
REMERCIEMENTS

Nous tenons particulièrement à remercier Monsieur LAHELLEC pour nous avoir présenté un sujet original, mais aussi pour ses conseils ainsi que son suivi continu à nos côtés.

Nous remercions également Cyril DAMERON étudiant en chirurgie dentaire pour ses précieuses informations ainsi que pour sa présence et son aide lors des essais.

SOMMAIRE

INTRODUCTION	3
CAHIER DES CHARGES	4
Objet et contexte	8
Bénéfices attendus	9
Objectifs	10
Architecture du banc	10
Coûts	14
Planning	15
MODELE MATHEMATIQUE	16
Description du logiciel utilisé : LabVIEW	9
Génération de la tension	11
Prise d'une mesure d'effort	12
Enregistrement de la mesure dans un fichier	13
Prise en compte de l'état du capteur de déplacement	14
Prise en compte de l'état du capteur d'initialisation	15
Connexion entre les différentes parties : algorithmes	15
Diagrammes et face-avant du programme final	26
PROGRAMMATION	29
Présentation	30
Modifications apportées au programme sous matlab	30
Création d'outils de lissage des courbes	32
Abaque final	40
Conclusion	42
Branchements à effectuer	20
Préparation de la machine	21
Utilisation du programme	22
PROCEDURES	
Lancement Machine	
lancement de l'essai Logiciel	

post-traitement des essais.....
création des figures et abaqes.....

CONCLUSION.....23

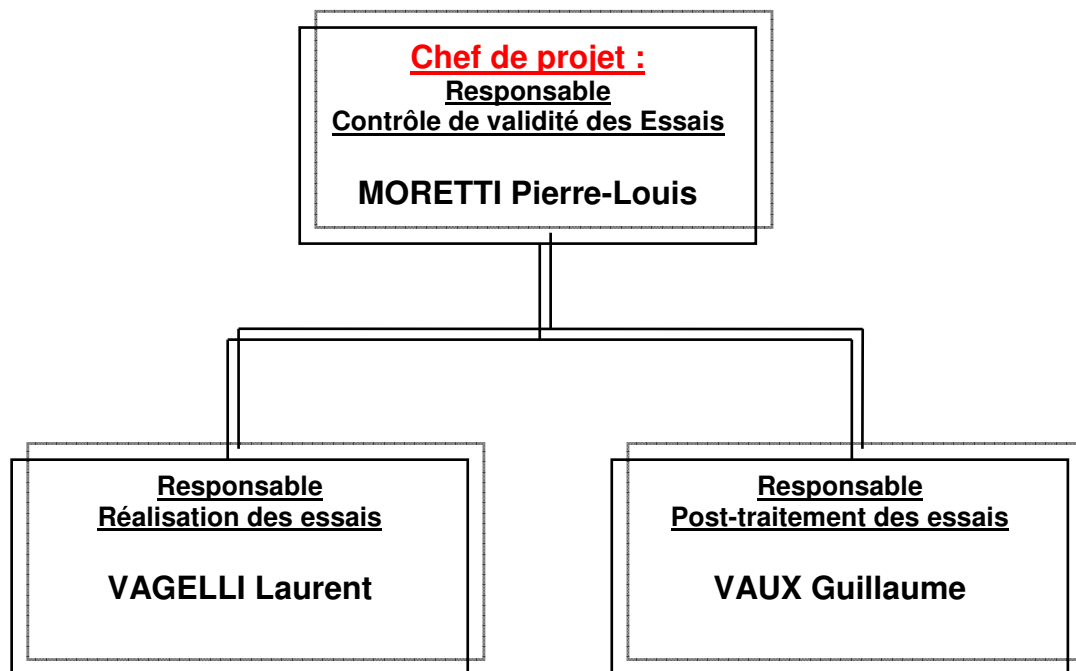
INTRODUCTION

L'objectif de ce Travail d'Etude et de Recherche fût de finaliser et de mettre au point un banc d'essai réalisé par des anciens élèves d'IUP Génie des Systèmes Industriels. Sa fonction est de mesurer les forces de frottement existant entre un bracket, le fil et les ligatures.

Le but de ce banc d'essais est de trouver la meilleure combinaison bracket-fil possédant le moins de frottements afin d'optimiser les traitements orthodontiques.

Le banc d'essai est piloté à partir d'un ordinateur grâce à LabVIEW. Celui-ci permet la liaison avec la partie électrique du banc d'essai.

Organisation de l'équipe de Travail :



Compétences Individuelles :

	Compétences	Divers
Pierre-Louis MORETTI	Bureau d'Etude Résistance des Matériaux CAO / DAO	Ordinateur Logiciels (Autocad, Ideas, SolidWorks 2003) Internet, Fax
Laurent VAGELLI	Gestion de Projet CAO / DAO	Ordinateur Logiciels (Autocad, Ideas, SolidWorks 2003) Internet
Guillaume VAUX	Programmation MATLAB, LabVIEW CAO / DAO	Ordinateur Logiciels (LabWIEV, MATLAB) Internet

Cahier des charges



Technopôle de château Gombert, 60 rue Joliot Curie
13453 MARSEILLE Cedex

Enregistrement des corrections		
Indice	Définition des corrections	Date et nom
A	Création du document	14/04 – VAGELLI

Fonction	Nom	Date	Motif/Visa
Elève	VAGELLI	14/04	
Enseignant	LAHELLEC	14/04	

LISTE DES PAGES FIGURANT DANS LE DOCUMENT																			
Pages	A	B	C	D	E	F	G	H	I	Pages	A	B	C	D	E	F	G	H	I
8	x																		
9	x																		
10	x																		
11	x																		
12	x																		
13	x																		
14	x																		
15	x																		
16																			
17																			
18																			
19																			
20																			
21																			
22																			
23																			
24																			
25																			
26																			
27																			
28																			
29																			
30																			
31																			
32																			
33																			
34																			
35																			
36																			
37																			
38																			
39																			
40																			
41																			
42																			
43																			
44																			
45																			

Chaque page modifiée est repérée par son indice.

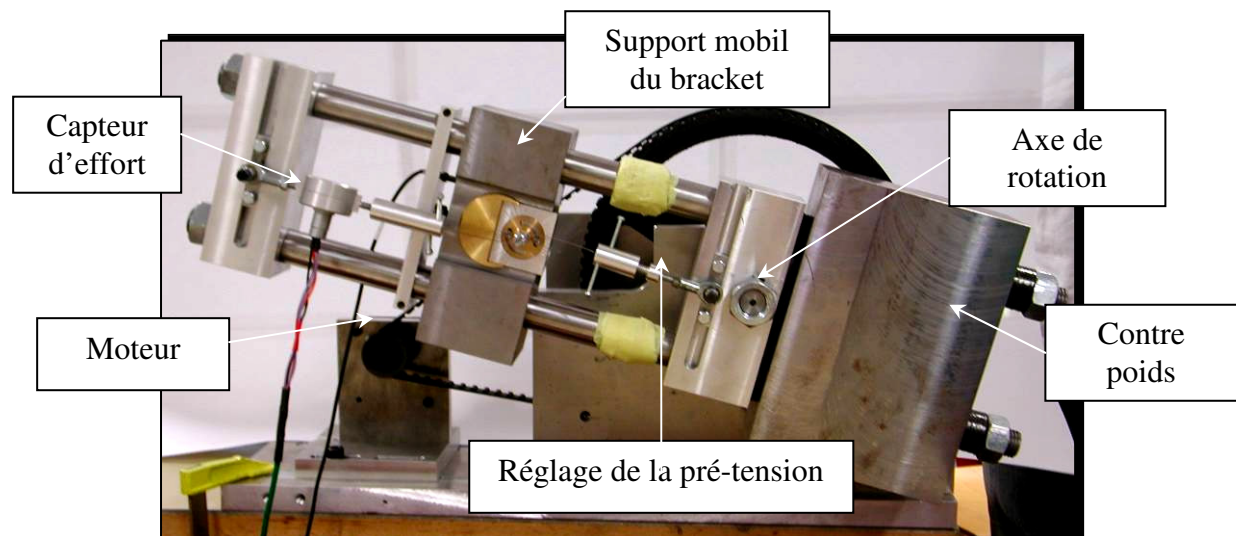
SOMMAIRE

I- OBJET ET CONTEXTE	8
II- BENEFICES ATTENDUS	9
III- OBJECTIFS.....	9
IV- ARCHITECTURE DU BANC.	10
V- MODIFICATIONS A APPORTER	10
VI- COUT.....	14
VII- PLANNING	15

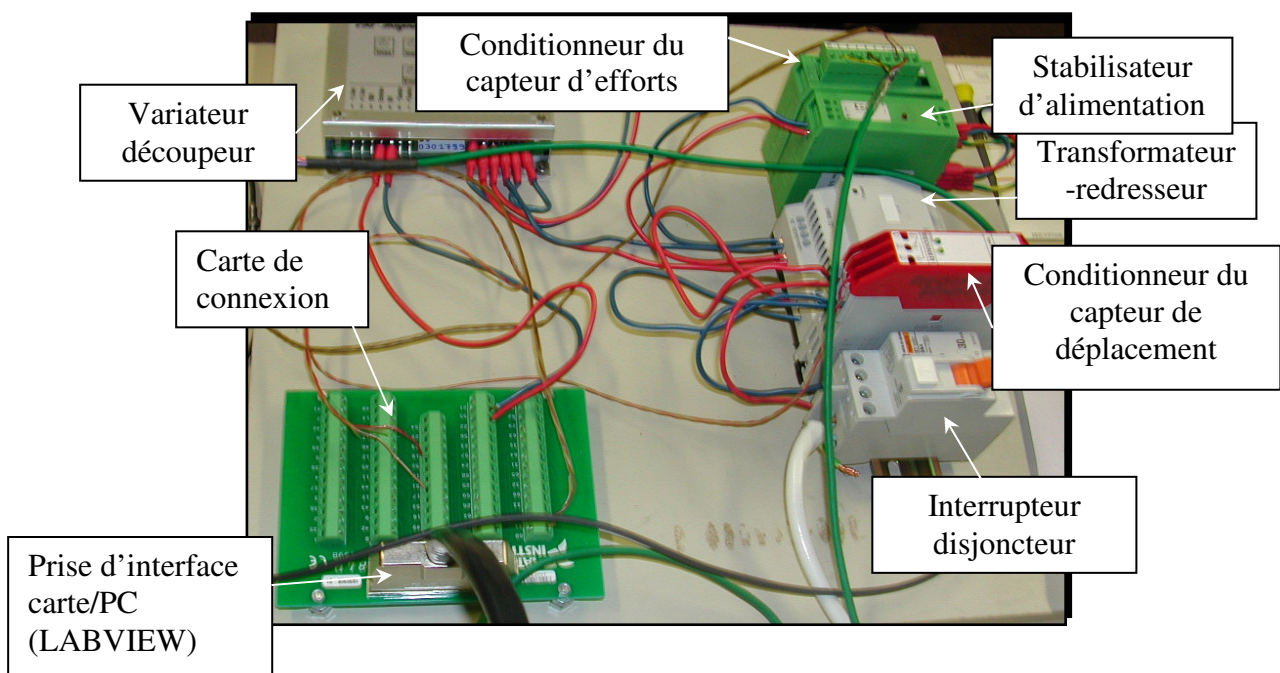
I- OBJET ET CONTEXTE :

Le banc d'essai à mettre au point se présente sous la forme suivante :

Partie mécanique :



Partie électrique :



Etudié et créé par des anciens élèves de l'université d'UNIMECA afin d'améliorer les traitements d'orthodontie apportés aux patients, le banc d'essai ne permet pas aux facultés d'odontologie de Nice et de Marseille d'exploiter les essais sur les différents couples fil bracket.

En effet, celui-ci reste inachevé et imprécis pour que les résultats obtenus puissent être pris en compte. Les différents essais effectués sur un même couple fil bracket restent trop aléatoires et incertains.

II- BENEFICES ATTENDUS :

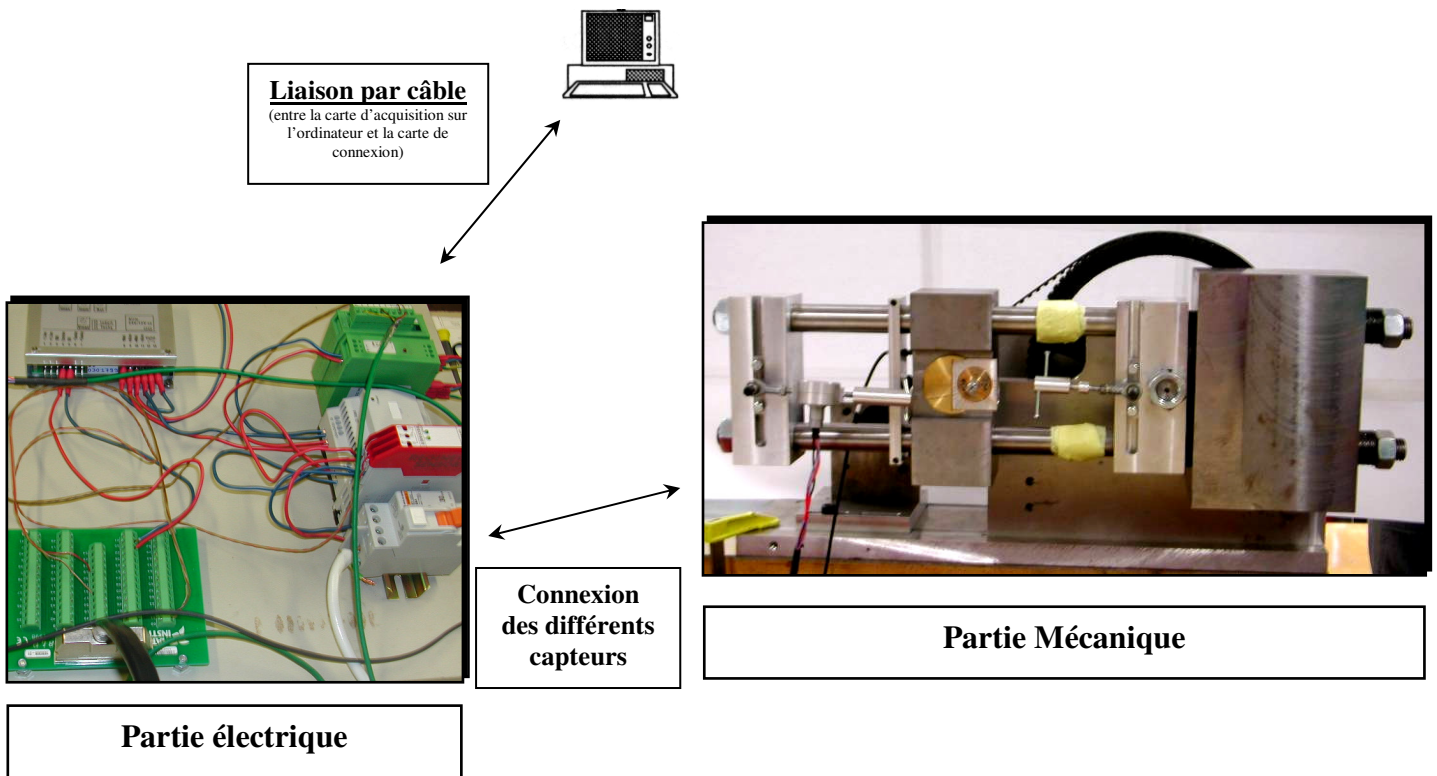
Les facultés d'odontologie attendent de ce banc d'essai :

- ✓ Une utilisation simple et rapide afin d'effectuer elles même des essais ;
- ✓ Un banc suffisamment précis pour obtenir des résultats fiables ;
- ✓ La possibilité de tracer les courbes des différents couples fil bracket pour pouvoir les comparer ;
- ✓ Obtenir une aide à la décision, pour le choix du couple fil bracket le plus adapté aux patients et aux types anomalies traitées.

III- OBJECTIFS :

- ✓ Comparer les différents couples de fil bracket afin d'en déterminer le plus adapté aux traitements orthodontique.
- ✓ Diminuer les contraintes d'un traitement orthodontique aux clients.

IV - ARCHITECTURE DU BANC :



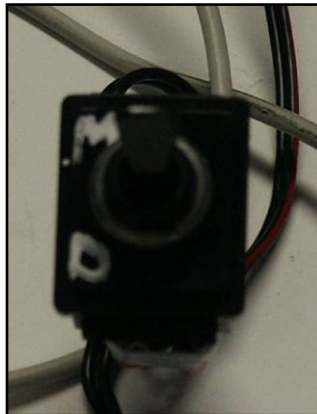
V- PROBLEMES RENCONTRES :

Problèmes	Description
Moteur électrique à sens de rotation unique	Initialement le choix du sens de rotation se faisait par inversion des fils d'alimentation du moteur.
Arrêt en position initiale	Absence d'arrêt en fin de course
Butée de partie mobile	Mal étudié la partie mobile venait en butée sur la fixation du fil
Vis de fixation	Les vis de fixation trop longue, rendent difficile les manipulations et le serrage du fil.
Réglage de la précontrainte	Effectué par une pièce avec filetage inversé, son réglage était trop incertain pour pouvoir être exploité.
Phénomène de bruit du signal reçu	La présence de bruit rendait impossible l'exploitation des courbes

V- MODIFICATIONS A APPORTER :

Afin de répondre aux besoins des facultés d'odontologie, les modifications suivantes ont du être apportées.

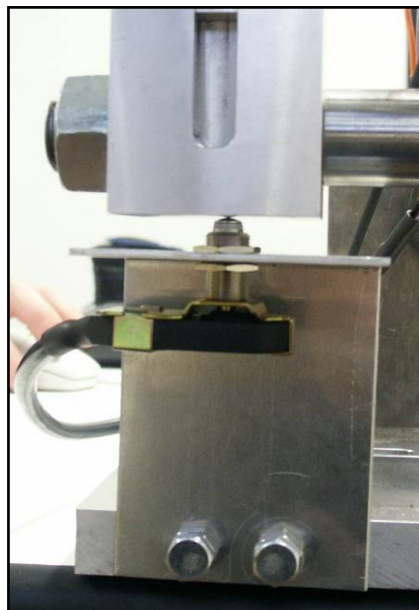
Bouton de contrôle du moteur :



Le moteur présent sur le banc étant un moteur électrique à sens de rotation unique, un bouton 3 positions permettant la montée, la descente et l'arrêt du moteur fut mis en place apportant une utilisation plus simple.

En effet, l'ancien système qui consistait à inverser les branchements aux bornes du moteur ne permettait pas une utilisation simple et rapide.

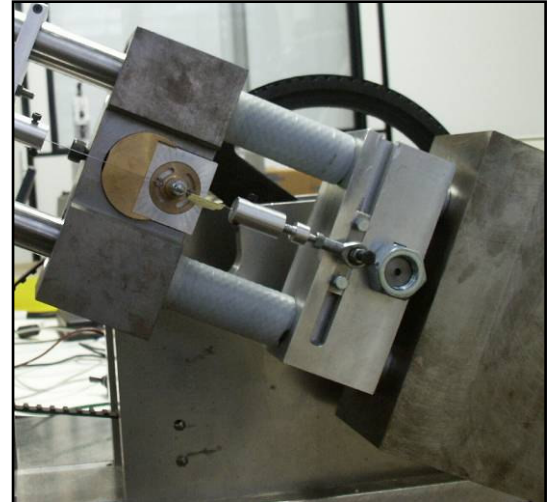
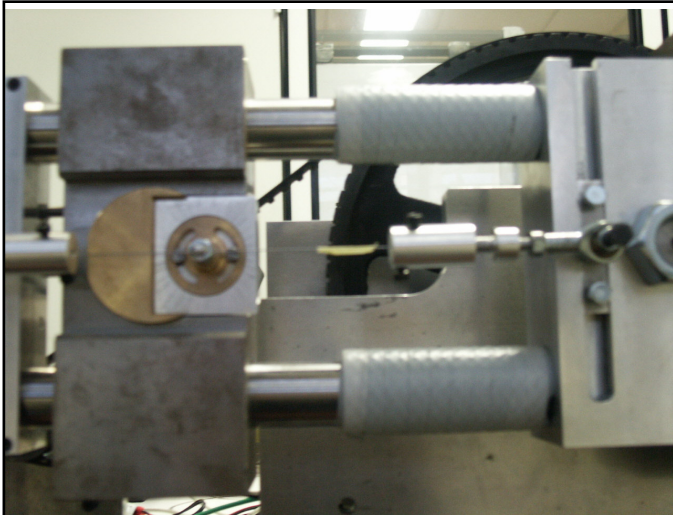
Capteur de fin de course :



Un capteur de fin de course avait été prévu par les anciens étudiants mais n'avait pas été mis en place. Celui-ci permet l'arrêt automatique du bras en position horizontale qui constitue la

position initiale du bras apportant ainsi une mise en position rapide et identique pour tous les essais.

Butée de la partie mobile :

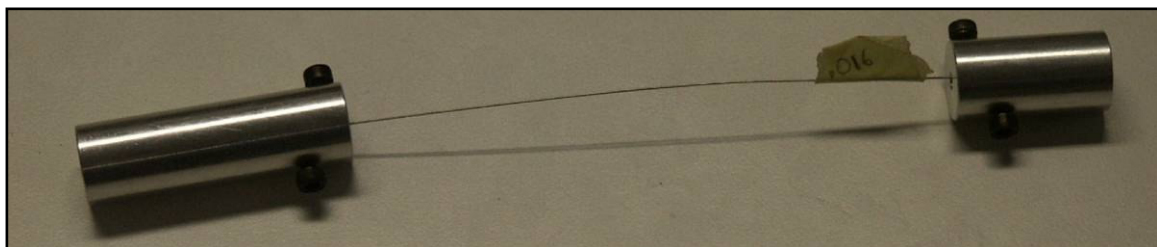


Provisoirement les anciens étudiants avaient mis en place des butées en scotch qui se sont avérées inadapté au cours des essais.

