



RAPPORT D'HOMOGENEITE (T.U.S.) FREGATE AERO FOUR THERMIDOR N°4998

Constat de vérification N°

20240220

Date de la vérification :
Vérifié par:

20/02/2024
EMILIE LAGASSY

Périodicité de contrôle:
Site:

Trimestriel
BCH

Date d'émission du PV:
Rédacteur:

21/02/2024
EMILIE LAGASSY

TUS initial ou périodique :

Périodique

1 - Objet

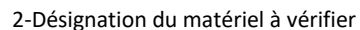
Ce rapport présente les résultats et les conclusions de l'essai du contrôle d'homogénéité thermique du four THERMIDOR N°4998.

Pour la réalisation de cet essai, l'exploitation des enregistrements et l'interprétation des résultats, nous avons appliqué les recommandations des référentiels suivants :

- MQUA06 (Caractérisation du four de traitement thermique)
- AMS 2750 (Pyrometry)
- DGQT 0.4.2.0376 (Qualification et contrôle des installations de traitement thermique)

Au sens de la norme AMS 2750, le four est défini comme suit :

- Classe 1 ($\pm 3^{\circ}\text{C}$) de 80 à 200°C et Classe 2 ($\pm 5^{\circ}\text{C}$) de 201 à 535°C
- 1 zone de chauffe
- Instrumentation type C, soit 1 thermocouple de régulation, 1 thermocouple point chaud + sécurité process et 1 thermocouple point froid. Ces 3 thermocouples sont enregistrés.
- Traitement de pièces



Type :	Four ventilé
Marque :	THERMIDOR
Identification interne :	FOUR THERMIDOR
Identification fabricant :	PR 4998
Date de mise en service :	21/09/2016
Températures (mini et maxi) d'utilisation :	80°C à 535°C
Atmosphère :	Air
Puissance :	72KW

Régulateur Chauffe :	3504 - EUROTHERM
Régulateur Sécurité :	3208 - EUROTHERM
Enregistreur :	6100 - EUROTHERM

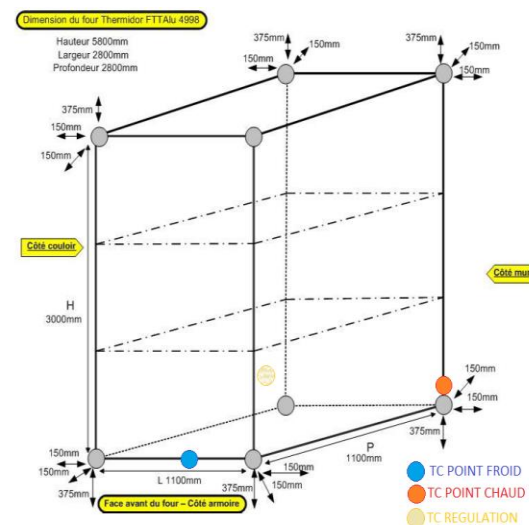
Le four possède 3 thermocouples résidents qui sont enregistrés :

- 1 TC POINT FROID TYPE N	JO1854/1C	15/06/2017
- 1 TC POINT CHAUD TYPE N	CF26299-A-001	12/08/2022
- 1 TC REGULATION TYPE N	CF27160-A-001	31/10/2022

Le thermocouple POINT CHAUD remplit également la fonction de thermocouple de sécurité.

L (mm)	1500
P (mm)	1500
H (mm)	3500
Volume (dm ³)	7875

L (mm)	1100
P (mm)	1100
H (mm)	3400
Volume (dm ³)	4114





3-Désignation du matériel de vérification

A- Thermocouples

Type:	N
Diamètre:	1,5mm
Longueur :	5000mm
Nombre de thermocouples:	9
Identification interne:	sondes TUS
N° de série:	CF31726-A-01 à 09
N°de CC:	23-1230-001
Date d'étalonnage:	29/09/2023
Date de mise en service:	06/02/2024
Périodicité (mois)	3
Fin de validité:	06/05/2024

B- Enregistreur

Marque:	Eurotherm
Modèle:	6100 Portable
N°série:	PL1707000191-0817-PL3 Z19
N°de CC:	20232711
Date d'étalonnage:	27/11/2023
Périodicité (mois):	3
Fin de validité d'étalonnage:	27/02/2024

Informations complémentaires:

4- Déroulement de la vérification

L'enregistreur portable est programmé pour obtenir un enregistrement toutes les 10 secondes des 9 thermocouples de TUS. Les données de l'enregistreur portable ne sont pas corrigées. Les corrections (voie de l'enregistreur + thermocouple) sont appliquées à postériori.

