

Production Readiness Review for 11T collared coils and cold mass

Procedures (fabrication and inspection) ¶¶

Friedrich Lackner

Outline:

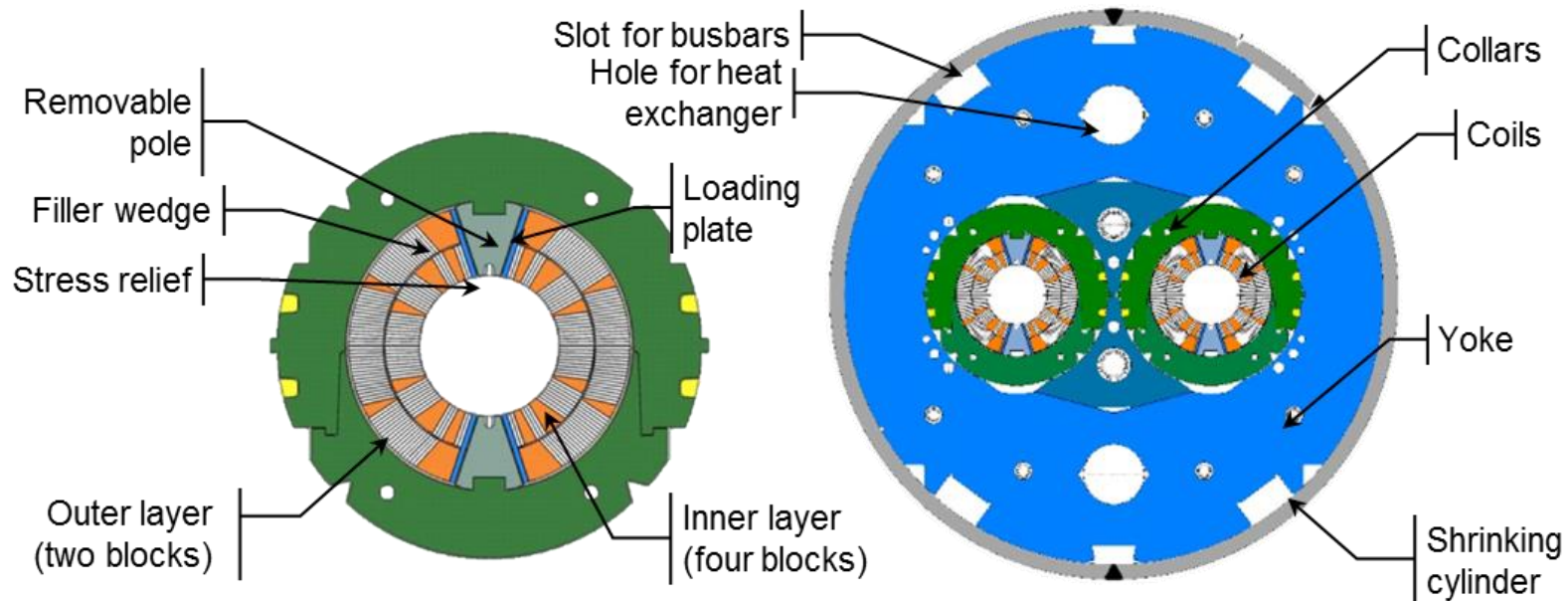
11T collared coil fabrication procedures:

- ❑ Structure of procedures
- ❑ Working instructions
- ❑ Level of detail
- ❑ Harmonization of procedures (Short model and long coil fabrication)

Cold mass 11T

- ❑ Drawing structure & equipment code
- ❑ Assembly steps, development of procedures
- ❑ Welding procedures and welding inspection

Working pole	Procedures	Fabrication steps
Coil winding and curing	18	10-stack, Spooling, Winding, Interlayer, Curing, Reaction, Splicing, Impregnation, Pre-collaring, Collaring
BusBar fabrication	4	Fabrication of B-bar and control
Coldmass assembly	11	Yoking, Welding preparation, welding, Extremities, Orbital welding
Electrical qualification	1+22 fiche de test	QA steps in line with the production



Harmonization of procedures (180 - 927)

Harmonization between short model and full length coil production, example: Spooling & Winding

Spooling

- ❑ Definition of re-spooling parameters (speed, torque, break)
- ❑ Calibration of spooling parameters
- ❑ QA hold point after re-spooling – spool identification and control by QA officer
- ❑ Process safety & lab coat, overshoes, gloves

Winding – Reaction heat treatment - Impregnation

- ❑ Defined tightening torque on pole screws
- ❑ Gap measurement (Protrusion between cable and mandrel)
- ❑ Measurement from mandrel reference surface to the top pole
- ❑ QA hold points for QC
- ❑ Vector – consistent naming convention used to define coil positions (e.g. jump side etc.)



Date: 2018-06-07

HL-LHC / WP11 - Fabrication Procedure

Dipôle 11T Nb3Sn BOBINAGE

ABSTRACT:

Ce document explique le mode opératoire du bobinage d'une bobine dipôle 11T en Nb3Sn.
Ne pas respecter ces instructions pourrait entraîner des blessures personnelles et provoquer des dommages matériels.

DOCUMENT PREPARED BY:
Thibault GENESTIER
(ALSTOM STTG MAGNETS)
Vincent LETELLIER
(ALSTOM STTG MAGNETS)
Jean-Baptiste GAASCH
(S146)
Olivier HOUSIAUX
(S145)

DOCUMENT CHECKED BY:
Sébastien LUZIEUX
(TE-MSC-LMF)
Rosario PRINCIPE
(TE-MSC-LMF)
Friedrich LACKNER
(TE-MSC-LMF)

DOCUMENT APPROVED BY:
Frederic SAVARY
(TE-MSC-LMF)
Luca BOTTURA
(TE-MSC)
Arnaud DEVRED
(TE-MSC)

DOCUMENT SENT FOR INFORMATION TO:

TE-LMF-GR1 (B. ARIAS ALONSO, J. AXENSALVA, R. BERTHET, M. DALY, M. DURET, L. FAVIER, A. FOUSSAT, L. GRAND CLEMENT, O. HOUSIAUX, F. LACKNER, C. LOFFLER, S. LUZIEUX, S. MENU, H. PRIN, F. SAVARY, M. SEMERARO, S. TRIQUET, E. TSOLAKIS)

This document is uncontrolled when printed. Check the EDMS to verify that this is the correct version before use.

Naming and traceability

Validation Process



Page 2 of 133

HISTORY OF CHANGES

REV. NO.	DATE	PAGES	DESCRIPTIONS OF THE CHANGES
1.0	2015-02-19	All	First emission
2.0	2015-06-26	All	-MàJ après le bobinage de HCMBH-C005-CR00001 (PC1) : -Liens entre IF et Fiche de suivi fabrication bobine (Annexe 1) -MàJ du couple de serrage des vis des pôles -Ajout de la détection des courts-circuits -Ajout d'étapes en fin de bobinage (coupe câble, saddle, ...) -MàJ de la préparation des têtes -Diverses corrections
2.1	2015-10-12	All	MàJ après le bobinage de HCMBH_C005-CR00002 (PC2) : -Suppression de l'utilisation des cavaliers à volets coulissants -Mise en place des pôles couche externe -Ajout d'étapes de contrôles électriques -Enlèvement des pôles -Mise en place de l'outillage de manutention et stockage de la bobine -Diverses corrections
3.0	2015-11-19	1	Précision d'informations dans le titre.
3.1	2016--	All	Update after HCMBH_C005-CR000003, HCMBH_C005-CR000004 and HCMBH_C005-CR000005 winding : <ul style="list-style-type: none"> Update with CR000003 and CR000004 feedbacks Add of steps 11, 12 et 13 concerning wedges insulation and head spacers preparation Links between QA traveller, Manufacturing & Inspection Plan and this procedure updated Template modification

Traceability of modifications, "living document" based on annotated procedures.



