



European Organization for Nuclear Research
Organisation européenne pour la recherche nucléaire



**Technology
Department**

Rapport de Métrologie

Bobine 103 MQXFS

Michela Semeraro

Eugenio Cavanna



Sommaire

1. RAISON DU DOCUMENT	3
2. DOCUMENTS UTILISÉS.....	3
3. HARDWARE ET SOFTWARE.....	3
4. OBJECTIFS DES MESURES	3
5. CONDICIONNES DE MESURE	3
A. LIEU DE MESURE.....	3
B. DATE D'INTERVENTION.....	3
C. CONDICIONNE DES ENVIRONS	3
D. MAIN D'ŒUVRE.....	3
E. COFIGURACION DES MESURES ET NOMENCLATURE	4
• POSITION.....	4
• NOMENCLATURE	7
• CONVENTION DES SIGNES	8
F. MODE D'INTERVENTION	8
• MESURE DES CROSS-SECTIONS	9
6. MESURES	11
A. DEFORMATION GLOBALE DE LA BOBINE (SYSTEME DE REFERENCE GLOBALE)	11
• CROSS-SECTIONS	11
B. DEFORMATION DES CROSS-SECTIONS (SYSTEME DE REFERENCE LOCAL)	15
C. COMPARAISON DES CROSS-SECTIONS	20
7. CONCLUSIONS	20



1. RAISON DU DOCUMENT

La raison du document est l'inspection dimensionnelle de la bobine 103 de MQXF (SQXFHCMQXFS136-CR000103).

2. DOCUMENTS UTILISÉS

[DC01] modèle CAD LHCMQXFM0077+key.stp

3. HARDWARE ET SOFTWARE

Les mesures ont été effectuées avec l'instrument FARO Edge Arm 2,7 m.

Probe sphère de 6mm.

Le software utilisé est Polyworks 2014.

4. OBJECTIFS DES MESURES

Vérification dimensionnelle de la bobine 103 après imprégnation.

La référence utilisée a été le CAD du dummy coil aluminium.

5. CONDICIONNES DE MESURE

a. LIEU DE MESURE

Les opérations ont eu lieu dans le bâtiment 927 du CERN, Prevestin, France.

b. DATE D'INTERVENTION

Les mesures ont été effectuées le 25/03/2015

c. CONDICIONNE DES ENVIRONS

La température a été mesurée entre 19°C et 21°C.

d. MAIN D'ŒUVRE

Les mesures ont été faites par l'étudiante technique Michela Semeraro.

e. COFIGURACION DES MESURES ET NOMENCLATURE

• Position

La bobine a été positionnée sur deux supports. Les supports (Figure 1) ont été élevés grâce à deux blocs de aluminium (Figure 2) positionnés entre le support e le table que s'appuie au table de travail (Figure 3).