Les données de l'enregistreur sont transférées sur le réseau sous format .uhh, elles sont ensuite converties et mises dans un fichier Excel. Les corrections sont appliquées via le fichier Excel. Celui-ci est disponible sur le serveur de Frégate. Le présent rapport présente des valeurs corrigées.

Les valeurs de l'enregistreur du four sont également transférées sur le réseau sous format .uhh puis jointes au même fichier Excel.

Les 9 capteurs de contrôle sont positionnés sur une structure sans charge représentant le volume utile du four à contrôler conformément au schéma de la page suivante.

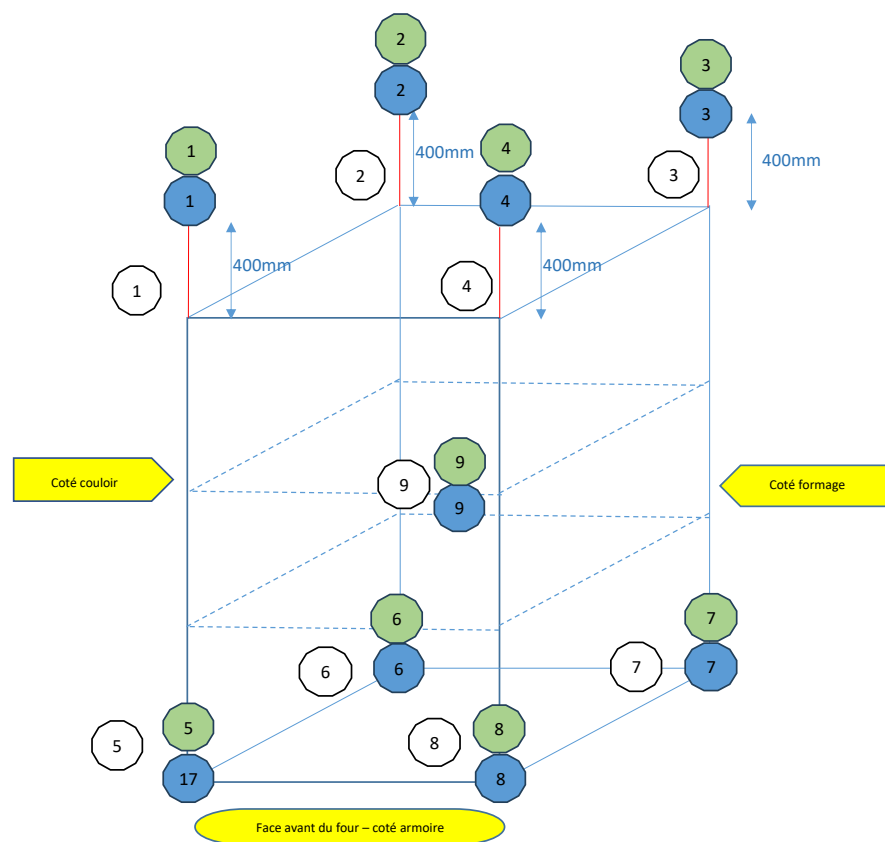
Démarrage de la cartographie à température ambiante, enfournage à chaud par le bas du four pour chaque palier de température.

Les fichiers informatiques des données créés par les enregistreurs sous format .uhh ne sont pas modifiables.