References

- [1] Manufacturing and Inspection Plan des bobines (LHC-MBH_C-FRM-0006), EDMS: 1549159.
- [2] Flowchart Production 11 T (LHC-MBH_C-FP-0009), EDMS: 1684738.
- [3] Fichier de suivi de fabrication bobine dipôle 11T (LHC-MBH_C-FR-0001), EDMS: 1583748.
- [4] Procédure de polymérisation (LHC-MBH_C-FP-0004), EDMS: 1427802.
- [5] Manuel d'utilisation de la bobineuse (LHC-MBH_T-MAN-0004), EDMS 1428021.
- [6] Programme de gestion des paramètres de bobinage (LHC-MBH_C-MAN-0002), EDMS : 1427892.
- [7] Procédure de Manutention dipôles 11T (LHC-MBH-FP-0006), EDMS : 1427903
- [8] Manuel d'utilisation du palonnier (LHC-MBH_T-MAN-0001), EDMS 1427941.
- [9] Procédure de fabrication de l'interlayer (LHC-MBH_C-FP-0002), EDMS: 1427790.
- [10] Fiche de tests électrique de la bobine (LHC-MBH_C-FRM-0003), EDMS: 1527409.
- [11] Plan de la bobine complète (LHCMBH_C0005).
- [12] Plan de la couche interne (LHCMBH_C0011).
- [13] Plan de la couche externe (LHCMBH_C0012).
- [14] Plan du câble Isolé (LHCMBH_C0013).
- [15] Plan du câble nu (LHCMBH_C0022).
- [16] Plan de la cale pentée 1 isolée (LHCMBH_C0023).
- [17] Plan de la cale pentée 1 nue (LHCMBH_C0024).
- [18] Plan de la cale pentée 2 isolée (LHCMBH_C0025).
- [19] Plan de la cale pentée 2 nue (LHCMBH_C0026).
- [20] Plan de la cale pentée 3 isolée (LHCMBH_C0027).
- [21] Plan de la cale pentée 3 nue (LHCMBH_C0028).
- [22] Plan de la cale pentée 4 isolée (LHCMBH_C0029).
- [23] Plan de la cale pentée 4 nue (LHCMBH_C0030).
- [24] Plan de la cale pentée 5 isolée (LHCMBH_C0031).
- [25] Plan de la cale pentée 5 nue (LHCMBH_C0032).
- [26] Plan de la clé de bobinage couche interne CC (LHCMBH_C0035).
- [27] Plan de la clé de bobinage couche interne COC (LHCMBH_C0036).
- [28] Plan de la clé de bobinage couche externe COC (LHCMBH_C0037).
- [29] Plan de la clé de bobinage couche externe CC (LHCMBH_C0038).
- [30] Plan du jeu d'espaceur couche interne (LHCMBH_C0093).
- [31] Plan du jeu d'espaceur couche externe (LHCMBH_C0048).
- [32] Dossier de plans du mandrin de la couche interne (LHC-MBH_T-DF-0025), EDMS 1894182.
- [33] Dossier de plans du mandrin de la couche externe (LHC-MBH_T-DF-0026), EDMS 1894185.
- [34] Dossier de plans du support de touret (LHC-XMFWS-DF-0002), EDMS 1626985.

● References (Follow up files, MIP, Flowchart...)
Drawings



- [35] Dossier de plans de l'outillage de polymérisation de la couche interne (LHC-MBH_T-DF-0027), EDMS 1894218.
- [36] Dossier de plans de l'outillage de polymérisation de la couche externe (LHC-MBH_T-DF-0028), EDMS 1894281.
- [37] Dossier de plans du support mobile du touret 11T (LHC-XMFWS-DF-0003), EDMS 1643315.
- [38] Dossier de plans du chemin de roulement 11T (LHC-XMFWS-DF-0004), EDMS 1643316.
- [39] Plan de la cale pentée 6 nue (LHCMBH_C0034).
- [40] Fiche de Levée des préalables – Revue de conformité, EDMS 1896959

Specification

- [A] Spécification fibre de verre 933 S-2 Glass®, [LHC-MBH_C-ES-0003](#).
- [B] Spécification fibre de verre 493 S-2 Glass®, [LHC-MBH_C-ES-0001](#).
- [C] Fiche sécurité Mould release Chemlease® 2298: [LHC-MBH_C-RPT-0017](#)
- [D] Spécification liant céramique CTD 1202, [LHC-MBH_C-RPT-0007](#).

● Specifications

1 Sécurité

1.1 Comportement en cas d'accident

Lorsqu'un accident survient, la première réaction est souvent déterminante; la vie ou la mort d'une victime et la gravité des conséquences de l'accident dépendent souvent de la rapidité et du conforme choix des premiers secours. Immédiatement après avoir constaté un accident ou un événement dangereux (incendie, inondation, urgence médicale, etc.), il est de votre devoir de :

- Protéger la victime, l'entourage et vous-même
- Alerter les pompiers CERN



Téléphone Rouge
Téléphone CERN 74444

- Secourir la victime
- Préserver les indices

1.2 Formation et informations sur la sécurité

Toute personne travaillant au CERN doit respecter le Plan Départemental TE de sécurité
Réf : http://safety-commission.web.cern.ch/safety-commission/SafetyPlan/te/f_index.htm

1.3 Equipement de sécurité individuel (EPI)

Toute personne doit être munie :

- Carte d'accès CERN
- EPI individuel (Exemple : Vêtements de travail, chaussure de sécurité, paire de lunettes, gants, protection auditive, etc.)

1.4 Risques sur les opérations

Ne pas respecter ces instructions pourrait entraîner des blessures personnelles et provoquer des dommages matériels.

Toujours faire preuve de Conforme sens et prêter une attention particulière aux textes intitulés PROTECTION, RISQUE, DANGER, AVERTISSEMENT, ATTENTION ou REMARQUE contenus dans cette procédure.

Safety



Équipements de Protection Individuels

Porter vos équipements de protection individuels (EPI) lorsque cela est précisé dans cette procédure.



Gants nitrile



Lunettes



Masque



Risque électrique

Boîtiers électriques.



Risque chimiques lors de l'utilisation de l'agent démolant Chemlease® 2298 (voir Safety Data Sheet [C]):



Flammable



Corrosive



Health hazard



Environmental hazard



- Utilisez des gants respectant la norme européenne EN 374. Matériaux autorisés pour les gants: Nitrile; Butyl rubber; Ethyl Vinyl Alcohol Laminat (EVAL); ou tout autres matériaux avec délais de rupture > 480 minutes.



