

Développement d'un nouveau système de déplacement 3D du porte sonde de la grande soufflerie du LEGI



- Nom : Romain Depeyre
- Maître d'apprentissage : Muriel Lagauzère
- Formation : BUT Mesures Physiques (3^e année)
- Année universitaire : 2025-2026
- Lieu : Laboratoire LEGI, Saint-Martin-d'Hères



Plan de la présentation

1

Contexte et objectifs

- Le LEGI, la soufflerie et le besoin de modernisation

2

Réalisation technique

- Conception électrique, motorisation et développement logiciel

3

Bilan et perspectives

1 Le LEGI et l'équipe instrumentation

Laboratoire des Écoulements Géophysiques et Industriels :

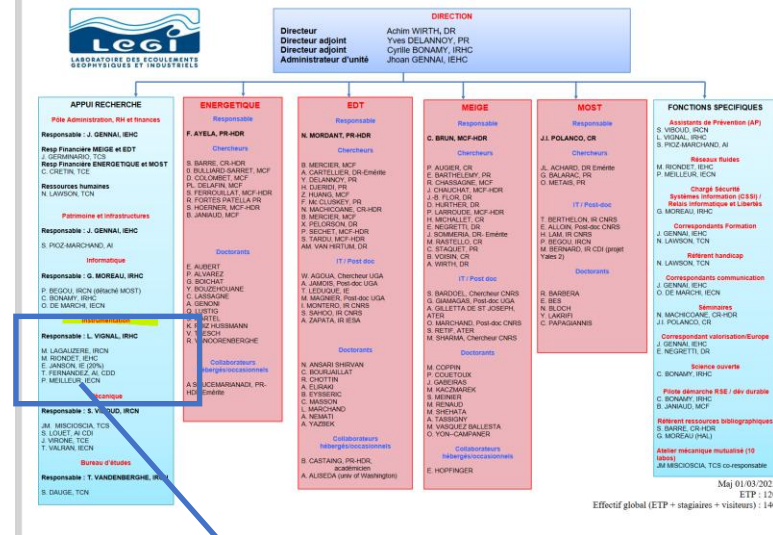
- Recherche en mécanique des fluides
- Plusieurs grandes installations scientifiques

L'équipe instrumentation :

- Développement de dispositifs expérimentaux
- Maintenance et amélioration des installations

Mon positionnement :

- Alternant au sein de l'équipe instrumentation
- Projet mené avec des techniciens, ingénieurs, chercheurs et mécaniciens



Instrumentation

Responsable : L. VIGNAL, IRHC

R. DEPEYRE, Apprenti
E. JANSON, IE (20%)
S. FUSTINONI, AI
M. LAGAUZERE, IRCN
P. MEILLEUR, IECN

1 La grande soufflerie du LEGI

Caractéristiques :

- Soufflerie à circuit fermé
- Faible niveau de turbulence

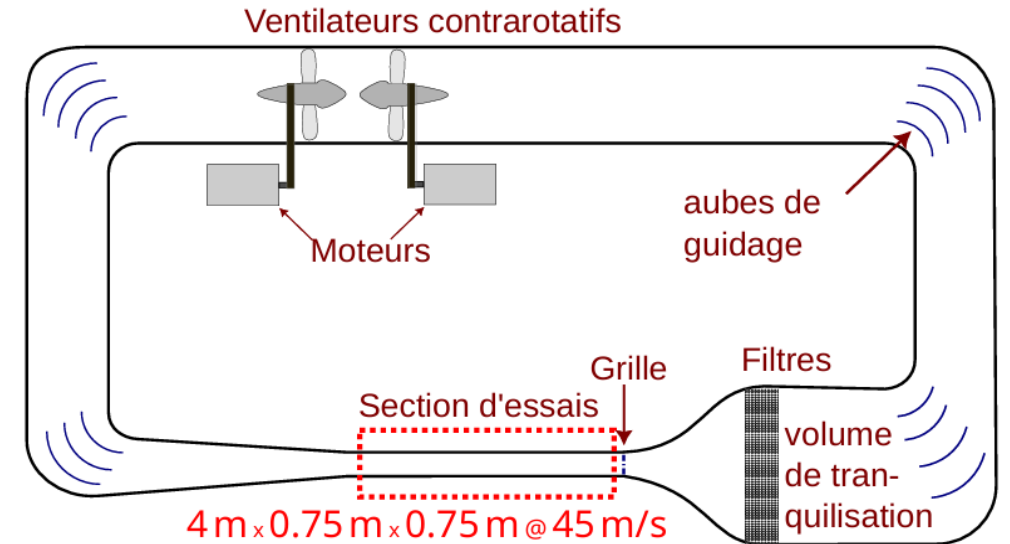
Principales utilisations :

- Étude des écoulements et de la turbulence
- Calibration de capteurs
- Travaux pratiques

Déplacement des sondes :

3 degrés de liberté :

- Translation longitudinale X
- Translation verticale Z
- Rotation autour de l'axe Z



1 Limites de l'ancien système

Ancien fonctionnement	Limites observées
Axe Z : • Moteur pas-à-pas commandé par Arduino • Prise d'origine nécessaire pour atteindre une position Axes X et rotation Y : • Moteurs asynchrones pilotés en boucle ouverte • Position lue sur une règle	• Pilotage non homogène entre les axes • Lecture manuelle • Aucun retour précis de position, peu de répétabilité

1 Motorisation et matériel retenus

Une motorisation homogène pour les trois axes :

