



Etude expérimentale de l'apparition des taches cathodiques et anodiques lors de la création d'un arc électrique

ABBAOUI M'hammed
PERISSE Frédéric
LEFORT André

I. Objectifs

- ① Déterminer avec précision (résolution de l'ordre de la ns), lors de la création de l'arc électrique :
 - ① l'évolution de la **tension** v_{arc} ,
 - ② l'évolution du **courant** i_{arc} ,
 - ③ le **déplacement** des contacts.
- ② Mesurer avec précision les valeurs des **chutes** V_a , V_c .
- ③ **Vitesses** de déplacement **élevées** (≤ 10 m/s).

II. Intérêt scientifique

- ① Mise en évidence des différentes phases d'initiation de la création des pieds d'arc et de l'arc.

- ② Analyse de la stabilité des chutes V_a et V_c en fonction :
 - ① du courant d'arc,
 - ② de la nature du matériau de contact (métal, alliage, pseudo-alliage),
 - ③ de la nature de l'atmosphère environnante (air, argon...),
 - ④ du mode de création de l'arc (ouverture - fermeture des contacts, rebonds),
 - ⑤ de la vitesse des contacts (ouverture – fermeture).

- ③ Confronter les valeurs des tensions obtenues avec les caractéristiques intrinsèques du métal : potentiel d'ionisation, travail de sortie...

II. Intérêt scientifique (suite)

④ Création d'une banque de données accessible :

- ① *initiation de l'arc,*
- ② *valeurs des chutes anodiques et cathodiques,*
- ③ *influence de la nature du matériau (pur, composite),*
- ④ *influence de la nature du gaz environnant,*
- ⑤ *influence de la vitesse de déplacement des contacts.*

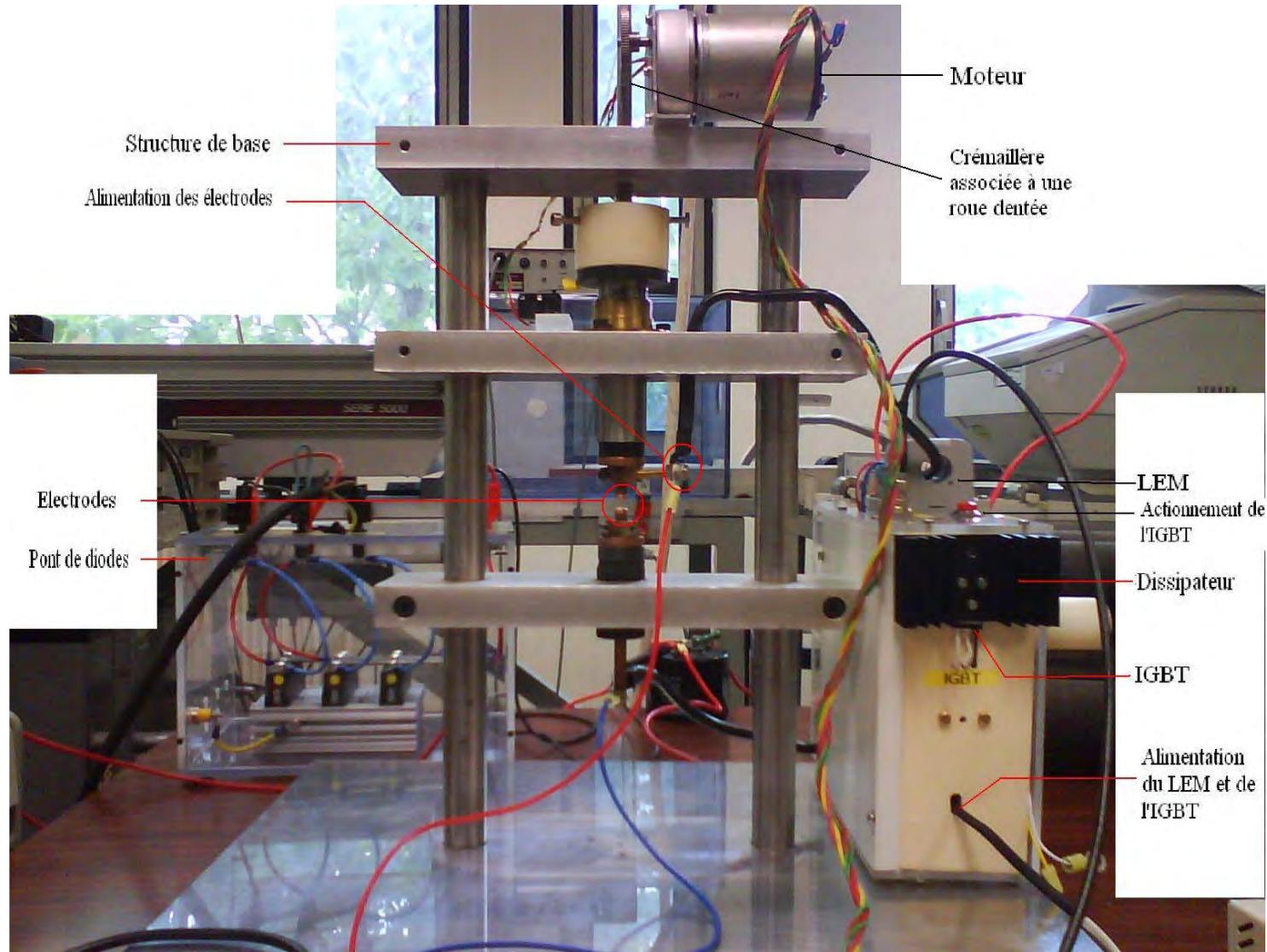
III. Besoins pour la réalisation de l'étude

- **Nécessité d'avoir des systèmes d'expérimentations et de mesures performants**