Figure 1: Support

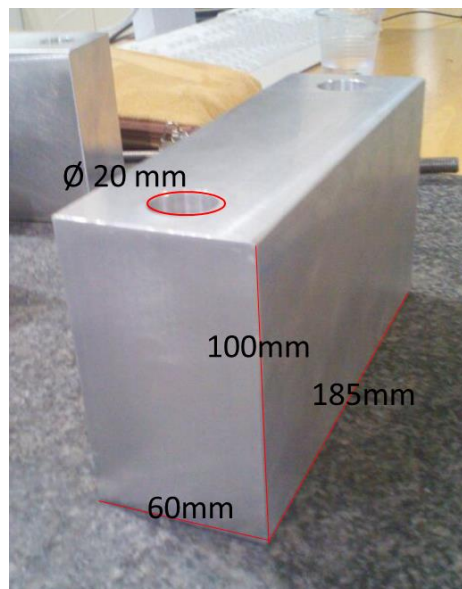


Figure 2 : bloc d' aluminium

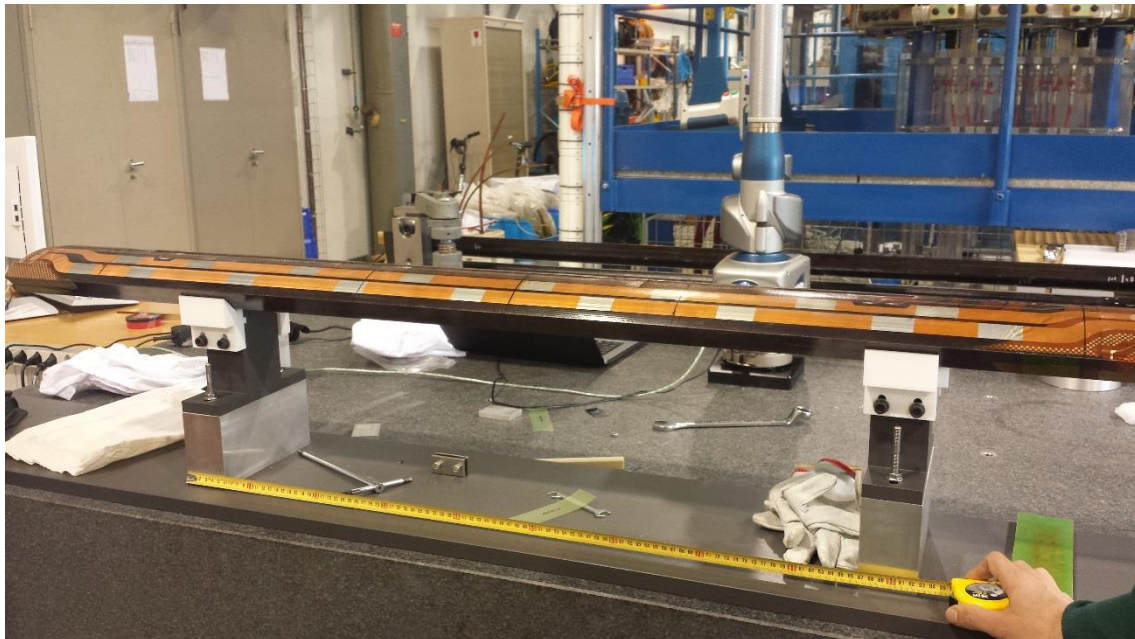


Figure 3 : bobine, supports et blocs

La position de la bobine est résumée dans les photos suivantes



Figure 4 : position de la bobine

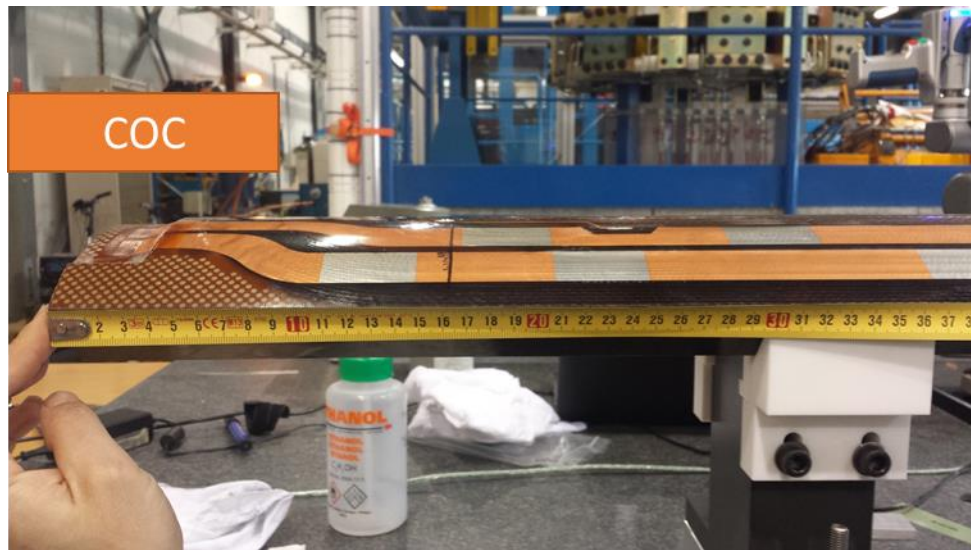


Figure 5 : position de la bobine

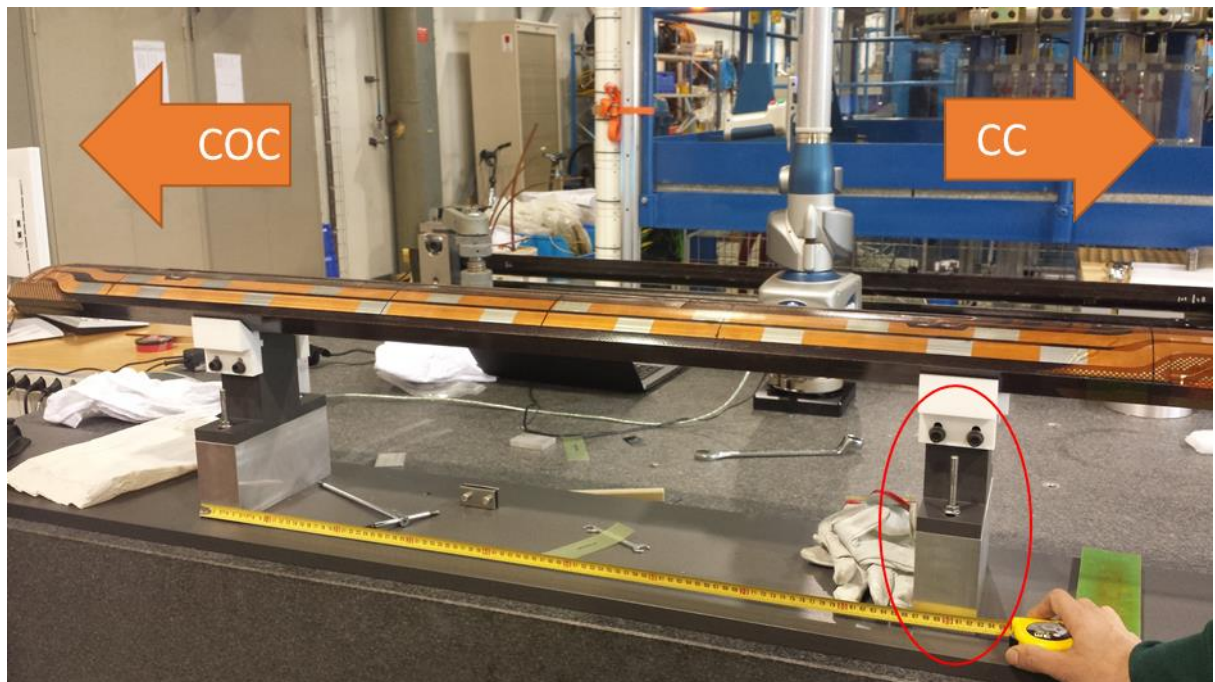


Figure 6 : position de la bobine

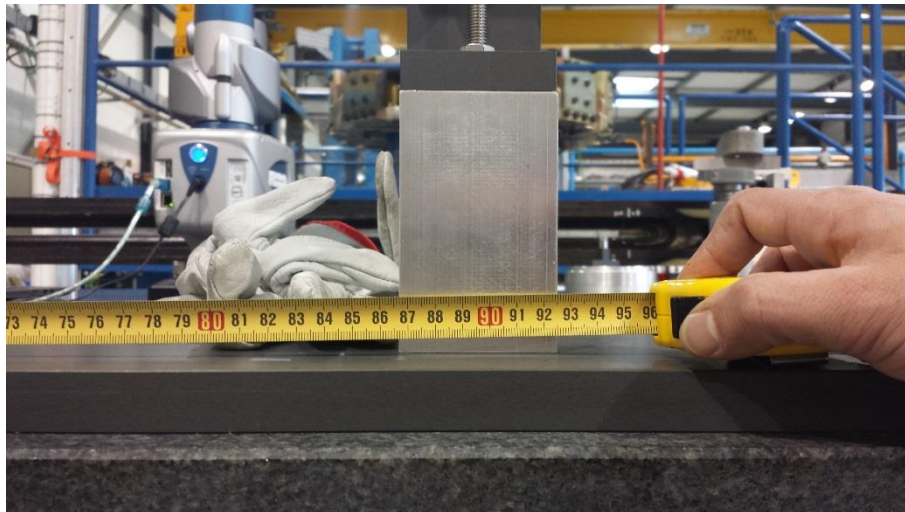


Figure 7 : position de la bobine

- **Nomenclature**

A suivre un schéma de nomenclature pour les différentes surfaces de la bobine.

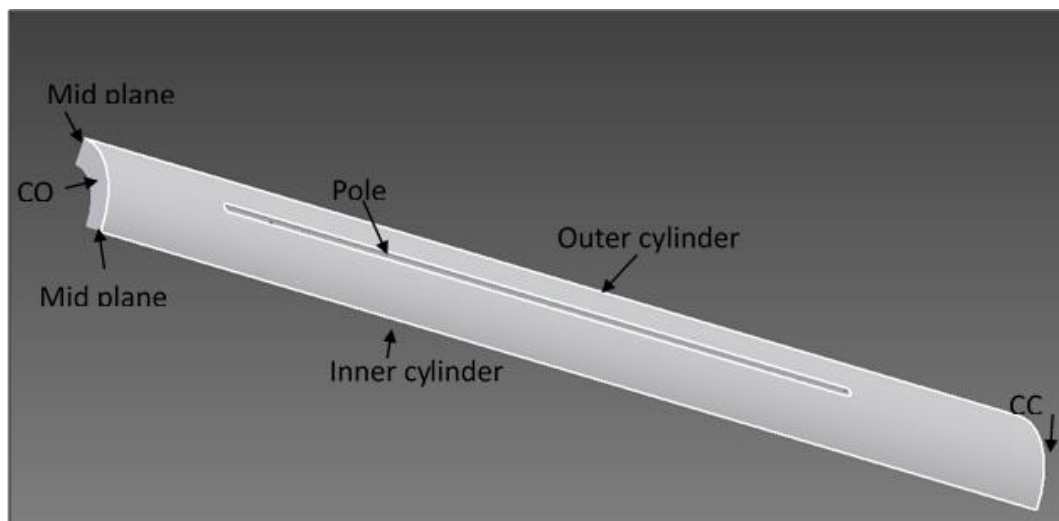
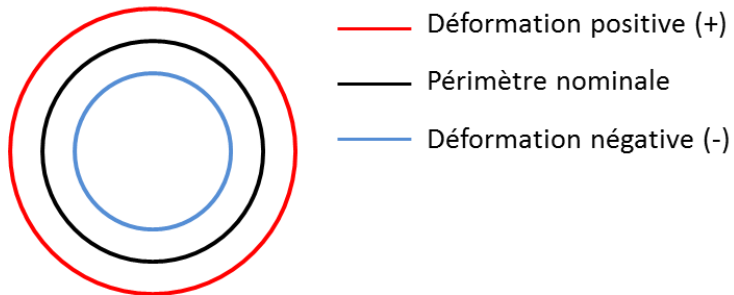


Figure 8 : schème de nomenclature

- **Convention des signes**



f. MODE D'INTERVENTION

Vu que les dimensionnes de la gorge du pole sont trop petites pour le probe de 3mm et ça a créé des problèmes de l'alignement, on a fabriqué une clé que nous permet un certain degré de flexibilité (*Figure 9*)

Epaisseur clé : $14 [\pm 0,05]$ mm

Avec cette clé a été évalué la positionne de l'as du pole et un alignement plus effectif.



Figure 9 : clé

L'influence des environnements est considéré négligeable.

Le Bras Faro Edge a été positionné à plus ou moins 260 mm de la pièce pour avoir un espace de travail optimale.