5-Implantation des thermocouples dans le four

Emplacement	N° Connecteur enregistreur	N° Thermocouple
1	1	1
2	2	2
3	3	3
4	4	4
5	5	17
6	6	6
7	7	7
8	8	8
9	9	9





6- Résultats et exploitations des résultats à 80°C

Consigne	Tolérance
80°C	± 3°C

Heure de début	Heure de fin
20/02/2024 21:53	21/02/2024 00:47

Sondes sur le four	Offset
Régulation	-0,6
Point chaud	-0,27
Point froid	0,5

A- Relevé de mesures de l'installation

Thermocouple	Mesure maximale	Mesure Minimum	Mesure d'équilibre
TC Régulation	80,40	80,00	80,09
TC Point Chaud	81,70	81,30	81,37
TC Point Froid	80,60	79,80	80,01

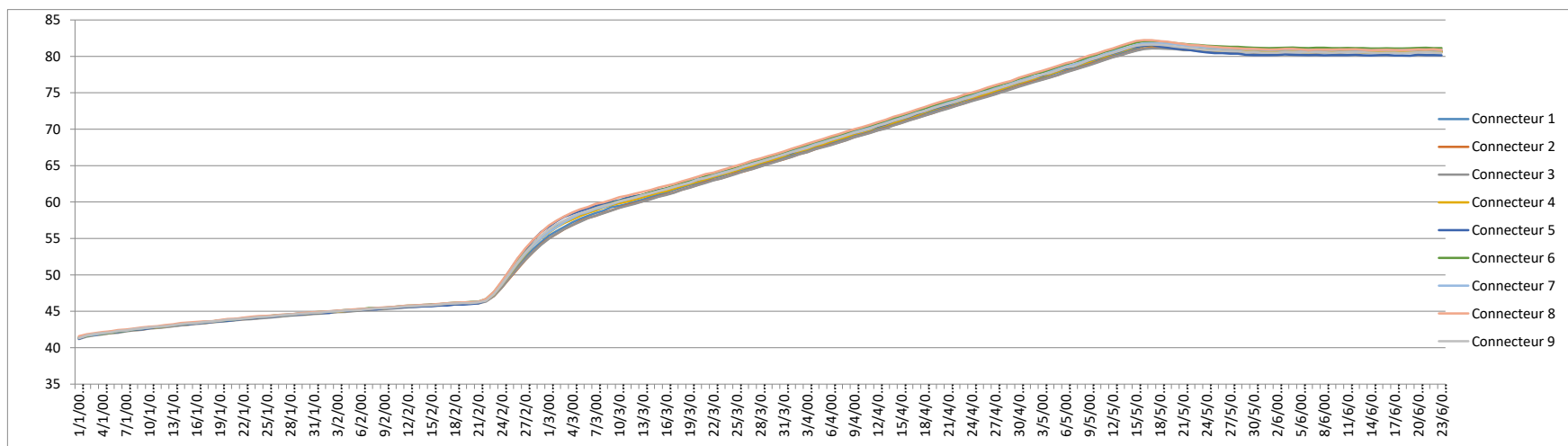
B- Relevés de mesures du matériel de vérification

Designation	Valeur	Thermocouple
Température de traitement désiré	80°C	X
Température de consigne	80°C	X
Température maximale à la montée	82,72	8
Température maximale du point chaud <u>en régime d'équilibre</u>	81,92	6
Température minimale du point froid <u>en régime d'équilibre</u>	80,81	2
Température moyenne <u>en régime d'équilibre</u>	81,18	X

C- Relevés corrigés de chaque thermocouples de vérification

Connecteur	Thermocouple	Régime d'équilibre				Montée en température
		Max (°C)	Min (°C)	Moyenne (°C)	Amplitude (°C)	Dépassement (°C)
1	1	81,40	81,07	81,20	0,33	81,90
2	2	81,02	80,81	80,90	0,21	81,47
3	3	81,21	80,96	81,06	0,25	81,61
4	4	81,16	80,82	80,95	0,34	81,81
5	17	81,22	80,85	80,97	0,37	82,30
6	6	81,92	81,59	81,69	0,33	82,63
7	7	81,54	81,17	81,29	0,37	82,18
8	8	81,80	81,34	81,46	0,46	82,72
9	9	81,31	80,96	81,05	0,35	82,11