- Utiliser des protections pour les yeux respectant la norme européenne EN 166.



- En cas de ventilation inadaptée, porter une protection respiratoire respectant la norme européenne EN 14387.



Risque de pincement

1.5 Tri des déchets



Tous les déchets produits dans les zones du CERN, au cours de vos opérations, sont à trier.

Toujours nettoyer son poste de travail.



Safety



2 Généralités



LIRE ET COMPRENDRE TOUTES LES INSTRUCTIONS DE LA PROCEDURE

Ne pas respecter ces instructions pourrait entraîner des blessures personnelles et provoquer des dommages matériels.



LE TECHNICIEN REMPLIT LA FICHE DE SUIVI ASSURANCE QUALITE

La fiche de suivi assurance qualité, qui est à disposition du technicien sur place, sera dûment remplie, signée par le technicien puis et stockée par le service Qualité en fin d'activité.



IMPORTANT

Si une situation ne paraît pas conforme aux procédures présentées durant les séances de formation, le technicien doit contacter le Responsable Technique et la signaler avant d'intervenir afin de définir une méthode adéquate à la spécificité de la situation.

- Avant de commencer son activité, le technicien doit s'assurer d'avoir suivi tous les cours et reçus toutes les autorisations nécessaires au travail qu'il s'apprête à exécuter.
- Entre autres, et en plus des cours de sécurité obligatoires, le technicien doit suivre une formation donnée par le Responsable Technique, concernant l'activité spécifique dont il a été chargé, avant toute intervention.
- Le technicien doit avoir suivi une période d'entraînement adéquate concernant l'activité spécifique dont il a été chargé, avant toute intervention.
- Le technicien doit s'assurer qu'il possède bien le matériel nécessaire pour le bobinage.
- Le technicien doit s'assurer que l'ensemble des moyens de sécurité est présent avant de mener son activité.



Reminders

3 Démarche Qualité

Le suivi de la production au sein du projet 11T (WP11 du projet HL-LHC) implique une démarche qualité stricte. Celle-ci requiert à tout moment, la possibilité pour le Service Qualité du Projet 11T de pouvoir connaître l'état d'avancement mais également d'assurer la traçabilité complète de la production en cours.




Pour ce faire chaque élément en production doit être accompagné de son dossier de suivi de production. Ce dossier est monté en collaboration avec le Service Qualité du Projet 11T, il contient les fiches de suivi et les plans à jour. Chaque opération est renseignée par le technicien dans les fiches de suivi (date, signature, commentaire, no de lot...) et dans le Manufacturing and Inspection Plan. Des points d'arrêt sont placés sur les Manufacturing and Inspection Plans par le Service Qualité du Projet 11T afin de réaliser des contrôles techniques et documentaires des activités précédentes.

REMARQUE

Dans la procédure, certaines étapes doivent être validées en signant soit le MIP, soit la fiche de suivi. Ces étapes sont à valider par l'équipe de production et sont indiquées comme suivant :

6.15	Une fois la fibre en place, réaliser, côté connexion et côté opposé à la connexion, à l'aide d'une jauge de profondeur la mesure entre la base du pôle et l'extrémité du mandrin.	
 Renseigner la fiche bobinage de la couche interne (onglet de la fiche de suivi [10]).		

Certaines opérations doivent être validées par l'équipe qualité et sont clairement identifiées comme suivant :

CONTROLE QUALITE PAR LMF-QA, POINT D'ARRET / HOLD POINT		
9.12	Prendre des photos de la bobine avant polymérisation et mesurer les positions des espaceurs de têtes au 2 extrémités conformément à la procédure de contrôle [14].	
 Renseigner l'opération C1 du MIP [1].		
	Utiliser un metre ruban dédié aux mesures sur des pièces traitées au démoulant.	

Quality instructions.

Quality control / Hold points

Information/data logging.

4 Matériel nécessaire

Le technicien doit s'assurer qu'il possède bien les éléments suivants.

Matériel de sécurité +

- 1 Paire de gants nitrile quel que soit l'activité.
- Cagoule épaule : Code SCEM 50.46.01.010.2
- Bloc moteur pour ventilateur cagoule : Code SCEM 50.46.01.012.3
- Tuyau cagoule : Code SCEM 50.46.01.013.1
- Batterie légère : Code SCEM 50.46.01.014.4
- Filtre : Code SCEM 50.46.01.022.8

Outils :

La Machine à bobiner CERN M64-028 équipée :

- De l'ensemble mandrin couche interne [32],
- De l'ensemble mandrin couche externe [33],
- Du système de support de touret [34],
- De l'ensemble pour polymérisation de la couche interne [35],
- De l'ensemble pour polymérisation de la couche externe [36],
- Des outillages de maintien des têtes plan LHCBHSP0196 (couche interne) et plan LHCBHST0471 (couche externe),
- Du support mobile [37],
- Du chemin de roulement [38].

Matériel/Pièces/Produits Chimiques

- 1 longueur de câble mis en cassette suivant la procédure (LHC-MBH_C-FP-0001),
- 1 jeu de cales pentées [16], [18], [20], [22] et [24],
- 4 clés de bobinage [26], [27], [28] et [29],
- 2 sets d'espaceurs [30] et [31],
- 1 saut de couche LHCBHST0754,
- 1 rouleau de chaussettes fibre de verre ø16, épaisseur 0.15mm pour les cales [B],
- 1 rouleau de chaussettes fibre de verre ø18, épaisseur 0.15mm pour les cales [B],
- 1 rouleau de fibre de verre : largeur 16mm, épaisseur 0.15mm [A],
- 1 bande de polyimide : longueur : 6m, largeur : 270mm, épaisseur : 0.125mm
- Liant céramique CTD 1202 [D].

IMPORTANT

Le technicien doit être en possession du dossier de fabrication remis par le service qualité GE.

Safety equipment

Tooling

Materials



5 Préparation du Poste de Bobinage, des Cales Pentées et des espaceurs de tête – Opération B.1 du MIP [1]

Avant de débiter les opérations, vérifier que la fiche de Levée des Préalables [40] est renseignée et signée !

5.1 Pré-requis

Vérifier que le portique de la machine à bobiner est à une extrémité de la machine (coté X- de préférence).
Vérifier que la table inclinable de la machine à bobiner est verticale.

⚠ STEP MTF
Vérifier que le responsable technique a signé l'étape **DELIVERY AND ACCEPTANCE (Status : Pending → Done et Result : OK)** faisant office d'accord d'utilisation des pièces produit entrant dans la fabrication de la bobine (clés, wedges, espaceurs)

Equipment Identifier: HCMBH_C013-42000194
Other Identifier: None
Description: INSULATED CABLE

Step ID	Step Name	Description	Status	Result
10	Insulation braiding	Insulation braiding	Pending	
20	DELIVERY AND ACCEPTANCE	DELIVERY AND ACCEPTANCE	Pending	
30	ID-stack insulation thickness	ID-stack insulation thickness	Pending	
40	Cable reaping	Cable reaping	Pending	

5.2 Mise en place du Mandrin de Bobinage

A l'aide du pont roulant, du palonnier R-2655, mettre en place le mandrin de bobinage (ancienne version, plan LHCBHST0346 et nouvelle version plan LHCBHST0822) sur la machine à bobiner.

