</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Cliquer avec le bouton droit dans la fenêtre graphique et choisir « <i>Réticule</i> » ☞ Lorsque le réticule est activé, cliquer avec le bouton droit dans la fenêtre graphique pour : <ul style="list-style-type: none"> ▪ lier le réticule à une courbe ▪ choisir une nouvelle origine pour effectuer des mesures relatives : le réticule bleu est fixe et le réticule mobile est rouge ▪ terminer les mesures avec le réticule 	

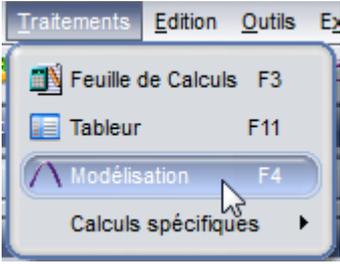
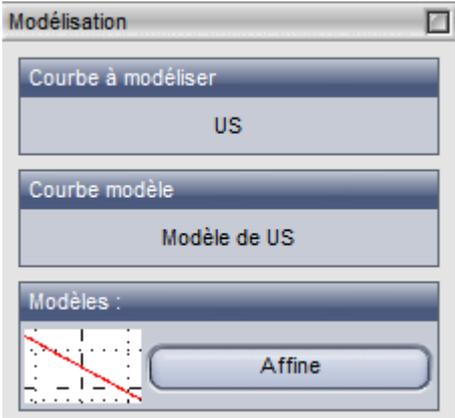
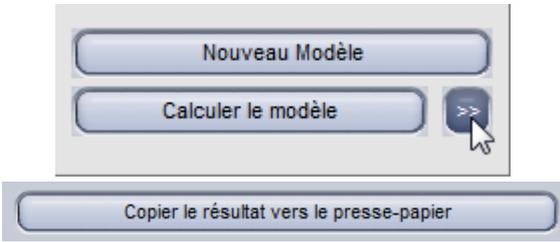
3.2 Création de variables avec un tableur

<p>Ouverture du tableur</p> <p>☞ Dans le menu « <i>Traitements</i> », cliquer sur « <i>Tableur</i> »</p> <p>OU</p> <p>☞ Appuyer sur la touche de raccourci « <i>F11</i> »</p>	
<p>Création de variables</p> <p>☞ Dans la fenêtre « <i>Tableur</i> », cliquer sur « <i>Nouvelle</i> » dans l'onglet « <i>Variables</i> »</p> <p>Modification des propriétés de la variable créée</p> <p>☞ Dans la fenêtre « <i>Propriétés de Var</i> », modifier :</p> <ul style="list-style-type: none"> ▪ son nom ▪ son unité ▪ son style ▪ sa couleur <p>OU</p> <p>☞ Double-cliquer sur le nom de la variable dans la fenêtre « <i>Liste de courbes</i> » de la fenêtre « <i>Paramètres</i> »</p>	  

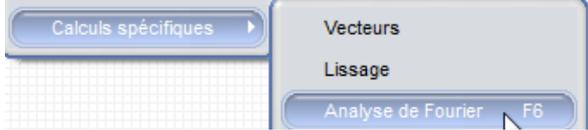
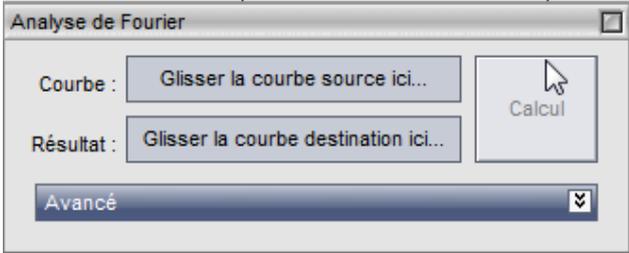
3.3 Création de variables calculées

<p>Ouverture de la feuille de calculs</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans le menu « <i>Traitements</i> », cliquer sur « <i>Feuille de calculs</i> » OU ☞ Appuyer sur la touche de raccourci « <i>F3</i> » 	
<p>Création de variables ou de signaux calculés</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Saisir les opérations mathématiques dans la « <i>Feuille de calculs</i> » ☞ Consulter la liste des fonctions disponibles en cliquant sur « <i>Liste des fonctions</i> » dans le menu « <i>Aide</i> » 	
<p>Calculer les variables créées</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans le menu « <i>Calcul</i> » de la « <i>Feuille de calculs</i> », cliquer sur « <i>Exécuter</i> » OU ☞ Dans le menu « <i>Exécuter</i> » de la fenêtre graphique, cliquer sur « <i>Calculs</i> » OU ☞ Appuyer sur la touche de raccourci « <i>F2</i> » 	 
<p>Création d'un signal dépendant du temps</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans la fenêtre « <i>Tableur</i> », créer la variable temporelle en cliquant sur « <i>Remplir avec une rampe</i> » dans l'onglet « <i>Variables</i> » ☞ Compléter les caractéristiques de la rampe dans la fenêtre « <i>Remplir avec une rampe</i> » 	 

3.4 Modélisation

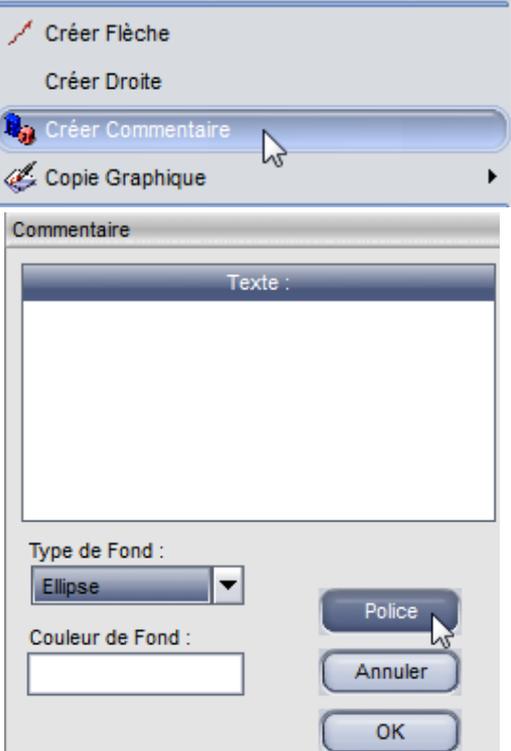
<p>Modélisation d'une courbe</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans le menu « <i>Traitements</i> » de la fenêtre graphique, cliquer sur « <i>Modélisation</i> » OU ☞ Appuyer sur la touche de raccourci « <i>F4</i> » 	
<p>Paramétrage du modèle</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Cliquer sur le nom de la courbe dans la fenêtre « <i>Liste de courbes</i> » et maintenir le clic gauche appuyé tout en déplaçant la souris dans la zone « <i>Glisser la courbe source ici...</i> » de la fenêtre « <i>Modélisation</i> » ☞ Choisir le modèle dans la liste proposée 	
<p>Résultat de la modélisation</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Cliquer sur « <i>Calculer le modèle</i> » pour lancer la modélisation ☞ Cliquer sur la double-flèche pour accéder au résultat de la modélisation et le copier vers le presse-papier 	
<p>Prise en compte des incertitudes</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Pour afficher les barres d'incertitudes, remplir les cases « <i>Erreur en X</i> » et « <i>Erreur en Y</i> ». ☞ Cliquer à nouveau sur « <i>Calculer le modèle</i> » pour relancer la modélisation et connaître les incertitudes sur la pente et l'ordonnée à l'origine. 	

