



**HAL**  
open science

## Bilan technique - GANIL E416

R. Kirsch

► **To cite this version:**

| R. Kirsch. Bilan technique - GANIL E416. 2003, pp.81. in2p3-00014003

**HAL Id: in2p3-00014003**

**<https://in2p3.hal.science/in2p3-00014003v1>**

Submitted on 22 Sep 2003

**HAL** is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.



Institut de Physique Nucléaire de Lyon

CNRS-IN2P3  
Bâtiment Paul Dirac  
4, rue Enrico Fermi

UNIVERSITE CLAUDE BERNARD-LYON 1  
Domaine Scientifique de la Doua  
F 69622 VILLEURBANNE Cedex

# Bilan technique GANIL E416

---

## Goniomètre 5 axes dans INDRA juin 2003

---

Création du document :  
Fichier source :  
Version V2.4 :

16/07/2003 service Instrumentation  
BilanTechniqueGANIL-E416-V2-4.doc  
septembre 2003

Robert KIRSCH

Groupe des Collisions Atomiques  
Bâtiment Van de Graaff

Téléphone : (33) 04 72 44 84 47  
Télécopie : (33) 04 72 43 12 43  
Courriel : kirsch@ipnl.in2p3.fr

impression : vendredi 19 septembre 2003

## Table des matières

1.1	Proposition d'expérience .....	5
1.2	Cahier des charges: .....	6
1.2.1	Points particuliers du système goniométrique .....	6
1.2.2	Spécifications initiales sur les mouvements .....	7
1.2.3	Vue d'INDRA .....	7
<b>2</b>	<b>Mécanique.....</b>	<b>9</b>
2.1	Etude .....	9
2.1.1	Partie « support de goniomètre » .....	9
2.1.2	Partie « tête goniométrique déportée » .....	9
2.1.3	Passage d'introduction dans INDRA .....	10
2.1.4	Pièces d'assemblage du « Support de goniomètre » et de la « tête goniométrique déportée ».....	10
2.1.5	Sas de changement de cibles.....	10
2.1.6	Enceinte pour la mécanique des mouvements sous vide .....	10
2.1.7	« Support de goniomètre » à partir de platines commerciales .....	11
2.1.8	« tête goniométrique déportée » étudiée et réalisée à l'IPN Lyon.....	11
2.1.9	Pièces d'assemblage, sas de changement de cibles, enceinte pour la mécanique des mouvements sous vide.....	11
2.1.10	Soudures inox et enceinte pour la mécanique sous vide.....	11
2.1.11	Nettoyage pour le vide .....	11
2.2	Montage .....	12
2.3	BE et atelier.....	12
2.4	Sens des mouvements de la tête goniométrique .....	13
2.5	Transfert de fichiers entre Catia et SolidEdge .....	14
<b>3</b>	<b>Electronique de motorisation.....</b>	<b>15</b>
3.1	Synoptique .....	15
3.2	Brochage des moteurs standards Microcontrole .....	16
3.3	Passage dans le vide - Connecteurs SubD25 .....	17
3.4	Boîtier de sécurité (BS).....	19
3.4.1	Phases moteurs.....	19
3.4.2	Fins de courses moteurs .....	19
3.4.3	Sécurités INDRA .....	19
3.4.4	Arrêt d'Urgence .....	19
3.5	ESP7000.....	19
3.5.1	Configuration .....	19
3.5.2	Digital I/O Liaison vers l'automate INDRA par connecteur SubD50.....	20
3.5.3	Réduction de courant à l'arrêt.....	20
3.5.4	Commande à distance .....	21
3.5.5	Fichier de configuration de l'affichage ESP7000.....	22
3.5.6	Fichiers de configuration des 5 cartes de puissance ESP7000 .....	22
<b>4</b>	<b>Logiciel.....</b>	<b>23</b>
4.1	Manuel d'utilisation simplifié du programme de contrôle du goniomètre.....	23
4.2	Utilisation en mode « expert » du programme de contrôle du goniomètre .....	25
4.2.1	Entrée en mode expert .....	25
4.2.2	Fenêtre liaison RS232 .....	26

4.2.3	Fenêtre contrôle moteurs.....	26
<b>5</b>	<b>Mono-cristaux .....</b>	<b>27</b>
5.1	Fabrication .....	27
5.2	Supports des cristaux .....	27
5.3	Nickel.....	28
5.4	Vanadium.....	29
5.5	Germanium .....	30
<b>6</b>	<b>Orientation .....</b>	<b>31</b>
6.1	Positions relatives cristal / détecteurs de position Si .....	31
6.2	Orientation .....	32
6.3	Positionnement fin des images de blocage .....	35
6.3.1	Hierarchie des mouvements : .....	35
6.3.2	Sensibilité en mm sur les détecteurs / degré goniomètre:.....	35
6.4	Positions remarquables du goniomètre .....	37
6.4.1	Exemple de positionnement angulaire : Ni III 3/7/2003.....	38
<b>7</b>	<b>Bilan et propositions .....</b>	<b>39</b>
	SAS, défaut de conception :.....	39
	Limitation de l'ajustement de la mécanique sous le SAS.....	39
	Tête de goniomètre : poulies de commande « Bascule » et « tourne ».....	40
	Tête de goniomètre : mouvement « tourne » non fiable .....	41
	Tête de goniomètre : blocage de la motorisation « bascule » en fin d'expérience : .....	41
	Tête de goniomètre : Haute tension .....	42
	Vide, fuite sur une soudure : .....	42
	Résolution angulaire .....	42
	Boîtier de sécurité, relais pour automate INDRA.....	42
	Boîtier de sécurité, signaux de puissance .....	43
	Câble d'entrée-sortie auxiliaire SubD50 Digital I/O : .....	44
	Cristaux vanadium .....	44
	Documentation mécanique de sauvegarde.....	44
	Logiciel existant.....	44
	Améliorations possibles du programme de supervision : .....	45
<b>8</b>	<b>ANNEXE 1 CR réunion de préparation .....</b>	<b>46</b>
8.1	Contraintes INDRA : .....	46
8.1.1	Haute tension 10 kV.....	46
8.1.2	Sas .....	46
8.1.3	Passage goniomètre et cible : 2 x 6 cm au maximum .....	46
8.2	Contraintes de l'expérience .....	46
8.2.1	Goniomètre théta phi.....	46
8.2.2	Ajustement transversal x y.....	47
8.2.3	Impacts multiples .....	47
8.2.4	Extraction introduction des cristaux .....	47
8.2.5	Détecteurs existant à modifier .....	47
8.2.6	Nouveaux détecteurs .....	47
8.3	Etudes.....	47
8.4	Exécution .....	48
8.5	Financement.....	48
8.5.1	Demandes d'autorisations de programme pour 2001 : .....	48
8.6	Echéances.....	48
8.7	Réunion de physique du 20 octobre 00 à Jussieu. ....	49
8.7.1	Présents : .....	49

<b>9</b>	<b>ANNEXE - Câblage des moteurs.....</b>	<b>50</b>
9.1	Translate X – platine Phytron VT80-VSS42 .....	50
9.2	Monte Y – Platine Schneeberger NCB76 900/150 .....	51
9.3	Phytron pour bascule et tourne .....	51
<b>10</b>	<b>ANNEXE - Nomenclature de matériel.....</b>	<b>53</b>
<b>11</b>	<b>ANNEXE 4 - Configuration de l'électronique ESP7000 .....</b>	<b>54</b>
11.1	Exemple de Fichier de configuration d'une carte de puissance.....	54
<b>12</b>	<b>ANNEXE 5 - Manuel de référence du programme de contrôle du goniomètre.....</b>	<b>57</b>
12.1	Modules du projet : .....	57
12.2	Commentaires de programmation.....	57
12.2.1	E:\expériences\FNL\programmes\UGonioFilou.pas .....	58
12.2.2	D:\expériences\FNL\programmes\UcomRS232.pas.....	65
12.2.3	D:\expériences\FNL\programmes\UexpertESPserie.pas .....	68
12.2.4	E:\expériences\FNL\programmes\UlesMoteurs.pas .....	73
12.2.5	E:\expériences\FNL\programmes\RzmoteurPP.pas.....	75
<b>13</b>	<b>ANNEXE 6 - En cas de crash du PC avant l'arrêt du programme : .....</b>	<b>77</b>
<b>14</b>	<b>ANNEXE 7 - Adresses de fournisseurs .....</b>	<b>78</b>
	Câbles CARL STAHL .....	78
	Mono-cristaux minces épitaxiaux .....	78
	Motorisation Phytron Bascule et Tourne .....	78
	Motorisation verticale Schneeberger .....	79
	Motorisation Pivote Newport - Micro-contrôle .....	79
	Dalila AIT AMIR Service commercial.....	79
	Passages à vide SubD25 et HT sur bride spéciale .....	80
	Connectique et électronique.....	80
	Nettoyage, passivation pour le vide .....	80
	<b>Index.....</b>	<b>81</b>

## Avertissement

Le présent document concerne exclusivement les aspects techniques qui étaient de la responsabilité du groupe de Lyon.

Il ne traite donc

- ni des chambres à dérive
- ni des détecteurs de position en silicium
- ni du positionnement de ces détecteurs
- ni du logiciel d'acquisition des données de physique

## Introduction

**1.1 Proposition d'expérience****GANIL  
PROPOSAL FOR EXPERIMENT**

EXP # :	Scheduling period :
(Do not fill in)	August 2002 to December 2002
	Dead-line for submission : January 18 <sup>th</sup> , 2002

Title*: <b>Search for long lifetime components in the fission of super-heavy elements</b>
Is it a follow up experiment? No <input checked="" type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/> If yes, experiment number:
Spokespersons (if several, please use capital letters to indicate the name of the contact person): <b>M. MORJEAN, M. Chevallier, A. Drouart</b>
Address of the contact person: GANIL Phone: 02 31 45 45 04 Fax: 02 31 45 46 65 E-mail: morjean@ganil.fr
Other Participants or Organisations: S. Bouneau(1), J.L. Charvet(2), A. Chbihi(3), M. Chevallier(4), C. Cohen(5), D. Dauvergne(4), R. Dayras(2), A. Drouart(2), C. Escano Rodriguez(3), J.D. Frankland(3), A. Gillibert(2), D. Guerreau(6), D. Jacquet(1), R. Kirsch(4), P. Loutesse(4), A. L'Hoir(5), A. Mignon(3), M. Morjean(3), L. Nalpas(2), J.C. Poizat(4), C. Ray(4), J.L. Sida(2), C. Stodel(3), C. Volant(2) 1- IPN Orsay 2- DAPNIA/SPhN 3- GANIL 4- IPN Lyon 5- GPS Jussieu 6- GANIL/IN2P3
Abstract : Long lifetime components associated to fission events will be searched for as a signature of compound nucleus formation in the super-heavy element region.

Beam Line: <b>D5 Indra</b>	If Lise is requested, Wien Filter? No <input type="checkbox"/> Yes <input type="checkbox"/>
----------------------------	---

	Ion(s)	Energy (A.MeV)	Intensity (nAe)
Primary Beam(s)	<b>238U</b> <b>238U</b> <b>132Xe</b> <b>86Kr</b>	<b>5.9</b> <b>6.6</b> <b>7.0</b> <b>7.0</b>	<b>1nA/cible (30+ dans phi 1mm)</b> <b>1nA/cible (30+ dans phi 1mm)</b> <b>1nA</b> <b>1nA</b>
Secondary Beam(s) if Sissi is requested			

\* If needed, to unlock this form, point to "Unprotect Document" on the Tools menu

Spiral Beam			
-------------	--	--	--

Will you need Sissi? No <input type="checkbox"/> Yes <input checked="" type="checkbox"/>	If yes, Sissi Target(s) and Thickness(es):
<input type="checkbox"/>	

Requested number of beam UTs (1 UT=8h): <b>30</b>	Time required for setting up the apparatus: Time required for offbeam calibration and dismount:
--	--

On what date would you be ready to run: 1/2003 Excluded periods:
--

Acquisition system: Ganil <input checked="" type="checkbox"/> Specific <input type="checkbox"/>
---

Security, use of hazardous equipment? : (Radioactive target, liquid nitrogen, explosive gas etc.)
--

Comment : This proposal is for beginning of 2003
--

## 1.2 Cahier des charges:

### 1.2.1 Points particuliers du système goniométrique

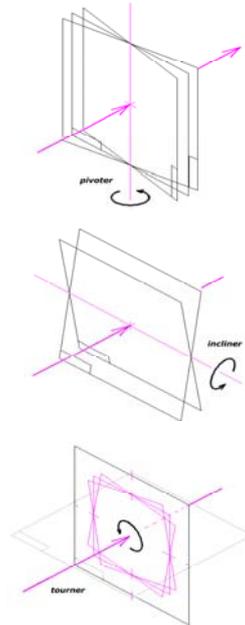
1. Goniomètre à cinq axes sous vide : 2 mouvements linéaires, dont une translation de course 750 mm, et 3 mouvements angulaires.
2. Une tête goniométrique porte-cible déportée de 750 mm.
3. Fortes contraintes d'encombrement de la tête du goniomètre : passage dans une souricière de 50mm x 25 mm.
4. Polarisation de la cible à 10 kV.
5. Sécurités de fonctionnement interconnectées avec l'automate de sécurité d'INDRA.
6. Possibilité de changer les cristaux-cibles en gardant INDRA sous vide.
7. Contraintes d'encombrement sous le « tonneau » d'INDRA entre les équipement existants inamovibles.
8. Alignement simultané de 2 axes cristallins dans 2 détecteurs de position (double alignement), impose la présence de 3 mouvements angulaires au lieu de 2.
9. Spécifications initiales sur les mouvements :

### 1.2.2 Spécifications initiales sur les mouvements

tête goniométrique  
spécifications FNL V03.xls  
25/04/2001

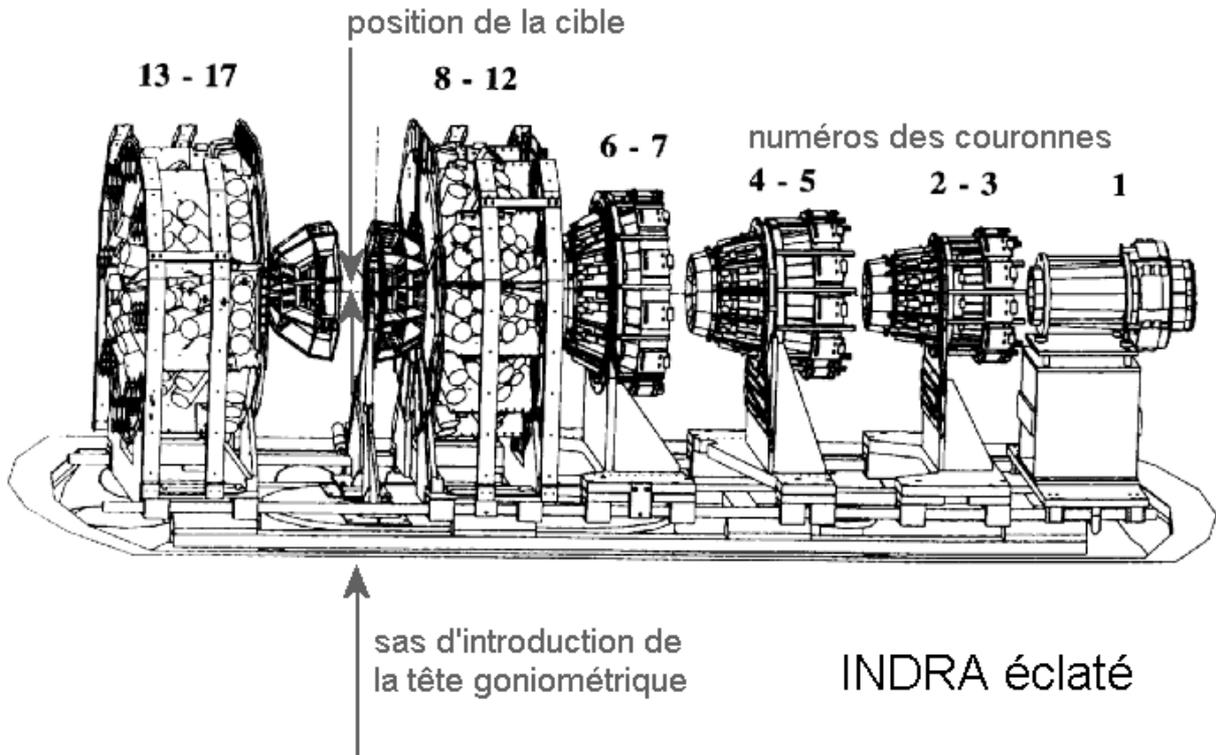
Fission Noyaux Lourds INDRA

spécifications	mouvements de la tête goniométrique				
	linéaires		angulaires		
	monter Y (mm)	translater X (mm)	pivoter	basculer	tourner
préparation vide 10-6	oui	oui	oui	oui	oui
course	720 mm	± 5 mm	± 80°	± 20°	± 8°
résolution	< 50 μ	< 50 μ	< 0,02°	< 0,02°	< 0,05°
reproductibilité	0,1 mm	0,1 mm	< 0,01°	< 0,01°	< 0,01°
tangage (transversal)	< 0,005°	< 0,005°			
roulis (longitudinal)	< 0,005°	< 0,005°			
voilage (rotations)			< 0,01°	< 0,01°	< 0,01°
stabilité / autres Mt			< 0,01°	< 0,01°	< 0,01°
incrément pas à pas	< 50 μ	< 50 μ	< 0,02°	< 0,02°	< 0,05°
Vanadium (100)	<110> sur D2	<111> sur D1	28°	23°	28°
et Germanium (100)	<110> sur D0		0°	45°	indifférent
	<111> sur D0		45°	35°	0°
Nickel (110)	<110> sur D2	<111> sur D1	10,5°	10,5°	30°
	<110> sur D0		0°	0°	indifférent
	<111> sur D0		0°	35°	0°



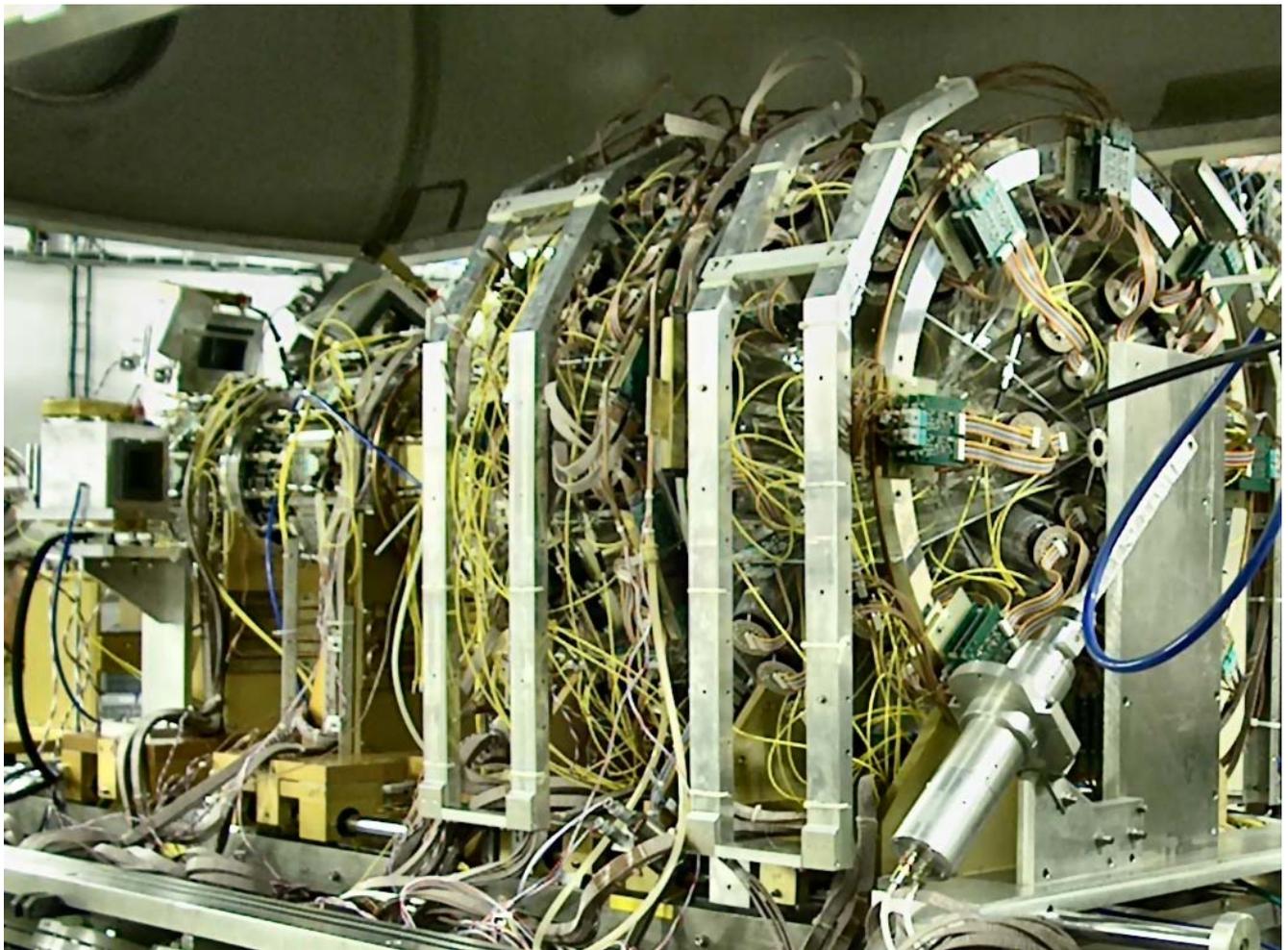
fichier : spécifications FNL V03.xls

### 1.2.3 Vue d'INDRA





*Présentation du SAS sous le détecteur INDRA*



*couronnes d'INDRA refermes en position de travail*

## 2 Mécanique

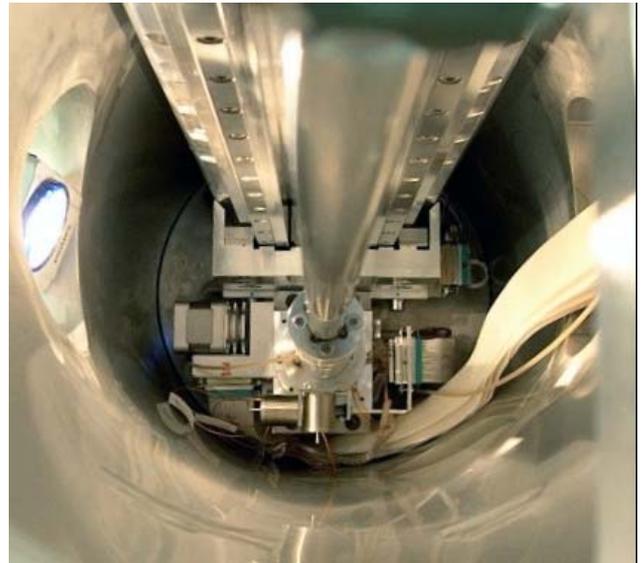
### 2.1 Etude

Responsable du bureau d'étude de l'IPN Lyon : **Alain Bonnevaux**  
Responsable de l'étude: **Daniel Essertaize (le BE)**  
Responsable du projet de goniomètre et interlocuteur du groupe de physique pour le BE. : **Robert Kirsch**

#### 2.1.1 Partie « support de goniomètre »

Ces éléments ont été construits à partir de platines de mouvement commerciales standards ou adaptées par le constructeur à partir de modèles standards et pour lesquelles les plaques et équerres d'assemblage ont été étudiées par le BE. Cette mécanique est implantée dans l'enceinte pour la mécanique des mouvements sous vide.

