



European Organization for Nuclear Research
Organisation européenne pour la recherche nucléaire



**Technology
Department**

Rapport de Métrologie

Bobine 104 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'INTERVETION.....	3
C. CONDICIONNE DES ENVIRONTS	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
• MESURE DES SURFACES.....	11
6. MESURES	11
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)	16
D. GRAPHIQUES	21
7. CONCLUSIONS	24



1. RAISON DU DOCUMENT

La raison du document est l'inspection dimensionnelle de la bobine 104 de MQXF (MQXFSHCMQXFS136-CR000104).

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 104 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, Preveessin, France.

b. DATE D'INTERVETION

Les mesures ont été effectuées le 04/05/2015.

c. CONDICIONNE DES ENVIRONTS

La température a été mesurée entre 22°C et 23°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).

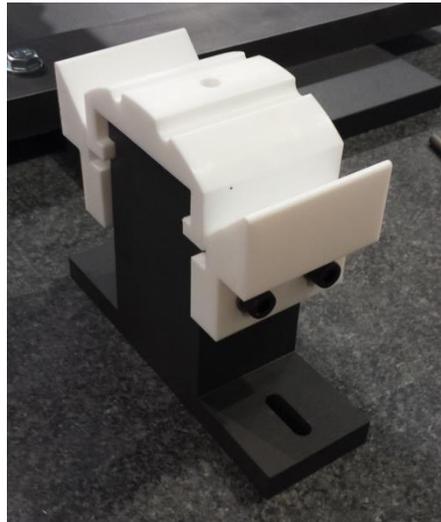


Figure 1: Support

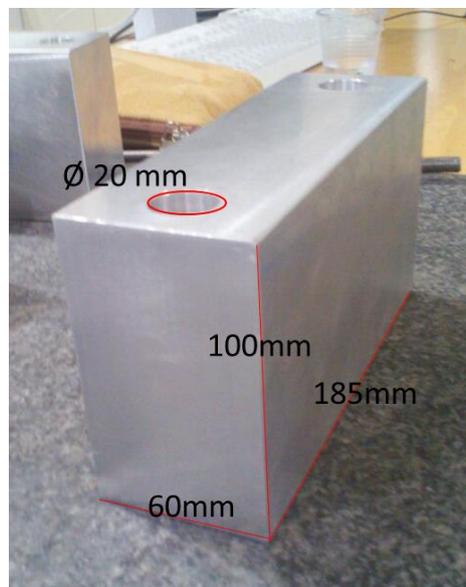


Figure 2 : bloc d' aluminium

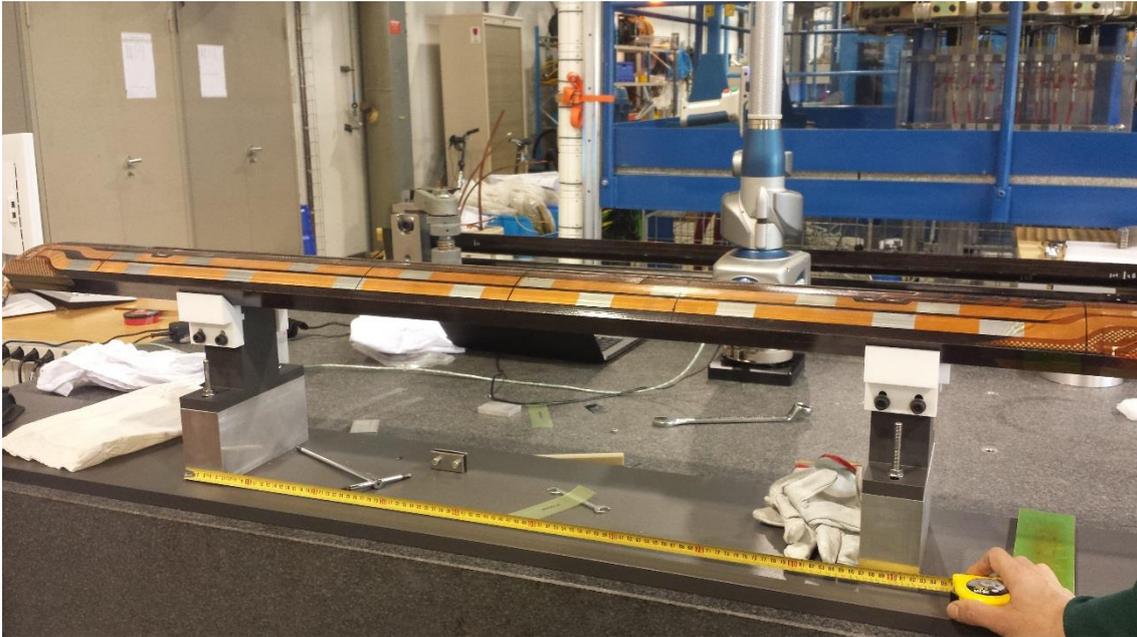


Figure 3 : bobine, supports et blocs