- **Mesure des Cross-Sections**

Avant de commencer il faut réaliser la calibration du bras Faro Edge a en suivant la procédure du software.

E09-05-13-28903-Reference Encoders.

La calibration du Probe 6mm a été faite en suivant la procédure *Hole compensation* et le *Single Point Articulation Test (SPAT)* dont les résultats sont dans les Annexes.

6 points ont été pris pour réaliser l'alignement de la pièce avec le CAD.
(Figure 10 ; Figure 11 ; Table 1)

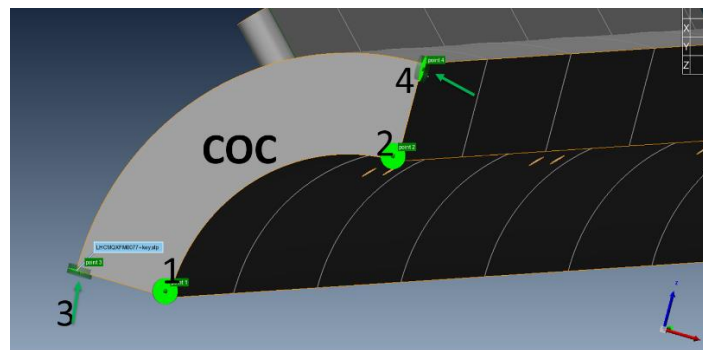


Figure 10 : points d'alignement pour les cross sections

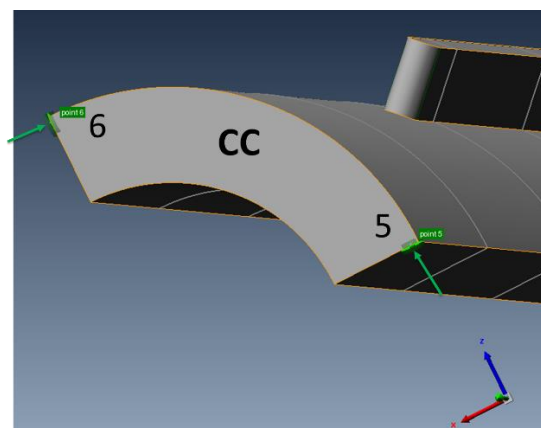


Figure 11 : points d'alignement pour les cross sections

Align Surface Points						
No.	Name	Direction	Tol Radial	Dev Radial	Test Radial	
1	point 1	Y	5.000	0.649	Pass	
2	point 2	Y	5.000	0.732	Pass	
3	point 3	Z	5.000	1.394	Pass	
4	point 4	X	5.000	1.708	Pass	
5	point 5	Z	5.000	1.016	Pass	
6	point 6	X	5.000	1.787	Pass	

Table 1 : points d'alignement pour les cross sections

Les mesures ont été prises en partant du mi plan de la pièce (axis Y du système de référence) chaque 200mm en suivant la méthode *Projection* (pag. 683 *IMIInspect Reference Guide 2014*).

Les cross sections 2 et 6 ont été situées à $y = -360$ mm et $y = 360$ mm vu que les cross sections originales étaient sur les supports.

6. MESURES

Vu que la bobine réelle est plus longue que la bobine théorique (CAD) de plusieurs millimètres, les mesures de la longueur avec le software n'ont été pas possibles. Pour avoir une idée de sa longueur on a pris les mesures avec le pied à coulisse en suivant le schème en bas :

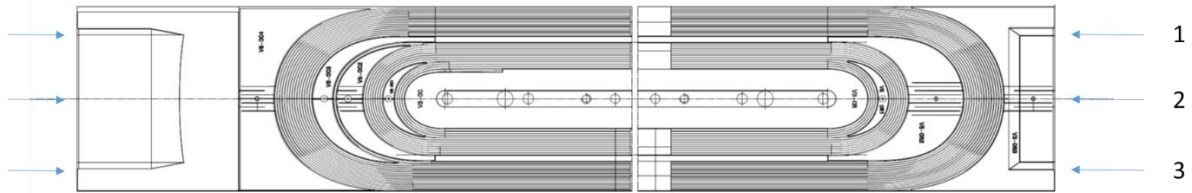


Figure 12 : mesure longueur

measure 1	1520.6 mm
measure 2	1520.2 mm
measure 3	1520.3 mm
Δ	0.4

a. Déformation globale de la bobine (système de référence globale)

• Cross-sections

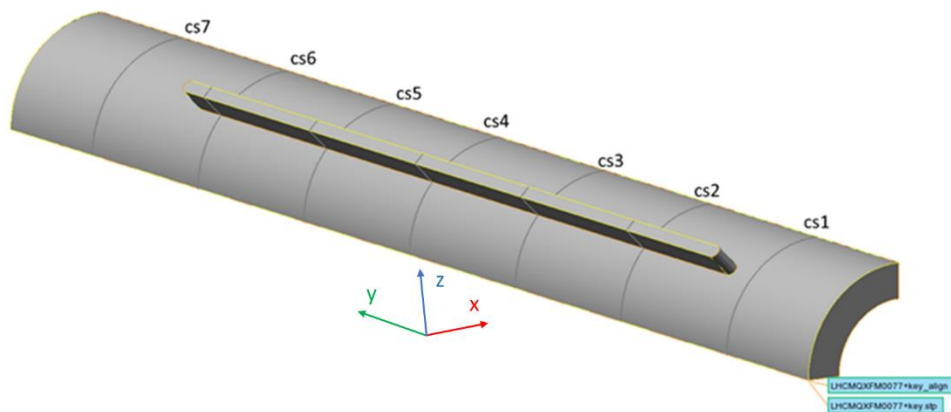


Figure 13 : schème des cross-sections

La méthode utilisée pour mesurer les différences entre model CAD et bobine réelle est le « Best fit object oriented ».

c-s 1 : $y = -600,00$ mm

Cross-Section Navigator (2D)

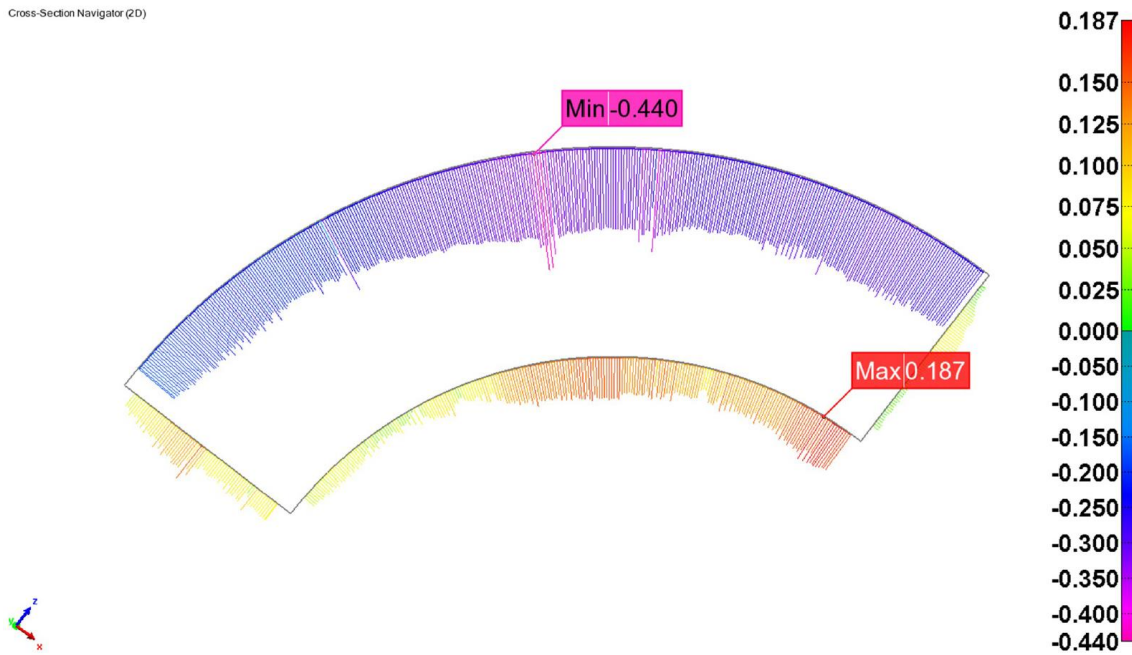


Figure 14 : c-s 1

c-s 2 : $y = -360,00$ mm

Cross-Section Navigator (2D)