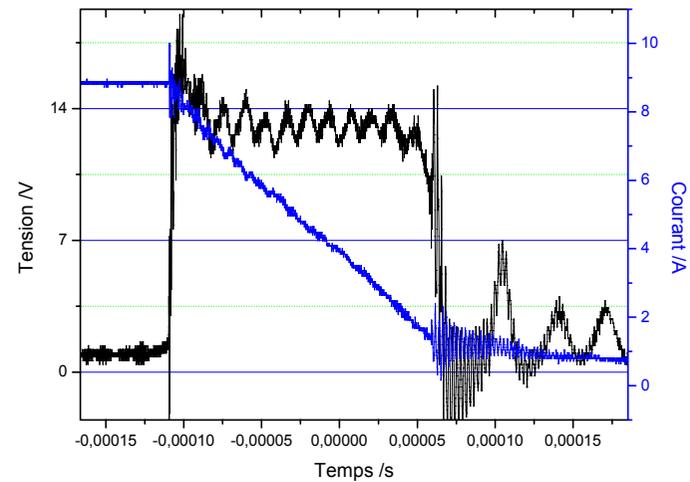
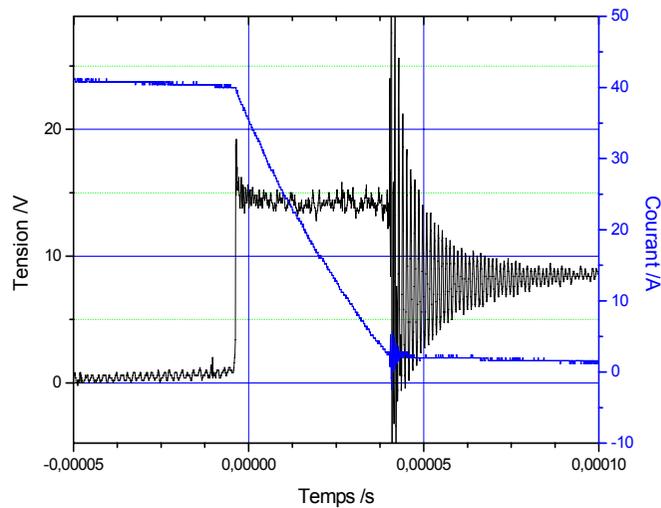
① Système déjà en place (**non satisfaisant**),

② Nouveau système : **projet AAE**.

