

N° affaire : 25-019

Date : 03/06/2025

Réf. : DEB/R2EB-25-105-BR/EH

N° SAP : 70101261

Calcul des coefficients de transmission thermique Up du système de doublage intérieur Doublifix

Version 1

Demandeur de l'étude :

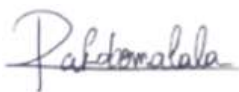
HIRSCH FRANCE

5 rue du Tourteret

60880 LE MEUX

Auteur¹

B. RAKOTOMALALA



Approbateur

F. LEGUILLON



¹. Tél. : 01.62.64.80.88

La reproduction de ce rapport d'étude n'est autorisée que sous la forme de fac-similé photographique intégral, sauf accord particulier du CSTB.

Ce rapport d'étude comporte 17 pages dont 5 pages d'annexes.

RAPPORT D'EXPERTISE

CONTENU

1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE.....	3
2. DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROCÉDÉ.....	3
3. MÉTHODOLOGIE	6
3.1. Principe	6
3.2. Règles de calcul.....	6
3.3. Hypothèses	6
3.3.1. Géométrie	6
3.3.2. Propriétés thermiques des matériaux	6
3.3.3. Conditions aux limites.....	7
3.4. Formules	7
4. RÉSULTATS	9
4.1. Résultats de la configuration 1	9
4.2. Résultats de la configuration 2	11
ANNEXE 1 – DESCRIPTIF TECHNIQUE COMPLET	13
ANNEXE 2 – EXEMPLE D'IMAGE THERMIQUE	17

RAPPORT D'EXPERTISE**1. OBJECTIF DE L'ÉTUDE**

L'objectif de l'étude est de calculer pour le compte de HIRSCH FRANCE les coefficients de transmissions thermiques Up du procédé de doublage intérieur Doublifix dont la description détaillée sera faite ci-après. Cette étude ne traite que de l'aspect thermique du procédé et ne préjuge en rien de son aptitude à l'emploi.

2. DESCRIPTION SUCCINCTE DU PROCÉDÉ

Le système étudié, Doublifix® est sous Atex, numéro de référence CSTB : 3408_V1. C'est un système de doublage de murs intérieurs, sur appuis intermédiaires et se compose de :

- Un panneau en polystyrène expansé conforme à la norme NF EN 13163 :
 - Graphipan® 32 : certificat Acermi n° 03/081/361 : (Conductivité thermique, $\lambda = 0,032 \text{ W/m}^2.\text{K}$),
 - Graphipan® TM 30 : certificat Acermi n° 13/081/819 : (Conductivité thermique, $\lambda = 0,030 \text{ W/m.K}$),
 - Graphipan® dB 32 : certificat Acermi n° 03/081/225 : (Conductivité thermique, $\lambda = 0,032 \text{ W/m.K}$),
 - Graphipan® dB 30 : certificat Acermi n° 09/081/537 : (Conductivité thermique, $\lambda = 0,030 \text{ W/m.K}$).
- Des chevilles et vis sous ETE : Les chevilles DOUBLIFIX® et vis DOUBLIFIX® (en acier inoxydable ou galvanisés) sont produites par la société Fischer. Les plans de ces éléments sont reportés en annexe au présent rapport. 4 longueurs de chevilles sont disponibles :
 - 150 mm, pour les PSE de 90 et 100 mm d'épaisseur,
 - 170 mm, pour les PSE d'épaisseur 120 mm,
 - 190 mm, pour les PSE d'épaisseur 140 mm,
 - 210 mm, pour les PSE d'épaisseur 160 mm.
- Des connecteurs composés de deux éléments : la partie inférieure est solidarisée avec la vis directement sur la cheville plastique, la partie supérieure - créant une lame d'air non ventilée de 20 mm entre la plaque de plâtre et l'isolant - est rapporté sur ce dernier par vissage. L'ensemble assure la liaison entre la plaque de plâtre et le mur support.
- Des plaques de plâtre d'épaisseur minimale 12,5 mm, à bords amincis de type A, H1 ou I-H1 conforme à la norme NF EN 520, aux spécifications complémentaires définies dans la norme NF DTU 25.41 P1.2 (CGM) et bénéficiant de la marque NF suivant le référentiel de certification conformément à la certification NF 081. La plaque de plâtre peut être équipée d'un pare vapeur (classe de perméance P3) en aluminium souple d'épaisseur 6 à 15 μm .

