



European Organization for Nuclear Research
Organisation européenne pour la recherche nucléaire



**Technology
Department**

Rapport de Métrologie

Bobine 102 MQXFS

Michela Semeraro

Eugenio Cavanna



Sommaire

1. RAISON DU DOCUMENT	3
2. DOCUMENTS UTILISÉ.....	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	7
F. MODE D'INTERVENTION	8
• MESURE DES CROSS-SECTIONS	8
• MESURE DES SURFACES.....	10
6. MESURES	10
A. DEFORMATION GLOBALE DE LA BOBINE (SYSTEME DE REFERENCE GLOBALE)	11
• CROSS-SECTIONS.....	11
• SURFACES	15
• COMPARAISON	16
B. DEFORMATION DES CROSS-SECTIONS (SYSTEME DE REFERENCE LOCAL)	17
C. COMPARAISON DES CROSS-SECTIONS	22
7. CONCLUSIONS	22



1. RAISON DU DOCUMENT

La raison du document est l'inspection dimensionnelle de la bobine 102 de MQXF (SQXFHCMQXFS136-CR000102).

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 102 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 entre le 26/02/2015 et le 27/02/2015

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

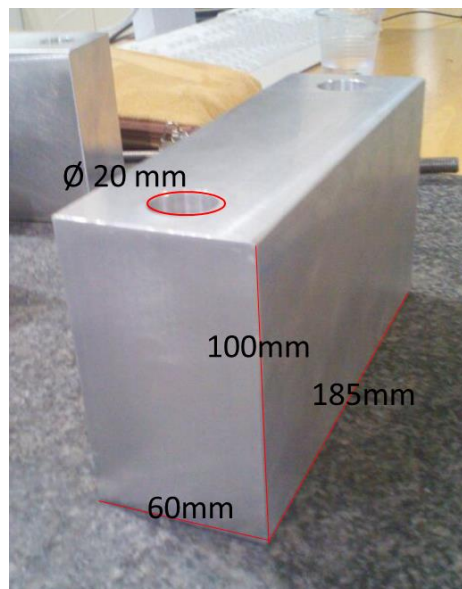


Figure 2 : bloc d' aluminium

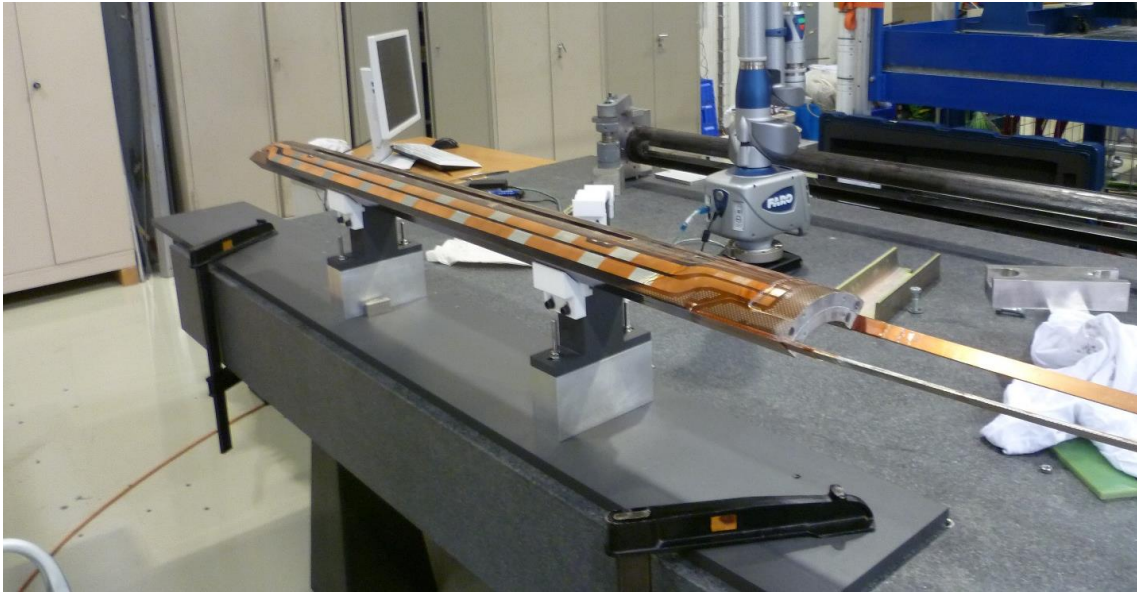


Figure 3 : bobine, supports et blocs

La position de la bobine est résumée dans les photos suivantes

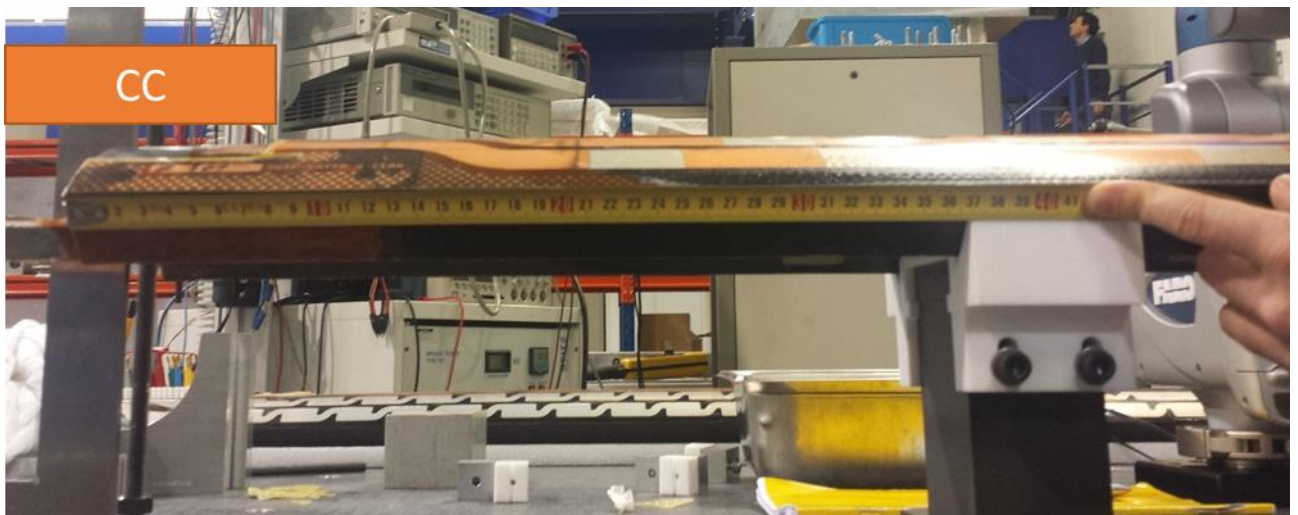


Figure 4 : position de la bobine



Figure 5 : position de la bobine



Figure 6 : position de la bobine

- **Nomenclature**

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

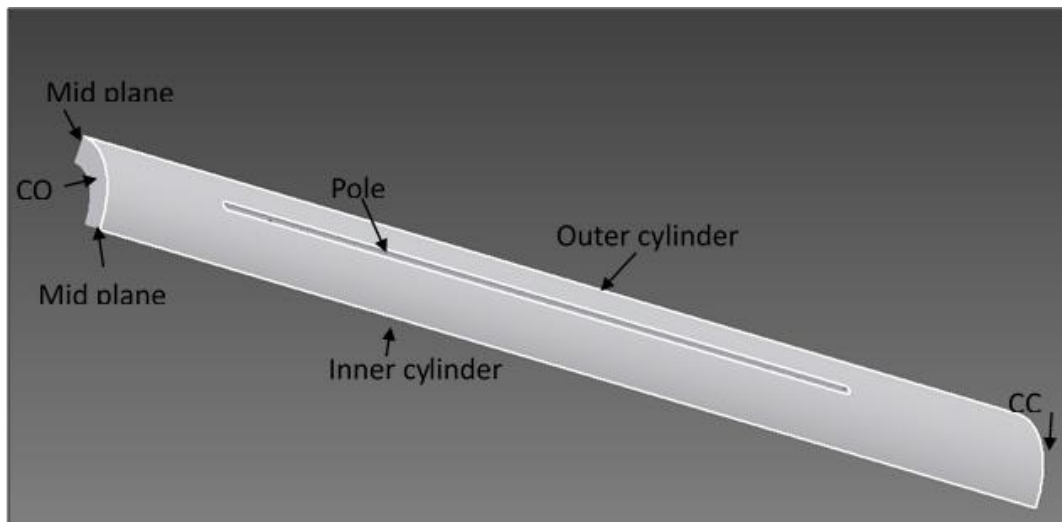
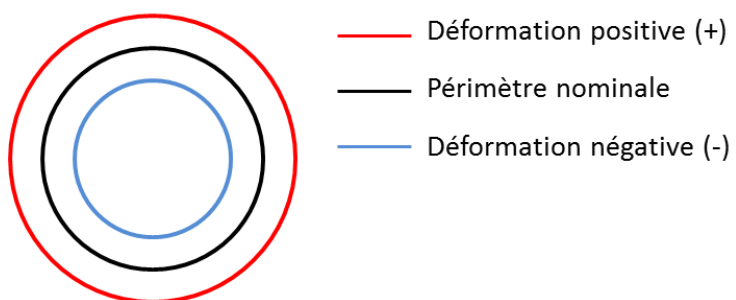


Figure 7 : schème de nomenclature