D- Courbe





E- Conclusion

Vérification du dépassement	
Dépassement de la consigne durant la phase de montée ou de maintien en température (> 80°C)	2,72
Dépassement supérieur à la tolérance maximale ($\pm 3^\circ\text{C}$)	NON

Résultats de l'homogénéité	
Ecart entre température de consigne et température minimale sonde TUS ($^\circ\text{C}$)	0,81
Ecart entre température de consigne et température maximale sonde TUS ($^\circ\text{C}$)	1,92
Homogénéité globale constatée dans le volume utile ($^\circ\text{C}$)	1,11
Homogénéité requise pour le four de classe1 ($^\circ\text{C}$)	6
Résultat de l'homogénéité à 80°C	CONFORME

	Vérification des emplacements	Point froid	Point chaud
Condition 1	Homogénéité constatée meilleure que la moitié de celle requise	OUI	NON
	Différence entre point chaud sonde TUS et point froid sonde four < 1,1°C	OUI	X
Condition 2	Différence entre point froid sonde TUS et point chaud sonde four < 1,1°C	X	OUI
	Relocalisation requise (si aucune des conditions n'est vérifiée)	NON	NON

A 80°C, avec une consigne à 80°C, le four est **CONFORME** à la tolérance requise de $\pm 3^\circ\text{C}$



6- Résultats et exploitations des résultats à 200°C

Consigne	Tolérance
200°C	± 3°C

Heure de début	Heure de fin
21/02/2024 01:06	21/02/2024 02:37

Sondes sur le four	Offset
Régulation	-0,6
Point chaud	-0,27
Point froid	0,5

A- Relevé de mesures de l'installation

Thermocouple	Mesure maximale	Mesure Minimum	Mesure d'équilibre
TC Régulation	200,10	200,00	200,04
TC Point Chaud	201,60	201,40	201,52
TC Point Froid	200,30	200,00	200,17

B- Relevés de mesures du matériel de vérification

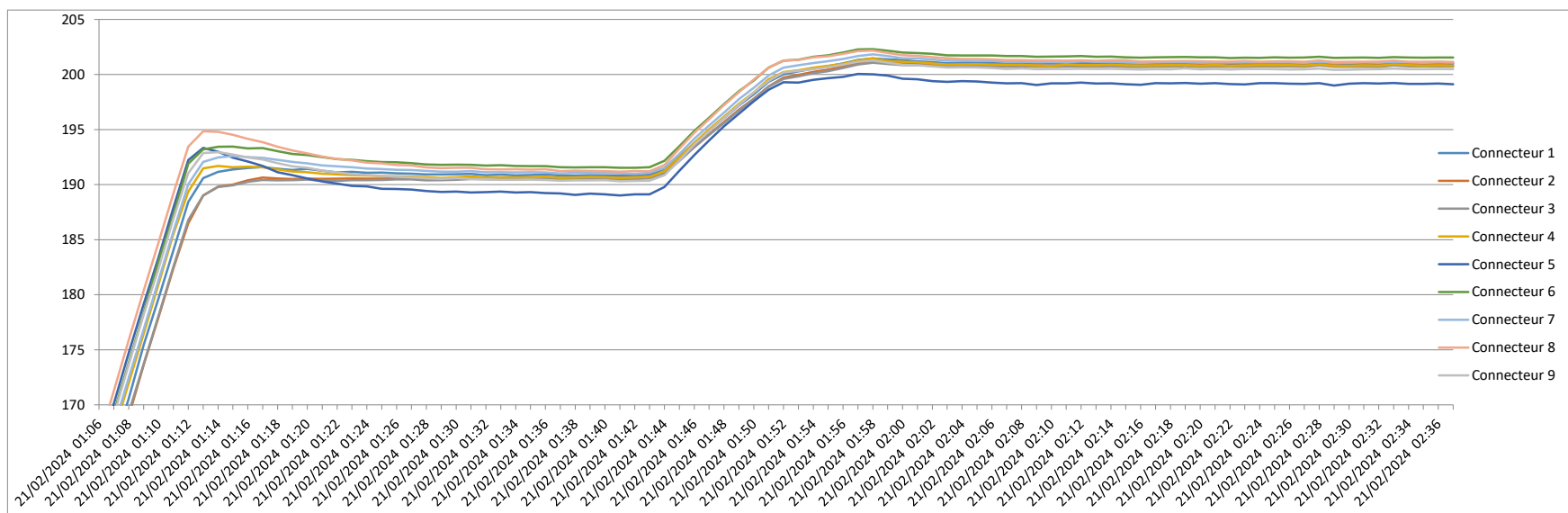
Designation	Valeur	Thermocouple
Température de traitement désiré	200°C	X
Température de consigne	200°C	X
Température maximale à la montée	202,62	6
Température maximale du point chaud <u>en régime d'équilibre</u>	201,99	6
Température minimale du point froid <u>en régime d'équilibre</u>	199,63	17
Température moyenne <u>en régime d'équilibre</u>	201,16	X