Le système est illustré par les figures 1, 2 et 3.

RAPPORT D'EXPERTISE

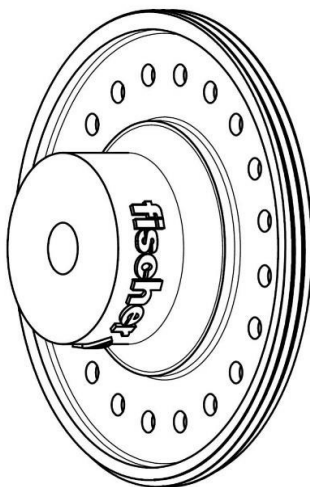


Figure 1 - Connecteur, partie inférieure

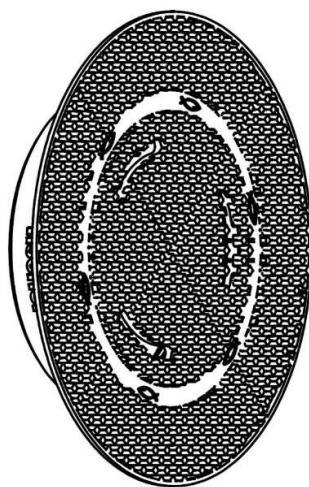


Figure 2 - Connecteur, partie supérieure

RAPPORT D'EXPERTISE

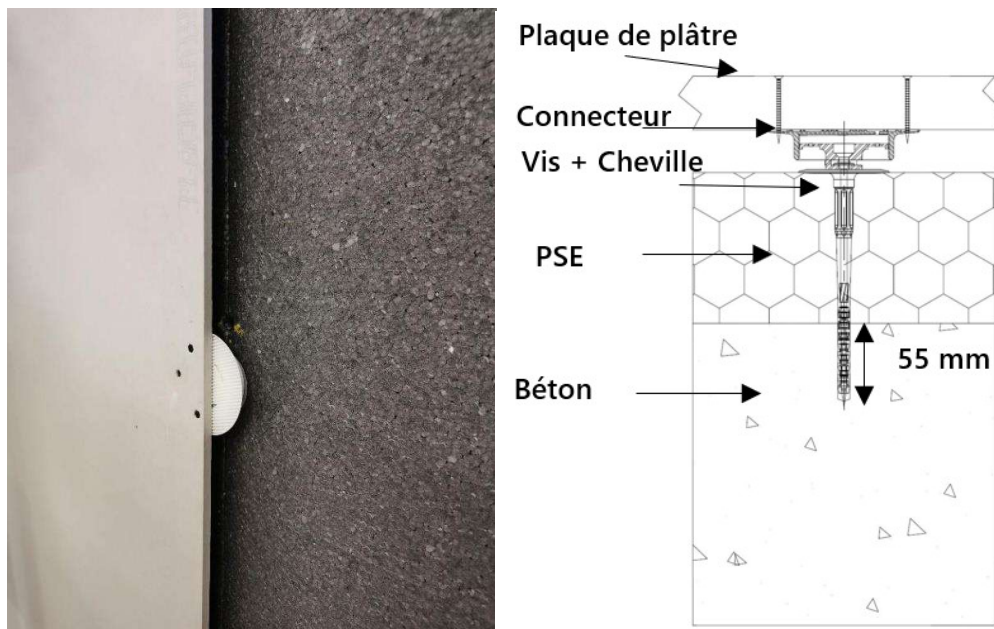


Figure 3 - vues de face et en coupe du schéma de montage : cheville, connecteur, isolant et plaque de plâtre