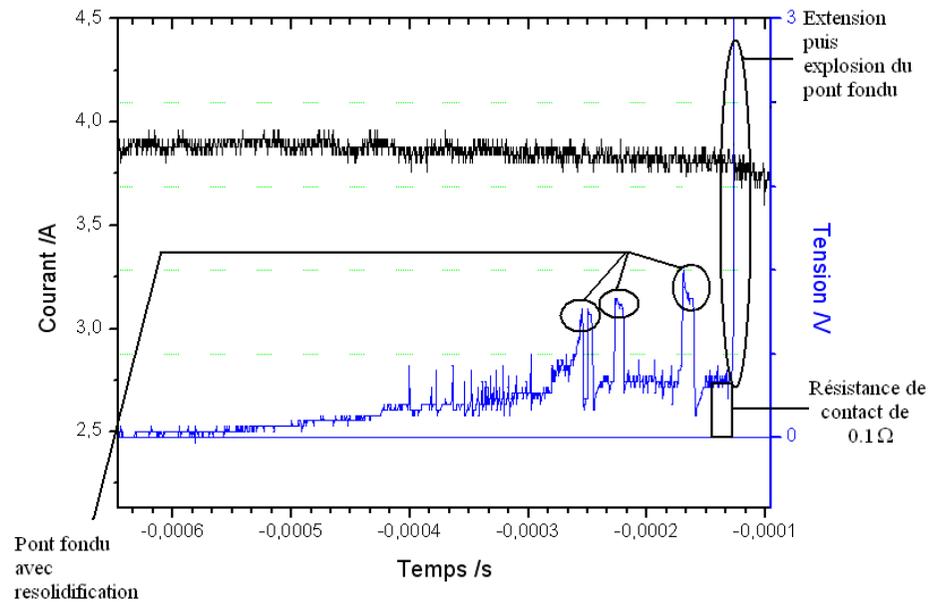
① : Système déjà en place



Résultats obtenus avec le système déjà en place



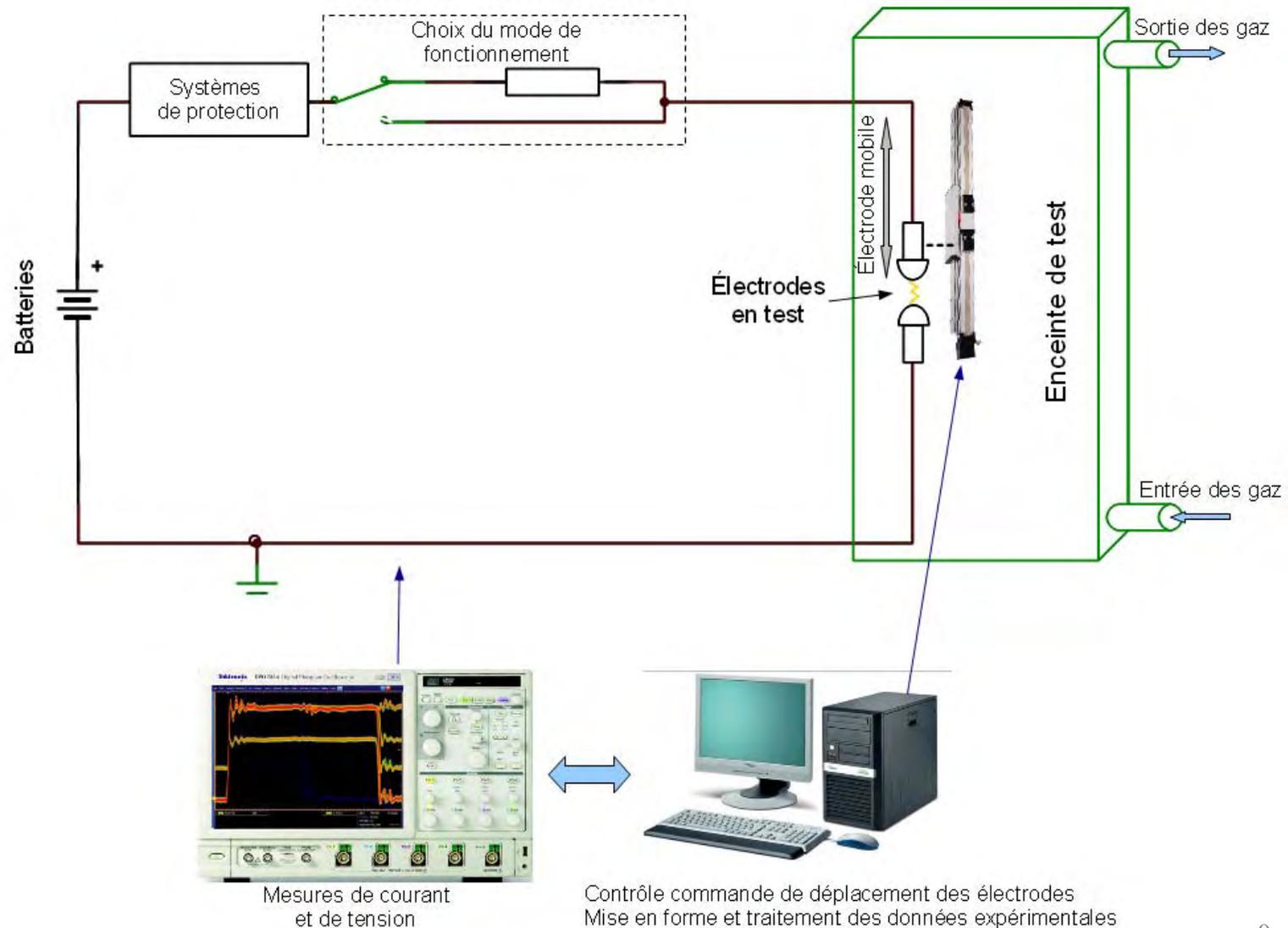
Ouverture
des contacts



■ Défauts liés au système en place

- Problèmes liés à l'alimentation électrique ;
- Vitesse de séparation des contacts (non maîtrisée) ;
- Analyse des variations du courant et de la tension (au moment de l'ouverture et de la fermeture des contacts) (résolution non satisfaisante).

② : Montage expérimental proposé



Budget : projet **AAE**

	Prévu	Coût réel début projet	à 6 mois	à 12 mois	à 18 mois	à 24 mois
Partie mécanique						
Matériaux pour l'enceinte de test et la régulation de gaz	2 000.00 €			2 000.00 €		
Gaz neutre (Argon)	146.15 €			146.15 €		
Système de déplacement linéaire avec régulation	3 000.00 €	7 106.63 €				
Conception et réalisation des supports d'électrodes	500.00 €		250.00 €	250.00 €		
Matériaux constituant la partie active des électrodes	1 871.00 €		935.50 €	935.50 €		
Partie électrique						
Batteries de puissance avec chargeur	1 564.19 €		782.10 €	782.10 €		
Systèmes de protection, contacteur, résistance...	1 149.19 €	Matériel Labo		574.60 €		
Partie acquisition, contrôle commande						
Oscilloscope et sondes	16 085.00 €	16 322.65 €				
Carte analogique numérique pour le contrôle et la commande	1 741.00 €		870.50 €	870.50 €		
Rémunération d'un stagiaire	2 085.95 €			1 042.98 €	1 042.98 €	
Coût global	30 142.48 €					10

Récapitulatif : Budget - projet **AAE**

- Dépenses effectuées ou prévues

	Total début du projet dépensé	Prévu à 6 mois	Prévu à 12 mois	Prévu 18 mois	Total
Montant	23 429.28 €	1 967.60 €	5 731.32 €	1 042.98 €	32 171.17 €
%	72.83	6.12	17.82	3.24	100

- Versements effectués ou prévus par **l'AAE**

Financement effectif AAE	Début Avril 2011	Prévu Février 2012	Prévu Mars 2013
	23 560.20 €	4 000.00 €	3 000.00 €

Rémunération stagiaire (en partie)