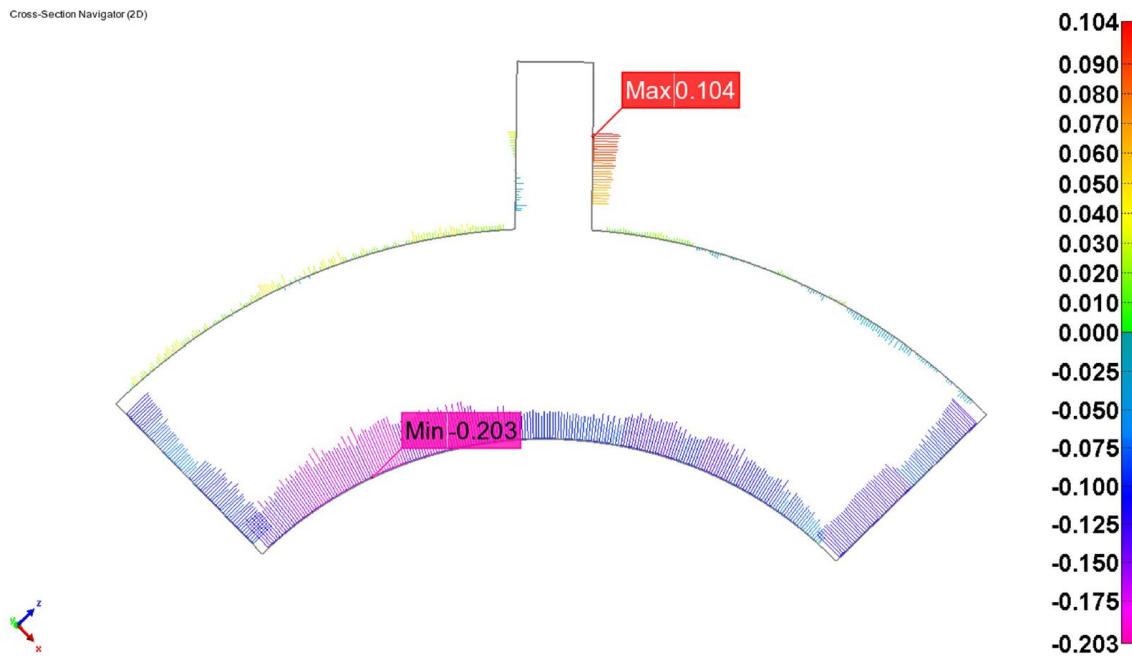


Figure 15 : c-s 2

c-s 3 : $y = -200,00$ mm

Cross-Section Navigator (2D)

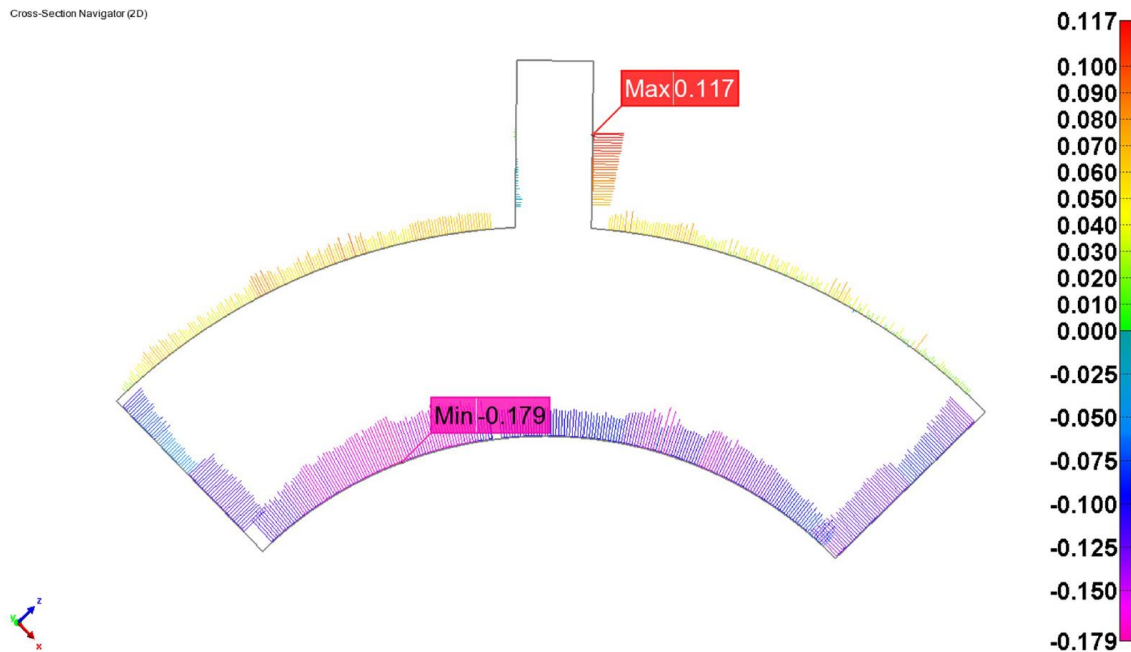


Figure 16 : c-s 3

c-s 4 : $y = 0,00$ mm

Cross-Section Navigator (2D)

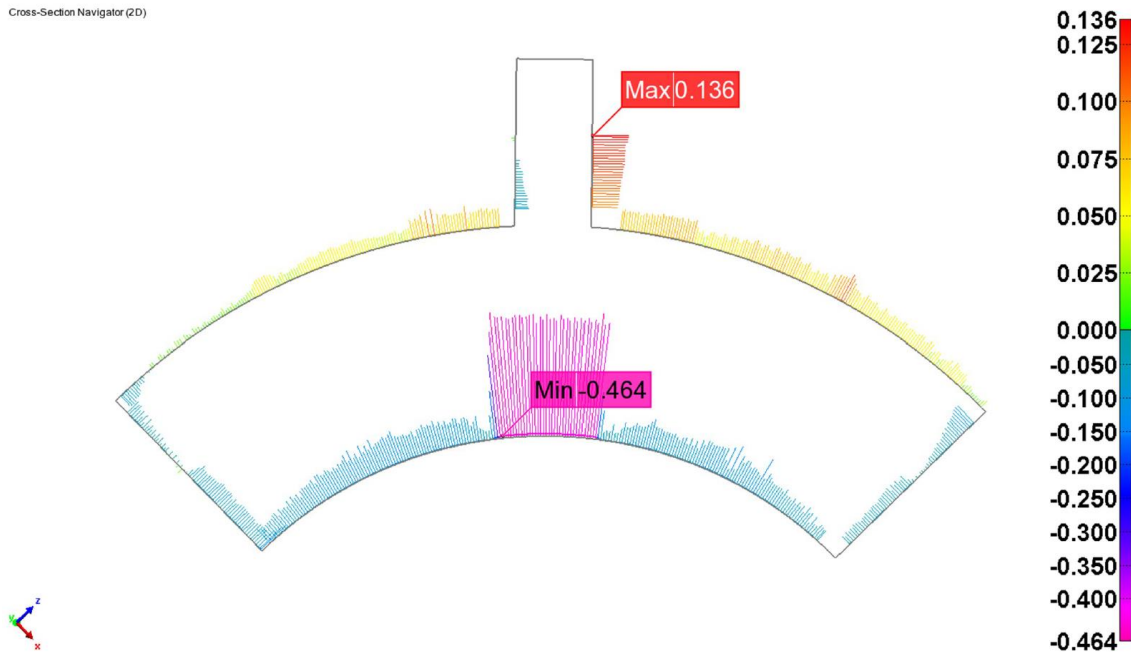


Figure 17 : c-s 4

Dans La partie centrale de l'inner cylinder on peut voir une rainure avec profondeur de 0,464 mm. Ça est prévue pendant la préparation pour la imprégnation pour après y installer le jauge.