En effet, ces butées n'étaient pas assez grandes ce qui provoquait un contact entre la partie mobile et les fixations du fil.

Pour empêcher toutes détériorations, des butées en caoutchouc plus grandes ont été mise en place.

Vis de fixation :



Conjointement à la mise en place de butées plus longues, les vis de fixation ont également été changées.

Plus petites, elles permettent de faciliter les manipulations lors de la fixation du fil dentaire mais aussi d'éviter tout contact avec la partie mobile.

Pré-contrainte :

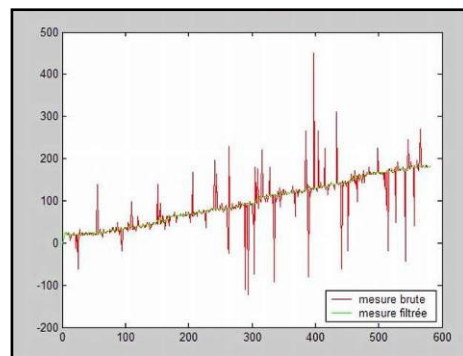
Le réglage de la pré-contrainte étant aléatoire et influençant les résultats, une case a été créée sous LabVIEW permettant d'annuler cette pré-contrainte, augmentant ainsi la fiabilité des résultats obtenus.

Modèle mathématique :

Un modèle mathématique a été créé afin de valider les résultats des essais, il reste cependant utilisable uniquement pour les brackets simple gorge.

En effet, un modèle mathématique pour des brackets double gorge nécessitent des calculs bien plus poussés en éléments finis sur logiciel, tel que I-DEAS par exemple.

Programme MatLab :



Un Programme sous MatLab a été créé pour exploiter les résultats des essais, amenant une meilleure lecture des résultats améliorant ainsi l'aide à la décision. Il a également permis le lissage des courbes qui présentaient un phénomène de bruitage.

VI- COUTS :

Designation	Marque	Commentaires	Reference	Code Commande Radiospare	Prix
Cosses à sertir	Isuloïd	Clip 4,8 mm	A 1504 FL5	118-5253	11,64 €
Cosses à sertir	Isuloïd	Clip 6,3 mm	A 1507 FL	118-5269	10,61 €
Fil de câblage Multibrin	Nexans	1 mm ² rouge - 250V, 100m	KY30-06	192-4008	20,09 €
Fil de câblage Multibrin	Nexans	1 mm ² bleu - 250V, 100m	KY30-06	202-7619	20,09 €
Fil de câblage Multibrin	Nexans	1 mm ² noir - 250V, 100m	KY30-06	192-3998	20,09 €
Embout de câblage	Telemecanique	1 mm ² rouge		254-6413	2,64 €
Relais de puissance	Crouzet	Alim Continu 4-32V	84 138 000	393-0572	32,01 €
Presse étoupe	Legrand	Câble 5-8mm	98011+98031	343-9962	4,11 €
Fiche mâle autodénudante	Harting		60060585440	235-6361	10,70 €
Embase femelle autodénudante	Harting		60040685344	253-6399	17,93 €
Nappe 68 fils	Tyco Electronics	Pas 0,635 bobine 30m (Voir au mètre)	2-1437377-5	381-927	211,76 €
Boitier electrique		Armoire epoxy 30x40x20			

VII- Planning :

ID	Nom de tâche	Début	Terminer	Durée
1	Projet Mise au point du Banc d'essais	03/11/2003	30/03/2004	88h
2	Familiarisation de la machine et du logiciel	03/11/2003	03/11/2003	4h
3	Mise au point de la machine	10/11/2003	11/11/2003	4h
4	Énumération du matériel manquant	10/11/2003	10/11/2003	4h
5	Commande du matériel	17/11/2003	17/11/2003	4h
6	Réception et mise en place du matériel	24/11/2003	01/12/2003	8h
7	1er série d'essais	08/12/2003	13/01/2004	24h
8	Étalonnage du capteur d'effort	08/12/2003	15/12/2003	8h
9	Réalisation des essais avec ligature	05/01/2004	05/01/2004	4h
10	Création programme de lissage des résultats d'essais	05/01/2004	12/01/2004	8h
11	Post-traitement des résultats obtenus	12/01/2004	12/01/2004	4h
12	Création d'un modèle mathématique	19/01/2004	26/01/2004	8h
13	2ème série d'essais	02/02/2004	02/03/2004	20h
14	Essais avec bracket simple gorge avec ligature	02/02/2004	02/02/2004	4h
15	Essais avec bracket simple gorge sans ligature	09/02/2004	09/02/2004	4h
16	Post-traitement des résultats obtenus	16/02/2004	16/02/2004	4h
17	Modification du programme de lissage des résultats d'essais	23/02/2004	23/02/2004	4h
18	Modification du programme LabVIEW	01/03/2004	01/03/2004	4h
19	3ème série essais	08/03/2004	23/03/2004	12h
20	Essais avec de nouveaux modèle de bracket	08/03/2004	22/03/2004	12h
21	Post-traitement des résultats obtenus	08/03/2004	15/03/2004	8h
22	Interprétation des résultats	22/03/2004	22/03/2004	4h
23	Réalisation des procédures	22/03/2004	30/03/2004	8h
24	Préparation du banc d'essai	22/03/2004	29/03/2004	8h
25	Lancement de l'essai	22/03/2004	29/03/2004	8h
26	Post-traitement de l'essai	22/03/2004	29/03/2004	8h
27	Création des figures et abaques	22/03/2004	29/03/2004	8h

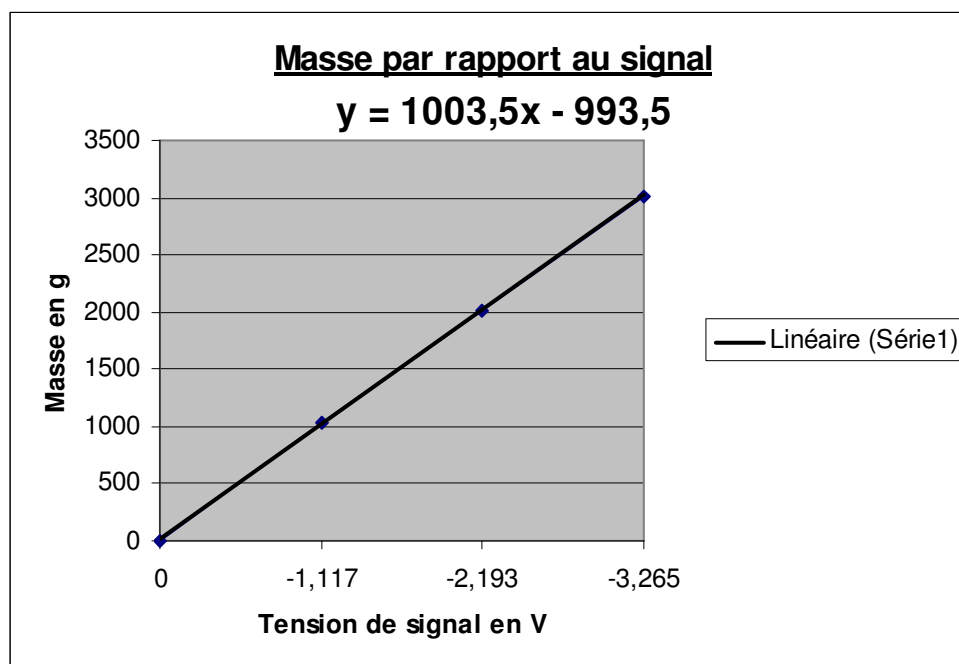
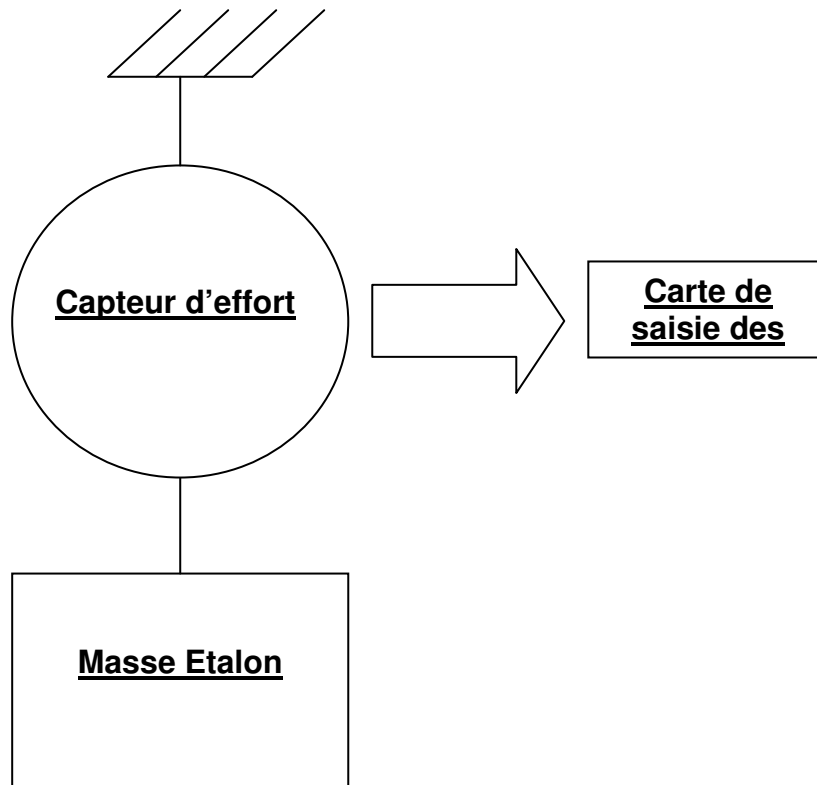


N° de Semaine	Pierre-Louis MORETTI	VAGELLI Laurent	VAUX Guillaume	Travail en Groupe	TOTAL
45	4	4	4	4	12
46	6	4	4	4	14
47	4	4	6	4	14
48	4	8	4	4	16
49	VACANCES DE NOEL				
50					
51	8	4	8	4	20
52	4	8	4	4	16
1	4	4	4	4	12
2	6	4	4	4	14
3	4	4	8	4	16
4	4	8	4	4	16
5	4	4	4	4	12
6	8	4	8	4	20
7	4	6	4	4	14
8	6	4	4	4	14
9	VACANCES DE FEVRIER				
10	4	4	4	4	12
11	8	4	4	4	16
12	8	8	8	4	24
13	8	10	8	4	26
TOTAL	98	96	94	72	288

Modèle mathématique

I- Fonction affine du capteur effort :

Cette équation a été déterminée à partir d'une mesure de tension effectuée par le logiciel Texas Instrument, fournie avec la carte d'acquisition de donnée, fonction de plusieurs masses étalons disposées sur en bout du capteur d'effort.



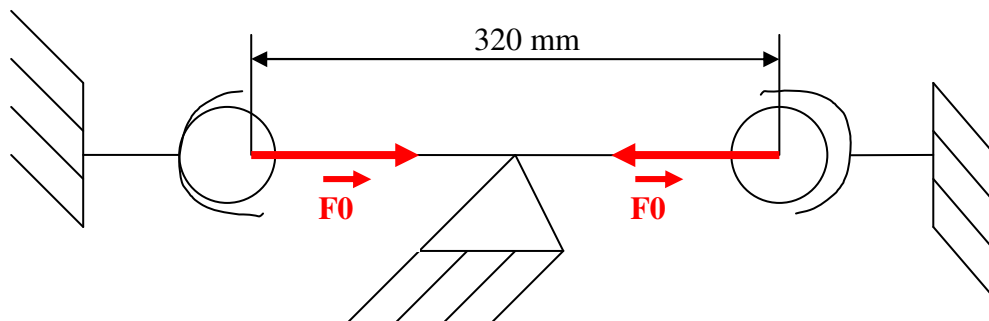
II- Détermination du modèle Mathématique du phénomène de glissement fil par rapport au bracket :

a) Approximations :

On choisira un modèle simple avec fil et bracket à simple gorge (à deux plots) et on considèrera le capteur, les vis de fixation du fil et la molette de tension du fil indéformable.

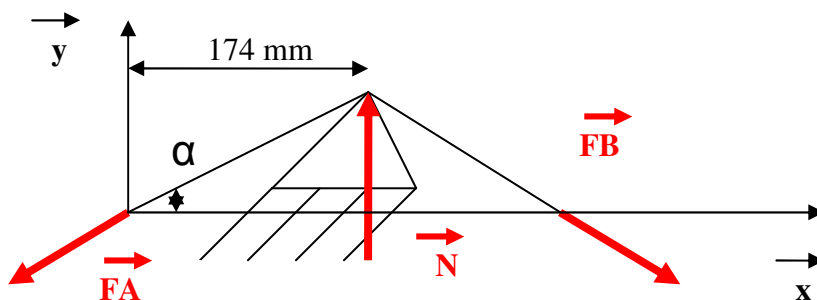
Modélisation :

Au repos :



On se propose de déterminer lequel de ces 2 phénomènes, l'effort de traction ou de flexion est prépondérant sur notre phénomène de glissement entre le fil et le bracket :

b) En traction pure :



On effectue le calcul avec le fil rond standard suivant :

$$\varnothing \text{ fil} = 0,018 \text{ pouces} = 25,4 * 0,018 = \underline{\underline{0,4572 \text{ mm}}}$$

$$S \text{ fil} = \pi * (0,4572)^2 / 4 = \underline{\underline{0,1642 \text{ mm}^2}}$$

Module de Young du fil en acier inoxydable :

$$E = 203\,000 \text{ MPa}$$

On prend en compte pour le calcul la longueur de fil déformable délimitée par les deux serres fils notée L_f .

$$L_f = 116 \text{ mm}$$

D'après les formules de la traction pure :

$$\sigma_x = N / S, \epsilon = \Delta L / L \text{ et } \sigma_x = E * \Delta L_f / L$$

Afin d'effectuer une comparaison sur les deux phénomènes, on fixera F_A et F_B à un effort de 40 N.

$$\text{AN: } \sigma_x = 40 / 0,164 = \underline{\underline{243,9 \text{ N.mm}^2}}$$

$$\Delta L_f = (243,9 * 116) / 203\,000 = \underline{\underline{0,1394 \text{ mm}}}$$

Calcul de α :

$$\alpha = \cos^{-1} * [174 / (174 + (\Delta L_f / 2))]$$

$$\text{AN : } \underline{\underline{\alpha = 1,6213 \text{ degrés}}}$$

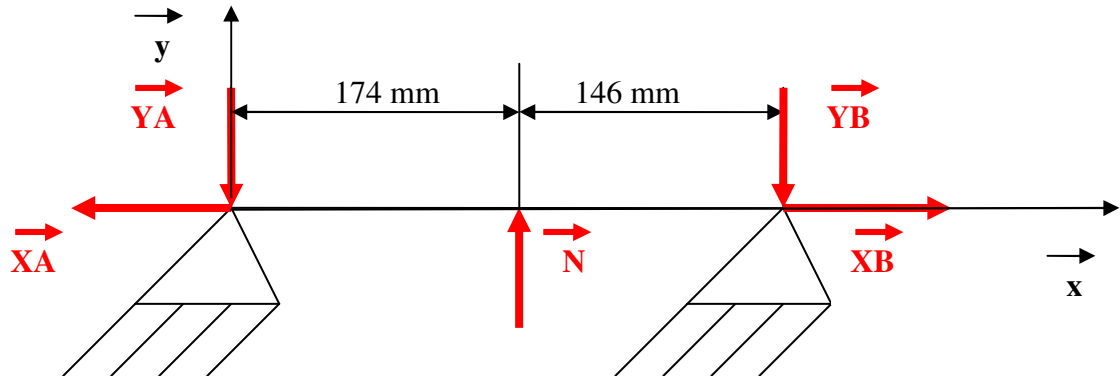
Calcul de N :

En appliquant le principe fondamental de la statique en projection sur l'axe y , on détermine N en fonction de F_A et de α .

$$N = 2 * F_A * \sin(\alpha)$$

$$\text{AN : } \underline{\underline{N = 2,2635 \text{ N}}}$$

c) En flexion pure :



Afin d'effectuer une comparaison sur les deux phénomènes, on fixera X_A et X_B à un effort de 40 N.

P.F.S. :

En projection sur l'axe x : $-X_A + X_B = 0$ avec $X_A = X_B = 40$ N

En projection sur l'axe y : $Y_A + Y_B = N = 2,2635$ N

En projection sur l'axe z : $N \cdot 170 - Y_2 \cdot 320 = 0$

$$Y_2 = (170/320) \cdot N = 1,202 \text{ N}$$

Donc : **$Y_2 = 1,061$ N**

x	0	170	170	320
T (N)				
	$-[-Y_A] = Y_A$ $-[-X_A] = X_A$		$-[-Y_A + N] = Y_A - N$ $-[-X_A] = X_A$	
mf3 (N.mm)				
	$-[Y_A \cdot x] = -Y_A \cdot x$		$-[Y_A \cdot x - F \cdot (x-174)] = -Y_1 \cdot x + F \cdot (x-174)$	
E.I.y'				
	$-Y_A \cdot x^2/2 + C1$		$-Y_A \cdot x^2/2 + F/2 \cdot (x-174)^2 + C2$	
E.I.y'				
	$-Y_A \cdot x^3/6 + C1 \cdot x + C3$		$-Y_A \cdot x^3/6 + F/6 \cdot (x-174)^3 + C2 \cdot x + C4$	

On applique la méthode de Castigliano afin de connaître le déplacement maximum par rapport à l'axe y.

$$mf3 = -YA * x = -N * x + 170/320 * N * x$$

$$\frac{\partial mf3}{\partial F} = -x + 170/320 * x$$

$$Ed = -u_2 = \frac{1}{E * I} \int_0^{170} \left[(-N * x + 170/320 * N * x) * (-x + 170/320 * x) \right] * dx$$

$$Ed = \frac{1}{E * I} \int_0^{170} \left[(N * x^2 - 17/16 * N * x^2 + 289/1024 * F * x^2) \right] * dx$$

$$Ed = \frac{1}{E * I} \int_0^{170} [] * dx$$

$$Ed = \frac{1}{E * I} * \left[\left(\frac{N * x^3}{3} - 799/1024 * \frac{N * x^3}{3} \right) \right]_0^{170}$$

$$Ed = \frac{1}{E * I} * \left[\left(\frac{N * 170^3}{3} * \left(1 - 799/1024 \right) \right) \right]$$

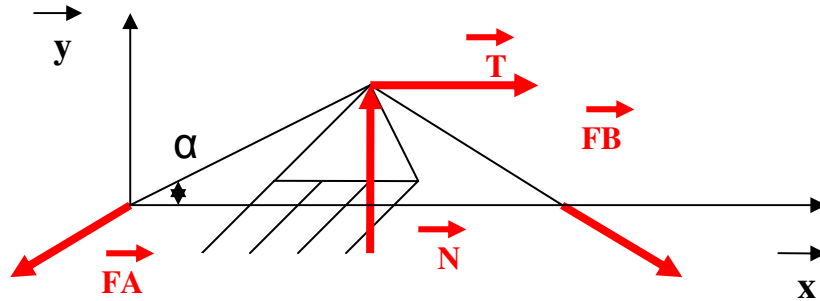
avec :

$$I = \pi * \left(\frac{0,4572^4}{64} \right) = 2,145 * 10^{-3} mm^4$$

$$-u_2 = 1870 mm = 1,87 m$$

- La contrainte de flexion provoque un déplacement très important sur l'axe x, on négligera donc la contrainte de flexion dans notre étude et on calculera le coefficient de frottement à partir de la traction pure.

d) Calcul du coefficient de frottement :



On effectue le calcul avec le fil rond standard suivant :

$$\varnothing \text{ fil} = 0,018 \text{ pouces} = 25,4 * 0,018 = \underline{\underline{0,4572 \text{ mm}}}$$

$$S \text{ fil} = \pi * (0,4572)^2 / 4 = \underline{\underline{0,1642 \text{ mm}^2}}$$

Module de Young de cet acier inoxydable :

$$E = 203\,000 \text{ MPa}$$

On prend en compte pour le calcul la longueur de fil déformable délimitée par les deux serres fils notée Lf.

$$L_f = 116 \text{ mm}$$

D'après les formules de la traction pure :

$$\sigma = N / S \text{ et } \epsilon = \Delta L / L$$

Les valeurs des efforts F0, effort en début d'essais et F1, effort avant décrochement du bracket, ont été mesurées expérimentalement lors d'un essai :

$$\underline{\underline{F_0 = 20 \text{ N}}} \text{ et } \underline{\underline{F_1 = 82 \text{ N}}}$$

$$F_A = F_B = F_1 - F_0 = S * E * (\Delta L / L_f)$$

$$\underline{\underline{\Delta L = [(F_1 - F_0) * L_f] / (S_{\text{fil}} * E)}}$$

AN: $\Delta L = [(82 - 20) * 116] / (0,1642 * 203\,000) = \underline{\underline{0,2158 \text{ mm}}}$

Calcul de α :

$$\alpha = \cos^{-1} * [174 / (174 + (\Delta L/2))]$$

$$AN : \alpha = 2,4268 \text{ degrés}$$

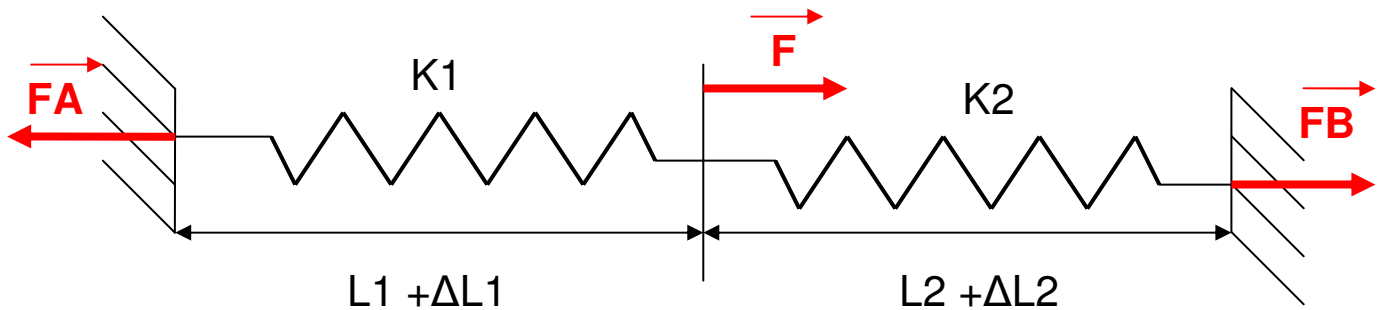
Calcul de N :

En appliquant le principe fondamental de la statique en projection sur l'axe y, on détermine N en fonction de F1 et de α .