Fixer le mandrin sur la table de la machine à bobiner à l'aide des vis situées en partie inférieure de la table de bobinage.



Reminder to check all pre-conditions

Requirements in terms of delivery and acceptance of components

Working steps including cross-references to drawings and component specifications

5.3 Préparation du Mandrin de Bobinage

Passer un taraud dans les trous de fixation des pôles, des outillages de tête et des règles afin d'éliminer les traces résiduelles de liant céramique.

Nettoyer le mandrin à l'aide d'un chiffon imbibé d'alcool puis le sécher avec un chiffon propre et sec.

Poser la bande de polyimide d'épaisseur 0.125mm sur le mandrin de bobinage pour protéger ce dernier lors de l'application du liant céramique.

Le film doit descendre sous les trous taraudés prévus pour les règles latérales.

Faire tenir le polyimide avec du scotch polyimide.



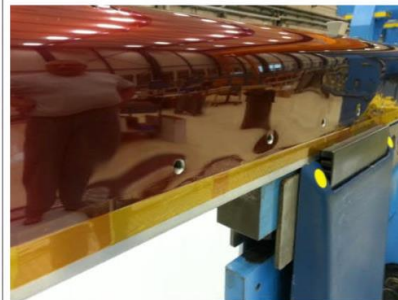
Ne découper le polyimide que sur les trous utiles (Côté Connexion, à l'extrémité, les 2 trous au centre ne sont pas utilisés).

Découper le polyimide au niveau des taraudages et alésages présents sur le mandrin.

Enregistrer le jeu d'outillages utilisés (et utiliser uniquement ce jeu-là pour toutes les étapes de fabrication !):

Suivi Qualité :

§3.1.1 [3].



Cleaning instruction prior positioning of Insulation/protective layer

Attention on critical steps...

5.4 Mise en place des pôles d'extrémité

Mettre en place les clavettes des pôles sur le mandrin (repère 6 du plan LHCMBHST0832).

Mettre en place les 2 pôles d'extrémité (repères 4 et 5 du plan LHCMBHST0832):

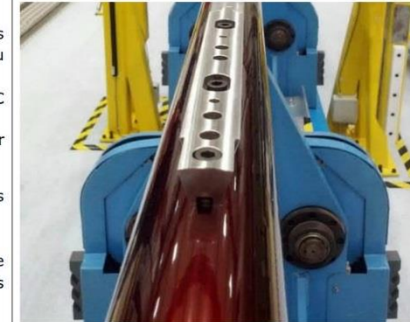
- LHCMBHST0827 = COC sur le mandrin
- LHCMBHST0824 = CC sur le mandrin

Couple de serrage des vis de des pôles d'extrémité : 11 N.m

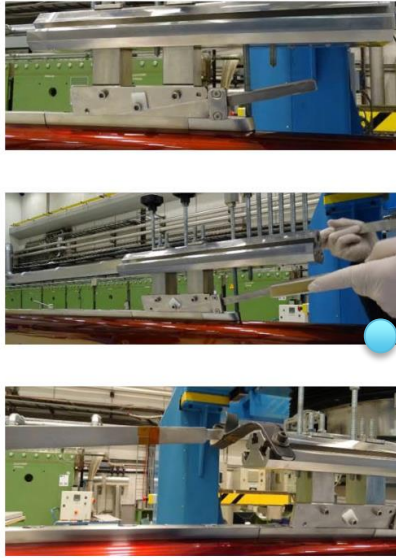

Remarque : Ne mettre en place que des vis M6 situées dans des trous oblongs !

Positionnement des pôles :

- Côté Connexions : 420,2mm +- 0,1 du bout du mandrin
- Côté Opposé aux Connexions : 426,9 mm +- 0,14 du bout du mandrin



Instructions for part positioning – indication of dimensions and tolerances


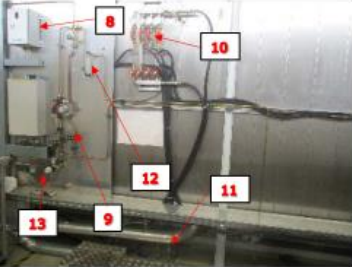
<p>5.8 Mise en place de l'outillage du saut de couche</p> <p>Côté connexions, fixer l'outillage de guidage du saut de couche.</p> <p>Glisser ensuite sur la tige le profilé aluminium de guidage du câble</p> <p>Positionner ensuite la patte support de ce profilé en aluminium sur l'outillage Côté Connexions</p>	
<p>5.9 Nettoyer les systèmes de clampage (zone de contact avec le câble, filets des tiges filetées, ...) avant installation sur la bobineuse.</p> <p>Mettre en place les systèmes de clampage.</p>	

Working instructions



<p>5.10 Isolation des pôles</p> <p>Enrouler autour des pôles une couche de ruban de verre [B] d'épaisseur 0.15mm et de 16mm de largeur sans fil de trame.</p> <p>Suivi Qualité : §2.2.2 [3].</p> <p>Le fermer sur la clé de bobinage Côté Connexion en ayant une double épaisseur à ce niveau afin de chasser la vague dans le sens du bobinage.</p> <p>Veiller à laisser une sur-longueur importante qui sera ajustée au moment du passage du câble afin d'éviter un effilochement de la fibre dans la zone de recouvrement.</p>	
<p>5.11 Mise en place de la cale de saut de couche</p> <p>Sélectionner la cale outillage en inox (plan LHCBHST0754).</p> <p>Mettre en place la cale sous le saut de couche et derrière la fibre.</p>	

Instruction for operation of large tooling

REFERENCE: LHC-MBH_T-MAN-0018 | EDMS NO.: 1723347 | REV.: 3.0 | VALIDITY: VALID | Page 5 of 20

	<p>5 - Système de mesure Metrotec de détection de dioxygène, en sortie de carcan. Il est directement branché sur le «Cold trap» (voir 4).</p> <p>6 - Débitmètre d'argon à l'entrée du carcan.</p> <p>7 - Panneau de branchement des sondes de température. Il sert de départ aux sondes de mesures branchées dans le carcan.</p>
	<p>8 - Système de mesure Metrotec de détection de dioxygène. Il est directement branché sur le «Cold trap» (voir 14).</p> <p>9 - 3 lignes de distribution d'argon. De gauche à droite : alimentation régulée pour le « retorte », bypass de la précédente pour la purge dans le « retorte » (10m³/h), alimentation du carcan.</p> <p>10 - Manomètres pour refroidissement hydraulique des « Cold traps ».</p> <p>11 - Vanne générale d'entrée d'argon.</p> <p>12 - Débitmètre à bille indiquant le débit en argon sur les ventilateurs</p>

REFERENCE: LHC-MBH_T-MAN-0018 | EDMS NO.: 1723347 | REV.: 3.0 | VALIDITY: VALID | Page 6 of 20

	<p>du « retorte ». Doit indiquer le maximum lorsque le cycle est lancé.</p>
	<p>13 - Capteur d'absence de pression d'argon. Et manomètre de pression d'argon, réglé à 3 bars.</p>
	<p>14 - Cold trap en sortie caisson (« retorte »). Sert à condenser les vapeurs émises pendant la réaction, en sortie du « retorte ».</p>
	<p>15 - alimentation électrique pour la purge du « retorte ».</p>