- 3 moteurs brushless avec codeurs absolus intégrés
- 1 variateur AKD par axe
- Communication Ethernet par Modbus TCP/IP

Axe	Moteur	Variateur
X	AKM33E	AKD-P00306
Z	AKM22C	AKD-P00306
Rotation	AKM23C	AKD-P00306

Pourquoi cette solution est adaptée

Précision

Retour de position grâce au codeur absolu

Répétabilité

Retour fiable aux positions demandées

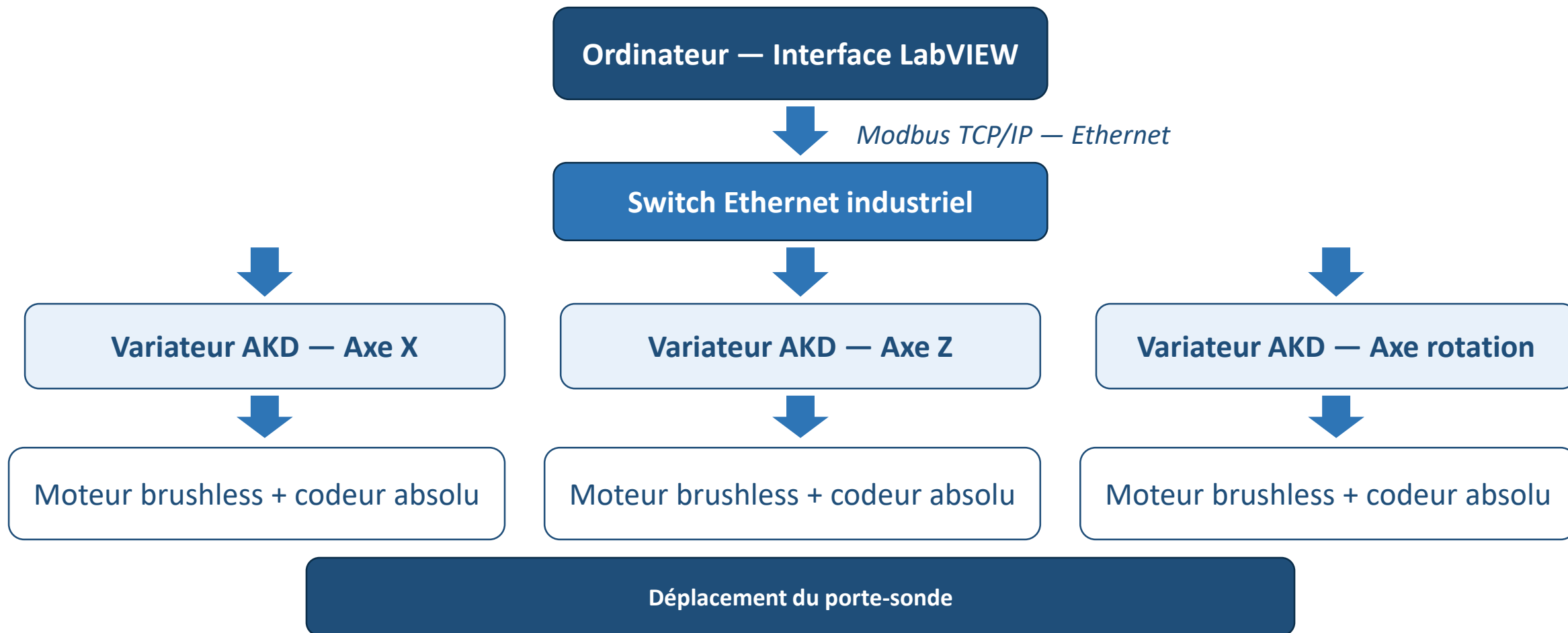
Dynamique

Réglage de la vitesse et de l'accélération

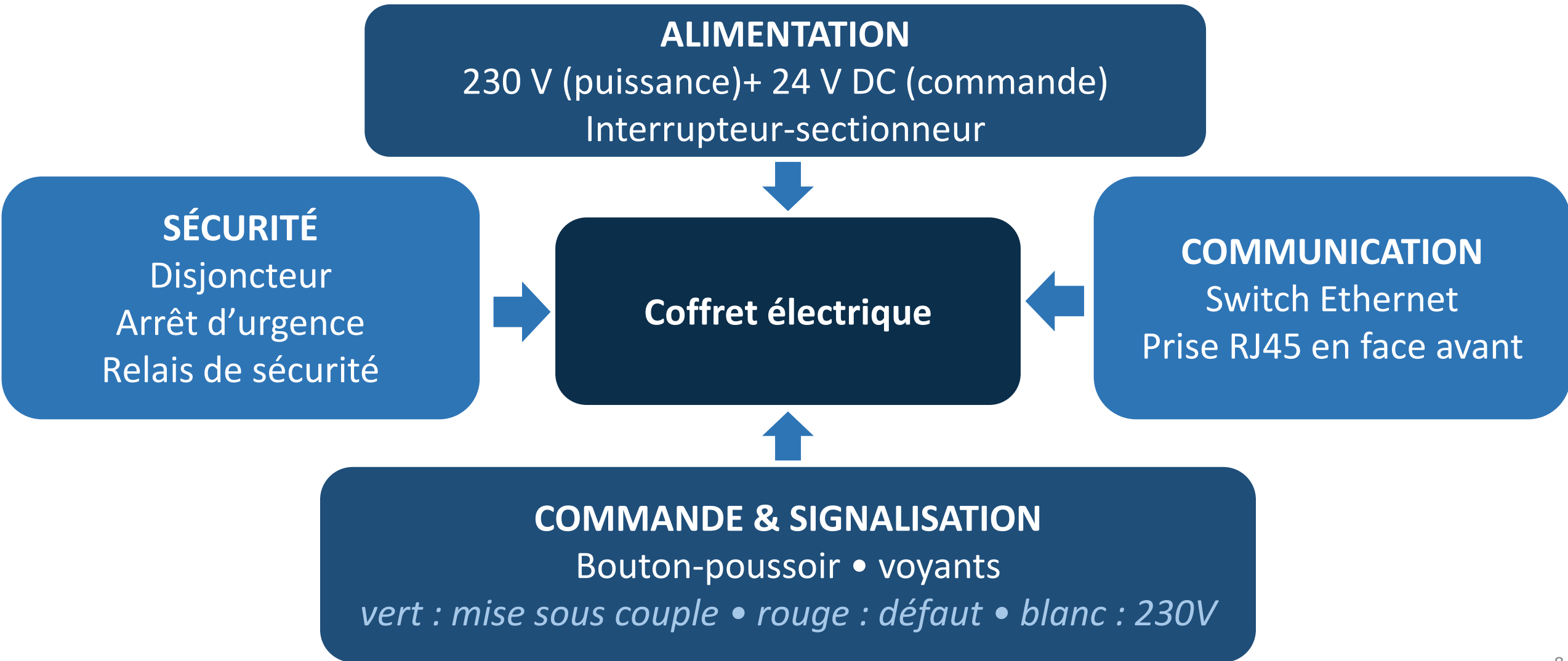
Communication

Pilotage depuis un ordinateur

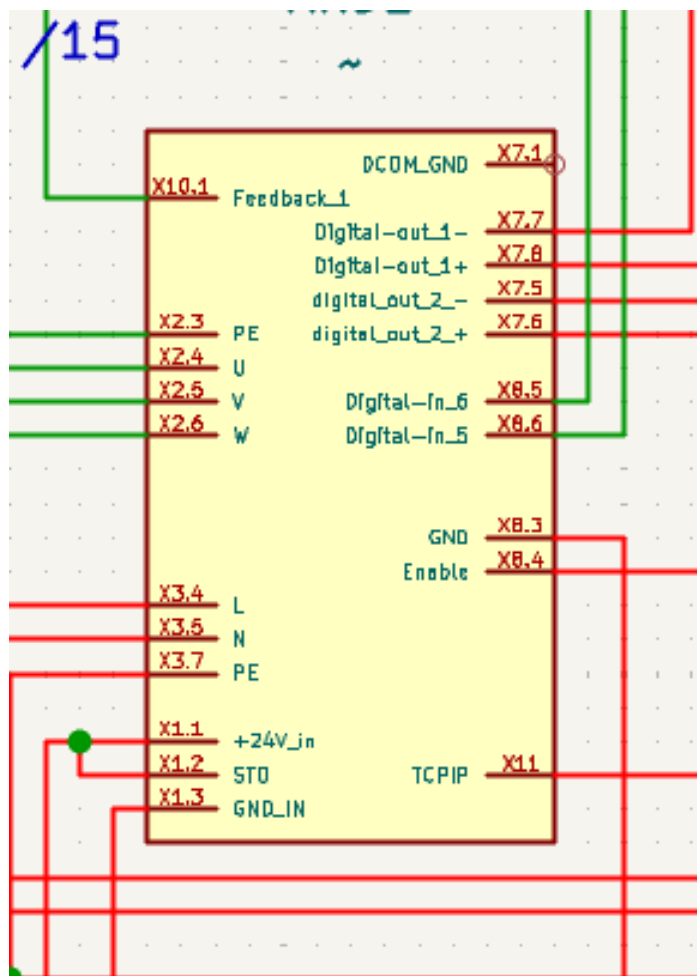