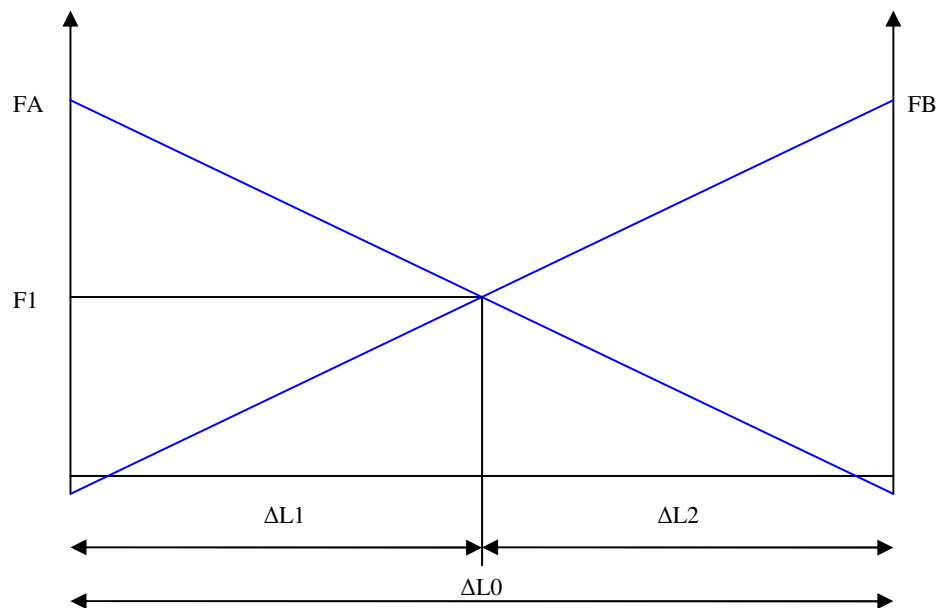
$$N = 2 * F_A * \sin(\alpha)$$

$$AN: N = 6,94 \text{ N}$$

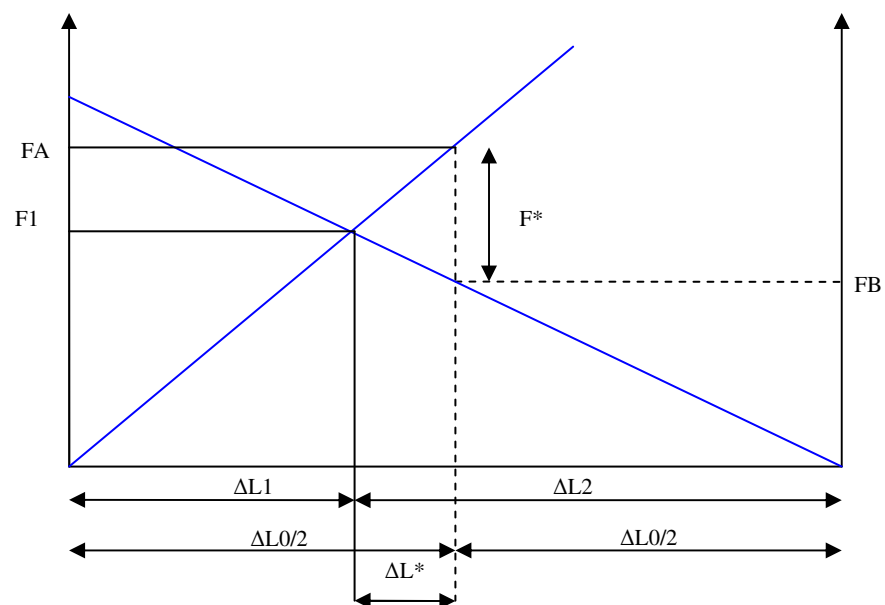
Calcul de T :



A to : avant démarrage de l'essai



A t final : Lors du décrochement du bracket



Notre fil étant sollicité dans la zone élastique, on applique les théories des ressorts à notre fil :

$$N = E \cdot S \cdot (\Delta L / L)$$

Donc: $K = N / \Delta L = (E \cdot S) / L$

Pour la longueur de fil L1 : $K1 = (E \cdot S) / L1$

Pour la longueur de fil L2 : $K2 = (E \cdot S) / L2$

D'après le graphique de to, on a : **FA = K1 * ΔL1 et FB = K2 * ΔL2**

Or d'après le graphique de t final, on remarque que $F^* = FA - FB$.
Avec $\Delta FA = FA - F0$, valeurs mesurées lors d'un essai.

Puis à t final, **FA = K1 * (ΔL1 + ΔL*) et FB = K2 * (ΔL2 - ΔL*)**

$$\text{avec } \Delta L1 + \Delta L2 = \Delta L0$$

Donc : $\Delta L^* = (\Delta Lt / 2) - \Delta L1 = (FA - F1) / K1$

On obtient ensuite $\Delta FB = K2 \times \Delta L^*$ puis $FB = F1 - \Delta FB$

$$\text{et } F^* = FA - (F1 - \Delta FB)$$

Pour finir, on calcul le coefficient de frottement f à partir du cône de frottement, soit $\tan(\varphi) = N / T$, sachant que $F^* = T \cdot \cos^{-1}(\alpha)$.

Les calculs du frottement fil par rapport au bracket ont été effectués sur une feuille calcul Excel, afin de relancer le calcul pour d'autres différents couples.

Caractéristiques du fil :	
Module de Young : E =	203000 MPa
Diamètre du fil : Ø =	0,4572 mm
Diamètre du fil =	0,018 Pouces
Longueur du montage : Lm =	320 mm
Longueur totale flexible : Lt =	116 mm
Longueur avant bracket : L1 =	47 mm
Longueur après bracket : L2 =	69 mm

Section du fil : S= 0,164173 mm²

Conversion pouce en mm 0,4572 mm

Calcul des allongements : $\Delta L = ((F1-Fo) \times L) / (S \times E)$

$\Delta L_t = 0,2977$ mm

$\Delta L_1 = 0,087436$ mm

$\Delta L_2 = 0,128364$ mm

Calcul des Rigidités du Fil : $K = (E \times S) / L$

$K_1 = 709,088$ N/mm

$K_2 = 483,002$ N/mm

Caractéristiques de l'essai :

Effort de précontrainte : $F_o = 20$ N

Effort de précontrainte : $F_1 = 82$ N

Effort de max de fin d'essais: $F_A = 83,8$ N

Calcul de l'inclinaison du fil :

Calcul de l'inclinaison du fil : $\alpha = \arccos (L_m/2 / (L_m/2 + (\Delta L_t/2)))$

$\alpha = 0,04311502$ rad

$\alpha = 2,4703087^\circ$

Effort Rapporté Normal sur le Bracket :

Effort Normal sur le Bracket : $N = 2 \times F_1 \times \sin(\alpha)$

$N = 7,06867285$ N

Effort au point A et B du montage :

$\Delta L_t = \Delta L_1 + \Delta L_2$

$\Delta L^* = (\Delta L_t/2) - \Delta L_1 = (F_A - F_1) / K_1$

$\Delta F_A = F_A - F_o$: Valeur mesurée

$\Delta F_b = K_2 \times \Delta L^*$: Valeur Calculée

$F^* = F_A - (F_1 - \Delta F_b)$: Valeur Calculée

$\Delta L^* = 0,00253847$ mm

$\Delta F_b = 1,22608696$ N

$F_b = 80,773913$ N

$F^* = 3,02608696$ N

$T = 3,02327479$ N

Coefficient de frottement : $T_g(\varphi)$

$T_g(\varphi) = 0,42770048$

$\varphi = 0,40415575$ rad

$\varphi = 23,156419^\circ$

Programmation

I- PRESENTATION

Lors de la prise en main du projet ainsi que de la machine, nous avons été amené à faire des modifications sur le programme de prise de mesure et de lui adjoindre un outil mathématique afin de rendre les mesures homogène et exploitables pour les différents cycles de mesure à réaliser, le projet initial étant de classer les différents couples Brakets/Fils selon leur frottement respectif afin d'optimiser leur utilisation.

II- MODIFICATIONS APPORTEES AU PROGRAMME SOUS LABVIEW™

a) Présentation succincte de LABVIEW™

La partie commande de la machine est réalisée grâce à un éditeur graphique qui permet, grâce à un panel d'icônes, de réaliser des fonctions de programme liées à des environnement techniques scientifiques ou d'engineering .



Cette tablette contient les différents modules proposés par le programme:

- zones
- fonctions logiques
- fonctions analogiques
- fonctions mathématiques
-



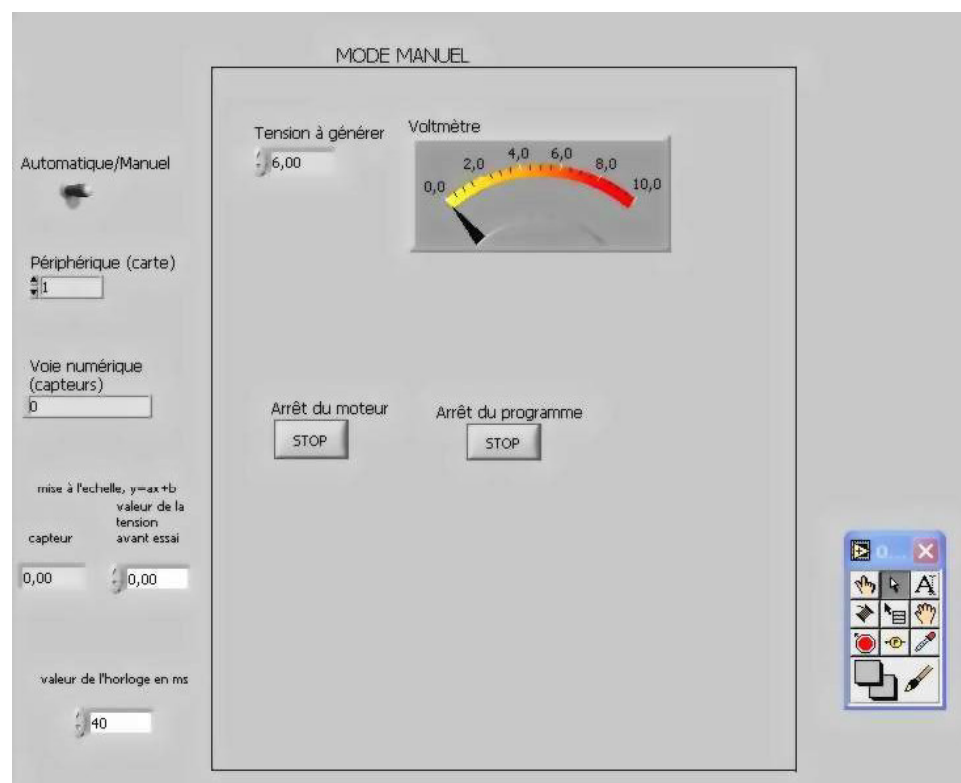
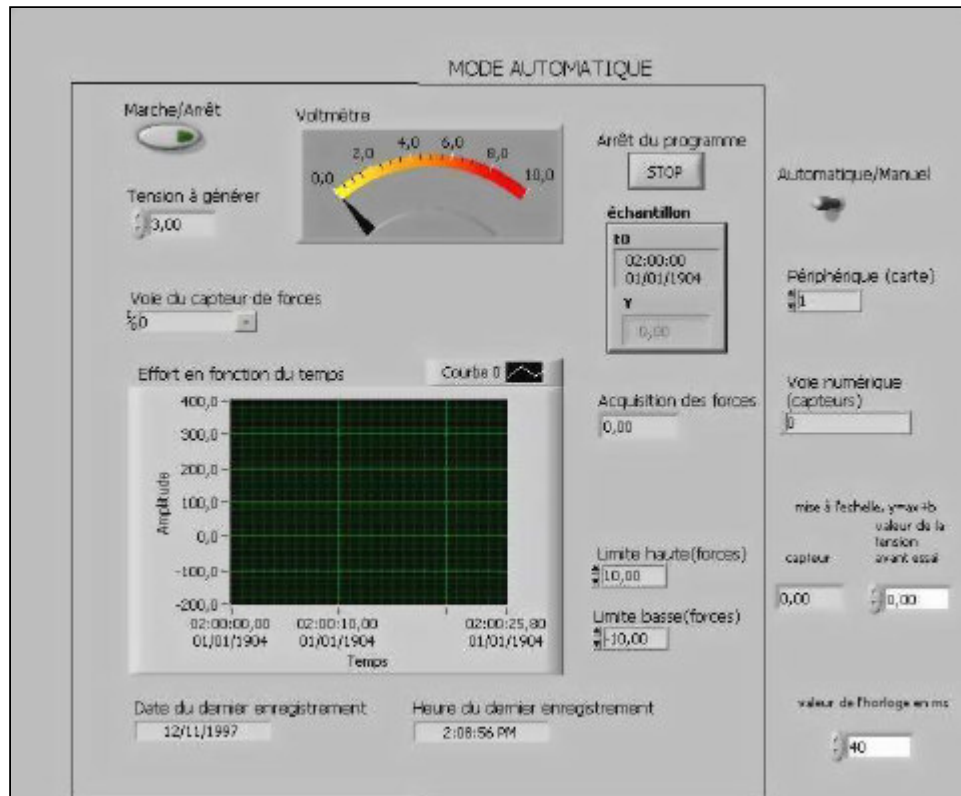
Cette tablette présente les outils de sélection et de câblage

b) Modifications apportées au programme

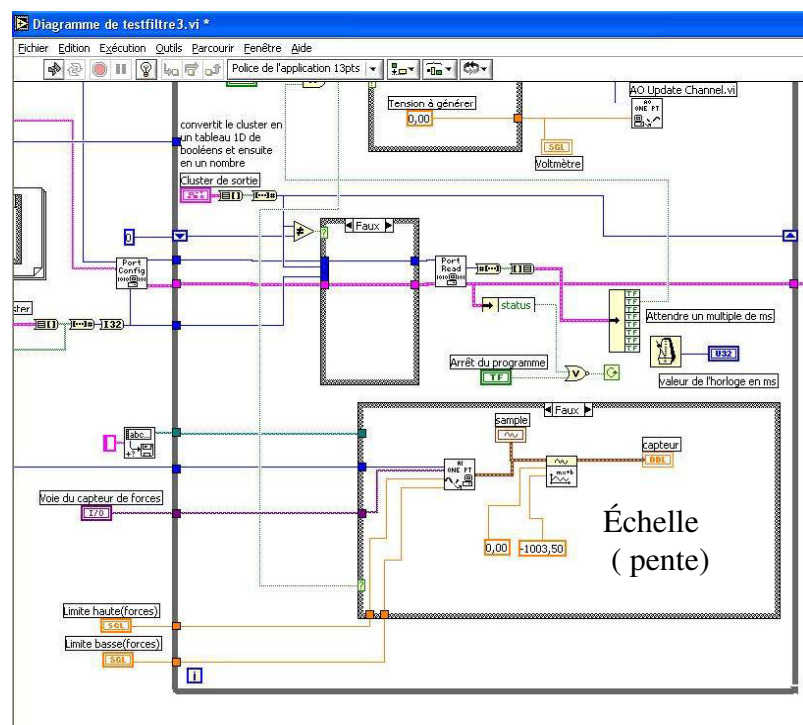
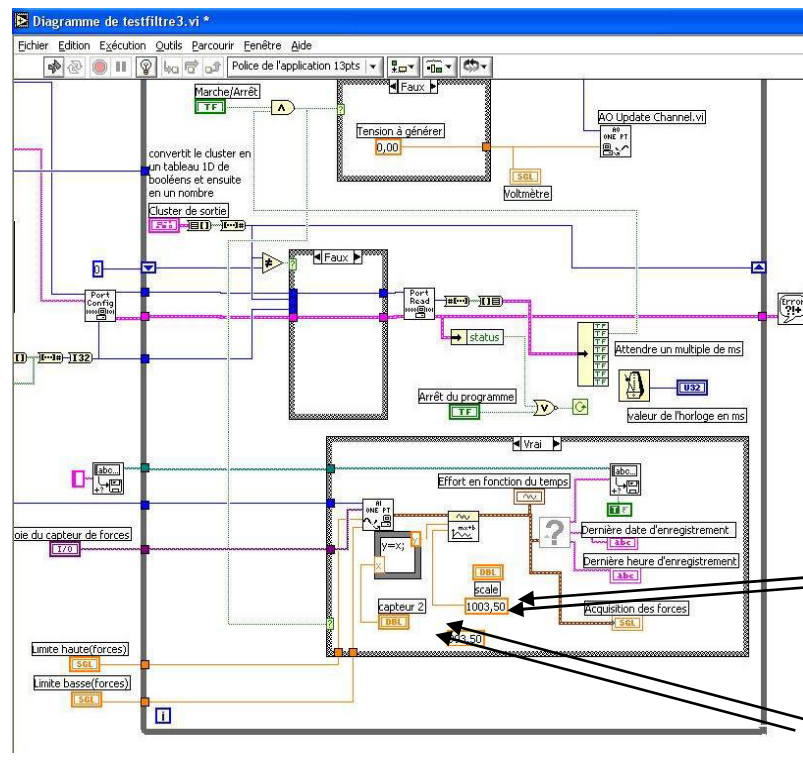
L'ossature même du programme était présente, permettant de réaliser tous les mouvements décrits dans le cahier des charges précédant.

Réglage
alimentation
moteur

Lecture de la
mesure en
fonction du
Temps



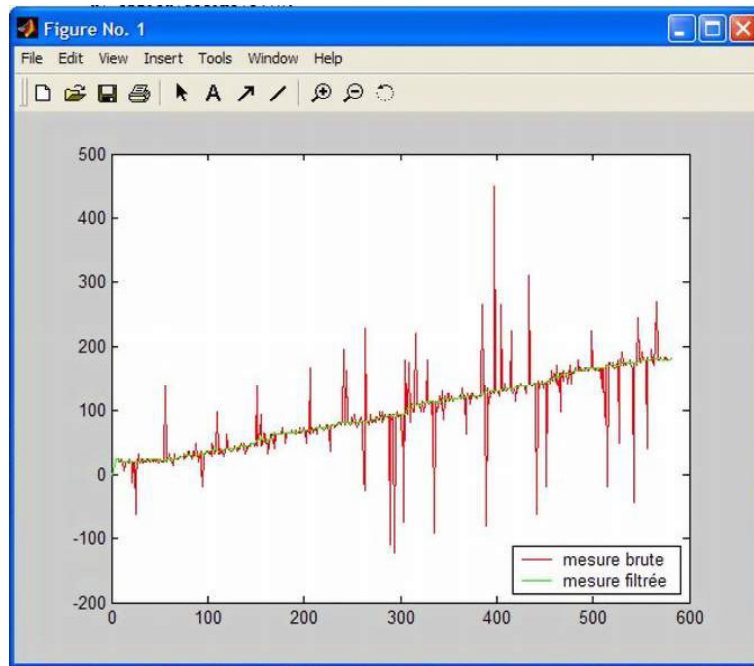
Cependant, pour la prise de mesure, afin d'établir des courbes ayant une échelle compatible entre elles, il a fallu adapter une mise à zéro et une pente échelonnant au gramme la finesse du capteur.



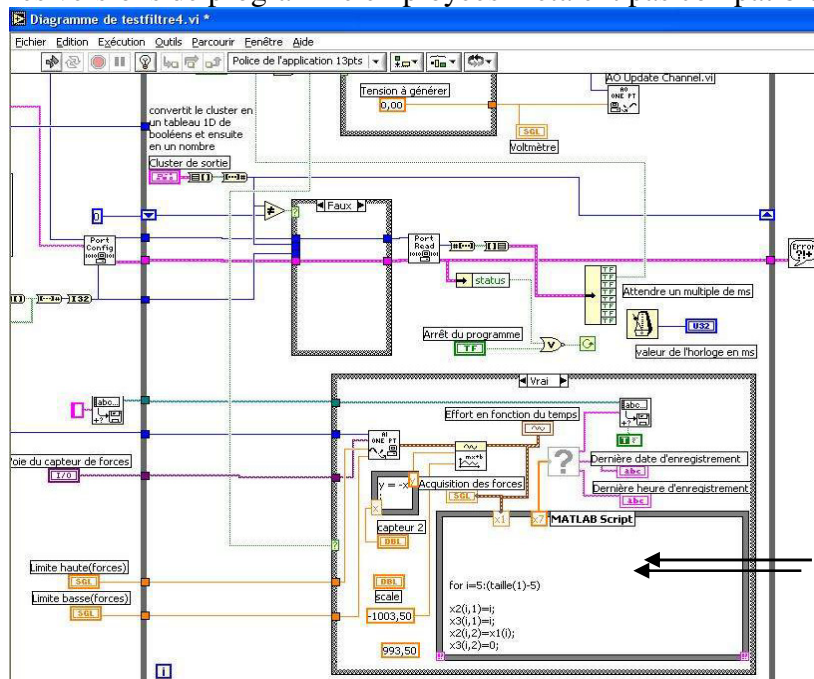
III- CREATION D'OUTILS DE LISSAGE DES COURBES SOUS MATLAB

a) Présentation

Après avoir sorti une série de mesures, nous nous sommes aperçu que le contact Brakets/Fils ne générât pas une mesure continue mais une succession de pics et de creux dû à un contact non lubrifié.