Special machinery:

- Winding machine
- Curing press
- Reaction furnace
- Impregnation system
- Rotation benches
- Collaring press

Assembly procedures of Cold Mass 11T

- ❑ The cold mass assembly is carried out by the team (Staff and FSU) inside bldg. 180, LMF
- ❑ Assembly and inspection procedures are currently under development
- ❑ Strong correlation to previous work carried out for the LHC dipole repair and 4001 cold mass assembly



ABS Cold Mass 11T type A LMBHA

The screenshot displays the EDMS interface for the 'HCLMBH001 v0' project, titled 'COLD MASS ASSEMBLY TYPE A'. The left sidebar shows a hierarchical BOM tree with components such as 'HOMBIH001 (0) COLD MASS ASSEMBLY TYPE A', 'HOMBIH002 (0) 11T DIPOLE COLLARED COIL', and various internal and external layer saddle connection sides. The main area shows a list of documents with columns for ID, Title, Status, Created on, Author, and Document type. The document list includes entries like 'LHC-LMBH-0001 v0' (Drawing), 'LHC-LM-ER-0001 v1.1' (Engineering/Technical Report), and 'LHC-LMBH-FP-0025 v1' (Fabrication Procedure). The status of documents varies, including 'In Work', 'Released', 'Draft For Discussion', and 'Cancelled'. The bottom of the page shows the URL: <https://edms.cern.ch/ui/#!master/navigator/item?l:100014899:100038610:subDocs>.



ABS Cold Mass 11T type B LMBHB

The screenshot displays the EDMS interface for the project 'HCLMBHB001 v.0 COLD MASS ASSEMBLY TYPE B'. The left pane shows a tree view of the assembly structure, including components like 'MAGNET ACTIVE PART', 'DIPOLE COLLARED COIL', 'DIPOLE COIL', 'WEDGE 2 INNER', 'WEDGE 1 INNER', 'WEDGE 3 INNER', 'WEDGE 4 OUTER', 'COIL KEYS CAR-K (Internal connection side)', 'COIL KEYS CAR-K (external connection side)', 'COIL KEYS CAR-K (external non connection side)', 'External layer coil supports', 'Internal layer saddle connection side', 'External layer saddle non connection side', 'External layer saddle connection side', 'INSULATED CABLE', 'BARE CABLE', 'Loading plate', 'QUENCH HEATER', 'Interfer', '11T Set of leads', 'Inter-Layer Jumps', 'BALANCE OF COLDORE TUBE', 'Long wedge sole', 'COLLAR LONG TYPE D', 'COLLAR LONG TYPE E', 'COLLAR SHORT TYPE F', 'COLLAR KEY', '11T COIL BORE TUBE', 'Lateral Pole Shim', 'NAIL YOKE ASSEMBLY', 'CONNECTION SIDE YOKE PACK', 'YOKE LAMINATION NONMAGNETIC STEEL', 'YOKE LAMINATION LOW CARBON STEEL', 'STANDARD YOKE PACK', 'YOKE LAMINATION NONMAGNETIC STEEL', 'NO CONNECTION SIDE YOKE PACK', 'YOKE LAMINATION NONMAGNETIC STEEL', 'YOKE LAMINATION LOW CARBON STEEL', 'CENTER YOKE ASSEMBLY', 'CONNECTION SIDE CENTER YOKE PACK', 'CENTRAL LAMINATION LOW CARBON STEEL', 'CENTRAL LAMINATION NONMAGNETIC ST.', 'CENTER YOKE PACK', 'CENTRAL LAMINATION NONMAGNETIC ST.', 'NO CONNECTION SIDE CENTER YOKE PACK', 'CENTRAL LAMINATION LOW CARBON STEEL', 'CENTRAL LAMINATION NONMAGNETIC ST.', 'Life Side End Plate', 'Connection Side End Plate', 'LONG MAGNET-SHELL', '11T EXCHANGER TUBE', 'SOLOTTES 11T 18H TYPE B', 'BUSBARS 1H OUTER TYPE B', 'QUADRUPOLE-COPPER-INNER-LYRA', 'QUADRUPOLE-COPPER-OUTER-LYRA', 'BUSBARS 1H INNER TYPE B', 'QUADRUPOLE-COPPER-INNER-LYRA', 'QUADRUPOLE-COPPER-OUTER-LYRA', 'SUPPORT ISOLANT BUSBARS 1H 1G', 'SOLOTTES 1G 18H TYPE B', 'BUSBARS 1G OUTER TYPE B', 'QUADRUPOLE-COPPER-INNER-LYRA', 'QUADRUPOLE-COPPER-OUTER-LYRA', 'BUSBARS 1G INNER TYPE B', 'QUADRUPOLE-COPPER-INNER-LYRA', 'QUADRUPOLE-COPPER-OUTER-LYRA', 'SUPPORT ISOLANT BUSBARS 1H 1G', 'Short Transformer With Ceram Bars', '11T-COLD MASS ASSEMBLY SUPPORT', '11T-EQUIPPED END COVER LYRE SIDE', 'End Cover Lyre Side', 'Bus bar below', '11T-EQUIPPED FLAT COVER CONNECTION SIDE', 'Heat Exchange Central Barrow', 'Heat exchange side below', 'MOS Magnet Assembly', 'Protection Resistor for MOS', 'Magnetic Shield Body for MOS', 'Magnetic Shield end Cap for MOS', 'Magnet cooling', and 'Engineering & Equipment Data Management Service (EDMS)'. The right pane shows a table of documents with the following columns: ID, Title, Files, Status, Created on, Author, Document type, and Tags. The table lists 310 documents, including items like 'LHC-LMBH-0002 v.0', 'LHC-LMBH-0002 v.2', 'LHC-LMER-0001 v.0', 'LHC-LMBH-FP-0003 v.1', 'LHC-LMBH-FP-0003 v.1.0', 'LHC-LMBH-FP-0003 v.0.1', 'LHC-LMBH-FP-0001 v.0.1', 'LHC-LMBH-FP-0010 v.0.1', 'LHC-LMBH-FP-0002 v.0.1', 'LHC-LMBH-FP-0003 v.0.1', 'LHC-LMBH-FP-0007 v.0.1', 'LHC-LMBH-FP-0005 v.0.2', 'LHC-LMBH-FP-0018 v.0.2', 'LHC-LMBH-FP-0019 v.0.1', 'LHC-LMBH-FP-0012 v.1', 'LHC-LMBH-FP-0013 v.1', 'LHC-LMBH-FP-0014 v.1', 'LHC-LMBH-FP-0015 v.1', 'LHC-LMBH-FP-0016 v.1', 'LHC-LMBH-FP-0017 v.1', 'LHC-LMBH-FP-0020 v.1', 'LHC-LMBH-FP-0021 v.0.1', 'LHC-LMBH-FP-0022 v.0.1', 'LHC-LMBH-FP-0023 v.0.1', and 'LHC-LMBH-FP-0024 v.0.1'. The status of these documents varies, including 'Released', 'Draft For Discussion', and 'In Work'. The bottom of the interface shows a page navigation bar with 'Page 1 of 1' and a total of 31 items.