1 Architecture générale de la solution



2 Équipements du coffret de commande



2 Schémas électriques sous KiCad



Puissance et commande

Alimentation de puissance et 24 V continu

Contrôle et sécurité

Arrêt d'urgence, relais de sécurité et bouton poussoir

Communication et retours d'état

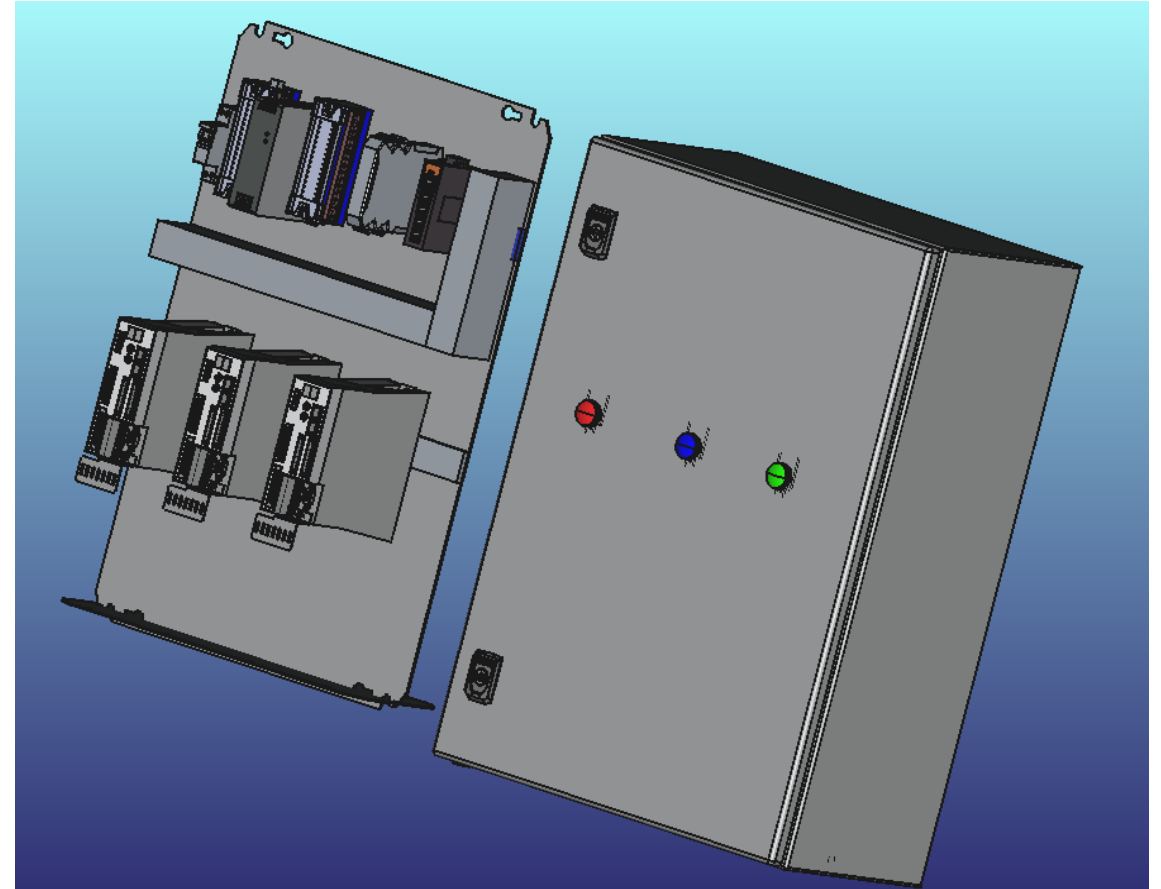
Réseau Ethernet, fins de course, défauts...

2 Implantation 3D et validation thermique

Variateurs espacés

Goulottes de câblage

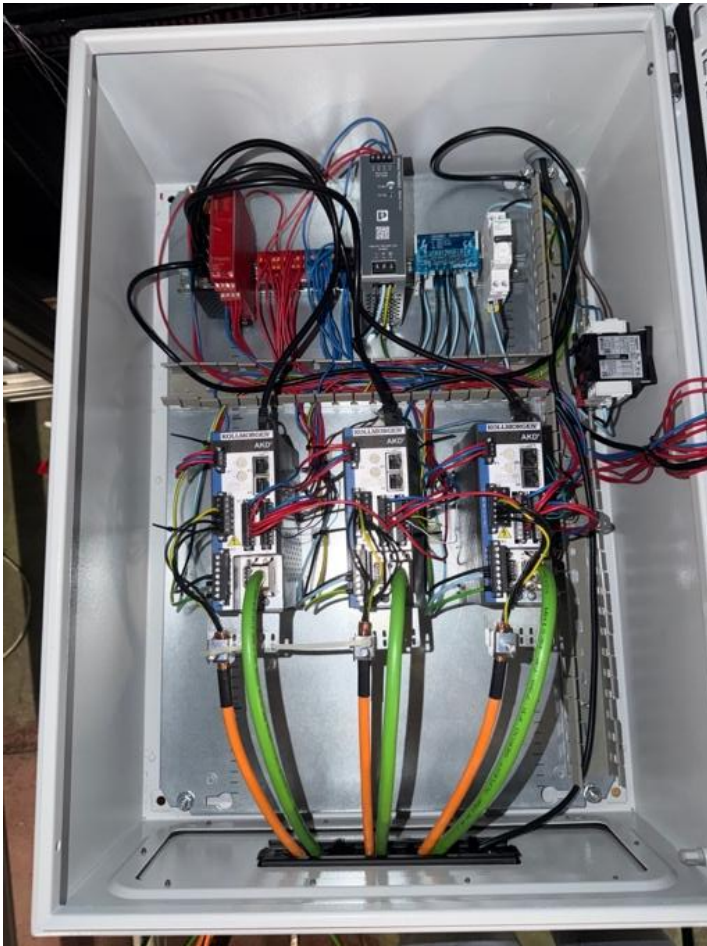
Protections accessibles



Dimensionnement du coffret



2 Conception du coffret électrique