- **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 et une couche (*Figure 8*), lesquelles ensemble ont les mêmes dimensionnes de la gorge.

Epaisseur clé : 13,9 mm

Couche : 0,05 mm

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

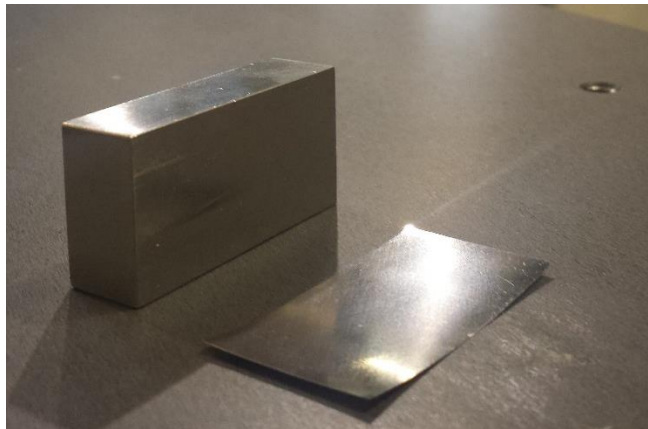


Figure 8 : clé et couche

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 9 ; Figure 10 ; Table 1)

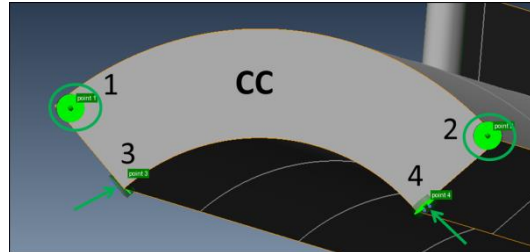


Figure 9 : points d'alignement pour les cross sections

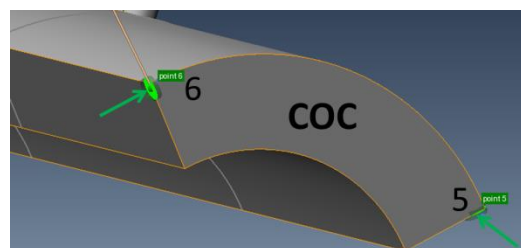


Figure 10 : points d'alignement pour les cross sections

Align Surface Points						
No.	Name	Direction	Tol Radial	Dev Radial	Test Radial	
1	point 1	Y	5.000	2.940	Pass	
2	point 2	Y	5.000	1.235	Pass	
3	point 3	X	5.000	2.406	Pass	
4	point 4	Z	5.000	1.704	Pass	
5	point 5	X	5.000	2.190	Pass	
6	point 6	Z	5.000	0.409	Pass	

Table 1 : points d'alignement pour les cross sections

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

- **Mesure des surfaces**

Comme les mesures ont été prises le même jour, le procès de calibration n'a pas été répété (résultats dans les Annexes).

Pour l'alignement on a pris les mêmes 6 points de l'alignement pour les cross sections.

Align Surface Points					
No.	Name	Direction	Tol Radial	Dev Radial	Test Radial
1	point 1	Y	5.000	0.865	Pass
2	point 2	Y	5.000	1.131	Pass
3	point 3	Z	5.000	0.323	Pass
4	point 4	Z	5.000	3.251	Pass
5	point 5	X	5.000	1.708	Pass
6	point 6	X	5.000	1.988	Pass

Table 2 : points d'alignement pour les surfaces

Pour les mesures on a collectionné plusieurs lignes.

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 couliss en suivant le schème en bas :

