

- **La caractérisation des joints pour l'étanchéité des assemblages à brides**

Y.Birembaut – A.Huchet

CETIM

Pôle d'activité Technologies de L'étanchéité

Des paramètres de joint pour l'EN1591-1

- La nouvelle norme européenne EN 1591-1 de calcul des assemblages à brides avec joint d'étanchéité fait appel à de nouveaux paramètres de joints très différents des traditionnels coefficients **m** et **y** de la méthode Taylor Forge. Ces paramètres définissent
 - ◆ Des caractéristiques mécaniques (module d'élasticité, charge maximale admissible, coefficient de fluage)
 - ◆ Des caractéristiques étanchéité (étanchéité à l'assise, étanchéité en service)

Des paramètres de joint pour l'EN1591-1

- Ces paramètres étant nouveaux il a fallu définir des procédures d'essais pour les évaluer.
- Le CEN TC74 WG8 a donc élaboré une norme d'essais **EN 13555** qui a été expérimentée et modifiée dans le cadre d'un projet européen PERL auquel ont participé
 - ◆ la profession (Commission Chaudronnerie Tuyauterie Tôlerie du CETIM)
 - ◆ Le pôle TDE et le MPA Stuttgart
 - ◆ les principaux fournisseurs de joints européens
 - ◆ ASE coordinateur du projet

Des paramètres de joint pour l'EN1591-1

- Les essais réalisés dans ce cadre ont servi de base à la norme **EN 1591-2** qui définit les valeurs standards des paramètres pour les principaux types de joints utilisés dans l'industrie des appareils à pression.
- Nous présentons la norme **EN 13555** et explicitons l'utilisation de **l'EN 1591-2**

- Titre:

Paramètres de joints et modes opératoires d'essai relatifs aux règles de calcul des assemblages à brides circulaires avec joint

- ◆ Avril 2005

- Titre:
Brides et leurs assemblages – Règles de calcul des assemblages à brides circulaires avec joints – Partie 2 : Paramètres de joints
 - ◆ Avril 2006 (enquête probatoire)
- Cette norme devrait être officialisée en 2007

Paramètres « mécaniques »

- Q_{smax} , contrainte maximale admissible par le joint avant destruction
- E_g , module sécant de décompression du joint
- P_{qr} , coefficient de fluage/relaxation du joint

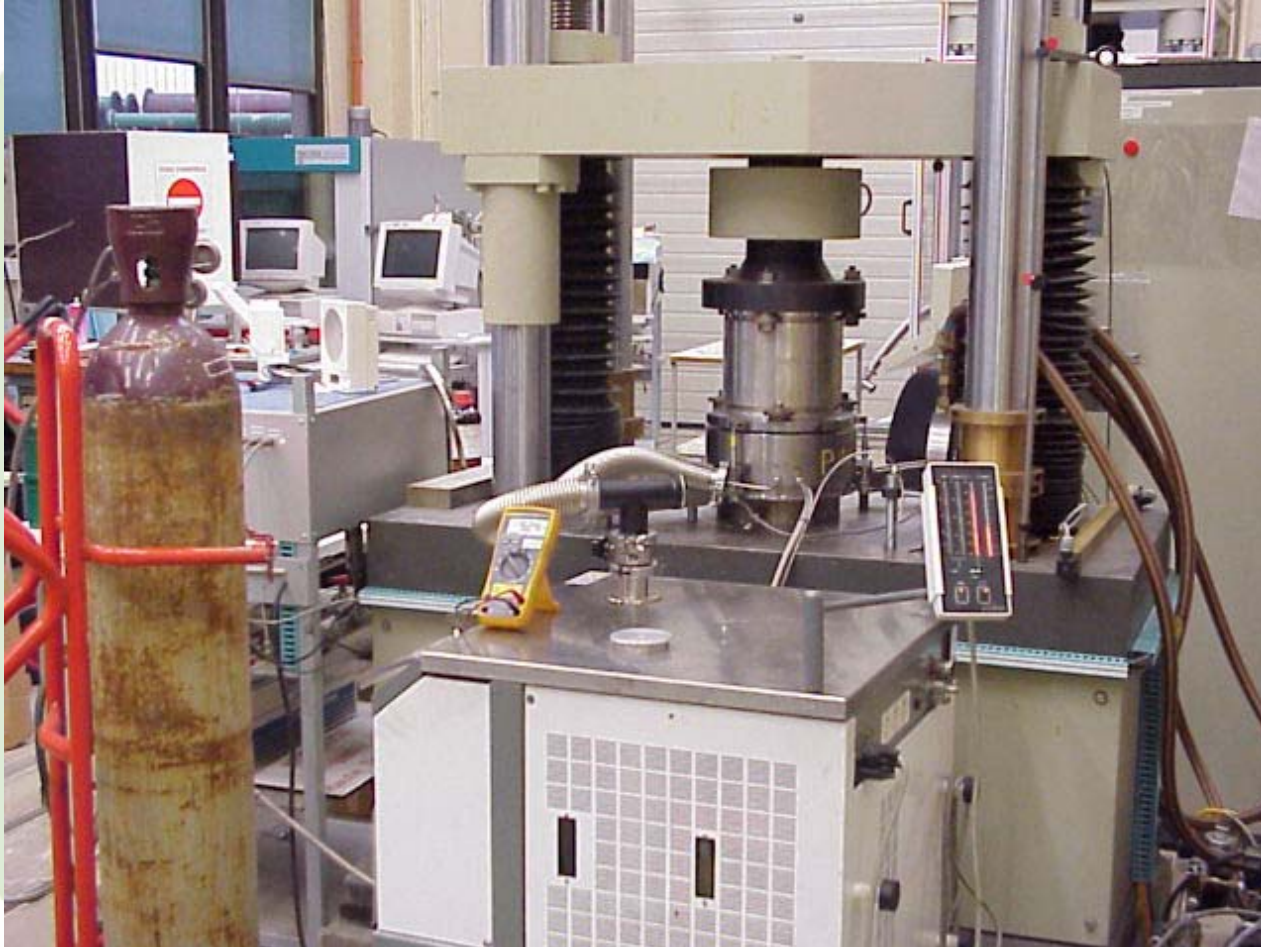
Paramètres « mécaniques »