3.5 Analyse spectrale

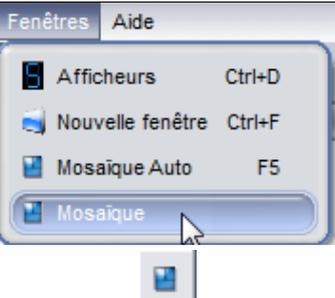
<p>Ouverture de la fenêtre d'analyse spectrale</p> <p>☞ Dans le menu « <i>Traitements</i> » de la fenêtre graphique, cliquer sur « <i>Calculs spécifiques</i> », puis sur « <i>Analyse de Fourier</i> »</p> <p>OU</p> <p>☞ Appuyer sur la touche de raccourci « <i>F6</i> »</p>	 <p>The image shows a software menu titled 'Calculs spécifiques'. It contains several options: 'Vecteurs', 'Lissage', and 'Analyse de Fourier'. The 'Analyse de Fourier' option is highlighted in blue and has a mouse cursor over it. A keyboard shortcut 'F6' is displayed next to it. To the left of the menu is a grid pattern.</p>
<p>Analyse spectrale d'un signal</p> <p>☞ Cliquer sur le nom de la courbe dans la fenêtre « <i>Liste de courbes</i> » et maintenir le clic gauche appuyé tout en déplaçant la souris dans la zone « <i>Glisser la courbe source ici...</i> » de la fenêtre « <i>Analyse de Fourier</i> »</p> <p>☞ Cliquer sur « <i>Calcul</i> »</p>	 <p>The image shows a dialog box titled 'Analyse de Fourier'. It has a 'Courbe' field with a button 'Glisser la courbe source ici...' and a 'Résultat' field with a button 'Glisser la courbe destination ici...'. To the right of these fields is a 'Calcul' button with a mouse cursor. At the bottom, there is a dropdown menu currently set to 'Avancé'.</p>

4 Mise en forme

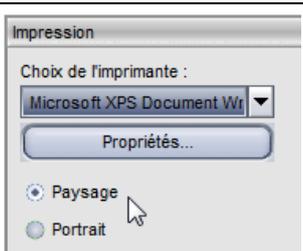
4.1 Commentaires

<p>Insertion de commentaires</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Cliquer avec le bouton droit dans la fenêtre graphique et choisir « <i>Créer commentaire</i> » ☞ Dans la fenêtre « <i>Commentaire</i> », <ul style="list-style-type: none"> ▪ insérer du texte ▪ modifier la police ▪ Choisir le type de fond du commentaire ▪ utiliser le copier-coller « <i>CTRL+C</i> » et « <i>CTRL+V</i> » 	
---	---

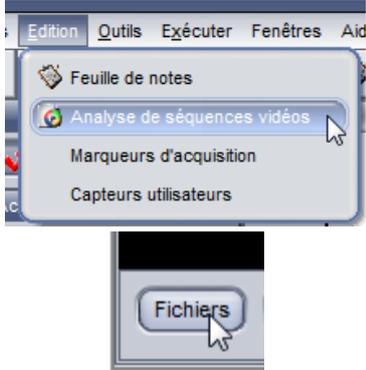
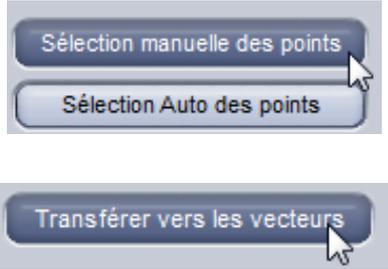
4.2 Présentation des fenêtres

<p>Affichage d'une mosaïque</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans le menu « <i>Fenêtres</i> », cliquer sur « <i>Mosaïque</i> » ou sur « <i>Mosaïque auto</i> » OU ☞ Cliquer sur l'icône ci-contre 	
---	--

4.3 Impression

<p>Impression des fenêtres</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans la fenêtre « <i>Impression</i> », choisir l'imprimante « <i>Kyocera</i> » reconnue par son adresse IP ou par son nom réseau et préférer un format « <i>Paysage</i> » 	
---	--

5 Exploitation d'une vidéo

<p>Ouvrir un fichier vidéo</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans le menu « <i>Édition</i> », cliquer sur « <i>Analyse de séquences vidéos</i> ». ☞ Dans la fenêtre « <i>Séquence vidéo</i> », cliquer sur « <i>Fichiers</i> » pour ouvrir votre fichier vidéo au format .avi 	
<p>Définition de l'instant initial</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ À l'aide des différents boutons, arrêter la lecture sur l'image correspondant à l'instant initial. 	
<p>Paramètres de l'analyse</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans la fenêtre « <i>Séquence vidéo</i> », dans l'onglet « <i>Paramètres</i> », définir le point origine, la taille de l'étalon et le sens des axes. <p><i>N.B.</i> : Un zoom muni d'une cible (en bas à droite de la fenêtre) permet d'améliorer la précision sur la position de la souris.</p>	
<p>Analyse de la vidéo</p> <ul style="list-style-type: none"> ☞ Dans la fenêtre « <i>Séquence vidéo</i> », cliquer sur « <i>Sélection manuelle des points</i> » pour procéder à l'acquisition de toutes les positions de la bille, image par image. ☞ À la fin de l'acquisition, cliquer sur « <i>Transférer vers les vecteurs</i> » : le logiciel crée deux variables : <ul style="list-style-type: none"> « <i>Mouvement x</i> » (abscisse) « <i>Mouvement y</i> » (ordonnée) <p>Ces variables sont accessibles dans l'onglet « <i>Paramètres</i> », puis « <i>Liste des courbes</i> ».</p> <p><i>N.B.</i> : Fermer la fenêtre « <i>Tracé de vecteurs en mécanique</i> »</p>	

LOGICIEL REGRESSI

Regressi reconnaît I et l'écrit j, reconnaît π et l'écrit Ctrl+p.

Par défaut Regressi est en degré. Demander toujours radian (Cf III).

Pour l'acquisition de données, nous pouvons utiliser le logiciel de l'oscilloscope ou Latis-Pro.

Pour le traitement de données, Regressi peut apparaître comme plus intéressant pour certains.

I. Ouvrir un fichier existant.

Extension usuelle des fichiers :

.rw3 pour regressi

.lpt pour un fichier LatisPro, qui devront être transformés en txt pour être récupérés par regressi

.txt pour un fichier texte, avec point comme séparateur décimal et tabulation pour séparation des données.

La structure d'un fichier texte est par exemple la suivante (CLIC-CLIC dessus) :

```

lecture par tdm.txt - Bloc-notes
-----
Fichier  Edition  Fgmat  Affichage  ?
TBS 1072B-EDU, C012038,
t      v1      v2
s      V      V
temps tension tension
2E-6  -6      -0.26
4E-6  -6      -0.28
6E-6  -5.92  -0.28
  
```

Les données sont présentées en colonnes, ici 3. Les premières lignes (ici 3) donnent quelques informations : les données viennent de l'oscilloscope TBS1072, la première colonne est le temps en s, la seconde colonne est la voie 1 notée v1 en V, la troisième colonne est la voie 2 notée v2 en V.

Pour une bonne récupération sous regressi, il sera peut-être nécessaire de supprimer la première ligne grâce à un éditeur de texte.

.csv (Comma-Separated Values),

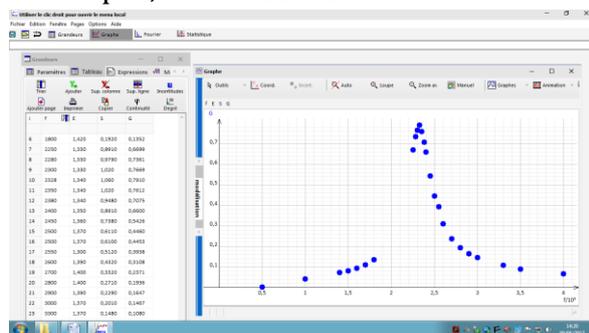
II. Entrée de données expérimentales avec regressi.