ID	Title	Files	Status	Created on	Author	Document type	Tags
10	LHC-LMBH-0002 v.0	1	Released	2018-10-20	A. Temporal	Drawing	Run 2021 (post L2)
40	LHC-LMER-0002 v.2	1	Released	2018-02-09	Arnaud Fouassat	Engineering/Technical Report	Run 2021 (post L2)
90	LHC-LMER-0001 v.0	1	Released	2018-03-22	Arnaud Fouassat	Engineering/Technical Report	Run 2021 (post L2)
100	LHC-LMBH-FP-0003 v.1	1	Released	2018-03-06	APR/VE	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
110	LHC-LMBH-FP-0003 v.1.0	1	Released	2017-03-09	Richard Berner (S146), Olivier HOUBAUX	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
120	LHC-LMBH-FP-0003 v.0.1	1	Draft For Discussion	2018-03-16	Olivier HOUBAUX (S146)	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
130	LHC-LMBH-FP-0001 v.0.1	1	Released	2017-03-24	Herve PRIN, Olivier HOUBAUX	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
140	LHC-LMBH-FP-0010 v.0.1	1	Draft For Discussion	2018-03-16	Olivier HOUBAUX (S146)	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
150	LHC-LMBH-FP-0002 v.0.1	1	In Work	2018-06-29	Olivier HOUBAUX	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
160	LHC-LMBH-FP-0003 v.0.1	1	In Work	2018-02-23	EPSTRATIG TSOLAKIS	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
170	LHC-LMBH-FP-0007 v.0.1	1	In Work	2018-01-16	Olivier Houbaux	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
180	LHC-LMBH-FP-0005 v.0.2	1	In Work	2018-02-26	EPSTRATIG TSOLAKIS	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
190	LHC-LMBH-FP-0018 v.0.2	1	In Work	2018-06-11	Olivier HOUBAUX	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
200	LHC-LMBH-FP-0019 v.0.1	1	In Work	2018-06-11	EPSTRATIG TSOLAKIS	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
210	LHC-LMBH-FP-0012 v.1	1	In Work	2018-04-12	Ludovic Grand-Clement	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
220	LHC-LMBH-FP-0013 v.1	1	In Work	2018-04-12	Ludovic Grand-Clement	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
230	LHC-LMBH-FP-0014 v.1	1	In Work	2018-04-12	Ludovic Grand-Clement	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
240	LHC-LMBH-FP-0015 v.1	1	In Work	2018-04-12	Ludovic Grand-Clement	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
250	LHC-LMBH-FP-0016 v.1	1	In Work	2018-04-12	Ludovic Grand-Clement	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
260	LHC-LMBH-FP-0017 v.1	1	In Work	2018-04-12	Ludovic Grand-Clement	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
270	LHC-LMBH-FP-0020 v.1	1	In Work	2018-06-11	Olivier HOUBAUX	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
280	LHC-LMBH-FP-0021 v.0.1	1	In Work	2018-06-11	Olivier HOUBAUX (S146)	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
290	LHC-LMBH-FP-0022 v.0.1	1	In Work	2018-06-11	Electris Toxaris (TE-4HSO-LIIP)	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
300	LHC-LMBH-FP-0023 v.0.1	1	In Work	2018-06-12	Yannis Benanel (S144)	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)
310	LHC-LMBH-FP-0024 v.0.1	1	Draft For Discussion	2018-06-12	Olivier Houbaux (S146)	Fabrication Procedure	Run 2021 (post L2)

<https://edms.cern.ch/ui/#!master/navigator/item?l:100014902:100014902:subDocs>



Drawing Structure and Eq. Codes in CDD

Typical components/information by code

LMBH_	LMBHS	LMBHE
Cold Masses Assembly Drawings	Plates	Electrical And Instrumentation Schemes
General Tolerances	Shells	Bus Bars
Weld Numbering	End Covers	Profiles and Sputs
Preparation For Pressure/Leak Tests	Transition Rings	Cold mass internal splices components
	Supports	Insulation Pieces
	Cold Bore Tube	Connection Boxes
	Heat Exchanger Tube	Instrumentation Layout and Supports
	N-Line	IFS Capillary and Related Components
	Flares	Quench Heaters
	Flanges	
	Diode container	
	Spools Pieces Corrector Supports	
	Filling pieces (if any)	



5

Typical components/information by code

MBH_	MBH_C
Half Yokes (Types, Laminations, Packs...)	Coil Assembly
Magnetic Inserts	Wedges
End Plates	End Spacers
Bullets	Collars (Types, Laminations, Packs...)
Shims	Collaring Keys
Sliding Sheets	Ground Insulation
	End Plates (CS, NCS) if any ?
	Nb3Sn/NbTi splices components
	Cable Stabilisation
	Layer Jump Related Components

QBAH

- Vacuum vessel
- Bottom tray
- MLI

6

[HELP](#) [?](#) [BOTTOM](#)



Guided Equipment Retrieval Result

AREA	ACCELERATORS AND MACHINE
PROJECT	
EQUIPMENT	LMB
RETRIEVAL PREFERENCE	Old equipments enabled

✓ Some related drawings exist

✗ No related drawing exist

- ✓ [LMBDA](#) : LHC ECRANS THERMIQUES ET RADIATIFS
- ✓ [LMBFA](#) : LHC BENDING MAGNET LAYOUT (20 DEG) TYPE A
- ✓ [LMBHE](#) : Cold Mass for the High Field Dipole - Electrical Components
- ✓ [LMBHS](#) : Cold Mass for the High Field Dipole - Enveloppe Components
- ✓ [LMBH](#) : Cold Mass for the High Field Dipole
- ✓ [LMBH T](#) : Cold Mass for the High Field Dipole -Tooling

