

CEA-Grenoble

DTN/SE2T/LTGD

Ch.Chichoux

Tel : 04 38 78 49 03

mail : christiane.chichoux@cea.fr

T. Chataing

Tel : 04 38 78 42 50

mail : thierry.chataing@cea.fr

Présentation section d'essai et thermocouples

1. Section d'essai

La section d'essai est constituée :

- d'un canal rectangulaire (épaisseur 1 mm, entrefer 2.16 mm) en inconel 600, composé de deux longueurs adiabatiques (70 mm) situées de part et d'autre d'une partie centrale (600 mm) chauffée dans l'épaisseur par effet joule direct
- de 2 cales qui servent d'entretoise et imposent la dimension de l'entrefer
- de 2 culasses serrées autour du canal par des goujons et qui assurent le maintien du canal en pression et en température
- de 2 plaques de cogetherm qui assurent l'isolement électrique entre le canal et les culasses
- de brides d'entrée et de sortie brasées sur le canal qui assurent le contact électrique et permettent le raccordement de la section d'essai au circuit primaire. Le passage bride canal se fait par un convergent en entrée et par un entonnement direct et à bord vif en sortie.
- d'aménées de courant pour le chauffage du canal
- de différentes pièces isolantes
- de 2 tirants reliant les brides entrée et sortie qui permettent la rigidité de l'ensemble en tenant compte de la dilatation

Les différents matériaux utilisés sont les suivants :

Canal :	inconel 600 provenance Special Metals Wiggin Limited
Culasses et cales :	Z38CDV5
Plaques isolantes :	cogetherm
Amenées de courant :	cuivre
Pièces isolantes :	cogetherm

La section d'essai est dimensionnée pour une pression de fonctionnement maxi de 4 MPa.

La section d'essai est installée sur une boucle d'essai. Une circulation d'eau déminéralisée ascendante à l'intérieur du canal chauffant assure son refroidissement. Différentes mesures de pression de débit et de températures fluide et paroi sont réalisées pendant les essais.

2. Canal chauffant

matériau : inconel 600

épaisseur moyenne plaque: 1.004 mm \pm 0.002

Longueur canal

Canal chauffant	599.70 mm \pm 0.1
Partie adiabatique d'entrée	70 mm \pm 0.1
Partie adiabatique de sortie	70 mm \pm 0.1

Largeur canal

Largeur totale	52.85 mm \pm 0.1
Largeur chauffante	47.15 mm \pm 0.1

Ailette

Largeur	2.85 mm \pm 0.1
Epaisseur	0.5 mm

Canal : 4.168 mm \pm 0.015

Entrefer : 2.161 mm \pm 0.050

3. Instrumentation des sections d'essai

L'instrumentation de chaque section d'essai est très riche. Des thermocouples permettent de mesurer la température de paroi tout le long du canal chauffant ainsi que dans la partie adiabatique de sortie. 8 prises de pression dont 2 dans la partie chauffante permettent de mesurer la pression tout le long de la section d'essai.

Mesures de la température fluide

La température du fluide est mesurée par deux sondes platines placées dans la bride d'entrée et deux dans la bride de sortie.

Mesures de pression

8 prises de pression ont été placées le long de la section d'essai :

- 2 prises dans la partie adiabatique d'entrée
- 2 prises dans la partie chauffante
- 2 prises dans la partie adiabatique de sortie
- 1 prise dans la bride d'entrée
- 1 prise dans la bride de sortie

Thermocouples de paroi sèche

La mesure de température paroi sèche est réalisée avec 42 thermocouples, **diamètre 1 mm isolés, gainés inox**, au centre du canal, alternativement sur les deux plaques. Une plaque de **cogetherm d'épaisseur 2 mm** est mise sur la face interne de la culasse. Les thermocouples sont coudés et placés sur la face interne du cogetherm, coté canal chauffant, dans une rainure. Une couche de **ciment - colle d'épaisseur 0.10 mm** assure le maintien du thermocouple dans la rainure et une **plaque de cogetherm d'une épaisseur de 0.10 mm** assure l'isolement électrique.