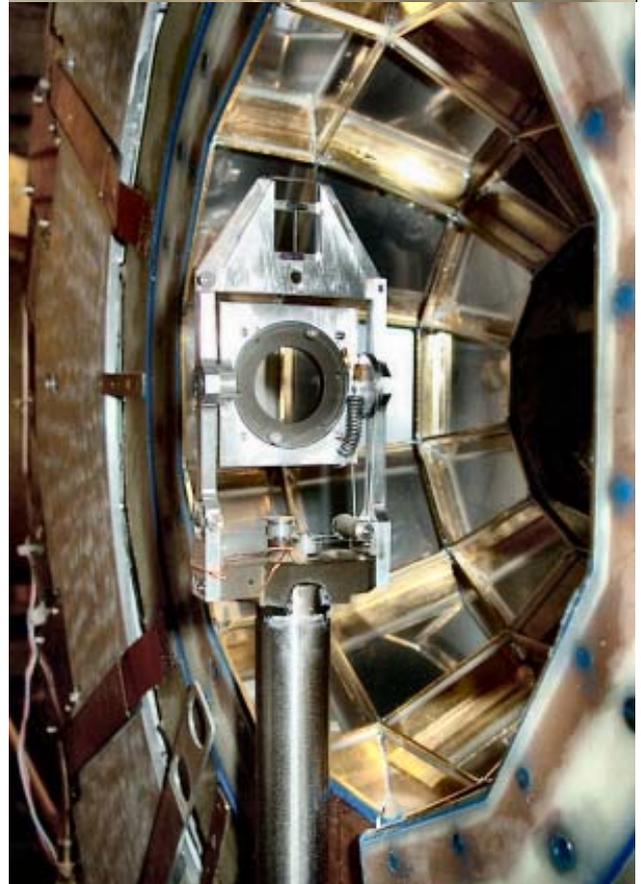
*Photo ci-contre : support de goniomètre dans l'enceinte pour la mécanique*



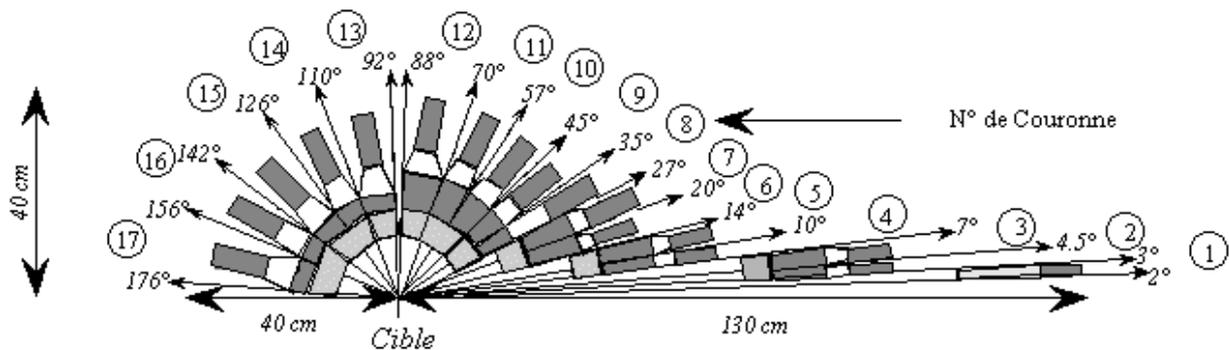
#### 2.1.2 Partie « tête goniométrique déportée »

Pour satisfaire au point particulier 3, fixant les fortes contraintes d'encombrement de la tête goniométrique (voir ci-dessous : passage d'introduction dans INDRA), la conception de cet ensemble en porte à faux, supporté par la tige verticale de l'ensemble précédent, n'a pas pu se faire à partir d'éléments standards. Elle a été définie par le BE et réalisée par l'atelier de mécanique.

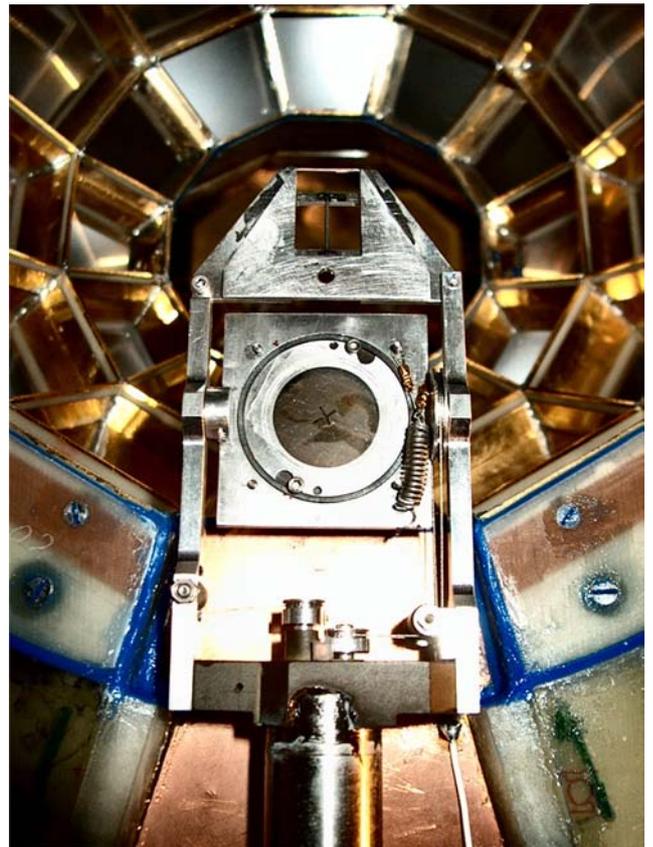
*Photo ci-contre : tête goniométrique dans le centre du détecteur INDRA avec les couronnes centrales ouvertes.*



### 2.1.3 Passage d'introduction dans INDRA



Les couronnes 12 et 13 possèdent chacune une ouverture de 10 mm de large (mesuré parallèlement à la direction du faisceau et 50 mm de long (mesuré transversalement à la direction du faisceau). Lorsque les deux couronnes 12 et 13 sont au contact, l'ouverture totale du passage est alors de  $50 \times 20 \text{ mm}^2$ . Pour laisser une ouverture plus large au passage du goniomètre, la couronne 13 n'a pas été amenée au contact de la couronne 12, mais a été positionnée à 10 mm en amont de sa position nominale au contact. Le passage libre a ainsi été agrandi à  $50 \times 30 \text{ mm}^2$  et le goniomètre a été positionné 4 mm en amont de la position centrale nominale des cibles dans INDRA.



*On voit ci-contre la tête du goniomètre dans le passage le plus étroit (en bleu) de la couronne 12 d'INDRA.*

### 2.1.4 Pièces d'assemblage du « Support de goniomètre » et de la « tête goniométrique déportée »

Etudiées par le BE

### 2.1.5 Sas de changement de cibles

Etudié par le BE. Raccordé à la vanne INDRA d'introduction des cibles.

### 2.1.6 Enceinte pour la mécanique des mouvements sous vide

Etudié par le BE. Raccordé au sas de changement de cibles.

Réalisation : Service de mécanique IPNL

### 2.1.7 « Support de goniomètre » à partir de platines commerciales

Monte et baisse : Platine NCB 76SDK 900/150 K2 N PP

Translate latéralement : Platine VT80-VSS42

Pivote autour d'un axe vertical : Platine URM80 avec motorisation UE41PP

fonction mécanique	référence	fournisseur	remarque
translate X	"course 25 mm"	MICOS - Phytron	vide élevé course 25 mm
monte-baisse Y	" course 735 mm"	Schneeberger	vide élevé course 735 mm
pivote	M-URM80	Newport	vide élevé +/- 90°

### 2.1.8 « tête goniométrique déportée » étudiée et réalisée à l'IPN Lyon

Basculement, commande par câble

Rotation, commande par câble

fonction mécanique	motorisation	étude	remarque
bascule	VSS25 Phytron	BE IPN Lyon	vide élevé +/- 60
tourne	VSS25 Phytron	BE IPN Lyon	vide élevé +/- 90°

### 2.1.9 Pièces d'assemblage, sas de changement de cibles, enceinte pour la mécanique des mouvements sous vide

Fabriquées par l'atelier de mécanique de l'IPN Lyon.

### 2.1.10 Soudures inox et enceinte pour la mécanique sous vide

Réalisées par l'atelier de chaudronnerie de l'IPN Lyon.

### 2.1.11 Nettoyage pour le vide

L'enceinte cylindrique pour la mécanique sous vide

a été sous-traitée par la société spécialisée :

MAHIEUX INDUSTRIE, traitement et revêtement des métaux

146 Av. F. Roosevelt, 69120 VAULX en VELIN

Tél. : 04 78 49 14 00 Fax : 04 78 49 39 37

le procédé appliqué a consisté en

- un décapage dans une solution acide composée de
  - o une partie d'eau
  - o une partie d'acide nitrique à 50% additionné de 0,05% d'acide fluorhydrique
- un rinçage à l'eau courante
- un rinçage à l'eau déminéralisée
- un séchage avec étuvage à 150°C

Les platines commerciales ont été livrées préparées pour le vide élevé.

Les autres pièces ont été nettoyées et rincées

pour l'acier inoxydable, au détergent « **RBS 48 S** » à chaud

pour les alliages légers à l'alcool ou avec le détergent « **RBS VIRO** »

## 2.2 Montage

Pour les questions d'encombrement mécanique et de raccordement sous INDRA l'interlocuteur à GANIL est Jean-Luc Vignet : [vignet@ganil.fr](mailto:vignet@ganil.fr)

### Assemblage

Les montages des sous-ensembles, le montage final « à blanc » et le montage définitif sur site ont été assurés par le responsable du projet de goniomètre, Robert Kirsch et le groupe de physique. En cours de réalisation et lors des montages des sous ensembles de nombreuses retouches et additions ont été effectuées. Elles concernent principalement

1. la tête goniométrique,
2. la chaîne cinématique des mouvements angulaires « Bascule » et « Tourne »,
3. les plaques et les équerres de montage des platines « monte », « translate » et « pivote » les unes sur les autres,
4. le système de suspension de la platine « monte » sous le sas de changement de cible,
5. divers trous et vis de fixation des connecteurs etc.

## 2.3 BE et atelier

Un savoir faire pas toujours mis en pratique !

1. **pièces sous vide** : suppression des trous borgnes et ouvertures de pompage dans les volumes fermés,
2. **tenue à jour** des fichiers CAO lors des modifications en cours ou après fabrication,
3. **orientation des trous** de fixation des brides de raccordement fixes  
Exemple ISO F DN160 pour passage des câbles des moteurs (*trous de passage des boulons orientés dans le plan vertical sur l'enceinte et symétriquement par rapport au plan vertical pour la bride des passages moteurs*),
4. **positions extrêmes, vérification des interférences** de montage pendant la conception : vérification des interférences aux positions extrêmes pour les pièces mobiles (voir SAS dans « bilan »)
5. **ajustements** : pour les centrages statiques et les centrages de pièces en rotation libre utiliser des ajustements spécifiques adaptés à chaque situation (H7 g6 a été utilisé indifféremment sur tous les assemblages : *le lot de porte-cibles, qui nécessitait un jeu important pour un montage/démontage aisé dans le sas, coïncit dans son logement en polyimide*,
6. **montage à blanc** des pièces à assembler après réalisation et avant livraison,
7. **visserie** : adoption d'une visserie la plus homogène possible en dimension
8. **taraudage ou écrou** : type de visserie : adoption d'un type d'assemblage le plus homogène possible (*sur les assemblages choisir le couple vis- trous filetés, s'y tenir et ne pas mélanger avec trous lisses-boulons*),
9. **validation** : les besoins de l'équipe de physique ne sont pas toujours (jamais ?) exprimés correctement, le BE doit prendre l'initiative de faire valider son étude et ses solutions par le demandeur (payeur) avant fabrication

10. **proposition de solutions alternatives** avant l'adoption de la solution définitive,
11. **vérification des fonctionnalités** avec l'utilisateur final avant fabrication, prendre l'initiative de solliciter le demandeur dans ce but,
12. **vérification de la conformité** aux documents connus des pièces fournies par les tiers (achats de platines etc.) ...

## 2.4 Sens des mouvements de la tête goniométrique

(voir sur la figure ci-dessus)

**Translate** sens + : déplace la tête goniométrique vers la Gauche, faisceau dans le dos.

**Monte** sens + : déplace la tête goniométrique vers le HAUT.

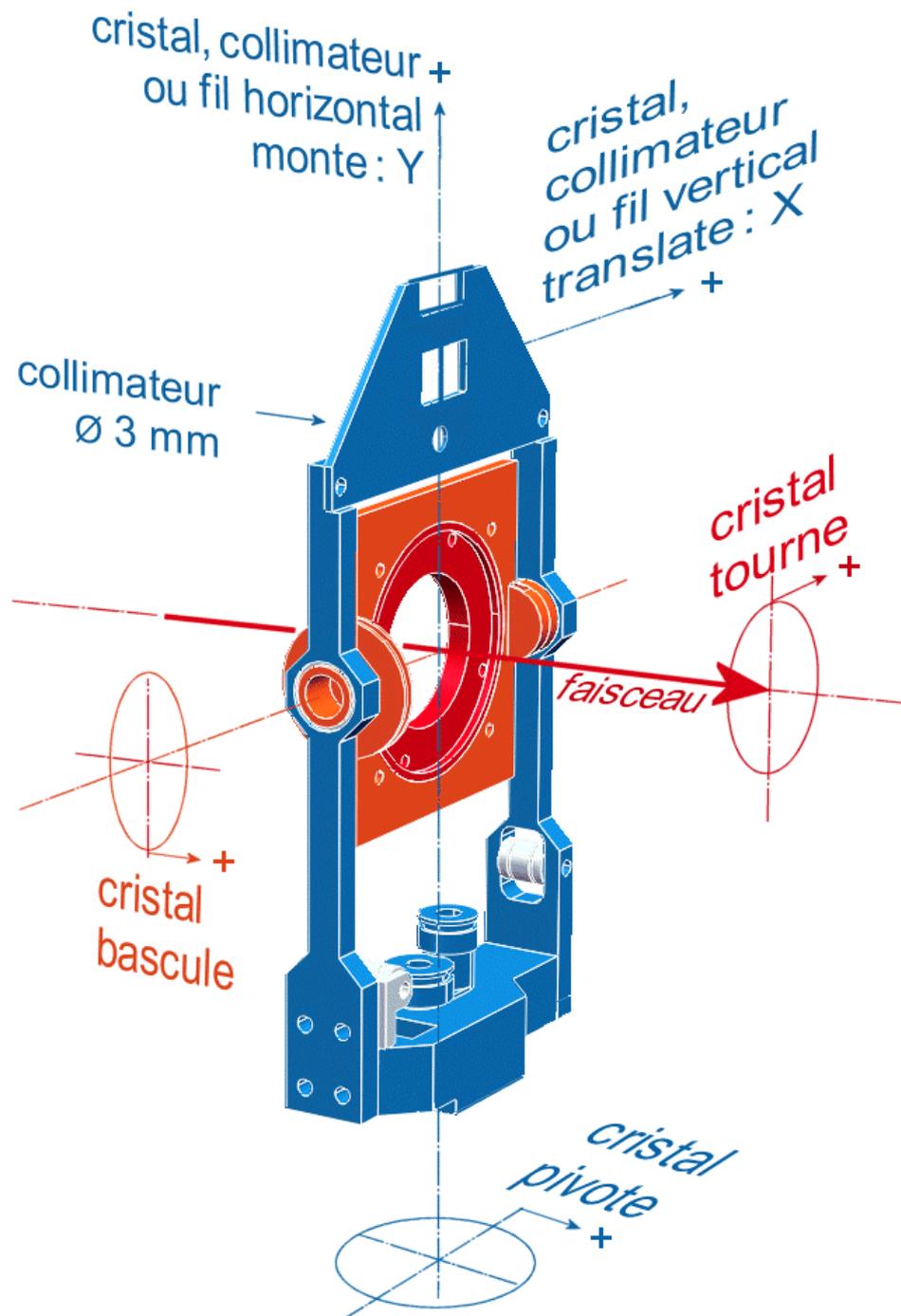
**Pivote** sens + : déplace la trace d'un axe cristallin vers la DROITE sur le détecteur.

**Bascule** sens + : déplace la trace d'un axe cristallin vers le HAUT sur le détecteur.

**Tourne** sens + : fait tourner les traces des axes cristallins sur les détecteurs dans le sens trigonométrique autour de la normale à la surface du cristal qui est un axe  $\langle 100 \rangle$  (inverse des aiguilles de la montre, faisceau dans le dos).

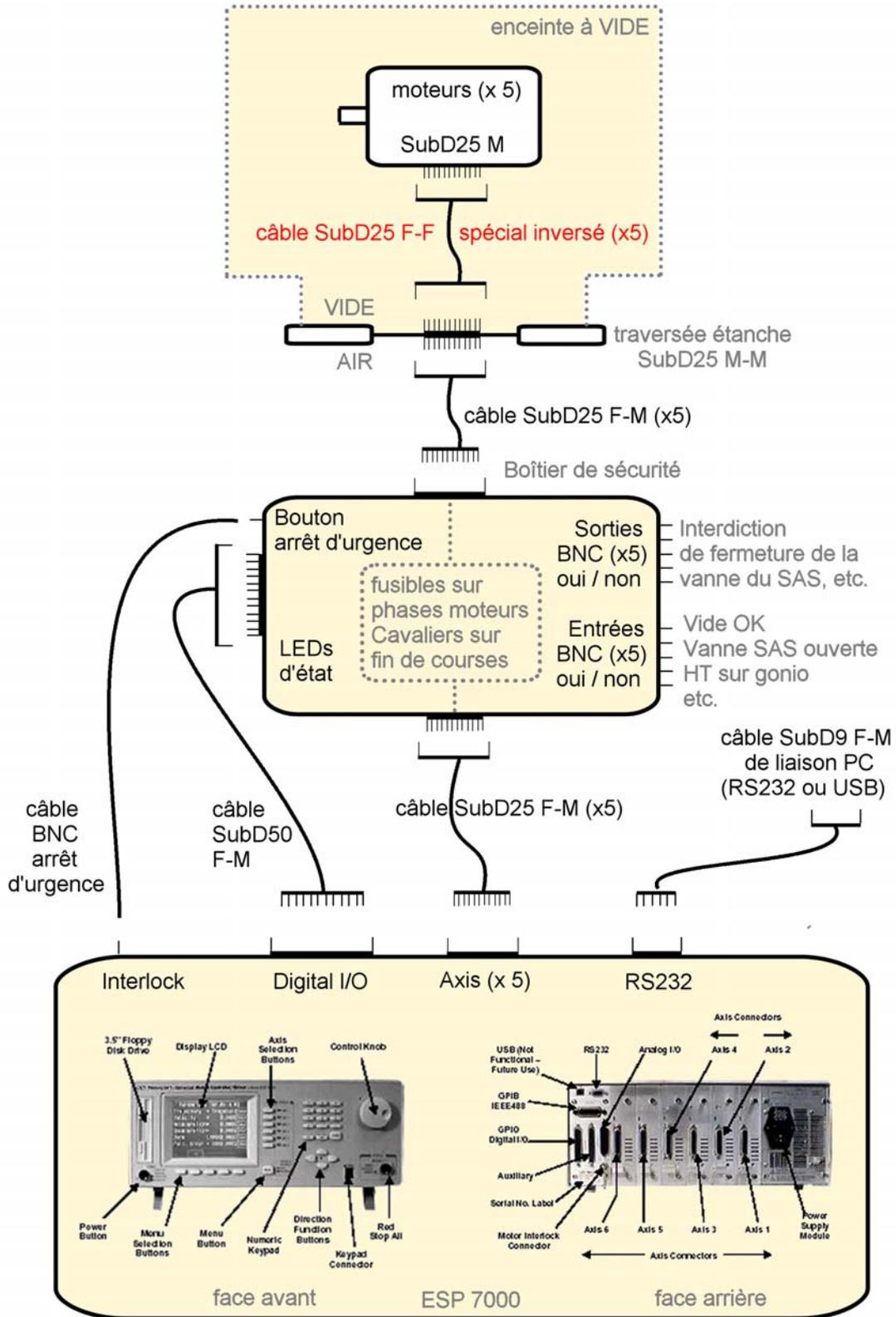
## 2.5 Transfert de fichiers entre Catia et SolidEdge

Les fichiers STEP générés par Catia sont lus sans difficulté par SolidEdge V9. La restitution de l'assemblage conserve les liaisons entre les composants et ceux-ci sont disponibles dans l'assemblage comme des éléments manipulables discrets. Exemple de récupération d'un assemblage de Catia dans SolidEdge par un fichier step :



### 3 Electronique de motorisation

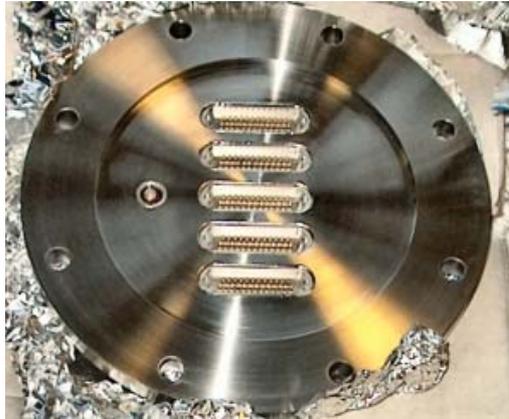
#### 3.1 Synoptique



### 3.2 Brochage des moteurs standards Microcontrôle

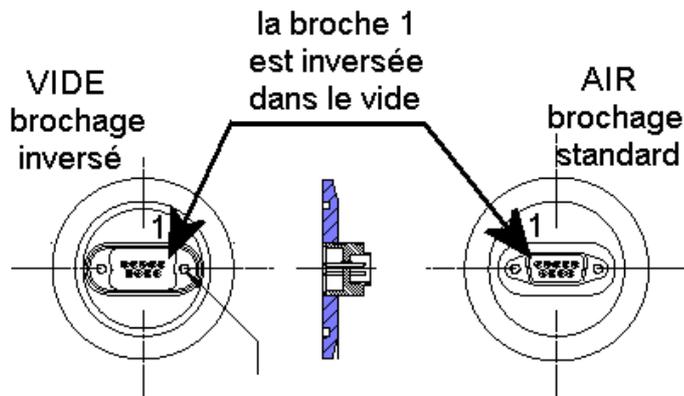
Brochage Newport - Moteurs pas à pas
1 phase 1
2 phase 1
3 phase 2
4 phase 2
5 phase 3
6 phase 3
7 phase 4
8 phase 4
9
10
11
12
13 origine mécanique
14 masse blindage
15
16 zéro Volt logique
17 limite +
18 limite -
19
20
21
22
23
24
25

### 3.3 Passage dans le vide - Connecteurs SubD25



Les 5 passages SubD25 pour vide élevé et un passage SHV 10 kV sont soudés sur une bride ISO DN160LF exécutée spécialement.