La position de la bobine est résumée dans les photos suivantes



Figure 4 : position de la bobine

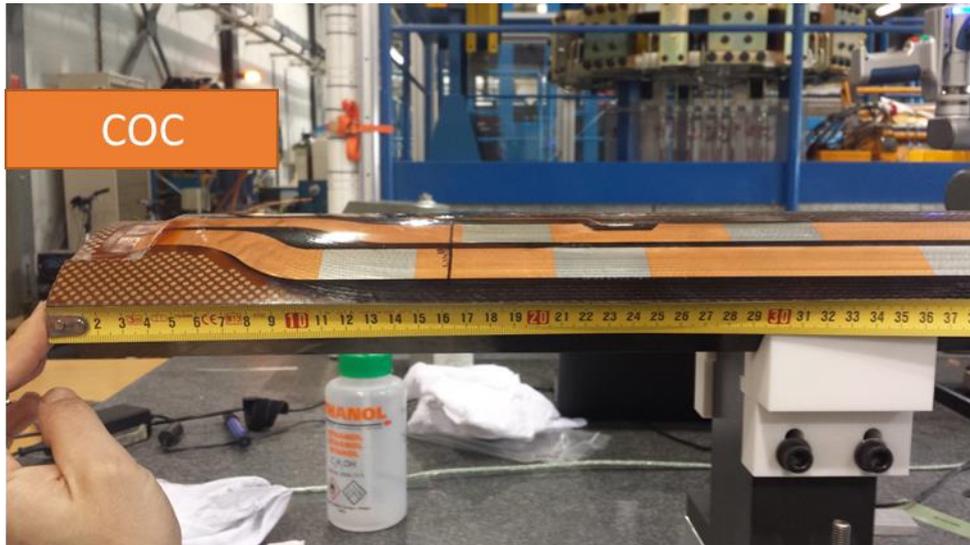


Figure 5 : position de la bobine

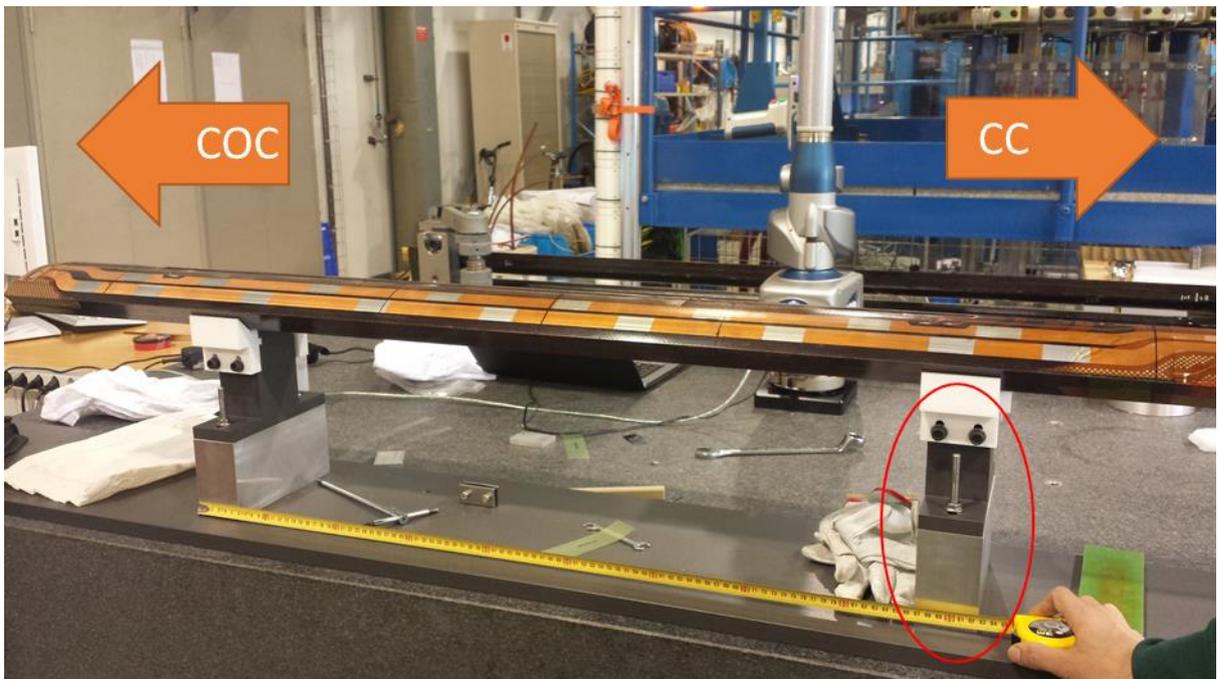


Figure 6 : position de la bobine

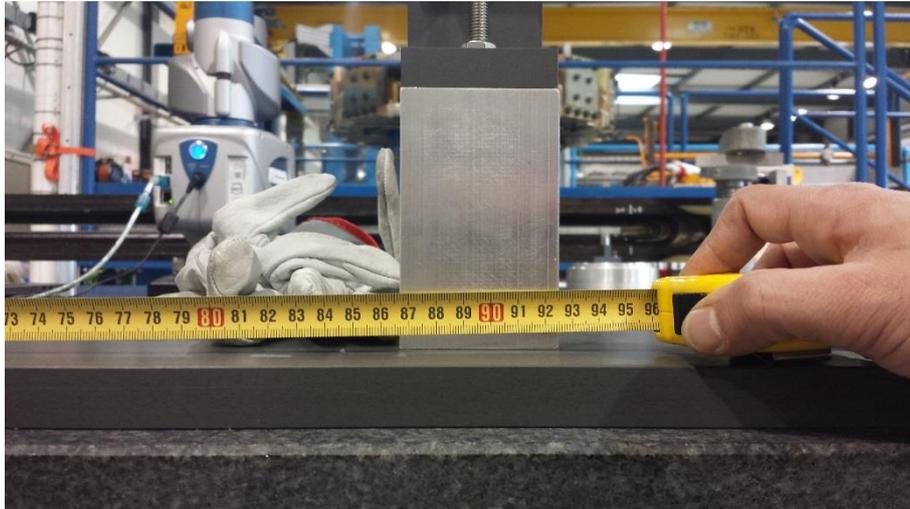


Figure 7 : position de la bobine

- **Nomenclature**

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

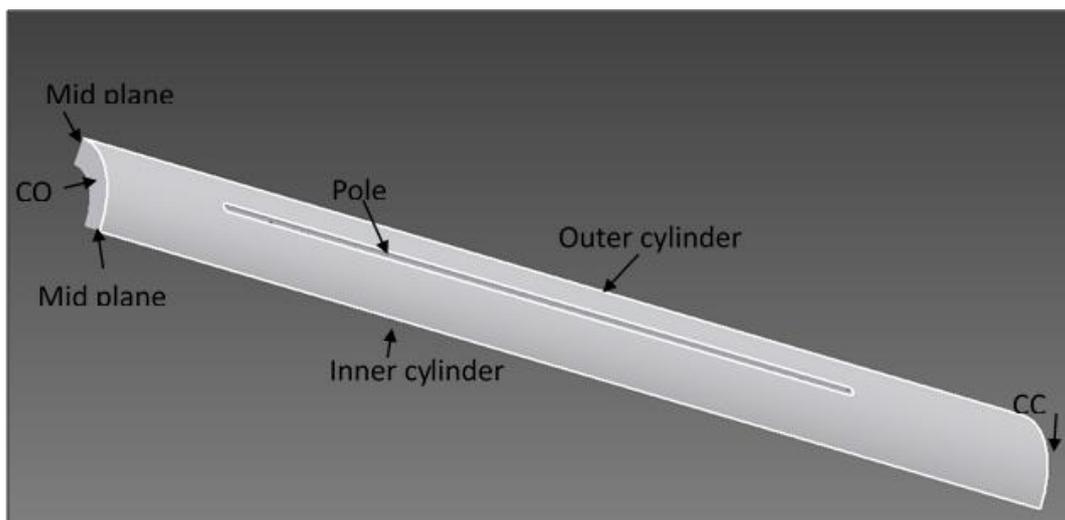
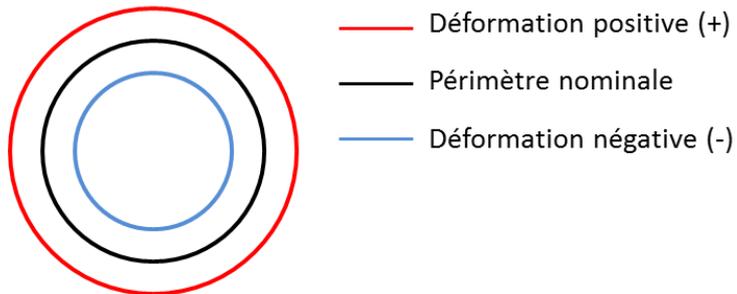


Figure 8 : schème de nomenclature

- **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 [± 0,05] mm

Avec cette clé a été possible 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)

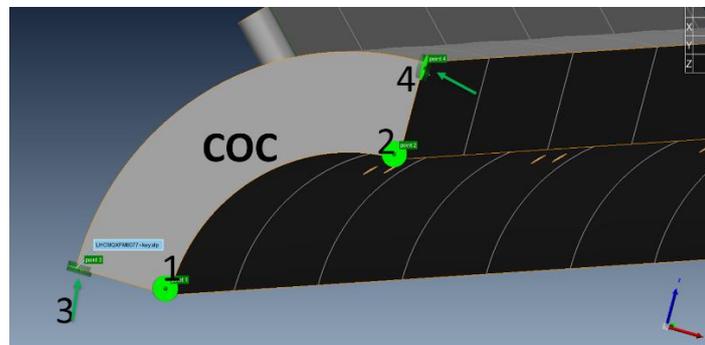


Figure 10 : points d'alignement pour les cross sections

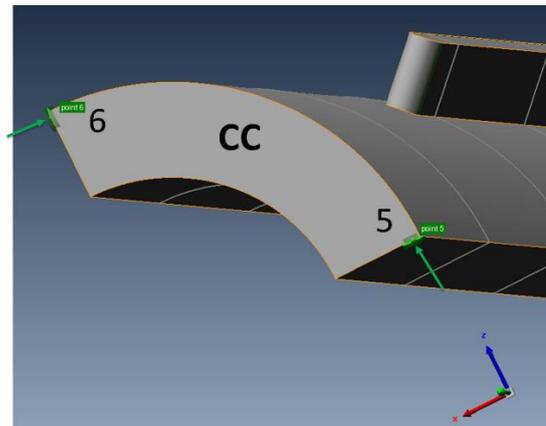


Figure 11 : points d'alignement pour les cross sections

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 partent 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.

- **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).

L'alignement est le même de les cross sections.

Pour les mesures des surfaces on a collectionné plusieurs lignes.