Les deux configurations étudiées sont :

- Configuration 1 :
 - Plaque de plâtre,
 - Lamé d'air non ventilée de 20 mm,
 - Isolant PSE,
 - Murs maçonnés en bloc de béton (Parpaing) ou en briques alvéolées de type POROTHERM GF R20 ($R = 1.01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$).
- Configuration 2 :
 - Plaque de plâtre équipée d'un pare vapeur (classe de perméance P3) en aluminium souple d'épaisseur 6 à 15 μm ,
 - Lamé d'air non ventilée de 20 mm,
 - Isolant PSE,
 - Murs maçonnés en bloc de béton (Parpaing) ou en briques alvéolées de type POROTHERM GF R20 ($R = 1.01 \text{ m}^2 \cdot \text{K/W}$).

Des éléments de description détaillée du procédé se trouve en annexe 1.

RAPPORT D'EXPERTISE

3. MÉTHODOLOGIE

3.1. Principe

Le calcul est réalisé par modélisation numérique en tridimensionnel et consiste à évaluer les flux de chaleur transmis à travers le procédé de l'ambiance intérieure vers l'extérieur et déterminer ensuite les coefficients de transmission thermique U_c , et χ pour les différentes épaisseurs de l'isolant.

3.2. Règles de calcul

Toutes les simulations ont été effectuées conformément aux règles Th-Bât édition 2020. Le logiciel Trisco/Physibel a été utilisé.

3.3. Hypothèses

3.3.1. Géométrie

Les connecteurs, chevilles et vis sont ici ramenés à des cylindres à sections carrées, de sections égales aux sections réelles. La densité du système {connecteur/cheville/vis} de 1,33 unités/m² (4 connecteurs sur 2,5 m x 1,20 m) reste invariante dans l'étude.

3.3.2. Propriétés thermiques des matériaux

Tableau 1 : Conductivités thermiques des matériaux

Matériaux	Conductivités thermiques W/(m.K)	Sources
Acier galvanisé (vis)	50	Règles Th-Bât fascicule matériaux + paroi opaque
Acier inoxydable	17	
Maçonnerie courante (parpaing)	0,7	
Polyamide (chevilles, connecteurs)	0,30	
Plaques de plâtre BA13	0,25	
Lame d'air non ventilée 20 mm	$\lambda^{(1)}$	NF EN ISO 6946
Isolant PSE	0,032	Acermi n° 03/081/361 Acermi n° 03/081/225
Isolant PSE	0,030	Acermi n° 13/081/819 Acermi n° 09/081/537
Mur POROTHERM GF R20 ($R = 1,01\text{m}^2\cdot\text{K/W}$)	0,198	Avis Technique Dryfix 16/13-663_V3

¹ Conductivité thermique équivalente

RAPPORT D'EXPERTISE

Tableau 2 : Émissivités des matériaux

Matériaux	Emissivité de la face	Sources
Pare-vapeur aluminisé	0,03	HIRSCH FRANCE ⁽¹⁾
Autres matériaux	0,9	Th-Bât édition 2020

⁽¹⁾ : Valeur n'ayant pas fait l'objet d'une vérification dans le cadre de cette étude. Toutes valeurs retenues devront être justifiées conformément aux règles Th-bât.