Fournisseur : CABURN MDC



Dans ces connecteurs, le passage direct des broches par une perle étanche inverse la position de la broche 1 dans le vide par rapport à sa position standard sur un connecteur male. Pour tenir compte de cette inversion « miroir » le brochage du câble intérieur femelle/femelle reliant les moteurs dans le vide au coté vide du passage étanche inverse les contacts entre le moteurs et le passage à vide pour tenir compte de cette anomalie de brochage :

VIDE inversé	AIR standard
\ 13 12 11 10 9 8 7 6 5 4 3 2 1 /	\ 1 2 3 4 5 6 7 8 9
10 11 12 13 /	
\ 25 24 23 22 21 20 19 18 17 16 15 14 /	\ 14 15 16 17 18 19 20 21 22
23 24 25 /	

qui conduit au brochage du câble intérieur au vide suivant :

Câble SubD25 dans le vide

<b>Brochage du câble spécial femelle–femelle dans le vide</b>			
<b>Extrémité coté passage SubD 25 brochage « miroir » dans le VIDE</b>		<b>Extrémité coté moteurs ( brochage standard )</b>	
13	phase 1	1	phase 1
12	phase 1	2	phase 1
11	phase 2	3	phase 2
10	phase 2	4	phase 2
9	phase 3	5	phase 3
8	phase 3	6	phase 3
7	phase 4	7	phase 4
6	phase 4	8	phase 4
5		9	
4		10	
3		11	
2		12	
1	origine mécanique	13	origine mécanique
25	masse blindage	14	masse blindage
24		15	
23	zéro Volt logique	16	zéro Volt logique
22	limite +	17	limite +
21	limite -	18	limite -
20		19	
19		20	
18		21	
17		22	
16		23	
15		24	
14		25	

Les cinq ensembles « passages dans le vide » + « câbles spéciaux femelle–femelle dans le vide » forment ainsi des prolongateurs standard pour les câbles des moteurs.

### 3.4 Boîtier de sécurité (BS)

Etudié et réalisé par Lionel Vagneron (Service Instrumentation).  
Testé sur le site, liaisons avec l'automate d'INDRA effectuées sur le site à GANIL, mise en place d'un relais pour l'automate INDRA par R. Kirsch.

#### 3.4.1 Phases moteurs

Protégées par fusibles 3,5A (4 phases x 5 moteurs = 20 fusibles).

#### 3.4.2 Fins de courses moteurs

Il est possible d'utiliser des cavaliers dans le boîtier de sécurité pour forcer la fermeture en cas d'absence de fin de course. La fermeture des fin de course permet à ESP7000 de détecter la présence d'un moteur et de le faire fonctionner. (2 phases x 5 moteurs = 10 cavaliers).

#### 3.4.3 Sécurités INDRA

Interlocuteur à GANIL : Jean André Ropert [ropert@ganil.fr](mailto:ropert@ganil.fr)

#### 3.4.4 Arrêt d'Urgence

Un bouton, sur le boîtier de sécurité permet de déporter le bouton d'arrêt d'urgence de ESP7000..

### 3.5 ESP7000

(Newport Universal Motion Controller/Driver)

Ce matériel permet de piloter jusqu'à six axes de motorisation à courant continu ou pas à pas suivant le moteur connecté. Il contient

- trois interfaces de communication RS232, GP-IB, USB
- l'indexeur des mouvements,
- une mémoire de configuration des moteurs,
- les modules de puissance.
- un écran LCD d'affichage des positions des mouvements
- des boutons de commande manuelle
- un lecteur de disquette 3 pouces ½
- un connecteur de 24 entrées/sorties logiques programmables en lecture ou en écriture par blocs de 8 (2 fils différentiels par bit)
- un bouton d'arrêt d'urgence sur façade avant.

Il est nécessaire de brancher la liaison RS232 sur le PC et que le PC soit sous tension avant de mettre ESP7000 sous tension pour que la liaison série soit reconnue.

#### 3.5.1 Configuration

La configuration des modules de Newport-Microcontrôle est automatique lorsqu'un matériel « ESP compatible » est détecté. Pour des moteurs non « ESP compatible » la configuration se fait par chargement des paramètres à partir d'un fichier « texte » (voir [3.5.5 Fichiers de configuration des 5 cartes de puissance ESP7000](#) )

En plus du nombre élevé d'axes, l'avantage décisif de ce modèle par rapport aux autres contrôleurs du même constructeur est sa versatilité permettant de paramétrer indépendamment, à l'aide d'un fichier de configuration ou en commande directe, chaque étage de puissance pour l'adapter à un moteur spécifique.

**ATTENTION** : L'option « façade avant », utile pour les tests, et permet la commande manuelle de déplacement, mais les boutons de commande manuelle ne peuvent pas être inhibés en cas de commande à distance.

### **3.5.2 Digital I/O Liaison vers l'automate INDRA par connecteur SubD50**

Actuellement les seuls signaux câblés entre les connecteurs SubD50 de ESP7000 et Boîtier de sécurité sont les 4 conducteurs utilisés pour

- signaler à l'automate d'INDRA que le goniomètre est dans INDRA de manière à INTERDIR la fermeture de la vanne du sas d'INDRA (relais BS ouvert = interdiction pour l'automate d'INDRA de manœuvrer la vanne)
- pouvoir lire l'état du relais de l'automate signalant l'état de la vanne du sas d'INDRA (vanne OUVERTE = relais BS ouvert)

### **3.5.3 Réduction de courant à l'arrêt**

Le problème Newport de la réduction de courant qui n'est toujours pas opérationnelle, a été contourné avec deux réducteurs mécaniques supplémentaires sur « bascule » et « tourne » (moteurs VSS25) pour conserver la résolution souhaitée en ne s'arrêtant que sur des valeurs entières de pas moteur et en coupant le courant moteur à l'arrêt. Toutefois, pour des problèmes de dernière minute, le réducteur du mouvement « tourne » n'a pas pu être mis en place.

### 3.5.4 Commande à distance

L'électronique ESP7000 était installée à proximité du détecteur INDRA et de l'armoire contenant les signaux de sécurité de l'automate d'INDRA. Nous avons utilisé l'interface RS232 avec un câble de 100 mètres pour la liaison avec le PC superviseur installé dans la salle d'acquisition.

#### Logiciel de communication

Basé sur le composant ComPort Library version 2.63  
origine : CPortLib for Delphi 3, 4, 5, 6 and C++ Builder 3, 4, 5  
by Dejan Crnila 1998-2001 1.

Author information

Name: Dejan Crnila

E-mail: dejancrn@yahoo.com

Home page: <http://www2.arnes.si/~sopecrni>

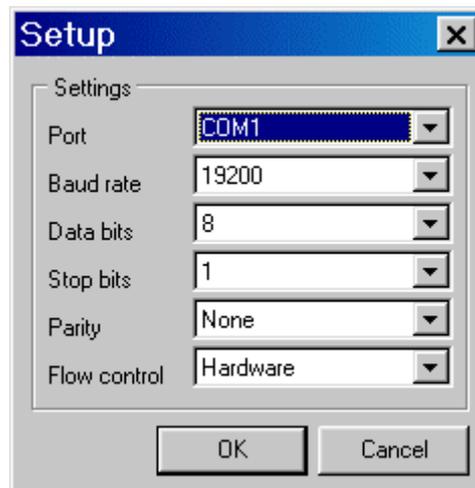
Home address: Dolenja vas 111, 3312 Prebold, SLOVENIA

Year of birth: 1978

Occupation: Student of computer science at University of Ljubljana,

#### Paramétrage de la liaison série

Aux paramètres par défaut de ESP7000 :



#### Câble de liaison série :

fournisseur Radiospares : [www.radiospares.fr](http://www.radiospares.fr)

longueur 100 m

standard connecteurs SubD 9 broches

mâle coté ESP7000

femelle coté PC de pilotage

type R 7041 A SYT + DIGITAL 5B – 3P

3 paires blindées individuellement + blindage général



## 4 Logiciel

### 4.1 Manuel d'utilisation simplifié du programme de contrôle du goniomètre

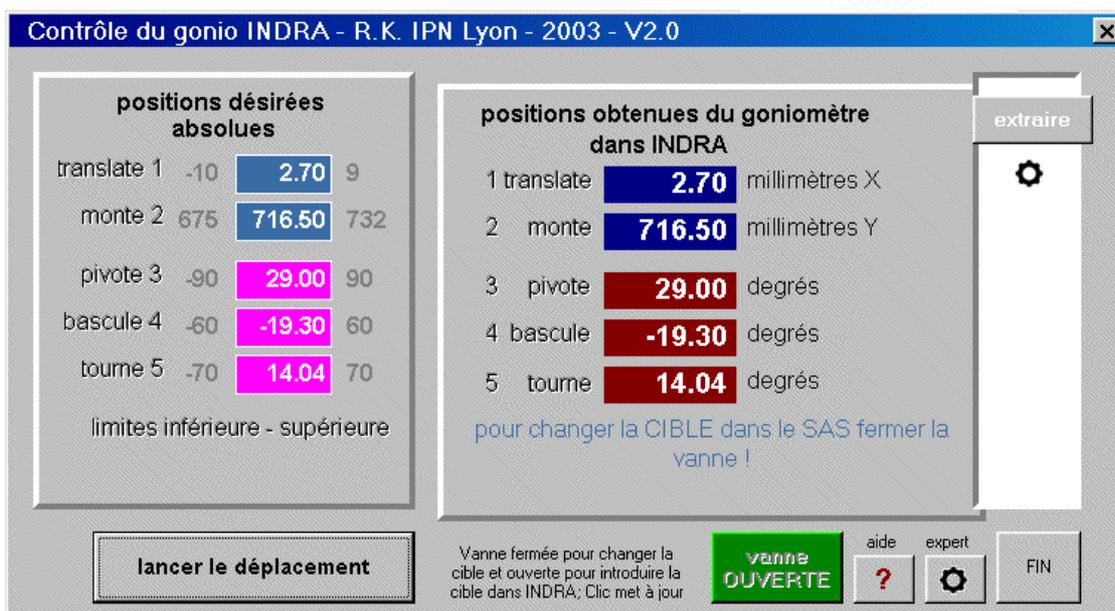
Mode « utilisateur »

**Lancement :**

Double clic sur le raccourci de lancement :



La façade du programme apparaît :



Sur cette interface homme-machine (IHM) l'état de la vanne INDRA apparaît en vert lorsque la vanne est ouverte et permet l'introduction du goniomètre. Elle apparaît en rouge lorsqu'elle est fermée et l'introduction du goniomètre est alors inhibée.

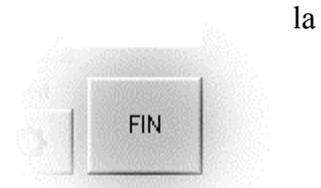
Lorsque le gonio est dans le SAS il apparaît un bouton de changement de cible lorsque la vanne INDRA est fermée.

Pour tester l'état de la vanne cliquer sur le bouton vanne (ouverte ou fermée).

**Arrêt du programme :**

Extraire le goniomètre d'INDRA pour permettre la fermeture de vanne INDRA.

Quitter le programme par le bouton  qui sort proprement du programme avec tous les mouvements à zéro.



la

### Introduction du cristal dans INDRA :

introduire

Bouton introduire :

Ce bouton apparaît en fonction du contexte, et n'est visible que si le goniomètre est dans le SAS et que si l'introduction est possible : vanne INDRA ouverte.

Si le goniomètre n'est pas « plat » ( $X = 0$ ,  $pivote = 0$ ,  $bascule = 0$ ) le programme propose de le mettre à « plat ».

Pour tester l'état de la vanne cliquer sur le bouton vanne (ouverte ou fermée).

Une fois le goniomètre dans INDRA, le programme interdit à l'automate d'INDRA de fermer la vanne d'introduction.

### Positionner le goniomètre :

Les déplacements sont effectués en saisissant les valeurs de position sur les différents axes de mouvement de la fenêtre de saisie « positions désirées absolues » de la position désirée et en cliquant sur le bouton « lancer le mouvement » (voir la façade du programme).

Le bouton de lancement devient rouge et annonce « le gonio bouge ».

Lorsque le gonio arrive en fin de mouvement les positions de la fenêtre « positions obtenues dans INDRA » sont mise à jour avec les valeurs renvoyées par l'électronique des moteurs (ESP7000).

### Contrôle de la position de l'impact du faisceau :

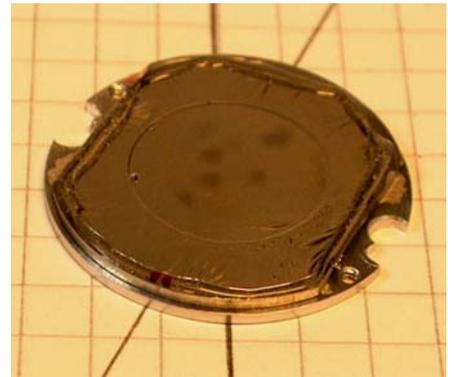
Le mouvement « translate » X déplace le cristal latéralement dans le faisceau.

Le mouvement « monte » Y déplace le cristal verticalement dans le faisceau

X translate sens + : déplace la cible vers la gauche, faisceau dans le dos (l'impact se déplace vers la droite de la cible)

Y monte sens + : déplace la cible vers le haut, faisceau dans le dos (l'impact sur la cible sera plus bas)

*Photo : impacts visibles sur cristal de nickel « Ni II »*



### Profilométrie du faisceau :

Les mouvements linéaires X et Y permettent de promener à travers le faisceau un fil de cuivre de diamètre 0,8 mm

- soit un fil horizontal
- soit un fil vertical
- soit d'utiliser le passage resté libre sous les fils

L'enregistrement de la réponse en comptage d'INDRA permet d'avoir la projection horizontale et verticale de l'intensité du faisceau incident.

Pour faire ces profils, le gonio doit être « plat » ( $pivote = 0$ ,  $bascule = 0$ ) Voir [5.5 Positions remarquables du goniomètre](#) pour les plages de fonctionnement autorisées.

*Photo : On distingue au-dessus de la position centrale pour le cristal les deux fils pour la profilométrie du faisceau*



**Extraction du cristal d'INDRA :**

Bouton extraire :



Ce bouton apparaît en fonction du contexte, et n'est visible que si le goniomètre est dans INDRA.

Si le goniomètre n'est pas « plat » ( $X = 0$ ,  $pivote = 0$ ,  $basculé = 0$ ) le programme propose de le mettre à « plat » pour rendre l'extraction possible.

**Changement de cristal :**

Bouton de changement t CIBLE :



Ce bouton apparaît en fonction du contexte, et ne sera visible que si le goniomètre est dans le SAS.

Si le goniomètre n'est pas à  $90^\circ$  pour accéder au cristal le programme propose de venir à cette position avant d'ouvrir le SAS.

## 4.2 Utilisation en mode « expert » du programme de contrôle du goniomètre

### 4.2.1 Entrée en mode expert



#### Accès avec mot de passe

Pendant les essais et les tests de fonctionnement hors INDRA il est possible de commander l'électronique ESP7000 en envoyant directement par la liaison RS232 des instructions de commande (mode immédiat). Pour accéder à ce mode il est nécessaire

- de fournir un mot de passe (MECANO)
- de connaître les instructions de commandes reconnues par ESP7000
- de connaître les possibilités de la mécanique

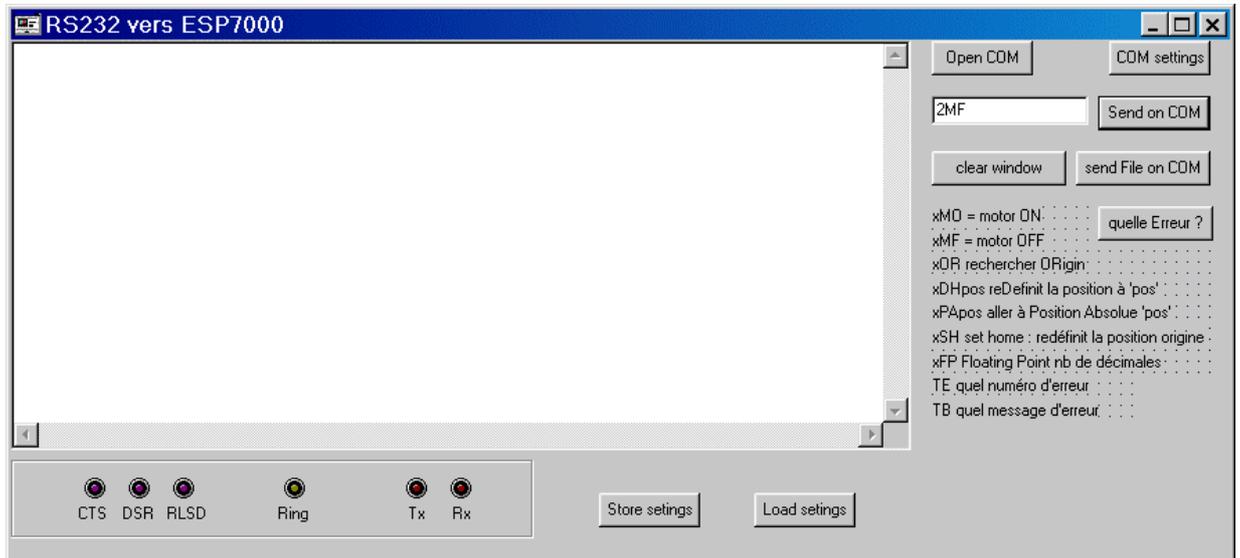
Ce mode est donc réellement réservé à un « expert » du système goniométrique.

**ATTENTION** : Les sécurités du programme ne sont alors plus actives (court-circuitées). Il est alors possible de commander tous les déplacements même s'ils conduisent à des mouvements destructeurs de la mécanique lorsque le système est monté dans INDRA

#### 4.2.2 Fenêtre liaison RS232

Donne le contrôle total

- aux paramètres de la liaison série,
- à l'accès distant à ESP7000,
- aux commandes de ESP7000
- au téléchargement des fichiers de configuration des cartes ESP7000
- 

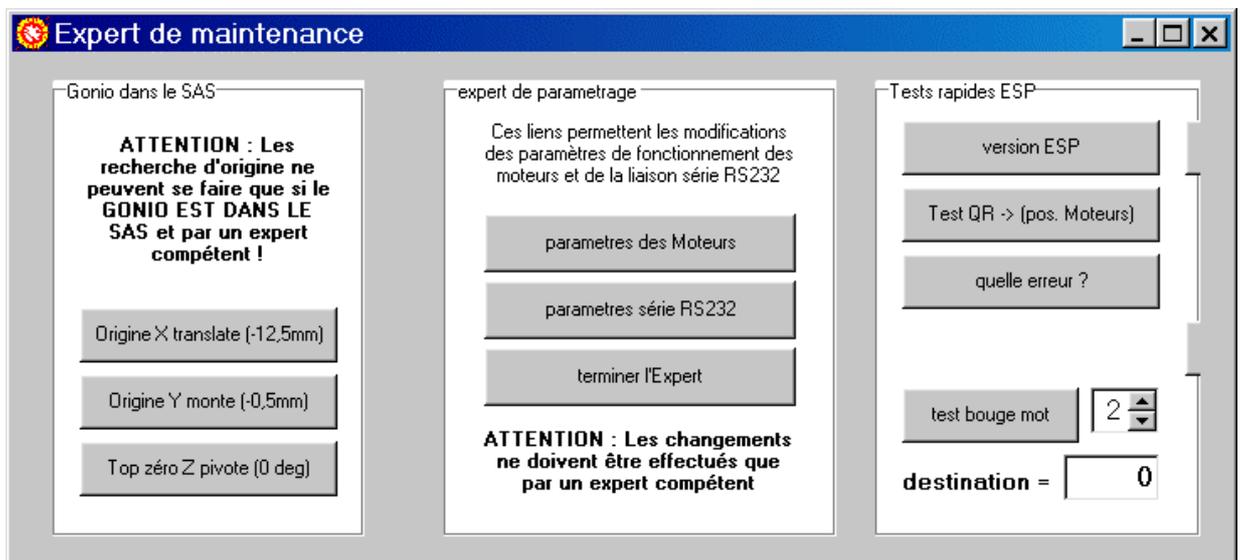


La fenêtre de texte présente le trafic en émission et en réception du port RS232 (COM)

#### 4.2.3 Fenêtre contrôle moteurs

Sans connaître le détail des instructions ESP, ni leur syntaxe, et pour des besoins de test et de mise au point, permet

- l'exécution de mouvements en valeurs entières sur les 5 axes (1 à 5)
- à terme de refaire automatiquement les recherches d'origine



## 5 Mono-cristaux

### 5.1 Fabrication

Les mono-cristaux ont été fabriqués par croissance épitaxiale dans le laboratoire de

**Jacques Chevallier à Aarhus** : Tel.:(45)89423742 Fax.:(45)86120740

Thin Film Laboratory  
Dept. of Physics and Astronomy  
University of Aarhus,  
8000 Aarhus C  
Danemark

- 3 mono-cristaux de Ni épaisseur 20 000 Ångströms
- 3 mono-cristaux de V épaisseur 20 000 Ångströms avec couche épitaxiale résiduelle de 2000 Ångströms de Mo
- 3 mono-cristaux de Ge épaisseur 20 000 Ångströms

#### Expédition

Six cristaux minces autoportant montés sur porte cible et expédiés par colis postal étaient disponibles à GANIL : 3 de nickel et 3 de vanadium.

Les cristaux de germanium ont été expédiés par colis postal dans un emballage spécialement soigné à cause des risques de casse dus à la plus grande fragilité du germanium en film mince.

Au déballage.

### 5.2 Supports des cristaux

#### Les cristaux métalliques (Ni et V)

sont montés sur des anneaux en acier inoxydable

- Diamètre extérieur 27 mm
- Diamètre intérieur (zone autoportante) 15 mm
- Largeur sur méplats 22 mm
- Chanfrein sur le diamètre intérieur 45°

#### Les cristaux de germanium

conservent une partie de leur substrat d'épitaxie en silicium ayant aussi la forme définie ci-dessus. Il n'y a alors pas de colle, le silicium remplaçant le support en acier inoxydable.

### 5.3 Nickel

(N 20 000 Ångströms sur supports inox)

**Orientation :**

plan (100) le long du méplat.

**Mosaïque X** avant décollage du substrat 6'

L'adhésion moléculaire du film de nickel sur son support annulaire en inox n'est pas permanente..