c-s 5 : $y = 200,00$ mm

Cross-Section Navigator (2D)

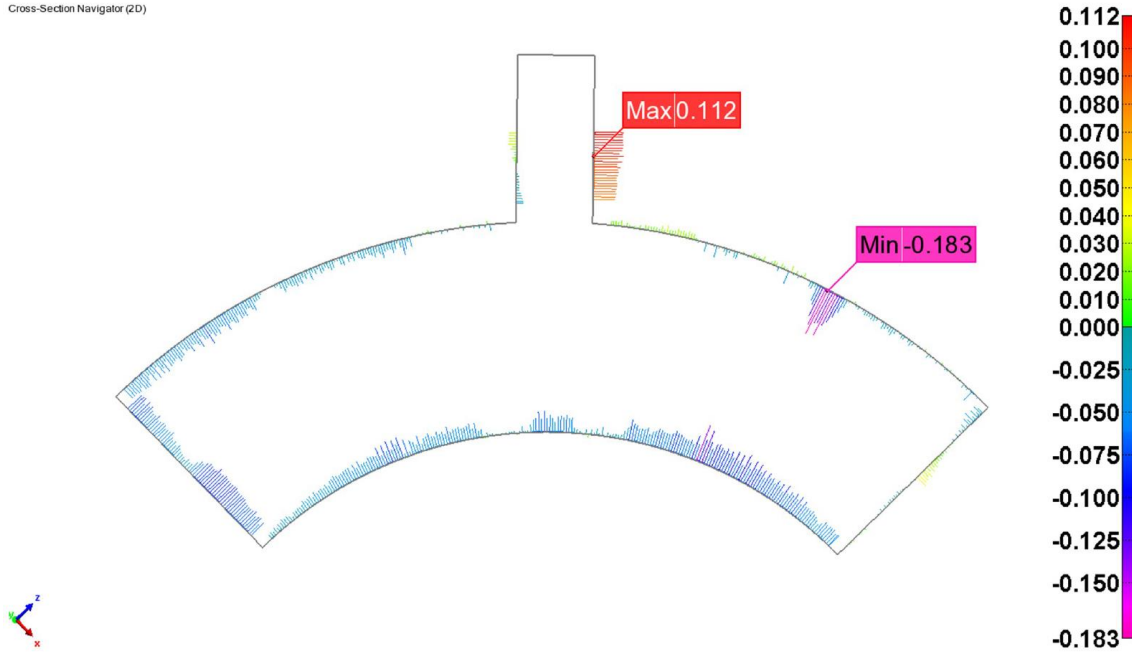


Figure 18 : c-c 5

c-s 6 : $y = 360,00$ mm

Cross-Section Navigator (2D)

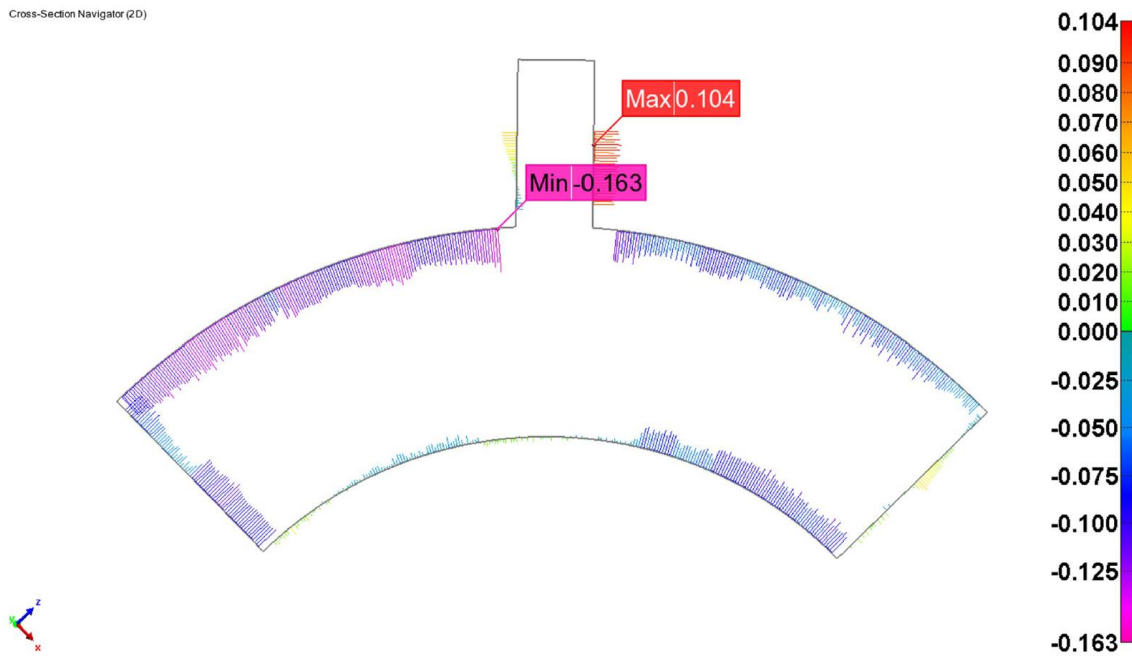


Figure 19 : c-s 6

c-s 7 : $y = 600,00$ mm

Cross-Section Navigator (2D)

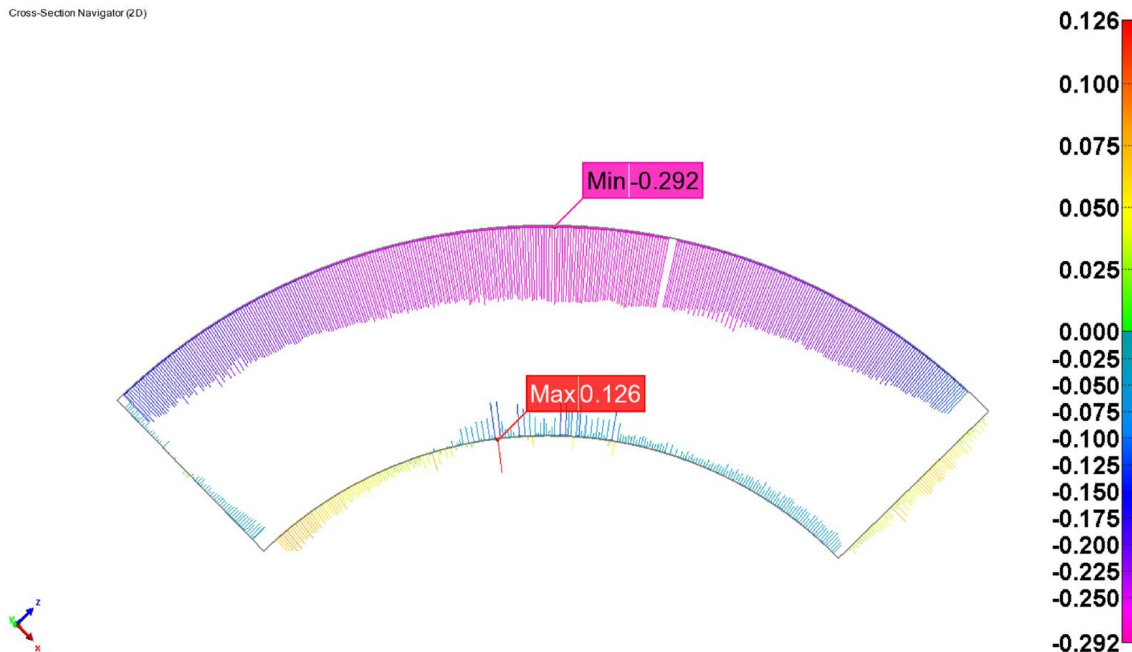


Figure 20 : c-s 7

b. Déformation des cross-sections (système de référence local)

Dans cette étude on a essayé d'évaluer la différence entre mesure théorique et mesure real en filtrant le composant de la déformation à "banana". Ça veut dire évaluer les dimensions réales de chaque cross-section par rapport à la cross-section théorique de la bobine, donnée par le modèle CAD de la bobine avec la clé.