- **Qmin (L)** : contrainte minimale à appliquer sur le joint à l'assise pour obtenir la classe d'étanchéité L requise à la pression de service
- **Qsmin (L)** : contrainte minimale à assurer sur le joint en condition de service pour garantir le maintien de la classe d'étanchéité L requise à la pression de service

Les moyens d'essais

- Les joints sont testés entre plateaux rigides considérés comme indéformables
- Les plateaux sont comprimés sous presse
- Le fluide de test est l'hélium.
- La mesure du taux fuite est réalisée avec un spectromètre de masse hélium. Elle permet la mesure de la fuite globale du joint

Les moyens d'essais CETIM



Les dimensions des joints

La norme précise deux dimensions de joints pour les essais

Désignation de la bride	Face surélevée	joint
DN40 PN 40	EN 1092-1	EN 1514-1 à 7
NPS 4 Class 300	EN 1759-1	EN 12560-1 à 7

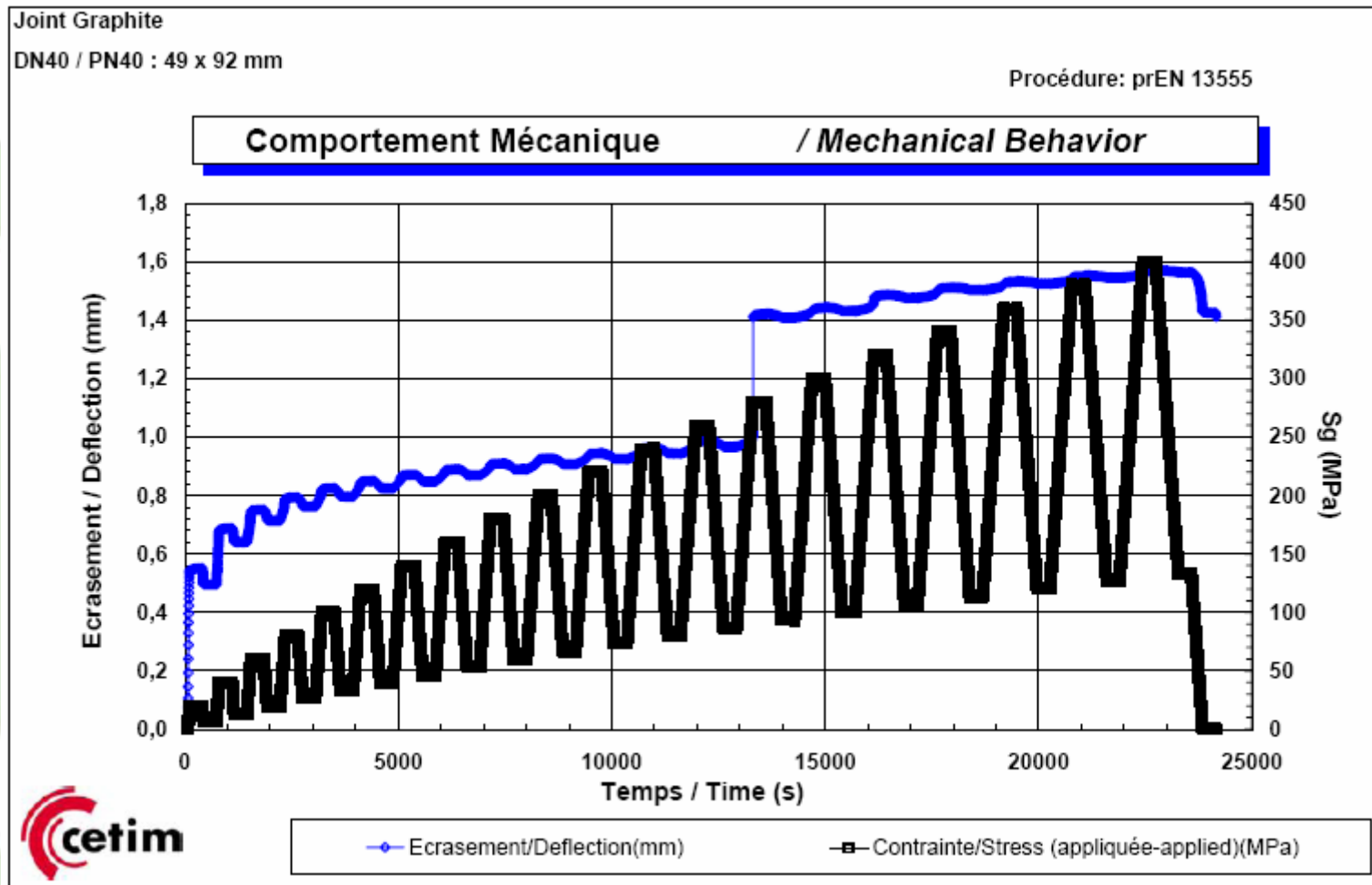
Les dimensions les plus utilisées sont les dimensions des brides PN.