6. MESURES

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

- **Cross-sections**

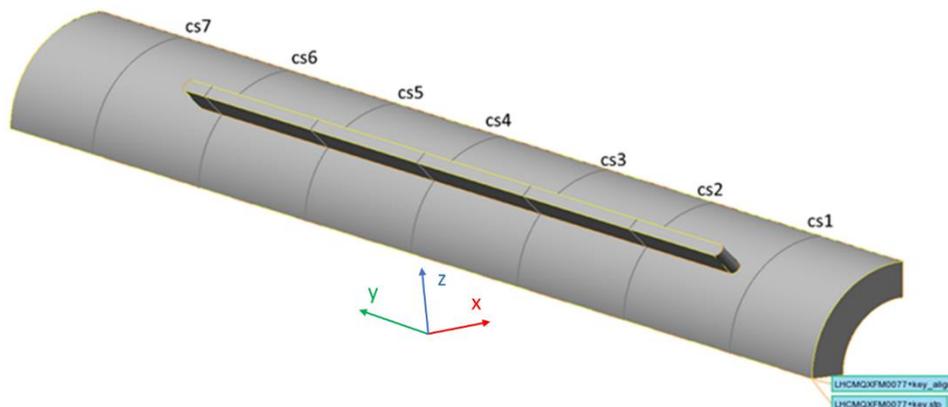


Figure 12 : schème des cross-sections

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

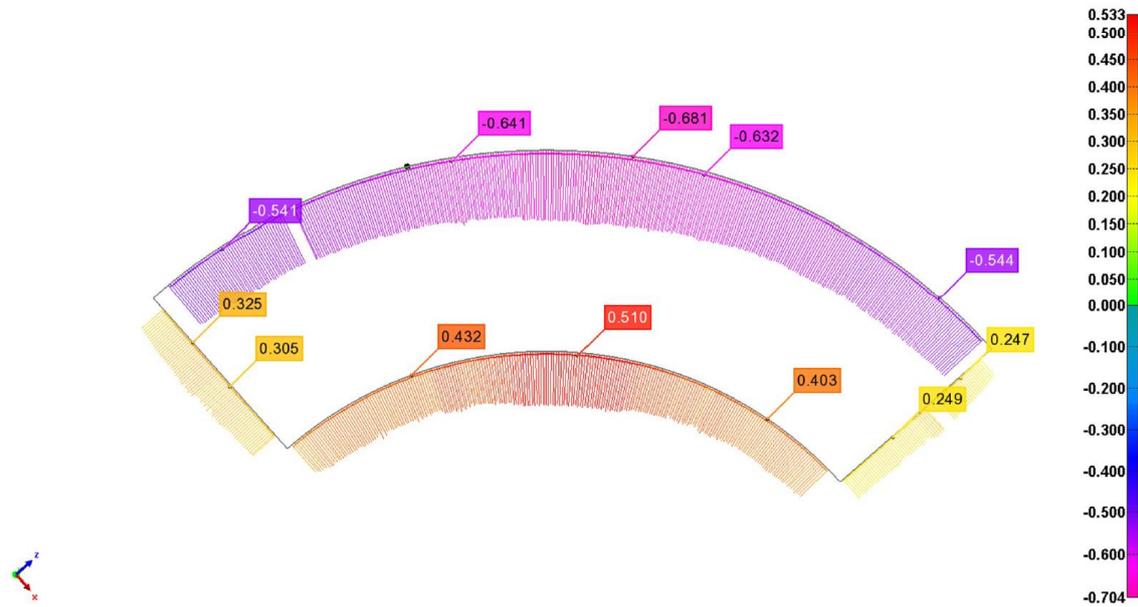


Figure 13 : c-s 1

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

Cross-Section Navigator (2D)