Pour l'évaluer on a utilisé une macro dans Polyworks développée par C. Löffler et déjà testée pour les mesures des bobines de 11T. Dans cette analyse on ne parle plus d'un nuage globale de points avec le même système de référence, mais plutôt la macro traite les points de chaque section indépendamment des point de les autres sections, ça permet un alignement de chaque section réelle avec sa section théorique équivalente, en effaçant le facteur déformation globale.

Chaque section a son best-fit, c'est-à-dire son alignement.

c-s 1 : $y = -600,00$ mm

Cross-Section Navigator (2D)

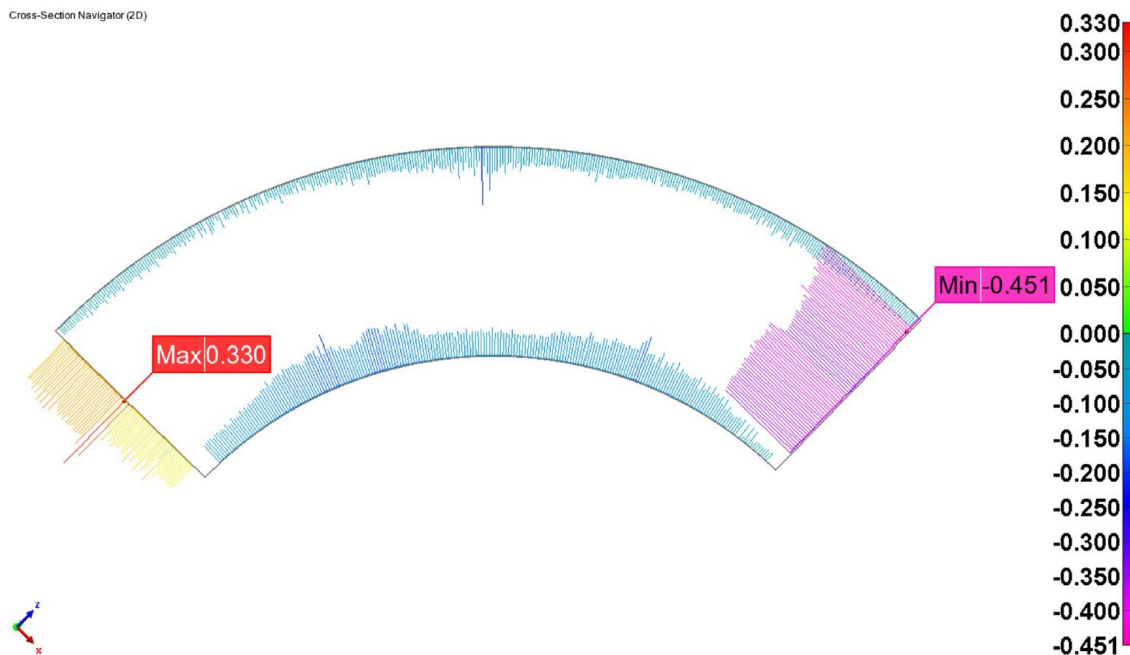


Figure 21 : c-s 1

Vu que dans cette cross section il n'y a pas le pole, l'alignement avec la clé n'a pas été possible, donc on a effectué un *best-fit* globale sur toutes les surfaces.

c-s 2 : $y = -360,00$ mm

Cross-Section Navigator (2D)