Fonctions principales du coffret

Alimentation

Sécurité

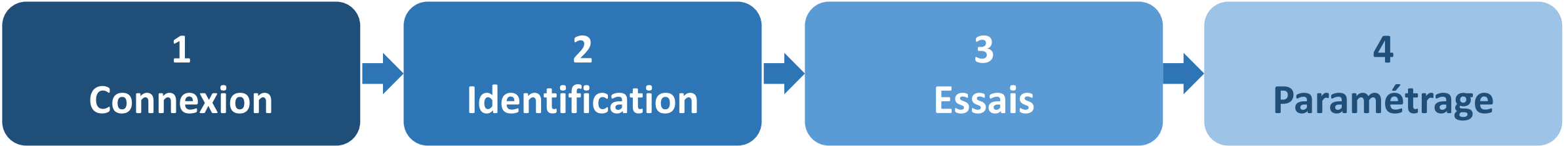
Communication

**Commande /
retour d'état**

Maintenance



2 Première mise en service des moteurs



- Digital I/O
- Compare Engines
- Position Capture
- Motion Profile Table
- All Parameters
- Device Diagnostics
- Faults and Warnings
- Axis 1 (1)
 - Settings
 - Feedback
 - Motor
 - Foldback
 - Brake
 - Units
 - Limits
 - Home
 - Current Loop
 - Velocity Loop
 - Position Loop
 - Programmable Limit Switch
 - Enable/Disable
 - Tuning
 - Motion
 - Jog Motion
 - Service Motion