Les fonctions de LabVIEW™ permettent l'insertion de modules de calcul mathématiques au sein même de l'arborescence de mesure. Malgré plusieurs essais dans la partie commande, il est apparu que les versions de programme employées n'étaient pas compatibles.



Script Matlab

Il m'a donc fallu réaliser un programme de retraitement des données en marge du programme de gestion de la machine.

Plusieurs version ont été nécessaires à l'établissement de mesures fiables.

b) Programme

I) MOYENNE DE CENTRE

```
x1=load('essai1mat.txt');
taille=size(x1);
for i=1:(taille(1)-9)
x2(i,1)=i;
x2(i,2)=x1(i);
x4=0;
for j=0:9
x4=x4+x1(i+j);
end
x3(i,2)=x4/10;
x3(i,1)=i;
end
plot(x2(:,1),x2(:,2),'r',x3(:,1),x3(:,2),'b');
```

Ce programme nécessitait une première conversion du fichier de mesure au format wordpad pour être utilisé par Matlab

II) POSTTRAITEMENT

```
x1=load('essai1mat.txt');
taille=size(x1);
x8=0
for i=7:(taille(1)-9)
x2(i,1)=i;
x2(i,2)=x1(i);
x4=0;
x5=0;
for j=-5:9
x5(j+6)=x1(i+j-1);
x4=x4+x1(i+j-1);
end
x6=0;
x7=0;
for k=-4:5
x6(k+5)=x1(i+k-1);
x7=x7+x1(i+k-1);
end
x8(i,2)=((x7-max(x6)-min(x6))/8);
x8(i,1)=i;
x3(i,2)=((x4-max(x5)-min(x5))/13);
x3(i,1)=i;
end
plot(x2(:,1),x2(:,2),'r',x3(:,1),x3(:,2),'b',x8(:,1),x8(:,2),'g');
```

Moyenne sur 15 éléments

Moyenne sur 10 éléments

Suppression des maxis

Tracés

III°) POSTRAITEMENT1

```

clear all
x1=load('..\2 plots 5°\2 plots 5°.txt');
taille=size(x1);
    %fabrication du tableau des mesures
for i=7:(taille(1)-30)
    x2(i,1)=i;
    x2(i,2)=x1(i);
    %déclaration des variables de calcul
    x4=0;
    x5=0;
    x6=0;
    x7=0;
    x9=1;
    x10=0;
    x12=0;
    x13=0;
    x14=0;
    %prise d'un échantillon de 15 points
    for j=-5:9
        x5(j+6)=x1(i+j-1);
        x4=x4+x1(i+j-1);
    end
    %calcul de la valeur moyenne sur 15 points
    x3(i,2)=(x4)/15);
    x3(i,1)=i;
    %prise d'un échantillon de 10 points
    for k=-4:5
        x6(k+5)=x1(i+k-1);
        x7=x7+x1(i+k-1);
    end
    %calcul de la valeur moyenne sur 10 points
    x8(i,2)=(x7)/10)+50;
    x8(i,1)= i;
    %fabrication d'un échantillon de la valeur écrêtée sur 15 points
    x12=mean(x5);
    for n=0:14
        if ((x12)-(100))<x1(i+n)<((x12)+(100))
            x10(i+n)=x1(i+n);
            x14=0;
        else
            x14=x14+1;
            x10(i+n)=x1(i+n-x14);
        end
        x13=x13+x10(i+n);
    end
    %calcul de la valeur écrêtée sur 15 points
    x11(i,2)=(x13)/15)-200;
    x11(i,1)=i;
end
    %tracé des courbes
%plot(x2(:,1),x2(:,2),'r');
plot(x3(:,1),x3(:,2),'b',x2(:,1),x2(:,2),'r');
%plot(x8(:,1),x8(:,2),'g');

```

Tracé moyenné sur 15 et 10 points autour du point de mesure, sans suppression des maxima

IV°) POSTTRAITEMENT TEST

```
x1=load('essai1mat.txt');
taille=size(x1);
for i=1:taille(1)
    x2(i,1)=i;
    x2(i,2)=x1(i);
end
plot(x2(:,1),x2(:,2));
```

Tracé brut

Une 2° génération de programmes est venue compléter la première pour non plus faire une moyenne mais un lissage de la courbe, supprimant les extrema de la portion de courbe à lisser.

V°) FILTRAGE (1° Version)

```
clear all
%x1=load('1ère mesure à 0°.txt');
[date,heure,entier,y2] = textread('1ère mesure à 5°','%s %s %d %s',-1);
[date,decimale] = textread('1ère mesure à 5°','%s %d',-1,'delimiter',' ');
x1=entier+decimale/10;
taille=size(x1);
%fabrication du tableau des mesures
for i=5:(taille(1)-5)
    x2(i,1)=i;
    x3(i,1)=i;
    x2(i,2)=x1(i);
    x3(i,2)=0;
    for j=-4:5
        x4(j+5)=x1(i+j);
    end
    x5=sort(x4);
    for j=4:7
        x3(i,2)=x3(i,2)+x5(j)/4;
    end
end
x6=sort(x3(:,2));
taillex6=size(x6);
fprintf('la valeur maximale de F est : %g.\n',x6(taillex6(1)))
plot(x2(:,1),x2(:,2),'r',x3(:,1),x3(:,2),'g');
%plot(x2(:,1),x2(:,2),'r');
legend('mesure brute','mesure filtrée',4);
```

VI°) FILTRAGESCRIPT (2° Version)

```
% clear all
% x1=load('1ère mesure à 0°.txt');
% [date,heure,entier,y2] = textread('essai 2.tex','%s %s %d %s',-1);
% [date,decimale] = textread('essai 2.tex','%s %d',-1,'delimiter',' ');
% x1=entier+decimale/10;
taille=size(x1);
```

```

%fabrication du tableau des mesures
for i=5:(taille(1)-5)
    x2(i,1)=i;
    x3(i,1)=i;
    x2(i,2)=x1(i);
    x3(i,2)=0;
    for j=-4:5
        x4(j+5)=x1(i+j);
    end
    x5=sort(x4);
    for j=4:7
        x3(i,2)=x3(i,2)+x5(j)/4;
    end
    x7(i)=x3(i,2)
end
x6=sort(x3(:,2));
taillex6=size(x6);
fprintf('la valeur maximale de F est : %g.\n',x6(taillex6(1)))

```

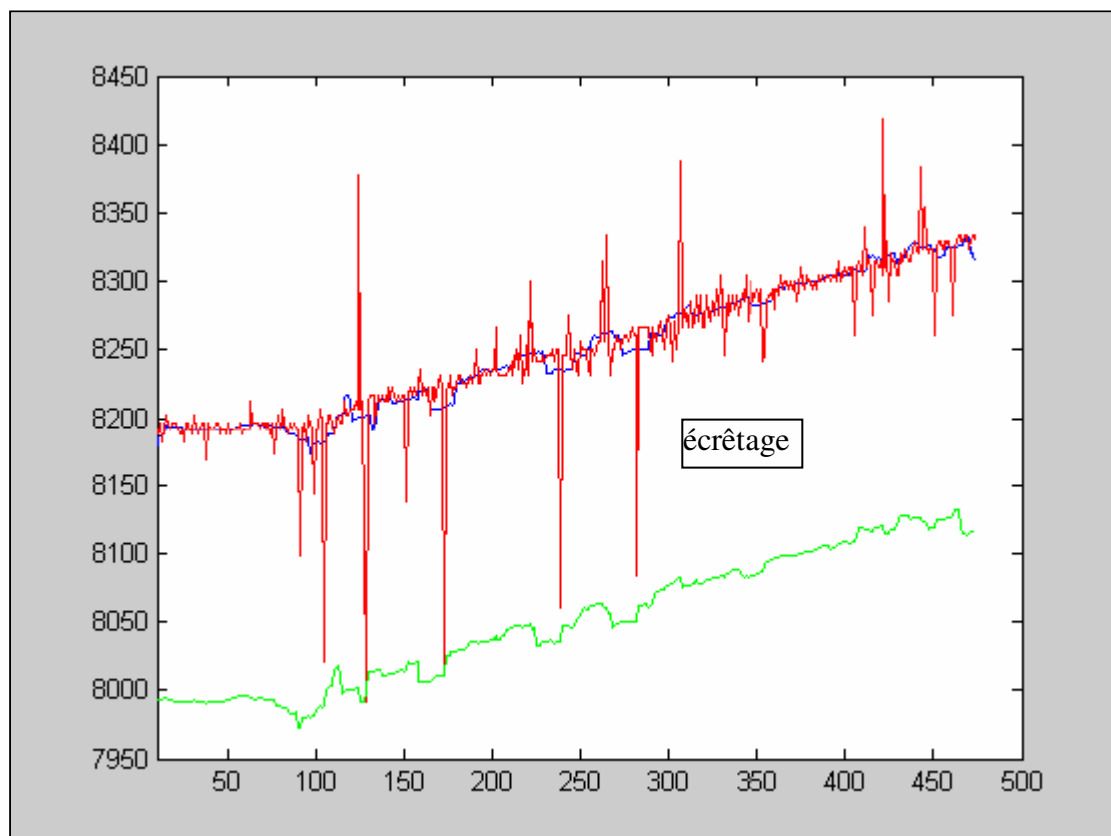
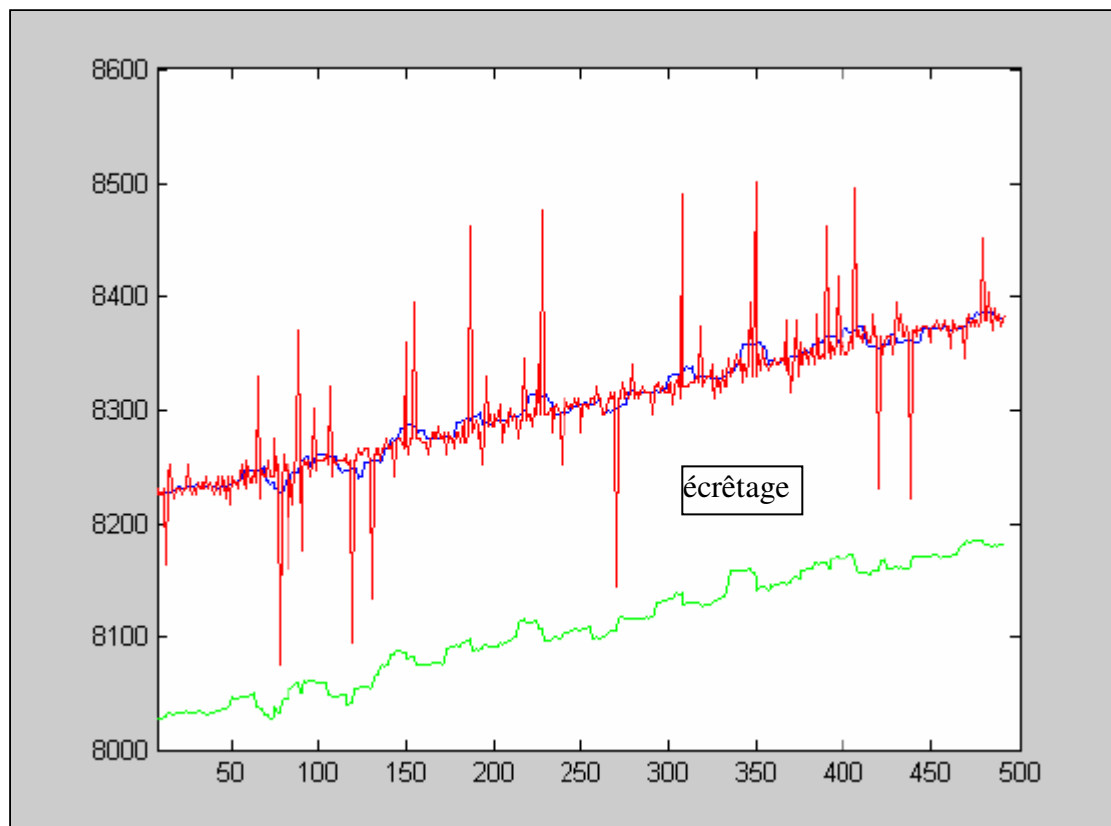
VII°) FILTRAGE 1 (3° Version)

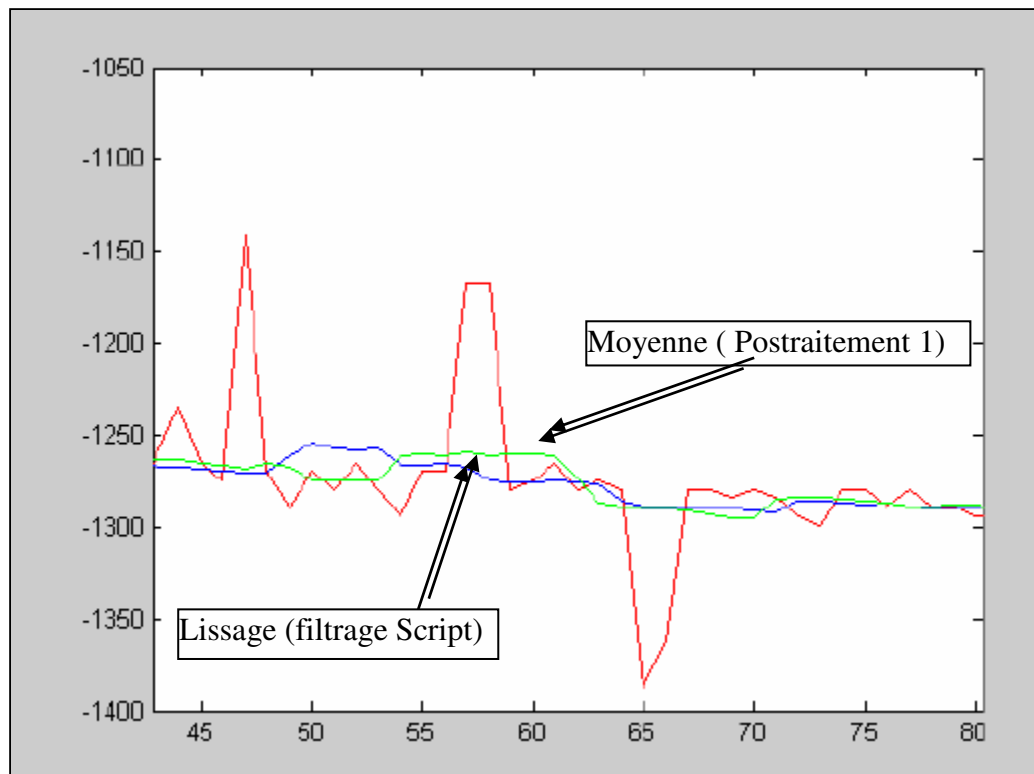
```

clear all
% x1=load('1ère mesure à 0°.txt');
[date,heure,entier,y2] = textread('1° Essai à 15°','%s %s %d %s',-1);
[date,decimale] = textread('1° Essai à 15°','%s %d',-1,'delimiter',' ');
x1=entier+decimale/10;
taille=size(x1);
%fabrication du tableau des mesures
for i=5:(taille(1)-5)
    x2(i,1)=i;
    x3(i,1)=i;
    x2(i,2)=x1(i);
    x3(i,2)=0;
    for j=-4:5
        x4(j+5)=x1(i+j);
    end
    x5=sort(x4);
    for j=4:7
        x3(i,2)=x3(i,2)+x5(j)/4;
    end
    x7(i)=x3(i,2)
end
x6=sort(x3(:,2));
taillex6=size(x6);
fprintf('la valeur maximale de F est : %g.\n',x6(taillex6(1)))
plot(x2(:,1),x2(:,2),'r',x3(:,1),x3(:,2),'g');
% plot(x2(:,1),x2(:,2),'r');
legend('mesure brute','mesure filtrée',4);
plot(x2(:,1),x2(:,2),'r',x3(:,1),x3(:,2),'g');
% plot(x2(:,1),x2(:,2),'r');
legend('mesure brute','mesure filtrée',4);

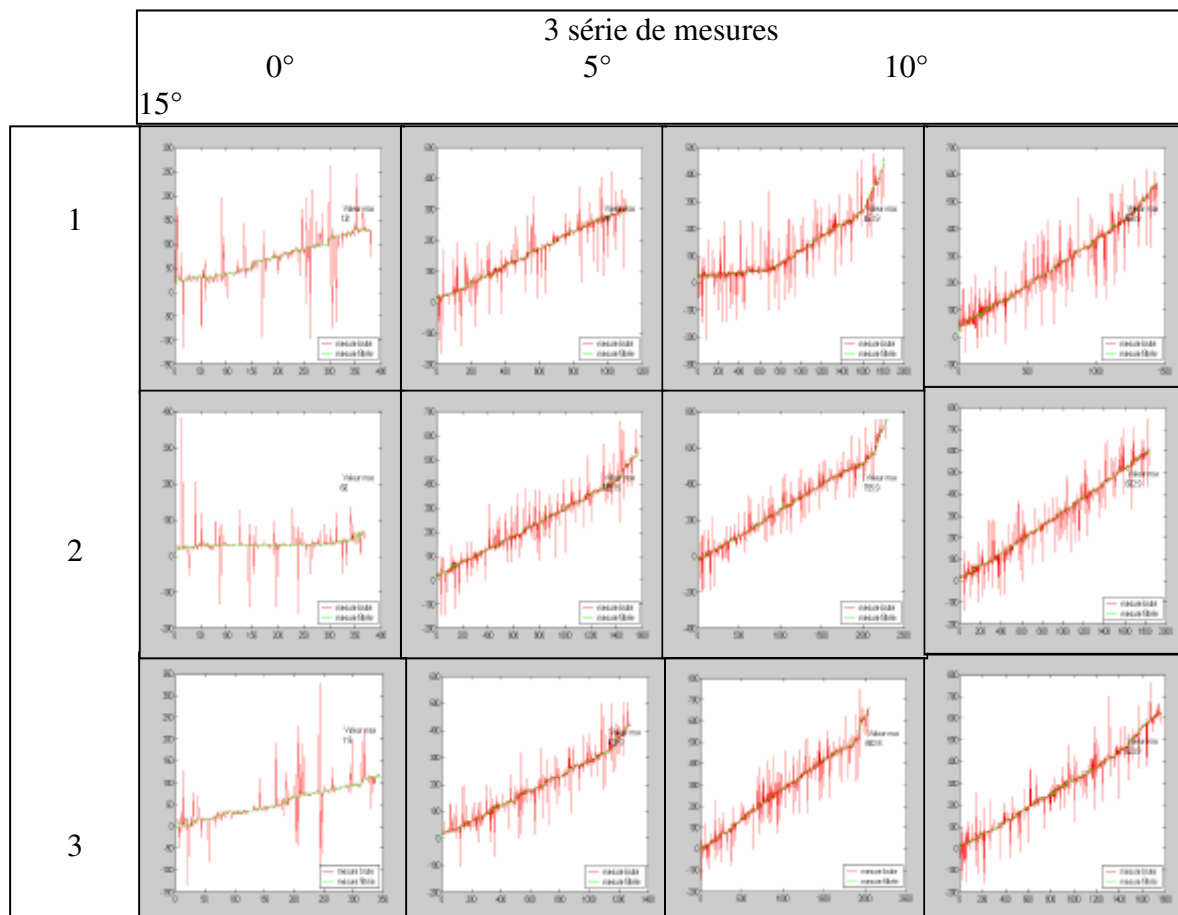
```

Ces programmes sont destinés à lisser les figures.