C- Relevés corrigés de chaque thermocouples de vérification

Connecteur	Thermocouple	Régime d'équilibre				Montée en température
		Max (°C)	Min (°C)	Moyenne (°C)	Amplitude (°C)	Dépassement (°C)
1	1	201,57	201,42	201,49	0,15	201,94
2	2	201,21	201,07	201,12	0,14	201,45
3	3	201,24	201,10	201,14	0,14	201,49
4	4	201,26	201,10	201,18	0,16	201,81
5	17	199,89	199,63	199,80	0,26	200,68
6	6	201,99	201,81	201,88	0,18	202,62
7	7	201,44	201,30	201,36	0,14	202,08
8	8	201,64	201,48	201,55	0,16	202,51
9	9	200,99	200,85	200,92	0,14	201,69

D- Courbe





E- Conclusion

Vérification du dépassement	
Dépassement de la consigne durant la phase de montée ou de maintien en température (> 200°C)	2,62
Dépassement supérieur à la tolérance maximale ($\pm 3^{\circ}\text{C}$)	NON

Résultats de l'homogénéité	
Ecart entre température de consigne et température minimale sonde TUS ($^{\circ}\text{C}$)	-0,37
Ecart entre température de consigne et température maximale sonde TUS ($^{\circ}\text{C}$)	1,99
Homogénéité globale constatée dans le volume utile ($^{\circ}\text{C}$)	2,36
Homogénéité requise pour le four de classe1 ($^{\circ}\text{C}$)	6
Résultat de l'homogénéité à 200°C	CONFORME

	Vérification des emplacements	Point froid	Point chaud
Condition 1	Homogénéité constatée meilleure que la moitié de celle requise	OUI	NON
	Différence entre point chaud sonde TUS et point froid sonde four < 1,1°C	OUI	X
Condition 2	Différence entre point froid sonde TUS et point chaud sonde four < 1,1°C	X	OUI
	Relocalisation requise (si aucune des conditions n'est vérifiée)	NON	NON

A 200°C, avec une consigne à 200°C, le four est **CONFORME** à la tolérance requise de $\pm 3^{\circ}\text{C}$



6- Résultats et exploitations des résultats à 385°C

Consigne	Tolérance
385°C	± 5°C

Heure de début	Heure de fin
21/02/2024 03:16	21/02/2024 04:09

Sondes sur le four	Offset
Régulation	-0,6
Point chaud	-0,27
Point froid	0,5

A- Relevé de mesures de l'installation

Thermocouple	Mesure maximale	Mesure Minimum	Mesure d'équilibre
TC Régulation	385,50	385,00	385,17
TC Point Chaud	385,60	385,30	385,37
TC Point Froid	385,50	384,50	384,79