L'épaisseur standard des joints pour la caractérisation est de 2 mm

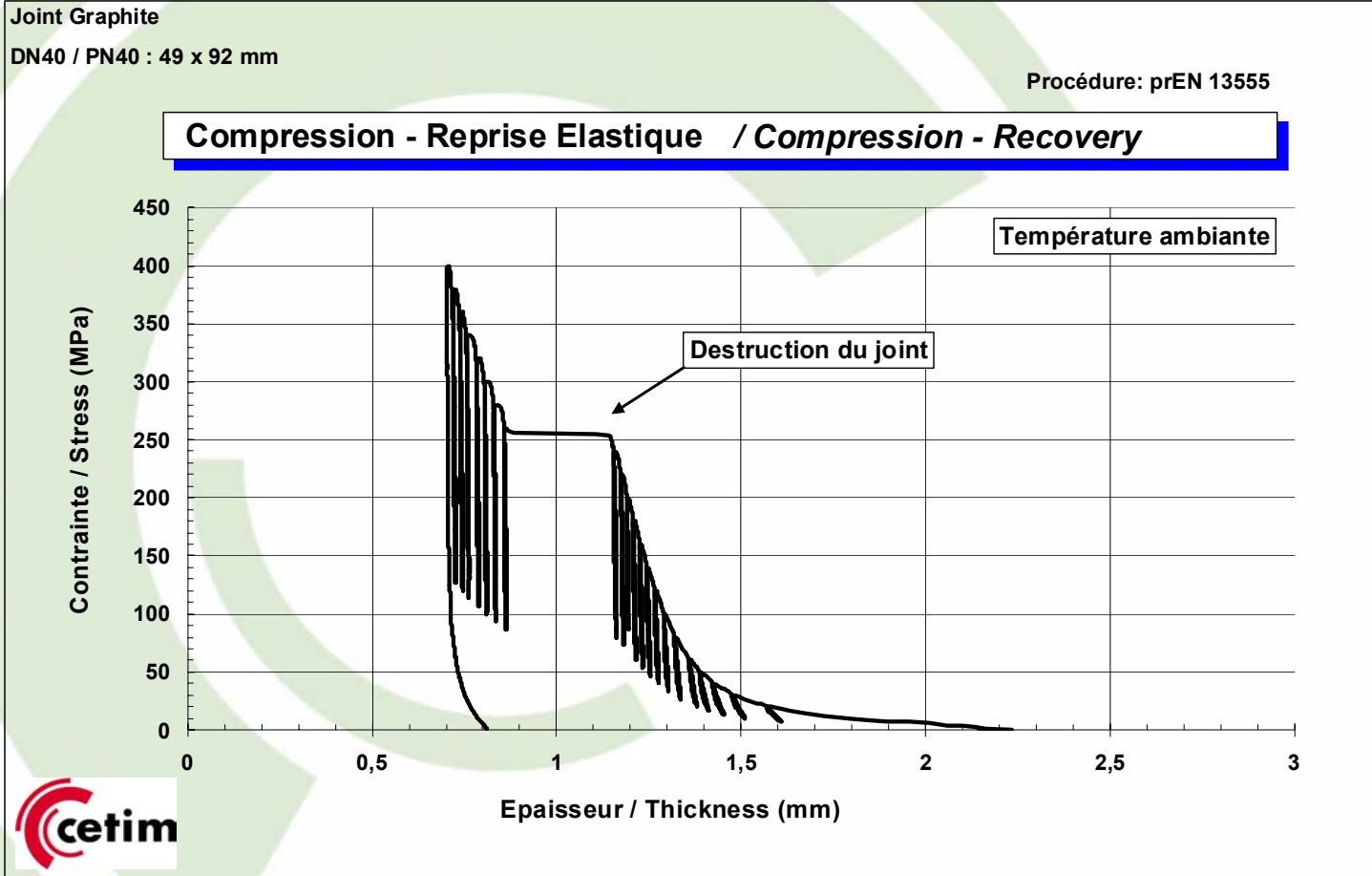
Coefficient Q_{smax}

- Ce facteur représente **la contrainte maximale admissible sur le joint** :
 - ◆ A la température ambiante à l'assise.
 - ◆ A la température de service.
- Pour déterminer la contrainte maximale admissible sur le joint on comprime le joint en cyclant l'effort de serrage appliqué et on mesure l'évolution de l'écrasement du joint.
- **Un brusque changement de pente de la courbe indique la valeur de Q_{smax}** . La valeur la plus significative est celle obtenue en température.
- En général quand la température d'essai augmente, la valeur de Q_{smax} diminue.