Les courbes ont donc été éditées avec le programme filtrage1et ont donné des figures de ce type:



IV- ABAQUE FINAL

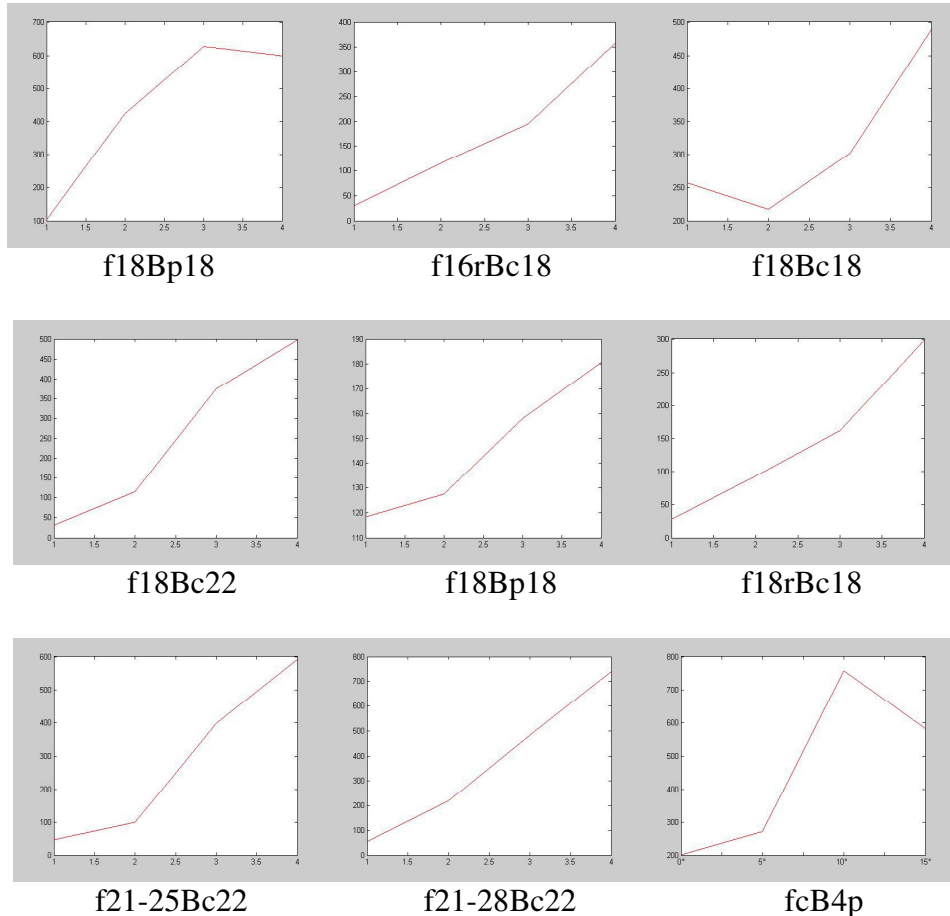
Après avoir écriété les mesures pour une meilleure lecture des valeurs, un autre programme sert à harmoniser les couples brackets/fils sur un abaque les classant selon les diverse mesures pratiquées.

a) Mise en forme

MOYENNE

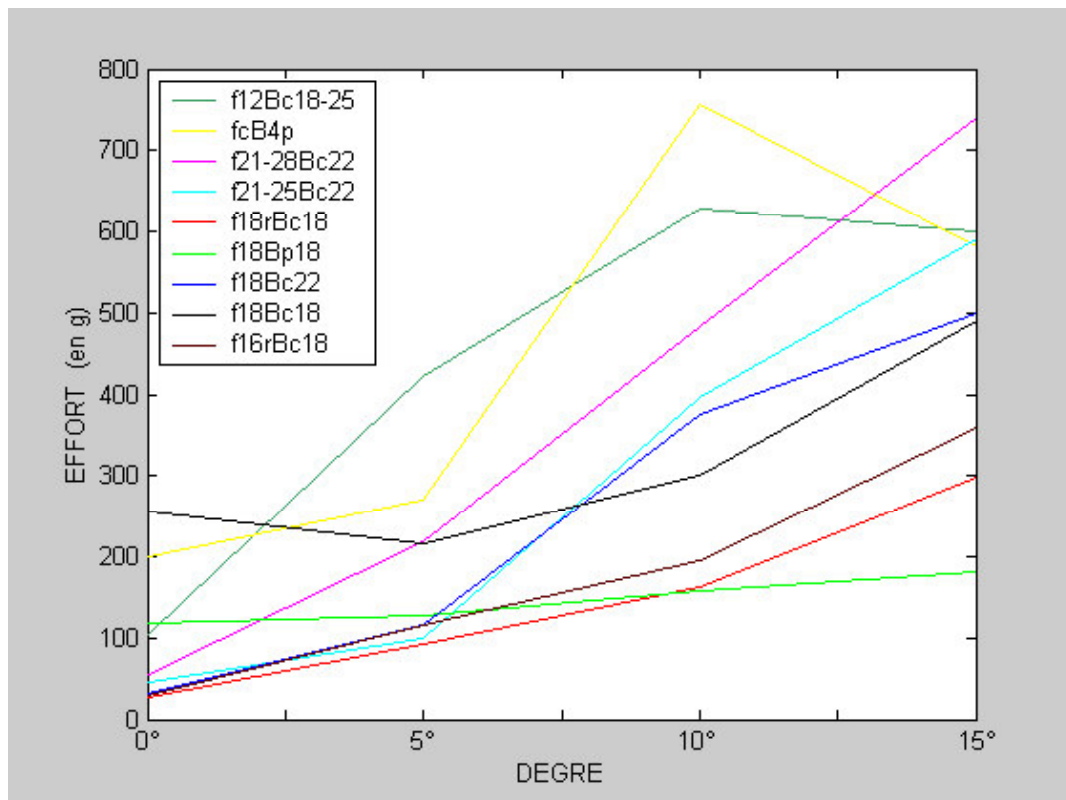
```
clear all
x1=load('f12Bc18_25.dat');
for i=1:4
    % x2(i,1)= i;
    x3=0;
    for j=2:4
        x4(j)= x1(i,j);
        x3 = x4(j) + x3;
    end
    x2(i)=x3/3;
end
plot(x2,'r');
```

Ces figures sont réalisées avec les extréma des figures de mesure à 0° , 5° , 10° , 15°



b) Exploitation

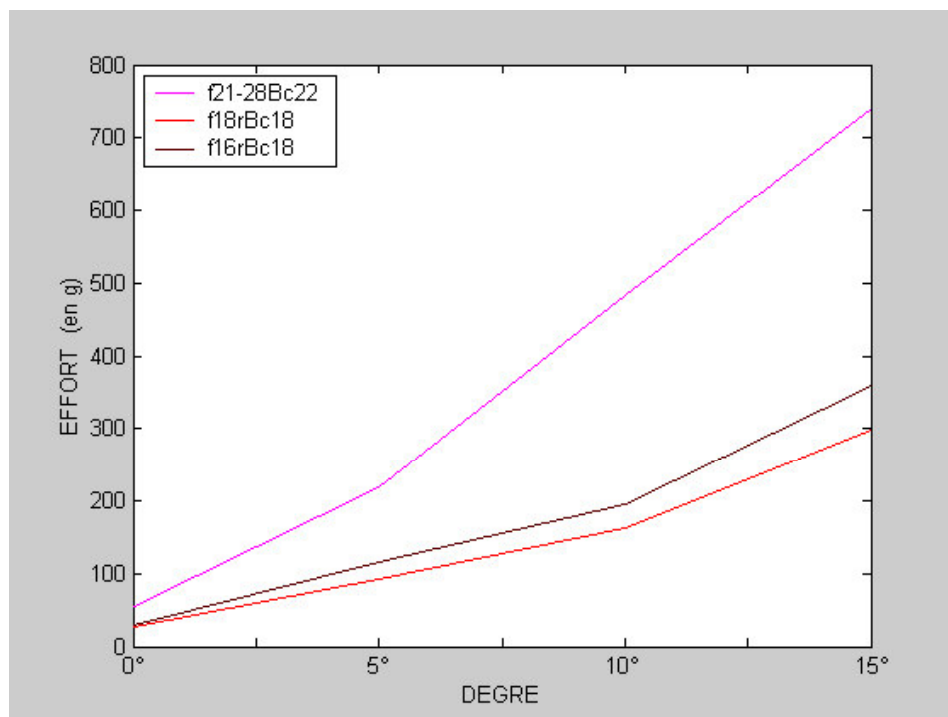
Le regroupement des figures précédentes sur une même figure permet de réaliser l'abaque final, celui qui permet, par une lecture simple, de repérer les couples Bracket/Fil présentant la meilleure caractéristique.



V- CONCLUSION

Les expériences ont montrées que malgré les effort pour trouver un processus de mesure le plus simple possible afin de simplifier le calcul ainsi que les incertitudes liées aux l'expériences, et après avoir appliqué les modification nécessaires au bon fonctionnement, pour obtenir des courbes fiables, le nombre de mesure pour un même point devant être supérieur à 3 même si sur certaines courbes apparaissent des mesures exploitables.

Type figures exploitables



Procédures

Procédure de Préparation de la Machine :

Description du matériel mis à disposition :

- Banc d'essais de frottement du fil dentaire sur un bracket ;
- Ordinateur portable ;
- Carte d'acquisition des données du banc d'essais DAQCard-6024;
- Interface de puissance ;
- Câble de liaison entre l'Ordinateur et l'acquisition des données du banc ;
- Disjoncteur de la partie électrique ;
- Interrupteur de commande de montée et de descente ;

Branchements à effectuer :

Tous d'abord, la carte d'acquisition doit être mise en place dans le port de l'ordinateur ainsi que le câble de liaison entre celle-ci et la carte de connexion du banc d'essais, après avoir effectuer ces manipulations, on peut lancer l'ordinateur et mettre le disjoncteur sous-tension.

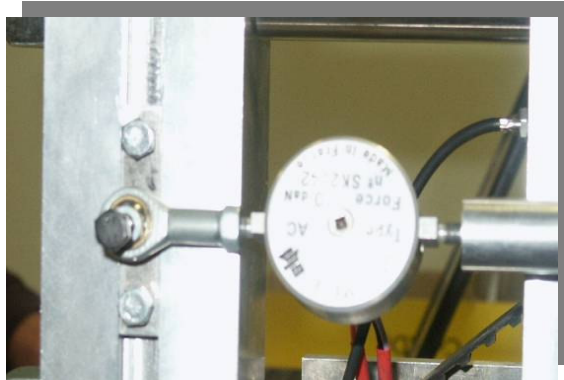


Carte d'acquisition

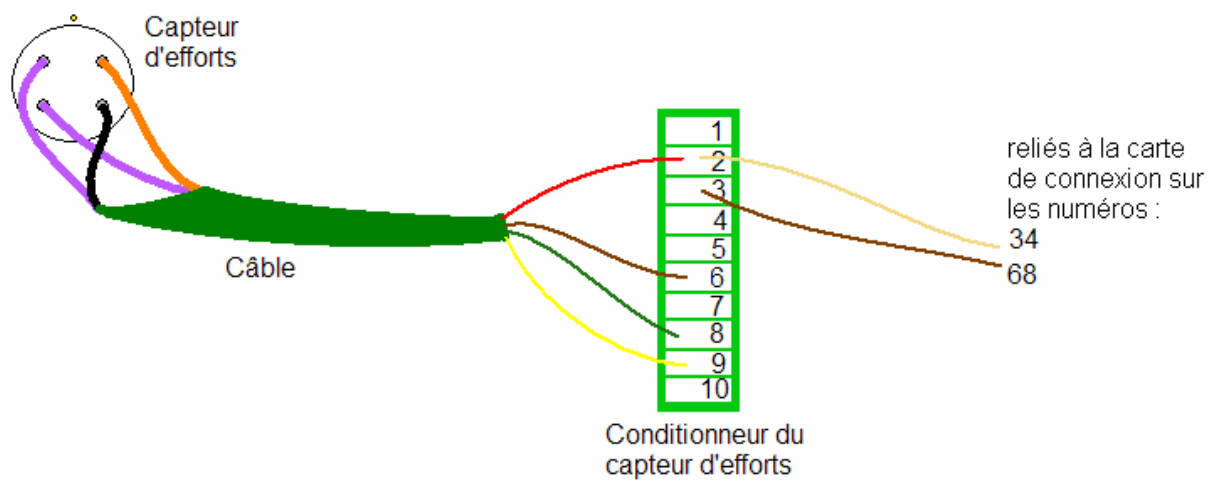


Carte de connexion

Capteur de forces :

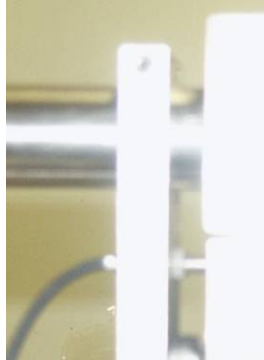


Son branchement s'effectue par quatre pattes que l'on reliera au conditionneur par l'intermédiaire d'un câble de la manière suivante :

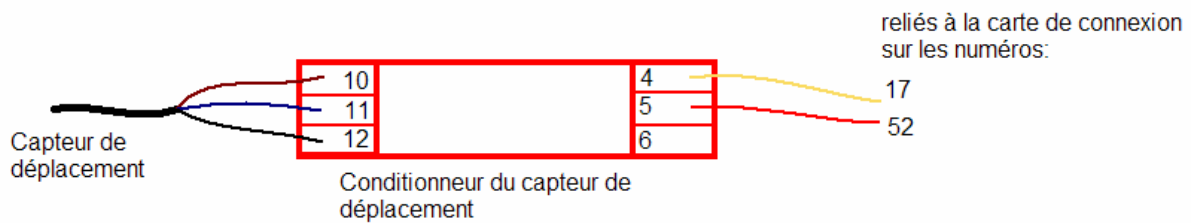


Son conditionneur sera lui relié à la carte de connexion.

Capteur de déplacement :

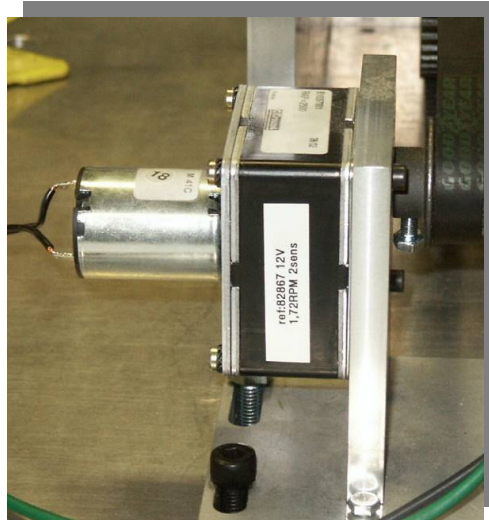


Il est relié à un conditionneur par 3 fils.



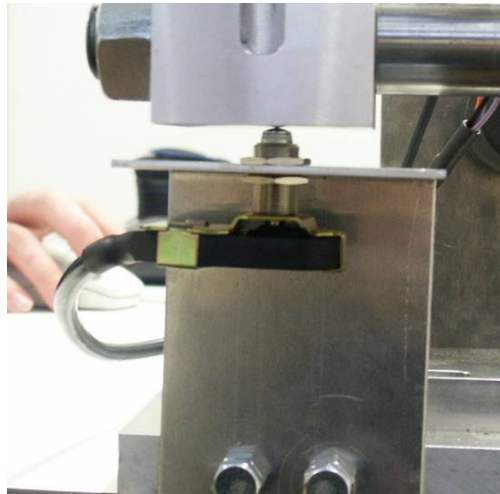
Son conditionneur sera lui relié à la carte de connexion.

Moteur :



Il est relié au variateur-découpeur. Afin d'inverser son sens de rotation, nous avons mis en place un interrupteur qui nous permet d'agir sur le sens de rotation du moteur et par cela sur la montée ou la descente du bras.

Capteur de fin de course en position basse :



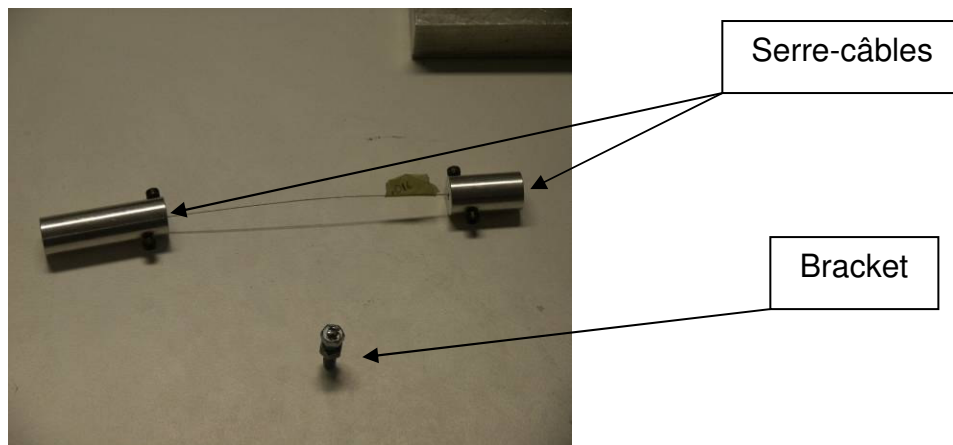
Il est relié directement à la carte de connexion de la façon suivante :

- le câble noir sur le port numéro 47
- le câble marron sur le port 49
- le câble bleu n'est pas relié.

Lancement de l'essais :

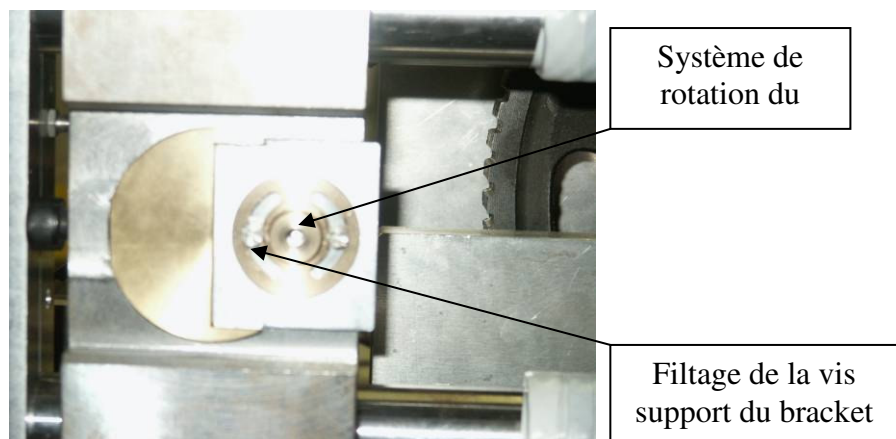
Afin de débiter l'essais, il est nécessaire de s'assurer que la machine est en position basse, dans le cas contraire, pour remettre le bras en position basse, on bascule l'interrupteur en descente et on exécute le programme en mode manuel (Décrit dans la procédure se rapportant à Labview).

Ensuite, on peut procéder à la mise en place du fil sur la machine, pour cela, on démonte de la machine les deux , le fil dentaire devra être couper à une longueur de **150 mm** de fil sachant qu'il y aura environ 15 mm de prise avec chaque serre-câble, la fixation du fil s'effectue à l'aide de 2 vis de prssion de type CHC, ce qui nous donnera une longueur utile d'environ **115 mm** de fil, une fois le fil monté, on le met en place sur la machine.



Par la suite, on met en place le bracket sur le support coulissant, le bracket aura préalablement été soudé sur un vis M4 de tête hexagonale qui sera visé sur son support et bloqué par un contre-écrou.

On pourra intervenir sur deux paramètres lors de cette manipulation :



- A l'aide du filetage mais peu précisément sur la position « plutôt avancée » ou au contraire « plutôt reculée » du bracket par rapport au fil dentaire.
- A l'aide de la translation du bracket et plus précisément, en pilotant une première vis de blocage du système puis une deuxième vis réalisant la translation du bracket par rapport au fil dentaire en position avancée ou au contraire reculée.
- A l'aide du système de rotation du socle du bracket, en pilotant deux vis de blocage du système, on peut réaliser précisément la rotation du bracket par rapport au fil dentaire en se référant au marquage (1 graduation = 10 degrés).

Procédure de lancement de l'essai

Lors de nos essais nous avons principalement utilisé deux logiciels qui sont :

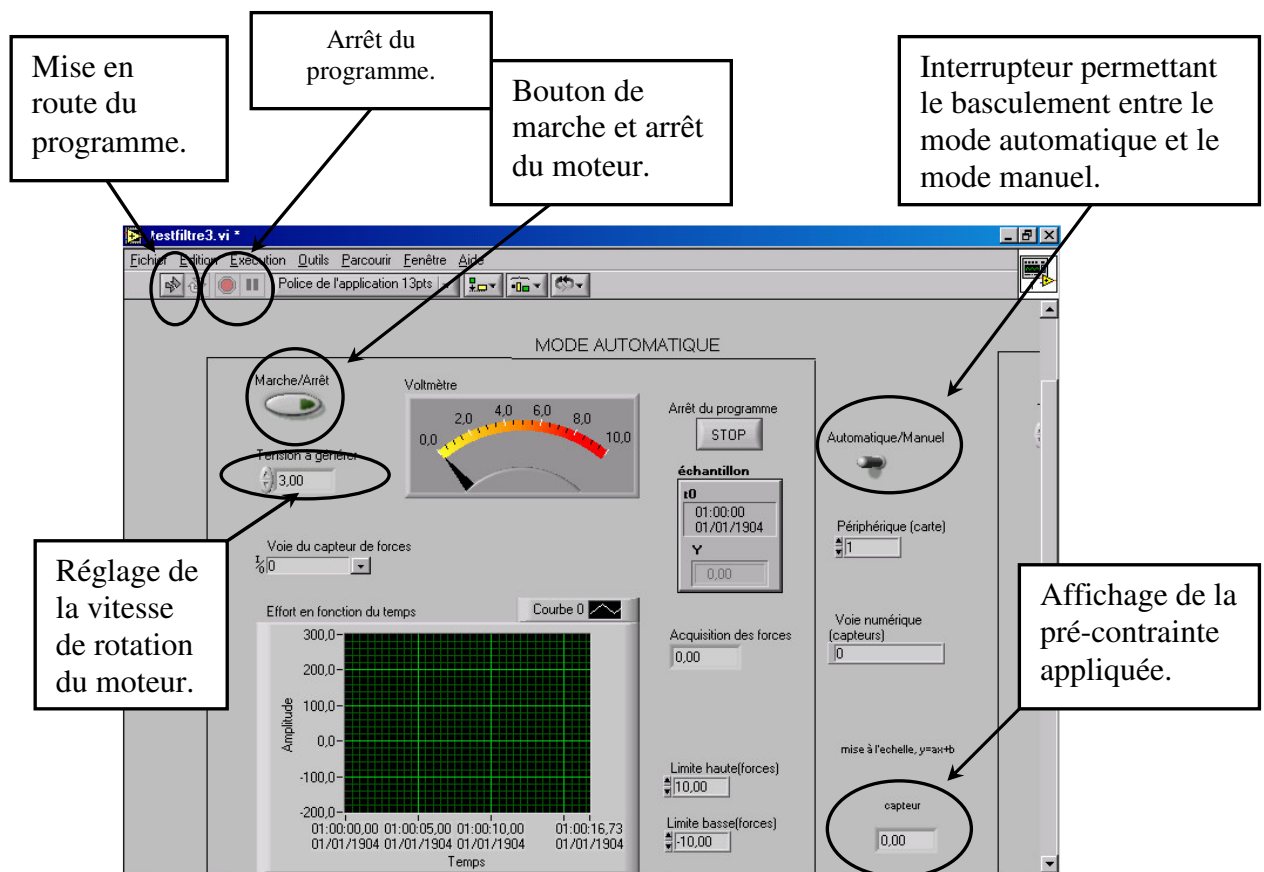
- LabView 6
- MatLab 6

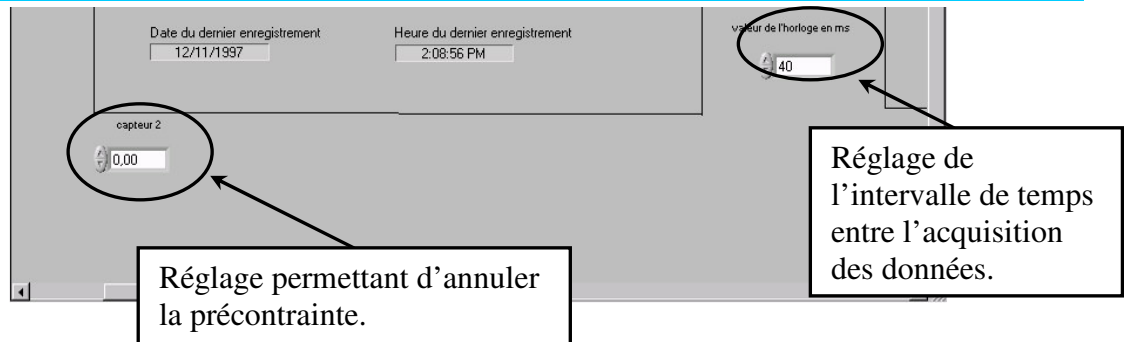
I) Description des logiciels :

a) LabView

LabView est le logiciel réalisant la liaison entre le banc d'essai et l'ordinateur. Il permet le pilotage du moteur et l'acquisition des résultats de par la carte d'acquisition Texas Instrument.