Caractéristiques principales

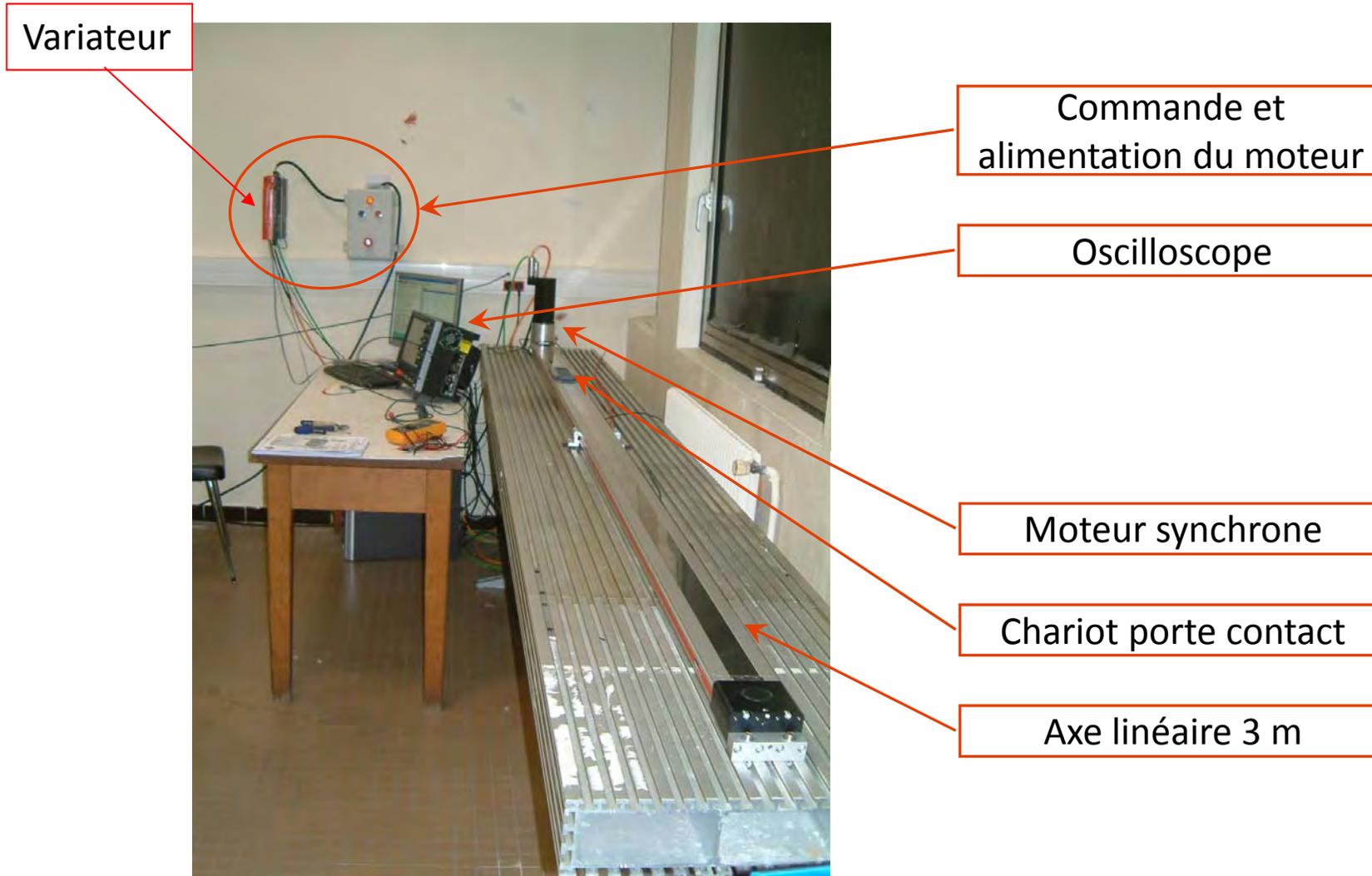
- **Oscilloscope 4 voies : Lecroy 104Xi-A**
 - Acquisition : 12.5 Mpts
 - Bande passante : 1 GHz
 - Temps de montée : 300 ps
 - Sensibilité mini : 2 mV/div
 - Résolution 0.2 mV

- **Sonde de courant : CPO31**
 - Bande passante : 100 MHz
 - $30 A_{rms}$, $50 A_{max}$

- **Sonde de tension : PPE4kV**
 - 4 kV (AC + DC) jusqu'à 2 MHz
 - 6 kV (en impulsionnel) jusqu'à 5 MHz
 - 300 V (en impulsionnel) à 1 GHz

- **Moteur – Variateur Eurodrive : SEW**
 - Axe linéaire (courroie crantée) : 180 mm/tour
 - Vitesse maxi : 10 m/s
 - Accélération maxi : $40 m/s^2$
 - Résolution : 4096 pas/tour
 - Précision linéaire : $180/4096 = 44 \mu m$

Expérimentation mise en place : **AAE**

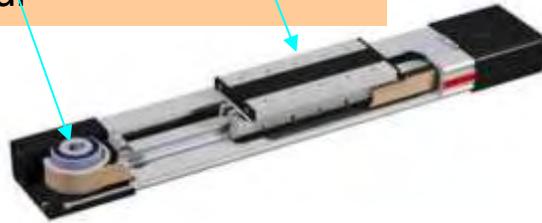


Problèmes à la mise en œuvre : **courants de fuite** par la terre du variateur qui impose un différentiel à 300 mA (protection standard 30 mA)

Caractéristiques mécaniques de l'axe

Emplacement
moteur

Chariot



ACTIONNEUR		
Modèle	OSP-E25BHD	
Couple à vide	1,20	[Nm]
Avance par tour	180,00	[mm/tour]
Diamètre de poulie	57,30	[mm]
Largeur de poulie	24,00	[mm]
Densité poulie	2,70	[g/cm ³]
Coefficient de frottement	0,05	
Course	2800	[mm]

Valeurs limites de l'axe

MOUVEMENT		
	Position 1	Position 2
Distance	2500,00	[mm]
Temps total	0,50	[sec]
Temps d'accélération	0,25	[sec]
Temps de décélération	0,25	[sec]
Temps de pause	0,00	[sec]
Masse	1,00	[kg]
Effort externe	0,00	[N]

CALCULS		
Rotation max.	3333	[Tour/min]
Vitesse max.	10,00	[m/sec]
Accélération	40,00	[m/sec ²]
Distance d'accélération	1250,0	[mm]
Inertie externe	9,58	[kgcm ²]
Inertie réduite	9,58	[kgcm ²]
Couple à l'accélération	1,34	[Nm]
Couple à vitesse constante	1,21	[Nm]
Couple max.	2,55	[Nm]
Puissance nécessaire	0,891	[kW]
Coef. de sécurité (Max)	-100	[%]
Couple RMS	1,81	[Nm]
Puissance frein	155,89	[W]
Masse de l'ensemble	15,84	[Kg]

Motorisation de l'axe

Moteur	Vitesse de rotation max (tr/mn)	Couple max (Nm)	Courant max (A)	Moment d'inertie du moteur (10^{-4}kgm^2)	Résolution (pas / tour)
CMP50M	4500	10.3	13.1	0.67	4096

Caractéristiques principales du système :

➔ Précision linéaire sur l'axe : $\frac{180 \text{ mm}}{4096} \approx 44 \mu\text{m}$

➔ Vitesses de déplacement : 0 à 10 m/s

➔ Accélération max : 40 m/s^2

Commande du déplacement de l'axe (chariot)

Variateur SEW Movidrive B



● Paramètres d'entrée :

- came de référence (0), fin de course....
- vitesses limites, courant maximum...
- paramètres de régulation...
-

The screenshot displays the SHELL MOVITOOLS MOVIDRIVE B software interface. The main window shows a tree view of parameters on the left and a list of parameter values on the right. Several windows are open, showing detailed settings for binary inputs, IPOS parameters, and process variables.