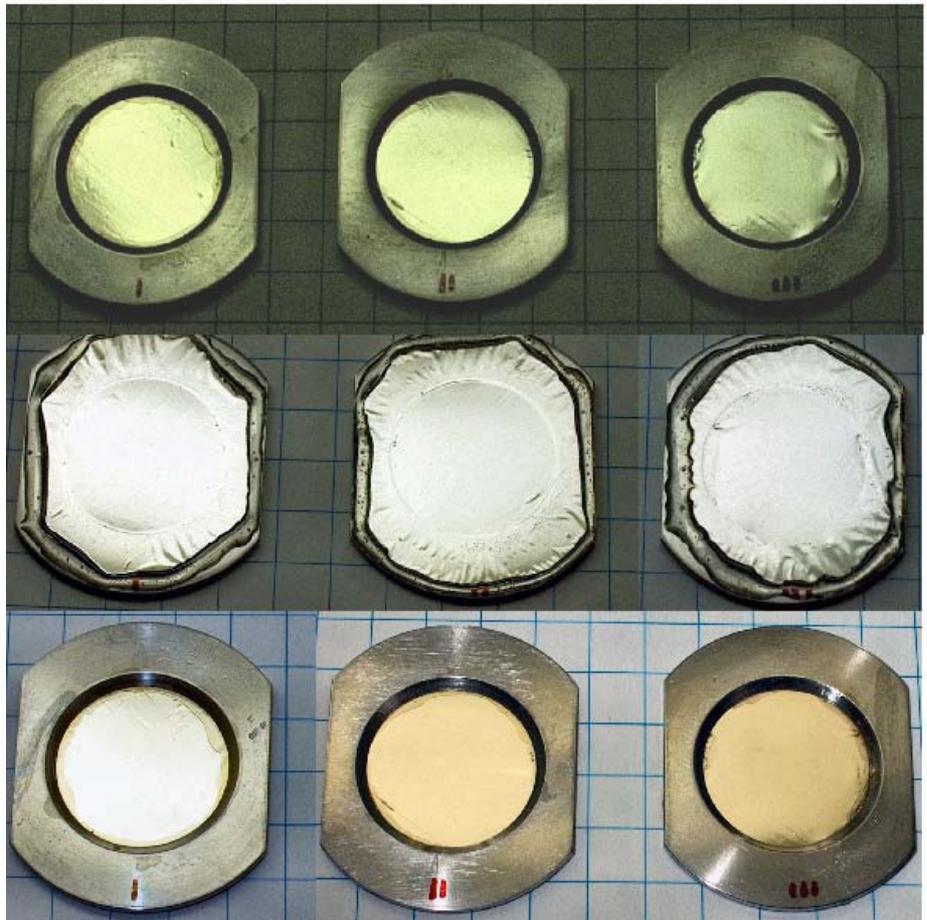
Le film de nickel, encore mouillé après dissolution du substrat et rinçage, est tendu sur le support en inox puis séché à l'air. Pour prévenir un re-décollage complet, les bords sont collés avec une colle époxy avant expédition à Lyon. Cette précaution est suffisante pour maintenir le film en place mais n'empêche pas le décolllement du film de nickel de son support. En effet au déballage à Lyon les cristaux étaient décollés et n'étaient plus tendus.

La partie auto-portante a été re-tendue par l'arrière au verni « General Electric » visible sur les photos ci-contre.

*Nickel re-tendu à l'IPN Lyon*



Ci-dessus les cristaux de Nickel, épaisseur 2 $\mu$ m, au déballage.  
En-dessous les mêmes cristaux retendus. 24/10/02 R.K. IPN Lyon



**Dispersion angulaire optique :** Avec un impact laser d'environ 3 mm de diamètre, les mesures optiques de dispersion angulaire donnent une estimation de 5' pour la partie intense du faisceau et environ 12' si on inclut le halo latéral.

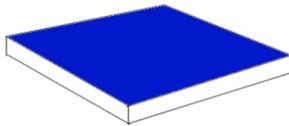
## 5.4 Vanadium

(V 20 000 Ångströms + Mo 2 000 Ångströms sur support inox) - **Orientation** : plan (110) le long du méplat.

### Cristaux épitaxiaux de vanadium



Plaquettes 2,5 mm 2  
épaisseur 1 mm



Pb : libérer le Vanadium de son substrat d'épithaxie pour montage autoportant sur un anneau en inox

sur le mono-cristal de 20000 Ångströms de vanadium. Il semble que cette configuration en « bi-lame » conservant présente dans l'échantillon toutes les contraintes de l'interface V/Mo soit à l'origine de l'aspect « peau d'orange » du film autoportant. Avant séparation du substrat de MgO celui-ci présentait, en effet, une surface parfaitement lisse comme un miroir.

Une grande difficulté est apparue dans la séparation des couches Mo-V de leur substrat de croissance en MgO mono-cristallin. Le procédé de dissolution acide du substrat mono-cristallin de MgO, utilisé pour les autres épithaxies de métaux réfractaires (W, Ta...), détruit totalement la couche de vanadium. Ce n'est que le 24 février 2003 que le laboratoire d'Aarhus a pu nous annoncer qu'il avait trouvé une solution au problème de la séparation du cristal de vanadium-molybdène (bicouche Mo-V) de son substrat de MgO : une procédure permettant de dissoudre le MgO sans endommager le Vanadium (sans couche protectrice pour le V). Les détails de ce procédé sont tenus confidentiels à ce jour.

Cette solution laisse cependant la couche de croissance intermédiaire de 2000 Ångströms Mo



*Cristaux vanadium I et vanadium II avant re-tension .*

*Les photos ci-contre montrent la face coté molybdène.*

*Les cristaux de vanadium re-tendus conservent le même état de surface en*

*« peau d'orange »*

A cause de la dispersion angulaire du réseau cristallin dans cette structure de surface en peau d'orange les cristaux de vanadium ont été de toute évidence inutilisables pour l'expérience envisagée et ne sont pas facturés par le fournisseur.

**Dispersion angulaire optique** : Les mesures optiques de dispersion angulaire donnent un estimation de cette dispersion  $> 2^\circ$  sur un impact laser d'environ 3 mm de diamètre !

## 5.5 Germanium

(Ge 20 000 Ångströms sur substrat Silicium) - **Orientation** : plan ( ) le long du méplat.

Cristaux épitaxiaux de germanium sur silicium. La croissance par MBE (Molecular Beam Epitaxy) est une technique utilisée pour la fabrication de composant électroniques. La couche épitaxiale de germanium n'a pas été soumise au recuit habituellement pratiqué après croissance pour une destination électronique. Dans cette destination le germanium reste toujours sur le substrat de silicium. Dans notre cas où la partie centrale du substrat est éliminée chimiquement (électrolyte ?) sur un diamètre de 15 mm, le recuit après croissance ne laisserait pas le film de germanium tendu dans la partie auto-portante. Les contraintes résiduelles de la couche épitaxiale en l'absence de recuit sont favorables à la tension « naturelle » du cristal de germanium autoportant.

Le substrat de silicium qui reste autour de la zone amincie sert de support au germanium, sa forme extérieure est identique aux support en acier inoxydables des cristaux de nickel et de

## 6 Orientation

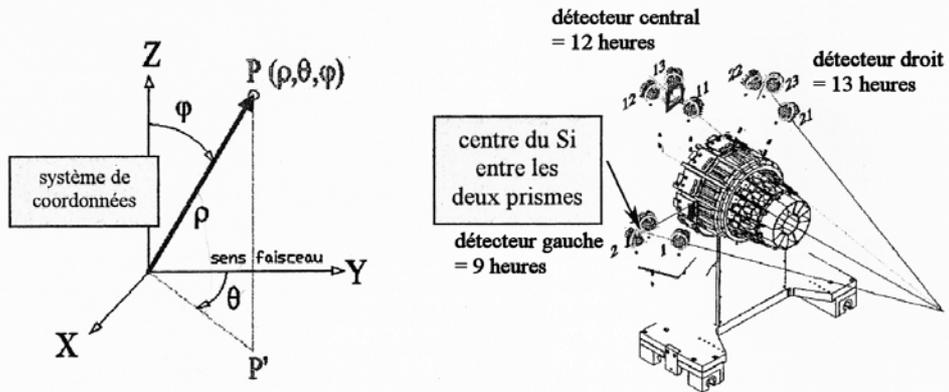
### 6.1 Positions relatives cristal / détecteurs de position Si

Mesures de

R. Beunard le 30 mai 2003

#### Expérience E416 - Morjean D5

#### Position géométrique du centre des Si



Objet	Rayon mm  $\rho$	Réf: axe faisceau théorique  Angle thêta degré décimal (sens horaire)  $\theta$	Réf: axe faisceau théorique  Angle phi degré décimal  $\phi$	tilt support  syst xyz // à la plaque support  Y = direction gonio /Si	Aligné le:
goniomètre y = -4.0 mm PAR à la cible	0				
détecteur gauche centre Si	1 003.3 ✓	(RK 20,318 Nominal) -19.93 ✓	(90 Nominal) 90.03 ✓	Ry = 0° Rx = 0° ± 0.02°	23/05/03
détecteur central centre Si	1 224.0 ✓	(RK 78,5 Nominal) +0.00 ✓	(78.56 Nominal) 78.56 ✓	Ry = 0° Rx = + 11.42° ± 0.02°	
détecteur droite centre Si	1 003.6 ✓	(RK 10,49° Nominal) +10.26 ✓	(72,22 Nominal) 72.84 ✓	non mesurable	

**Nota:**

- Incertitude sur rho : +/- 0.25 mm
- Incertitude sur theta et phi: +/- 0.02 °

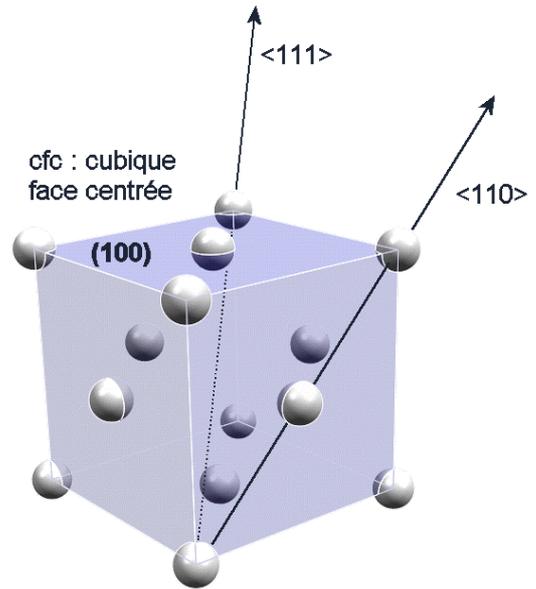
R.B.

E416\_Morjean\_D5.doc

## 6.2 Orientation

Les cristaux montés sur leur support présente leur face d'épitaxie (100) en surface. Aux erreurs et incertitudes de montage près, l'axe de rotation de « tourne », la normale à la surface et une direction  $\langle 100 \rangle$  sont alors confondus.

Si on connaît l'angle d'un plan (100) avec le plan horizontal (mouvement « tourne »), il sera possible de calculer l'angle « pivote » et l'angle « bascule » du goniomètre pour diriger la direction cristalline  $\langle 110 \rangle$  dans le détecteur à 13 heure (voir page précédente) et la direction cristalline  $\langle 111 \rangle$  dans le détecteur 9 heures (voir page précédente et page suivante l'image « Projection CAO dans la direction du faisceau »)



### Orientation complète d'un nouveau cristal

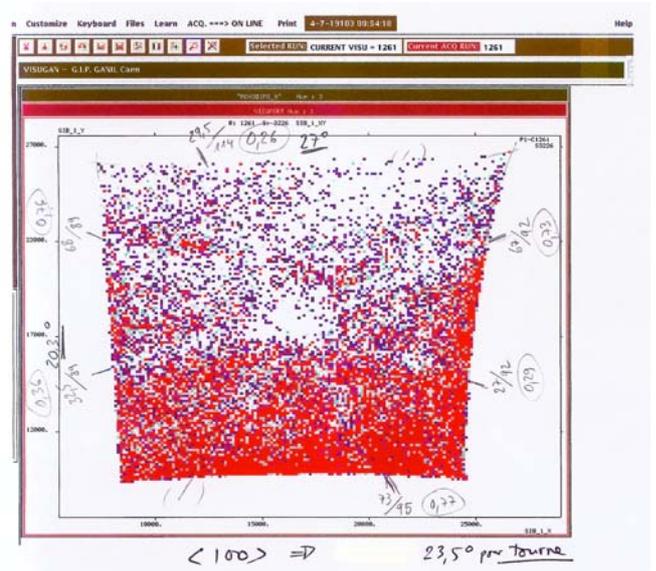
L'orientation complète d'un nouveau cristal, positionné dans le faisceau en X et Y, est possible en quelques étapes :

1. Axe  $\langle 100 \rangle$  à 12 heures
2. Ajustement de l'angle « tourne »
3. Axe  $\langle 110 \rangle$  à 12 heures
4. Axe  $\langle 110 \rangle$  à 13 heures

- **Axe  $\langle 100 \rangle$  à 12 heures** : On dirige l'axe  $\langle 100 \rangle$ , c'est à dire la normale à la cible, dans le détecteur central à 12 heures (arrosé par la diffusion élastique) en basculant à la valeur nominale vers le haut (complément à  $90^\circ$  de la référence de R. Beunard =  $78,56^\circ$ ), les autres angles étant à zéro :

- **Bascule** =  $11,44^\circ$
- **Pivote** =  $0^\circ$
- **Tourne** =  $0^\circ$

- En ajustant les mouvements « bascule » et « pivote » autour de cette région angulaire on peut diriger la figure de blocage au centre du détecteur de diffusion élastique à 12 heures L'écart des positions par rapport aux valeurs théoriques fourni les corrections de zéro « **correction Bascule** » et « **correction Pivote** » pour les mouvements « Bascule » et « pivote ».

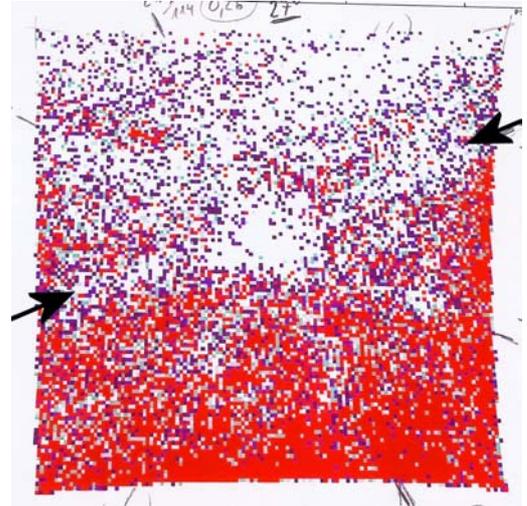


*figure de blocage de l'écran d'acquisition en ligne,*

*distorsions non corrigées*

Ces écarts sont en fait les mesures cumulées des défauts de montage du cristal sur le support, du support sur le goniomètre et des défauts de zéro du goniomètre lui-même.

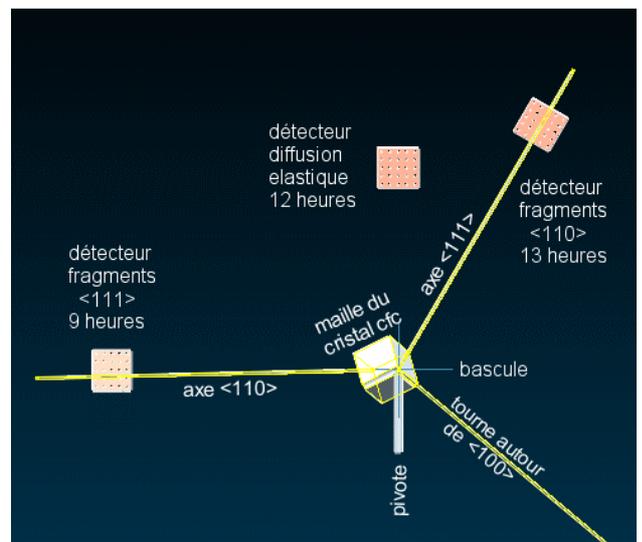
- **Ajustement de l'angle « tourne »** : La figure de blocage élastique sur le détecteur permet de mesurer « angle Tourne réel » : la direction réelle du plan (100) par rapport à une trace horizontale (le coté inférieur du détecteur). Le mouvement « tourne » qui, aux défauts de montage près, est une rotation de la cible autour de la normale à sa surface permet de modifier éventuellement cet angle. Si on veut par la suite diriger simultanément les deux axes cristallins  $\langle 110 \rangle$  et  $\langle 111 \rangle$  respectivement dans les détecteurs de fragments de fission « 13 heures » et « 9 heures », l'angle « Tourne réel » doit être égal à la valeur nominale de  $28^\circ$ .



- La valeur de l'angle « Tourne réel » permet de calculer les valeurs nominales de « pivote » et « bascule » pour diriger les deux axes dans les deux détecteurs simultanément. Avec les positions réelles de la cible et des détecteurs, le double alignement est obtenu pour les valeurs théoriques suivantes :
  - **Pivote** =  $31,0^\circ$
  - **Bascule** =  $-22,8^\circ$
  - **Tourne** =  $28^\circ$

Cependant, pour un cristal réel, ces valeurs nominales sont à corriger par les « correction Bascule » et « correction Pivote » du cristal réel mesurées préalablement.

Pour une valeur de « tourne » fixée, les valeurs théoriques « pivote », « bascule », sont calculées par simulation de la géométrie réelle des détecteurs entrées dans le logiciel de CAO SolidEdge V9 dont l'assemblage reproduit le cristal, les axes de rotations du goniomètre et les positions des détecteurs



*Projection CAO dans la direction du faisceau ( plus ajout de texte)*

- **Axe <110> à 12 heures** : Il est judicieux de mettre à profit les fort taux de comptage de la diffusion élastique dans le détecteurs à 12 heures pour deux raisons.

**1- Qualité du cristal** : d'une part la statistique élevée permet de mesurer rapidement la qualité du cristal par la profondeur de son creux de blocage,

**2- Ajustement sur « pivote » et « bascule »** : d'autre part il est prudent d'ajuster précisément « pivote » et « bascule » pour amener l'axe <110> dans le centre du détecteur à 12 heures. Les valeurs calculées sont en effet dépendantes de l'angle « tourne ». Or la précision de cette mesure n'est que de l'ordre de  $\pm 2^\circ$ . Si tourne est différent de  $28^\circ$  on ne pourra pas atteindre le double alignement.

- **Axe <110> à 13 heures** : Les mouvements nécessaires sur « pivote » et « bascule » pour déplacer l'axe <110> du détecteur 12 heures vers le détecteur 13 heures sont indépendants de la valeur de « tourne ». Si l'axe <110> a été correctement repéré à 12 heures avec une statistique confortable, il suffit alors d'appliquer les delta angulaires suivants pour observer la trace de cet axe dans le détecteur à 13 heures :

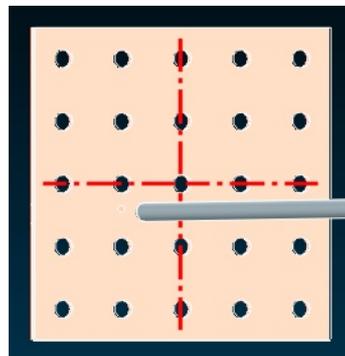
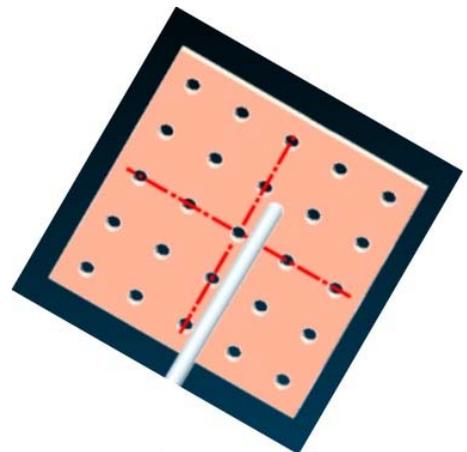
- **Delta pivote** = +  $10,7^\circ$
- **Delta bascule** = +  $5,9^\circ$

Toutefois, le faible taux de comptage des fragments de fission qui arrosent ce détecteur ne permettra pas de repérer la figure de blocage immédiatement. Un ajustement final de la position de la figure sera peut-être nécessaire pour être dans une zone propre du détecteur.

- **Double alignement** : Sur les détails agrandis ci-contre des détecteurs de fragments « 9 heures » et « 13 heures » ( $50 \times 50 \text{ mm}^2$ ) on voit la trace des axes cristallins <111> et <110> respectivement ainsi que leur position sur les détecteurs (les trous dans les modèles de détecteurs de 10 mm en 10 mm ne servent que de repères !).

La position réelle d'implantation des détecteurs est telle que l'angle entre les centres des détecteurs vus à partir de l'impact est légèrement inférieur à  $35,26^\circ$ , angle entre les axes cristallin <110> et <111> d'un cristal à maille cubique. Ce léger défaut angulaire d'environ  $0,8^\circ$  résulte des erreurs d'implantation des détecteurs et du fait que l'impact sur le cristal n'est pas au centre nominal de la cible d'INDRA mais est décalé vers l'amont de 4 mm augmentant les distances aux détecteurs.

**ATTENTION** : Une valeur « tourne » différente de  $28^\circ$  ne permet plus de diriger les deux axes cristallins simultanément dans les deux



détecteurs. Pour diriger un axe particulier dans un des trois détecteurs, les valeurs « pivote » et « bascule » sont alors à recalculer pour cette valeur particulière de « tourne ». Plus généralement  
 2 rotations sont nécessaires pour diriger 1 direction cristalline dans 1 détecteur,  
 3 rotations sont nécessaires pour diriger simultanément 2 directions cristallines  
 données dans 2 détecteurs, encore faut-il que l'angle relatif entre les 2 détecteurs  
 (angle détecteur1 / impact sur le cristal / détecteur2) corresponde à l'angle entre les  
 2 directions cristallines choisies

### 6.3 Positionnement fin des images de blocage

#### 6.3.1 Hiérarchie des mouvements :

- « tourne » entraîne le cristal autour de sa normale au centre
- « bascule » entraîne « tourne » et le cristal
- « pivote » entraîne « bascule », « tourne » et le cristal

Les images de blocage sur les détecteurs de fragments se déplacent sur les détecteurs avec les mouvements angulaires du goniomètre. La sensibilité des images de blocage aux mouvements angulaires du cristal, c'est à dire les déplacement des impacts des axes cristallins sur les détecteurs en fonction des variations angulaires du goniomètre dépendent des directions relatives des différents axes mécaniques de rotation de leur hiérarchie (qui entraîne quoi), des direction vers les des détecteurs et de leur éloignement (1003 mm pour les détecteurs de fragments à 9 heures et 13 heures et 1224 mm pour le détecteur de diffusion élastique à 12 heures).