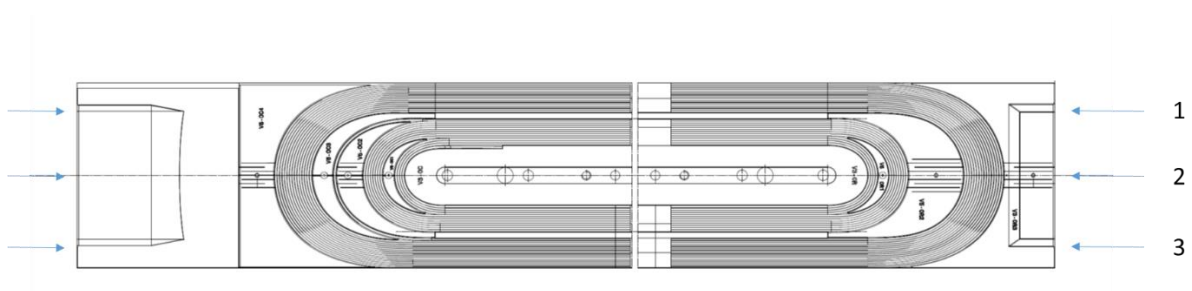


Figure 11 : mesure longueur

mesure 1	1516.9 mm
mesure 2	1516.8 mm
mesure 3	1517.2 mm
Δ	0.4

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

• Cross-sections

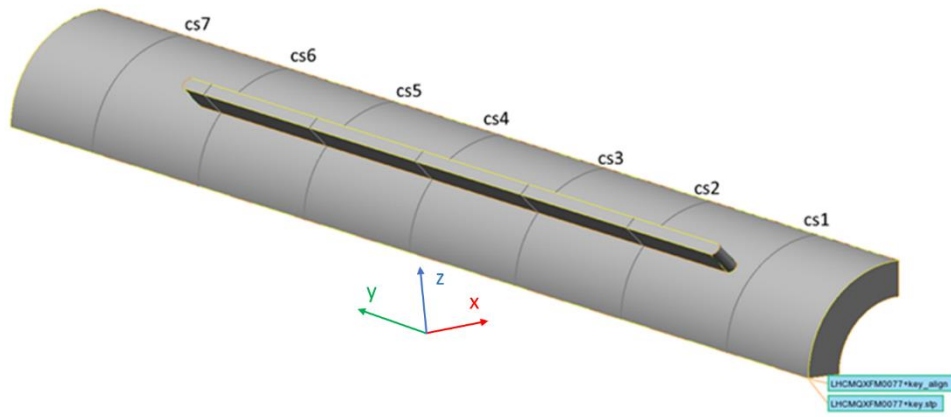


Figure 12 : schème des cross-sections

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

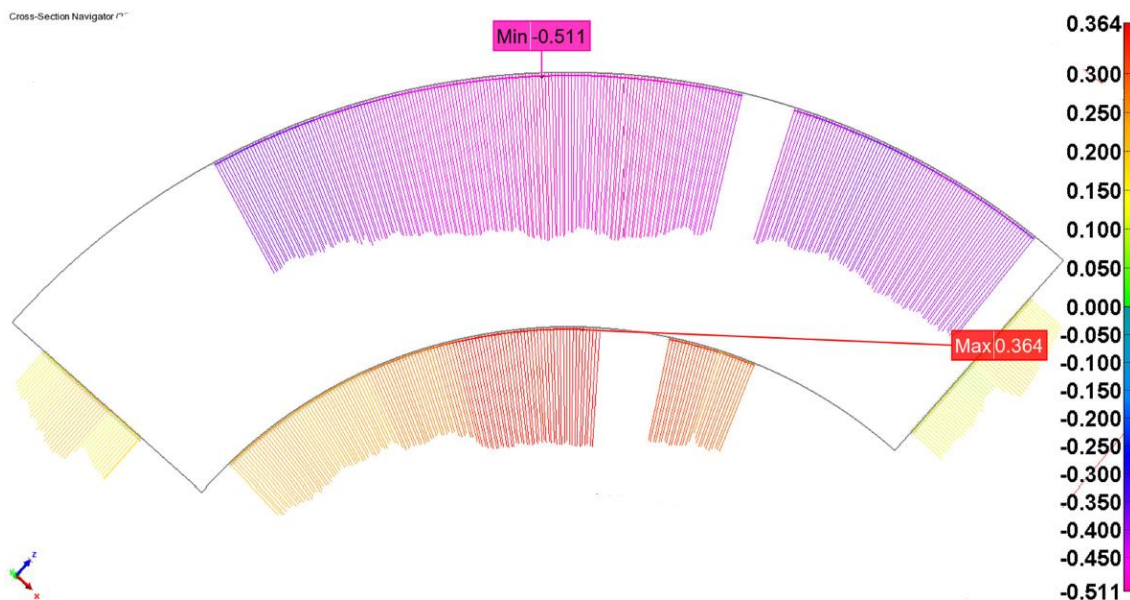


Figure 13 : c-s 1

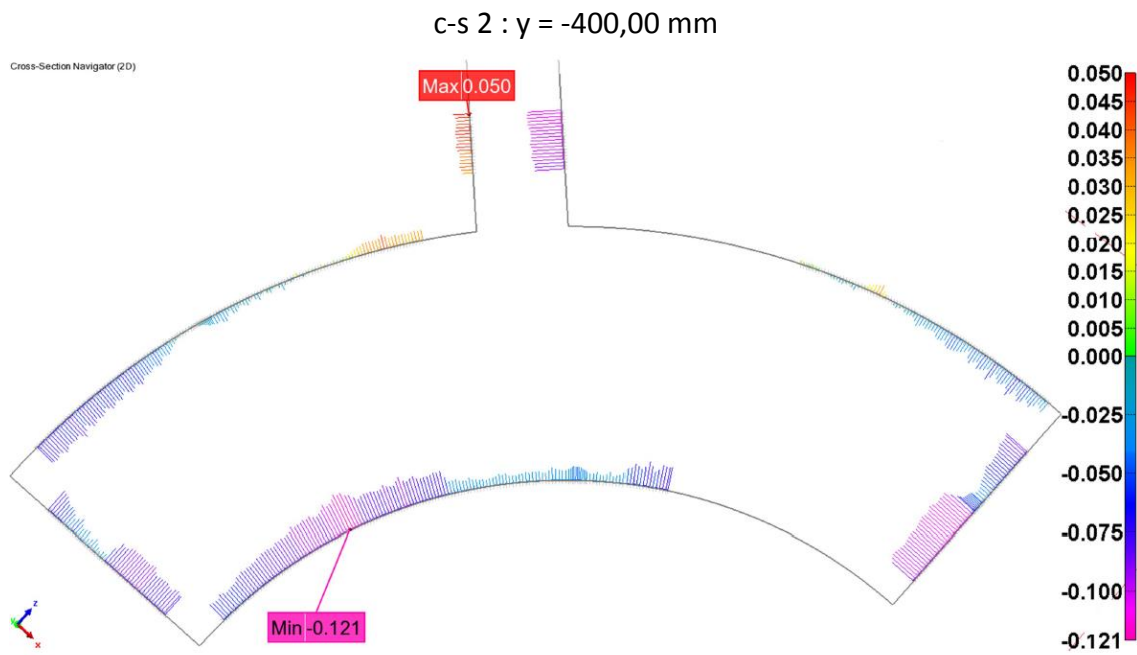


Figure 14 : c-s 2