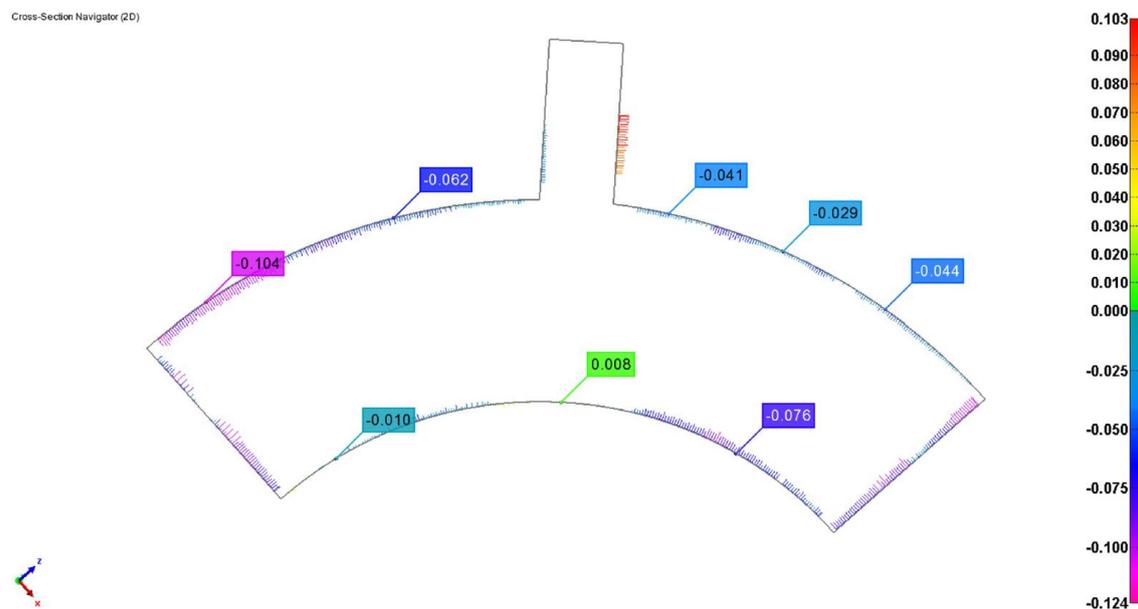


Figure 14 : c-s 2

c-s 3 : $y = -231,013$ mm

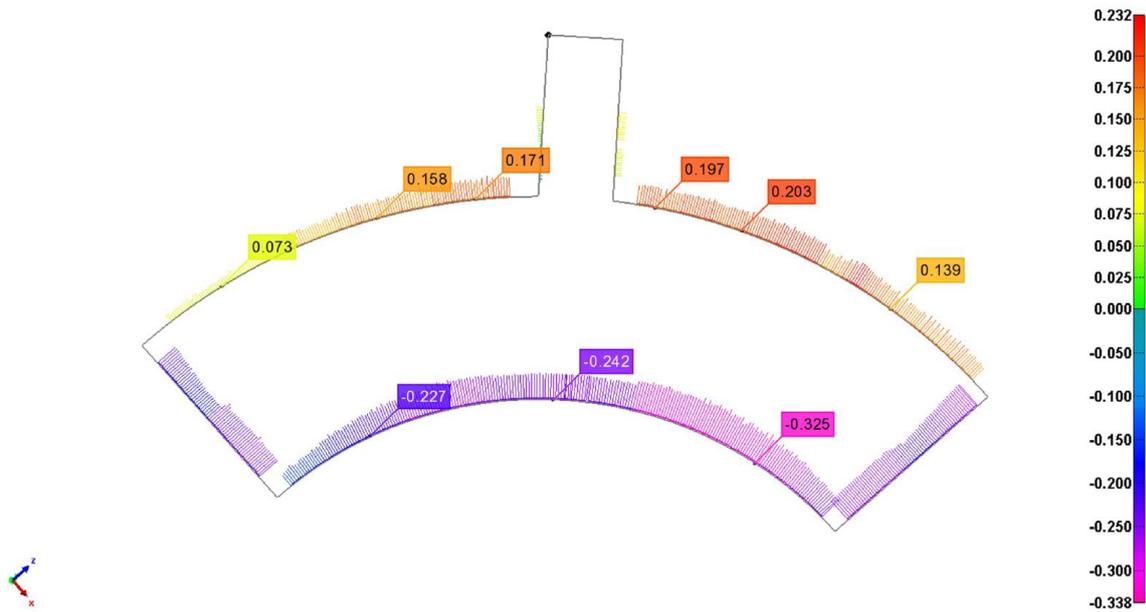


Figure 15 : c-s 3

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

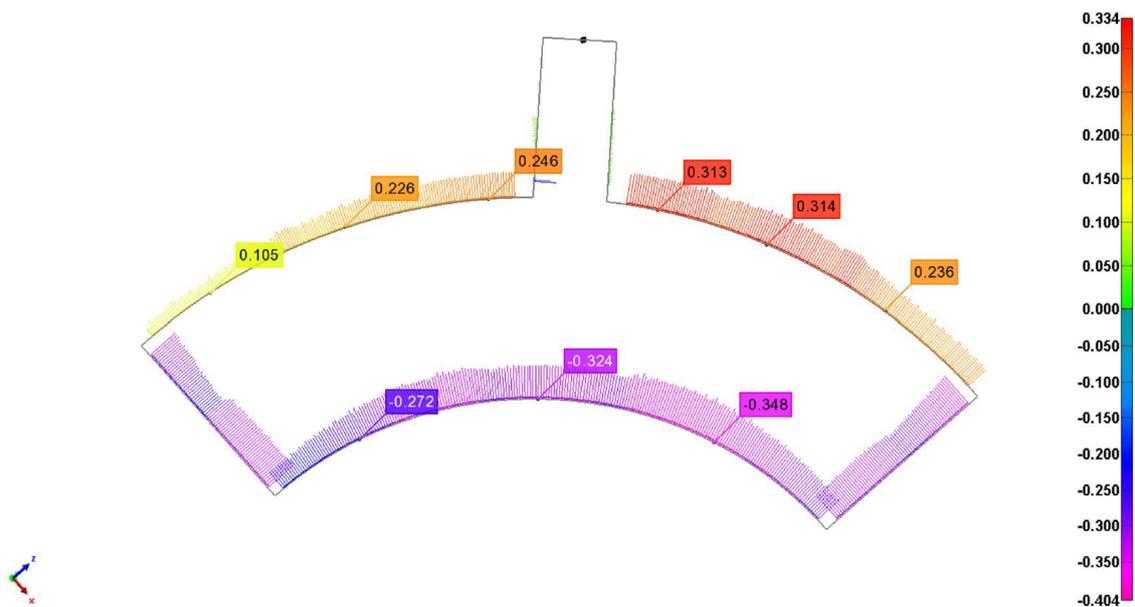


Figure 16 : c-s 4

c-s 5 : y = 200,00 mm

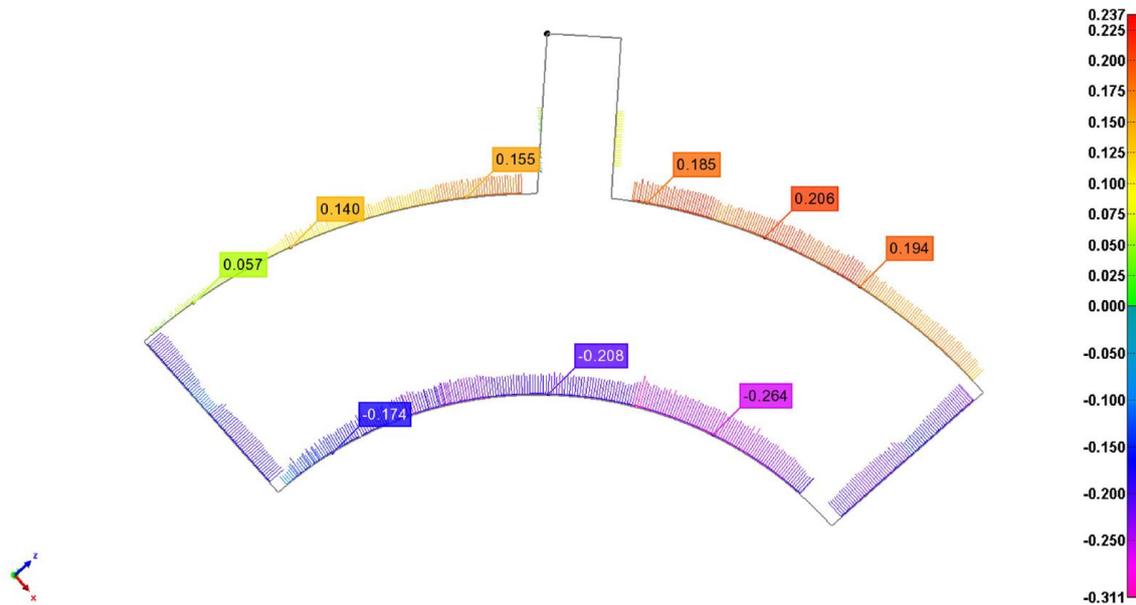