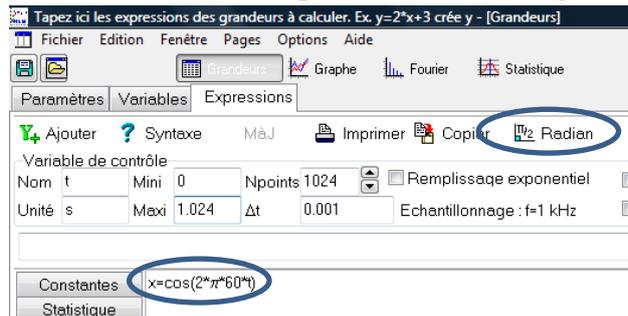
FICHER, NOUVEAU, CLAVIER.

Entrer le nom des variables dans le bon ordre avec des notations cohérentes. Ne remplir aucun autre champ. La fenêtre de données apparaît. L'icône Y+ permet de faire apparaître une variable calculée à partir des données expérimentales.

Demander le graphe. La fenêtre graphique apparaît.

Redimensionner les fenêtres pour voir à la fois le tableau des données et le graphe se remplir, cf ci-dessous où on voit très bien qu'il manque des points expérimentaux :

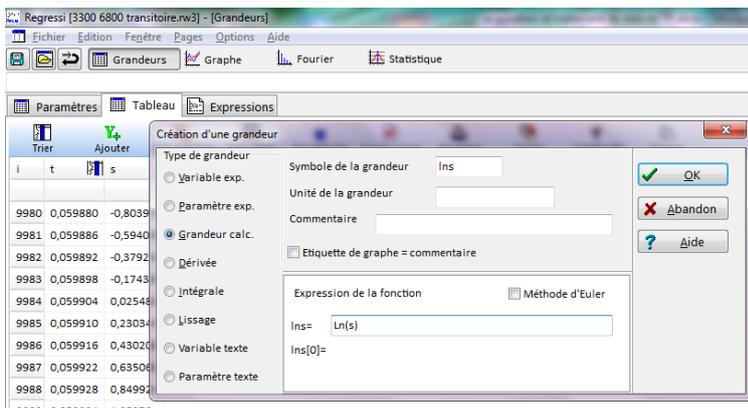


III. Simulations d'expériences avec regressi. Figure ci-dessous.

FICHER, NOUVEAU, SIMULATION.

La feuille de calcul apparaît avec comme variable principale le temps t . Choisir le nombre de points, l'intervalle de définition, noter la fréquence d'échantillonnage (important pour l'aspect spectrale).

Pour créer une sinusoïde de fréquence 60 Hz par exemple, 1024 points sur 1,024s soit une fréquence d'échantillonnage de 1kHz.

IV. Gestion de variables.

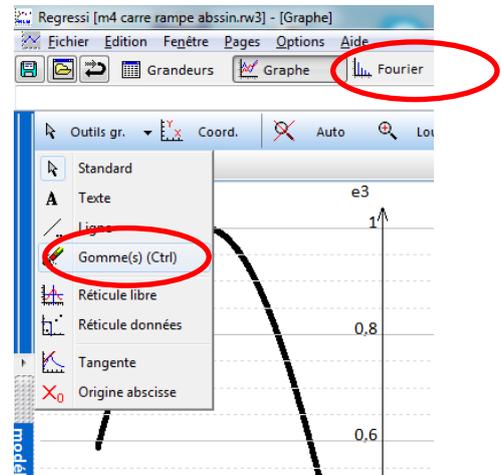
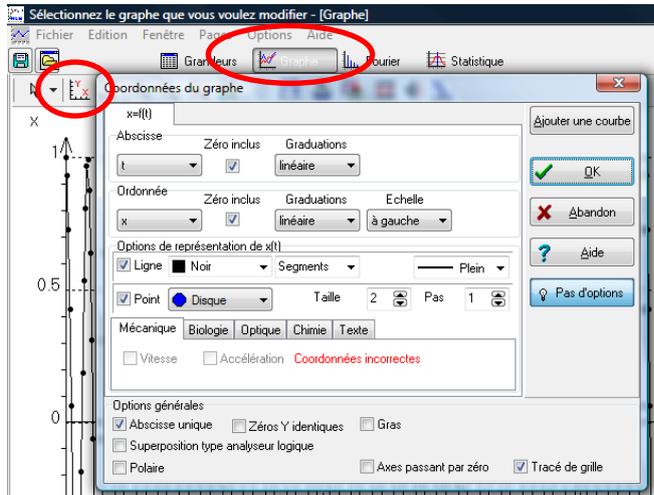
GRANDEURS, TABLEAU. On peut :

- 1) changer la variable de tri, ici c'est le temps t ;
- 2) changer le nom et unité d'une variable en cliquant dessus ;
- 3) créer une variable avec $Y+$. Ici, je crée une variable notée $\ln s$ que est le logarithme népérien de s . On peut aussi dériver ou intégrer ;
- 4) aussi directement écrire sur la feuille de l'onglet expressions.

Pour les fonctions utilisables, voir le paragraphe VI.

V. Graphiques.

1) Choix des coordonnées et outils graphiques.

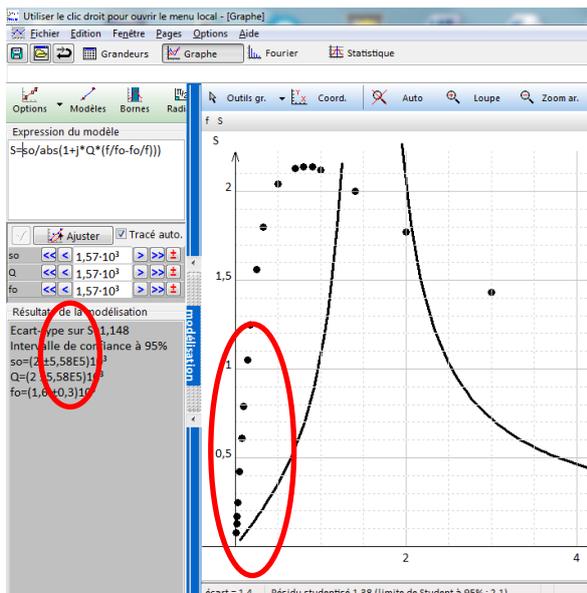


Noter la présence d'une gomme qui permet d'éliminer une grande quantité de points d'un seul coup à l'intérieur d'un rectangle dessiné à la souris et l'onglet Fourier pour afficher le spectre.

Si vous souhaitez un graphe déterminé, regressi devrait savoir le faire. Consulter les options possibles.