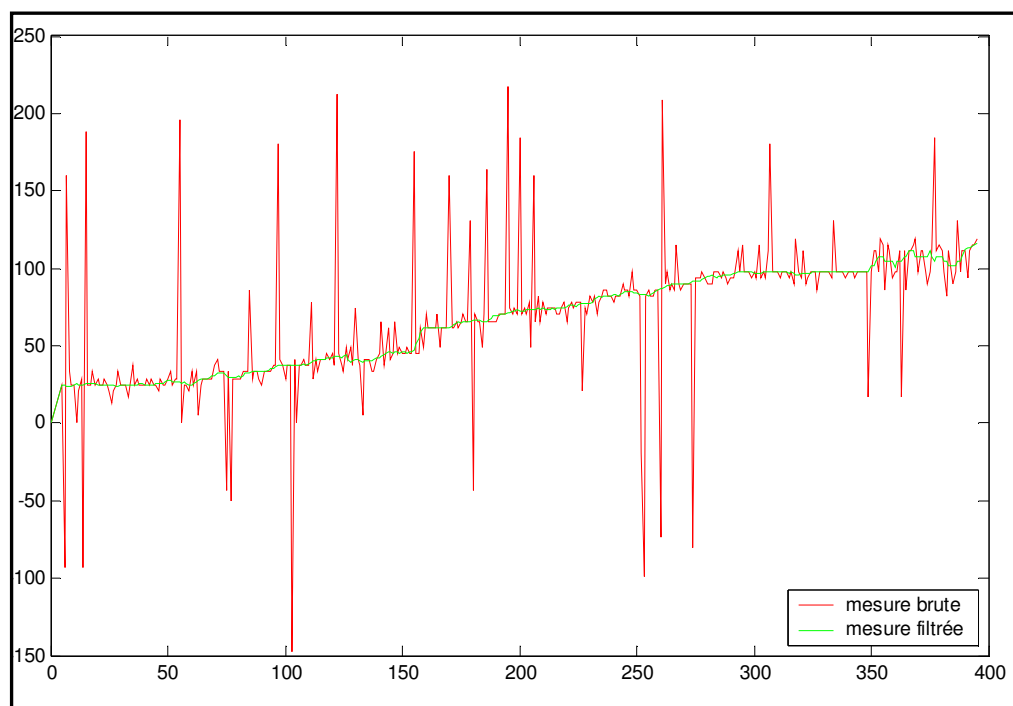
Le panneau de commande se présente sous la forme suivante :





b) MatLab 6 :

MatLab permet de post-traiter les résultats obtenus lors de l'essai, c'est à dire de les mettre sous forme graphique en prenant soin de filtrer les courbes comme présentées sur le graphique suivant :

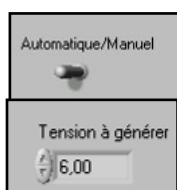


II) Etapes à suivre :

Tout d'abord, lancer le programme nommé "testfiltre3.vi" présent dans le répertoire "C:\Documents and Settings\MM\Bureau\dentiste".

Ensuite, vérifier que le bras est en position basse. Si ce n'est pas le cas, il vous faut utiliser le mode manuel pour le remettre en place.

Pour cela suivez les étapes suivantes :



Passer en mode manuel ;

Régler la vitesse de rotation du moteur à la vitesse souhaitée ;

Spécifier le sens de rotation du moteur (interrupteur en position basse) ;



Exécuter le programme ;

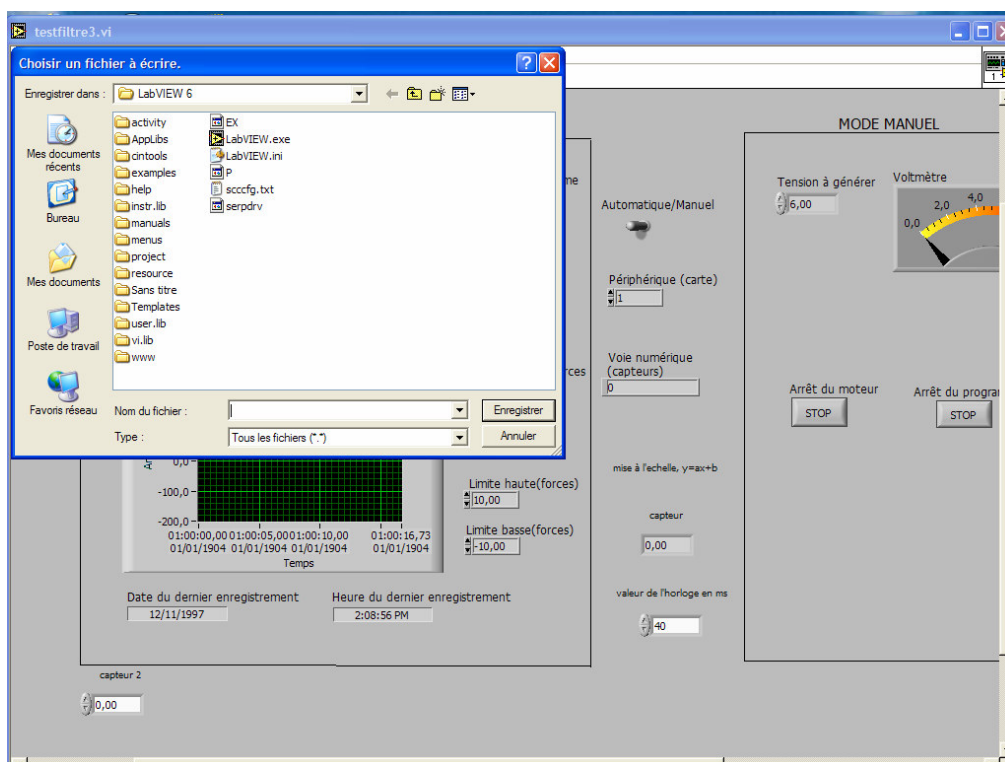


Une fois le bras arrêté en position basse par le capteur arrêté,
Arrêter l'exécution du programme.

Une fois le bras, le bracket et le fil dentaire correctement mis en place (*Cf. Procédure*), nous pouvons passer à la réalisation de l'essai.

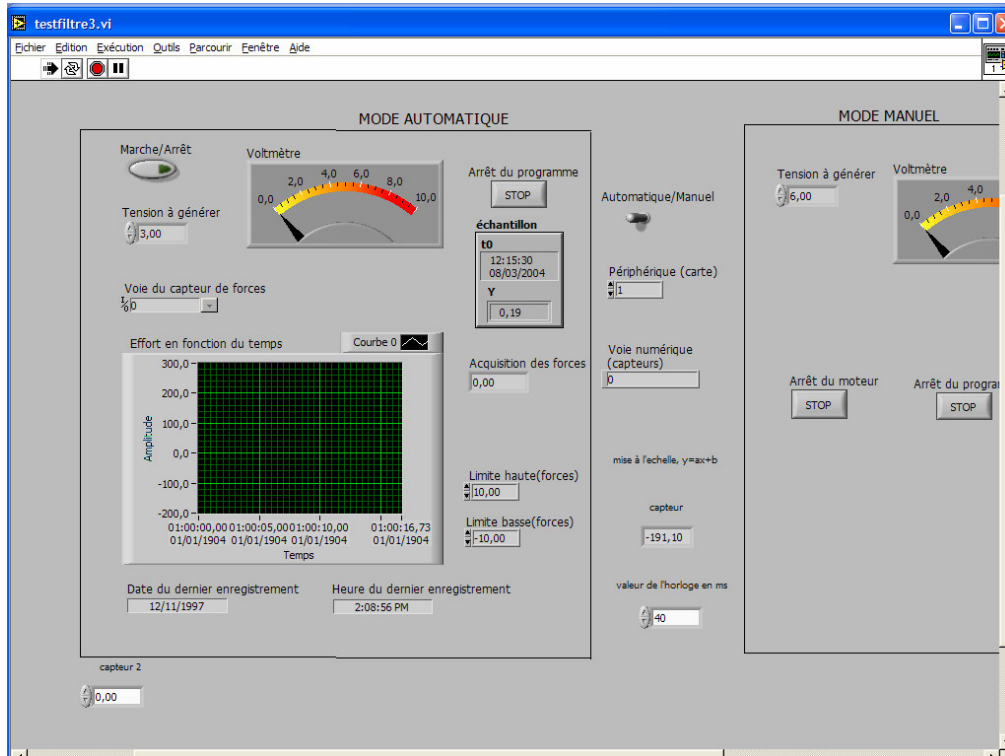
Pour cela re-basculer en mode automatique et cliquer sur le bouton exécuter.

Une fenêtre va alors s'ouvrir pour demander où enregistrer les résultats de l'essai.

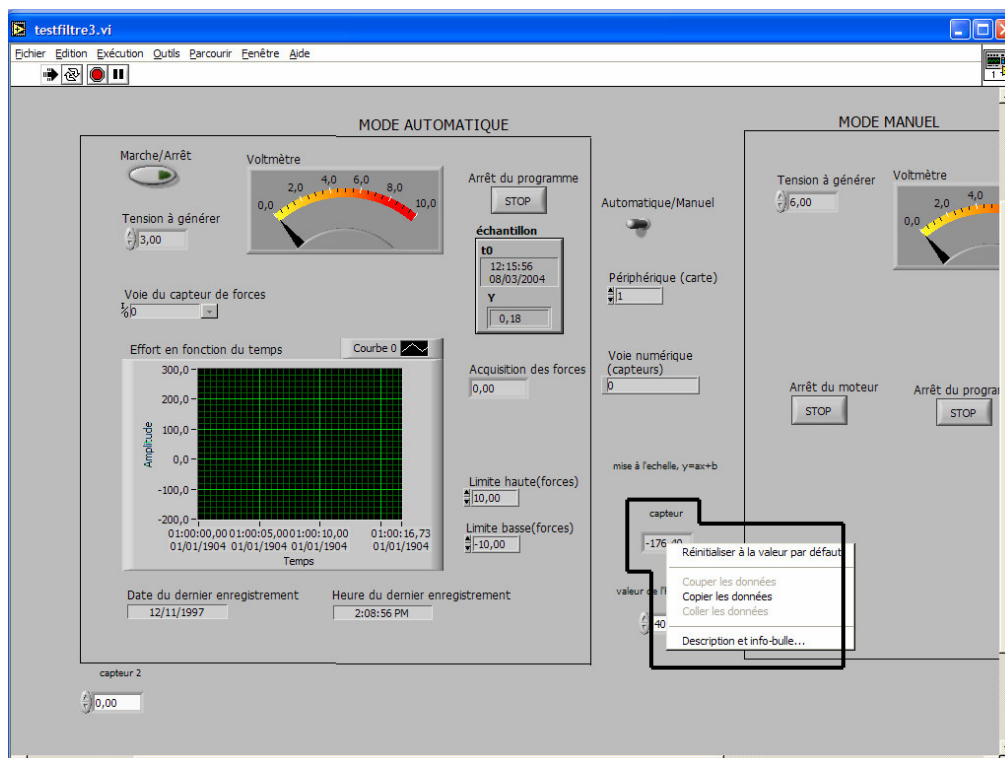


Les résultats sont enregistrés dans un dossier portant la date du jour de l'essai et le chemin d'accès est le suivant C:\Documents and Settings\MM\Bureau\dentiste\manip2003-2004\Mesures 09_02_04\Essai 1 0°

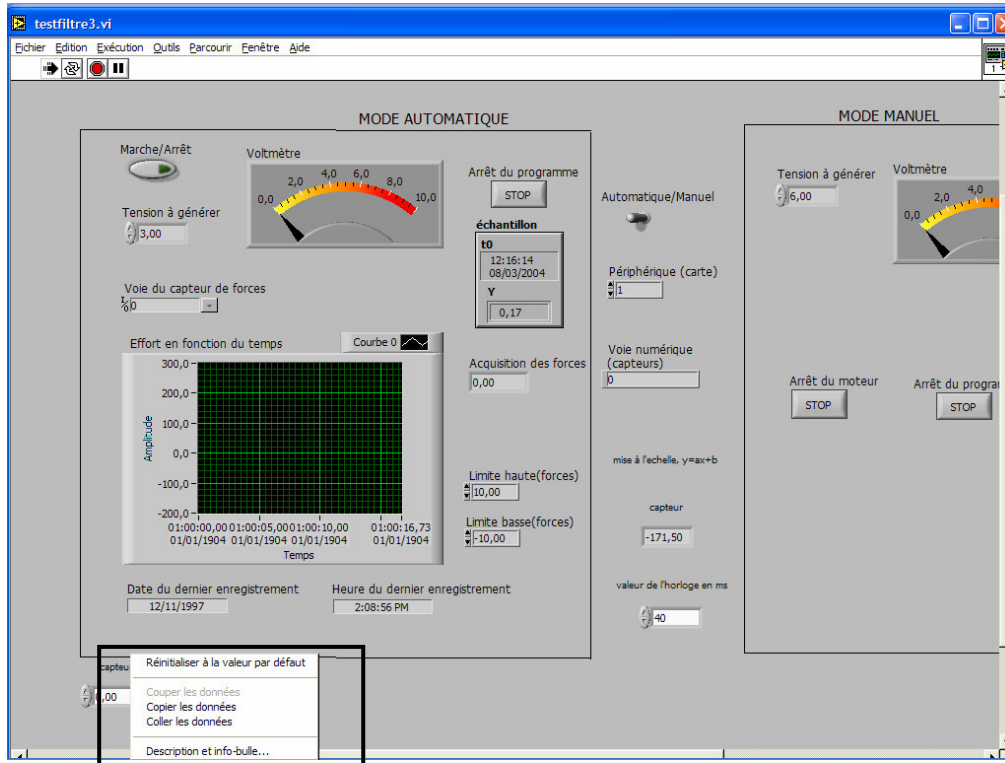
Une fois ces opérations réalisées, le programme ne se lance toujours pas.



Le capteur d'effort affiche la précontrainte exercée, afin d'annuler celle-ci il vous faut copier (clique droit sur la valeur puis copier les données)

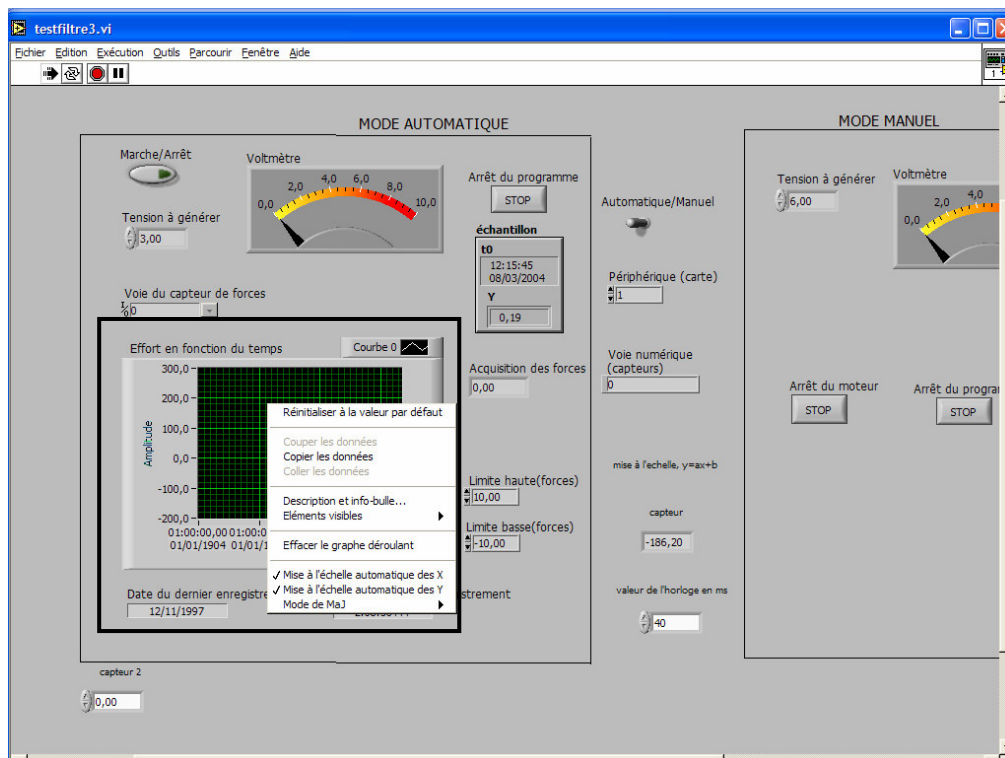


et la coller dans le capteur 2 (clique droit sur la valeur puis coller les données).



Avant de pouvoir lancer l'essai, il vous reste une opération à réaliser qui est l'effacement de la partie graphique.

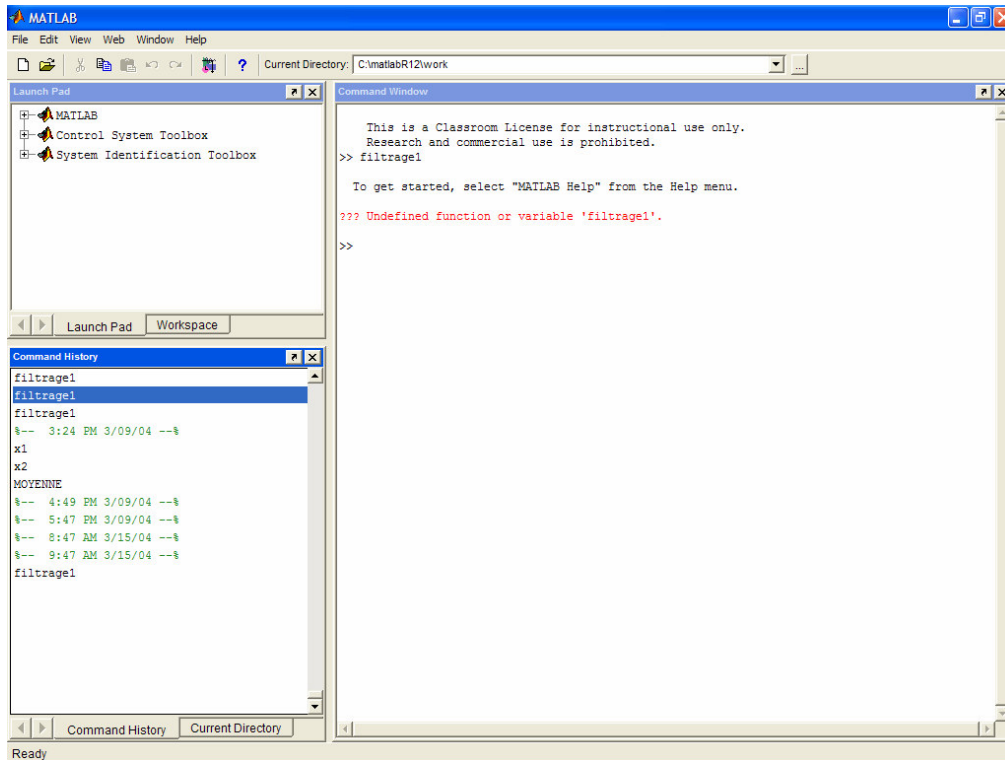
Pour cela, faites un clic droit sur le graphique et cliquez sur effacer le graphe déroulant.



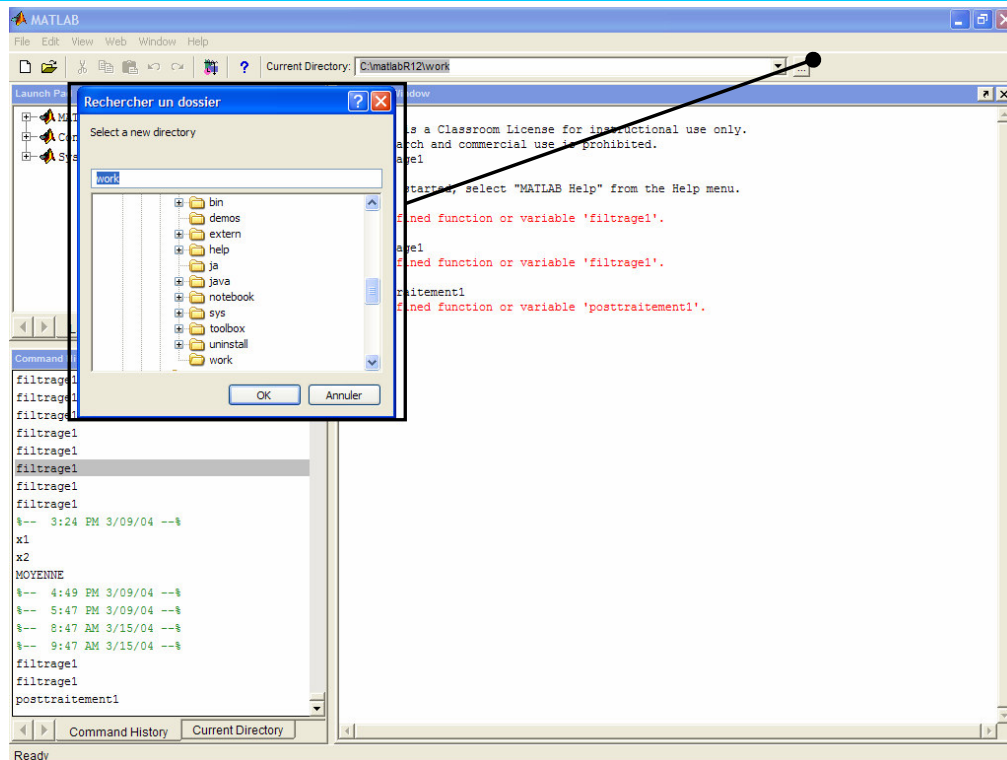
L'essai peut à présent être lancé en cliquant sur le bouton de marche/arrêt ().