Menu principal

- 0. Affichage de valeurs
- 1. Consignes & rampes accélération / décélération
- 2. Régulation vitesse et carte de synchronisme DRS
- 3. Limitations & paramètres moteur
 - 30. Limitations jeu 1
 - 31. Limitations 2
 - 32. Compensations moteur 1 (Asynchrone)
 - 33. Compensations moteur 2 (Asynchrone)
 - 34. Protection thermique moteur
 - 35. Sens de rotation du moteur
- 4. Informations "Dépassement de seuil"
- 5. Fonctions de surveillance
- 6. Programmation des bornes entrées / sorties
 - 60. Entrées binaires du variateur
 - 61. Entrées binaires carte Option
 - 62. Sorties binaires du variateur
 - 63. Sorties binaires carte Option
 - 64. Sortie analogique carte Option
- 7. Pilotage du moteur
- 8. Fonctions spéciales
- 9. Paramètre carte d'axe IPOS
 - 90. Prise de référence IPOS
 - 91. Paramètres de déplacement IPOS
 - 92. Surveillances IPOS
 - 93. Fonctions spéciales IPOS
 - 94. Codeurs IPOS
 - 95. Carte codeur absolu
 - 96. Fonction modulo IPOS
 - 97. Synchronisation IPOS
- Applications
 - Applications ApplicationBuilder

60. Entrées binaires du variateur

600	Entrée binaire DI01	ENTREE IPOS
601	Entrée binaire DI02	/FdC DROITE
602	Entrée binaire DI03	/ZSC CANCER
603	Entrée 1	
604	Ent	
605	Ent	
606	Ent	

90. Prise de référence IPOS

900	Correction point 0	[Inc]	0
901	V		

92. Surveillances IPOS

902	V	920 FdC logiciel DROITE	[Inc]	0
903	T	921 FdC logiciel GAUCHE	[Inc]	0
904	C	922 Paramètre de position	[Inc]	100
905	O	923		
906	D	924		

00. Valeurs-process

000	Vitesse réelle moteur	[r/min]	0
001	Unité-utilisateur	[l/min]	0
002	Fréquence	[Hz]	0
003	Position réelle	[Inc]	20001
004	Courant de sortie	[%In]	0
005	Courant actif	[%]	0
006	Charge moteur 1	[%]	0
007	Charge moteur 2	[%]	0
008	Tension circuit interméd.	[V]	609
009	Courant de sortie	[A]	0

Variables du variateur

Commande du déplacement de l'axe (chariot)

The screenshot shows the IPOSplus ASSEMBLER MOVITOOLS B interface. The main window displays assembly code with comments in French. A table on the right lists registers (H0 to H34) and their current values.

Identifiant	Value
H0	1000
H1	0
H2	150
H3	0
H4	0
H5	20000
H6	-20000
H7	0
H8	0
H9	0
H10	400
H11	400
H12	0
H13	0
H14	0
H15	0
H16	0
H17	0
H18	0
H19	0
H20	60000
H21	3330
H22	1500
H23	0
H24	0
H25	0
H26	0
H27	0
H28	0
H29	0
H30	0
H31	0
H32	0
H33	0
H34	0

Programme

Variables

The screenshot shows the IPOSplus COMPILER MOVITOOLS B (IPOSplus) interface. The main window displays C code for a project, including comments in French and a main function.

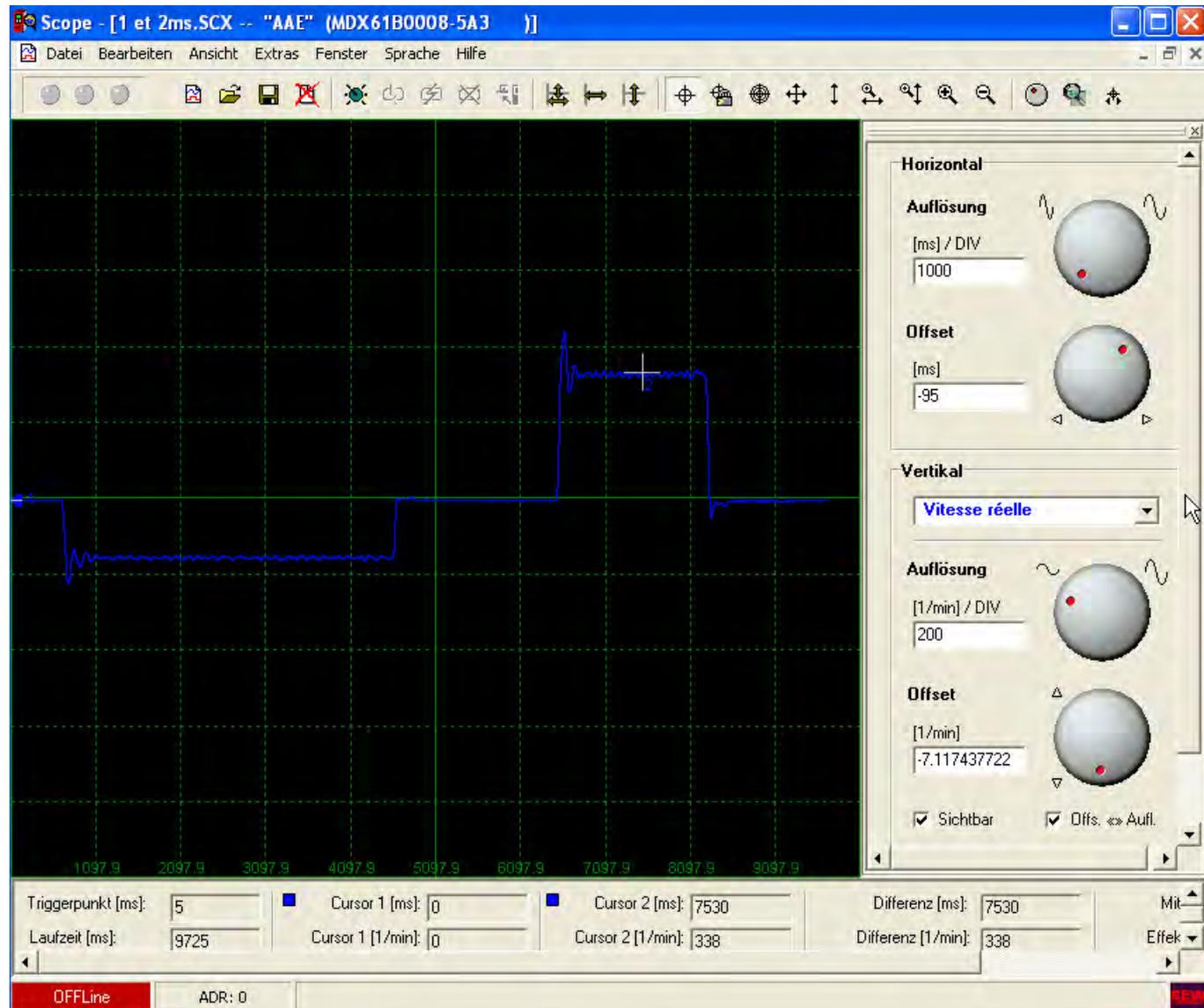
● Programmation :