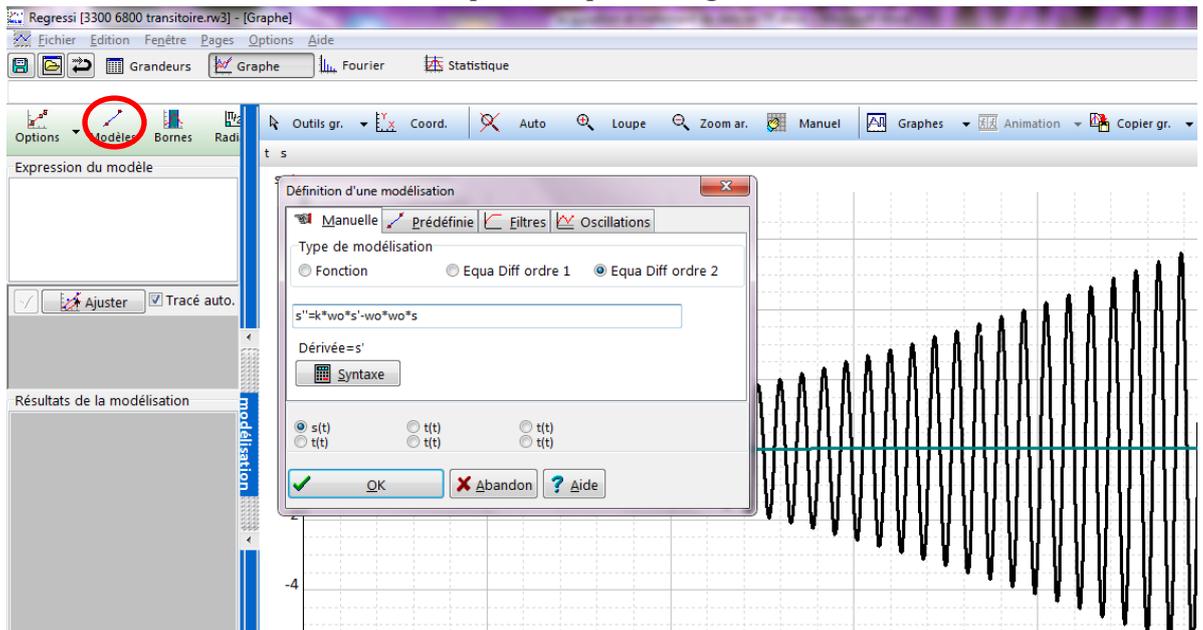
2) La modélisation.

L'onglet de modélisation se trouve sur la gauche du graphique. On peut prendre une forme prédéterminée, une équation différentielle (attention à la syntaxe), ou une forme libre.



Il peut arriver au logiciel de ne pas trouver, comme sur l'exemple d'un passe-bande ci-dessus : il faudra alors fournir des valeurs de départ au logiciel soit so proche de 2, fo proche de 900Hz. En agissant ensuite sur les chevrons, on fait converger la courbe vers les points expérimentaux. Quand on est suffisamment proche, AJUSTER.

Sur le schéma ci-dessous, je cherche à vérifier un modèle par équa diff d'ordre 2. Le logiciel devra trouver des valeurs compatibles pour les grandeurs k et wo.



TRES IMPORTANT : si le logiciel ne trouve pas (ce qui est assez courant, et est une catastrophe sous LatisPro), il faut donner des valeurs de départ.

Exemple ici : on voit des oscillations divergentes, ce qui correspond à k positif, et wo est alors une valeur approchée de la pulsation des oscillations. Avec FOURIER, on voit un pic à 820Hz et on peut donc évaluer $\omega_0 = 2\pi \cdot 820 \approx 5200 \text{ s}^{-1}$. On agit alors sur les curseurs des paramètres pour faire converger la courbe modélisée vers les points expérimentaux. AJUSTER quand vous pensez que cela va converger.

VI. Compléments sur la syntaxe , issus du manuel.**Le système reconnaît π (Ctrl+p) et j ($j^2=-1$)**

Le nom des fonctions peut être écrit indifféremment en majuscule ou minuscule.

Le nom des grandeurs peut comporter uniquement des lettres ou des chiffres : pas de "prime" (réservé aux équations différentielles) de parenthèse, crochet et c. Dans le nom des grandeurs, on distingue minuscule de majuscule, cela permet d'étudier T(t), MAIS les boîtes listes de Windows sont incapables de le faire, donc faire attention dans celles-ci.

Les nombres doivent commencer par un chiffre et utiliser la notation informatique.

Le séparateur décimal est le point car celui-ci est accessible sur le pavé numérique. Je ne suis pas responsable des incohérences de Windows qui redéfinit le séparateur mais pas le pavé numérique.

1. Indexation

On peut indexer les variables et les paramètres à l'aide de crochets :

- pour les variables, à l'intérieur de [], i désigne la ligne courante, la première ligne étant numérotée 0. La désignation de la valeur de la grandeur G d'une autre ligne se fait par G[expression fonction de i], i n'étant interprété ainsi qu'à l'intérieur des crochets. Si l'expression renvoie une valeur non entière, on prend l'entier le plus proche. Lorsque la valeur désigne un numéro de ligne inférieur (resp. supérieur) à la première (resp. dernière), on ne prend pas en compte la ligne. Donc G[i-1] désigne la valeur de G à la ligne précédent la ligne courante, on peut donc définir une vitesse par $v=(x[i+1]-x[i-1])/(t[i+1]-t[i-1])$ et les premier et dernier points n'auront pas de vitesse définies.
- Pour les affectations de variables, les seules syntaxes permises sont v[i]= et v[0]=, autrement dit pas d'expression possible à l'intérieur des crochets.
- pour les paramètres, la valeur entre crochets [] désigne la page et donc L[3] désigne la valeur de L dans la troisième page, on peut donc faire des calculs entre pages de type $M=(L[3]-L[4])/4$.

En dehors des crochets :

- utiliser iLigne pour indiquer le numéro de ligne courante (nom "compliqué" pour éviter des confusions avec des variables usuelles) : t=iLigne*10 crée une variable t valant 0 10 20 ...
- de même, le numéro de page courante s'appelle iPage, R=iPage*100+50 crée des résistances de valeur 150, 250, 350 dans les pages 1, 2, 3.

2. Opérateurs

L'exponentiation s'écrit y^x avec x nombre positif ou $y^{(expression)}$. Le signe ^ est obtenu par AltGr+9, la touche « accent circonflexe / tréma » ne fonctionne qu'en combinaison avec e, a... pour donner un accent.

Les opérateurs NOT, OR, AND et XOR fonctionnent sur un octet.

3. Fonctions reconnues :

SIN COS TAN EXP ABS CH SH TH

ASIN(x) arcsinus à valeur dans $-\pi/2..+\pi/2$

ACOS(x) arccosinus à valeur dans $0.. \pi$

ATAN(x) arctangente à valeur dans $-\pi/2..+\pi/2$

(remarque : pour avoir une valeur entre - dans $-\pi$.et $+\pi$, utiliser $\arg(x+j*y)$)

SINC(x) sinus cardinal $\sin(x)/x$

J1c(x) Bessel cardinal (sic) = J1(x)/x limité à $|x| < 15$, au-delà renvoie 0.

BESSEL(n,x) fonction de Bessel d'ordre entier n limité à $|x| < 30$, au-delà renvoie 0.

SQRT(x) racine carrée

SQR(x) carré

SIGN(x) signe

LN(x) népérien

LOG(x) décimal

NOT(x) renvoie 0 si x est différent de 0 et 1 si x=0.
INT(x) partie entière FRAC(x) partie fractionnaire
CEIL(x) plus petit entier $\geq x$
ERF(x) fonction d'erreur
FACT(n) factorielle
GAMMA(x) fonction gamma ; si n est entier $\text{gamma}(n)=(n-1)!=$ factorielle de (n-1)
PEIGNE(t,dt) peigne de Dirac de pas dt (disponible en mode simulation, il est nécessaire que dt soit nettement plus important que le pas de tracé)

4. Trigonométrie

Le bouton  disponible dans la fenêtre grandeurs indique le mode angulaire sélectionné et permet la modification en cliquant dessus. Les calculs en degrés se font en degrés décimaux indépendamment de l'entrée ou l'affichage des données qui peut se faire en sexagésimal. Le mode par défaut peut être choisi par le menu options (onglet calcul), le logiciel est initialement en mode degré.