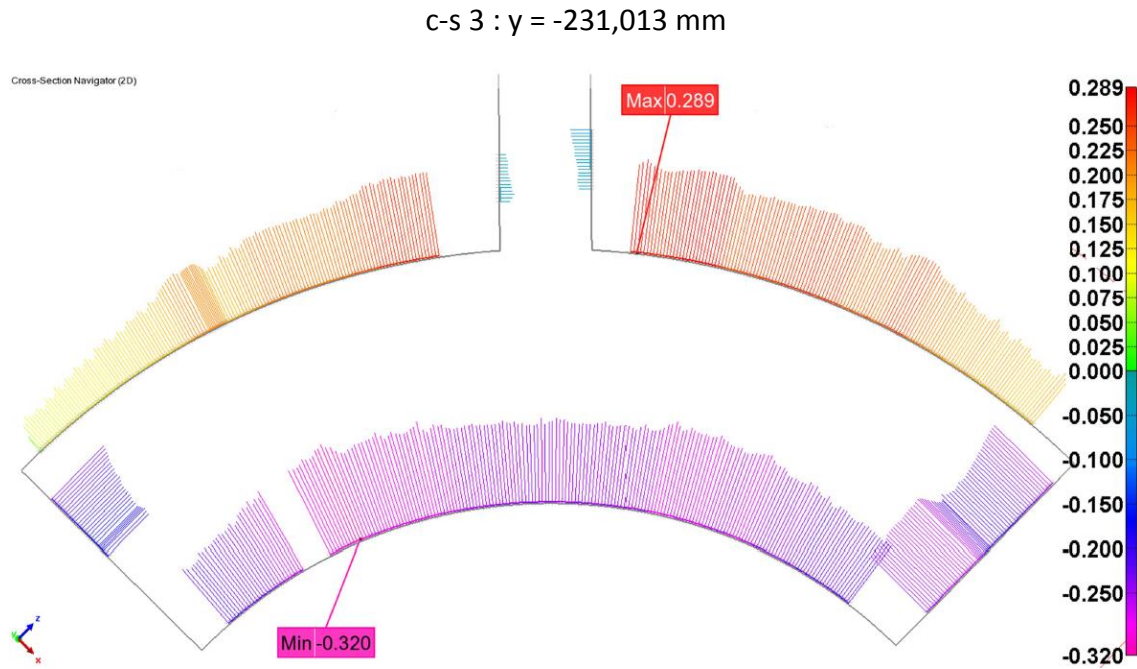


Figure 15 : c-s 3

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

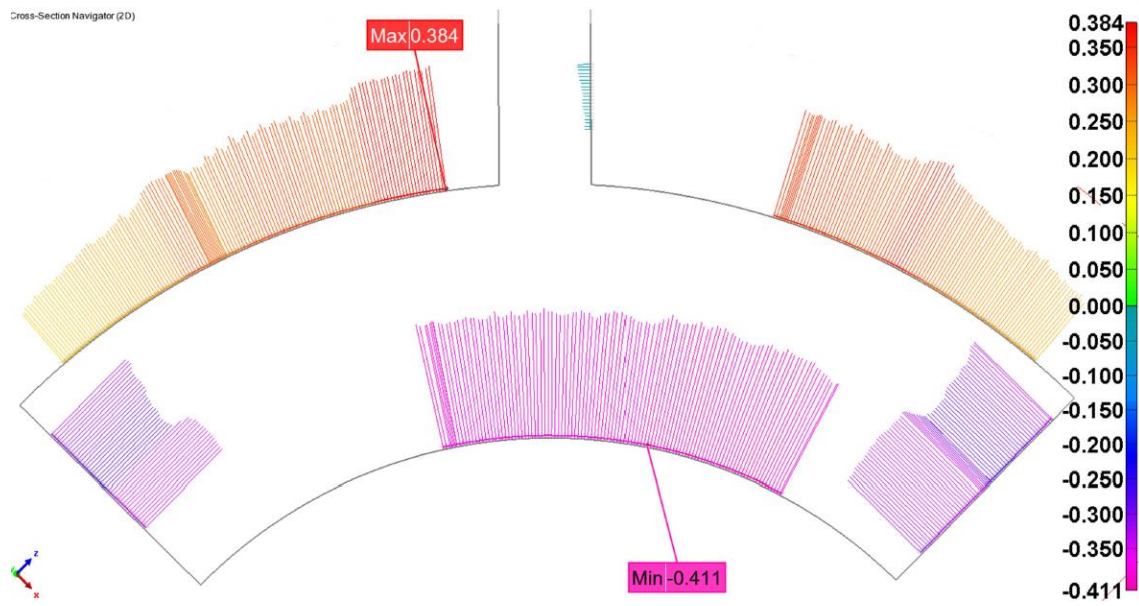


Figure 16 : c-s 4

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

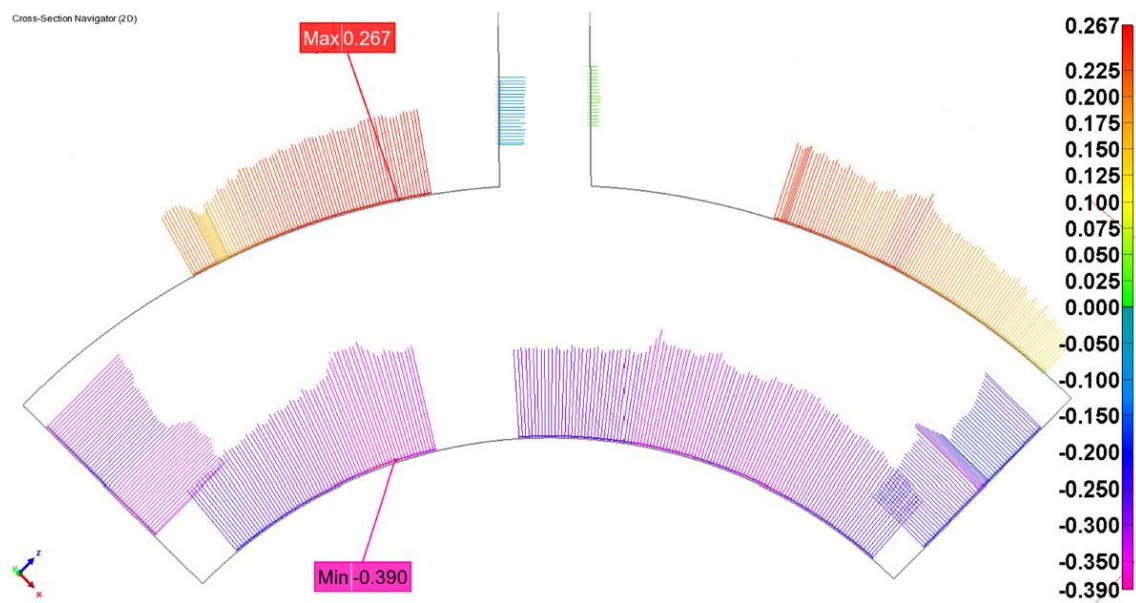


Figure 17 : c-c 5

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

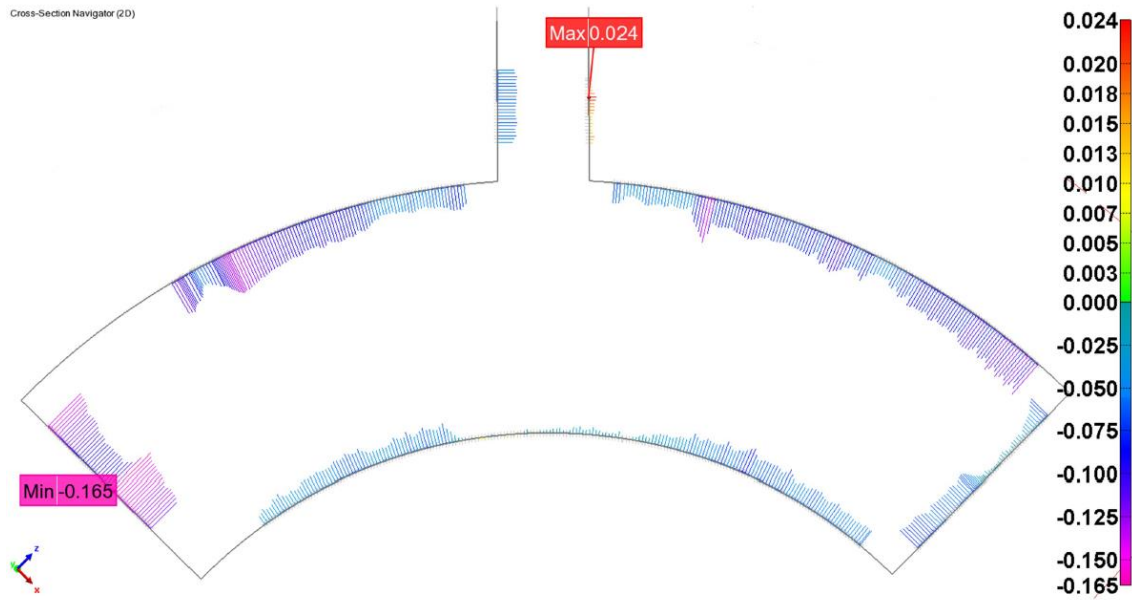


Figure 18 : c-s 6

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