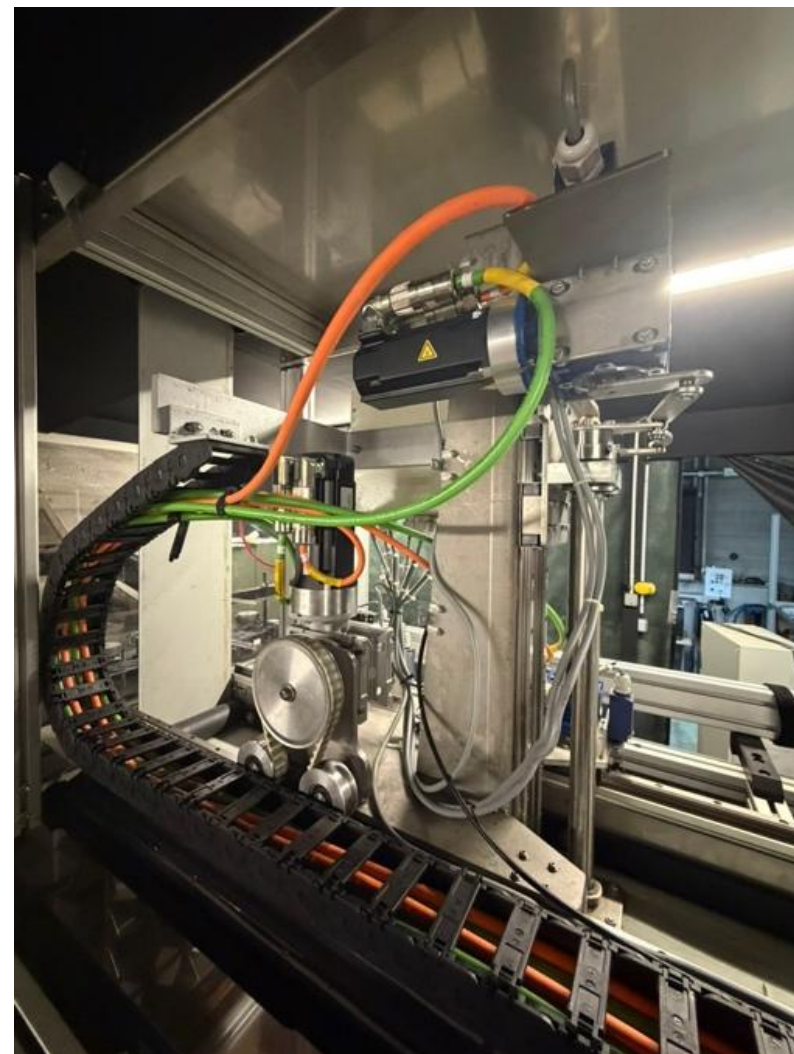
	State:	Beep:	Mode:	Param(s):	Filter:	Polarity:
DIN 1- High Speed:	☐	☐	0 - Off	0,000	1 - 10µs	☒ Active High
DIN 2- High Speed:	☐	☐	0 - Off	0,000	1 - 10µs	☒ Active High
DIN 3:	☐	☐	0 - Off	0,000	2 - 163µs	☒ Active High
DIN 4:	☐	☐	2 - Start Motion Task	0	2 - 163µs	☒ Active High
DIN 5:	☒	☐	19 - Negative Limit Switch	0,000	2 - 163µs	☒ Active High
DIN 6:	☒	☐	18 - Positive Limit Switch	0,000	2 - 163µs	☒ Active High
DIN 7:	☐	☐	0 - Off	0,000	2 - 163µs	☒ Active High

General Purpose Digital Outputs			
DOUT 1:	☐	Mode:	8 - Enable
DOUT 2:	☐	Param(s):	0,000
Digital Relay:		Mode:	11 - Device Fault
		Param(s):	0,000
		Mode:	0 - Fault Mode
			No faults. Relay closed.