On peut entrer les angles en degré sous les formes suivantes :

- 12.36 interprétée comme 12 degrés 36 centièmes
- $12^{\circ}24'35''$ interprétée comme 12 degrés 24 minutes 35 secondes
- 12:24:35 interprétée de la même manière que ci-dessus mais plus facile à taper

5. Gestion de dates

TODATE(t) convertit t exprimé en seconde en une date d'origine le jour d'aujourd'hui
EXTMOIS(date) extrait le mois de la date
EXTJOUR(date) extrait le jour de la date
EXTANNEE(date) extrait l'année de la date

6. Equations

$x=\text{solve}(f(x),x1,x2)$ définit x et résout l'équation $f(x)=0$. La recherche peut d'une part ne pas aboutir et d'autre part trouver une racine qui n'est pas celle recherchée. Dans ces deux cas il faut initialiser la recherche en tapant dans le tableau du dossier « variables » une valeur approchée. x1 et x2 sont des paramètres facultatifs qui permettent d'une part de limiter les valeurs possibles des résultats à $x1 < x < x2$ et d'autre part initialisent la recherche à $(x1+x2)/2$. Exemple, y étant déjà définie, pour résoudre $2x^2+xy+1=0$, il faut entrer $x=\text{solve}(2*x*x+x*y+1)$.

$y'=f(x,y)$ résout l'équation différentielle $y'=dy/dx=f(x,y)$ avec $y(\text{initial})=y0$. Dans le cas d'une simulation y0 est créé automatiquement, sinon c'est une modélisation et y0 est la valeur initiale expérimentale. Exemple l'équation de charge d'un condensateur s'écrit $Uc'=(E-Uc)/RC$.

IMPORTANT : pour les équations différentielles, x est obligatoirement la première variable (variable de contrôle en mode simulation) : première colonne du tableau des variables.

$y''=f(x,y,y')$ résout l'équation différentielle $y''=d^2y/dx^2=f(x,y,y')$ avec $y(\text{initial})=y0$ et $y'(\text{initial})=y'0$. Dans le cas d'une simulation y'0 et y0 sont des paramètres expérimentaux à définir dans le dossier paramètres. Dans le cas d'une modélisation y0 est la valeur initiale expérimentale et y'0 un paramètre de modélisation. Exemple pour résoudre

l'équation de Van der Pol, il faut entrer quelque chose du type $y'' = -y - 2*y' * \text{if}(\text{abs}(y) < S, 0.15, 0.52)$.

Les équations différentielles ne sont disponibles que pour la modélisation ou en mode simulation.

Pour créer un système en mode simulation, il faut prédéfinir les variables par une fonction "vide" $y' =$ ou $y'' =$. Par exemple pour résoudre le système $x' = -kx - ky$ $y' = -ky - kx$ avec $x(0) = 0$ et $y(0) = 1$, il faut taper :

- $y' =$
- $x' = -k*x - k*y$
- $y' = -k*y - k*x$

et entrer les valeurs 0 et 1 dans le dossier paramètres.

Voir le fichier d'exemple `osccoupl.rw3`

La présence de plusieurs équations différentielles est interprétée comme un système d'équations et dans ce cas il peut y avoir d'autres calculs imbriqués dans le système.

7. Filtres

Le temps est supposé être la première colonne.

- `filtre(x,G(f))` : filtre la variable x dans l'espace des fréquences $G(f)$ étant le gain du filtre.

Ex 1 : $z = \text{filtre}(x, 1/(1+j*f/1000))$ qui traverse un passe-bas de fréquence de coupure 1 kHz.

Ex 2 : $z = \text{filtre}(x, \exp(j*\pi/6))$ qui déphase toutes les harmoniques de $\pi/6$ (même spectre d'amplitude mais pas même fonction !).

Si vous « oubliez » la variable x , cela définit un filtre qu'il est alors possible de tracer la courbe de réponse en norme dans la fenêtre FFT. Dans la fenêtre temporelle vous aurez la réponse impulsionnelle du filtre.

Voir le fichier d'exemple `filtre.rw3`

- `harm(x,debut,fin)` : reconstitue un signal obtenu par un filtre idéal coupant les composantes de Fourier en dehors de l'intervalle début à fin. Remarque le fondamental (harmonique 1) est de fréquence l'inverse de la durée du signal analysé, l'interprétation des résultats n'est donc simple que si la FFT est effectuée sur une période. On peut aussi utiliser cette fonction pour faire un filtrage de bruit HF par exemple.

Exemple 2 : `harm(x,1,5)` somme les cinq premières harmoniques de x si la FFT est effectuée sur une période.

Voir le fichier d'exemple `harm.rw3`

- ATTENTION : pour ces fonctions, on utilise une FFT, si vous voulez avoir des résultats qui aient un sens ne pas oublier les conditions d'utilisation de la FFT. Souvenez-vous en particulier qu'une FFT suppose implicitement que le signal est périodique de période la durée d'acquisition : en cas de résultat bizarre, essayer de vous représenter votre fonction périodisée. On peut définir la période du signal en ouvrant la fenêtre Fourier, modifier les paramètres de FFT par menu local (clic droit) ou bouton options.
- `corr(x,y)` : fonction de corrélation de x et y . voir le fichier d'exemple `RTL.rw3` et `phase.rw3`. On décale y de τ et on calcule le produit scalaire $x.y$. Le résultat de cette fonction est donc relatif au décalage τ . Si le temps va de t_1 à $t_1 + \text{durée}$, le retard τ va de 0 à durée. Pour que la courbe soit interprétée correctement, il faut donc utiliser en abscisse ce décalage qui est fourni par la fonction `tcorr(t)`. Remarque : si y est en retard sur x , comme τ est positif, `corr(x,y)` ne fournira pas le renseignement désiré, il faut utiliser `corr(y,x)`. Ceci permet de mesurer des décalages jusqu'à durée. Une autre possibilité serait de faire varier τ de $-\text{duree}/2$ à $+\text{duree}/2$ ce qui permettrait d'avoir un résultat dans les deux cas (avance ou retard) mais avec une limitation à $\text{duree}/2$. On pourrait enfin aller de $-\text{durée}$ à $+\text{durée}$, mais il y aurait alors une périodisation qu'il faudrait justifier ! Tout ceci indépendamment du paramétrage de la FFT. Tout avis sera bienvenu.
- `env(x)` : détermine l'enveloppe d'un signal x . Elle est obtenue en recherchant les maxima et en effectuant une interpolation parabolique entre ceux-ci. Voir le fichier d'exemple `osccoup.rw3`.
- `env(x,mini)` : fait la même chose pour les minima.
- `env(x,équation)` : trace une courbe lissée passant par les points obéissant à l'équation.

8. Complexes

Le système reconnaît j ($j^2=-1$) et les fonctions suivantes qui n'admettent en argument que les quatre opérations, l'élevation à une puissance entière et la carré SQR. Le résultat final doit être réel !

- RE partie réelle
- IM partie imaginaire
- ARG argument Arg($x+j*y$) renvoie l'angle entre $-\pi$ et $+\pi$
- ABS module, norme
- Vous avez intérêt à utiliser cette notation pour les filtres, par exemple pour les modélisations : cela rend les expressions plus lisibles : $G0/abs(1+j*f/f0)$ vs. $20*log(G0/sqrt(1+sqr(f/f0)))$.