- langage type assembleur
- langage C (objet d'un projet : stage Master)



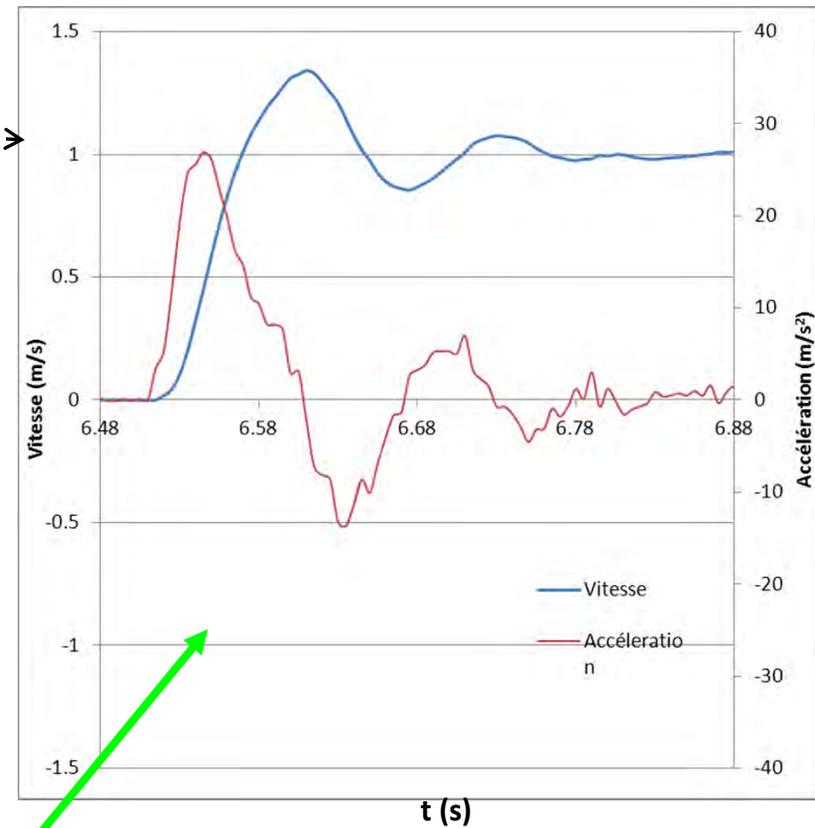
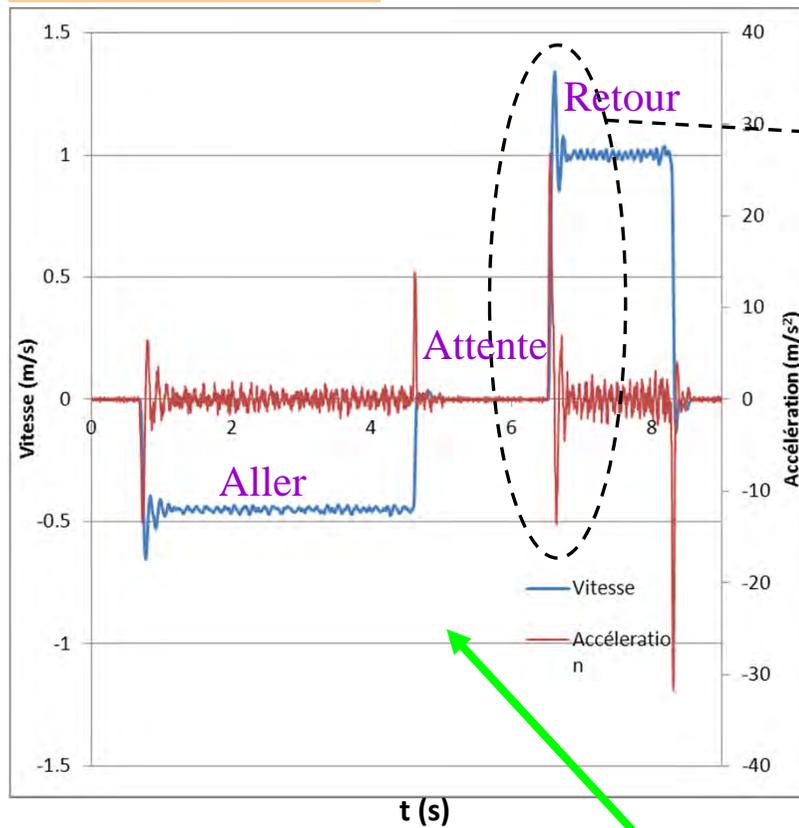
Commande du déplacement de l'axe (chariot)