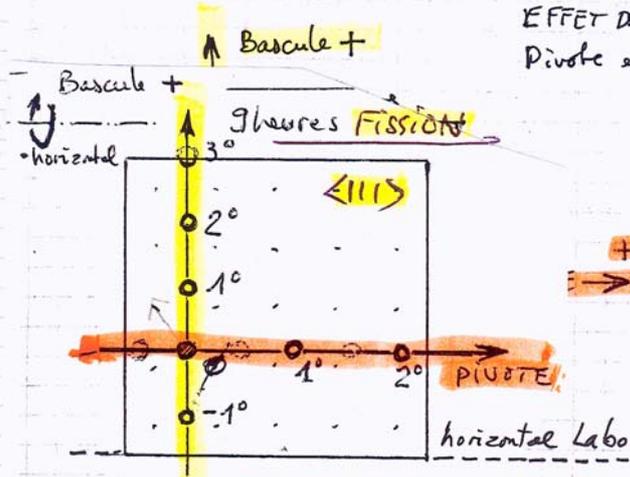
#### 6.3.2 Sensibilité en mm sur les détecteurs / degré goniomètre:

	mm /° pivote	mm /° bascule	mm /° tourne
Détecteur « fragments » 9 heures	<111> 17,5 mm/°	<111> 11,0 mm/°	<111> 14,4 mm/°
Détecteur « élastique » 12 heures	<100> 17,5 mm/°	<100> 17,5 mm/°	Angle reel : 1° / 1°
Détecteur « fragments » 13 heures	<110> 17,5 mm/°	<110> 17,5 mm/°	<110> 12,4 mm/°

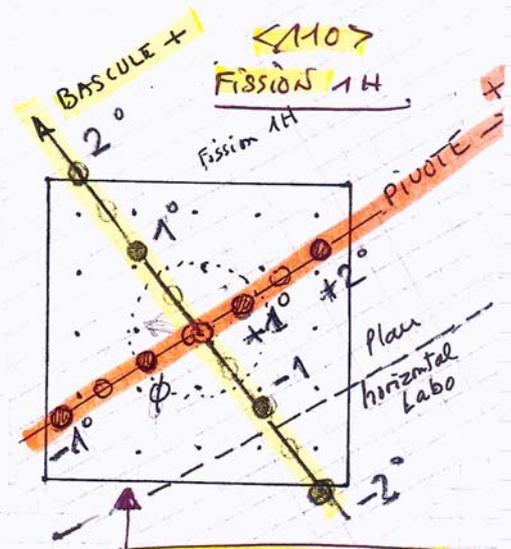
La copie de la page 94 du cahier d'expérience R.K. donne les directions de déplacement de la figure de blocage et leurs amplitudes ci-dessus dans le référentiel des détecteurs de position :

Samedi 21/6/3

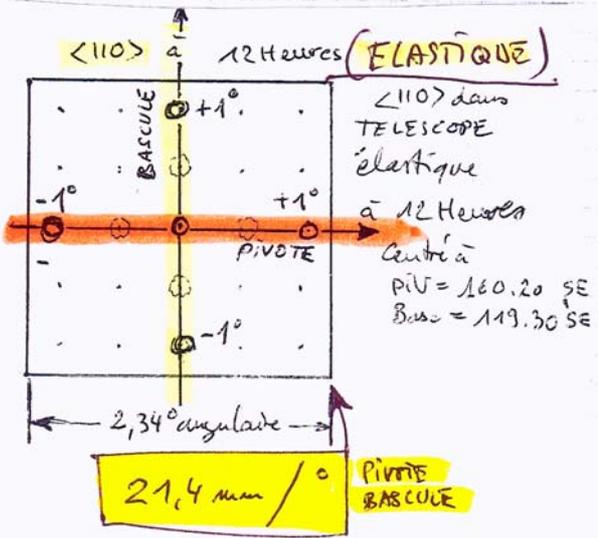
EFFET DANS LES DETECTEURS DE FISSION de Pivote et Bascule :



20.H 15  
 17,5 mm / ° PIVOTE  
 11 mm / ° BASCULE



17,5 mm / ° PIVOTE BASCULE



21,4 mm / ° PIVOTE BASCULE

## 6.4 Positions remarquables du goniomètre

(RK 04/07/03 GANIL)

**Pivote** sens + : déplace la trace de l'axe cristallin sur le détecteur vers la DROITE  
**Bascule** sens + : déplace la trace de l'axe cristallin sur le détecteur vers le HAUT  
**Tourne** sens + : fait tourner les traces des plans cristallins sur les détecteur autour de <100> dans le sens trigonométrique (inverse des aiguilles de la montre, détecteur vu avec le faisceau dans le dos)

**X** (translate) sens + : déplace la cible vers la gauche, faisceau dans le dos  
 (l'impact sur la cible se déplace vers la droite)

**Y** (monte) sens + : déplace la cible vers le haut, faisceau dans le dos  
 (l'impact sur la cible sera plus bas)

### Scan faisceau en X (horizontal)

<i>position</i>	<i>nominale</i>	<i>optimisée</i>	<i>unité</i>
X (translate)	de -10 à 9	-	mm
X faisceau nominal à	0	+ 1.2	mm
Y fixe	680	-	mm

### Scan faisceau en Y (vertical)

<i>position</i>	<i>nominale</i>	<i>optimisée</i>	<i>unité</i>
X fixe	0	-	mm
Y (monte)	660 à 673	-	mm
Y faisceau nominal à	667.5	+ 666.4	mm

### faisceau dans le trou diamètre 3 mm

<i>position</i>	<i>nominale</i>	<i>optimisée</i>	<i>unité</i>
X (translate)	0	+ 1.2	mm
Y (monte)	690.7	+689.7	mm

### CIBLE dans le faisceau

<i>position</i>	<i>nominale</i>	<i>optimisée</i>	<i>unité</i>
X (translate)	0	+ 1.2	mm
Y (monte)	715.9	715	mm

**Passage libre pour le faisceau SANS EXTRACTION COMPLETE du gonio**

ATTENTION : mettre pivote, bascule et X à zéro avant d'aller à Y = 660

<i>position</i>	<i>nominale</i>	<i>optimisée</i>	<i>unité</i>
pivote	0	-	deg
bascule	0	-	deg
X (translate)	0	-	mm
Y (monte)	660	-	mm

**6.4.1 Exemple de positionnement angulaire : Ni III 3/7/2003**

(aide mémoire positions Ni III.doc)

**<100> (normal au cristal) dans TELESCOPE 12h (<100> élastique)**

centre cristal : X = +1.5 Y = +715 après profils faisceau 3/7/2003

<i>position</i>	<i>nominale</i>	<i>optimisée</i>	<i>Correction à faire</i>
pivote	0	-1.2	-1.2deg
bascule	+ 11.5	8	- 3.5deg
Tourne (ref à 23.5°)	indifférent	0	deg

**<110> dans ELASTIQUE 12h**

<i>position</i>	<i>nominale</i>	<i>correction</i>	<i>estimée</i>	<i>optimisée élast.</i>
pivote	13.60	-1.2 deg	+ 12.4	+ 15.3
bascule	- 31.6	- 3.5deg	- 35.1	- 36.8
tourne	23.5 +/- 2 mesuré	0 deg	0 affiché	0 affiché

**<110> dans FISSION 13h**

<i>position</i>	<i>nominale</i>	<i>Delta / élastique</i>	<i>Estimée / élastique</i>	<i>Optimisée fission</i>
pivote	27.4 - 1.2 = 26.2	+ 10.7 deg	+ 15.3 + 10.7	+ 26.0
bascule	-24.7-3.5 = -28.2	+ 5.9deg	- 36.8 + 5.9	- 30.9
tourne	23.5 +/- 2 mesuré	0 deg	0 affiché	0 affiché

**Double alignement****<110> dans TELESCOPE fission 1h et <111> dans TELESCOPE fission 9h**

X = +1.2 Y = +715.0 (centré) ou autres impacts

<i>position</i>	<i>nominale</i>	<i>optimisée</i>	<i>unité</i>
pivote	31,0°		deg
bascule	-22,8°	+ correction Bascule	deg
tourne (ref à 28°)	28°	+ correction Pivote	deg

## 7 Bilan et propositions

### Généralités

Comme pour l'électronique et le logiciel, de nombreux aspects mécaniques n'ont pu être testés ou validés avant l'installation définitive sur le site à GANIL. Dans l'impossibilité de décaler la période de faisceau sans remettre en cause le calendrier des expériences à plus long terme, l'équipe de physique avait été avertie des risques de mauvais fonctionnement ou de fonctionnalités non disponibles en cas de problèmes apparaissant à la dernière minute lors du montage en grandeur réelle suivi d'une utilisation immédiate pour la physique sans période d'essai sur place.

Malgré cette épée de Damoclès, les sécurités couplées à l'automate d'INDRA étaient opérationnelles, le logiciel de télécommande a fonctionné normalement en mettant en évidence des imperfections de présentation et d'ergonomie. L'électronique de puissance de la motorisation pas à pas s'est comportée comme prévue et la mécanique a fonctionné correctement pendant une dizaine de jours sous faisceau avec le mouvement « tourne » non fiable mais très peu utilisé.

### SAS, défaut de conception :

Le SAS de changement de cible n'est pas conçu pour permettre l'utilisation complète du mouvement de translation lorsque le goniomètre est en position de travail centré sur le mouvement « translate ». la marge de manœuvre vers la droite n'est que de 8 mm alors que le mouvement est prévu pour déplacer les impacts du faisceau sur +/- 12,5 mm à partir de la position centrée !

**Solution** : Redessiner et ré-usiner un nouveau SAS.

*Photo : le passage libre entre la tige verticale et le SAS de changement de cible n'est que de 8 mm pour un mouvement nominal de 12,5 mm*



### Limitation de l'ajustement de la mécanique sous le SAS

Le mouvement le plus important en poids et en encombrement et qui porte tout le système goniométrique est la table de translation verticale Schneeberger de course 735 mm. Elle est suspendue à la bride de raccordement entre le SAS et l'enceinte à vide cylindrique contenant la mécanique. La fixation et le réglage en position se fait par 4 vis sur la partie verticale d'une équerre. Cette fixation permet de jouer avec 4 cales de montage pour ajuster la position longitudinale de la cible dans INDRA.

- L'épaisseur des cales définit le décalage longitudinal
- Deux cales supérieures et deux cales inférieures d'épaisseur différentes permettent de modifier l'angle d'entrée dans INDRA dans le plan vertical passant par le faisceau. Nous avons utilisé le maximum de l'amplitude de

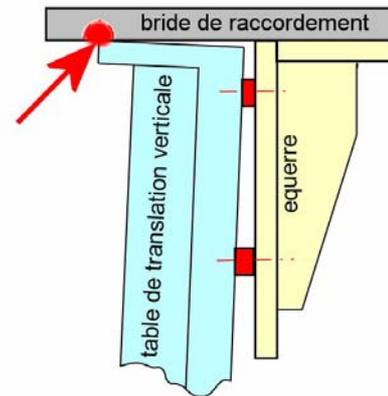
réglage possible sur la différence d'épaisseur des cales hautes et basses.

La table de translation verticale Schneeberger est en butée contre la bride de raccordement entre le SAS et l'enceinte à vide sans possibilité de réglage supplémentaire du décalage amont de 4 mm de la cible (nous aurions préféré 5 mm)

- Le jeu dans les trous de fixation permet de modifier, avant serrage définitif des vis, l'angle d'entrée dans INDRA dans le plan vertical perpendiculaire au faisceau. Cette possibilité est également très utile, en jouant sur cet angle, pour ajuster l'entrée de la tête du goniomètre dans le passage le plus étroit des couronnes 12 et 13 d'INDRA en étant dans le milieu de la course (position nominale centrée) du déplacement latéral.

Nous avons exploité cette possibilité pour rattraper le défaut de conception du SAS ci-dessus, qui nous empêchait d'exploiter toute la plage de réglage latéral (+12.5 à -8 mm au lieu de +/- 12.5 mm)

**Solution** : Il est sans doute possible (la course de la table le permet) de positionner la table verticale un peu plus bas en décalant de 5 mm les trous de fixation dans l'équerre de fixation. On obtient ainsi un espace de réglage supplémentaire entre la table et la bride de raccordement du SAS et l'enceinte à vide, ce qui entraîne plus d'amplitude de réglage. Voir aussi l'étude du nouveau SAS proposé ci-dessus pour autoriser la course latérale complète



### Tête de goniomètre : poulies de commande « Bascule » et « tourne »

Ces poulies de commande de diamètre 6 et 7 mm ont des gorges de largeur 1 mm pour enrouler le câble de transmission.

Les caractéristiques des câbles de transmission utilisés :

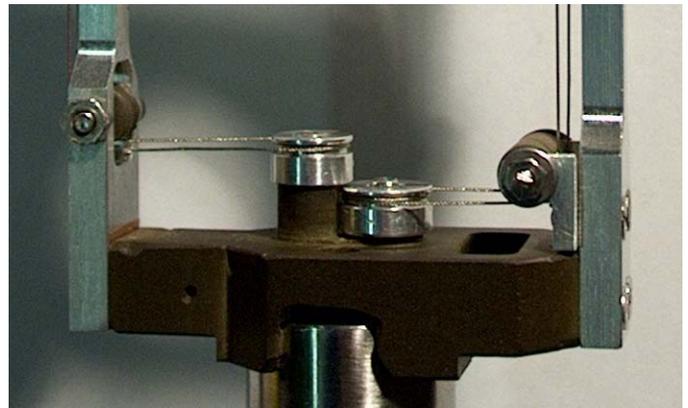
Fournisseur : Société CARL STAHL  
 Type : Acier inoxydable 1.4401  
 Construction : 7 x 7  
 Nombre de torons : 7  
 Nombre de brins par toron : 7  
 Diamètre extérieur : 0,27 mm  
 Résistance à la traction : 59 N  
 minimum



En faisant 2,5 tours avec le câble de diamètre 0,27 mm on remplit déjà la gorge. Lorsqu'il est nécessaire de faire plus d'un tour sur la poulie de commande pour obtenir la plage de mouvement (sur « tourne » rapport 5/1),

cela nécessite une largeur d'enroulement du câble suffisante pour ne pas coincer le câble dans la gorge. C'est ce qui se produisait avec les poulies actuelles.

**Solution** : refaire les poulies avec des gorges de câble beaucoup plus larges : 2 mm pour bascule, 5 mm pour « tourne ».



### Tête de goniomètre : mouvement « tourne » non fiable

Le chemin de câble pour le mouvement « tourne » fait passer le câble « aller » et le câble « retour » par le même passage, ce qui conduit à une friction trop élevée. Le chemin du câble de commande du mouvement « tourne » est à revoir entièrement de manière à ne plus faire passer deux câbles par le même trou de guidage et ne plus appliquer d'effort radial sur la cible

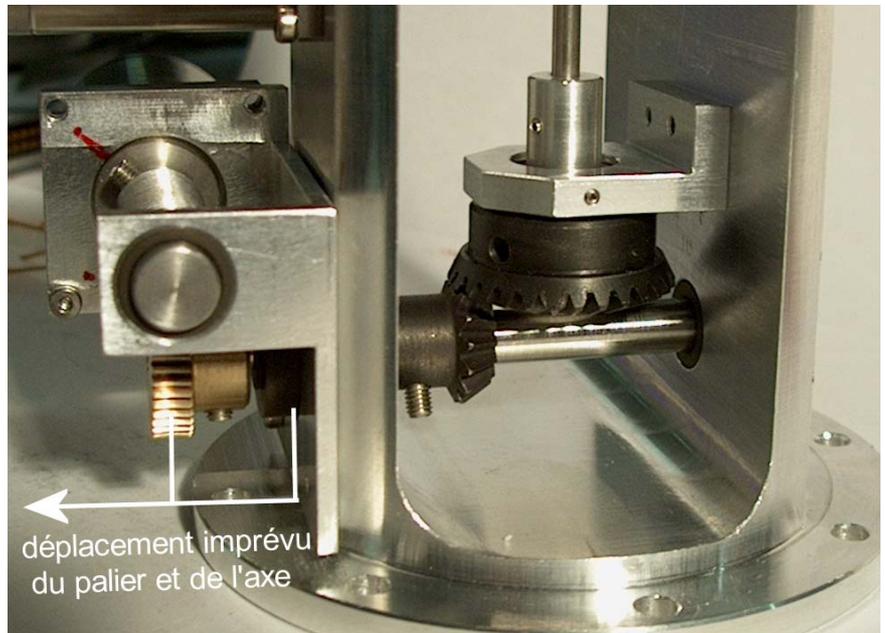
**Solution** : La tête du goniomètre doit être étudiée à nouveau de manière à séparer les chemins « aller » et « retour » et d'avoir une arrivée et un départ tangentiels à la poulie de diamètre 30 mm du mouvement « tourne ».

Cela nécessite non seulement de redessiner cette partie de la tête goniométrique mais aussi de faire les essais de validation, les mesure de sensibilité, de résolution, de reproductibilité et du jeu du mouvement « tourne ».

Voir aussi, pour ce mouvement, la mis en place de la réduction « roue - vis sans fin » du coté du moteur.

### Tête de goniomètre : blocage de la motorisation « bascule » en fin d'expérience :

Un blocage définitif du mouvement « bascule », deux jours avant la fin de cette période de faisceau, nous a conduit à utiliser ce temps de faisceau pour acquérir des données complémentaires en utilisant des cibles de différentes masses atomiques sans orientation cristalline particulière. Le blocage du mouvement « bascule » en fin d'expérience est du au montage en urgence d'une démultiplication



supplémentaire par roue et vis sans fin. Au démontage, il s'est avéré q'un renvoi d'angle par roue et vis sans fin (démultiplication supplémentaire réalisée en urgence) n'a pas été testé suffisamment pour révéler que les paliers de l'axe supportant la roue du couple roue-vis n'étaient pas montés avec un ajustement serré ; n'étant donc pas bloquée longitudinalement, sous les efforts de fonctionnement, la roue avec son axe a fini pas se déplacer longitudinalement. La vis n'étant plus en face de la gorge de la roue, le système s'est bloqué.

**Solution** : Refaire le renvoi d'angle « roue – vis sans fin » supprimer le renvoi à 90° avec la réduction 1/2 , mettre le renvoi « roue - vis sans fin » à la place. En modifiant la conception il faudra immobiliser longitudinalement l'axe portant la roue afin que le positionnement relatif précis entre la roue et sa vis sans fin ne puisse pas se dérégler. Valider par les essais de fonctionnement et la mesure de la sensibilité de la résolution de la reproductibilité et du jeu du mouvement « bascule ».

**Tête de goniomètre : Haute tension**

Revoir l'isolation des tiges de transmission des mouvements « bascule » et « tourne » dont certains isolants ont glissé et ne remplissaient plus leur fonction.

**Solution** : Refaire un isolation fiable. Peut-être faudra-t-il modifier les manchons de raccordement entre les tronçons de tiges.

**Vide, fuite sur une soudure :**

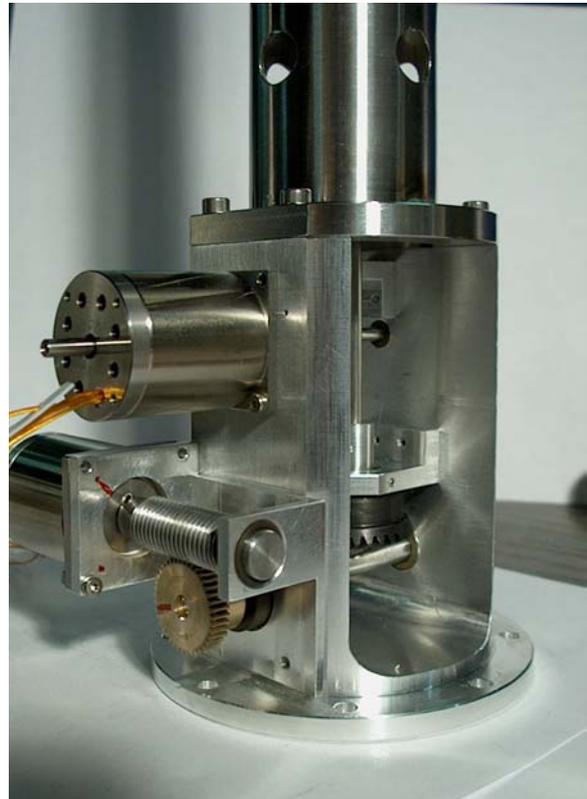
Nous avons mis en évidence une fuite importante sur un des raccords de bride ISO F DN160 de l'enceinte pour la mécanique sous vide. Le cordon de soudure a été réalisé à l'intérieur de l'enceinte dans des conditions acrobatiques de soudure à main levée. Une soudure par l'extérieure eut été plus sûre. Elle a été neutralisée provisoirement sur place avec du « mastic à vide ».

**Solution** : Rapatrier l'enceinte à Lyon, refaire la soudure et tester l'étanchéité. Il serait bon que la chaudronnerie puisse effectuer des test de vide élevé sur les enceintes réalisées afin de garantir leur étanchéité à la livraison et assure le nettoyage des pièces adapté à leur utilisation avant livraison.

**Résolution angulaire**

Pour tenir compte du fonctionnement des moteurs en pas entiers imposé par le fonctionnement particulier de l'électronique la résolution angulaire nominale n'était disponible que sur les mouvement angulaires « pivote » et « bascule » car la démultiplication supplémentaire réalisée en urgence n'a pu être montée que sur le mouvement « bascule » : ni les pièces nécessaires ni le temps n'étaient disponibles pour monter et tester cette modification sur le mouvement « tourne » avant le début de la période de faisceau.

**Solution** : Installer la réduction « roue – vis sans fin » sur le moteur du mouvement « tourne », tester son fonctionnement. (voir aussi la nouvelle conception du chemin de câble pour le mouvement « tourne » dans la rubrique « Tête de goniomètre : mouvement tourne non fiable »).



*Roue et vis du mouvement « Bascule »*

**Boîtier de sécurité, relais pour automate INDRA**

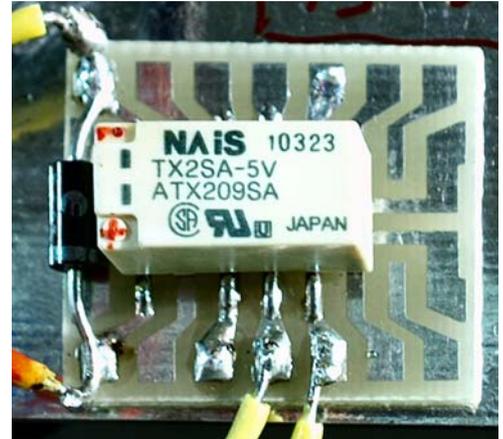
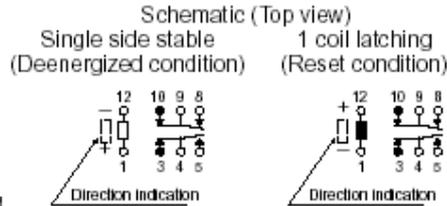
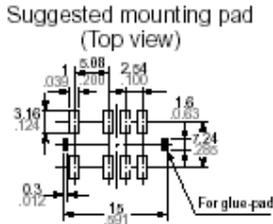
L'automate d'INDRA reconnais les états logique par des contacts ouverts ou fermés testés par les signaux propre à l'automate. Il est donc nécessaire d'utiliser un relais puisque les sorties logiques 0/5V TTL de ESP7000 ne sont pas utilisables directement Pour actionner un relais de commutation directement à partir des sorties auxiliaires SubD50 Digital I/O de ESP7000,

Surface-mount terminal  
SA type



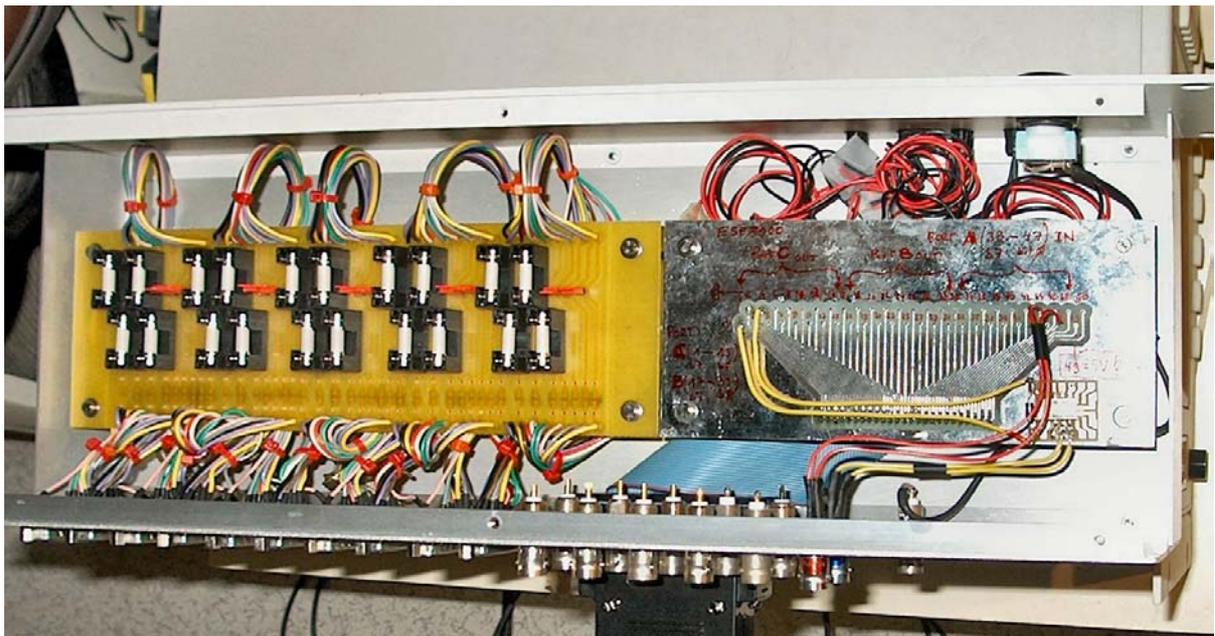
nous utilisons un relais faible consommation NAIS équipé d'une diode de protection contre les surtensions de commutation :

Marque : NAIS Type : TX2SA-5V  
 « single side stable »  
 Tension de commande : 5V  
 Courant de commande : 28 mA +/- 10%



Logique INDRA :

Relais ouvert = câble débranché = fils coupés = action (fermeture de la vanne) interdite.  
 Fonctionne parfaitement sur les sorties Digital I/O de ESP7000.