② Intégration mécanique et sécurisation

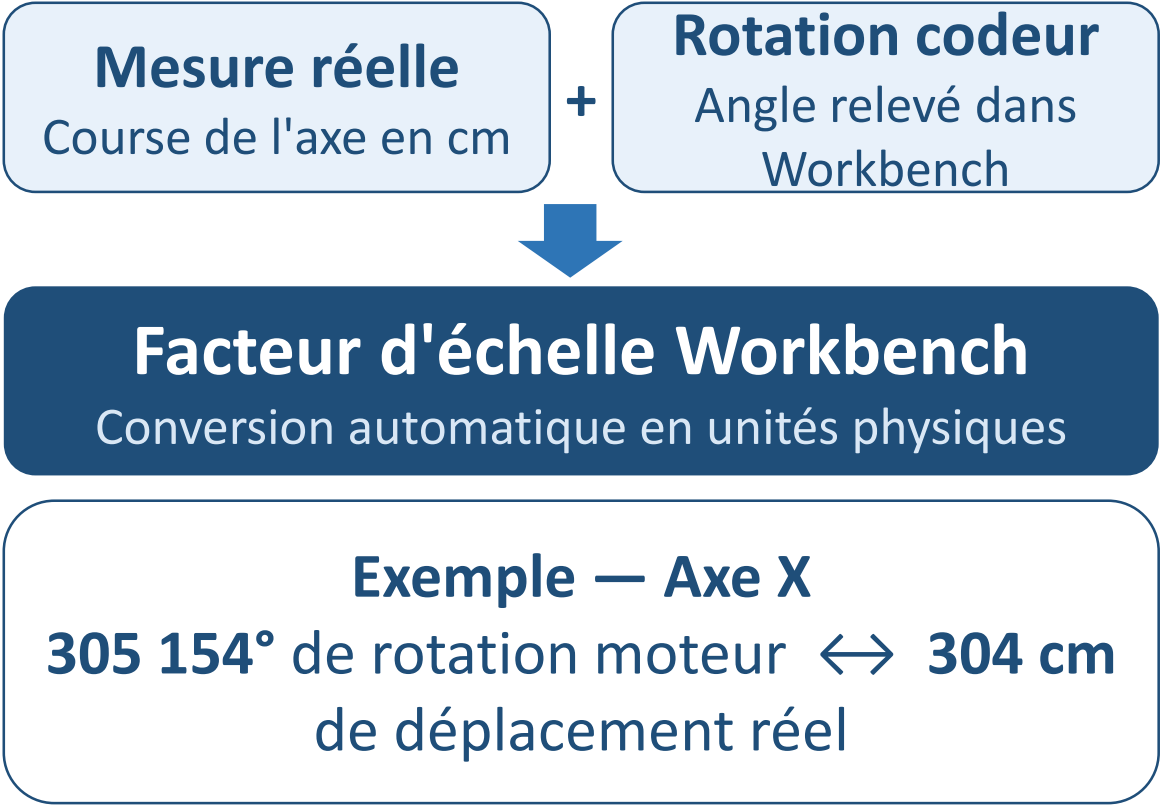
Installation dans la soufflerie par le service mécanique :

- Remplacement des anciennes motorisations
- Conservation des réducteurs existants
- Raccordement moteurs, codeurs et fins de course
- Vérification du sens réel de chaque déplacement



2 Mise à l'échelle des déplacements

Méthode de calibration



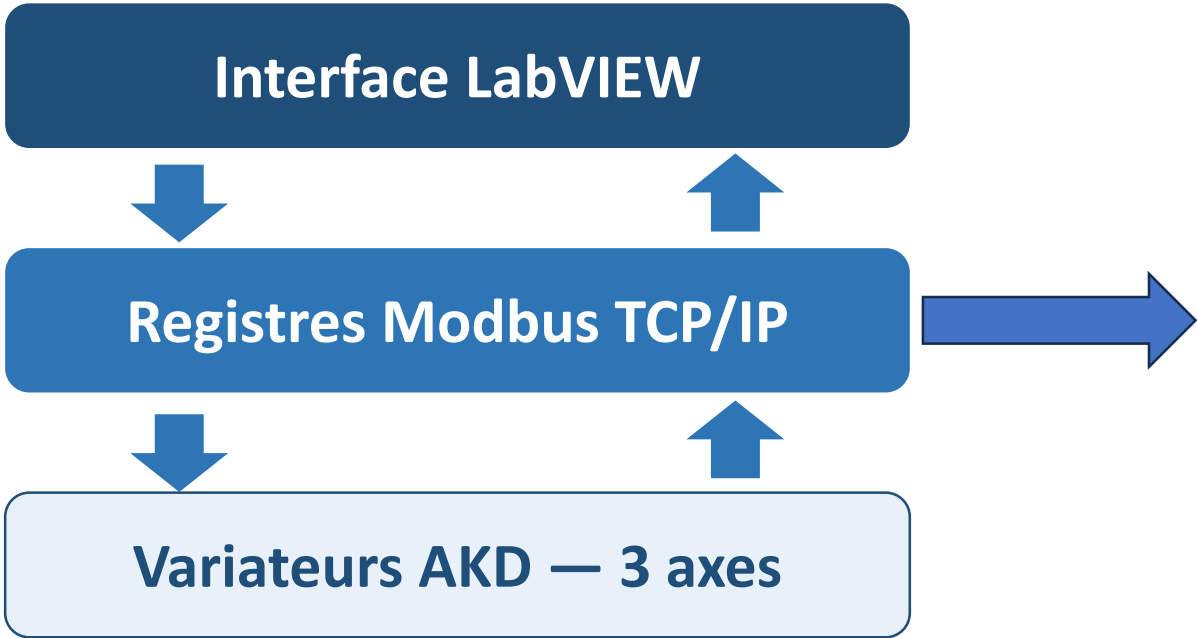
▶ Start ⚠ Axis is inactive.