9. Fonctions particulières

- **Ech**(x) : échelon =0 si $x<0$ et 1 si $x>0$
- **Creneau**(f,r) : créneau de fréquence f et de rapport cyclique r (durée à l'état haut divisée par la période)
- **Triangle**(f,r) : triangle de fréquence f et de rapport cyclique r (durée avec pente positive divisée par la période)
- **Aleat ou Rand**(x) : valeur aléatoire entre 0 et x
- **Bruit ou Noise**(x,ordre) : valeur aléatoire centrée d'écart-type x ; ordre est optionnel et vaut par défaut 3. On effectue un tirage aléatoire avec une répartition uniforme de n valeurs et on fait la moyenne. Avec 1, on a une répartition uniforme, 2 une répartition triangulaire, 3 une répartition parabolique et cela tend vers une répartition gaussienne quand ordre tend vers l'infini (limité à 16).
- **If**(test,expression si test vrai, expression sinon) : fonction conditionnelle. Exemple : dosage d'une base faible par un acide fort $pH=IF(v<ve,pKa+\log((ve-v)/v),a-\log((v-ve)/(v+v0)))$. On peut utiliser XOR OR AND. Voir fichier d'exemple AcAc.rw3, H3PO4.rw3 et MagnumJC. Les if peuvent être imbriqués (même si la syntaxe en ligne ne rend pas les choses très claires !) : $E=if(pH<pH1,E1-0.06*pH,if(pH<pH2,E2-0.18*pH,E3-0.12*pH))$ soit en clair :
 - if $pH<pH1$
 - then $E := E1-0.06*pH$
 - else if $pH<pH2$
 - then $E := E2-0.18*pH$
 - else $E := E3-0.12*pH$
- **Aire**(y,x) : donne la surface à l'intérieur de la courbe y(x) calculé par une méthode des trapèzes : $z[i]:=z[i-1]+(y[i]+y[i-1])/2*(x[i]-x[i-1])$. Le résultat est un paramètre.rw3.
- **Lisse**(y) : supprime les points " incorrects " puis effectue un lissage de y par filtrage numérique d'ordre 1 avec comme temps caractéristique N fois la période d'échantillonnage. Sous la forme $lisse(y,N)$, on peut imposer N, sinon cette valeur de N est paramétrable dans les options onglet calcul (N entier entre 1 et 32).
- **Init**(x) : valeur initiale de x. Le résultat est un paramètre.
- **Pos**(x,equation,option) : renvoie la valeur de x tel que l'équation soit vérifiée. Le troisième terme, facultatif, peut être up (resp. down) ce qui signifiera que l'équation doit être vérifiée et x croissant (resp. décroissant). Exemple : avec une tension V(t) $pos(t,V=2.5,up)$ renvoie l'instant de passage par $V=2.5$ avec V(t) croissant.
- **Peigne**(t,dt)=peigne de Dirac de pas dt

10. Intégrales et dérivées

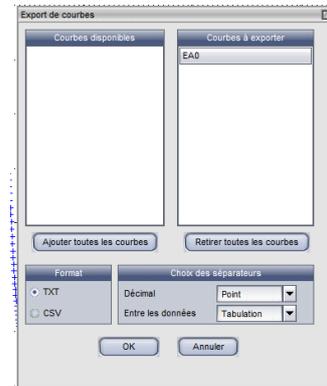
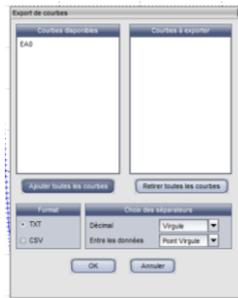
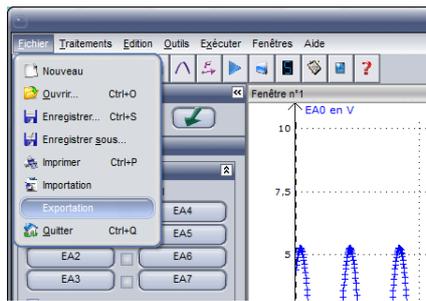
- **diff**(y,x,p,n) : $d(y)/d(x)$. La méthode de calcul est paramétrable dans le menu options. Les paramètres facultatifs p et n donnent l'ordre du lissage (p) et le nombre de points utilisés pour celui-ci (n).
- **intg**(f,x) : intégrale numérique pour le point courant numéro i. Si Z est le résultat, $Z(1)=0$ et $Z(i)=$ somme pour i variant de 2 à i de $(f(i-1)+f_i)/2*(x(i-1)-x_i)$. x étant ordonné dans le sens croissant. Exemple : vous avez enregistré l'intensité d'une force F en fonction de la position x, vous pouvez créer Ep, énergie potentielle, en prenant comme variable x et comme fonction -F. Dit mathématiquement $intg(f,x)[i] = \int_{x_0}^{x_i} f(x) \cdot dx$
- **intgd**(α ,inf,sup,f) : α est la variable muette d'intégration, inf et sup sont les bornes inférieure et supérieure d'intégration et f la fonction à intégrer $intgd(a,inf,sup,f)[i] = \int_{inf}^{sup} f(\alpha, x_i) \cdot d\alpha$.

Cette fonction peut apparaître à l'intérieur d'une expression.

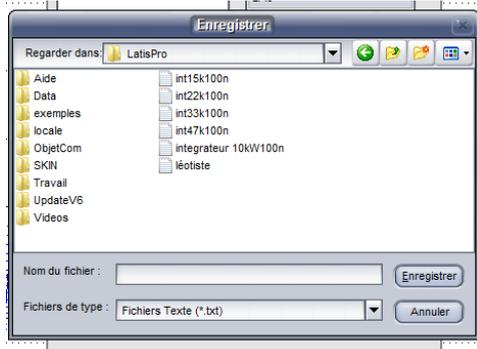
DATA DE LATISPRO VERS REGRESSI

Une fois l'acquisition effectuée, FICHER , EXPORTATION.

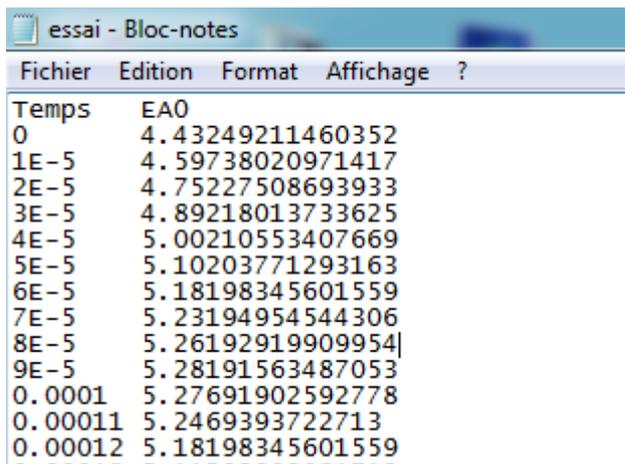
Dans la fenêtre qui s'ouvre, on fait glisser de gauche à droite les courbes à exporter et on choisit les options : TXT POINT TABULATION



On clique sur Ok et on donne un nom de fichier à l'endroit voulu :



Si on ouvre le fichier avec un éditeur de texte, on récupère :