**Boîtier de sécurité, signaux de puissance**

Le passage des signaux de puissance par les fusibles dans le boîtier de sécurité n'a pas pu être mis en service car cela perturbait le décodage des signaux des codeurs du mouvement « pivote » dont l'affichage sur ESP7000 devenait erratique. Dans les câbles « Microcontrôle » les fils de puissance et les fils de signaux logiques sont transmis, à l'intérieur du câble dans deux gaines de masse différentes pour éviter la diaphonie entre ces deux types de signaux. Il sera sans doute nécessaire de séparer les signaux de puissance des signaux logiques (retour des codeurs et butées de fin de course).

**Solution** : Nous suggérons de continuer à transporter les signaux de puissance et les signaux logiques dans le boîtier de sécurité par des chemins nettement

séparés avec deux blindages spécifiques séparés. Cela nécessitera peut-être de modifier le routage de la carte de câblage et de la refaire.

### **Câble d'entrée-sortie auxiliaire SubD50 Digital I/O :**

Seules quatre broches indispensables au fonctionnement et à la sécurité ont été câblées , à savoir :

- deux fils pour lire l'état de la vanne d'INDRA ouverte pour autoriser l'introduction du goniomètre dans INDRA
- deux fils pour signaler à l'automate d'INDRA la possibilité de fermeture de la vanne lorsque le goniomètre est dans le SAS par l'état du relais basse tension du boîtier de sécurité. Ce relais monté dans le boîtier est piloté par une des sorties 5V programmable de ESP7000.

**Solution** : Un câble SubD complet de 50 conducteurs permettrait de signaler d'autres états logiques et d'utiliser les autres bits des entrées/sorties logiques de ESP7000 (configurables en entrée ou en sortie en 3 blocs de 16 bits) pour signaler par les par les LED en façade de BS l'état de la vanne INDRA, le goniomètre dans le SAS de transmettre le contact d'arrêt d'Urgence sur le boîtier de sécurité etc.

### **Cristaux vanadium**

Il est peut-être possible de trouver un procédé pour dissoudre les 2 000 Ångströms de molybdène (Mo) en préservant les 20 000 Ångströms de V, mais il n'est pas certain que cela soit possible sur les films déjà collés sur un support en acier inoxydable. Cette couche de Mo est nécessaire pour la croissance épitaxiale du V et aucune étude approfondie n'a été conduite à Aarhus ou à Lyon pour enlever Mo, et par là même les tensions présentes à l'interface V/Mo, redonnant probablement son aspect lisse au film de V autoportant.

**Pas de solution à ce jour !**

### **Documentation mécanique de sauvegarde**

Fournir à l'utilisateur final un CD avec les copies des fichiers CAO sous différents formats utilisables par de demandeur dans divers environnements :

- .ps : postscript pour dessins de détails des pièces,
- .stp : STEP pour lecture des pièces et assemblages en CAO sans CATIA,
- .wrl :3D WRML pour visualisation par navigateur WEB,
- etc.

La solution de Gestion de documents Techniques choisi par l'IN2P3, l'Engineering Data Management System (EDMS) développé par le Cern devrait apporter une définitive à ces problèmes

### **Logiciel existant**

Le logiciel a été développé par R. Kirsch dans l'environnement Borland Delphi 5 (Pascal orienté objet) pour la simple raison que c'était l'environnement habituel qu'il connaissait le mieux et dans lequel il est plus productif que dans l'environnement LabView par exemple.

Voir [4.1 Manuel d'utilisation simplifié du programme de contrôle du goniomètre.](#) Ce logiciel permet de piloter les cinq mouvements du goniomètre par la liaison série à travers l'électronique ESP7000 (Newport Universal Motion Controller/Driver).

- Il interdit l'introduction du goniomètre lorsque la vanne INDRA est fermée.

- Il interdit l'introduction du goniomètre si la cible auxiliaire est en place.
- Il interdit à INDRA la fermeture de la vanne quand le gonio est dans INDRA
- Il interdit à INDRA d'introduire la cible auxiliaire si le gonio est hors du sas.
- Il interdit de commander des mouvements hors des possibilités mécaniques (le goniomètre ne peut être introduit ou extrait du faisceau que s'il est en position « plate » (pivot = 0, bascule = 0, translate = position centrée)

Les sécurités essentielles ci-dessus étaient assurées. Les possibilités de mouvements étaient plutôt trop bridées pour éviter de casser du matériel. Il a fallu dans certains cas trouver des solutions pour contourner des interdictions trop sévères de mouvements possibles ou des défauts de programmation ! exemple la mise à jour de l'état de la vanne INDRA

**Solution :** *Provisoirement*, pendant l'expérience :

Lorsqu'on a retiré la cible auxiliaire, et que la vanne INDRA a été ouverte, pour introduire le goniomètre il faut

- 1) Cliquer sur l'affichage « Vanne Fermée » pour aller lire son état réelle et passer en « Vanne Ouverte »
- 2) Lancer un déplacement « inutile » pour aller là où on est déjà afin de mettre à jour les nouvelles possibilités de mouvement

Idem après fermeture de la Vanne INDRA pour ouvrir le sas et changer la cible. Les modifications du code n'ont pu être envisagés pendant l'expérience car nous n'avions pas la liberté des situations de test nécessaires pour valider les modifications.

*A terme*, les modifications de détails sont encore à effectuer, cependant, ce programme de contrôle du goniomètre ne sera plus sous maintenance après le départ de R. Kirsch. Ses fonctionnalités sont suffisamment bien définies pour que le service informatique envisage une transposition dans l'environnement « LabView », d'autant plus qu'un squelette de superviseur pour contrôleur ESP pourrait être très utile à l'IPNL où plusieurs systèmes de motorisations basés sur ESP100 et ESP300 sont en service.

### **Améliorations possibles du programme de supervision :**

Faire apparaître dans le fichier « journal.txt » :

- le lancement et l'arrêt du programme
- l'utilisation des boutons « d'action » comme introduction, Extraction, Changement de Cible.

Ajouter :

- Bouton d'arrêt d'urgence
- Possibilité d'inhiber/désinhiber un mouvement (pour être sûr de ne pas modifier une position par inadvertance)
- Redéfinition de la valeur de rattrapage de jeu pour un mouvement
- Lire le fichier de positions au lancement du programme, si toutes les positions ne sont pas nulles (c'est le cas actuellement pour sortir proprement du programme), avertir et demander s'il faut mettre à jour avec ces valeurs
- Un bouton et une fenêtre pour
- définir une liste des positions remarquables utilisées fréquemment
- aller à une des positions remarquables (plutôt que d'avoir à rentrer manuellement ces valeurs à chaque fois avec un risque de faire une erreur

## **8 ANNEXE 1 CR réunion de préparation**

CR-10-10-00 - R.K. v2

Date : CR-10-10-00 notes R.K. v1 (validé M.M. 11/10/2000)  
10/10/00 à GANIL

Participants :

participants . Chevallier, D. Dauverge, M. Morjean, R. Kirsch  
Huguet (bureau d'études GANIL) et Ropert (INDRA)

### **8.1 Contraintes INDRA :**

#### **8.1.1 Haute tension 10 kV**

INDRA fonctionne habituellement avec une polarisation de la cible autour de 30 kV (autour de 100 M/u) limité à un maximum de 35 kV par la tenue en tension du système porte-cible : tige en verre avec conducteur central.

Avec un faisceau autour de 10 MeV/u nous pensons travailler avec une H.T. sur la cible limitée à 10 kV

#### **8.1.2 Sas**

Le sas de changement de cible est indispensable pour laisser INDRA sous vide lors des changements de cible. Compte tenu des détecteurs à gaz et des délais de stabilisation des détecteurs CsI (quelques heures après leur remise sous tension) l'ouverture d'INDRA est une opération à l'échelle d'une demie journée.

#### **8.1.3 Passage goniomètre et cible : 2 x 6 cm au maximum**

Pour positionner une cible dans le centre d'INDRA on dispose que d'un passage limité à quelques centimètres carrés : 2 x 6 cm au maximum. La limitation est imposée par la structure de fixation des couronnes du détecteur

### **8.2 Contraintes de l'expérience**

#### **8.2.1 Goniomètre théta phi**

L'expérience avec cible mono cristalline nécessite l'utilisation d'une tête goniométrique pour tenir le cristal dans le centre d'INDRA. Deux degrés de liberté angulaire sont indispensables : par exemple une rotation autour d'un axe vertical plus une inclinaison autour d'un axe horizontal perpendiculaire à la direction du faisceau. La résolution (incrément minimum possible) sera inférieure au 1/10 de degré. la reproductibilité sera de l'ordre de quelques centièmes de degré.

### **8.2.2 Ajustement transversal x y**

Le positionnement précis du cristal en hauteur et en latéral dans le plan transverse au faisceau doit être assuré au 1/10 de mm avec une plage de réglage de  $\pm 10$  mm maximum.

### **8.2.3 Impacts multiples**

L'impact du faisceau devra être maintenu entre 0,5 et 1 mm (diamètre du faisceau ans le centre d'INDRA). Les dommages d'irradiation dans le cristal sous l'impact du faisceau pourront être tels qu'ils nécessitent de passer régulièrement sur une zone vierge du cristal. Les ajustements transversaux de  $\pm 10$  mm sont alors utilisables pour exploiter un cristal étendu par impacts multiples successifs avant d'être remplacé.

### **8.2.4 Extraction introduction des cristaux**

Le sas doit permettre une extraction du cristal, son remplacement et une remise en place précise de la tête goniométrique à travers le passage étroit d'INDRA. Il semble avantageux de séparer les fonctions d'introduction - extraction en "tout ou rien" des fonctions d'ajustements transversaux x y de manière à ne pas avoir à mettre en place un système d'introduction - extraction à positionnement fin.

### **8.2.5 Détecteurs existant à modifier**

Certains des détecteurs des couronnes 6 et 7 seront à enlever pour libérer de la place.

### **8.2.6 Nouveaux détecteurs**

Dans les secteurs libérés il faudra installer des détecteurs à haute résolution spatiale. Ces nouveaux détecteurs sont à étudier et à fabriquer.

## **8.3 Etudes**

Sas, goniomètre: estimé à 3 mois homme, études prises en charge par .....

Motorisation ....

Nouveaux détecteurs bidimensionnels à fils pris en charge par ....

## 8.4 Exécution

Chaudronnerie sas par Lyon  
 Mécanique d'introduction extraction par IPN Lyon et sous-traitance  
 Mécanique goniomètre par IPN Lyon et sous-traitance  
 Motorisation par IPN Lyon et sous-traitance  
 Modifications INDRA ...  
 Détecteurs bidim chambres à fils CEA....

## 8.5 Financement

### 8.5.1 Demandes d'autorisations de programme pour 2001 :

Développement de détecteurs adaptés aux mesures de blocage (imagerie à 2 dimensions avec très bonne résolution en position et énergie) pour implantation sur INDRA	GANIL	100 kF
Réalisation d'un goniomètre adapté à INDRA	IPN Lyon	200 kF
Etude et réalisation d'un sas pour le passage du goniomètre dans la chambre à réaction INDRA	GANIL	250 kF
Achat de cibles mono cristallines Ni, V	GPS Jussieu	50 kF

Cette collaboration devrait se renforcer et les répartitions des dépenses impliquées par cette expérience ne peuvent être considérées pour l'instant que comme indicatives.  
 La participation du GANIL pour 2001 s'élèverait à 350 kF, et Lyon 200 kF

Le 27/7/2000

M. MORJEAN, A.CHIBHI, J.D. FRANKLAND

Voir aussi l'annexe 3 : Devis de motorisation

## 8.6 Echéances

étude mécanique 4 mois  
 réalisation mécanique 6 mois  
 essais fin 2001 reporté après le premier rejet au comité d'expérience à fin 2002

## 8.7 Réunion de physique du 20 octobre 00 à Jussieu.

### 8.7.1 Présents :

Maurice	Morjean	GANIL
Abou	Chbihi	GANIL
John	Frankland	GANIL
Alain	Lhoir	GPS Paris VI
Camille	Cohen	GPS Paris VI
Jean-Claude	Sida	CEA Saclay
Roland	Dayras	CEA Saclay
Jean-Luc	Charvet	CEA Saclay
Alain	Gilliber	CEA Saclay
Michel	Chevallier	IPN Lyon
Robert	Kirsch	IPN Lyon
Dominique	Jaquet	IPN Orsay

## 9 ANNEXE 2 - Câblage des moteurs

### 9.1 Translate X – platine Phytron VT80-VSS42

#### 2 Phase Stepper - Motor VSS42-200-1.2

motor-type	2-phase bipolar parallel
phase-current	1.2 A
step-angle	1.8 °
steps	200
resolution/fullstep	5 µm



#### Connector: HD-15 (VGA)

HD-15 male	Function	Motor
1	A+	B
2	A-	A
3	[A (middle)] *	[E]
4	[B (middle)]*	[F]
5	B+	C
6	B-	D
13	E2 (NC)	-
14	E1 (NC)	-
15	Common	-

Limit-switches are wired as normal-closed!  
 E1: hard-limit in negative direction (near motor)  
 E2: hard-limit in positive direction

\* = Option

#### Motorcable 4x2x0.14mm<sup>2</sup> with open end

Function	Color
A+	red
A-	blue
B+	grey
B-	pink
E2 (NC)	green
E1 (NC)	yellow
Common	brown

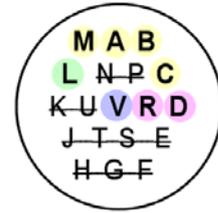
### 9.2 Monte Y – Platine Schneeberger NCB76 900/150

**Fournisseur :** Schneeberger Sarl Technique Linéaire

**Fiche technique :**

Course 735 mm  
 Pas de la vis 5 mm, à re-circulation de billes  
 Motorisation pas à pas 24 V  
 4,7 A / phase  
 200 pas / tour  
 Fins de course micro-rupteurs  
 normalement fermés  
 Interface prise ECTA

Table Schneeberger NCB76  
 prise ECTA 19 broches mâle



- phases moteur M A B C
- masse terre L
- fin de course R D
- retour fin de course V

#### Adaptateur ECTA – Subd25 femelle Newport

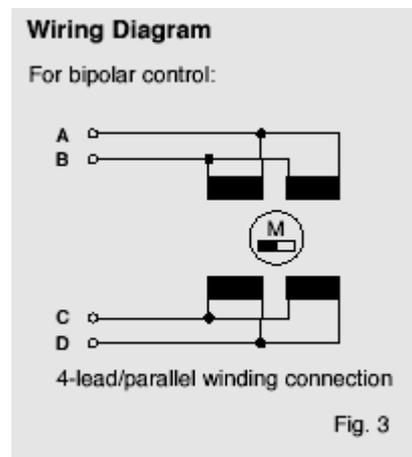
ECTA		SubD25	
M	→ phase A1	→ 1+2 phase1	brun
A	→ phase A2	→ 3+4 phase2	orange
B	→ phase B1	→ 5+6 phase3	bleu
C	→ phase B2	→ 7+8 phase4	blanc
L	→ terre	→ 14 “shield ground”	gris
D	→ fin de course négative	→ 18 “travel limit” –	violet
R	→ fin de course positive	→ 17 “travel limit” +	rouge
V	→ retour fin de course	→ 16 “limit ground”	vert

### 9.3 Phytron pour bascule et tourne

#### Moteurs Phytron VSS 25 200 1.2 E HV

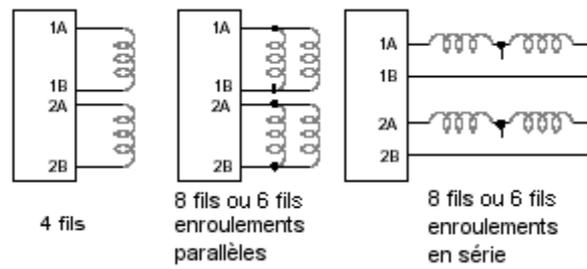
Bipolar  
 Phytron Standard VSS stepping motors are delivered with 4 leads for bipolar control (Fig. 3).

Lead Insulation / Labeling  
 VSS - HV / UHV / UHVC are Kapton insulated with removable identity tags (A, B, C, D).



**Autres moteurs pas à pas :**

Types de câblages généraux  
pour moteurs pas à pas





## 11 ANNEXE 4 - Configuration de l'électronique ESP7000

### 11.1 Exemple de Fichier de configuration d'une carte de puissance

Exemple de configuration d'un moteur pas à pas : Table de translation MICOS

200pas par tour = 1 mm

ConfigESP-MICOS-v1.xls - 25/07/03 - R. Kirsch

cet exemple décrit la configuration de l'axe 1 : aGonio-axe1-Translation-MICOS.txt

Pour configurer un moteur pas à pas quelconque non compatible ESP :

1- copier la colonne "commandes ESP" dans un fichier.txt, editer le fichier

2- charger les paramètres du fichier.txt avec le logiciel : .../ESP-Util/ESP-Util.exe \*

3- sauvegarder en mémoire flash permanente avec le logiciel : .../ESP-Util/ESP-Util.exe

\* ESP.../Utils/Terminal/ESP-TERMINAL.exe permet de faire la même chose

\* ESP.../Utilities/ESP-Wizard.exe permet de configurer les paramètres principaux

	commande d'axe ESP	signification	description
	exemple pour axe1 (axe = 1er caractère), fichier : aGonio-axe1-Translation-MICOS.txt		
1	IQM2	type de moteur	0 inconnu, mot. inutilisable 1 pour servo moteur CC 2 pour pas à pas ESP7000 3 pour pas à pas ESP300 3 pour pas à pas ESP100 pas à pas
2	ISN2	unité utilisée	0 = comptage codeur 1 = comptage impulsions 2 = mm 3 = $\mu\text{m}$ 4 = pouces 5 = mils (0,001 pouce) 6 = $\mu\text{pouce}$ 7 = degré 8 = grades 9 = radian 10 = mrad 11 = $\mu\text{rad}$ mm
3	ISU1.0000000000	résolution codeur	plus petit incrément détecté par le codeur
4	IFR0.005000	résolution du pas	valeur d'un pas entier
5	IQS250	Nb de micro-pas	dans un pas entier moteur
6	IQV48.0	tension de phase	Volts (maxi alim = 48V)
7	IQI1.2	courrant de phase	Ampères (maxi alim 3A)

	IQR1000,10	réduction de courant	délais (1000 ms) et 10% du courant nominal
8	IQG0.0000	const. de réduction	avec UNIDRIVE seulement
	ITJ1	mode de trajectoire	1 = trapézoïdale                      2 = courbe S 3 = "joggeur" (boutons à            courrir)
	IVU10	limitation de vitesse	unité/s (max velocity)
	IVA4	grande vitesse	unité/s (velocity)
9	IVB1	vitesse marche/arret	unité/s (base velocity)
10	IOH1	vit. de rech. d'origine	unité/s (jog velocity)
11	IJH1.00000	grande vit. joggeur	avec bouton ou manette
12	IJW0.200000	petite vit. joggeur	avec bouton ou manette
	IAU10	limitation d'accél.	unité/s.s (max acceler.)
	IAC2	accélération	unité/s.s
	IAG2	décélération	unité/s.s
	IAE1000.000	décélération d'urgence	unité/s.s (stop abort)
	IJK0.000000	taux d'accél./décélér.	unités/s.s.s
13	IFE1.00000	seuil d'erreur de suivi	pour servo moteur
14	IDB0	plage morte (en unités)	ne sert pas en déplacement mais dans la boucle de maintien en position, dépend du jeu, de l'élasticité, de l'hystérésis
15	IBA0		
16	IKP0	gain proportionnel	pour servo moteur
17	IKI0	gain d'intégration	pour servo moteur
18	IKD0	gain de dérivation	pour servo moteur
19	IZB0H	configuration de la Boucle fermée	servo moteur ou pas à pas
20	IZE7H	configuration de l'arret d'urgence (Emergency)	0 = ne fait rien (désactivé)                      1 = actif mais rien à activer                              3 = coupe l'alimentation                              5 = arret d'urgence 7 = arret urgent + coupure d'alimentation
21	IZF0H	configuration de l'erreur de suivi (Followup)	0 = ne fait rien (désactivé)                      1 = actif mais rien à activer                              3 = coupe l'alimentation                              5 = arret d'urgence 7 = arret urgent + coupure d'alimentation
22	IZH25H	configuration des butées de fin de course (Hardware)	0 = ne fait rien (désactivé)                      1 = actif mais rien à activer                              3 = coupe l'alimentation                              5 = arret d'urgence 7 = arret urgent + coupure d'alimentation                      avec limite active à 0V                              +20 avec limite active à 5V
23	IZS5H	configuration des limites logicielles (Software)	0 = ne fait rien (désactivé)                      1 = actif mais rien à activer                              3 = coupe l'alimentation                              5 = arret d'urgence 7 = arret urgent + coupure d'alimentation
24	IFP2	Nombre de décimales affichées	n'est pas mémorisé par la commande "SM" !
25	ISH-15.2	position chargée à la détection d'origine: home	l'origine sur butée basse est forcée à la position -15.2 mm