Exemple de destruction d'un joint



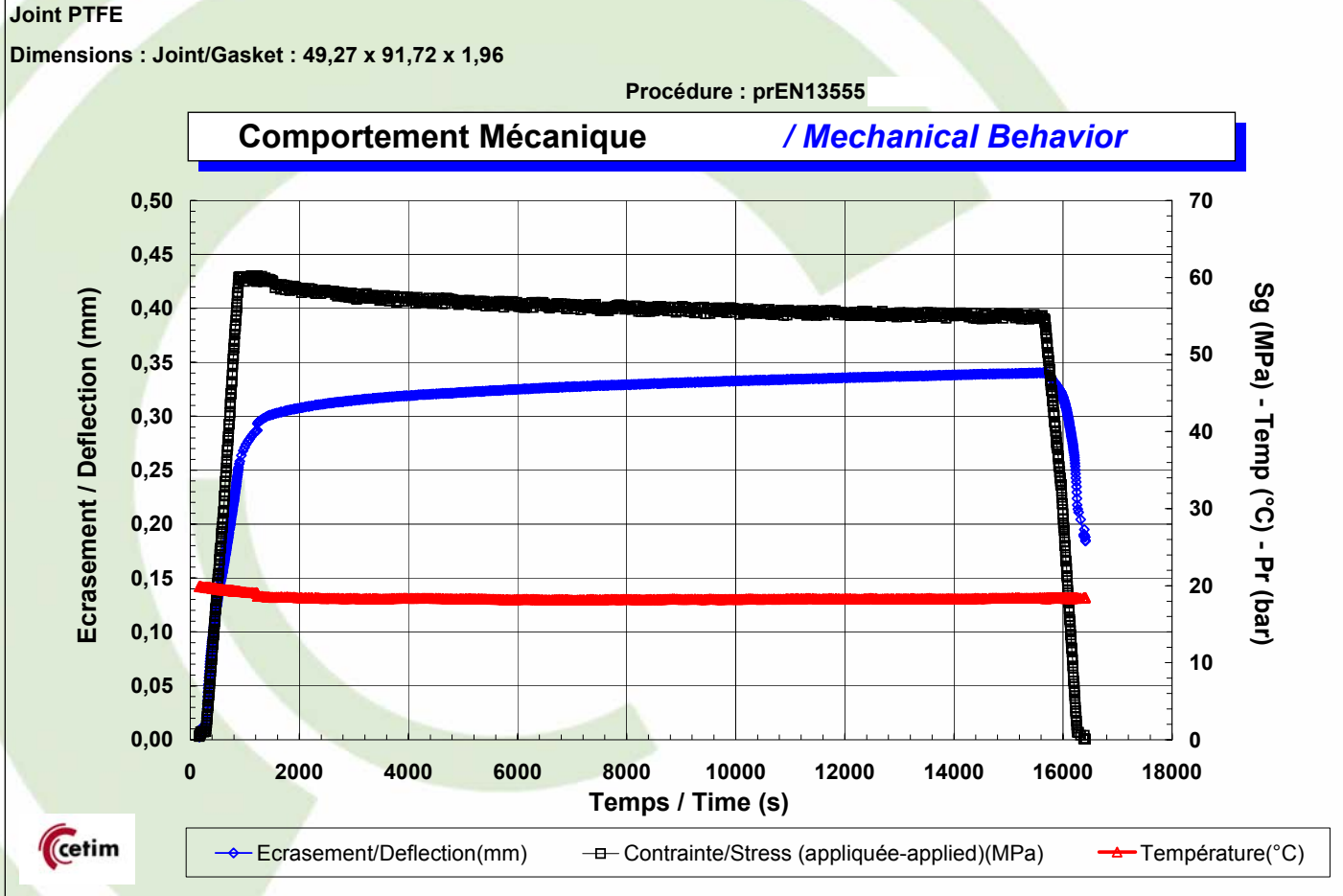
Exemple de destruction d'un joint



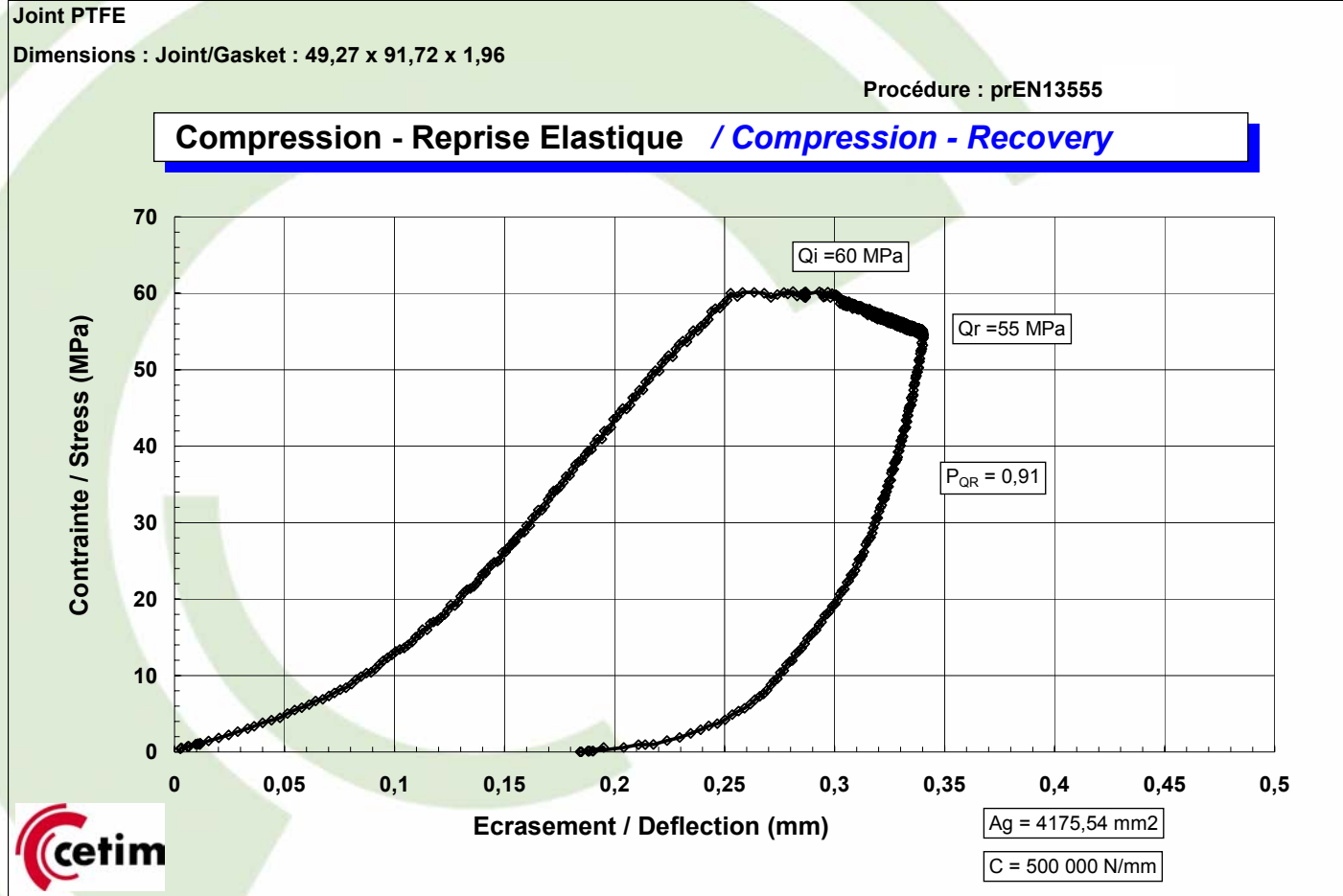
Coefficient P_{QR}

- P_{qr} est le paramètre caractéristique du fluage relaxation du joint. Il est calculé à partir de la contrainte appliquée sur le joint au serrage Q_i et au serrage résiduel en service Q_r :
 - ◆ $P_{qr} = Q_r / Q_i$.
- Dans la norme l'essai de fluage relaxation dure 4h. L'essai pour obtenir P_{qr} est un essai de fluage relaxation pour lequel on simule lors de l'essai une rigidité de bride de **500 KN/mm (typique d'une bride PN)**, 1000 KN/mm, ou **1500 KN/mm (typique d'une bride class)**.