Figure 17 : c-c 5

c-s 6 : y = 360,00 mm

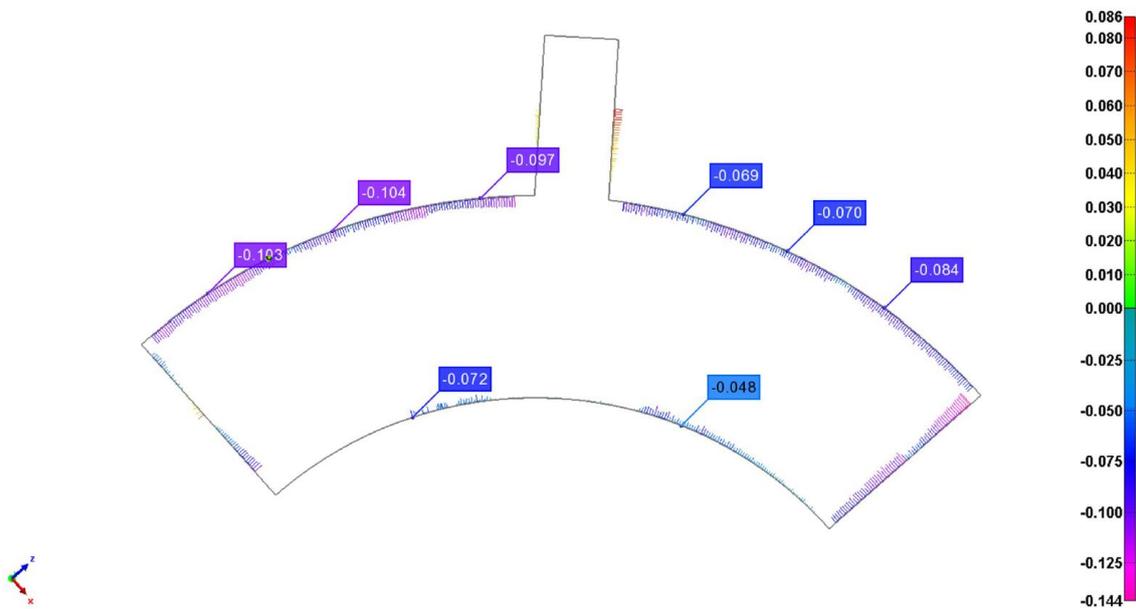


Figure 18 : c-s 6

c-s 7 : y = 600,00 mm

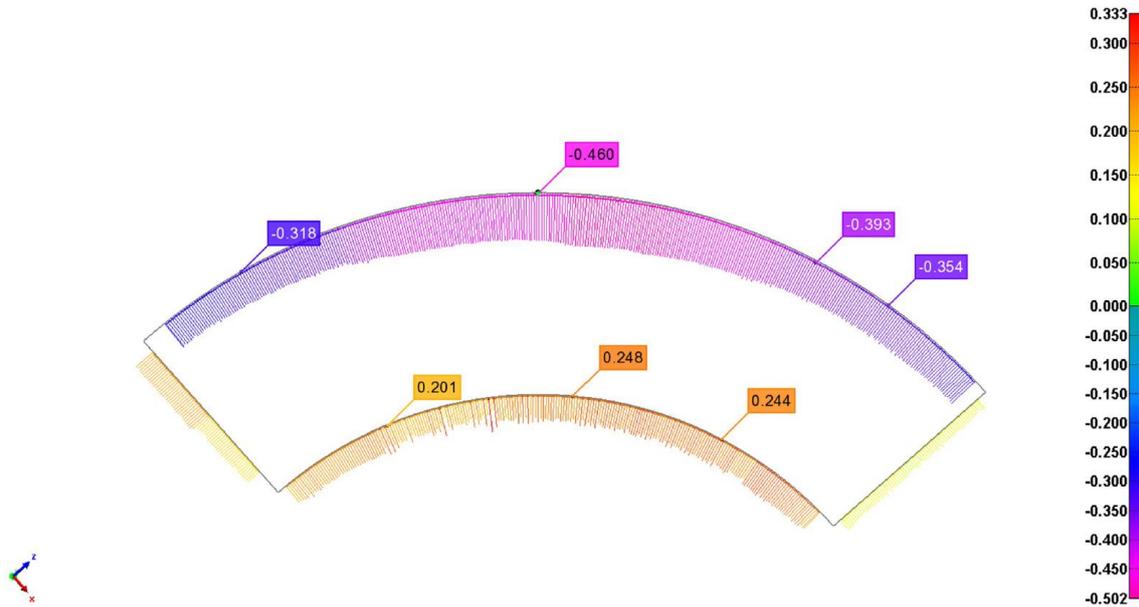


Figure 19 : c-s 7

• Surfaces

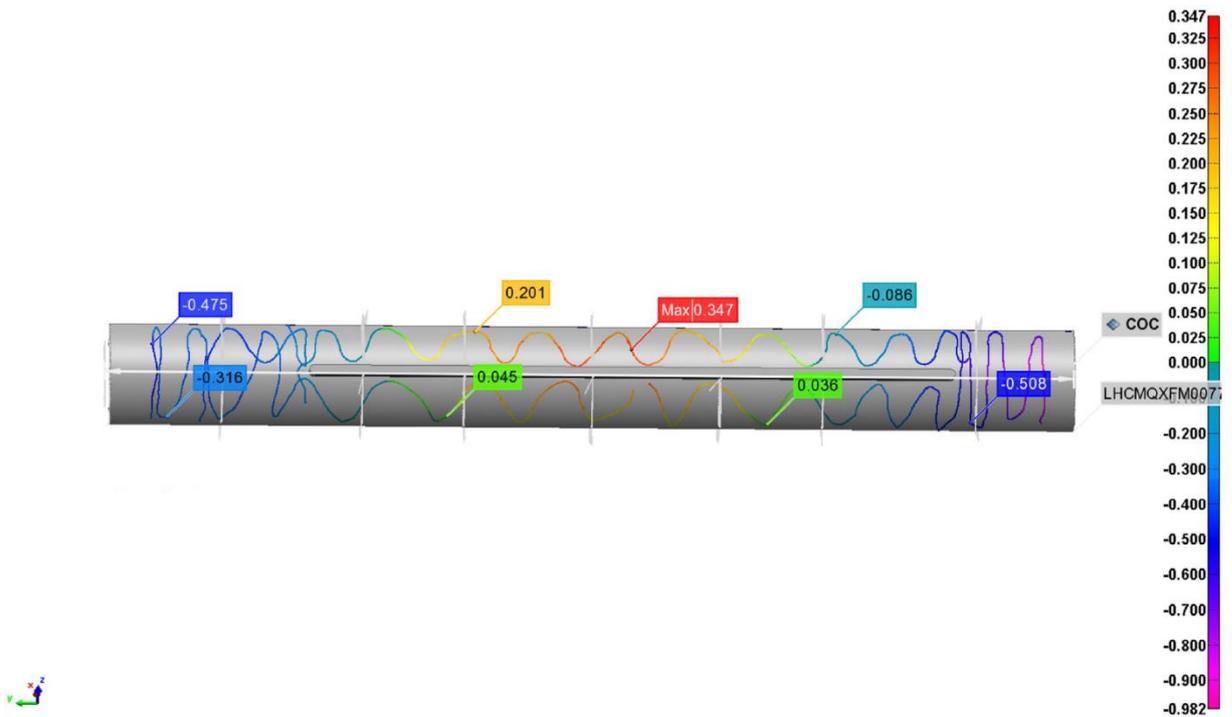


Figure 20 : outer cylinder



- **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.