26	IOM4	recherche de zéro	0 = sur retour position 0    1 = signaux home+index    2 = sur signal home    3 = sur limite positive    4 = sur limite négative    5 = limite positive + index    6 = limite négative + index
27	IQR1000,10	réduction de courant (instruction redondante)	délais (1000 ms) et 10% du courant nominal (n'a pas été opérationnel sur ESP7000 !)
28	IFP2	Nombre de décimales affichées (instruction redondante)	n'est pas mémorisé par la commande "SM" !
29	SM	sauvegarde dans ESP	mémoire flash non volatile
30	ISR+60	limite logicielle droite (right)	vers valeurs positives
31	ISL-60	limite logicielle gauche (left)	vers valeurs négatives
32	IQD	mise à jour de la carte de puissance programmable type unidrive	de nombreux paramètres concernant des fonctionnalités de la carte de puissance nécessitent cette instruction pour être effectives sur la carte (et pas seulement chargées en mémoire)
33	SM	sauvegarde dans ESP	mémoire flash non volatile

**Commandes système, utilisables pour la mise au point en commandes immédiates :**

(logiciel en mode expert)

ZU

relecture de la configuration du système compatibles

résultat en hexadécimal :  
détecte la présence des drivers  
UNIDRIVE et des platines ESP

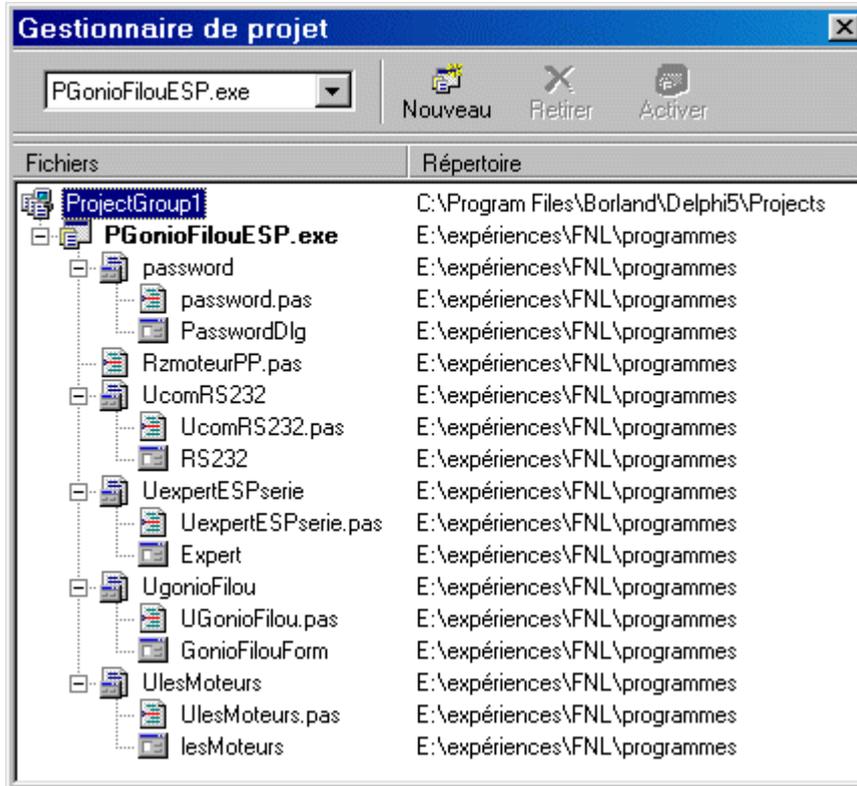
ZZ

configuration des réponses aux conditions d'erreur, de la gestion des événements et des paramètres généraux du système

prise en compte de l'arrêt d'urgence extérieur, protections des réglages critiques, "time out" de recherche de zéro, affichage des unités etc.

## 12 ANNEXE 5 - Manuel de référence du programme de contrôle du goniomètre

### 12.1 Modules du projet :



Le développement final a été terminé sur le PC d'acquisition utilisé à GANIL en juin et juillet 2003 en tant qu'utilisateur « admin2 » pour avoir accès total à l'environnement de développement Delphi de Borland installé pour cet utilisateur.

*Liste des modules utilisés avec leurs emplacements*

### 12.2 Commentaires de programmation

Les informations ci-dessous sont générées par extraction des lignes de commentaire des sources Pascal du programme d'acquisition du PC utilisé à GANIL en juin et juillet 2003.

Le programme d'extraction utilisé est PgeneDoc2.exe Ce programme est configurable pour l'extraction de commentaires à partir des fichiers source en divers langages de programmation. En effet les identificateurs de début et fin de commentaire sont configurables pour s'adapter aux différentes habitudes de programmation. Ici, par exemple, il a été utilisé avec l'option « pas en début de ligne » cochée pour autoriser l'extraction de toute la ligne quand l'identificateur de commentaire de ligne ( //: ) n'est pas en début de ligne mais à la suite d'une ligne de code sur la même ligne. La configuration suivante a été utilisée :

- début et fin de bloc de commentaire : { : et }
- une ligne avec commentaire contient : //:

**12.2.1 E:\expériences\FNL\programmes\UGonioFilou.pas**

PgeneDoc2 V1 R.K. : programme d'extraction des commentaires de fichiers source  
 ===== extraction le 19/09/2003 13:34:50 du fichier : =====  
 commentaires en { } et //: dans la ligne autorisé

unit UgonioFilou; { ceci est, par convention personnelle,  
 le séparateur de documentation automatique

Unité : UgonioFilou du Projet PGonioFilou  
 (groupe de projets Projet-GONIO-ESP-RS232)

gestion plus haut niveau du goniomètre  
 Interface de pilotage pour l'utilisateur

Utilise les moteurs dans "UlesMoteurs"  
 le composant moteur "RzmoteurPP"

ATTENTION :

le séparateur décimal de Windows doit être mis sur "."

IPN Lyon Robert Kirsch 22 avril 2002 6j  
 intégration de ComPort pour RS232 decembre 2002 1j  
 extraction automatique de la documentation source.pas  
 1j PGeneDoc pour fonctionner  
 +1j mise au point ergonomie  
 +1j types de fichiers et de balises  
 (fichiers UNIX relus en 1 seule ligne !!)  
 création UpiloteESPcom R.K. 19/12/02 1/2 j

19/4/2002

à faire :

le module de pilotage réel des moteurs par RS232

problèmes à voir :

mise au point des boutons des manoeuvres possibles

procedures publiques de l'objet "GonioFilouForm" classe "TGonioFilouForm" :

```

procedure ButtonFinClick(Sender: TObject);
procedure AbsRelClic(Sender: TObject);
procedure ButtonLancerMouvClick(Sender: TObject);
procedure buttonVanneClick(Sender: TObject);
procedure ButtonSauverPosClick(Sender: TObject);
procedure buttonSASClick(Sender: TObject);
procedure alerteMinMax(Sender: TObject); {compare les entrées aux
  mini maxi affiché pour correction immédiate
procedure Initialisation(Sender: TObject);
procedure buttonINDRAClick(Sender: TObject);
procedure helpClick(Sender: TObject);
procedure RzBitBtMoteursClick(Sender: TObject);
procedure buttonCIBLEClick(Sender: TObject);

```

```
procedure deplace(Sender: TObject);
```

type de données pour INDRA

```
TINDRA = record { parametres d'INDRA pour les
positions prédéfinies sur le mouvement de montée
affectations des valeurs dans l'Initialisation
```

```
minMonte, // 700; limites de hauteur min pour être "dans INDRA"
cibMonte, // 730; position nominale sur CIBLE dans INDRA
maxMonte, // lesMoteurs.motMonte.motMaxLimit; maxi autorisé par moteur
sasMonte: double; // 0; position dans le SAS "
vanneOuverte,
vanneFermeable: boolean;
end;
```

```
Pilotage ESP : 16/4/3
Les boutons dans UexpertESPserie fiche : Expert
pour aller dans la fiche RS232 16/4/3
pour voir les moteurs virtuels 16/4/3
initialisation de la com par Load et Open 18/4/3 1J
fausse piste pour question réponse ESP 2J
prog test pour Quest/Rep 23/4/3 2J
intégration du test dans le pilotage 1 mouvt 25/4/3 1J
Utilise la fenêtre de UcomRS232 comme
Mémo espion de communication (bouton clear)
ce mémo peu faire un clear de temps en temps
a travers un meme tampon pour pouvoir
conserver une partie de ce qui était dedans !
fignolage du pilotage
```

faire les moulinettes motToStr avec Str()+Str().. immédiat  
et strToMot pour extraire le la chaine dans UexpertESPserie

16/9/3 Lyon :

```
--- Correction du bouclage en l'absence de réponse ESP :
Initialisation arrêtée s'il n'y a pas ESP :
dans procedure TExpert.traiterRep
case repType = Resp
if essaisESP > 3 then
RS232.TimerReception.Enabled:= false; //abandonne
---
```

A FAIRE : UexpertESPserie

- ? Un mode simulation en cas d'absence du mlateriel ESP NEWPORT ?
- ? Une mémorisation des positions souvent utilisées pour

réutilisation facile sans entrée de valeur de position ?

```

    :}
  } _____

helpfile: string = 'aide.html'; //: nom du fichier d'aide HTML
pivotSAS: double = 90; //: face à l'ouverture du SAS
  xplat: double = 0; {: passage au mieux dans souricière INDRA 5/6/3
    après correction de faux rond et référence de
    translation sur signal de fin de course négative
    du mouvement TRANSLATE
    apres origine à -15.2
    {}
  } _____

TGonioFilouForm = class(TForm) {: <!ClassName!>.<!MemberName!> <!MemberDoc!>
  vérifie si mouvement permis
  appelé par ButtonLancerMouvClick
  :}
} _____

function destAbsPermise:boolean; {: vérifie si mouvement permis par moteurs
  appelé par ButtonLancerMouvClick :}
} _____

{: Déclarations publiques de TGonioFilouForm }
} _____

INDRA: TINDRA; //: parametres d'INDRA
  procedure MaJmouve; {: dans l'affichage de la position
    ordre d'utilisation flagsLogiques et :
    1 - flagsLogiques : met en place les Flags gonioXXX / positions moteurs
      testManoeuvreGonio estappelé automatiquement par flagsLogiques
      et configure les boutons de manoeuvre possible pour le gonio.
    2 - MaJafflimites : mise à jour des limites de saisie affichées

    MaJmouve (public) est utilisée aussi par Expert
    avec la position "newMoteurs" contenant les positions réelles de ESP
    :}
  } _____

  procedure flagsLogiques; {: manoeuvres possibles appelé par
    ButtonLancerMouvClick :}
  } _____

  procedure testManoeuvreGonio; {: manoeuvres du gonio possibles
    utilise flagsLogiques :}
  } _____

```

```

procedure MaJafflimites; { : mise à jour des limites de saisie affichées et
    autorisées pour saisie des valeurs TRzNumericEdit.
    appelé par AbsRelClic
        en fin de ButtonLancerMouvClick
        à l'Initialisation
    attention : flagsLogiques doit avoir été appelé
    avant car cette proc utilise les Flags gonioXXX
    mis en place par flagsLogiques :}
} _____

```

```

procedure TGonioFilouForm.Initialisation(Sender: TObject); { :
    initialisation générale après la 1ere seconde
    - paramètres
    - conditions GANIL de positions
    - moteurs : positions précédentes relues (lecture fichier de sauvegarde)
    procédures appelées
    - flagsLogiques : définissant les manoeuvres possibles
    - MaJafflimites : MàJ entrées et limites en fonction de la position
    - testManoeuvreGonio : textes bouton "gonio plat" "gonio cible" etc...
    - tentative de connection RS232 16/4/3
    - détection de la présence ESP et sa version
    :}
} _____

```

```

//: positions d'INDRA prédéfinies sur le mouvement de montée
minMonte:= 675; //: limites de hauteur min pour être "dans INDRA"
cibMonte:= 715.9; //: position sur CIBLE dans INDRA
scanMonte:= 660; //: déjà dans la souris (pour scan Vertical)
sasMonte:= 0; //: position dans le SAS "
} _____

```

```

procedure TGonioFilouForm.buttonVanneClick(Sender: TObject); { :
    test de l'état de la vanne }
} _____

```

```

procedure TGonioFilouForm.MaJafflimites; { : attention à appeler après Flags
    calcul et affichage des limites pour saisies
    il faut - vérifier les nouvelles positions
        - nouvelles limites ?
        - nouvelles entrées par défaut
    2 cas    if modeRel= 0 mode absolu limites des moteurs
            if modeRel= 1 modifie les val absolues

    mise à jour des labels affichages des limites
    répercutes les valeurs limites affichées dans les plages des entrées
    :}
} _____

```

```

procedure TGonioFilouForm.RaZentrees; { : mise à 0 des entrées

```

```

        } _____ proposées par défaut :}
    } _____

procedure TGonioFilouForm.MaJentreesAbs; {:
    mise à jour des entrées absolues proposées par défaut
    :}
} _____

procedure TGonioFilouForm.VerifieEntreesDefaut; {:
    on mouseleave des saisies d'entrée
    et sur demande lors des changements de mode Absolu/Relatif :
    vérifie les entrées proposées par défaut
    par rapport à la plage possible, si nécessaire
    impose la valeur extrême autorisée par les limites affichées
    (nécessaire en relatif après un mouvement
    travaille sur les valeurs des limites de saisie
    préalablement mises à jour et supposées OK
    :}
} _____

procedure TGonioFilouForm.alerteMinMax(Sender: TObject);{:
    vérification de saisie
    travaille sur les valeurs des limites de saisie
    préalablement mises à jour et supposées OK
    si dépassement alerte
    :}
} _____

procedure TGonioFilouForm.flagsLogiques; {: manoeuvres possibles
    ! tout est inhibé ou faux à priori !
    gonioPlat si posMoteurs.Pivote = 0
    et posMoteursBascule = 0
    et posMoteursTranslate = xplat (1.5=centré dans souricière)
    gonioZero si posMoteursMonte = 0
    et gonioPlat
    gonioCible si posMoteursMonte = 0
    et posMoteursPivote = 90 (constante : pivoteSAS)
    gonioINDRA si 700 < posMoteursMonte > motMonte.motMaxLimit (732)
    gonioINDRAscan si conditions gonioPlat et gonioINDRA (pour scan fais.)
    manoeuvreVanne si posMoteursMonte.value = 0
    demande à ESP l'état de la vanne
    :}
} _____

//: gonioSAS et vanneFermable si positionné dans le sas
//: gonioINDRA zone de manoeuvre dans INDRA
//: gonioINDRAscan zone de scan vertical dans INDRA et souricière
//: gonioPlat gonio pour entrée/sortie ou scan Vertical
//: gonioCible (pour changement de cible)
procedure TGonioFilouForm.testManoeuvreGonio; {:

```

tests pour possibilité d'introduction du gonio  
à priori rien n'est possible sur SAS, INDRA, Vanne, gonioPlat

rappels :

mise à jour de l'affichage des possibilités de mouvement  
utilise les "flags booléens" placés en sortie de mouvement  
gonioPlat si posMoteurs.Pivote = 0  
    et posMoteursBascule = 0  
    et posMoteursTranslate = xplat  
gonioZero si posMoteursMonte = 0  
    et gonioPlat  
gonioCible si posMoteursMonte = 0  
    et posMoteursPivote = 90 (constante pivoteSAS)  
gonioINDRA si  $700 < \text{posMoteursMonte} > \text{motMonte.motMaxLimit}$  (732)  
gonioINDRAscan si  $675 < \text{posMoteursMonte} > \text{motMonte.motMaxLimit}$   
manoeuvreVanne si  $\text{posMoteursMonte.value} = 0$

};

} \_\_\_\_\_

procedure TGonioFilouForm.ButtonLancerMouvClick(Sender: TObject); {:

    demande de mouvement sur le gonio  
    si mouvement possible (demandé aux moteurs) :  
        fait executer le mouvement  
    si pb sur moteurs : message d'alerte  
    utilise flagsLogiques qui appelle testManoeuvreGonio :  
        manoeuvres du gonio possibles  
    MaJafflimites : mise à jour des limites de saisie affichées  
    si RadioAbs.checked then MaJentreesAbs // position courante  
    else VerifieEntreesDefaut; // les deltas encore valables ?

// méthode VerifieEntreesDefaut :

VerifieEntreesDefaut pour prévoir le cas possible ou  
- la souris est déjà sur ButtonLancerMouvClick  
  (pas de "onMouseLeave" de la saisie pour lancer alerteMinMax  
- le curseur est déjà dans une saisie et  
- une valeur en dépassement a été entrée à l'aide du clavier  
- la souris n'est pas sortie de ButtonLancerMouvClick, évitant  
  de la faire rentrer dans ButtonLancerMouvClick, qui aurait  
  déclenché la vérification automatique "onMouseEnter"

ATTENTION cette methode n'est pas fonctionnelle :

le fait de quitter le focus de la fenetre de saisie  
qui contenait une valeur hors plage fait mettre cette valeur  
à la limite permise et le test est ainsi trompeur car  
toujours dans la plage !! le focus !!

CONCLUSION on peut alerter l'utilisateur si une valeur est  
à la limite permise et lui faire choisir,  
ce qui est fait dans deplace

```
:}  
} _____
```

```
if destAbsPermise then //: ButtonLancerMouvClick  
//: si mouvement dans destination est permis  
//: fait executer le mouvement à expert de  
//: UexpertESPserie qui fait la tentative de mouv {}  
} _____
```

```
expert.ESPbouge(destination); //: destination sera utilisé par bouge  
//: newMoteurs contiendra la pos. moteurs relue par bouge  
//: à la détection de fin de mouvement par l'expert, celui-ci  
//: appellera "MaJmouve" pour mise à la pos "newMoteurs"  
} _____
```

----- 1183 lignes -----

**12.2.2 D:\expériences\FNL\programmes\UcomRS232.pas**

===== extraction le 19/09/2003 13:35:37 du fichier : =====

commentaires en { } et //: dans la ligne autorisé

unit UcomRS232; { Module de communication RS232 utilisé par Kirsch  
test dans D:/delphi/gonioFilouESP/ESPcomTest/PtestQR

Module de commande par liaison série RS232 de  
l'électronique Newport ESP7000  
utilisé pour le goniomètre INDRA  
par l'Unité UpiloteESPcom;

10/12/02 : 1J  
../4/2003 : 2J sur une fausse piste !!!  
22/4/2003 1J

Principe de fonctionnement de la classe TRS232 = class(TForm)  
dans UcomRS232.pas : (24/04/2003)

- 1 - possède un buffer de chaîne de caractères variable : "text"  
qui empile les entrées sur COM et dont le contenu est  
lisible par la méthode :  
    fonction reponse: string; qui renvoie le contenu.  
Ce contenu reste disponible jusqu'à la prochaine question  
car le buffer n'est vidé que par une nouvelle écriture sur COM
- 2 - possède un objet ComPort: TComPort; utilisé pour adresser COM  
et qui récupère automatiquement les entrées par  
sur l'évènement d'arrivée d'une ligne de caractères en COM par  
sa méthode ComPortRxChar(Sender: TObject; Count: Integer);  
Les entrées sont empilées dans le buffer String : text  
actions :  
    TimerReception.Enabled:= false;  
    QRtimeOut:= false;  
    textOK:= true;
- 3 - possède un timer d'attente d'une entrée sur COM : TimerReception  
permettant de définir à la suite d'une question (écriture COM)  
un temps limite pour l'arrivée d'une réponse (lecture sur COM)  
Ce timer doit être lancé à l'écriture d'une "question" devant  
entraîner une réponse :  
    TimerReception.Enabled:= true;  
Au delà du temps limite (200ms), condition de défaut "timeOut":  
    QRtimeOut:= true;  
    TimerReception.Enabled:= false;

4 - implémente les méthode publiques de service pour adresser COM

```

procédure OuvrePort; // ouvre de la ligne COM série
procédure FermePort; // ferme de la ligne COM série
procédure portLoad; // recharge les derniers paramètres
procédure portStore; // sauvegarde des paramètres
procédure sendFile; // écrit contenu fichier.txt sur COM
procédure sendText(txt: String); // écrit sur COM
fonction sendQ(txt: String; sec: integer): boolean; //timeOut
fonction reponse: string; // get contenu buffer entrée COM
fonction RaZreponse; // force à vider le buffer

```

```

---> reconfiguration dans une fenêtre des paramètres du port série RS232 :
        PortConfig;
---> sauvegarde de la configuration du port dans le registre Windows
        " HKEY_LOCAL_MACHINE\Software\GonioKirsch "
        PortSave;
---> lecture du registre de configuration
        " HKEY_LOCAL_MACHINE\Software\GonioKirsch "
    et reconfiguration avec les paramètres relus :
        PortLoad;
---> envoi d'un fichier de commandes.txt à ESP sur le port série :
        sendFile (nomFich: TFileName);
---> écriture d'une ligne avec ajout d'un retour chariot sur le port série :
        sendLine (ligne: String);
---> lecture d'une réponse sur le port série (contenu en entrée):
        fonction TRS232.reponse: string;
---> dialogue avec ESP par Question Réponse sur le port série :
    (attention : si "question" ne provoque pas de "réponse" ESP, R est vide)
        QR (q, r : String): boolean;
---> ouverture du port RS232 :
        OuvrePort;
---> fermeture du port RS232 :
        FermePort;
utilise pour cela les méthodes de l'objet ComPort lui appartenant :
---> lecture sur le port :
        ComPortRxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
---> écriture sur le port :
        ComPort.WriteStr(Str: String, Count);
---> StoreSettings
---> LoadSettings : Loads TCustomComPort settings from registry or file.
    type TStoreType = (stRegistry, stIniFile);
    procédure LoadSettings(StoreType: TStoreType; LoadFrom: String);
    Description
    LoadSettings method loads stored TCustomComPort property values
    either from a file or registry. Which properties are loaded depends
    on StoredProps property. StoreType parameter can have one of
    the following values:
    StoreType          Meaning
    stRegistry         LoadFrom parameter is a registry key.
    stIniFile          LoadFrom parameter is a file name.