Vitesses mesurées via l'outil du variateur



Exemple : Commande du déplacement de l'axe

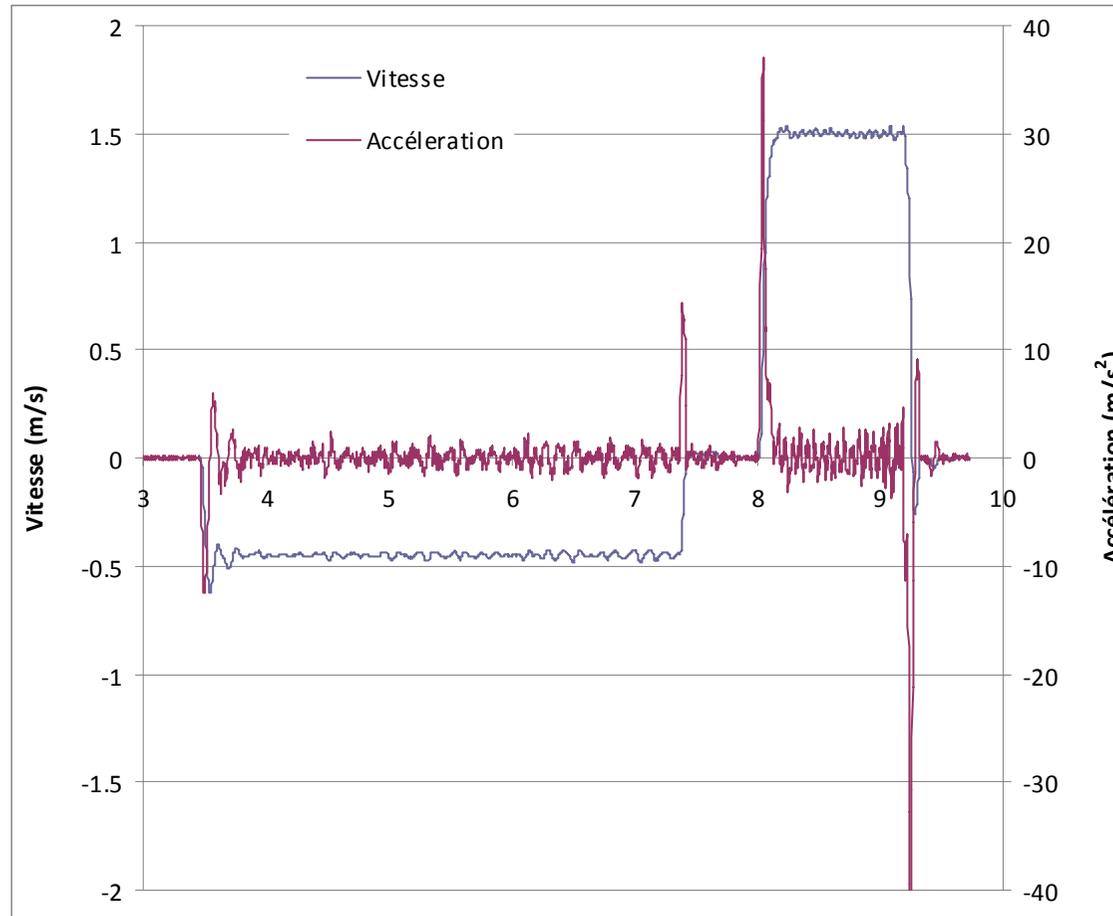
Aller : 0,5 m/s
Retour : 1 m/s



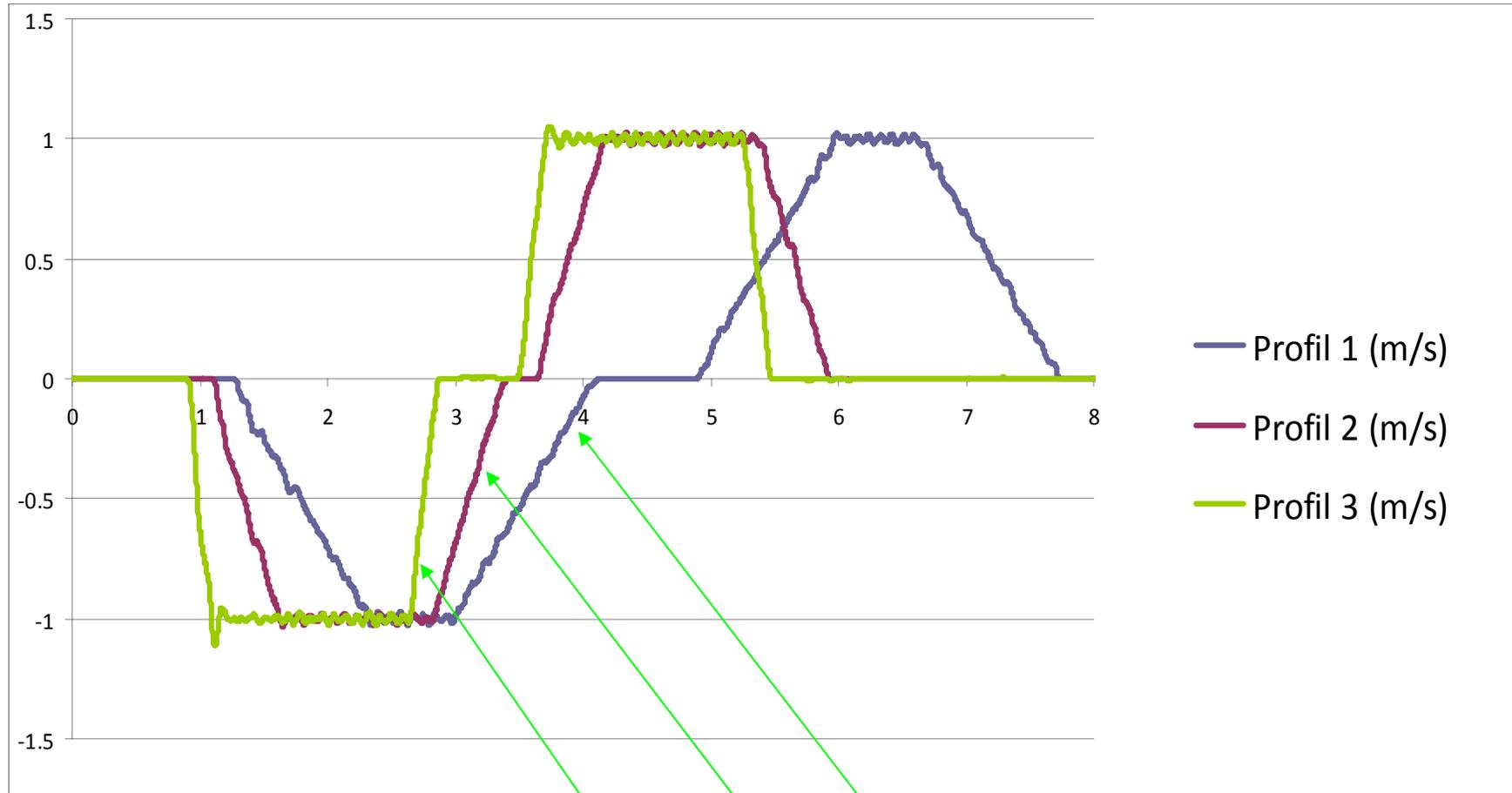
○ Réglages (vitesse, accélération, gain ...) à effectuer dans le programme