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

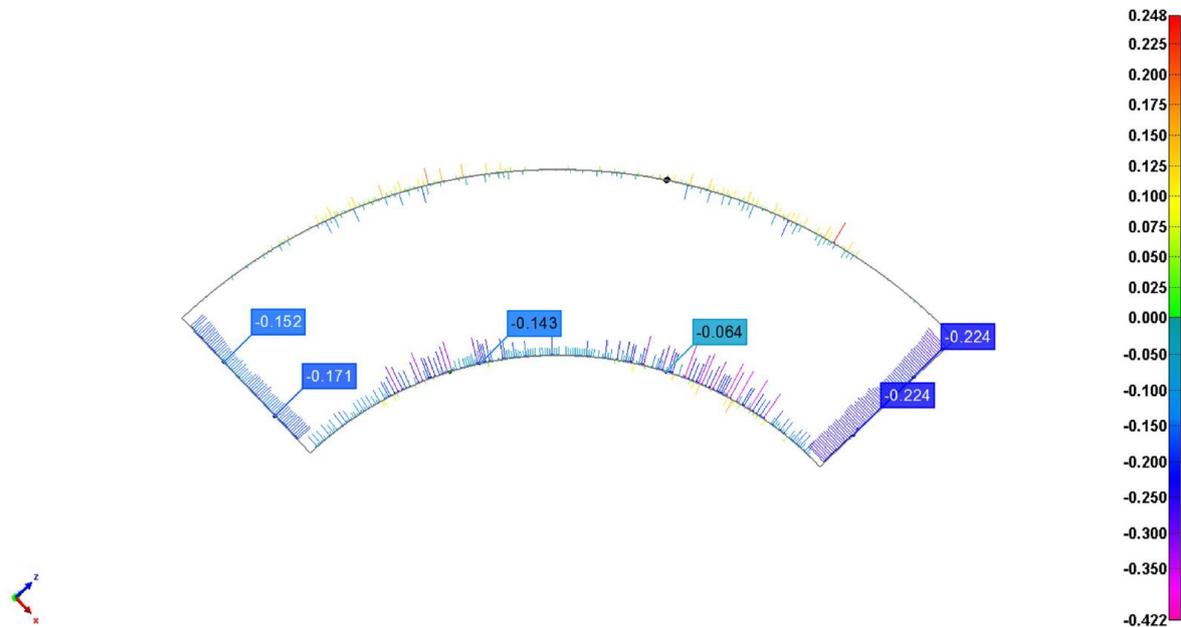


Figure 21 : c-s 1

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

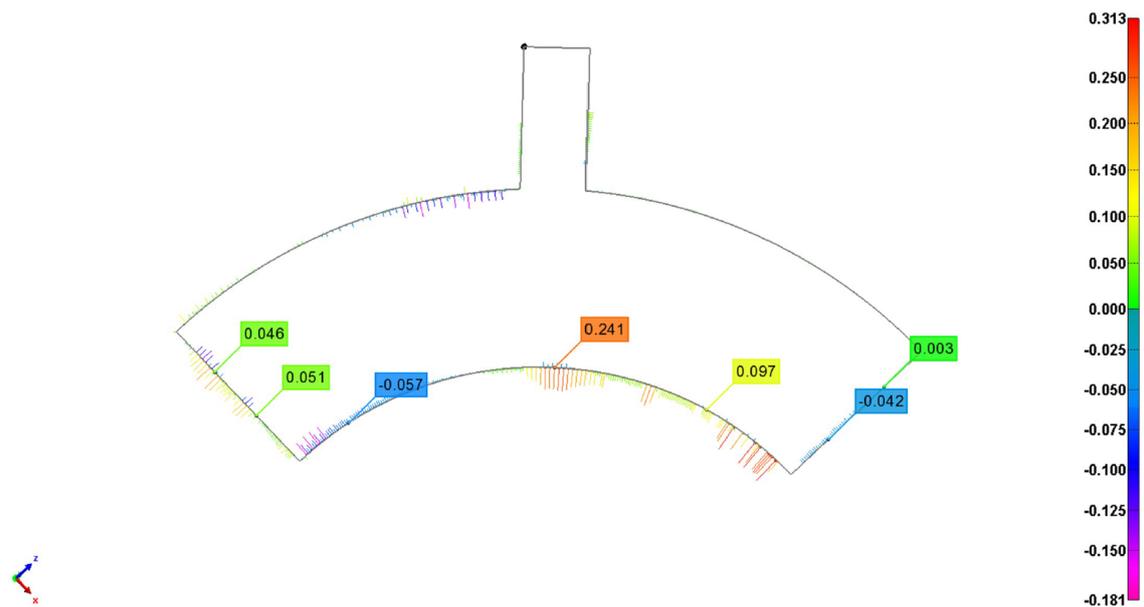


Figure 22 : c-s 2

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

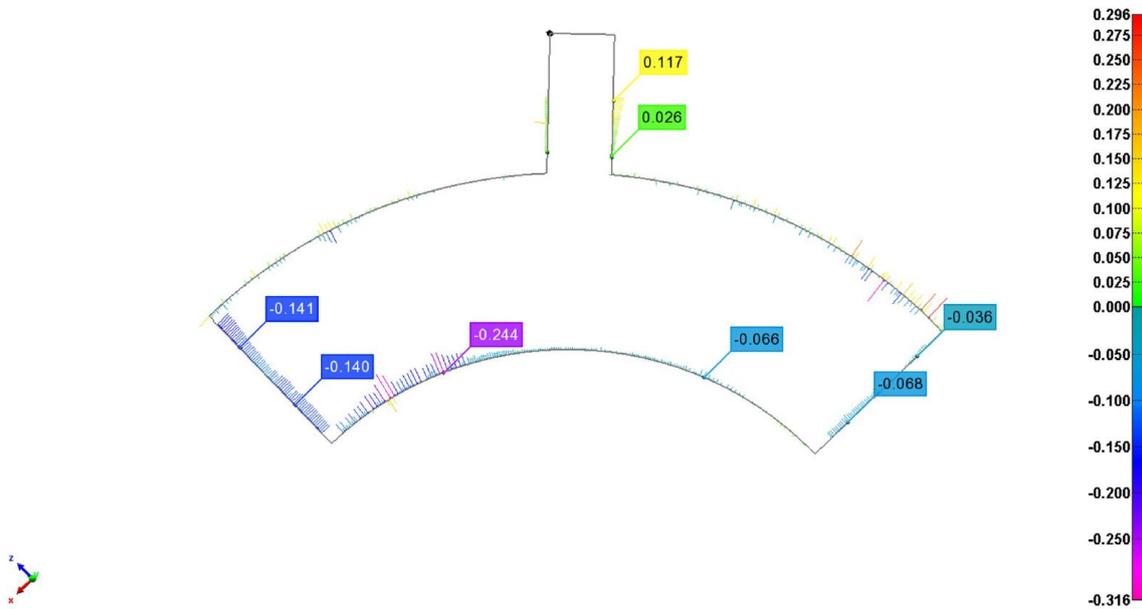


Figure 23 : c-s 3

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

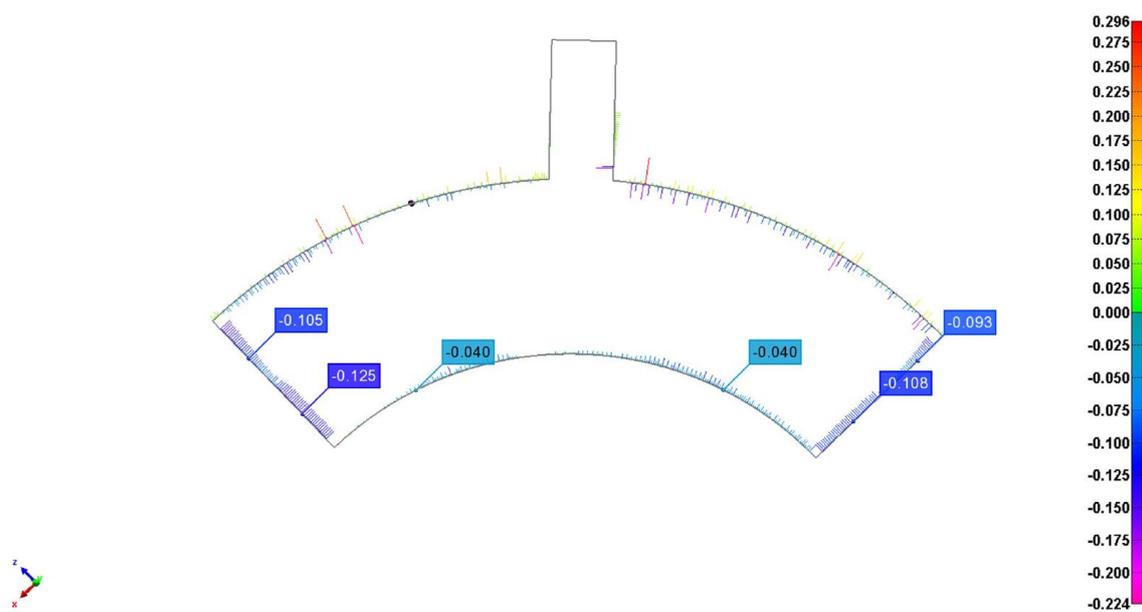


Figure 24 : c-s 4

c-s 5 : y = 200,00 mm