Essai P_{qr}



Essai P_{qr}



Présentation de Q_{smax} et P_{qr} dans EN 1591-2



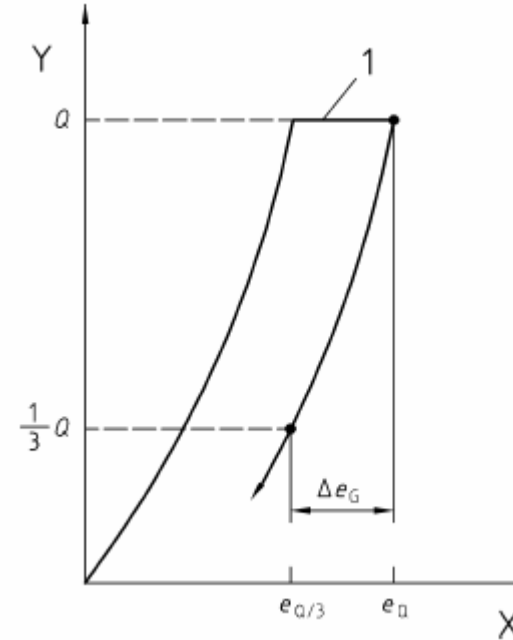
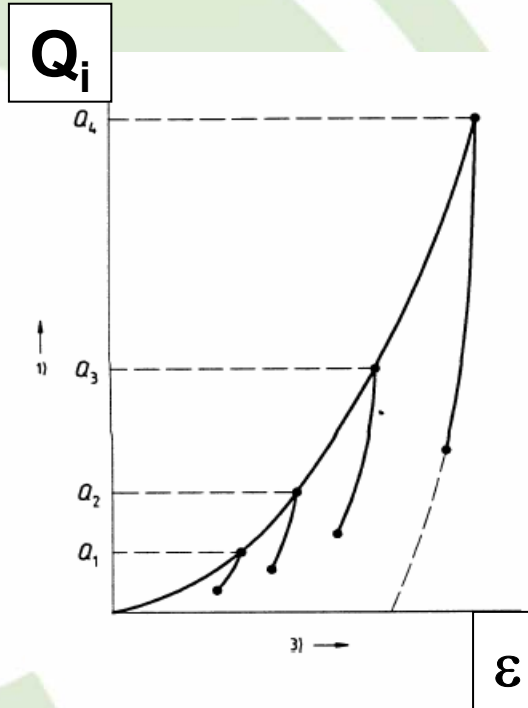
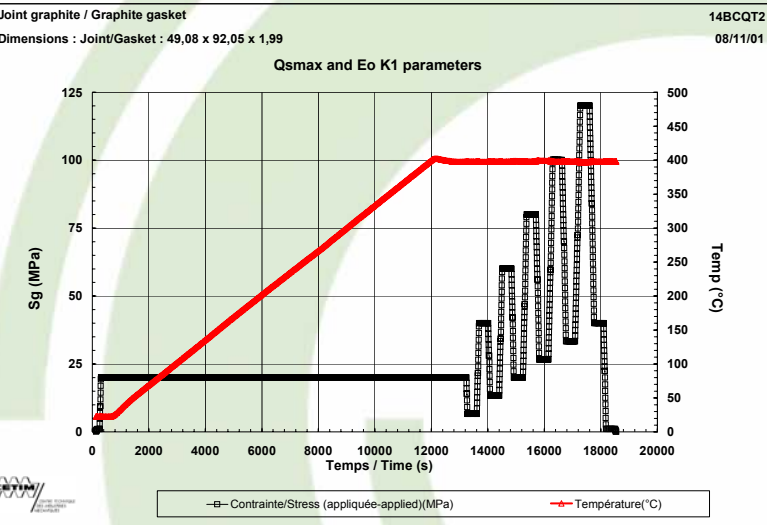
Paramètres de joints
Y.Birembaut – A.Huchet
Page 18

Température	Q_{smax}	P_{qr} (500 KN/mm)	Code du joint
Ambiante	60	0,89 (60)	1-10-102-1, 2mm
175°C	60	0,5 (60)	1-10-102-1, 2mm
225°C	60	0,42 (60)	1-10-102-1, 2mm

Module d'élasticité du joint en décompression E_g

- Le module d'élasticité est calculé à partir de la reprise élastique du joint entre l'application de l'effort initial de compression et de décompression jusqu'au tiers de l'effort de serrage initial.
- Le module E_g est calculé
 - ◆ pour différents niveaux de serrage au cours d'un cycle de compression – décompression.
 - ◆ Pour 3 niveaux de température

Essai Eg



$$E_G = \frac{2}{3} Q \times \frac{e_Q}{\Delta e_G}$$

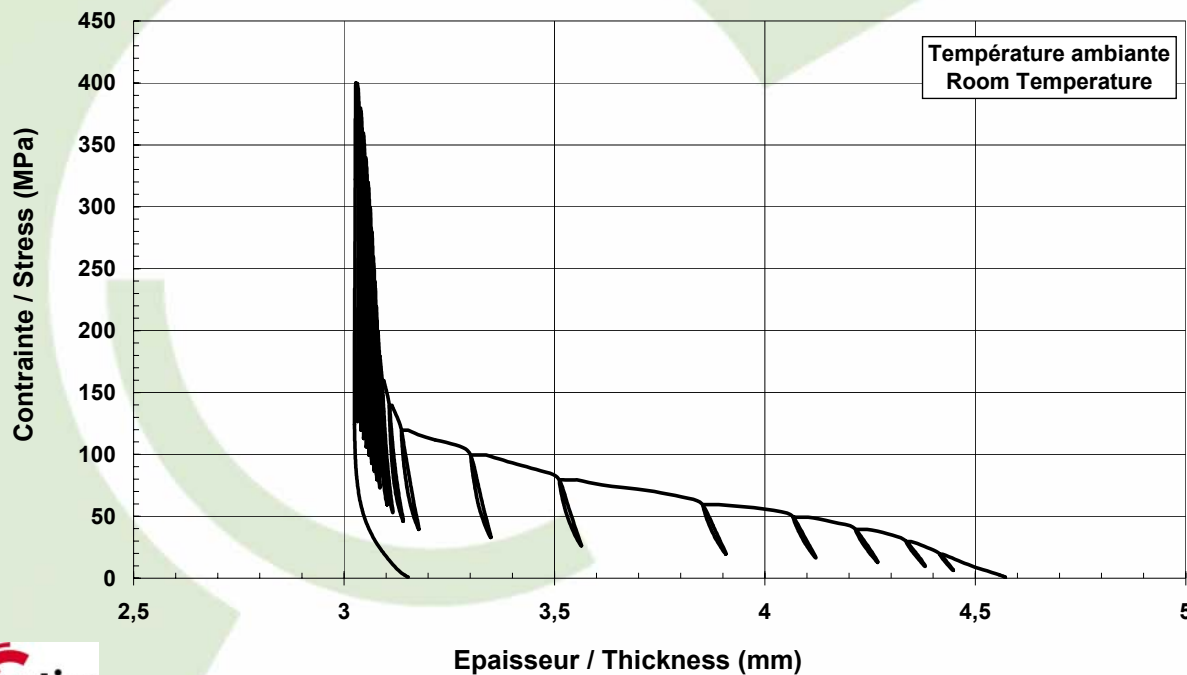
Courbe caractéristique d'un essai Eg

Dimensions : Joint/Gasket : 55,48 x 72,5 x 4,57

CEN TEST

Joint spiralé avec anneau extérieur

Compression - Reprise Elastique / *Compression - Recovery*



Présentation de Eg dans EN 1591-2 (Spiralé graphite avec anneau extérieur)