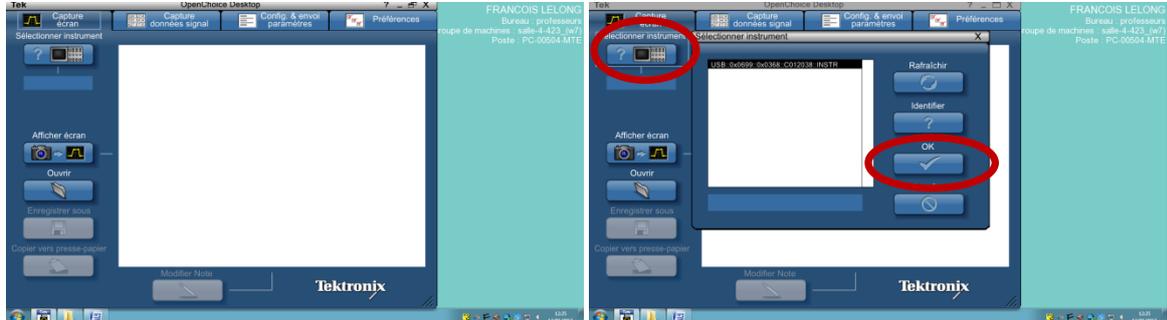


La première ligne contient les noms de variables en colonne

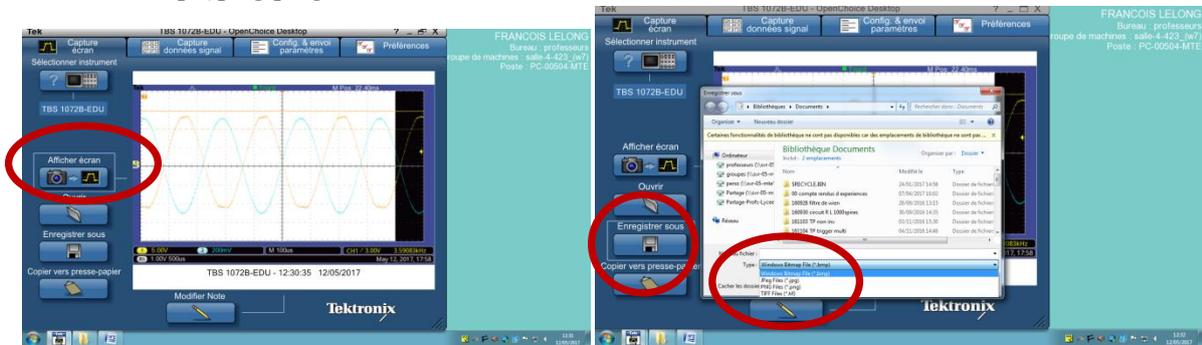
Les lignes contiennent les données en colonnes.

DATA OSCILLO.TXT VERS REGRESSI

Quand on relie l'oscilloscope Tektronics à l'ordinateur pas le cable USB, OpenChoiceDesktop doit s'ouvrir automatiquement et on fait reconnaître l'appareil :



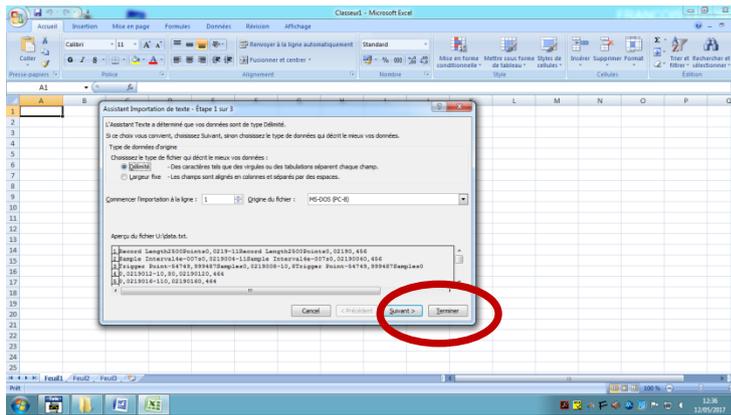
En cliquant sur afficher écran, on récupère une image qu'on peut sauvegarder sous divers formats bmp, jpeg,png ou tif :



On peut aussi récupérer les données et les enregistrer :



Pour ma part je prends le format txt. On peut alors récupérer les données sous un tableur qui sait les reconnaître (ne pas oublier que c'est un fichier texte et non excel) :



Et finalement :

Colonne	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25
A	Record Leng	2500 Points																							
B	Sample Inter	4,00E-07 s																							
C	Trigger Point	-54749,9995 Samples																							
D			0,0219004	-11																					
E			0,0219008	-10,8																					
F			0,0219012	-10,8																					
G			0,0219016	-11																					
H			0,021902	-11,2																					
I			0,0219024	-11,2																					
J			0,0219028	-11																					
K			0,0219032	-11,4																					
L			0,0219036	-11,2																					
M			0,021904	-11,2																					
N			0,0219044	-11,4																					
O			0,0219048	-11,2																					
P			0,0219052	-11,4																					
Q			0,0219056	-11,4																					
R			0,021906	-11,4																					
S			0,0219064	-11,4																					
T			0,0219068	-11,4																					
U			0,0219072	-11,4																					
V			0,0219076	-11,2																					
W			0,021908	-11,2																					
X			0,0219084	-11,4																					
Y			0,0219088	-11,6																					
Z			0,0219092	-11,4																					
AA			0,0219096	-11,6																					

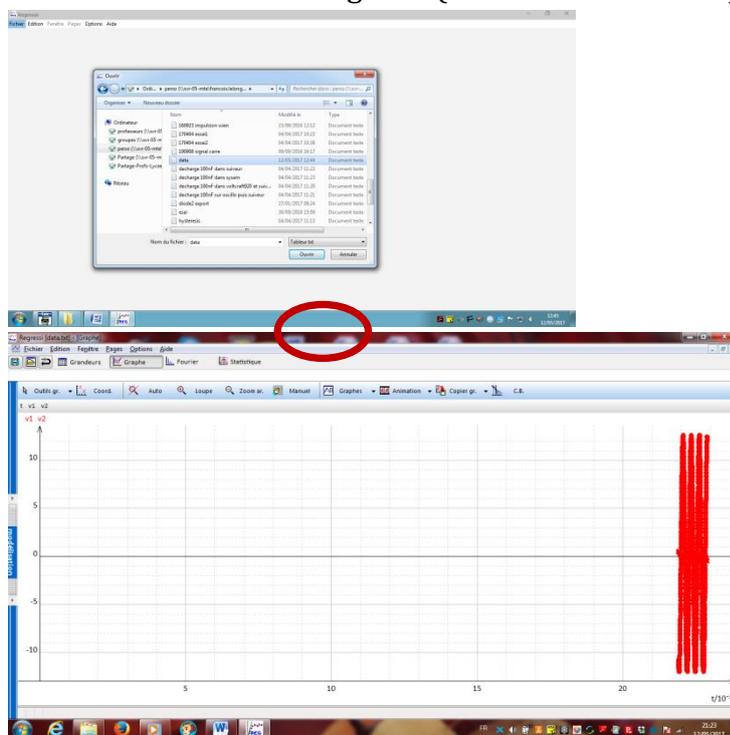
On remarque alors que les colonnes C et D donnent la voie 1 en fonction du temps ; que les colonnes J et K donnent la voie 2 en fonction du temps. On remarque aussi que les deux colonnes de temps sont les mêmes. On va donc éliminer les colonnes superflues, et garder uniquement les colonnes temps , voie1 et voie 2. Pour les reconnaître, j'ai aussi ajouté une ligne en début de fichier. Ce qui donne :

	A	B	C	D	E	F	G
1	t	v1	v2				
2	0,0219	-11	0,456				
3	0,0219004	-11	0,456				
4	0,0219008	-10,8	0,464				
5	0,0219012	-10,8	0,464				
6	0,0219016	-11	0,464				
7	0,021902	-11,2	0,464				
8	0,0219024	-11,2	0,472				
9	0,0219028	-11	0,464				
10	0,0219032	-11,4	0,456				
11	0,0219036	-11,2	0,472				

Je ne l'ai pas fait, mais il aurait été judicieux de faire commencer l'expérience à $t=0$.