3.3.3. Conditions aux limites

Tableau 3 : Conditions aux limites

Conditions aux limites	Température d'ambiance (°C)	Coefficient d'échange superficiel (W/(m².K))
Ambiance intérieure	20	7,7
Ambiances extérieure	0	25

3.4. Formules

Le calcul du coefficient de transmission surfacique global d'une paroi U_p , tenant compte des ponts thermiques intégrés, se fait de la façon suivante :

$$U_p = U_c + \frac{\sum \chi_i \cdot L_i}{A_p} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

Cette relation peut aussi s'écrire sous la forme suivante :

$$U_p = U_c + \Delta U \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

Dans le cas du système étudié, la formule générale se décline de la manière suivante en fonction des différents ponts thermiques présents dans le système :

$$U_p = U_c + \frac{n_{conn} \cdot \chi_{conn}}{h_{vertical} \cdot l_{ho}}$$

RAPPORT D'EXPERTISE

Avec :

U_c le coefficient de transmission surfacique en partie courante calculé à partir de la formule suivante :

$$U_c = \frac{1}{0,17 + \sum R_{couch}} \quad \text{W/(m}^2\text{.K)}$$

Avec :

$\Sigma R_{couches}$ la somme des résistances thermiques des couches homogènes de matériaux en partie courante du système en m².K/W,

$n_{vertical}$ le nombre de connecteurs par panneau, exprimé en unité

$E_{vertical}$ la hauteur sous plafond, exprimé en m

E_{hor} la largeur des panneaux de plaque de plâtre, exprimé en m

X_{conn} le pont thermique intégré due à la présence du système {connecteur + cheville + vis}, exprimé en W/K.

Le coefficient de transmission du pont thermique intégré ponctuel χ_{conn} se calcule à partir de la formule suivante :

$$\chi_{conn} = \frac{\Phi_1 - \Phi_2}{\Delta T} \quad \text{W/K}$$

Où

Φ_1 est le flux total traversant le modèle complet, finitions comprises, exprimé en W.

Φ_2 est le flux total traversant le modèle complet, finitions comprises, sans les connecteurs, exprimé en W.

La résistance thermique intrinsèque du mur isolé par le système s'obtient de la manière suivante :

$$R_{th} = \frac{1}{U_p} - R_{se} - R_{si}$$

Avec :

R_{se} la résistance superficielle extérieure, exprimée en m².K/W

R_{si} la résistance superficielle intérieure, exprimée en m².K/W

U_p le coefficient de transmission thermique surfacique du système, exprimée en W/m².K

RAPPORT D'EXPERTISE**4. RÉSULTATS**

Les résultats ci-dessous ont été obtenus à partir des hypothèses du paragraphe 3.3 et ils ne sont valables que pour ces hypothèses. Les valeurs fournies dans les tableaux ci-après ne sont valables que dans les limites générales indiquées ci-après :

- Hauteur sous plafond $\geq 2,5$ m ;
- Largeur des panneaux de plaque de plâtre $\geq 1,2$ m ;
- Nombre de connecteurs par plaque de plâtre ≤ 4 unités ;
- Épaisseur du mur $\geq 0,2$ m ;
- Conductivité thermique du mur maçonné en bloc de béton $\leq 0,7$ W/(m.K) ;
- Conductivité thermique du mur en briques alvéolées $\leq 0,198$ W/(m.K) ($R \geq 1.01$ m².K/W) ;
- Conductivité thermique des isolants $\leq 0,032$ W/(m.K) ;
- Conductivité thermique des vis ≤ 50 W/(m.K) ;
- Conductivité thermique des connecteurs et chevilles $\leq 0,30$ W/(m.K).

Les résultats présentés ci-après concernent le système décrit plus haut. Dans le tableau sont présentés l'ensemble des résultats obtenus par simulation numérique en utilisant les formules du paragraphe 3.4.

4.1. Résultats de la configuration 1

La paroi étudiée dans la configuration 1 est constituée de :

- Plaque de plâtre BA13 ;
- Lamé d'air non ventilée de 20 mm ;
- Isolant PSE ;
- Murs maçonnés en bloc de béton (Parpaing) ou en briques alvéolées de type POROTHERM GF R20 ($R = 1.01$ m².K/W).