```

```

dérivé de G:\Program Files\RS232\CPort263\ComMainForm.pas
définit la classe TRS232 avec les méthodes publiques
de l'objet RS232 classe TRS232;:
procedure Button_OpenClick(Sender: TObject);
procedure Button_SettingsClick(Sender: TObject);
procedure Button_SendClick(Sender: TObject);
procedure ComPortOpen(Sender: TObject);
procedure ComPortClose(Sender: TObject);
procedure ComPortRxChar(Sender: TObject; Count: Integer);
procedure Bt_LoadClick(Sender: TObject);
procedure Bt_StoreClick(Sender: TObject);

```

origine : CPortLib de

```

| ComPort Library version 2.63      |
| for Delphi 3, 4, 5, 6            |
| and C++ Builder 3, 4, 5         |
| by Dejan Crnila                 |
| 1998-2001 1. Author information  |
| Name: Dejan Crnila              |
| E-mail: dejancrn@yahoo.com      |
| Home page: http://www2.arnes.si/~sopecrni
| Home address: Dolenja vas 111, 3312 Prebold, SLOVENIA
| Year of birth: 1978
| Occupation: Student of computer science at University of Ljubljana :}
} _____

```

```

procedure TRS232.TimerReceptionTimer(Sender: TObject);{:
    la limite d'attente a été dépassée ! {}
} _____

```

```

function TRS232.sendQ(txt: String; sec: integer): boolean; {: envoi de texte
    Un retour chariot est ajouté au texte envoyé sur COM
    l'attente de réponse est limitée à "sec" secondes avec maxi à 1000s
    par TimerReception {}
} _____

```

```

procedure TRS232.ComPortRxChar(Sender: TObject; Count: Integer); {:
    reception de texte automatique sur arrivée de ligne de caractères en COM {}
} _____

```

----- 442 lignes -----

**12.2.3 D:\expériences\FNL\programmes\UexpertESPserie.pas**

===== extraction le 19/09/2003 13:36:22 du fichier : =====

commentaires en { } et //: dans la ligne autorisé

unit UexpertESPserie; { Gestion de la communication entre  
unit UgonioFilou (façade homme-machine)  
et ESP (électronique NEWPORT)  
par la liaison série RS232

création UpiloteESPserie R.K.	19/12/02	1/2 j
remplacé par UcomRS232	04/2003	
tests par PtestQR.dpr	04/2003	5J
intégration dans UgonioFilou.pas	04/2003	2J

ESP :

Dans le cas de l'utilisation d'un système ESP utilisez ce pilote ESP qui gère le dialogue avec l'utilisateur en receptionnant les nouvelles destinations et en renvoyant les positions réellement obtenues avec les messages d'erreur éventuels.

RS232 :

Il permet l'accès à la fenêtre de configuration de la liaison RS232 (unit UcomRS232)

PROTECTION :

L'accès protégé par mot de passe est réservé à l'expert chargé de la maintenance du programme.

ATTENTION :

Ce pilote suppose que la nouvelle destination a déjà été vérifiée et est permise. Il ne fait plus aucune vérification sur cette destination

FONCTIONNALITES (publiques):

```

ESP,           // ESP présent ?
errESP,        // erreur signalée par ESP
bouge: boolean; // est vrai pendant le mouvement;
repType: TrepType; // type de traitement de la réponse
errCodeESP: string; // type d'erreur sur ESP
function Connect: boolean;
function ESPquelPb : String;
function ESPquellePos (var destObtenu: TmotPositions) : boolean;
function ESPreset (var destObtenu: TmotPositions) : boolean;
function ESPorigines (var destObtenu: TmotPositions) : boolean;
function ESPpresent : boolean;
function ESPversion : String;
function ESPquelsMoteurs : String;
procedure finMoteurs;
procedure ESPbouge (destDesiree: TmotPositions);
procedure delay (milliSec: longint); //: occupe le processeur !

```

procedure delay (milliSec: longint); //: occupe le processeur !

TYPE de donnée utilisé pour la position du gonio (defini dans RzmoteurPP)

```
TmotPositions = record
    pivote,
    bascule,
    tourne,
    monte,
    translate: double;
end;
```

UTILISE :

```
unit UcomRS232; // communication série (voir tests en PtestQR.dpr)
unit RzmoteurPP; // composant réutilisable pour Projet PGonioFilou;
    les variables publiques de TGonioFilouForm :
```

INDRA: TINDRA; //: parametres d'INDRA

```
INDRA: TINDRA; //: parametres d'INDRA
```

```
posMoteurs,
```

```
destination,
```

```
newMoteurs: TmotPositions; pour gestion des mouvements du gonio
```

APPELE PAR :

```
Est appelé par unit UgonioFilou; du Projet PGonioFilou
```

A FAIRE : UpiloteESPserie

```
? Un mode simulation en cas d'absence du mlateriel ESP NEWPORT ?
```

```
:}
}
```

```
const
    //: parametres expert
journal: TFileName = 'journal.txt'; //: journal des positions
posCourante: TFileName = 'position.txt'; //: journal des positions
jeu4: double = 2; //: jeu moteur 4 = 2 degrés
jeu5: double = 0; //: jeu moteur 5 = 0 degrés (fonctionnement incertain)
}
```

```
procedure delay (milliSec: longint); //: occupe le processeur !
}
```

```
function TExpert.ESPpresent : boolean; {
    executable avant de savoir si ESP présent
    ne peut donc pas utiliser sendQ {}
}
```

```
procedure TExpert.sendQR (text: string; typ: TrepType; nbSec: integer); {
    si ESP présent, QUESTION - REPONSE sur ESP :
    écriture sur COM avec attente de réponse dans un délai fixé en secondes
```

```

    TimerTraiteQR.Enabled:= true; // avec timer de réponse
    exécutable que si presence ESP confirmée par ESP=true
  {}
} _____

procedure TExpert.TimerTraiteQRTimer(Sender: TObject); { : test périodique
  d'une réponse à traiter en entrée sur COM à la suite d'une
  question à ESP par la méthode sendQ {}
} _____

if m<> '2' then RS232.sendText (m+'MF'); //: laisser monte (Y) alimenté
} _____

procedure TExpert.ButtonORxClick(Sender: TObject); //: origine "TRANSLATE"
  { : 22/5/3 fin de course TRANSLATE ne fonctionne plus Nouvelle référence :
  //Str := '1MO;1OR;1WS100'; // le switch pour OR ne fonctionne plus
  Str := '1MO;1pa-28;1WS100'; // -28 pour essayer d'aller en limite mécanique
      // on n'a plus de retour de signal pour être sûr
      // qu'on l'a atteinte réellement !!
}

SUITE du soir : je découvre un défaut de conception, la colonne inférieure
touche le sas d'introduction lorsque le gonio est haut,
ce qui empêche le mouvement jusqu'à la butée !!
Espace disponible = 8 mm nominal pour une excursion nominale de 12.5 mm !!
{}
} _____

procedure TExpert.ButtonORyClick(Sender: TObject); //: origine "MONTE"
} _____

procedure TExpert.ButtonORzClick(Sender: TObject); //: origine "PIVOTE"
} _____

procedure TExpert.initMaterielle; { :
  définition des entrées/sorties sur ESP-GPIO A=IN, B=OUT, C=OUT "BO6H"
  display ESP fichier : Gonio-axes-UnitDisplay.txt
  récupération des dernières positions fichier : position.txt
  {}
} _____

procedure TExpert.ESPbouge( destDesiree: TmotPositions); { :
  méthode du BOUTON "lancer le déplacement" de "UgonioFilou"
  structure de la variable de position :
  TmotPositions = record
    translate,
    monte,
    pivote,
    bascule,
    tourne: double;
  end;

```

- le boolean "bouge" est vrai pendant le mouvement
- la fenêtre journal de RS232 est effacée : RS232.Memo.Clear;
- extrait les destinations des moteurs
  - decide si jeu a rattrapper : jeu vrai, positions intermédiaires
  - et va a une position intermédiaire pour venir sur la destination
  - par approche en sens positif (si valeur de jeu > 0)
- commande puissance moteurs en marche
- commande de mouvement avec Wait Stop
  - provoque une réponse en fin de mouvement
- demande le code d'erreur ESP (provoque une réponse courte ESP
  - la plus courte possible : TE? = Code d'erreur ESP)
  - la réponse n'arrive qu'à l'arrêt des moteurs (Wait Stop)
- définit le type de traitement de la réponse à 'Rbou'
  - demande la relecture de la position atteinte
  - et traitement de fin de mouvement : Rok
- demande arrêt puissance

```

}

```

```

} _____

```

```

{: arrondi aux pas entiers
  sur bascule pas entier = 0.45°
  et tourne pas entier = 0.36° {}

```

```

} _____

```

```

translate:= 0.01*round(translate/0.01); //: pas = 0.005
monte:= 0.05*round(monte/0.05); //: pas = 0.025
pivote:= 0.01*round(pivote/0.01); //: pas = 0.01
bascule:= 0.01125*round(bascule/0.01125);//: pas = 0.01125 réduction 1/40
//: pas = 0.45 (non démultiplié)
tourne:= 0.36*round(tourne/0.36); //: pas = 0.36 (non démultiplié)

```

```

{: decide si jeu a rattrapper sur les deux mouvements VSS25
  moteur 4 et 5 : jeu = vrai, positions intermédiaires pour jeu : dj4, dj5
  si la destination est inferieure à la position courante {}

```

```

} _____

```

```

{: mise en marche selective de deux groupes de moteurs
  pour ne pas alimenter (et chauffer) inutilement les deux moteurs VSS25
  qui s'échauffent le plus, le 5 est suralimenté a 2A pour 1.2A nominal. }

```

```

} _____

```

```

else begin RS232.sendText ('1MO;2MO;3MO;4MO;5MO');{: marche avec VSS25
  necessite eventuellement un rattrappage de jeu {}

```

```

} _____

```

```

procedure TExpert.traiteRep; {: traitement des diverses réponses d'ESP sur COM
  (Raff, Rpos, Rver, Resp, Rmes, Rtst, Rok, Rnul, Rdef, Rbou, Rerr); {}

```

```

} _____

```

```

} _____

Rbou : begin typeR:= 'Rbou'; { : mouvement moteurs en cours, traitement Rbou
    si pas de réponse, rien à faire, un moteur au moins bouge encore
    si réponse : signale arrêt moteurs re-demande la position avec Rok
    Rok s'occupe du chargement ces positions dans newMoteurs
    et de la mise à jour "TGonioFilouForm.MaJmouve" à "newMoteurs"
    {}
} _____

Rok: begin typeR:= 'Rok'; { : arrêt moteurs ok et nouvelles positions dans rep
    Rok s'occupe du chargement ces positions dans newMoteurs
    et de la mise à jour "TGonioFilouForm.MaJmouve" à "newMoteurs"
    {}
} _____

//: journal des positions dans le fichier journal = 'journal.txt'
} _____

//: position courante dans fichier posCourante = 'position.txt'
} _____

Rvanne: begin { : lecture des entrées/sorties sur ESP-GPIO
    pour verification du relais qui signale
    l'état de la vanne INDRA et mise à jour du flag
    puis arrêt des attentes
    par RS232.TimerReception.Enabled:= false;
    et TimerTraiteQR.enabled:= false;
}
} _____

RverifVan: begin { : verification du relais qui autorise ou non
    la fermeture de la vanne d'INDRA }
} _____

procedure TExpert.etatVanne; { :lit sur ESP
    et positionne VanneOuvverte à true ou false }
} _____

procedure TExpert.autoriseFermetureVanne(oui:boolean); { : ecrit le bit C-7 sur ESP
    1 pour fermer le relais qui autorise INDRA à fermer la vanne
    0 pour ouvrir le relais qui interdit à INDRA de fermer la vanne }
} _____

----- 1169 lignes -----

```

### 12.2.4 E:\expériences\FNL\programmes\UlesMoteurs.pas

===== extraction le 19/09/2003 13:36:43 du fichier : ===== commentaires en { : } et //: dans la ligne autorisé

unit UlesMoteurs; {:

Unité : UlesMoteurs du Projet PGonioFilou;

regroupe simplement les 5 instances du composant moteur "TRzmoteurPP" contenant tous les paramètres de fonctionnement des différents moteurs du goniomètre.

La propriété TRzmoteurPP.MotPosition n'est pas tenue à jour : prévue à cet effet n'est pas utilisée pour gérer la position courante des moteurs qui est gérée dans GonioFilouForm par "posMoteurs" ! Trop tard pour tout reprendre GANIL 21/05/2003 R.K.

C'est l'image de l'état de ESP si on utilise ESP : permet de savoir à l'avance (avant de demander un mouvement) s'il est dans les limites permises ou non :  
 fonction MoteursAbsPermis(var valMot: TmotPositions):boolean;  
 et de connaître le problème en cas de refus :  
 fonction quelPb:string;

type

TlesMoteurs = class(TForm)  
 motPivote: TRzmoteurPP;  
 motBascule: TRzmoteurPP;  
 motTourne: TRzmoteurPP;  
 motTranslate: TRzmoteurPP;  
 motMonte: TRzmoteurPP;  
 RzPiv: TRzNumericEdit;  
 RzBas: TRzNumericEdit;  
 RzTou: TRzNumericEdit;  
 RzMon: TRzNumericEdit;  
 RzTra: TRzNumericEdit;

public

clPiv,  
 clBasc,  
 clTour,  
 clMont,

clTrans: Tcolor;

function MoteursAbsPermis(var valMot: TmotPositions):boolean;

function MoteursRelPermis(var valMot: TmotPositions):boolean;

function quelPb:string;

end;

IPN Lyon Robert Kirsch avril 2002

```
:}  
} _____
```

```
function TlesMoteurs.MoteursRelPermis(var valMot: TmotPositions):boolean; {:  
si relatif calcule la destination absolue pour valMot  
demande si la destination valMot est permise  
:}  
} _____
```

```
function TlesMoteurs.AbsPermis(var valMot: TmotPositions):boolean; {:  
passe en revue les 5 axes pour accepter le mouvement :  
:}  
} _____
```

----- 201 lignes -----



Pour les réels, les pointeurs et les chaînes, il existe une valeur par défaut implicite de 0, nil et " (la chaîne vide), respectivement.

```
property motNom: string      read FmotNom write FmotNom;
property motPosition: double read FmotPosition write FmotPosition;
property motMinLimit: double read FmotMinLimit write FmotMinLimit;
property motMaxLimit: double read FmotMaxLimit write FmotMaxLimit;
property motBbasse: boolean  read FmotBbasse write FmotBbasse;
property motBhaute: boolean  read FmotBhaute write FmotBhaute;
property motBhome: boolean   read FmotBhome write FmotBhome;
```

```
{ déplacements moteur :          fonctionnalité supprimé decembre 2002
function moveAbs(Val:double):boolean; fonctionnalité supprimé decembre 2002
function moveRel(Val:double):boolean; fonctionnalité supprimé decembre 2002
```

```
{ permission de bouger :
function AbsPermis(var Val:double):boolean;
function RelPermis(var Val:double):boolean;
```

```
{ infos et explications Problèmes :
function QuellePos:double;      fonctionnalité supprimé decembre 2002
function Quelmin:double;
function Quelmax:double;
function QuelNom:string;
function QuelPb:string;
```

```
type pour la position du gonio
TmotPositions = record
    pivote,
    bascule,
    tourne,
    monte,
    translate: double;
end;
```

```
UTILISE PAR :
    unit UlesMoteurs de du Projet PGonioFilou
```

```
    :}
} _____
```

```
----- 245 lignes -----
```

## 13 ANNEXE 6 - En cas de crash du PC avant l'arrêt du programme :

Si, pour une raison ou une autre, le programme est tué sans avoir été arrêté proprement avec le goniomètre dans une position où les mouvements ne sont pas tous à zéro, on peut relancer le programme avec l'icône de lancement, mais, actuellement, il y a quelques opérations d'initialisation à faire manuellement :

- lire les valeurs du goniomètre sur l'électronique ESP7000 \*
- entrez ces valeurs dans la fenêtre « positions absolues désirées » du programme
- lancer le mouvement, cela mettra à jour tous les paramètres du programme correspondant à cette position et dans la fenêtre « positions obtenues du goniomètre dans INDRA » (cela pourra être programmé pour exécution automatique).

\* Ces valeurs se trouvent aussi dans le fichier :

<E:\expériences\FNL\programmes\position.txt>

contenant les dernières positions obtenues sur le goniomètre. Dans ce fichier, les valeurs sont dans l'ordre suivant :

2.70	<i>valeur translate mm</i>
716.50	<i>valeur monte mm</i>
18.80	<i>valeur pivote degrés</i>
-25.40	<i>valeur bascule degrés</i>

Il y a aussi un fichier « journal » de toutes les positions utilisées :

<E:\expériences\FNL\programmes\journal.txt>.

qui se présente sous la forme d'une succession de lignes au format « date heure translate monte pivote bascule tourne » :

21/06/2003 19:13:01    2.70 716.50 30.00 -18.41 14.04

## 14 ANNEXE 7 - Adresses de fournisseurs

### Câbles CARL STAHL

Société : CARL STAHL  
43, Rue des Tuileries  
67460 SOUFFELWEYERSHEIM  
Adresse postale :  
BP 74693  
67458 MUNDOLSHEIM Cedex

Tél : 03 88 18 37 00  
Courriel : [carlstahlfr@carlstahl.fr](mailto:carlstahlfr@carlstahl.fr)  
Informations : [http://www.carlstahl.fr/carl\\_fr/](http://www.carlstahl.fr/carl_fr/)

### Mono-cristaux minces épitaxiques

#### Jacques Chevallier à Aarhus :

Société : Thin Film Laboratory  
Dept. of Physics and Astronomy  
University of Aarhus,  
8000 Aarhus C  
Danemark

Tél : 45)89423742 Fax.:(45)86120740  
Courriel : [jach@ifa.au.dk](mailto:jach@ifa.au.dk)  
Informations :

### Motorisation Phytron Bascule et Tourne

#### Christian BIZEUL

Société : TSA  
6, rue Condorcet  
BP 105  
95157 TAVERNY Cedex

Tél : 01.30.40.81.30  
Fax : 01.30.40.81.45  
Courriel : [cbizeul@tsa.fr](mailto:cbizeul@tsa.fr)  
Informations : [www.tsa.fr](http://www.tsa.fr) et [www.tsa.fr/phytron.htm](http://www.tsa.fr/phytron.htm)

### **Motorisation verticale Schneeberger**

**Philippe Moine**

50 av Chanoine Cartellier  
69230 St Genis Laval  
Tél : 04 72 39 52 23

Société : Schneeberger Sarl Technique Linéaire  
15, rue du Roussillon B.P. 7  
91222 Brétigny/Orge-Cedex

Tél : 33 1 69 88 50 00

Fax : 33 1 60 84 96 02

Courriel : [info-f@schneeberger.com](mailto:info-f@schneeberger.com)

Informations : [www.schneeberger.com](http://www.schneeberger.com)

### **Motorisation Pivote Newport - Micro-contrôle**

**Dalila AIT AMIR** Service commercial

Tél : 01 60 91 68 45

**Didier GARNIER**, Product Manager Assistant  
Micro-Contrôle/Newport Company

Tél : 01 60 91 68 13

Société : MICRO-CONTROLE  
11 rue du Bois Sauvage  
91055 Evry Cedex

Tél : 01-60-91-68-68

Fax : 01-60-91-68-69

Courriel : [daitamir@newport-fr.com](mailto:daitamir@newport-fr.com)

[dgarnier@newport-fr.com](mailto:dgarnier@newport-fr.com)

[france@newport-fr.com](mailto:france@newport-fr.com)

Informations : [www.newport.com](http://www.newport.com)

Fabrication : MICRO CONTROLE  
ZI Beaune la Rolande  
45340 Beaune la Rolande  
Tél : 02 38 40 50 00  
Fax : 02 38 40 50 01

### **Passages à vide SubD25 et HT sur bride spéciale**

**Olivier Costa** ingénieur des ventes

Tél : 04 37 65 17 50

Société : Caburn-MDC S.A.R.L.  
38 Place des Pavillons,  
69007 Lyon

Tél : (0)437 65 17 50

Fax : (0)437 65 17 55

Courriel : [costa@caburn.fr](mailto:costa@caburn.fr)

[info@caburn.fr](mailto:info@caburn.fr)

Informations : [www.caburn.co.uk](http://www.caburn.co.uk)

### **Connectique et électronique**

Société : Radiospares  
Rue Norman King,  
BP 453,  
60031 Beauvais Cedex

Tél : Commandes 08 25 03 40 34

Conseil 03 44 10 16 16

Fax : Commandes 08 25 34 50 00

Courriel : [star.mail@radiospares.fr](mailto:star.mail@radiospares.fr)

Informations : [www.radiospares.fr](http://www.radiospares.fr)

### **Nettoyage, passivation pour le vide**

Société : MAHIEUX INDUSTRIE,  
traitement et revêtement des métaux  
146 Av. F. Roosevelt,  
69120 VAULX en VELIN

Tél : 04 78 49 14 00

Fax : 04 78 49 39 37

Courriel : [mahieux.industrie@wanadoo.fr](mailto:mahieux.industrie@wanadoo.fr)

Informations : [www.sous-traiter.com/MAHIEUX-INDUSTRIE](http://www.sous-traiter.com/MAHIEUX-INDUSTRIE)

## Index

- assemblage, 9, 10, 14
- Assemblage**, 12
- Brochage, 16, 18, 22
- crash, 77
- crystal**, 13, 24, 25, 29, 46, 47
- Cristaux
  - cristaux, 6, 27, 28, 29, 47, 78
  - Germanium, 30
  - molybdène, 29, 44
  - Mono-cristaux, 27
  - Nickel, 28
  - vanadium, 27, 29, 44
  - Vanadium, 29
- Electronique, 15
  - commande, 22, 25, 41, 54, 55, 56
  - Configuration, 22, 54
  - électronique, 24, 25, 39, 42, 54, 77
  - ESP7000, 19, 20, 21, 22, 24, 25, 26, 44, 54, 56, 77
  - moteurs, 12, 18, 19, 20, 24, 26, 42
  - relais, 19, 20, 44
  - sécurité, 6, 19, 20, 42, 43, 44
  - SubD25, 17, 18
  - SubD50, 20, 42, 44
- faisceau**, 13, 24, 28, 39, 41, 42, 46, 47
- fichier, 7, 14, 54, 77
- fichiers, 12, 14, 26, 44
- Fichiers
  - journal, 77
- Fournisseurs
  - Caburn, 80
  - MAHIEUX INDUSTRIE, 11, 80
  - Micro-contrôle, 79
  - Newport, 11, 16, 19, 20, 44, 51, 79
  - Phytron, 11, 50, 51, 78
  - Radiospares, 21, 80
  - Schneeberger, 79
  - STAHL, 40, 78
- goniomètre, 6, 9, 10, 11, 20, 23, 24, 25, 44, 46, 47, 48, 57, 77
- impact, 24, 28, 29, 47
- INDRA, 1, 6, 7, 10, 12, 19, 20, 23, 24, 25, 39, 44, 46, 47, 48, 77
  - automate, 6, 19, 20, 24, 39, 44
- Logiciel, 21, 23
  - configuration, 22, 26, 29, 54, 55, 56
  - expert, 25, 56
  - Fichiers, 22
  - liaison série, 21, 22, 26
  - Modules, 57
  - mot de passe, 25
  - paramètres, 21, 26, 54, 56, 77
  - programme, 23, 24, 25, 48, 57, 77
  - RS232, 25, 26
  - utilisateur, 13, 23, 44
- Mécanique
  - assemblage, 11, 12
  - bascule, 11, 20, 24, 25, 41, 42, 77
  - blocage, 41, 48
  - commande, 11
  - fuite, 42
  - goniomètre, 12
  - monte, 12, 24, 77
  - mouvements, 11, 12
  - Nettoyage, 11
  - pivote, 11, 12, 24, 25, 42, 77
  - résolution angulaire, 42
  - sens, 13, 24
  - tourne, 11, 20, 39, 41, 42, 77
  - translate, 12, 24, 77
- moteurs, 16, 17, 19
- mouvements, 6, 7, 9, 10, 13, 23, 24, 25, 26, 42, 77
- Nettoyage
  - nettoyage, 42
- Sas, 10, 46, 47
- sécurité, 19
- SolidEdge, 14
- Spécifications, 6, 7
- vide, 6, 10, 11, 12, 17, 18, 42, 46