11T Cold Mass

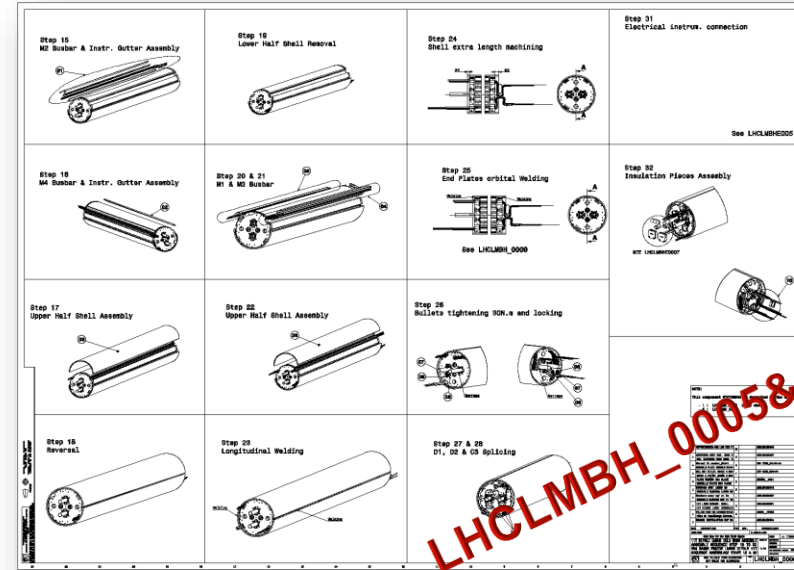
- ✓ [LMBRD](#) : Cold Mass for Twin Aperture (105mm) Recombination Dipole (D2)
- ✓ [LMBRDE](#) : Twin-Aperture (105mm) Recombination Dipole (D2) Cold mass electrical compnt
- ✓ [LMBRDP](#) : Twin-Aperture (105mm) Recombination Dipole (D2) Cold mass Prototype
- ✓ [LMBRDS](#) : Twin-Aperture (105mm) Recombination Dipole (D2) Cold mass envelope compnt
- ✓ [LMBRDT](#) : Twin-Aperture (105mm) Recombination Dipole (D2) Cold mass tooling
- ✗ [LMBXF](#) : Cold Mass for Single Aperture (150mm) SC Separation Dipole (D1)
- ✗ [LMBXFE](#) : Single Aperture (150mm) SC Separation Dipole (D1) cold mass elect. compnts
- ✓ [LMBXFS](#) : Single Aperture (150mm) SC Separation Dipole (D1) cold mass generic compnts
- ✗ [LMBXFT](#) : Single Aperture (150mm) SC Separation Dipole (D1) cold mass tooling
- ✗ [LMBX_](#) : Cold Mass for Single Aperture (80mm) SC Separation Dipole (D1)

<https://edms.cern.ch/ui/#!/master/navigator/document?D:100129697:100129697:subDocs>