Procédure de post-traitement des essais

Afin d'obtenir les courbes correspondantes aux différents essais, il nous faut les post-traiter à l'aide de MatLab.

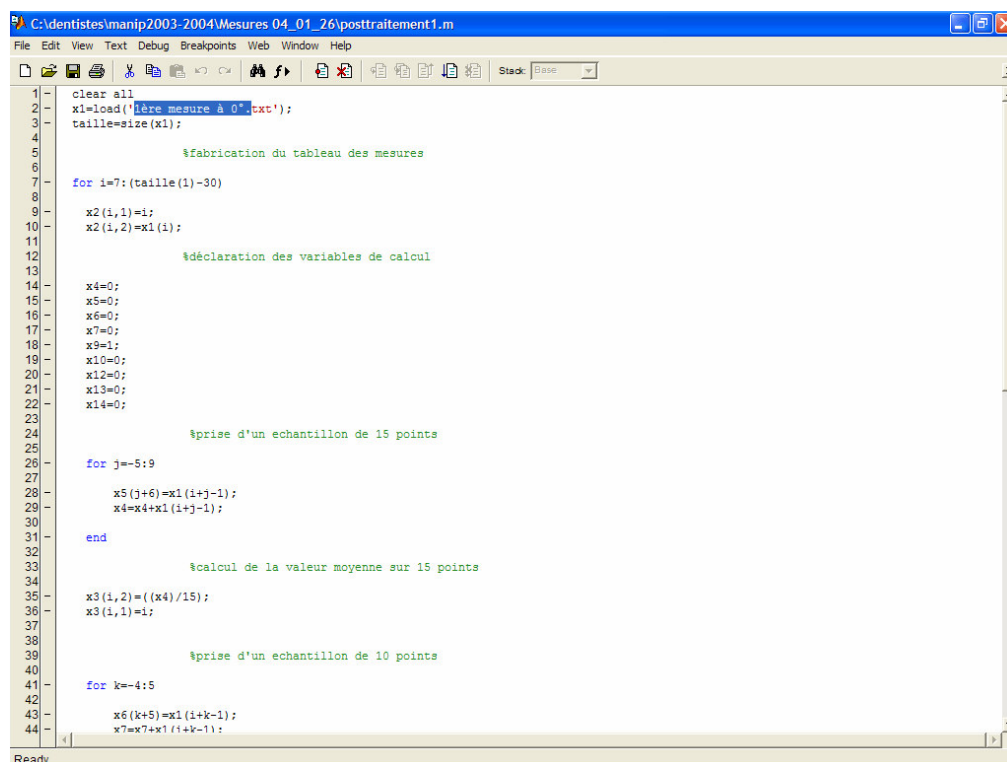


Tout d'abord, il vous faut spécifier le dossier où vont se réaliser les opérations c'est à dire le fichier où ont été enregistré tous les essais réalisés.

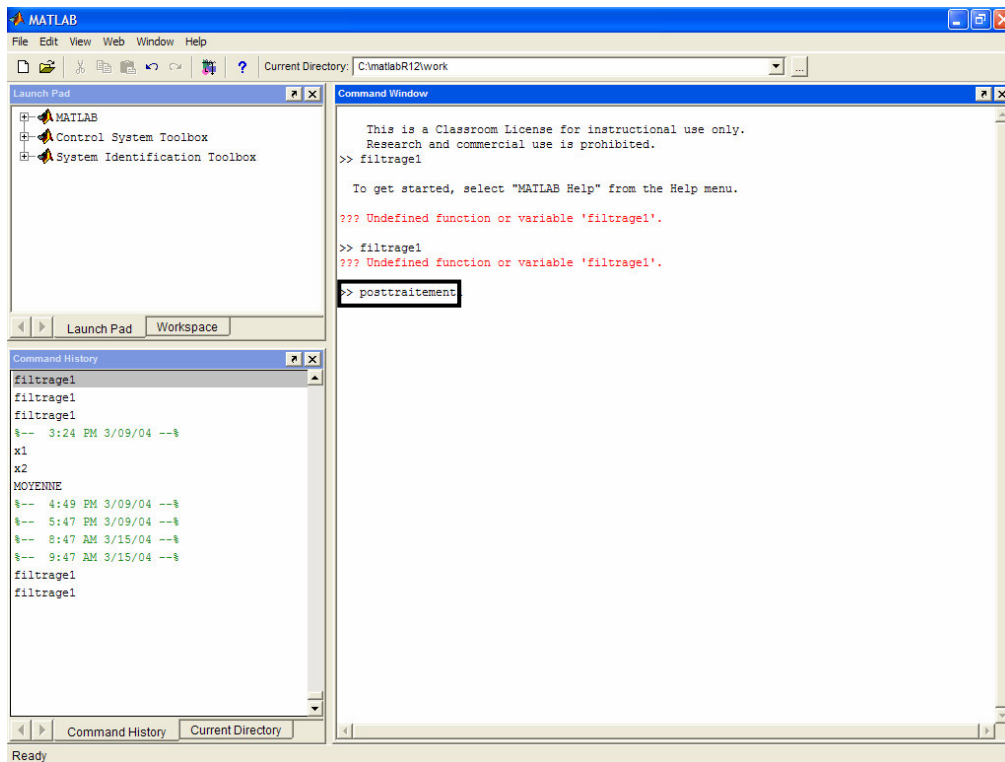


Copiez le fichier "posttraitement1.m", présent dans tous les dossiers déjà post-traiter, dans le dossier où ont été enregistré les essais.

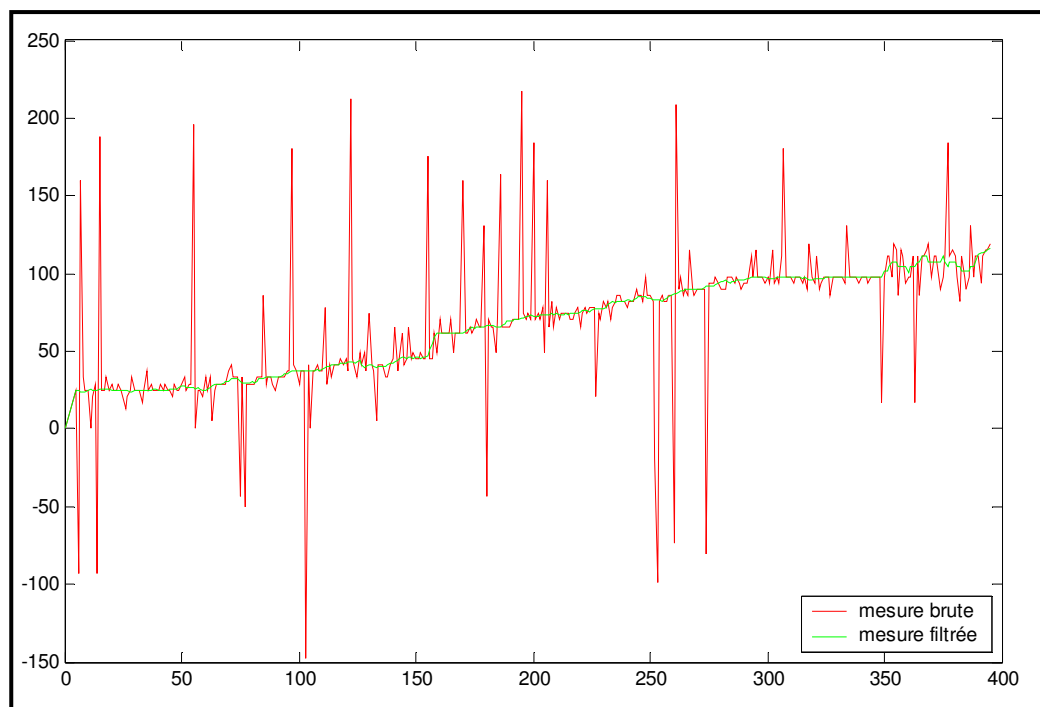
Ouvrez le fichier "posttraitement1.m" et modifiez le nom du fichier à post-traiter.



Enregistrez les modifications et exécutez le programme en entrant son nom (posttraitement1) dans la fenêtre de commande.



Après l'exécution du programme, MatLab trace automatiquement la courbe correspondant à l'essai post-traité.



Procédure de création des figures et abaques

Après avoir procédé aux mesures grâce au banc d'essai, il est nécessaire de procéder à un retraitement des données pour avoir une bonne vision des valeurs trouvées .

Pour ce faire, nous devons utiliser un autre programme, indépendant du logiciel de gestion de la machine de mesure, en l'occurrence MATLAB.

1) Mode opératoire pour la création des figures :

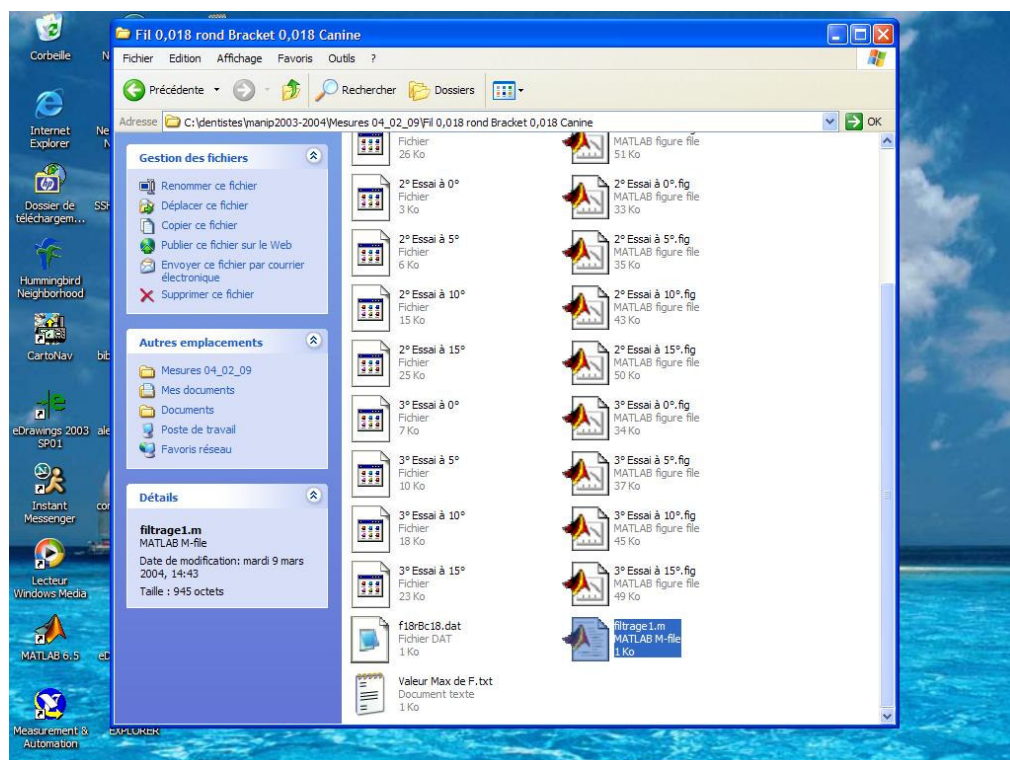
*Les fichiers de mesure ayant été créés par LABVIEW sont archivés comme ceci :

C:\dentistes\manip2003-2004\Mesures 04_02_09\Fil 0,018 rond Bracket 0,018 Canine\1° Essai à 0°

- Le sous-dossier Mesures est classé selon année_mois_jour pour des raison de commodité de tri.
- Le sous-dossier Fil....Bracket... donne la catégorie des deux composants en présence.
- Les fichiers de mesure sont nommés selon le numéro d'essai et la position du bracket

Afin de réaliser la figure correspondant à l'essai, il faut lancer le programme de tracé fonctionnant sous MATLAB

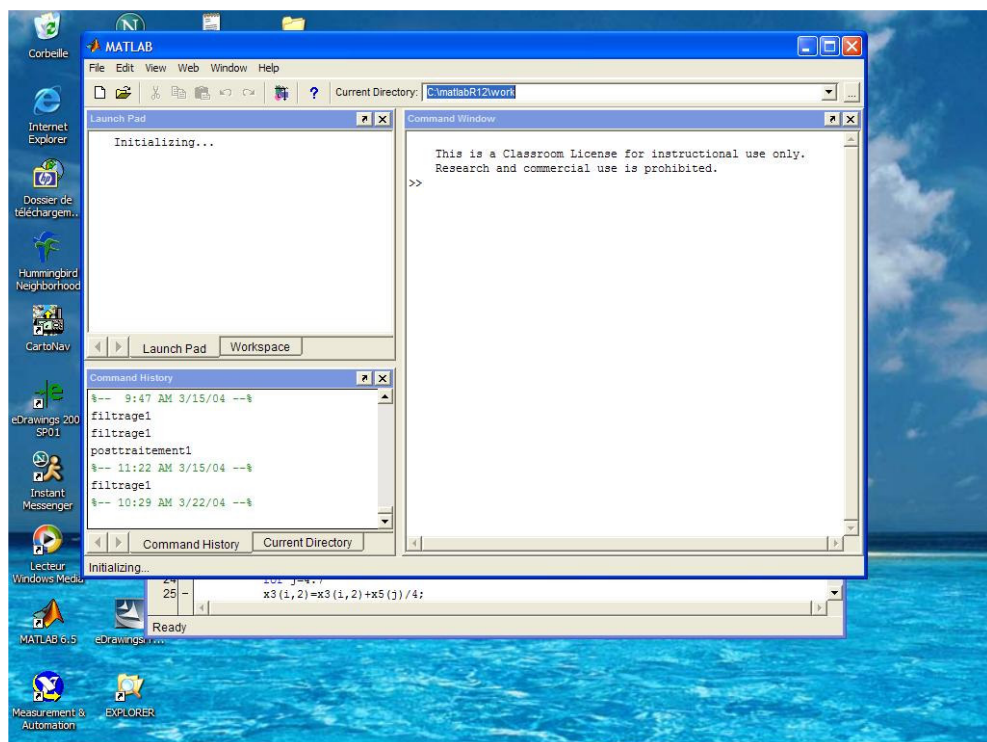
Ce programme, nommé « filtrage1.m », doit être inséré dans le sous dossier contenant les fichier à traiter.

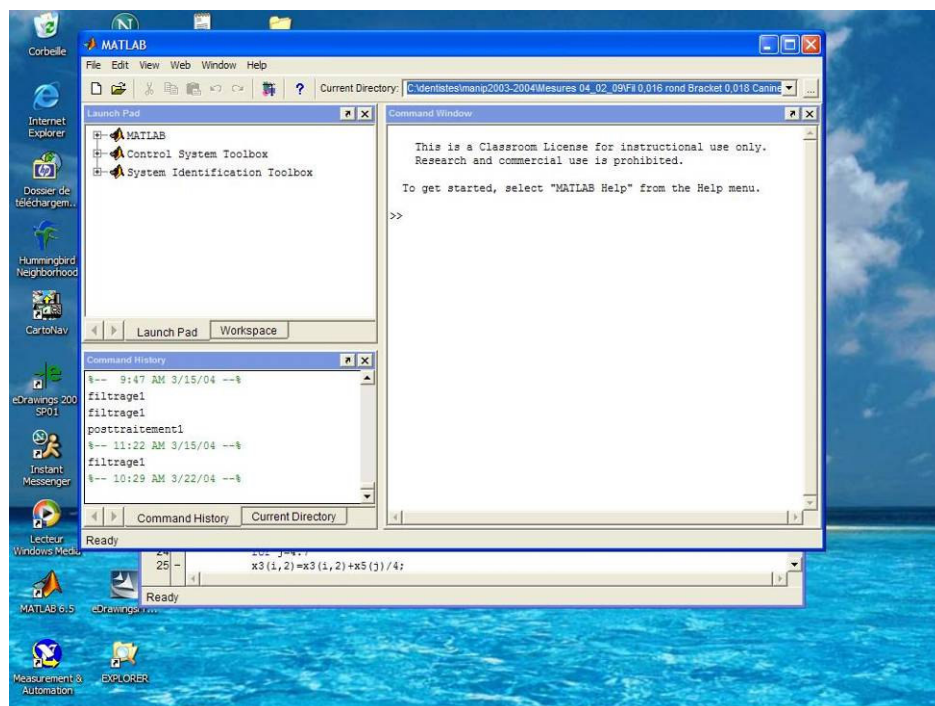
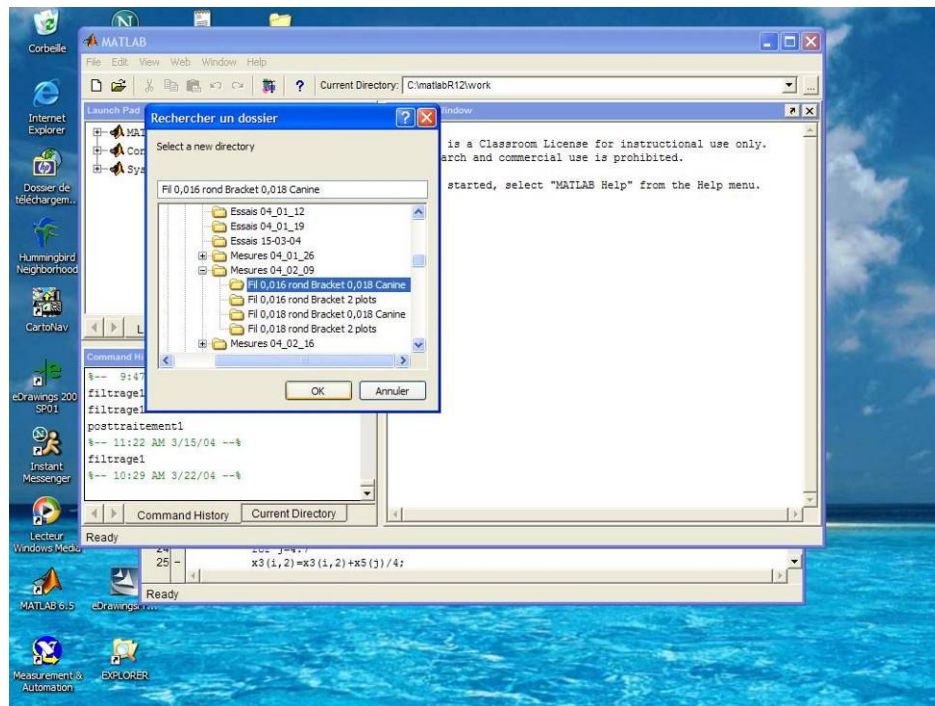


Ouvrir alors MATLAB R12

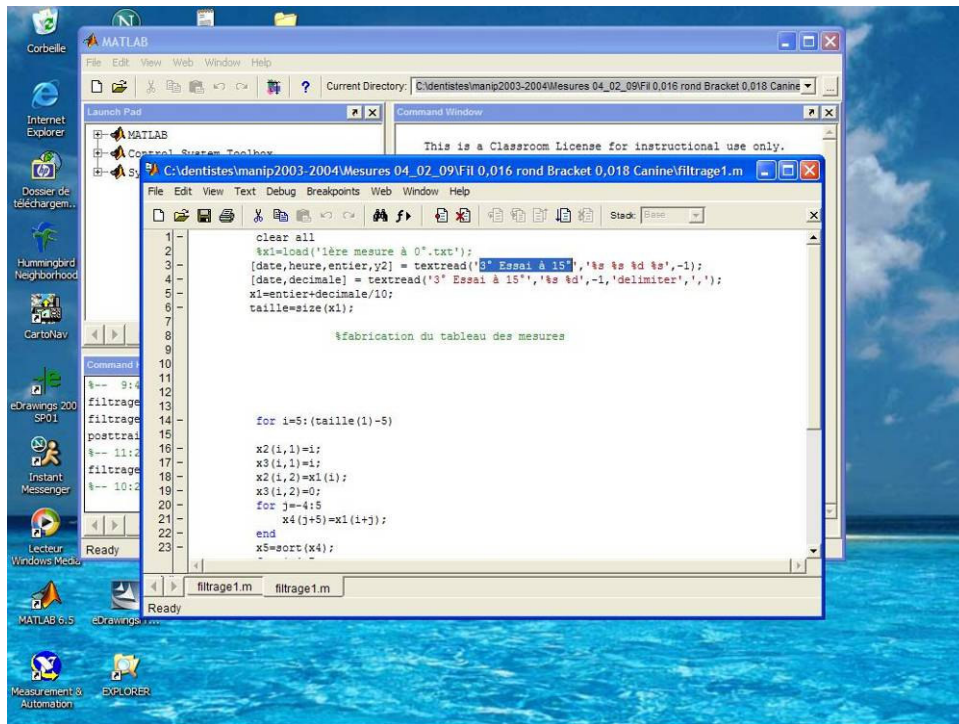


Dans le champ en haut à droite, choisir le bon sous dossier contenant les fichiers à traiter