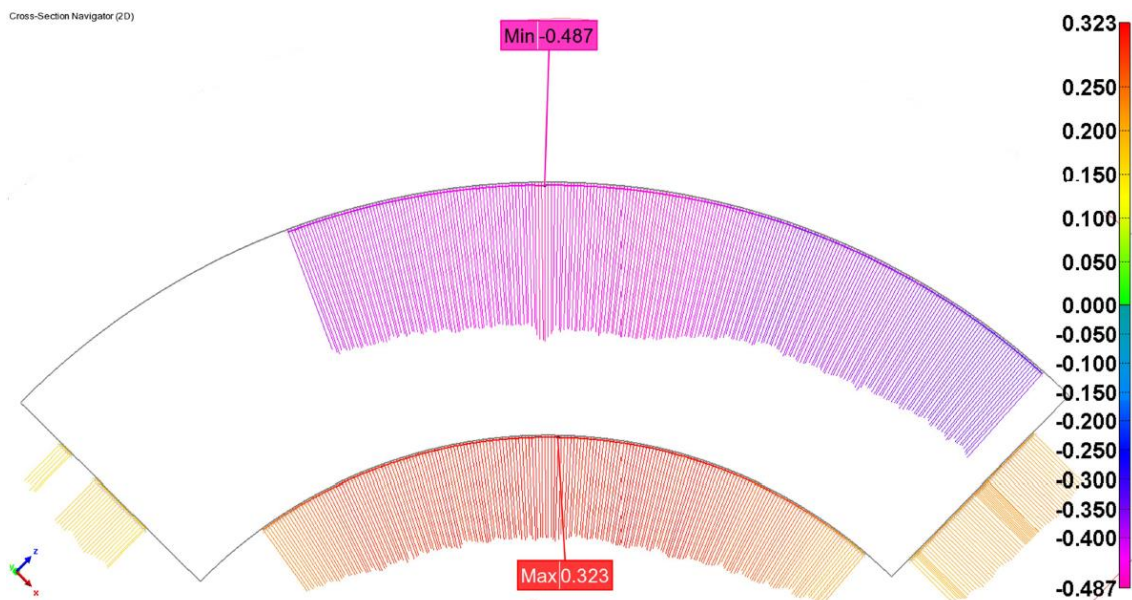


Figure 19 : c-s 7

• Surfaces

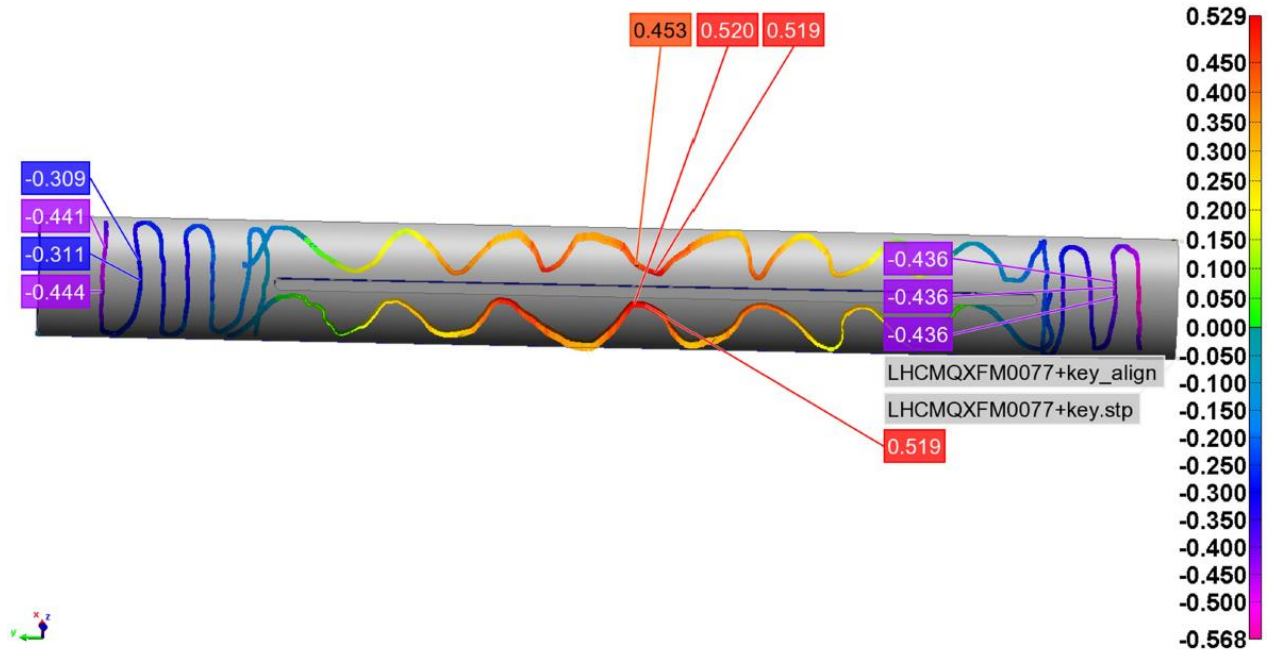


Figure 20 : outer cylinder

• Comparaison

Pour ce type de analyse est possible noter la déformation a "banana" dont la valeur maxime est au centre de la bobine, tandis que les valeurs plus bas sont aux extrémités.

La section central identifie la section que soufre la déformation positive maxime, donné que on a aussi vérifié avec l'étude des surfaces.