	Position [cm]	Velocity [(cm)/s]	Acceleration [(cm)/s^2]
0	0,000	1,500	290,354
1			
2	1,742	0,290	290,354
3	17,416	0,484	290,354
4	8,710	1,742	290,354
5			
6	38,713	1,452	290,354
7			
8	24,196	0,484	290,354
9	-25,000	1,742	290,354
10			

2 Interface LabVIEW

Communication Modbus TCP/IP

Chaîne de communication



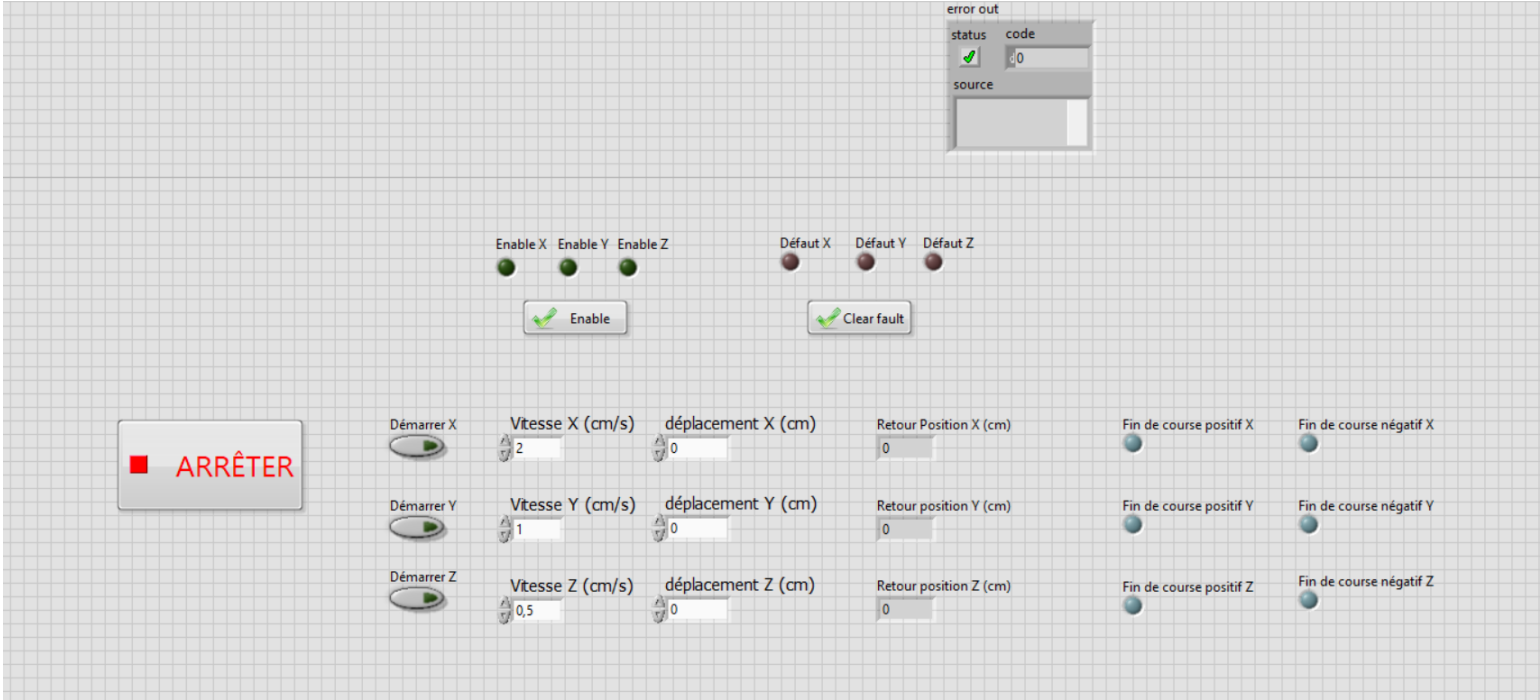
Registre	Utilisation
DRV.EN	Enable
DRV.DIS	Disable
DRV.CLRFAULTS	Reset défaut
SM.MODE	Mode
SM.V1	Vitesse
MT.MOVE	Déplacement
DRV.ACC	Accélération
DRV.DEC	Décélération