Dimension de la rainure dans la plaque cogetherm :

Longueur : 6mm

Largeur : 1.1 mm

Profondeur : 1.1 mm

4. Positionnement des différentes mesures

Prises de pression

Nom SE	SE4
PE1SE	177
PE2SE	177
PS1SE	1062
PS2SE	1062
Prise n°2	280
Prise n°3	330
Prise n°4	535
Prise n°5	725
Prise n°6	940
Prise n°7	990

Remarque : La position des prises de pression est donnée en mm par rapport à une référence qui se situe pour les 3 sections d'essai à 335 mm en dessous du début de la longueur chauffante.

Sondes platines

Nom SE	SE4
TE1SE	165
TE2SE	180
TS1SE	1035
TS2SE	1025

Remarque : La position des sondes platines est donnée en mm par rapport à une référence qui se situe pour les 3 sections d'essai à 335 mm en dessous du début de la longueur chauffante.

Thermocouples de paroi

Nom SE	SE4	N° plaque
TP1	30	1
TP2	50	2
TP3	70	1
TP4	90	2
TP5	111	1
TP6	130	2
TP7	152	1
TP8	171	2
TP9	190	1
TP10	210	2
TP11	232	1
TP12	250	2
TP13	271	1
TP14	310	1
TP15	321	2
TP16	333	1
TP17	342	2
TP18	352	1
TP19	370	1
TP20	380	1
TP21	380	2
TP22	401	2
TP23	410	1
TP24	421	2
TP25	430	1
TP26	450	1
TP27	461	2
TP28	470	1
TP29	482	2

TP30	490	1
TP31	511	1
TP32	521	2
TP33	530	1
TP34	540	2
TP35	552	1
TP36	571	1
TP37	571	2
TP38	571	2
TP39	580	2
TP40	580	2
TP41	590	2
TP42	590	2

Remarque : La position des thermocouples est donnée en mm par rapport au début de la longueur chauffant.

Coté 1 : coté du canal avec les prises de pression

Coté 2 : coté du canal sans prises de pression

5. Epaisseurs et conductivités thermiques

Matériau	Epaisseur mm	Conductivité thermique W/m°C	Résistivité microhm cm
Plaque inconel 600	1	$0.01506 \cdot T_{ps} + 12.2031$ Tps : température de paroi sèche	$0.0194 \cdot T_{ps} + 102.03$ (entre 20 et 540°C)
Cogetherm	2	0.2	
Cogetherm (isolant électrique)	0.1	0.2	
Ciment – colle	0.1	5	
Gaine Inox (thermocouple)	0.1	$0.0141 \cdot T_{ps} + 14.836$ Tps : température de paroi sèche	
Poudre de magnésie (isolant TC)	0.6		
Culasse	18	45	
Laine de roche (calorifuge)	200	0.1	

6. Pertes thermiques

La section d'essai est calorifugée avec de la laine de roche placée tout autour de la section d'essai (épaisseur calorifuge environ 20 cm). Les pertes thermiques sont ainsi minimisées. La relation qui relie les pertes thermiques à chaque température de paroi sèche Tps est la suivante :

$$W_{pth} = 0.45 \cdot (0.6646 \cdot T_{ps} - 19.122) \quad W_{pth} \text{ en Watt} \quad T_{ps} \text{ en } ^\circ\text{C}$$