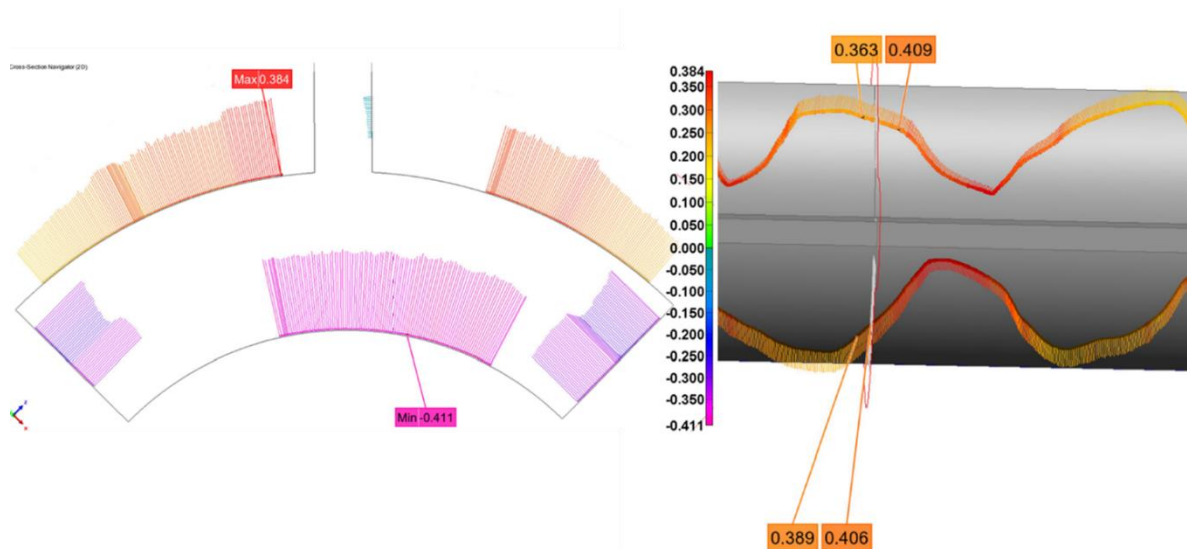


Figure 21 : comparaison c-s 4

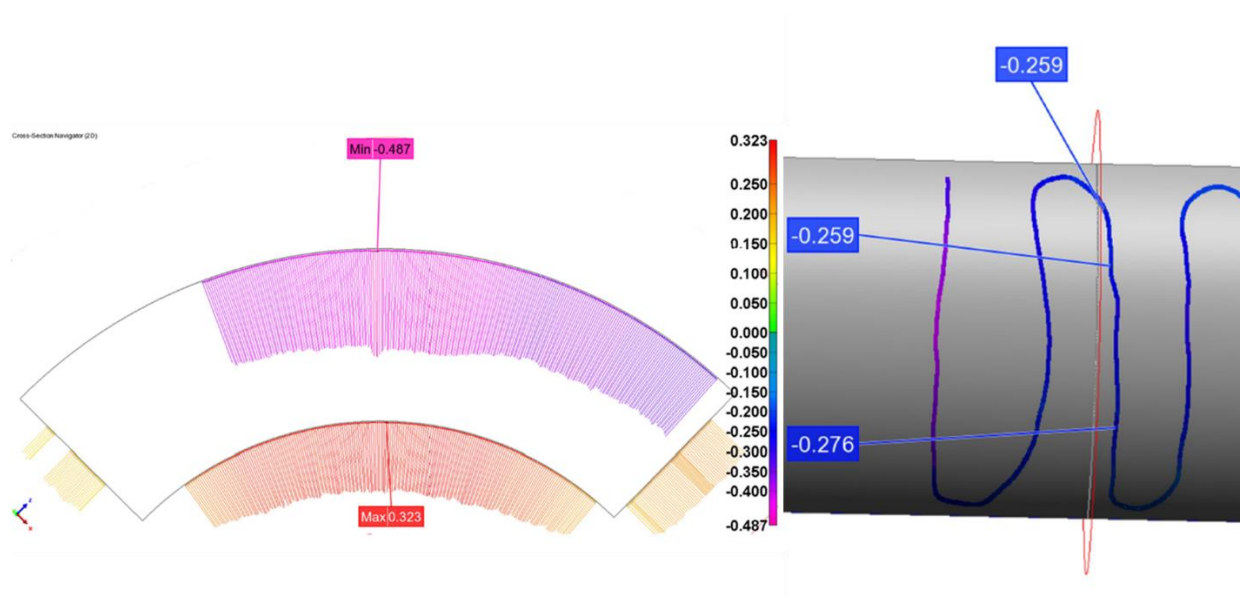


Figure 22 : comparaison c-s 7

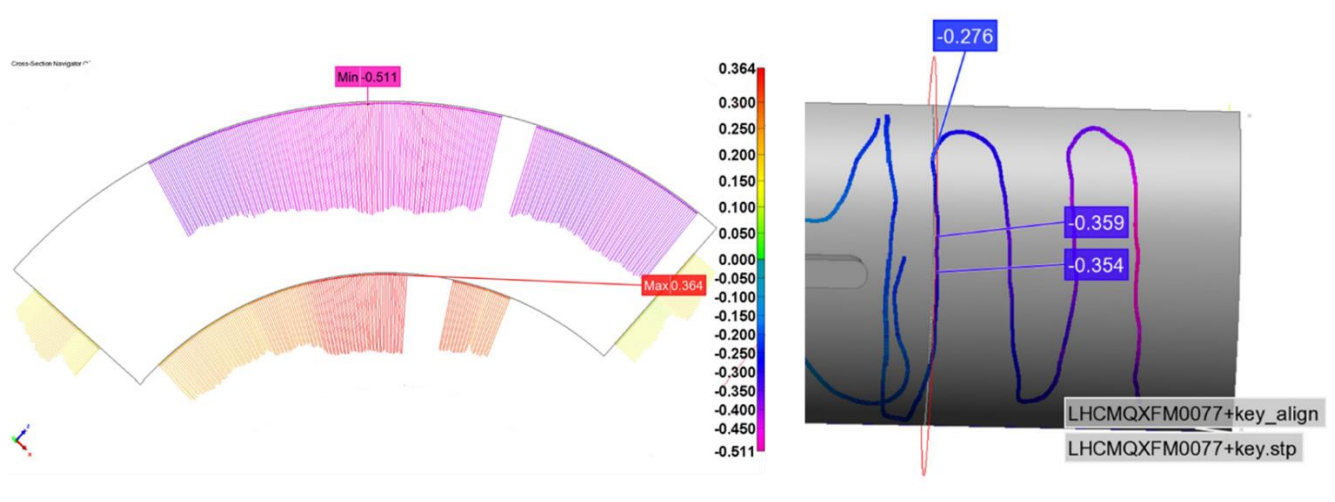


Figure 23 : comparaison c-s 1

La raison de la différence entre les mesures des cross sections et les mesures de la surface du cylindre externe est que le best-fit sur le cross sections a été fait aussi avec le inner cylinder, donc pour les cross sections il y a un autre factor à être alignée.

Ce factor change le best-fit et donc les résultats, mais d'un point de vu qualitative est possible voir la relation entre les deux méthodes.

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)

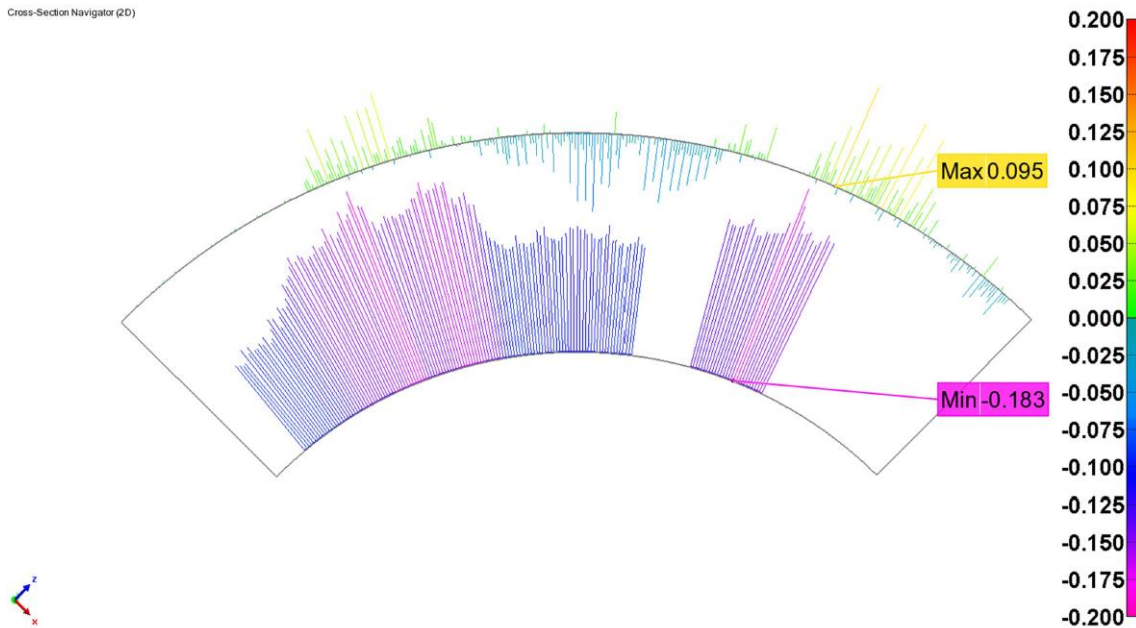


Figure 24 : c-s 1

c-s 2 : $y = -400,00$ mm

Cross-Section Navigator (2D)

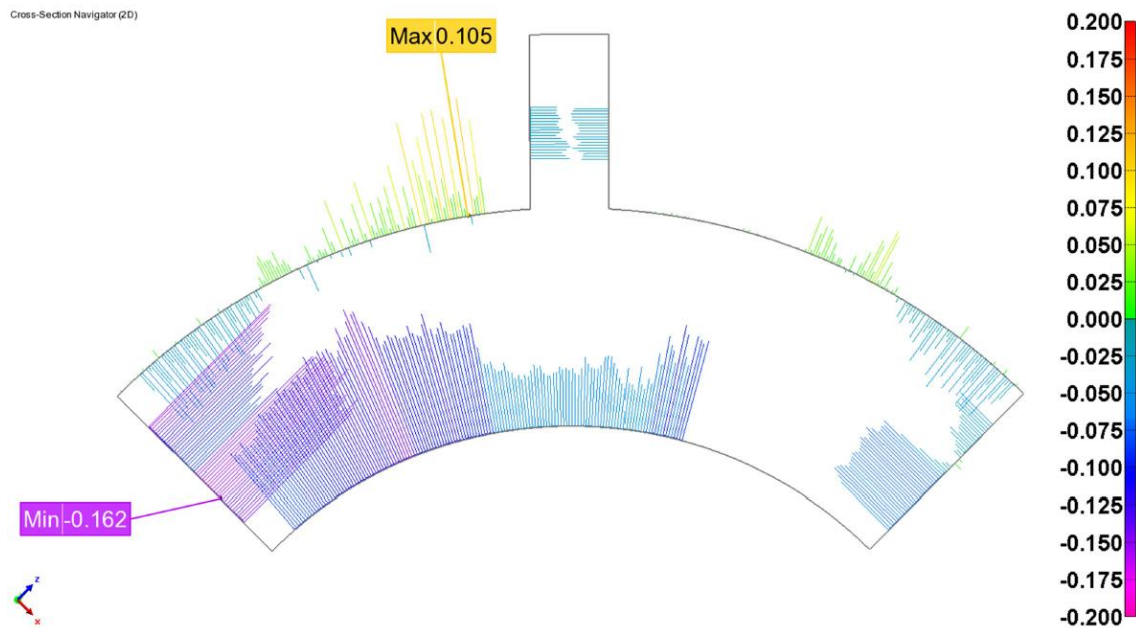


Figure 25 : c-s 2

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

Cross-Section Navigator (2D)