2 Interface LabVIEW

Déplacement en position

Position / vitesse
cible

Retour
position



Fins de course

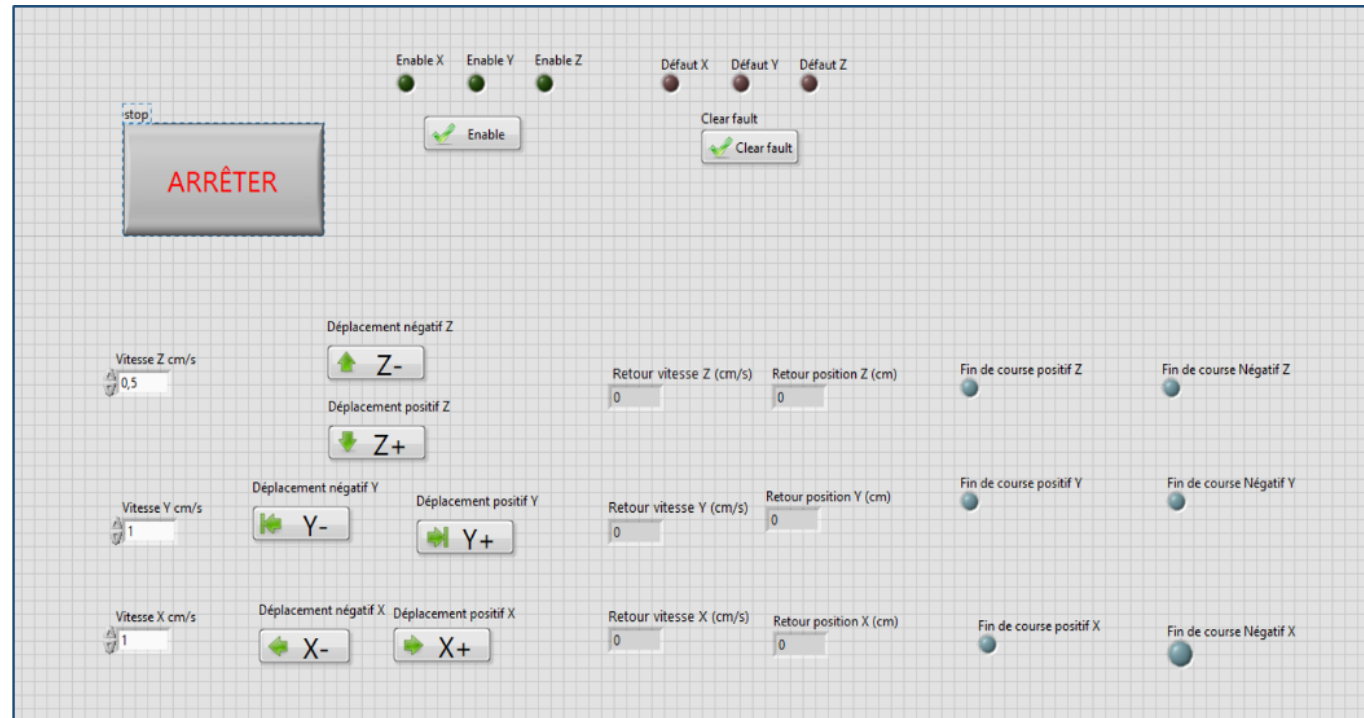
Enable / Stop

Défauts

Mode position
Saisie d'une position cible et d'une vitesse — trajectoire gérée par le variateur.

2 Interface LabVIEW

Déplacement en vitesse



Commande de
vitesse

Sens de
direction

Retour position

Fins de course

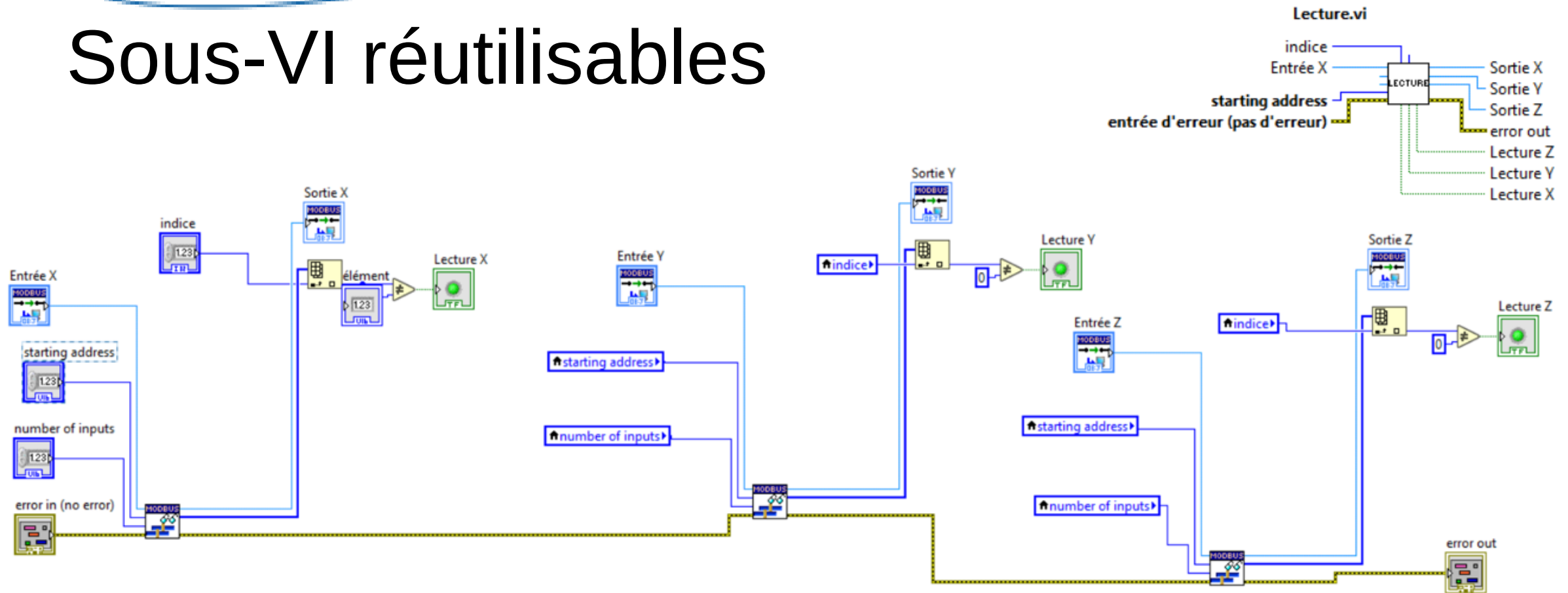
Enable / Stop

Défauts

Mode vitesse

Choix d'une vitesse, puis maintien d'un bouton $X_{\pm}$, $Y_{\pm}$ ou $Z_{\pm}$ pour déplacer l'axe.
Le mouvement s'arrête au relâchement.

Sous-VI réutilisables



Sous-VI réutilisable pour lire n'importe quel registre sur 3 variateurs en même temps

3 Bilan du projet et perspectives

Bilan technique

Coffret ✓

Motorisation ✓

LabVIEW ✓

Sous-VI ✓

Apport au LEGI

Précision

Sécurité

Documentation

Perspectives

Compensation X

CEM

Automatisation