Exemple : Commande du déplacement de l'axe

Aller : 0,5 m/s
Retour : 1,5 m/s

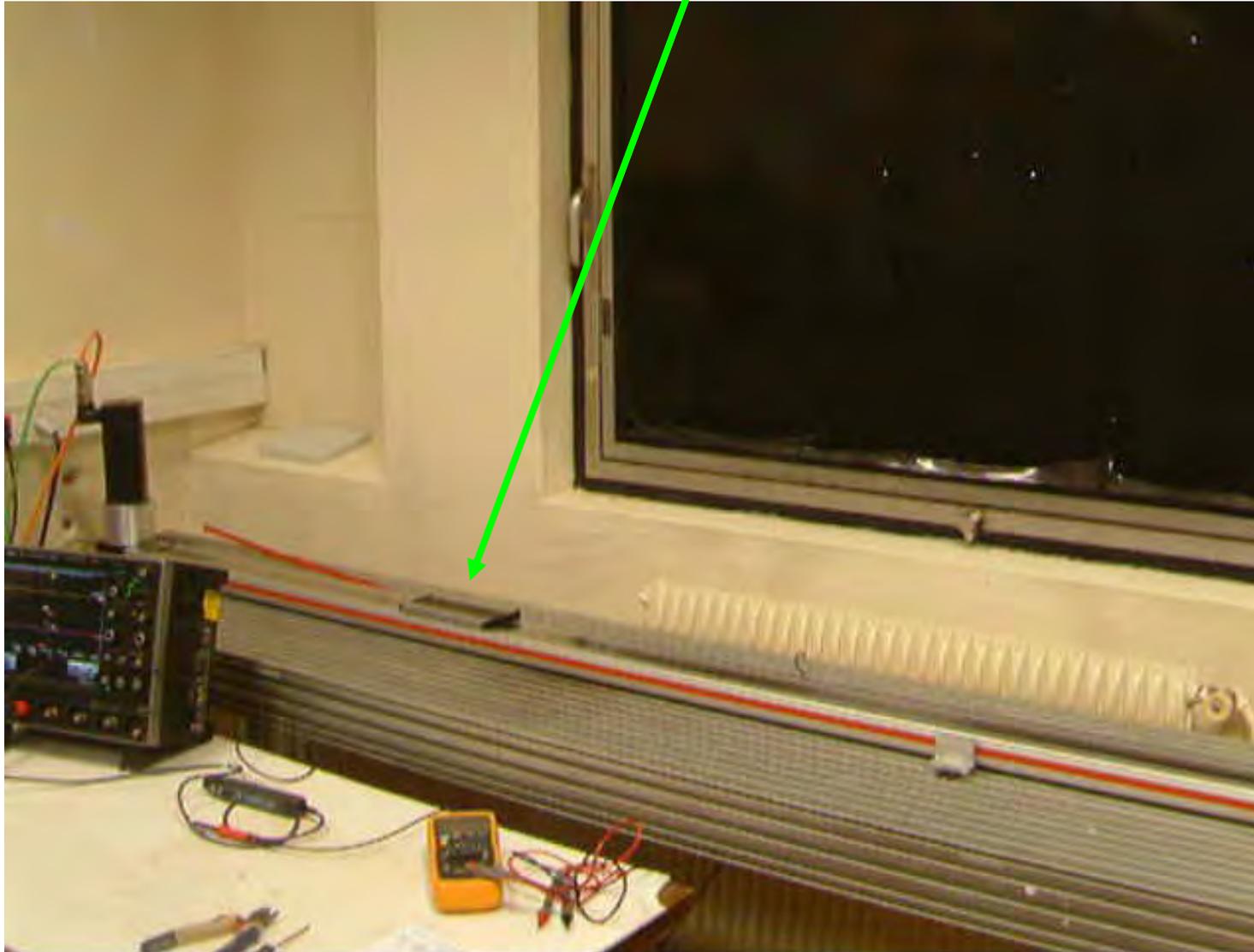


Profils de vitesse pour différentes accélérations



10 m/s² 2 m/s² 1 m/s²

Déplacement du chariot porte contact



IV. Suite du projet

- ① **Mise** en place des supports d'électrodes,
- ② **Installation** de l'alimentation par batteries et des protections électriques,
- ③ **Mise** en place de l'instrumentation,
- ④ **Tests** sur le cuivre dans l'air,
- ⑤ **Valider** le protocole de mesures
- ⑥ **Tests** sur différents matériaux.

Systeme déjà en place

Fermeture des contacts