Température	Ambiante	300°C	450°C
Code joint	3-3-100-1 4,5mm	3-3-100-1 4,5mm	3-3-100-1 4,5mm
Contrainte			
20	1854	2904	2299
30	1975	-	-
40	2158	3359	4094
50	2563	-	-
60	2892	4694	6081
80	3643	6874	7835
100	4714	10291	9943
120	6147	15117	11529

Les paramètres d'étanchéité

$Q_{\min(L)}$ et $Q_{s\min(L)}$

- *Définition de $Q_{\min(L)}$:*
Niveau minimal de contrainte requis à l'assemblage pour la classe d'étanchéité L requise à la pression p du fluide
- *Définition de $Q_{s\min(L)}$:*
Niveau minimal de contrainte requis en service (au desserrage) pour la classe d'étanchéité L requise à la pression p du fluide

Classes d'étanchéité L

- Les classes d'étanchéité **L** sont définies comme le taux de fuite en **Hélium** exprimé en **mg.s⁻¹.m⁻¹** (par unité de circonférence moyenne du joint)

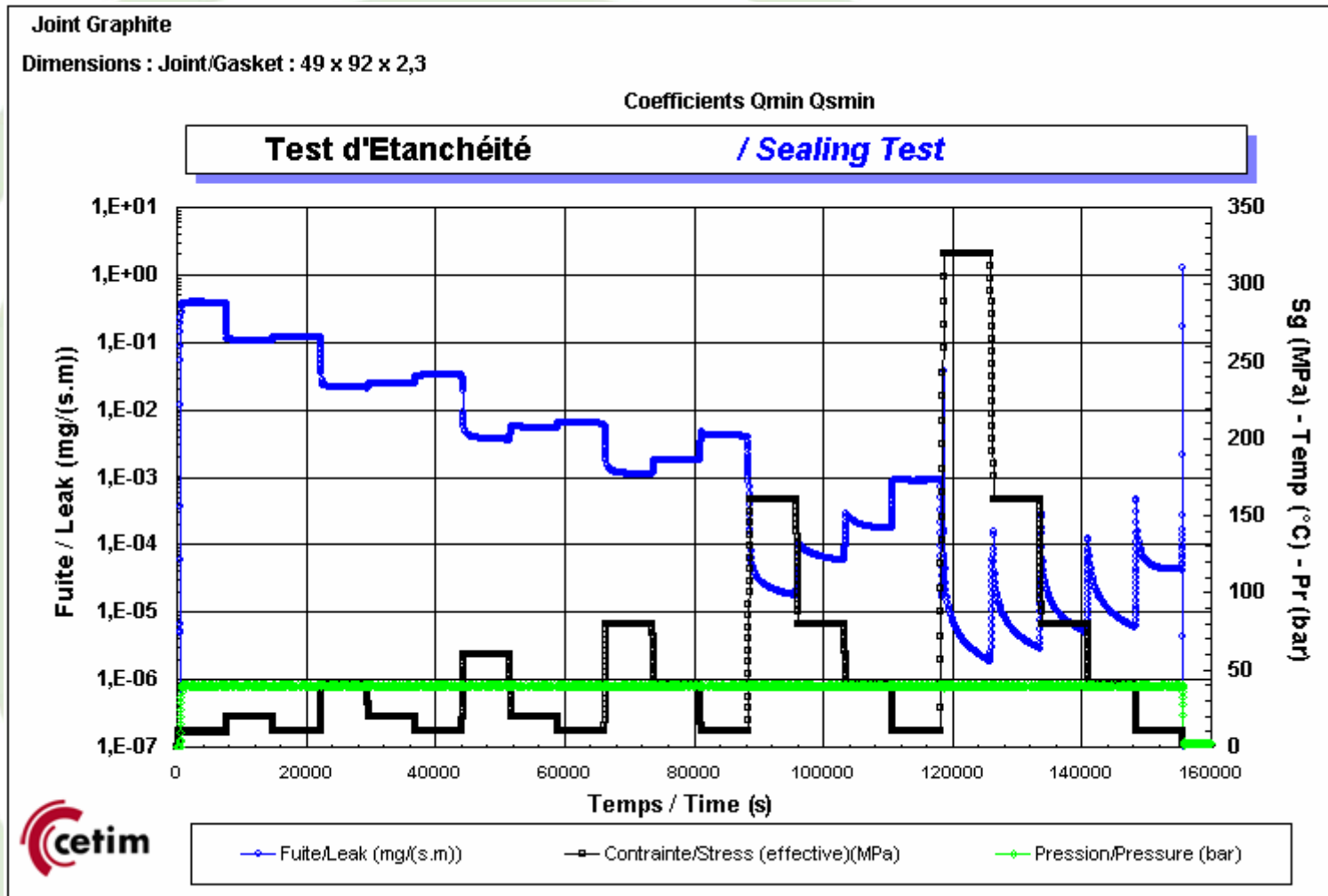
$$L_1 = 1 \text{ mg.s}^{-1}.\text{m}^{-1} \Rightarrow \text{T2 (Std)}$$