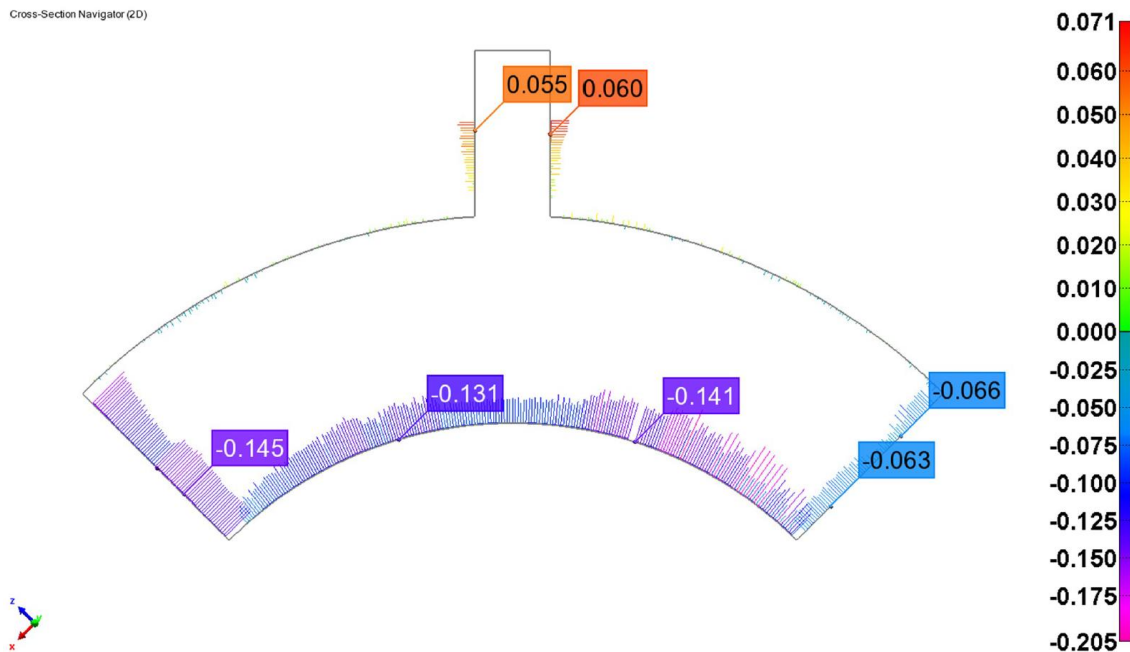


Figure 22 : c-s 2

c-s 3 : $y = -200,00$ mm

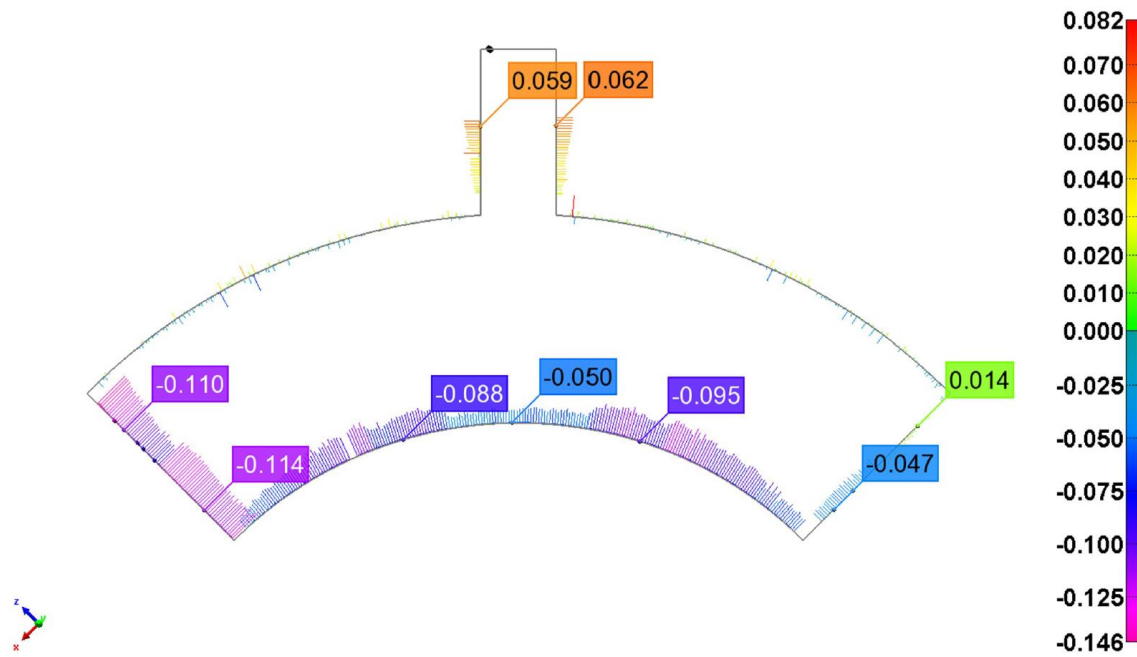


Figure 23 : c-s 3

c-s 4 : $y = 0,00$ mm

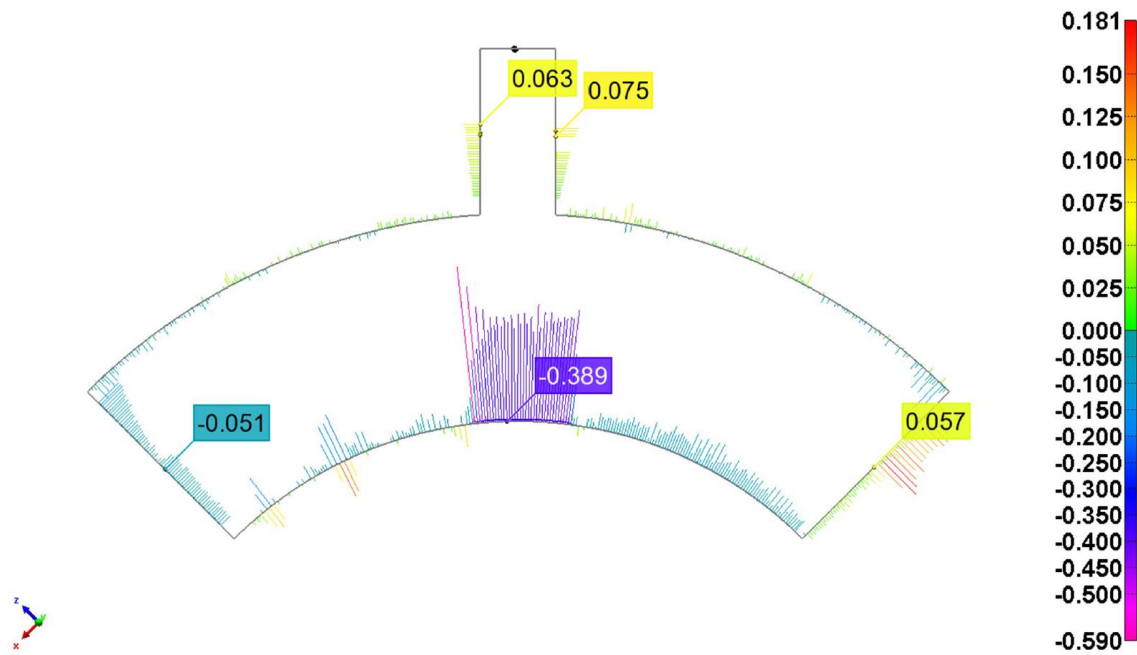


Figure 24 : c-s 4

c-s 5 : $y = 200,00$ mm

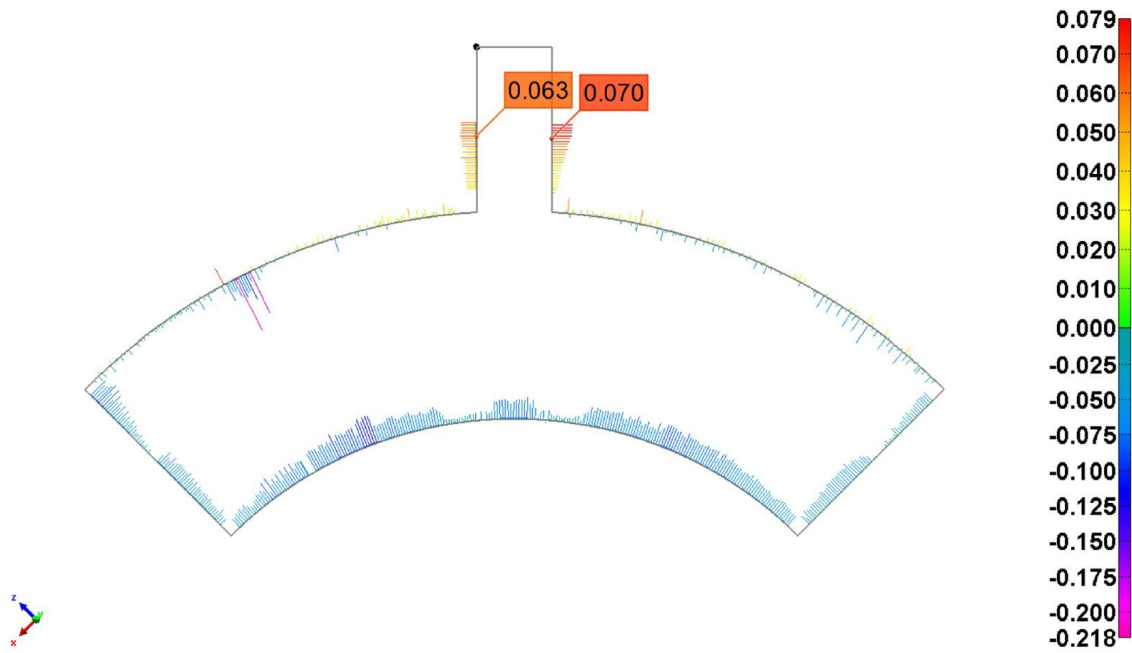


Figure 25 : c-s 5

c-s 6 : $y = 400,00$ mm

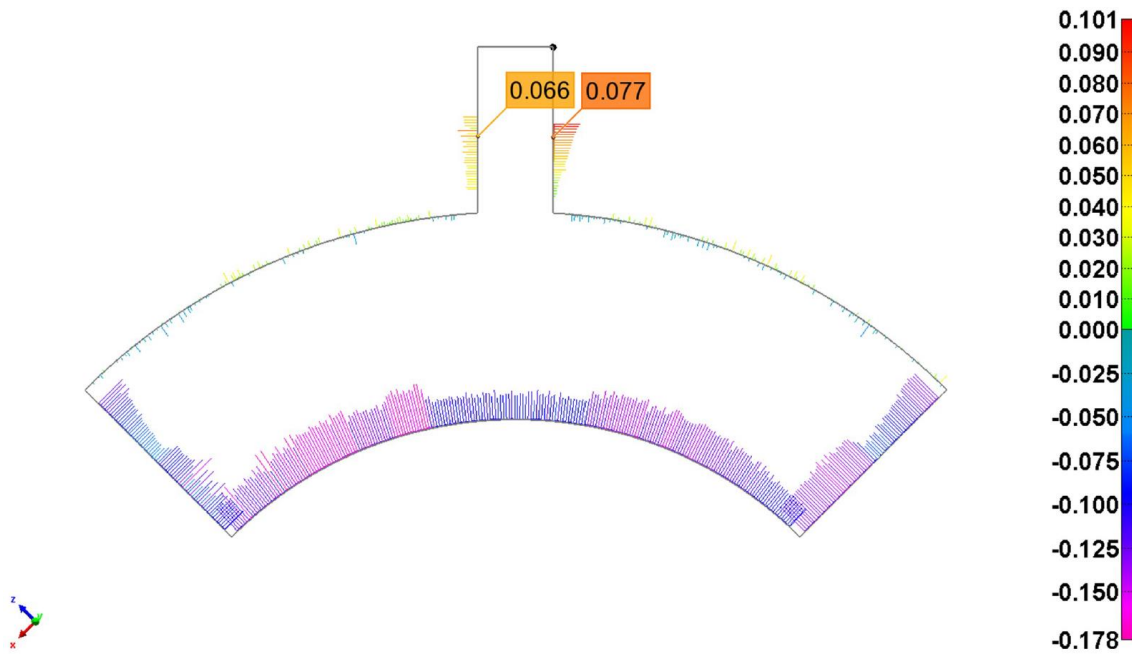


Figure 26 : c-s 6

c-s 7 : $y = 600,00$ mm

Cross-Section Navigator (2D)

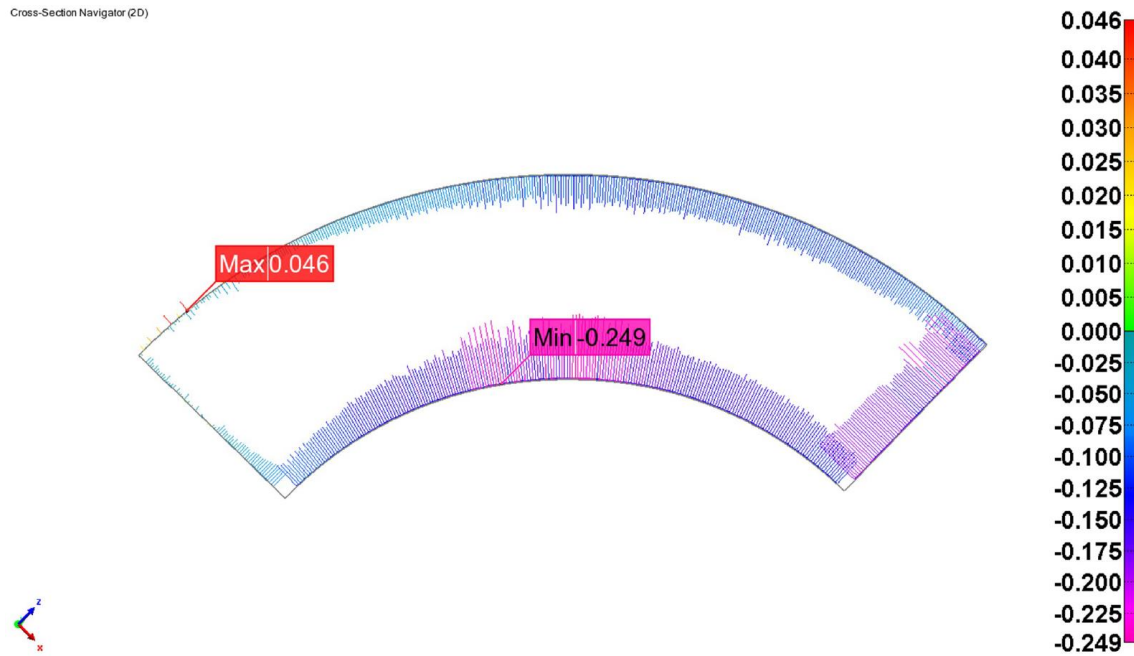
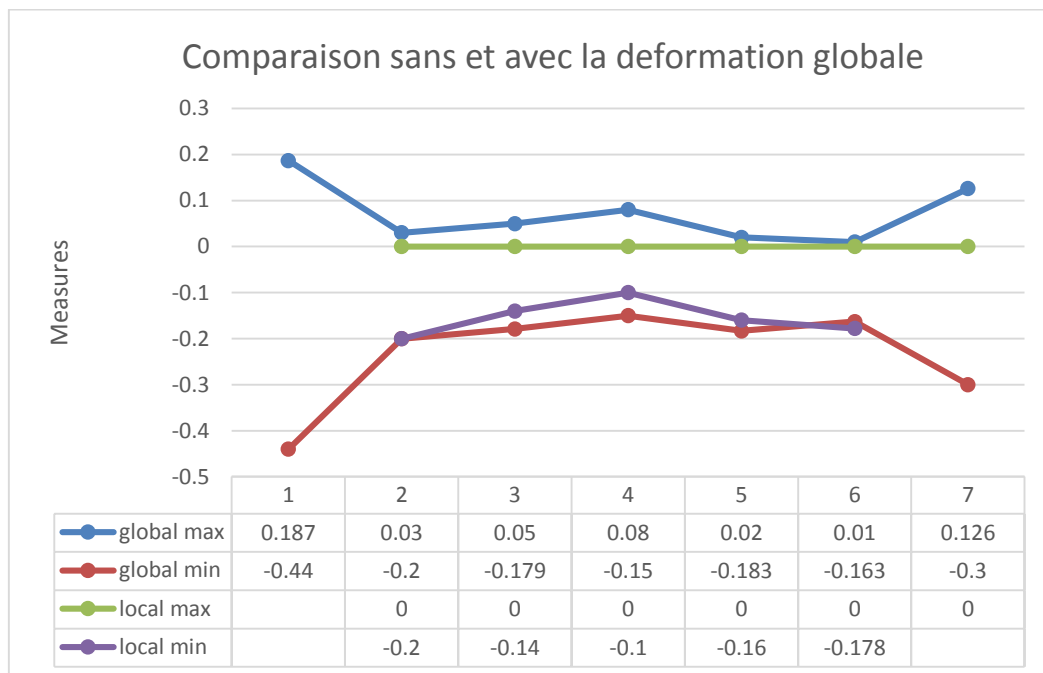


Figure 27 : c-s 7

Vu que dans cette cross section il n'y a pas le pole, l'alignement avec la clé n'a pas été possible, donc on a effectué un *best-fit* globale sur toutes les surfaces.

c. Comparaison des cross-sections



Pour l'analyse des cross sections on a alignée sur le outer cylinder (la partie ou il y a des déformations positives). On peut voir donc que le maximum local sur les cross sections alignée sur l'outer cylinder est 0.

7. CONCLUSIONS