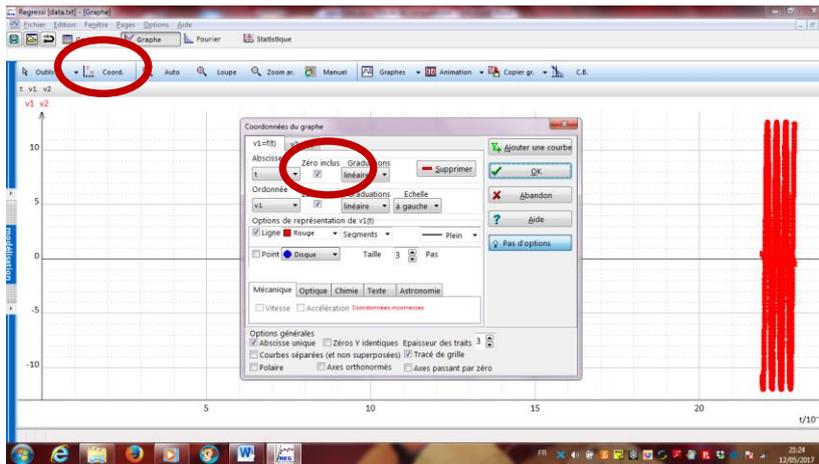
On sauve maintenant le fichier sous le même format txt. Les données sont alors directement récupérables par Regressi ou par Python (il y aura un petit pb pour la première ligne). Et on pourra faire le traitement de données qu'on voudra.

Par ex ouverture avec regressi (demander fichier txt) et résultat :

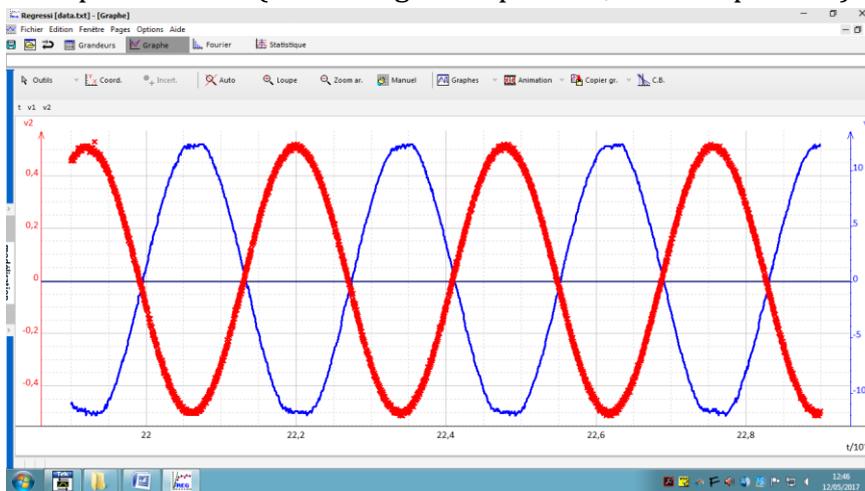


Et voilà l'aspect graphique car je n'ai pas fait commencer l'expérience à $t = 0$:

Cela vient du départ à t non nul. Il faut décocher une option dans coordonnées :



et on peut obtenir (échelle à gauche pour v_2 , à droite pour v_1):



On peut maintenant faire les différents traitements qu'autorise Regressi.

DATA OSCILLO.CSV VERS REGRESSI

Si on n'a pas excel, on peut sauvegarder sous le format par défaut csv

Python peut alors récupérer les trois colonnes temps (colonne 3), voie 1(colonne 4), voie 2(colonne 10) avec le script suivant :

oscillocsv_vers_csv_ou_txt.py:

```
import numpy as np

doto=np.genfromtxt('hf.csv',delimiter=',')

t=doto[:,3]
v1=doto[:,4]
v2=doto[:,10]

p=open("hfsortie.csv",'w') #crée le fichier en mode écriture
#noms des variables en première ligne
p.write("t,s1,s2"), p.write("\n")
for i in range(0,2500):
    p.write(str(t[i]), p.write(","), p.write(str(v1[i])),p.write(","),p.write(str(v2[i])), p.write("\n")
#tabulation fin de ligne
p.close()

p=open("hfsortie.txt",'w') #crée le fichier en mode écriture
#noms des variables en première ligne
p.write("t"),p.write("\t"),p.write("s1"),p.write("\t"),p.write("s2"), p.write("\n")
for i in range(0,2500):
    p.write(str(t[i]), p.write("\t"), p.write(str(v1[i])),p.write("\t"),p.write(str(v2[i])), p.write("\n")
#tabulation fin de ligne
p.close()

print("c'est fini")
```

Regressi ou latispro peuvent ouvrir les fichiers obtenus avec les noms de variables en première ligne.

LOGICIEL TRACKER

L'exploitation de vidéos d'expériences est une étape que l'on rencontre souvent dans l'étude de phénomènes physiques, que l'on cherche à valider une loi ou mesurer les grandeurs physiques. De nombreux logiciels permettent de réaliser des exploitations quantitatives, à partir de fichiers vidéos.

Nous présentons ici les principales fonctionnalités du logiciel Tracker, libre et multiplateforme, téléchargeable gratuitement à l'adresse suivante :

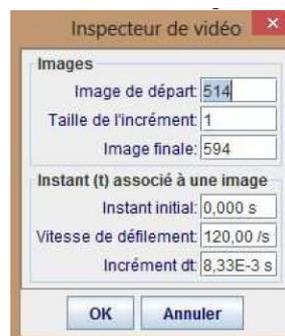
<http://www.cabrillo.edu/~dbrown/tracker>

1 Calibrations

Cette première phase est nécessaire pour toute exploitation quantitative de la vidéo enregistrée. On décrit les différentes étapes à suivre :

- Pour charger une vidéo, utiliser les menus **Fichier** → **Importer** → **Vidéo**
- Pour calibrer l'échelle temporelle, il faut indiquer au logiciel la fréquence à laquelle on a réalisé l'acquisition (par exemple 120 fps - frames per second).

On utilise l'icône , qui ouvre la boîte de dialogue suivante :



Dans cette boîte, on peut régler soit la **vitesse de défilement** (qui correspond à la fréquence d'acquisition), soit le pas **dt** entre deux images. On peut aussi définir l'intervalle des images « utiles » à l'analyse de l'expérience.

- On fixe les axes du repère choisi par l'icône , en déplaçant l'origine et en les faisant pivoter comme désiré. On verrouille ce choix (clic droit sur les axes, puis verrouiller), pour éviter toute modification ultérieure non voulue.
- On définit une échelle spatiale, par l'icône . On peut choisir par exemple **bâton de calibration**, que l'on fait coïncider avec un objet de la vidéo de taille connue, et on indique dans la fenêtre la longueur réelle de cet objet. Il peut être intéressant pour faciliter cette étape d'avoir placé dans le film de l'expérience un étalon de longueur (règle, papier millimétré en fond...).

2 Pointage automatique (Track)

Le logiciel Tracker permet de repérer la position d'un objet particulier dans le film, et ce de manière automatique sur toutes les images de la séquence voulue. Pour cela, on doit suivre les étapes suivantes :

- Par l'icône  **Créer**, on définit un objet **masse ponctuelle**.
- Par l'icône , on ouvre la boîte de dialogue repérage automatique :
 - Sélectionner la masse ponctuelle que l'on vient de créer dans **Cible** → **Trajectoire**
 - Appuyer sur *Ctrl + Shift*, cliquer au centre de l'objet que l'on souhaite suivre, et ajuster la zone de recherche.
 - Cliquer sur chercher pour lancer la reconnaissance automatique.On observe alors l'apparition d'un tableau de mesures et d'un graphique (à droite de l'écran)

3 Exploitation de données

Pour exploiter les données, deux solutions s'offrent à vous :

- Soit exporter les données vers votre tableur préféré : pour cela, on utilise les menus **Fichier** → **Exporter** → **Fichier de données**, et on choisit le format voulu.
- Soit utiliser les outils de Tracker, notamment :
 - Dans la fenêtre graphe, on peut choisir d'afficher plusieurs graphiques. Pour chaque graphique, un clic sur l'ordonnée donne accès à de nombreux tracés prédéfinis.
 - Pour chaque courbe, un clic droit permet d'accéder à un menu dans lequel **analyser** permet d'accéder à de nombreux outils de modélisation