$$L_{0.1} = 0.1 \text{ mg.s}^{-1}.\text{m}^{-1}$$

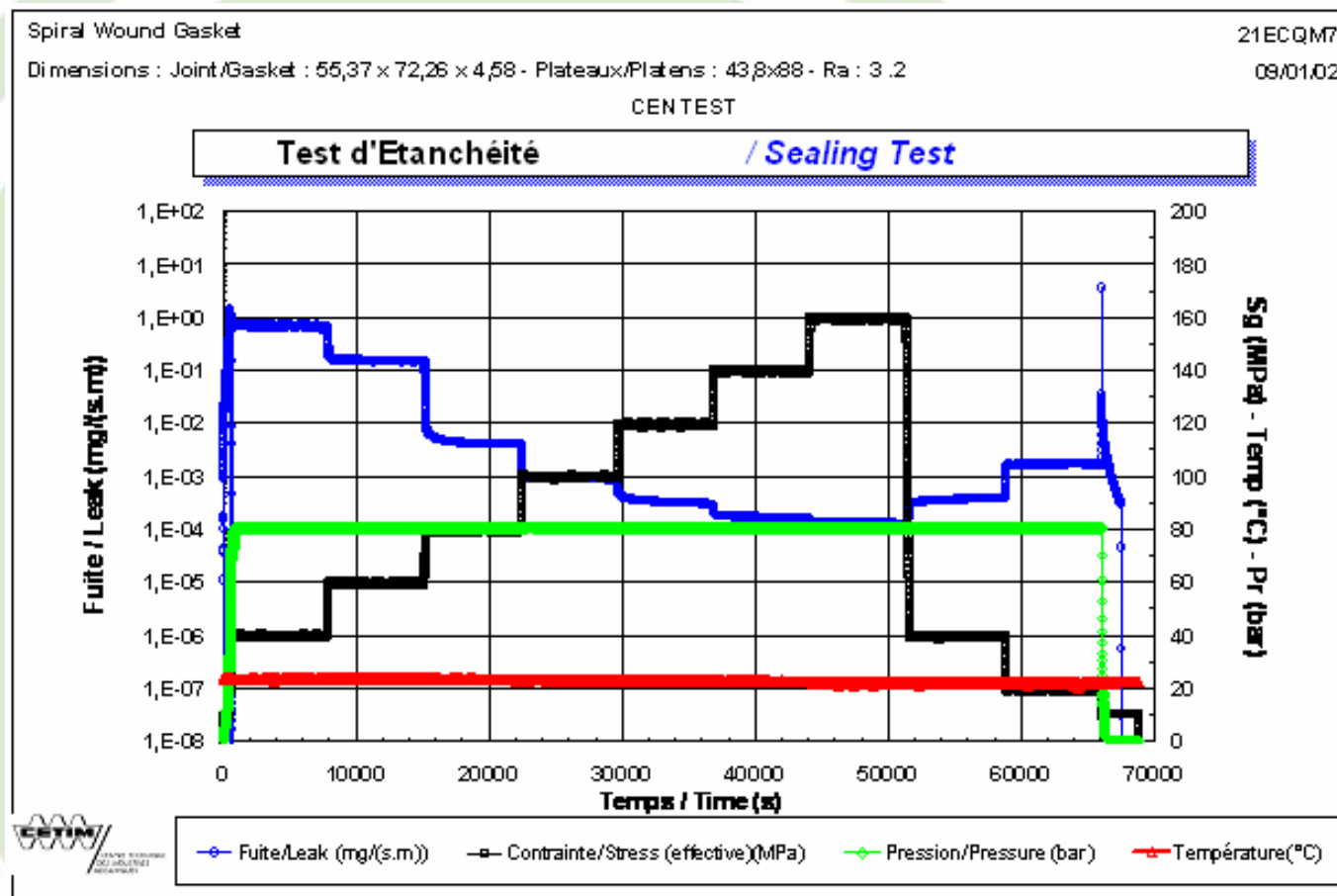
$$L_{0.01} = 0.01 \text{ mg.s}^{-1}.\text{m}^{-1} \Rightarrow \text{T3 (Haute)}$$

- La pression de référence est de **40 bar**.
La norme préconise aussi des essais à **10** et **80** bar