B- Relevés de mesures du matériel de vérification

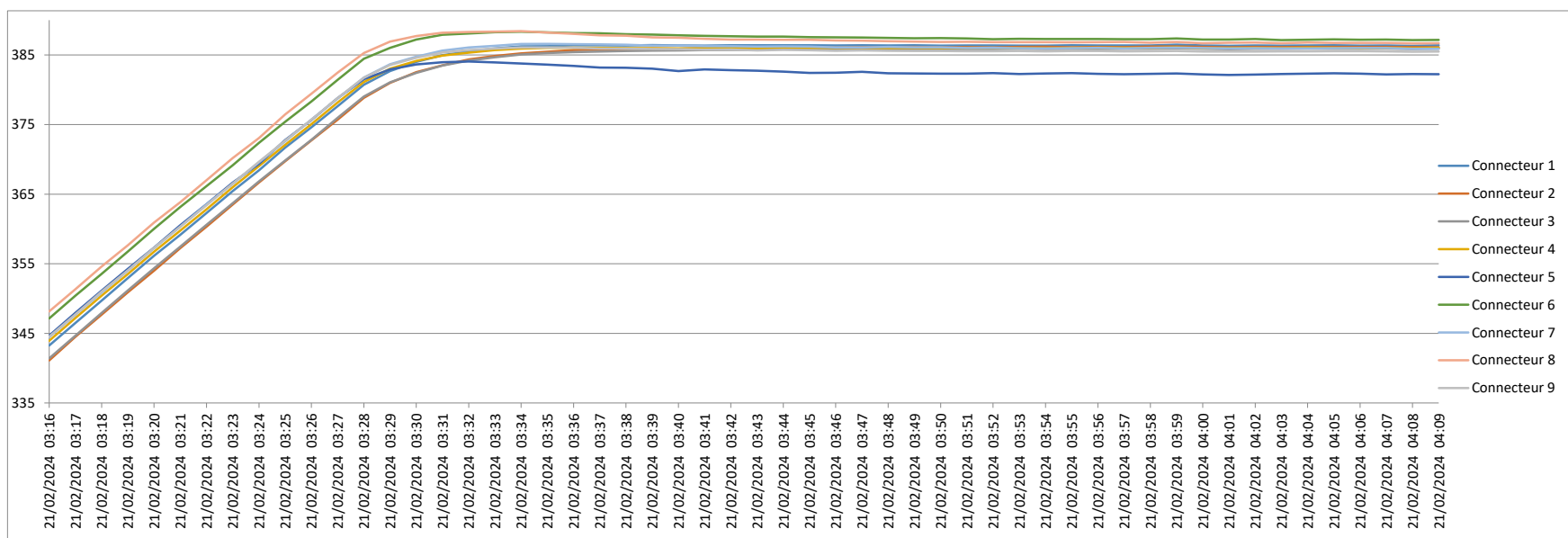
Designation	Valeur	Thermocouple
Température de traitement désiré	385°C	X
Température de consigne	385°C	X
Température maximale à la montée	388,88	6
Température maximale du point chaud <u>en régime d'équilibre</u>	388,36	6
Température minimale du point froid <u>en régime d'équilibre</u>	382,94	17
Température moyenne <u>en régime d'équilibre</u>	386,35	X



C- Relevés corrigés de chaque thermocouples de vérification

Connecteur	Thermocouple	Régime d'équilibre				Montée en température
		Max (°C)	Min (°C)	Moyenne (°C)	Amplitude (°C)	Dépassement (°C)
1	1	387,03	386,86	386,92	0,17	387,03
2	2	386,57	386,24	386,45	0,33	386,57
3	3	386,40	386,12	386,31	0,28	386,40
4	4	386,61	386,47	386,53	0,14	386,61
5	17	383,73	382,94	383,20	0,79	384,88
6	6	388,36	387,67	387,91	0,69	388,88
7	7	386,75	386,29	386,45	0,46	386,99
8	8	387,85	387,03	387,29	0,82	388,80
9	9	386,33	385,96	386,08	0,37	386,57

D- Courbe





E- Conclusion

Vérification du dépassement	
Dépassement de la consigne durant la phase de montée ou de maintien en température (> 385°C)	3,88
Dépassement supérieur à la tolérance maximale ($\pm 5^\circ\text{C}$)	NON

Résultats de l'homogénéité	
Ecart entre température de consigne et température minimale sonde TUS ($^\circ\text{C}$)	-2,06
Ecart entre température de consigne et température maximale sonde TUS ($^\circ\text{C}$)	3,36
Homogénéité globale constatée dans le volume utile ($^\circ\text{C}$)	5,42
Homogénéité requise pour le four de classe1 ($^\circ\text{C}$)	10
Résultat de l'homogénéité à 385°C	CONFORME