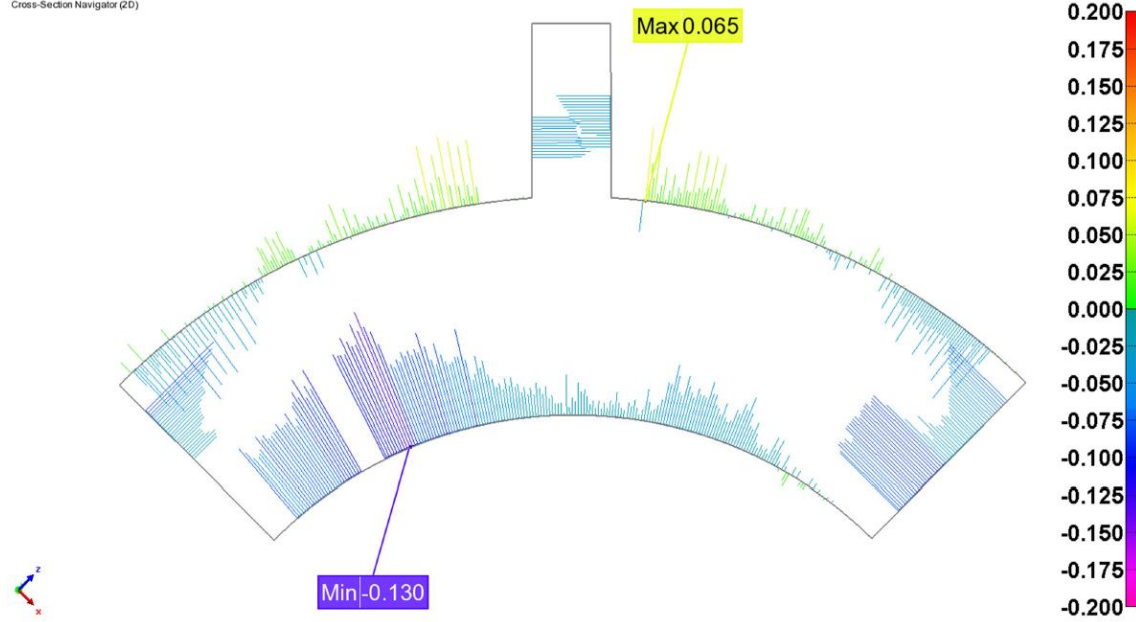


Figure 26 : c-s 3

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

Cross-Section Navigator (2D)

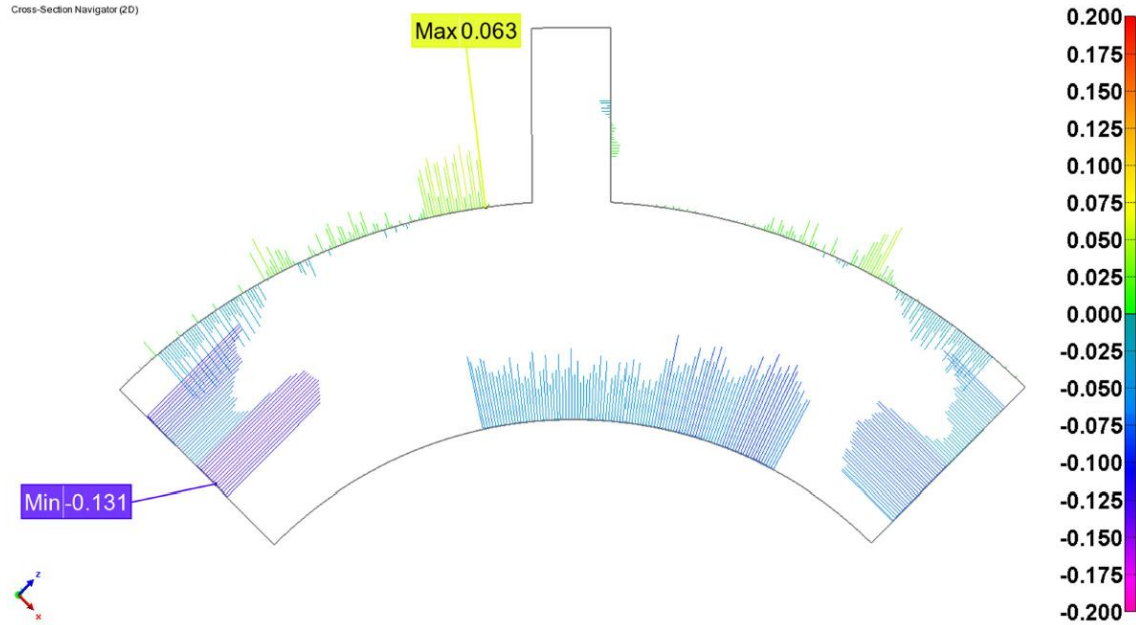


Figure 27 : c-s 4

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

Cross-Section Navigator (2D)

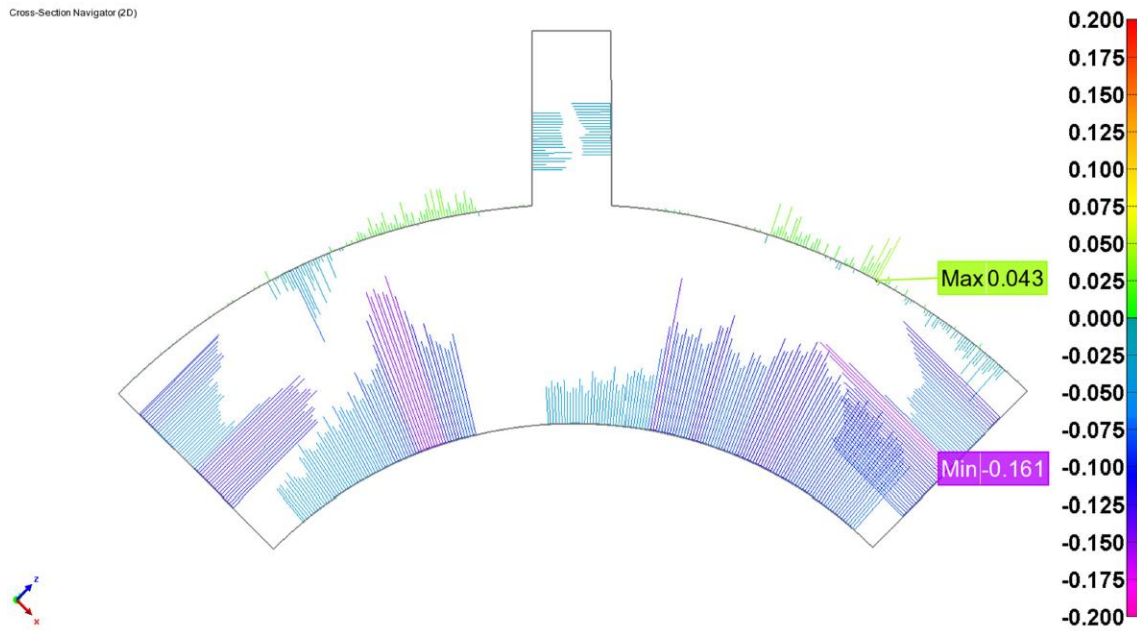


Figure 28 : c-s 5

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

Cross-Section Navigator (2D)