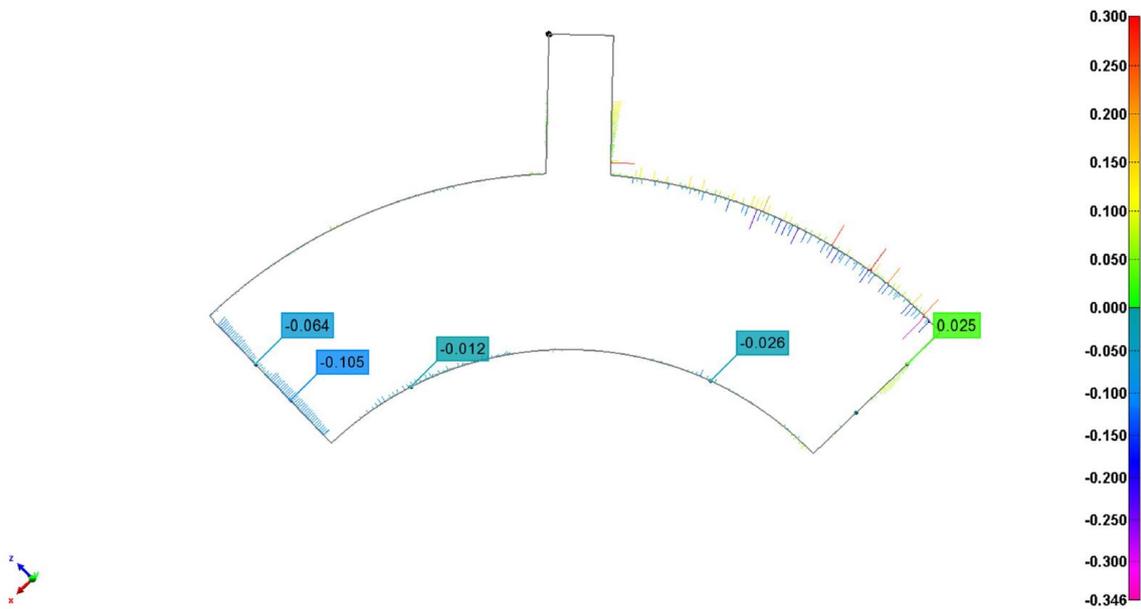


Figure 25 : c-s 5

c-s 6 : y = 400,00 mm

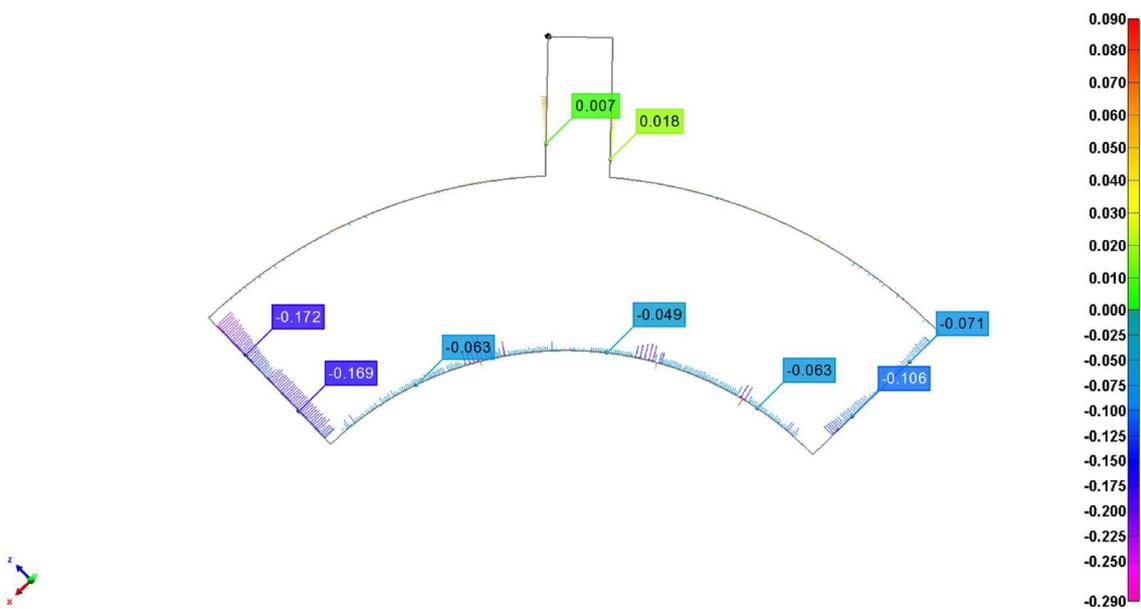


Figure 26 : c-s 6

c-s 7 : y = 600,00 mm

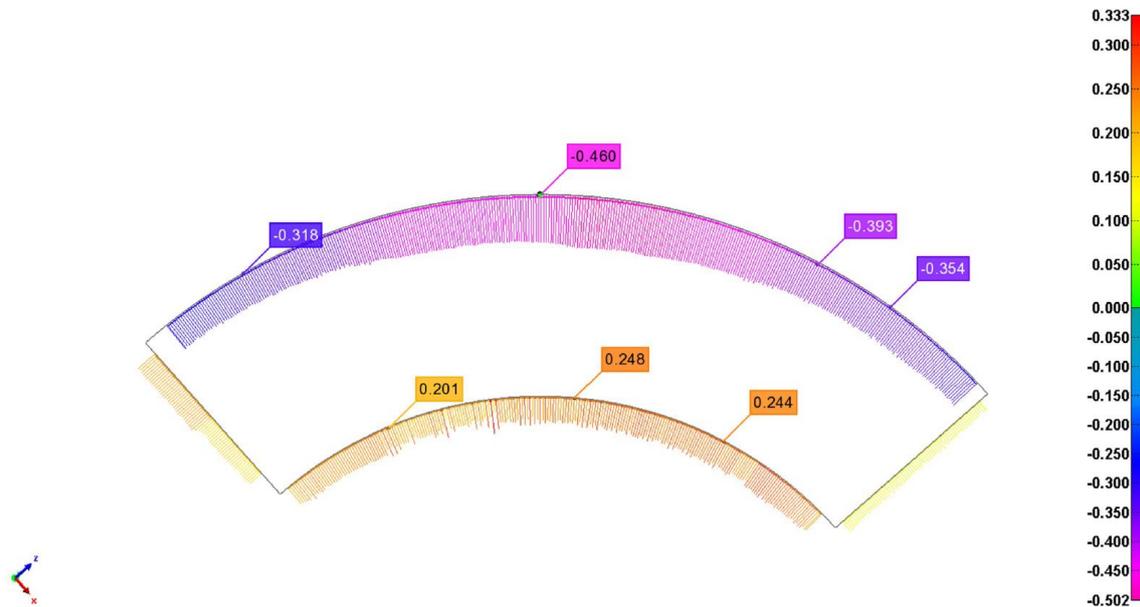


Figure 27 : c-s 7

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. Longueur de la bobine

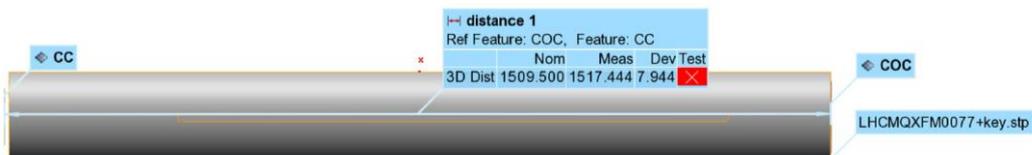


Figure 28 : longueur



Feature Table

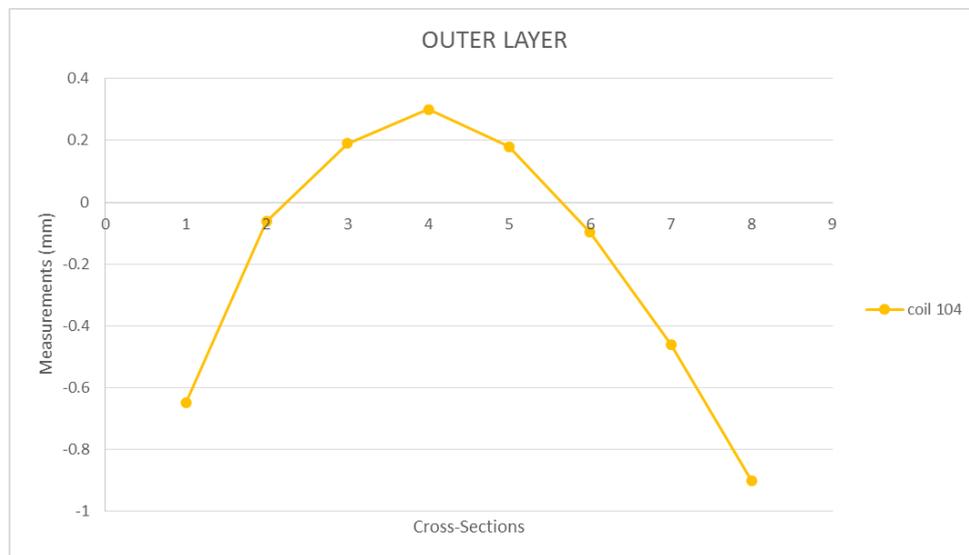
Units Millimeters
Coordinate System world
Data Alignments best-fit to ref 1