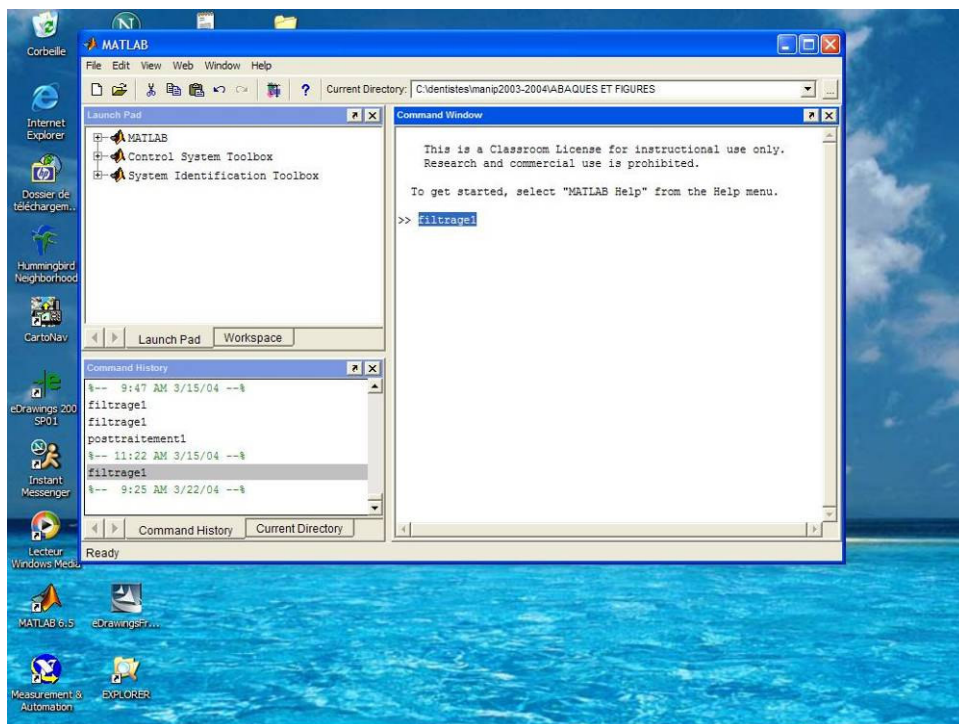




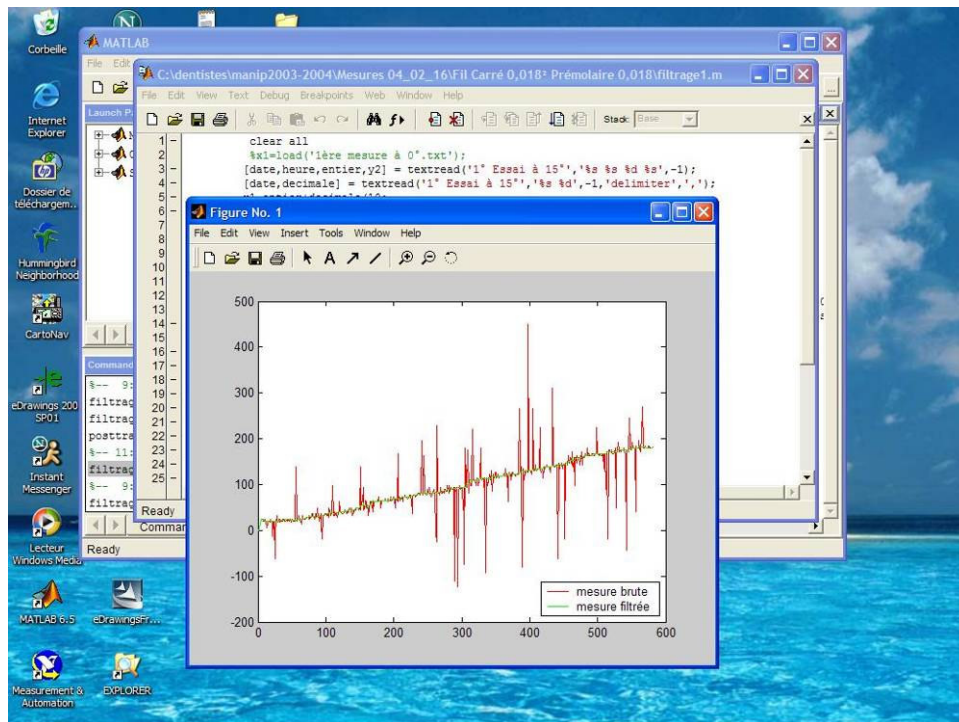
Ouvrir le fichier « filtrage1.m » et insérer le nom du fichier à traiter dans les deux champs disponibles.



Lancer « filtrage1.m » dans l'arborescence de commande

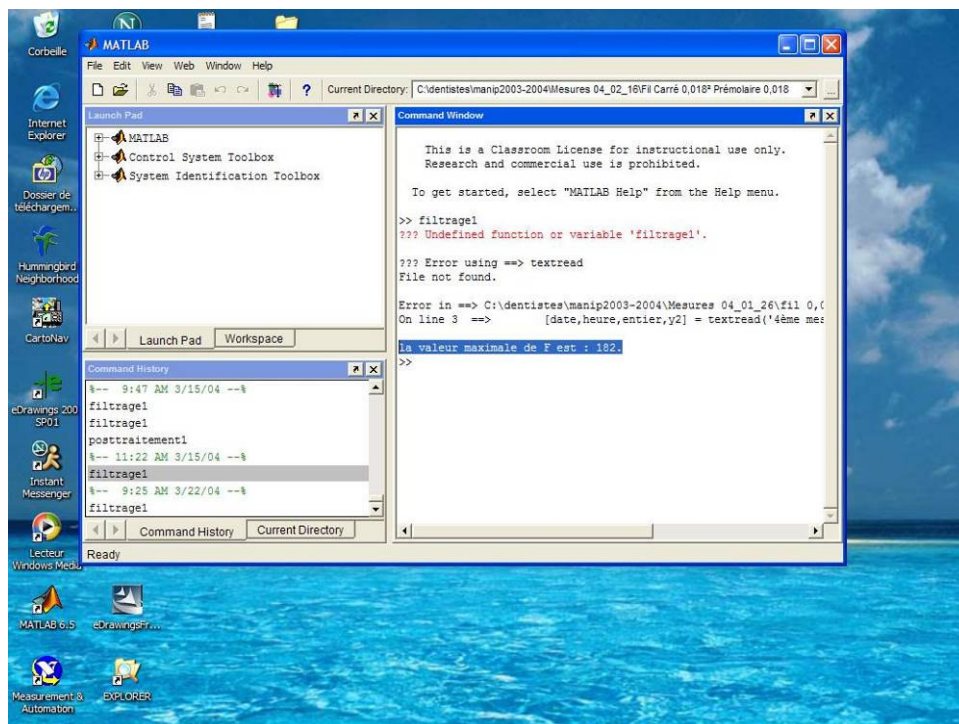


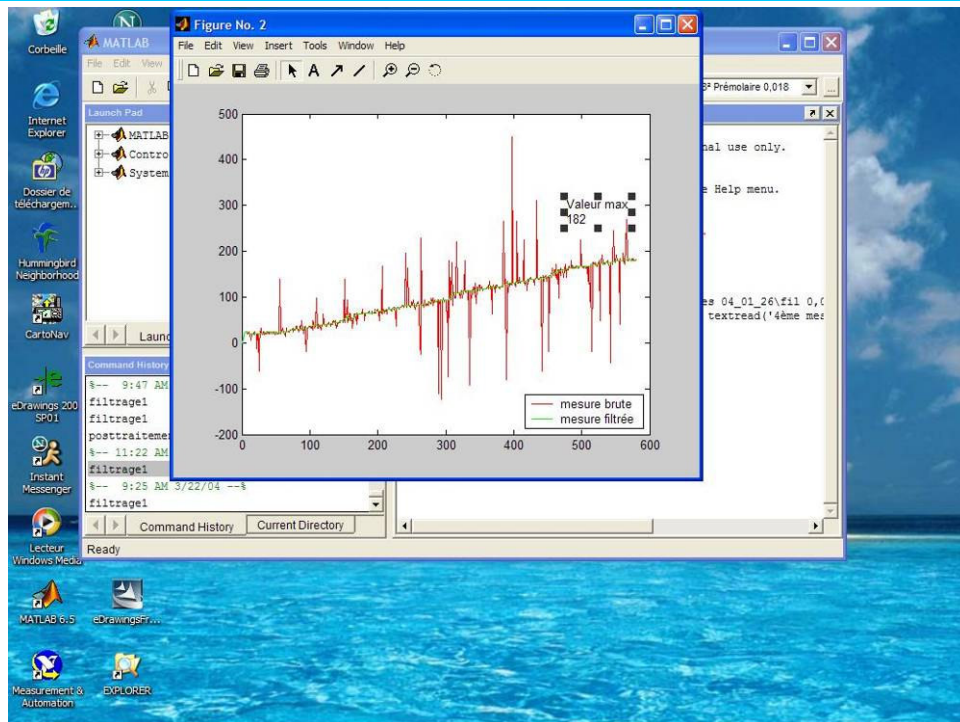
La figure correspondant à la mesure se crée automatiquement



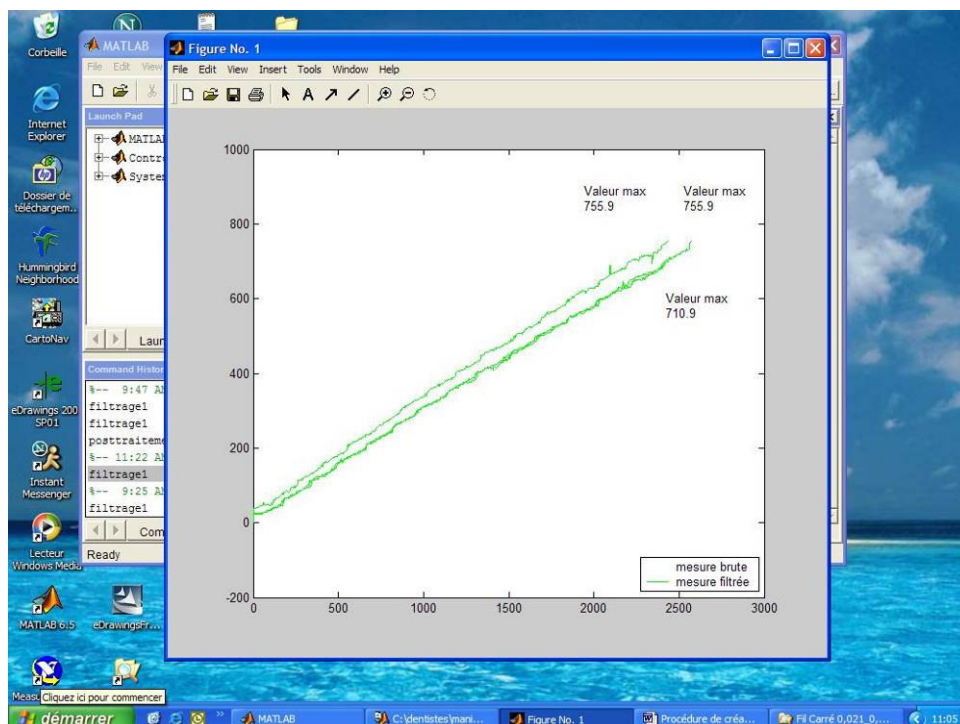
Sauvegarder la figure sous « nomdufichier.FIG »

Relever la valeur finale de la mesure et la reporter sur la figure.





Les courbes des figures ainsi créées peuvent être regroupées pour vérifier la cohérence des mesures.



2) Mode opératoire pour la création des abaques :

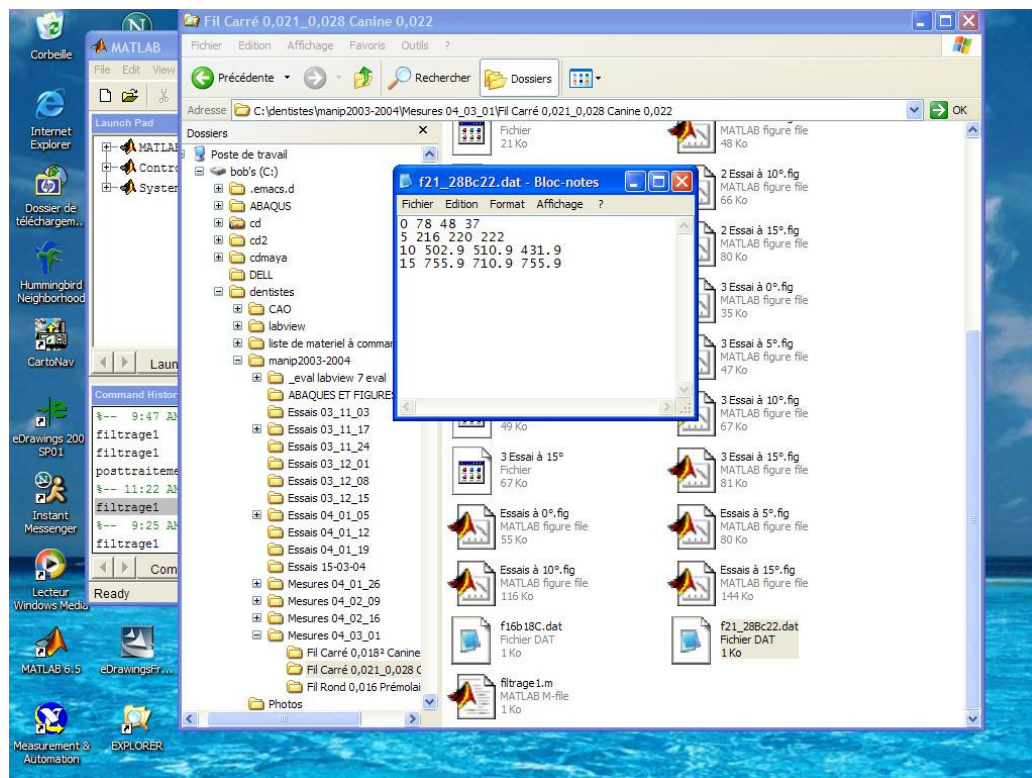
Pour la création des abaques permettant de classer les couples Bracket/Fil, on a, de la même manière, recours à MATLAB R12.

Lors de la création des figures, on a vu qu'il fallait relever les valeurs finales.

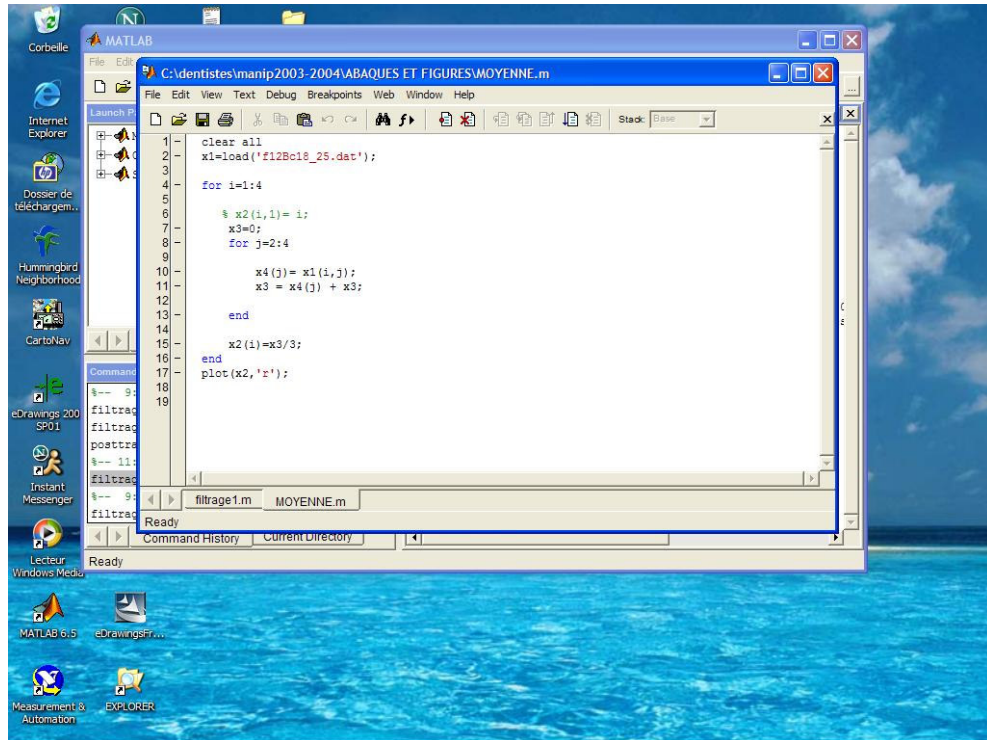
Pour la création des abaques, il faut créer, sous MATLAB, un fichier regroupant toutes les valeurs finales d'un même couple Bracket/Fil

On le nommera en fonction des matériaux mis en présence.

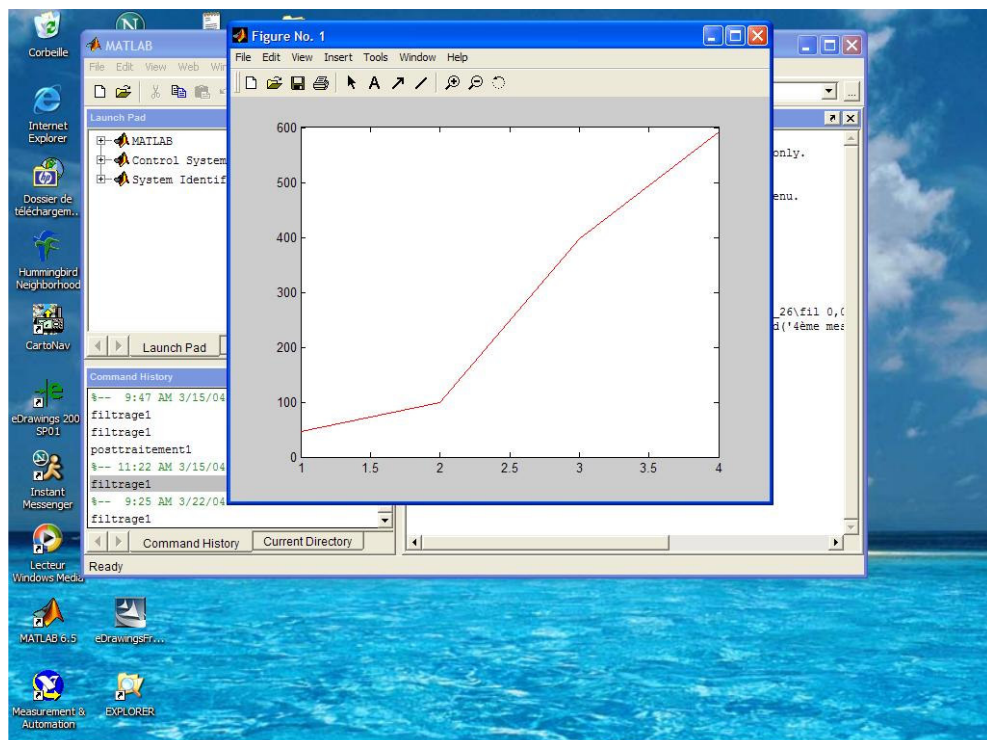
Ce fichier est une matrice 4x4 contenant l'angle de la mesure sur la première colonne ainsi que les trois mesures effectuées sur chaque angle.



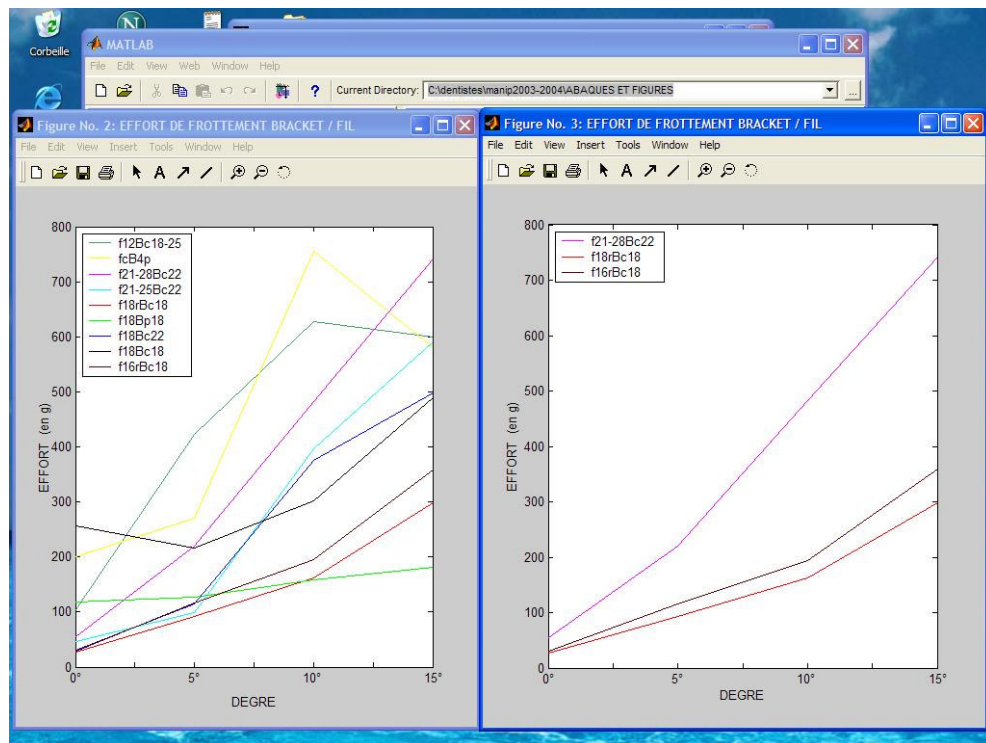
Chaque fichier doit alors être traité par le programme « MOYENNE.m » de la même manière que pour la réalisation des figures. Pour cela, il faut les regrouper dans un seul et même sous dossier (ici appelé C:\dentistes\manip2003-2004\ABAQUES ET FIGURES)



Il faut ouvrir le fichier « MOYENNE.m », insérer le nom du fichier à traiter, lancer l'application dans la fenêtre de commande MATLAB et sauvegarder la figure sous « fichier.FIG »



Après avoir obtenu toutes les figures, on peut les classer sur un seul et même abaque regroupant tous les couples donnant l'effort en fonction de l'angle.



Mesures brutes

Mesures après établissement du modèle de calcul