7. Conditions limites

Flux : 6 MW/m²

Tension : 60 V

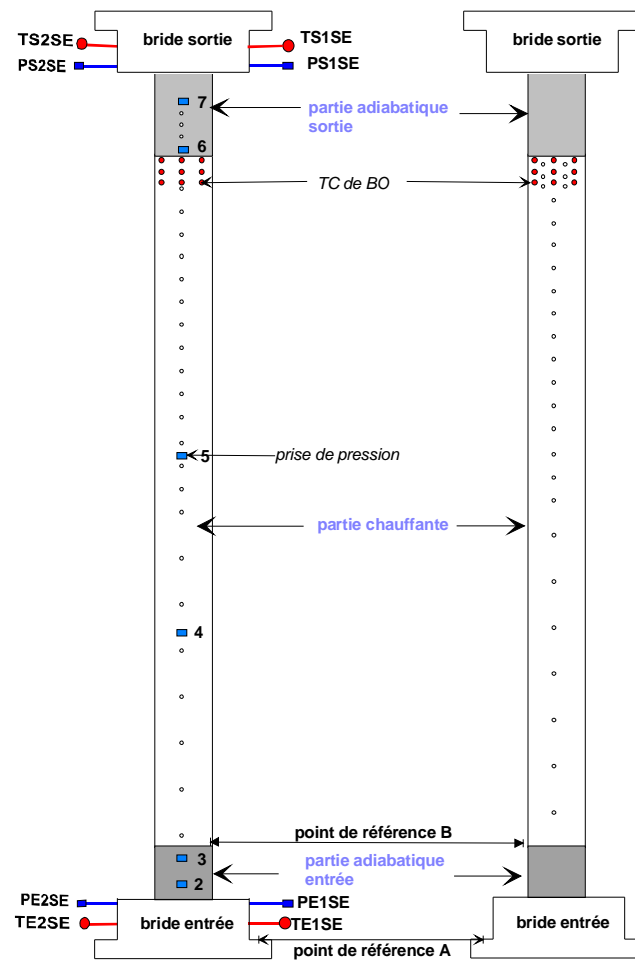
Intensité : 10 000 A

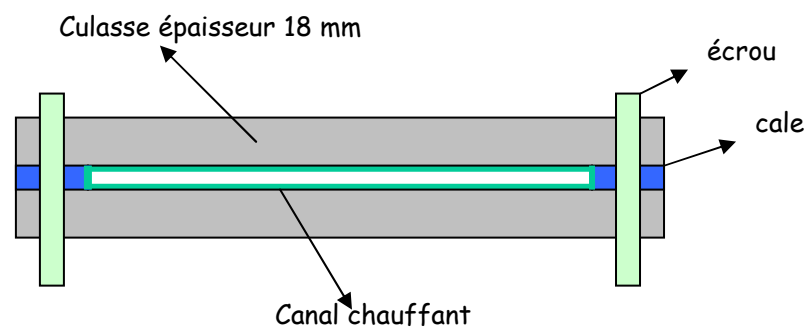
Pression de sortie : 9 bars

Température d'entrée : 25 à T_{sat} –
10°C

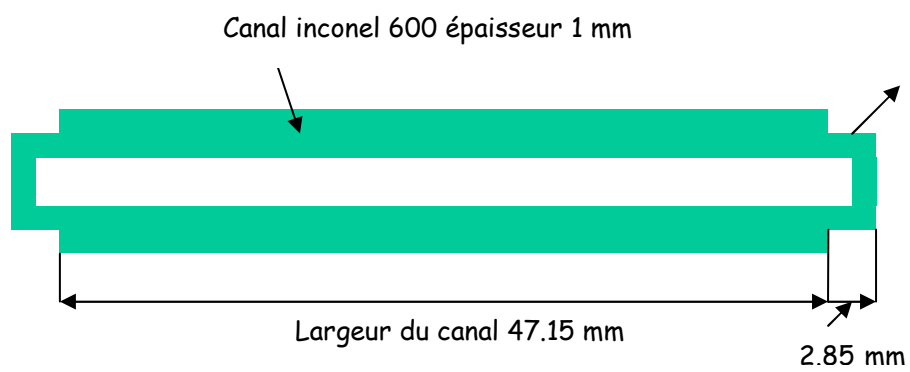