Procédure d'essai à 40 bar



Procédure d'essai à 80 bar



Evaluation de $Q_{\min(L)}$ et $Q_{s\min(L)}$

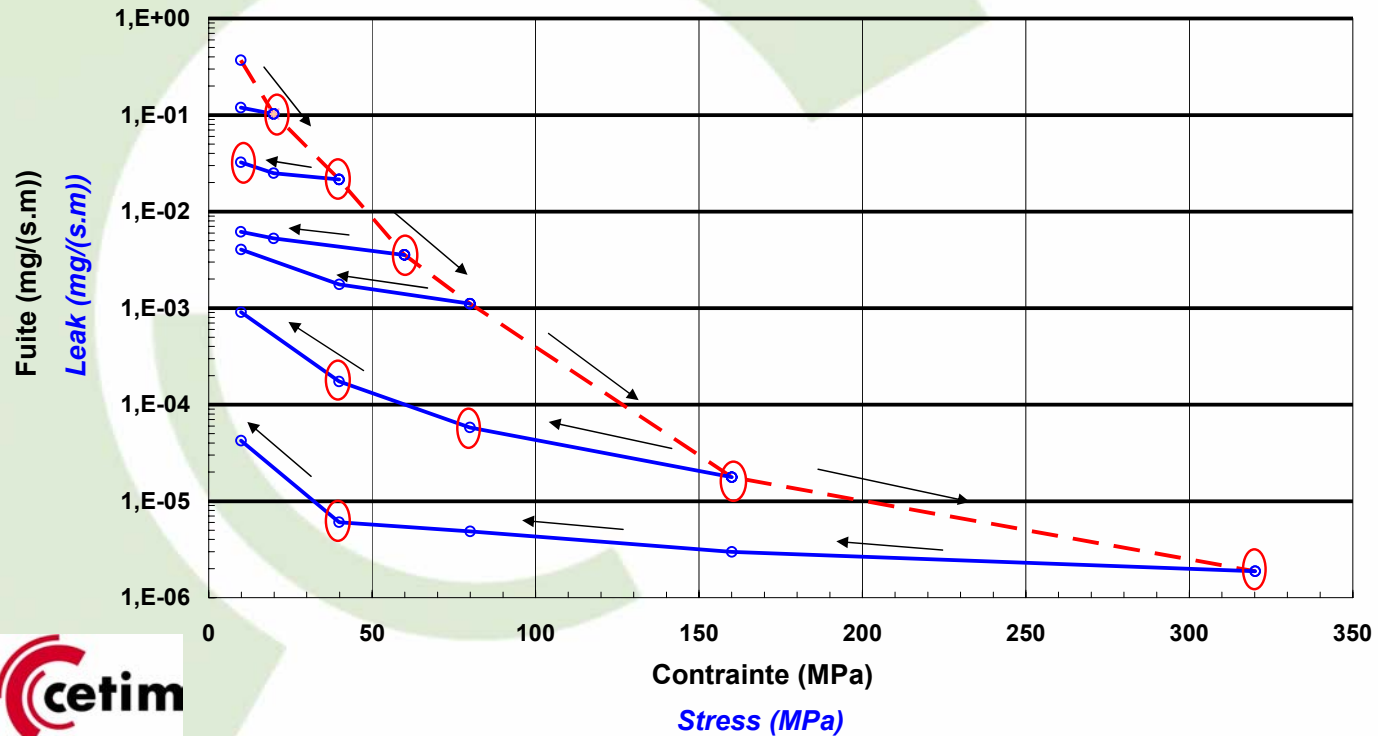
Joint Graphite

49 x 92 x 2,3

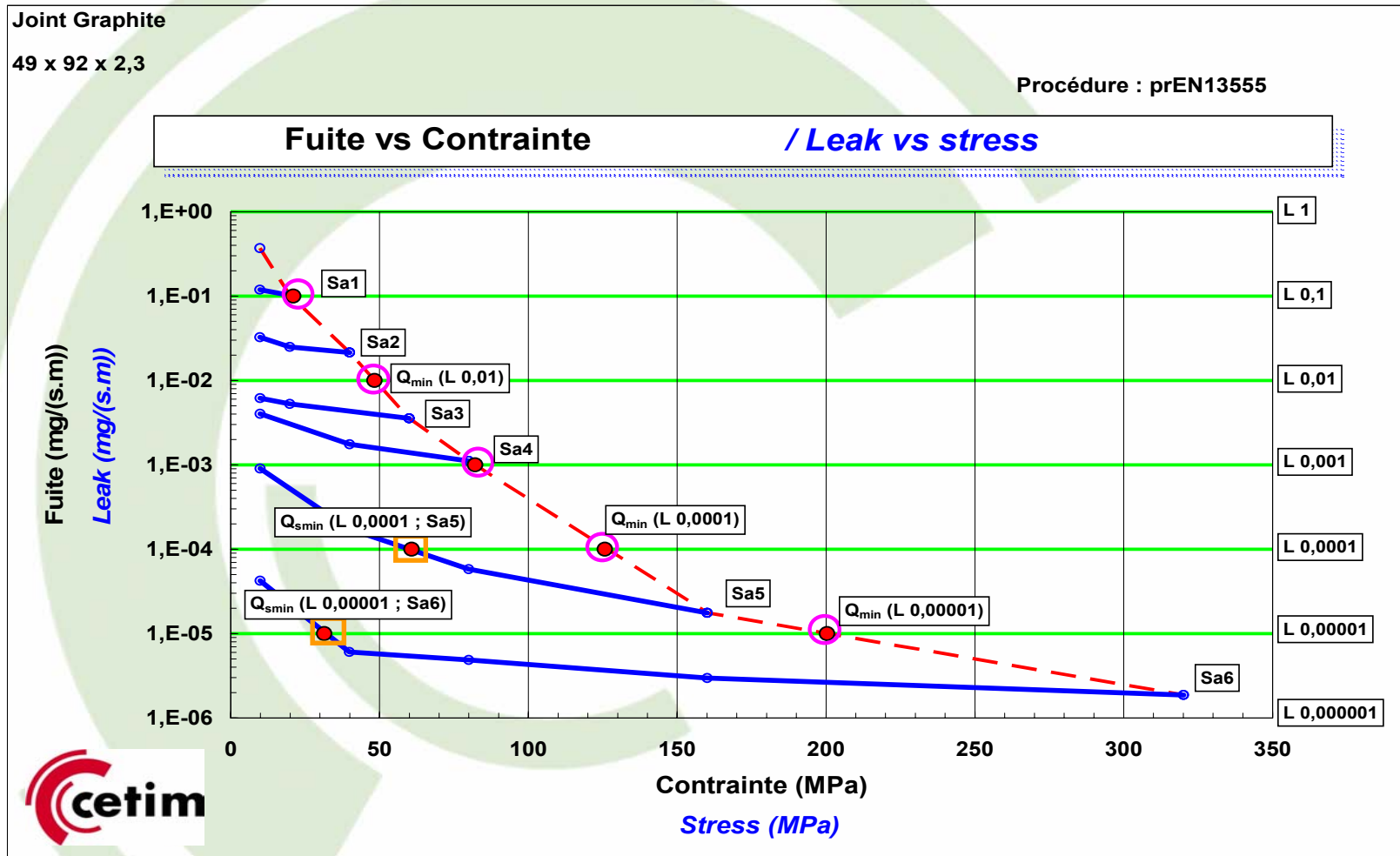
Procédure : prEN13555

Fuite vs Contrainte

/ Leak vs stress



Les joints (EN1591-2, EN13555....)



Exemple pour un joint graphite expansé (suivant courbe précédente)

L (mg/sm)	Qmin(L) MPa	Qa (MPa)	20	40	60	80	160	320	
		Code Joint	Qsmin(L) MPa						
10 ⁻⁰	10		10	10	10	10	10	10	
10 ⁻¹	21			10	10	10	10	10	
10 ⁻²	48.3				10	10	10	10	
10 ⁻³	82.1						10	10	
10 ⁻⁴	127						60.8	10	
10 ⁻⁵	200		> Qsmax					31.4	

Exemple pour un joint graphite expansé

L (mg/sm)	Qmin(L) MPa	Qa (MPa)	20	40	60	80	100	160	
		Code Joint	Qsmin(L) MPa						
10 ⁻⁰	10	1-5-101-1	10	10	10	10	10	10	
10 ⁻¹	15,5	1-5-101-1	10	10	10	10	10	10	
10 ⁻²	41	1-5-101-1			10	10	10	10	
10 ⁻³	84	1-5-101-1					38,7	12	
10 ⁻⁴	139	1-5-101-1						95	
10 ⁻⁵	200	1-5-101-1	> Qsmax						

Conclusion

- La méthode de calcul EN1591-1 permet un dimensionnement de l'assemblage en prenant en compte le paramètre étanchéité comme critère de défaillance
- La norme prEN 1591-2 fournit des valeurs des paramètres de joints requis par l'EN 1591-1 à partir d'essais réalisés selon l'EN13555
- Cette norme n'est toutefois toujours pas finalisée. Les utilisateurs de l'EN1591-1 peuvent donc s'adresser aux fabricants de joints ou au CETIM pour avoir les valeurs des paramètres de joints