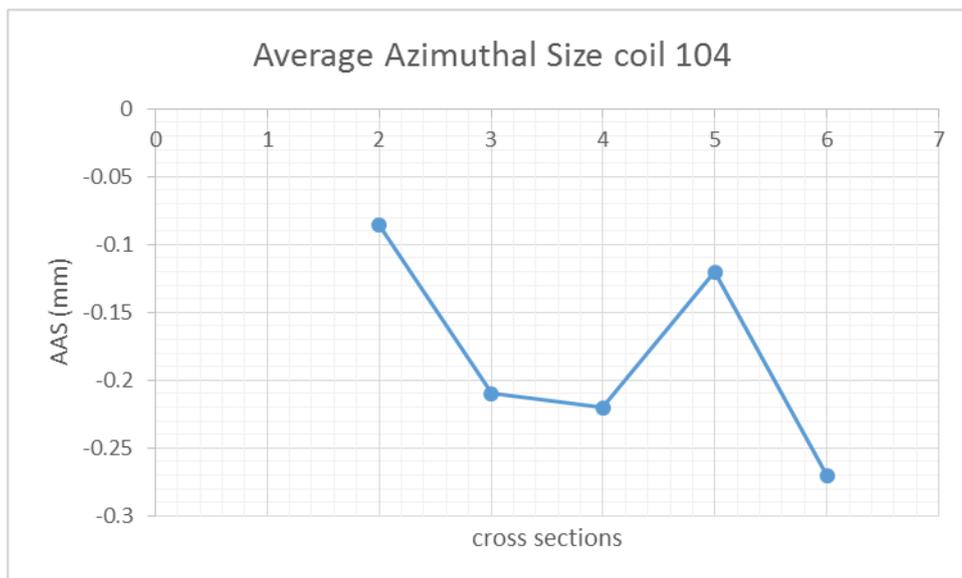
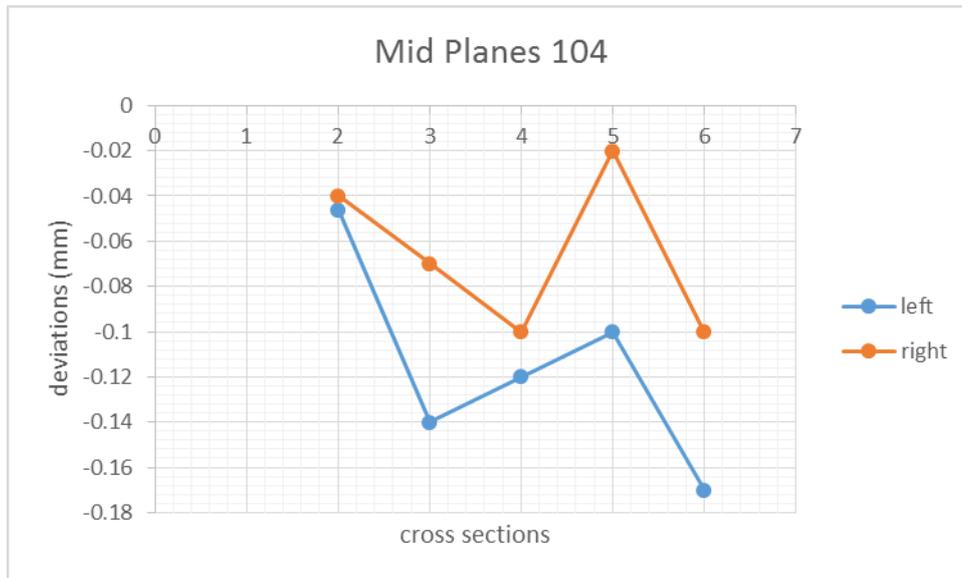
distance 1

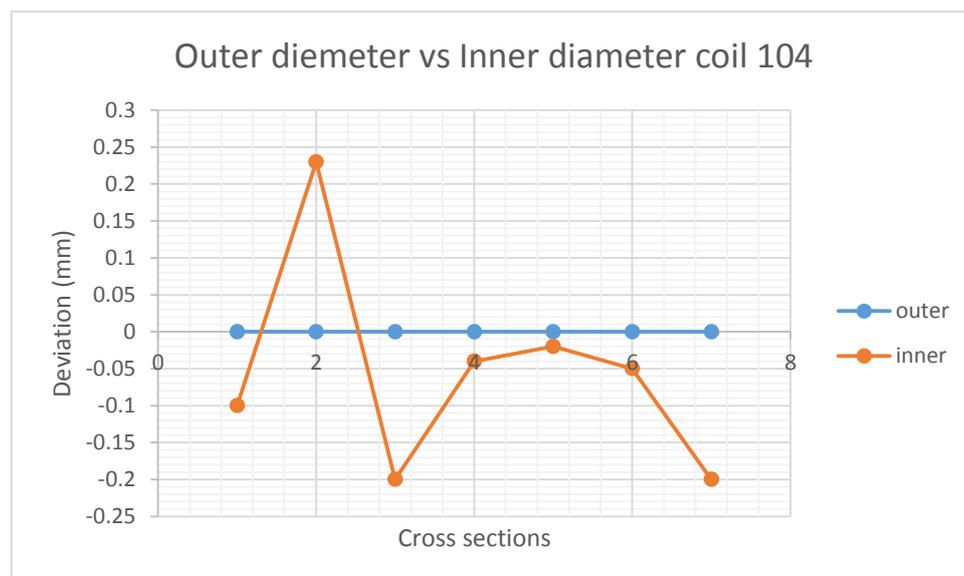
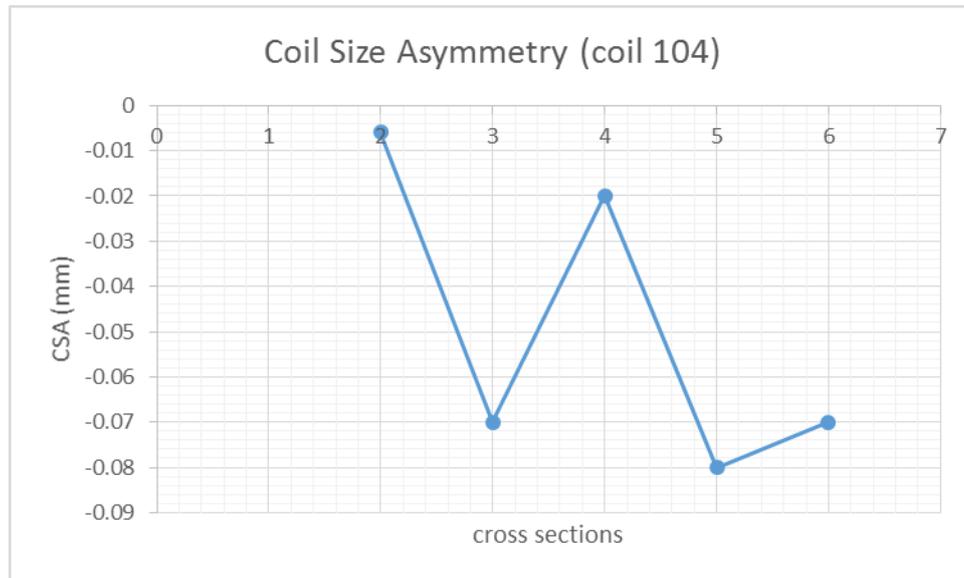
Feature: CC, Ref Feature: COC

Control	Nom	Meas	Dev
3D Distance	1509.500	1517.444	7.944

d. Graphiques









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 -0,224 mm et 0 mm.
- La longueur de la bobine est de 1517,44 mm c'est-à-dire 7,94 mm plus long de la théorique.
- La bobine présente une déformation globale a "banana". Déviation entre 0,347 mm au centre et -0,9 à un extrême.

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	05/04/2015 10:29		
Units	Millimeters		
Probe Calibration Error	0.012793		
Probe Calibration Date	May-04 2015 10:29		
Number of Points Taken	10		
Index	X	Y	Z



**Technology
Department**

05/05/2015

1	707.546174	56.52499	-591.793
2	707.54036	56.5181	-591.796
3	707.541165	56.516	-591.8
4	707.543893	56.50936	-591.808
5	707.557513	56.5054	-591.797
6	707.559331	56.51736	-591.8
7	707.552882	56.51629	-591.801
8	707.544168	56.51667	-591.81
9	707.545871	56.5081	-591.808
10	707.545238	56.51069	-591.823
(Max-Min)/2	0.009485	0.009795	0.014528