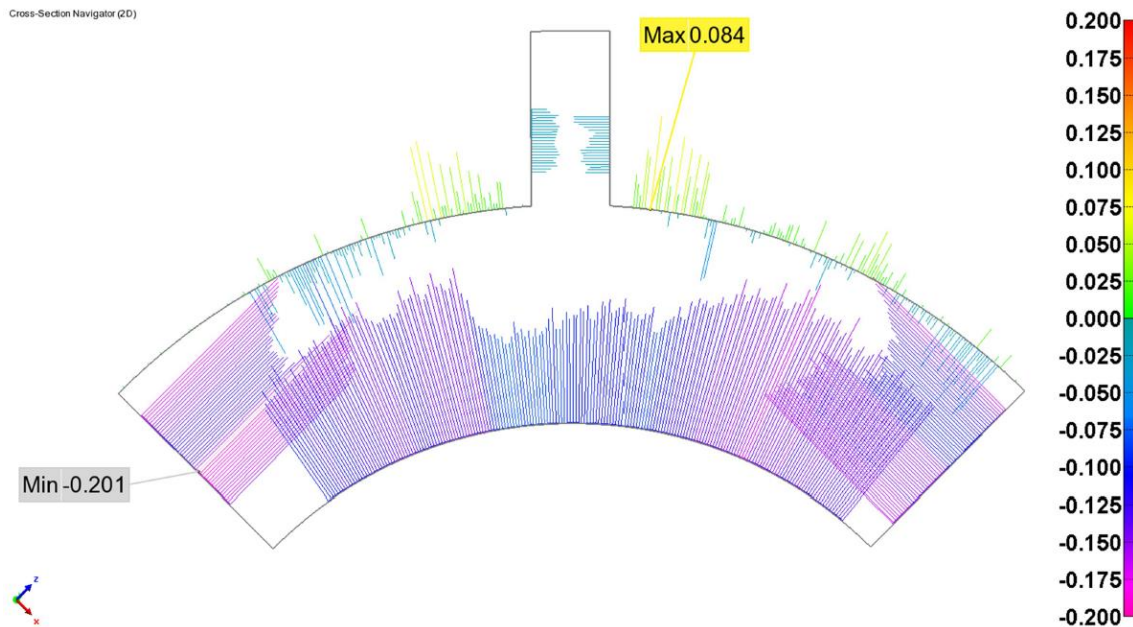


Figure 29 : c-s 6

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

Cross-Section Navigator (2D)

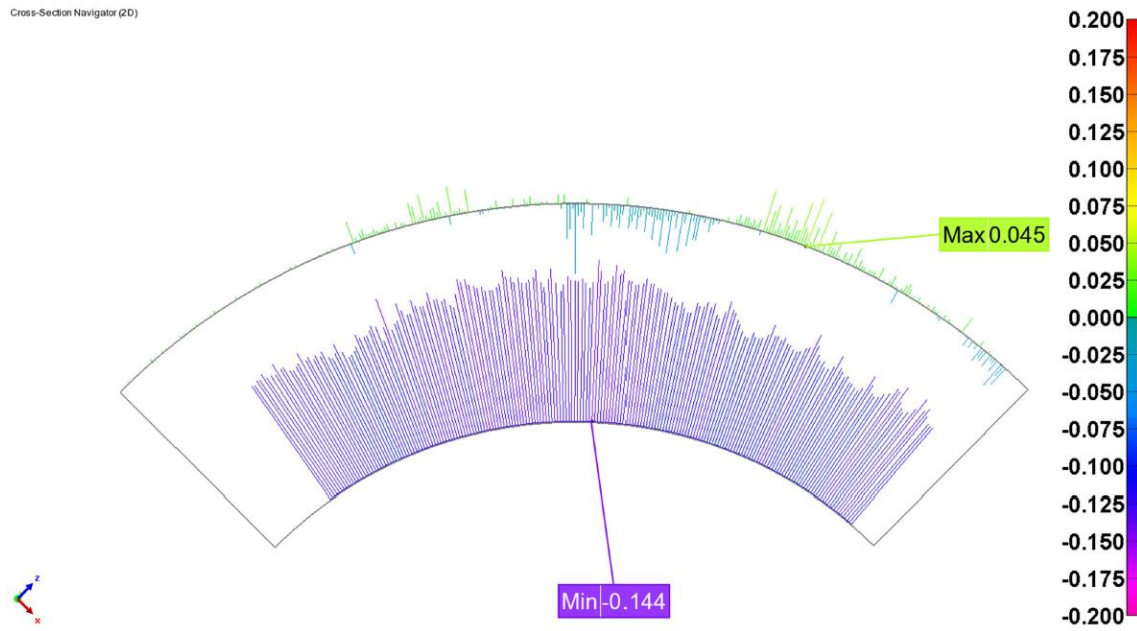
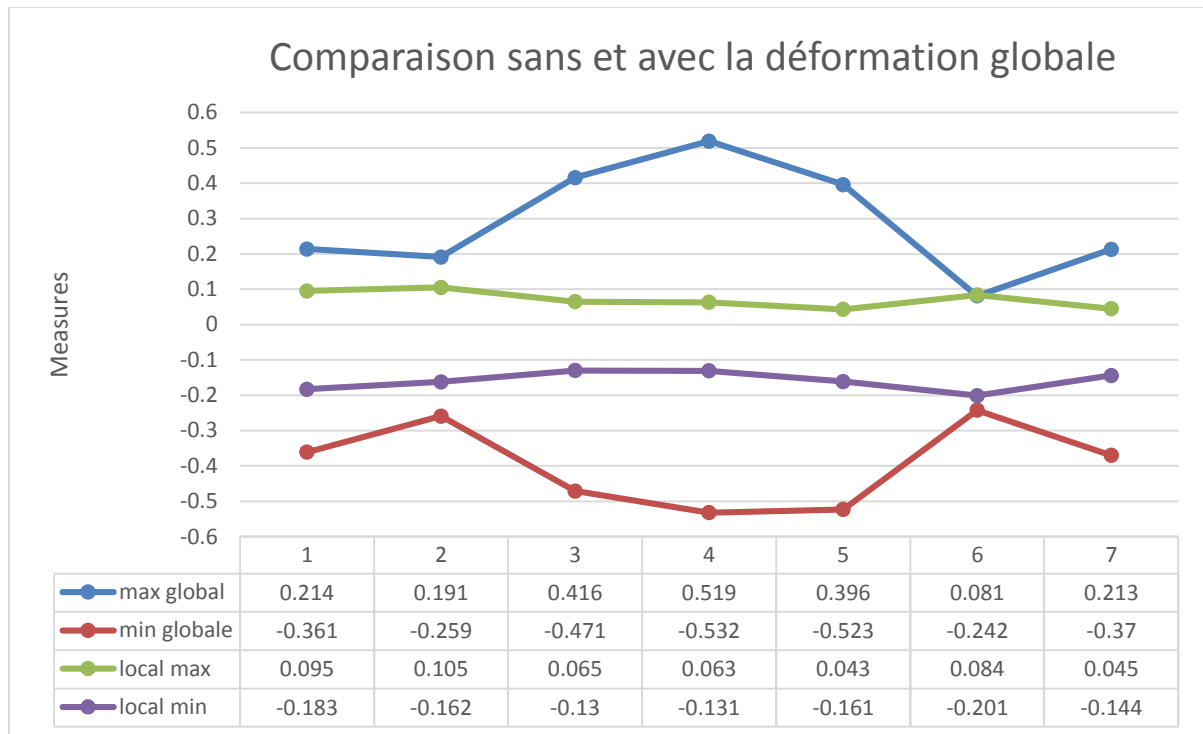


Figure 30 : c-s 7

c. Comparaison des cross-sections



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 0,105 mm et -0,201 mm.
- La bobine présente une déformation globale a "banana". Déviation entre 0,384 mm au centre et -0,511 aux extrêmes.



Technology
Department

11/03/2015

Annexes



Single Point Articulation Performance Test (SPAT)			
Operator	Semeraro		
Computer	PCTE24204		
Device Serial Number	E09-05-13-28903		
Certification Date	18:24:37 07-15-13		
Time & Date	14:53:11 02-26-15		
Units	Millimeters		
Probe Calibration Error	0.010813		
Probe Calibration Date	Feb-26	2015 14:52	
Number of Points Taken	10		
Index	X	Y	Z
1	311.0827	56.70678	-745.33
2	311.0693	56.69382	-745.333
3	311.0832	56.68653	-745.334
4	311.0796	56.67794	-745.34
5	311.0934	56.67096	-745.336
6	311.1102	56.67924	-745.339
7	311.0955	56.67634	-745.334
8	311.0641	56.66549	-745.343
9	311.0722	56.65842	-745.344
10	311.0729	56.66725	-745.348
(Max-Min)/2	0.023061	0.024179	0.009066