	Vérification des emplacements	Point froid	Point chaud
Condition 1	Homogénéité constatée meilleure que la moitié de celle requise	OUI	NON
Condition 2	Différence entre point chaud sonde TUS et point froid sonde four < 1,7°C	OUI	X
	Différence entre point froid sonde TUS et point chaud sonde four < 1,7°C	X	NON
	Relocalisation requise (si aucune des conditions n'est vérifiée)	NON	OUI

A 385°C, avec une consigne à 385°C, le four est **CONFORME** à la tolérance requise de $\pm 5^\circ\text{C}$



6- Résultats et exploitations des résultats à 535°C

Consigne	Tolérance
535°C	± 5°C

Heure de début	Heure de fin
21/02/2024 04:49	21/02/2024 05:46

Sondes sur le four	Offset
Régulation	-0,6
Point chaud	-0,27
Point froid	0,5

A- Relevé de mesures de l'installation

Thermocouple	Mesure maximale	Mesure Minimum	Mesure d'équilibre
TC Régulation	535,40	535,00	535,17
TC Point Chaud	533,70	533,40	533,56
TC Point Froid	533,90	533,30	533,55

B- Relevés de mesures du matériel de vérification

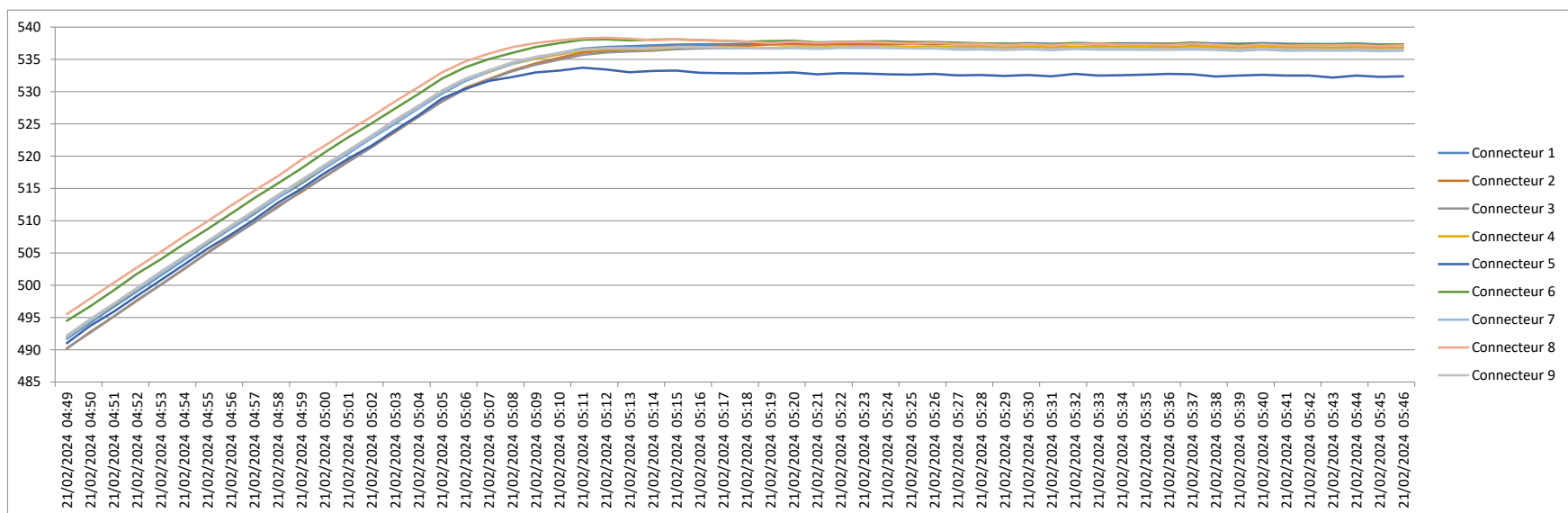
Designation	Valeur	Thermocouple
Température de traitement désiré	535°C	X
Température de consigne	535°C	X
Température maximale à la montée	538,47	8
Température maximale du point chaud <u>en régime d'équilibre</u>	538,20	6
Température minimale du point froid <u>en régime d'équilibre</u>	532,72	17
Température moyenne <u>en régime d'équilibre</u>	536,78	X