RAPPORT D'EXPERTISE

Mur Ep = 20 cm	Isolant PSE		Uc [W/m².K]	X _{conn} ^(*) [W/K]	Up [W/m².K]	Rp avec Rsi+Rse [m².K/W]	Rth intrinsèque [m².K/W]
	Conductivité [W/m.K]	Epaisseur [mm]					
Blocs de béton creux (parpaing)	0,030	90	0,271	0,0039	0,28	3,62	3,45
		100	0,248	0,0038	0,25	3,94	3,77
		120	0,213	0,0038	0,22	4,58	4,41
		140	0,187	0,0037	0,19	5,22	5,05
		160	0,166	0,0036	0,17	5,86	5,69
	0,032	90	0,285	0,0038	0,29	3,44	3,27
		100	0,262	0,0038	0,27	3,74	3,57
		120	0,225	0,0037	0,23	4,34	4,17
		140	0,197	0,0037	0,20	4,94	4,77
		160	0,176	0,0036	0,18	5,54	5,37
Briques alvéolées POROTHERM GF R20 (R = 1,01 m².K/W)	0,030	90	0,226	0,0025	0,23	4,35	4,18
		100	0,211	0,0025	0,21	4,67	4,50
		120	0,185	0,0026	0,19	5,32	5,15
		140	0,164	0,0026	0,17	5,96	5,79
		160	0,148	0,0026	0,15	6,59	6,42
	0,032	90	0,237	0,0025	0,24	4,17	4,00
		100	0,220	0,0025	0,22	4,47	4,30
		120	0,194	0,0025	0,20	5,08	4,91
		140	0,173	0,0026	0,18	5,68	5,51
		160	0,156	0,0026	0,16	6,28	6,11

(*) : Pour les vis en acier INOX, appliquez une minoration de -0,001 W/K sur la valeur du χ_{conn}

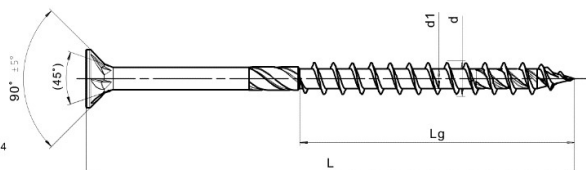
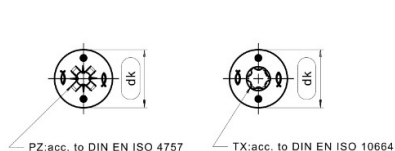
RAPPORT D'EXPERTISE

ANNEXES

RAPPORT D'EXPERTISE

ANNEXE 1 – DESCRIPTIF TECHNIQUE COMPLET

Geometry & Dimensions




Size	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0
TX	10	20	20	20	20	26
PZ	1	2	2	2	2	3
d max.	3.15	3.65	4.10	4.60	5.25	6.20
d min.	2.85	3.35	3.80	4.30	4.95	5.90
d1 max.	2.05	2.35	2.65	2.90	3.40	4.05
d1 min.	1.85	2.05	2.35	2.60	3.10	3.75
dk max.	6.00	7.00	8.00	8.80	9.80	11.80
dk min.	5.50	6.50	7.50	8.20	9.20	11.20

Technical Requirements:

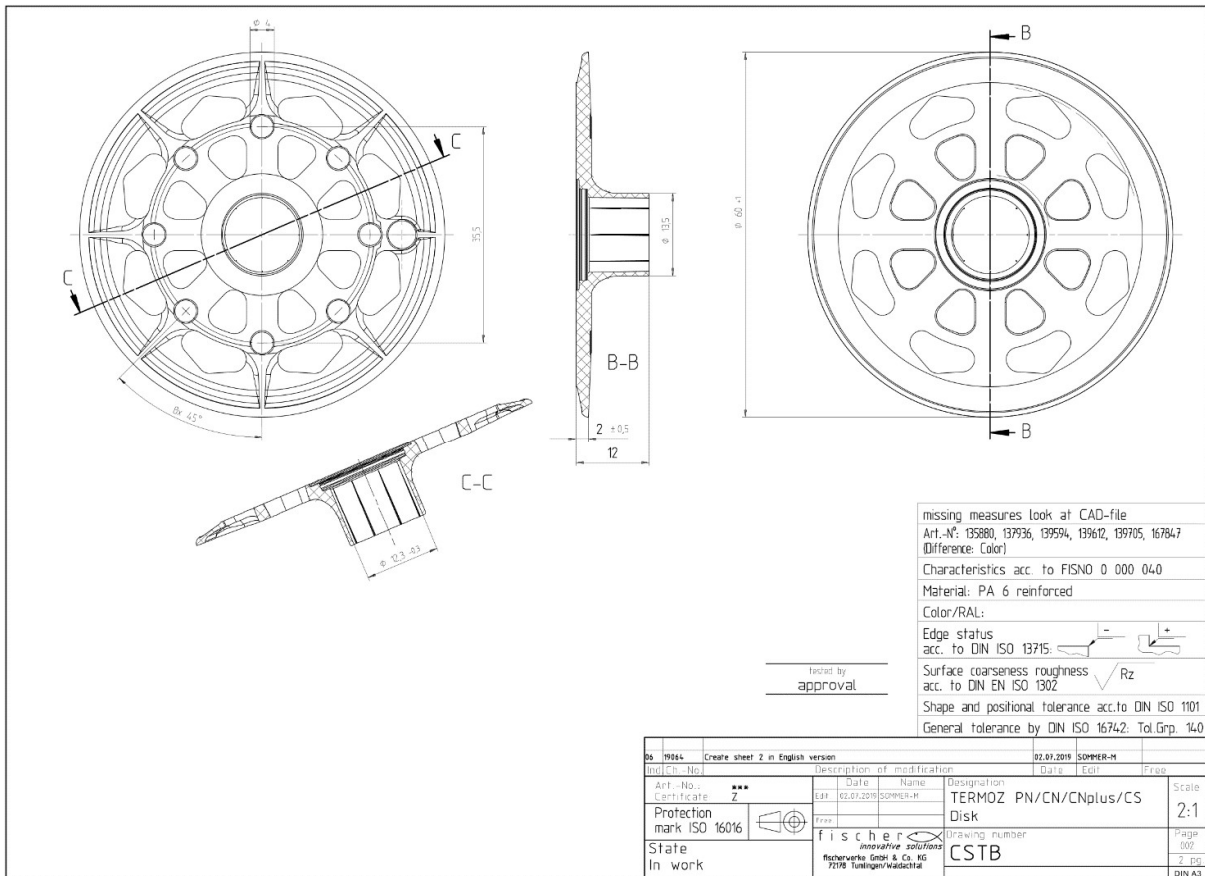
1. Material: Carbon Steel - SAE 10B21 allowed for all sizes
2. Coating: Blue Zinc Passivation acc. to BHV 070

Thread length	Length	3.0	3.5	4.0	4.5	5.0	6.0
	L	Lg*1.5					
25	+1.05	18*	18	18			
30	+1.05	18*	18	18	18	18**	
35	+1.25	24*	24	24	24	24	
40	+1.25	28*	28	28	28	28	28
45	+1.25	30*	30	30	30	30	30
50	+1.25		30	30	30	30	30
55	+1.50			36	36	36	36
60	+1.50			36	36	36	36
70	+1.50			42	42	42	42
80	+1.50			45	45	45	45
90	+1.75					54	54
100	+1.75					60	60
110	+1.75					70	70
120	+1.75					70	70
130	+2.00						70
140mm steps	+2.00						70
180	+2.00						70
190	+2.30						70
200mm steps	+2.30						70
250	+2.30						70
280	+2.80						70
300mm steps	+2.80						70
310	+2.80						70
320	+2.85						70
330mm steps	+2.85						70
360	+2.85						70