Les études effectuées nous ont donné comme résultats :

- La bobine réelle a la coupe (cross-section) plus petite que la théorique sur toute sa longueur.
Déviation entre -0,1 mm et -0,2mm.
- La bobine présente une déformation globale a "banana".
Déviation entre 0,187 mm au centre et -0,4 aux extrêmes.



**Technology
Department**

30/03/2015

Annexes



Single Point Articulation Performance Test (SPAT)			
Operator	M.Semeraro		
Computer	PCTE24204		
Device Serial Number	E09-05-13-28903		
Certification Date	18:24:37 07-15-13		
Time & Date	10:56:05 03-25-15		
Units	Millimeters		
Probe Calibration Error	0.011908		
Probe Calibration Date	Mar-25 2015 10:54		
Number of Points Taken	10		
Index	X	Y	Z
1	43.43459	55.94519	905.2244
2	43.44482	55.94531	905.2243
3	43.43222	55.93619	905.2232
4	43.40132	55.92813	905.2289
5	43.39173	55.93422	905.2432
6	43.38243	55.94333	905.2419
7	43.38971	55.95373	905.2455
8	43.39801	55.96611	905.2482
9	43.42141	55.96146	905.2452
10	43.41755	55.97265	905.2564
(Max-Min)/2	0.031198	0.022257	0.016574