C- Relevés corrigés de chaque thermocouples de vérification

Connecteur	Thermocouple	Régime d'équilibre				Montée en température
		Max (°C)	Min (°C)	Moyenne (°C)	Amplitude (°C)	Dépassement (°C)
1	1	537,78	537,43	537,58	0,35	537,78
2	2	537,44	537,11	537,31	0,33	537,44
3	3	537,16	536,84	537,01	0,32	537,16
4	4	537,27	536,93	537,08	0,34	537,27
5	17	533,53	532,72	533,16	0,81	534,26
6	6	538,20	537,52	537,83	0,68	538,41
7	7	536,87	536,37	536,64	0,50	536,96
8	8	537,98	537,18	537,50	0,80	538,47
9	9	537,13	536,69	536,90	0,44	537,15

D- Courbe





E- Conclusion

Vérification du dépassement	
Dépassement de la consigne durant la phase de montée ou de maintien en température (> 535°C)	3,47
Dépassement supérieur à la tolérance maximale ($\pm 5^\circ\text{C}$)	NON

Résultats de l'homogénéité	
Ecart entre température de consigne et température minimale sonde TUS	-2,28
Ecart entre température de consigne et température maximale sonde TUS	3,20
Homogénéité globale constatée dans le volume utile ($^\circ\text{C}$)	5,48
Homogénéité requise pour le four de classe1 ($^\circ\text{C}$)	10
Résultat de l'homogénéité à 535°C	CONFORME

	Vérification des emplacements	Point Froid	Point Chaud
Condition 1	Homogénéité constatée meilleure que la moitié de celle requise	OUI	NON
	Différence entre point chaud sonde TUS et point froid sonde four < 1,7°C	OUI	X
Condition 2	Différence entre point froid sonde TUS et point chaud sonde four < 1,7°C	X	NON
	Relocalisation requise (si aucune des conditions n'est vérifiée)	NON	OUI

A 535°C, avec une consigne à 535°C, le four est **CONFORME** à la tolérance requise de $\pm 5^\circ\text{C}$



7- Conclusion

Température nominale de traitement	80°C	200°C	385°C	535°C
Température de consigne (°C)	80	200	385	535,00
Dépassement de la consigne durant la phase de montée ou de maintien en température (°C)	2,72	2,62	3,88	3,47
Tolérances requises (±°C)	3	3	5	5
Dépassement supérieur à la tolérance maximale	NON	NON	NON	NON
Classe de l'installation (suivant AMS 2750)	1	1	2	2
Ecart entre température de consigne et température minimale sonde TUS (°C)	0,81	-0,37	-2,06	-2,28
Ecart entre température de consigne et température maximale sonde TUS (°C)	1,92	1,99	3,36	3,20
Homogénéité retenue (°C)	1,11	2,36	5,42	5,48
Conformité avec la tolérance requise	CONFORME	CONFORME	CONFORME	CONFORME

Vérification des emplacements	Point froid	Point chaud
Relocalisation à 80°C	NON	NON
Relocalisation à 200°C	NON	NON
Relocalisation à 385°C	NON	OUI
Relocalisation à 535°C	NON	OUI
Relocalisation requise	NON	OUI

Le four **THERMIDOR** est déclaré **CONFORME** aux tolérances requises de la norme **AMS 2750**

A savoir:

Classe 1 (+/-3°C) de 80° à 200°C
 Classe 2 (+/-5°C) de 201 à 535°C
 En cas de relocalisation point chaud / point froid, des TUS additionnelles doivent être réalisées pour vérifier le nouvel emplacement des points
 Si une modification d'offset est nécessaire pour atteindre une TUS conforme, une nouvelle TUS doit être faite pour valider l'offset

Verifié le	20/02/2024
A vérifier le	20/05/2024