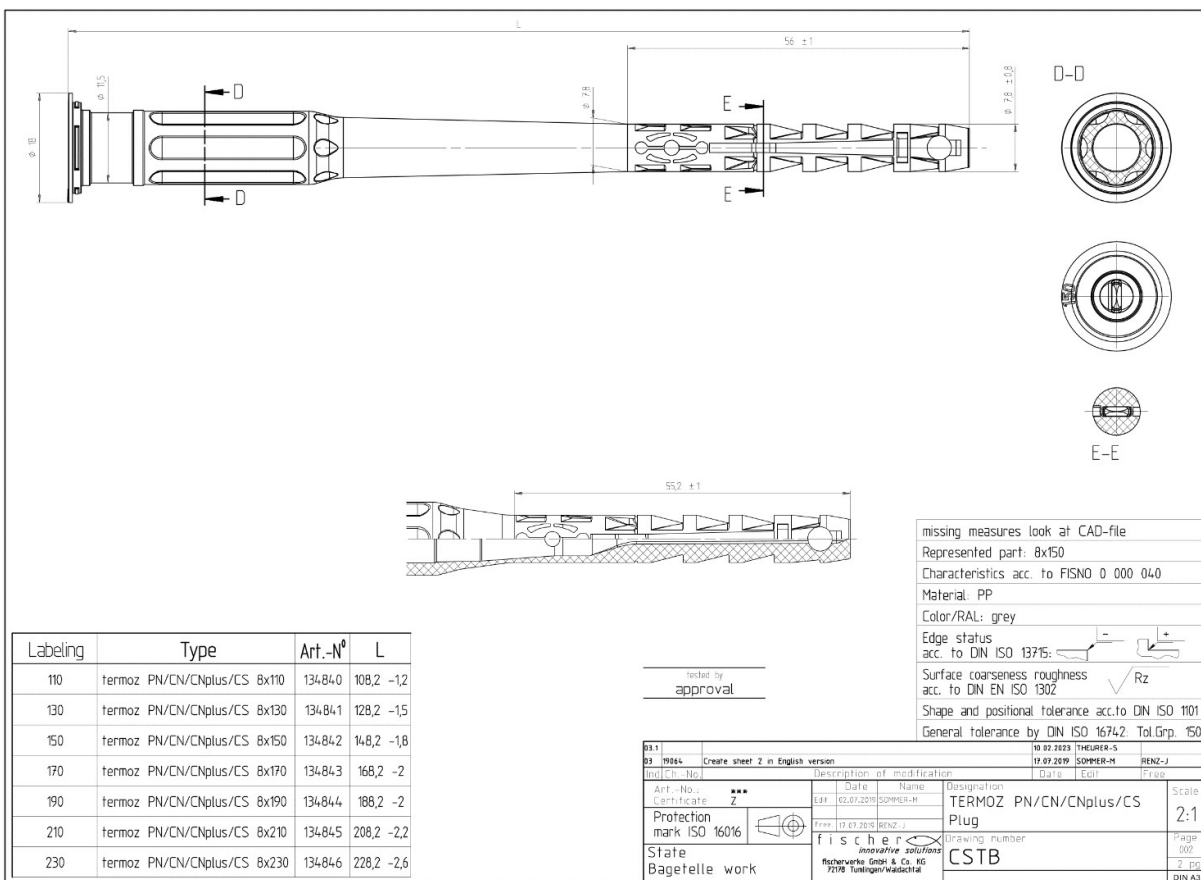
*: Standard Tip - No Coremiller & Ribs applied
 **: Measurement of d & d1 not possible

IndCh. No.	Date	Description of modification	Designation	Date	Edt	Free	Scale
Art.- Certificate	***	Edt. 31.10.2018 KLAUSER-P	Power-Fast II - Partial Thread				1:1
Protection mark ISO 16016		Free. 12.08.2019 KOLMECK-H	Countersunk Head				1:1
State		Fischer innovative solutions	Drawing number				001
In work		Rechnerische Geometrie & Co. KG 79186 Lungenfeld-Kelschhof					2:1