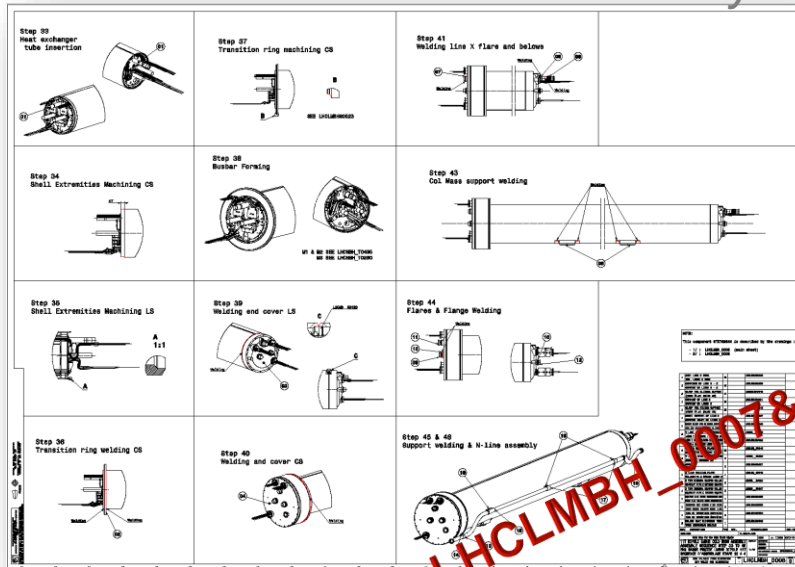


“Assembly Sequence Instruction” Drawings 1/2

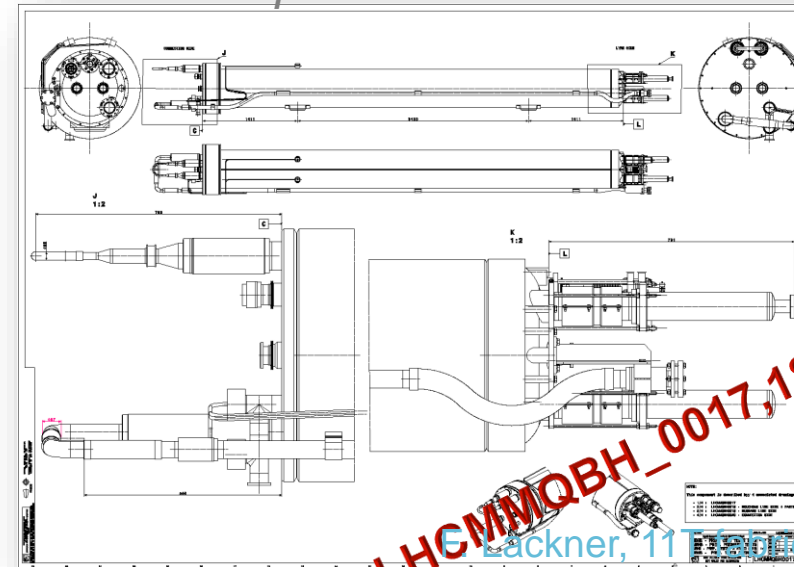
Magnet active part assembly



Cold Mass Extremities Assembly

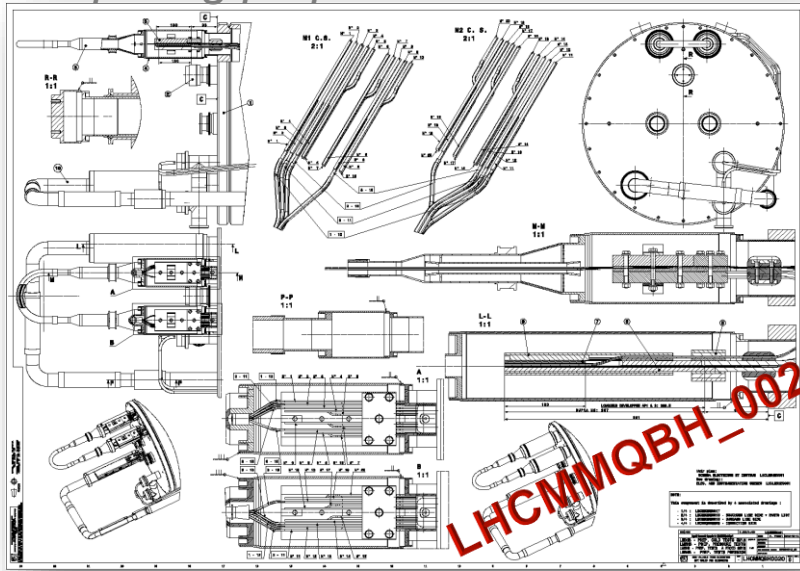


Cold Mass Preparation for Pressure Tests

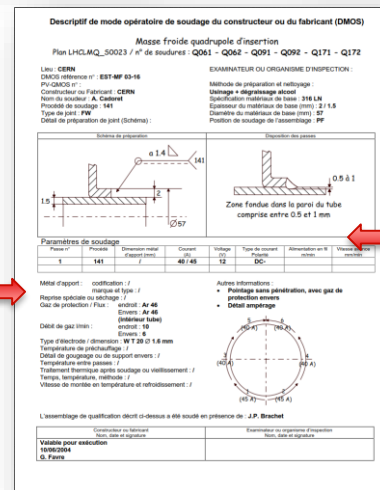
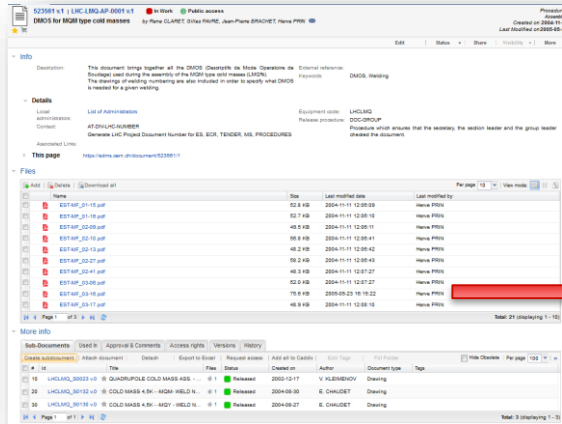
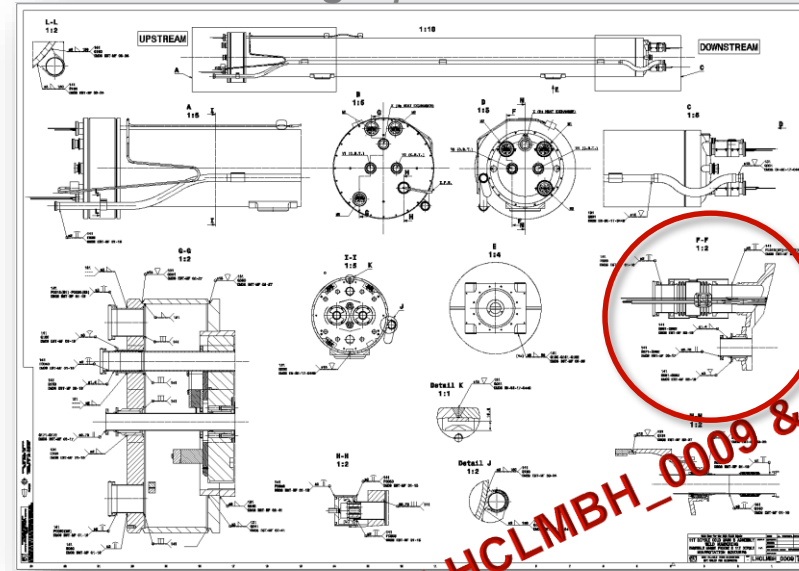


“Assembly Sequence Instruction” Drawings 2/2

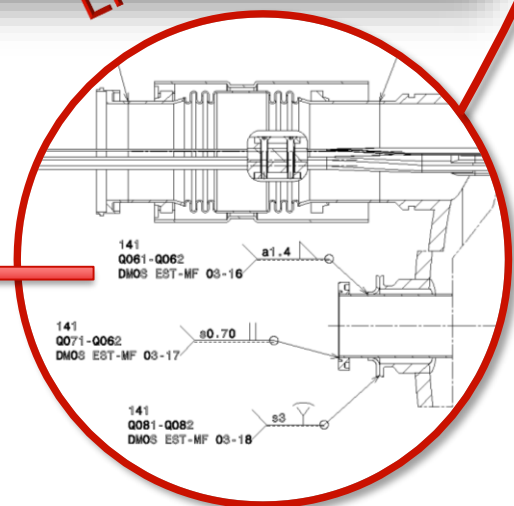
Splicing preparation for cold test



Welding Specifications



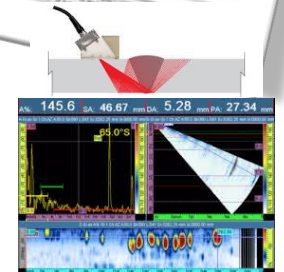
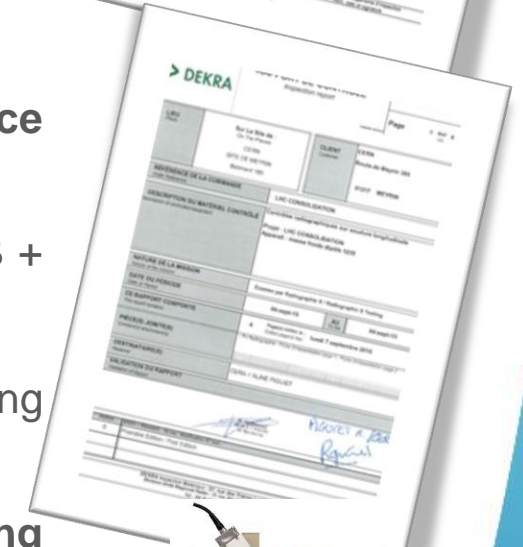
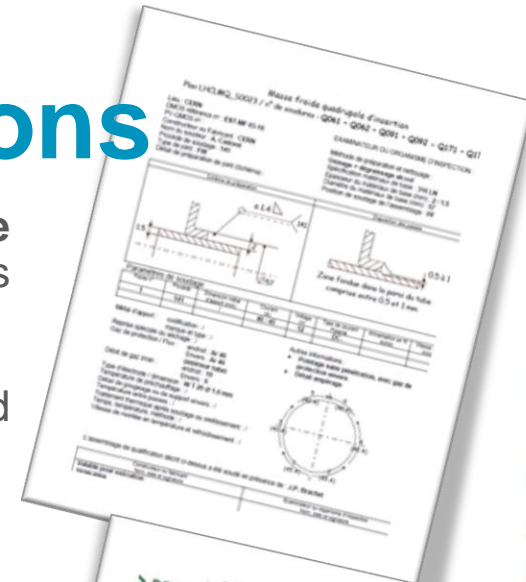
WPS



Cold mass welding

Available documents and Inspections

- ❑ LHC-LMQ-AP-0001 (EDMS523561) brings together all the **DMOS (Descriptifs de Mode Operatoire de Soudage or WPS)** used during the assembly of the MQM type cold masses (LMQ%). Most of them are usable for the LMBH cold mass.
- ❑ **Operating Mode and Welders Qualification** are prepared in **collaboration with EN-MME** and validated by external competent organism (APAVE in our case)
- ❑ LHCLMBH_0009 and _10 - drawings
- ❑ **Visual testing reports** according to examination standard: **EN ISO 17637** and acceptance criteria: **EN 13480-5 category 1** (ex. Edms 1552072).
- ❑ **Radiographic inspection reports** with specifications of reference NF EN 17636-2 Classe B + NF EN 5817 classe B (ex. Edms 1540439).
- ❑ **“Fiche de suivi de soudure”** filled by the welders with parameters used, observations during welding, filler material certificates (composition, mechanical properties, impact test).
- ❑ **Non destructive inspection** using Phased Array Ultra-Sonic technology **ongoing development** according to ISO 17640.
- ❑ **Structural analysis of LMBH 11T DS Dipole magnet cold mass** (EDMS 1711518)



Conclusions

11T collared coil fabrication procedures:

- ❑ Manufacturing procedures released and in full use for the already ongoing production
- ❑ Updates applied according annotations also during the productions – continuous improvement in line with the applied QA culture
- ❑ Harmonization of procedures between short model and long coil fabrication

Cold mass 11T

- ❑ Drawing structure available & equipment codes developed
- ❑ Assembly steps defined and procedures adapted from the Nb-Ti dipole fabrication
- ❑ Welding procedures and welding inspection developed