Débit : 2 kg/s

Section d'essai



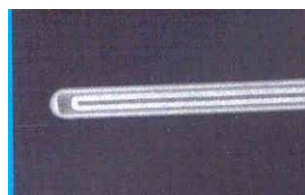
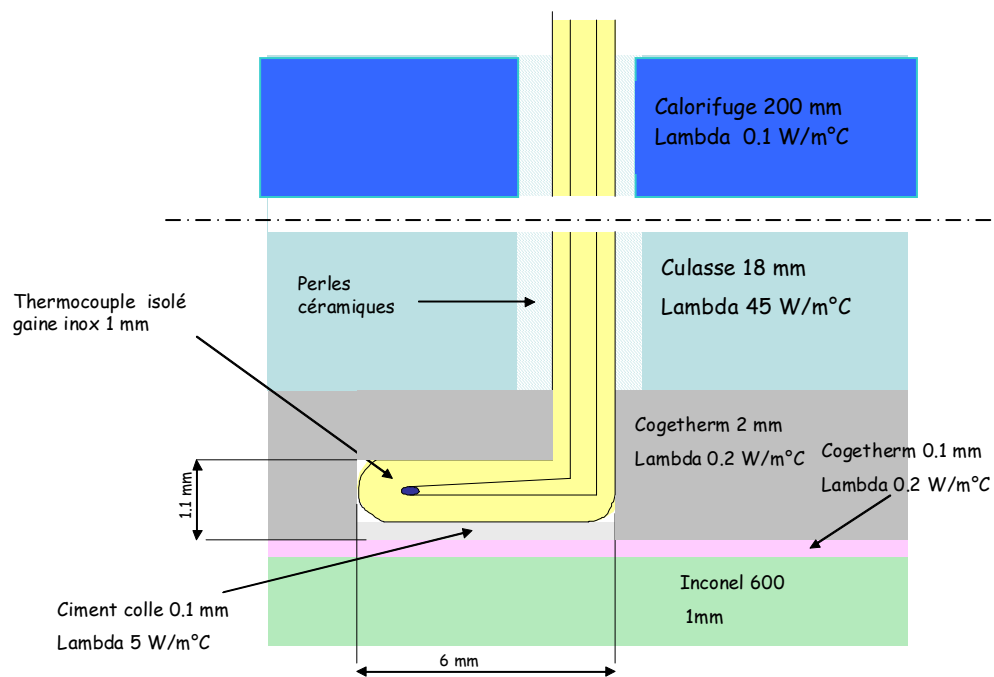
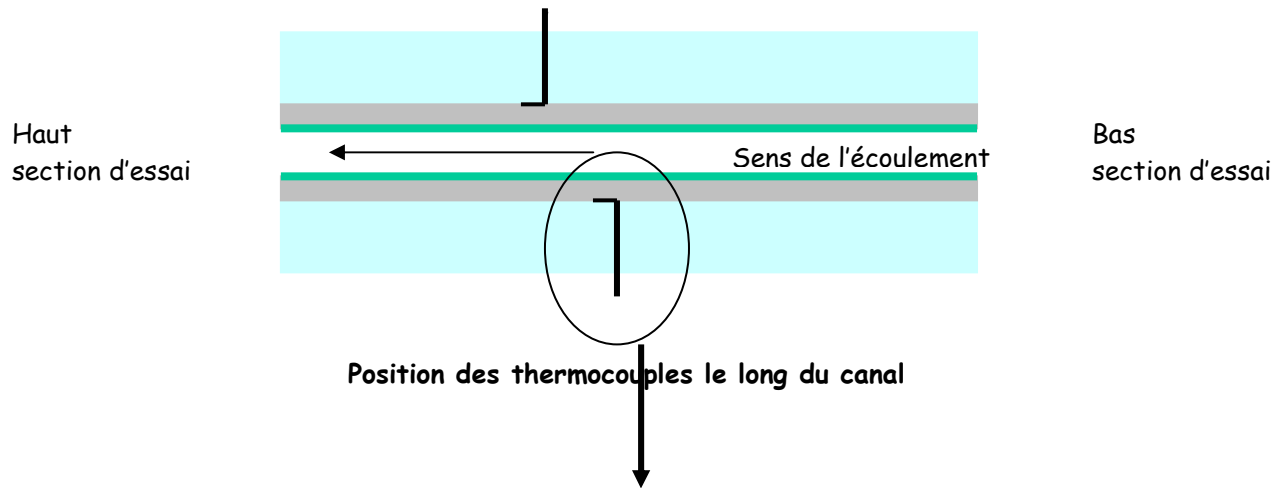


Canal chauffant avec la culasse



Canal chauffant

Thermocouples de paroi



radio de l'extrémité d'un thermocouple