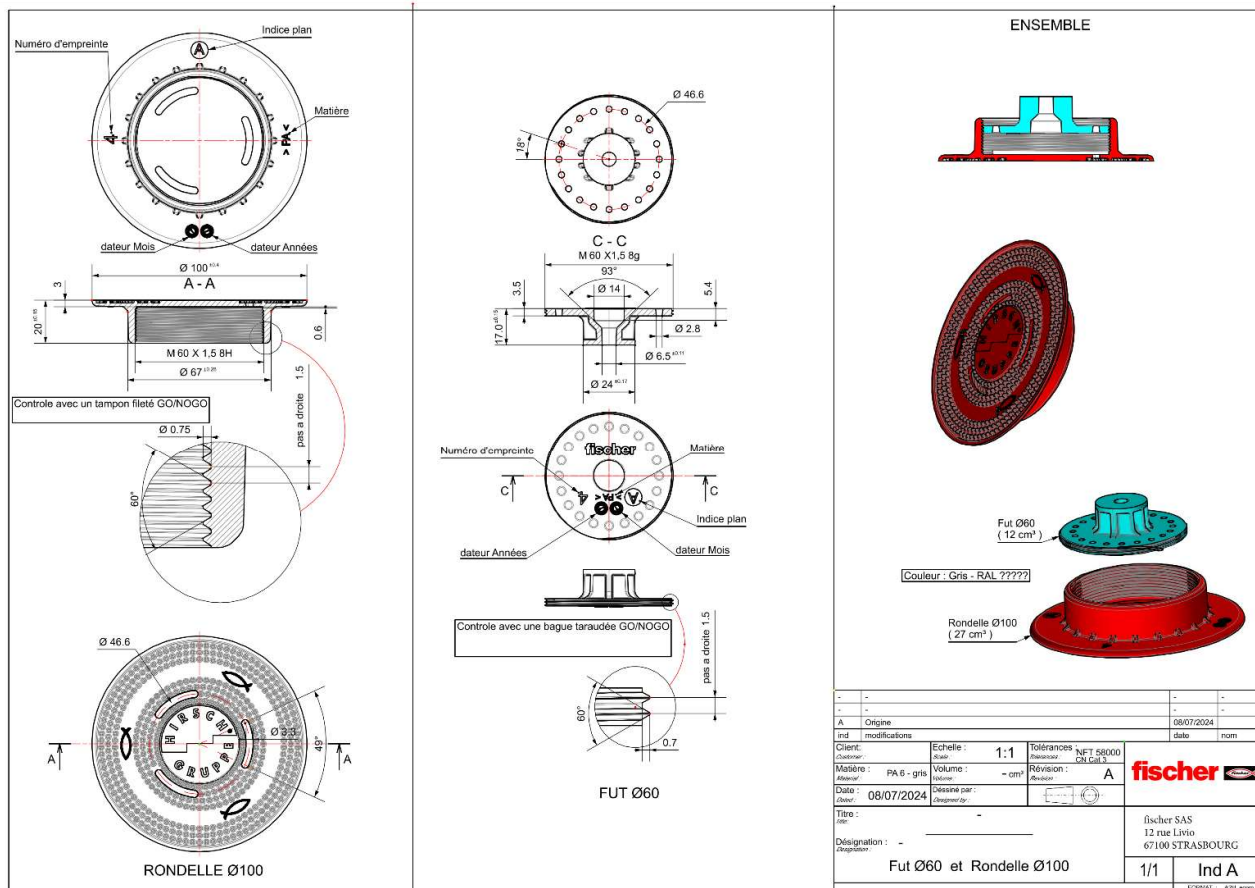
RAPPORT D'EXPERTISE



RAPPORT D'EXPERTISE



RAPPORT D'EXPERTISE



RAPPORT D'EXPERTISE

ANNEXE 2 – EXEMPLE D'IMAGE THERMIQUE

