

Annexe 3 : mesures

I. description du dispositif de mesure

Le dispositif de mesure a été mis en place et terminé en mai 1997. La figure 1 illustre le système technique et les points de mesure. Les données sont mesurées toutes les 10 secondes et enregistrés toutes les 30 minutes par un datalogger Campbell 21X.

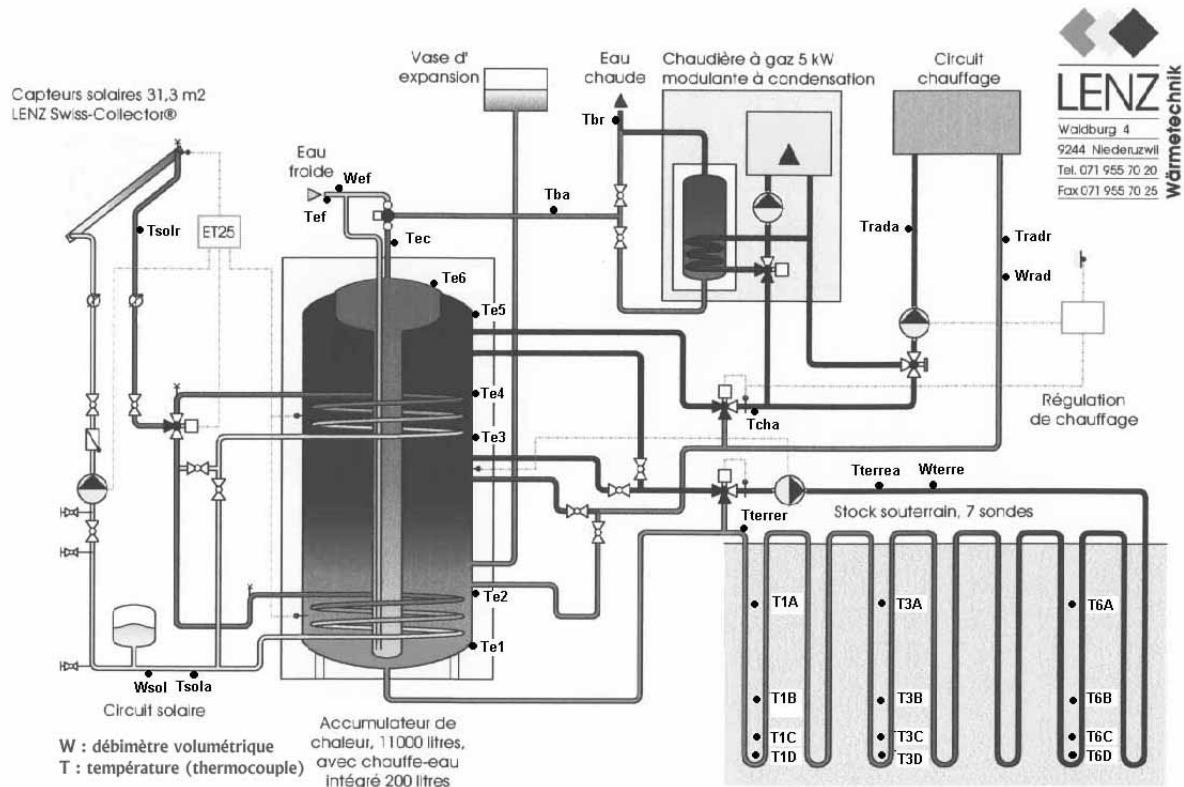


Figure 1 : points de mesure

Les 44 sondes (voir tableau de la figure 2) ont été soigneusement étalonnées et nous avons testé la cohérence des mesures. Toutes les sondes qui concernent les systèmes techniques sont situées au sous-sol. Une connexion modem permet de rapatrier les données 2 à 3 fois par semaine.

La boucle solaire est évaluée grâce à deux températures, au débit du caloporteur et un solarimètre dans le plan des capteurs. Six températures de contact de la face externe de la cuve, sous l'isolation, permettent de suivre l'évolution des températures internes de la cuve. Douze thermomètres placés autour des sondes d'injection du stockage en terre ont servi à l'évaluation de cette partie, alors qu'un fluxmètre placé sur le sol de la cave, au-dessus du stock en terre, a permis la détermination du flux de chaleur depuis le sous-sol vers la cave. Les autres flux d'énergie ont été mesurés grâce à des mesures simultanées de débit d'eau et de températures, dont les différences sont déterminées par thermocouple, ce qui permet une très grande précision (erreur sur la différence aller/retour de l'ordre de 0.01K). Quatre sondes de température mesurent l'ambiance en différents points de la maison, une sonde extérieure complète les mesures.

DESCRIPTION	DENOMINATION	UNITE
Températures		
Température du datalogger (= température cave)	Tref	°C
Température de l'absorbeur	Tcol	°C
Température du circuit solaire avant les capteurs	Tsola	°C
Température du circuit solaire après les capteurs	Tsolr	°C
Température au départ du circuit de chauffage	Trada	°C
Température au retour du circuit de chauffage	Tradr	°C
Température de l'eau préchauffée avant la chaudière	Tcha	°C
Température de l'eau préchauffée avant le bouilleur	Tba	°C
Température de l'eau chaude sanitaire	Tbr	°C
Température extérieure	Text	°C
Température de l'eau froide (réseau)	Tef	°C
Température de l'eau à la sortie du boiler solaire	Tec	°C
Température du stock en terre prof. 2m sonde 1	T1A	°C
Température du stock en terre prof. 2m sonde 3	T3A	°C
Température du stock en terre prof. 2m sonde 6	T6A	°C
Température du stock en terre prof. 5m sonde 1	T1B	°C
Température du stock en terre prof. 5m sonde 3	T3B	°C
Température du stock en terre prof. 5m sonde 6	T6B	°C
Température du stock en terre prof. 6.8m sonde 1	T1C	°C
Température du stock en terre prof. 6.8m sonde 3	T3C	°C
Température du stock en terre prof. 6.8m sonde 6	T6C	°C
Température du stock en terre prof. 2m sonde 1	T1D	°C
Température du stock en terre prof. 2m sonde 3	T3D	°C
Température du stock en terre prof. 2m sonde 6	T6D	°C
Température de l'eau avant le stock terre	Tterrea	°C
Température de l'eau après le stock terre	Tterrer	°C
Température du stock eau à 35 cm du fonds	Tst1	°C
Température du stock eau à 66 cm du fonds	Tst2	°C
Température du stock eau à 231 cm du fonds	Tst3	°C
Température du stock eau à 256 cm du fonds	Tst4	°C
Température du stock eau à 309 cm du fonds	Tst5	°C
Température du stock eau à 344 cm du fonds	Tst6	°C
Température de l'air proche de la cheminée (salon)	Tchem	°C
Température ambiante du salon	Tsalon	°C
Température ambiante de la véranda	Tvéranda	°C
Température ambiante au premier étage (non chauffé)	Tétage	°C
Débits		
Débit du circuit solaire	Wsol	Litre
Débit du circuit des radiateurs	Wrad	Litre
Débit du circuit du stockage en terre	Wterre	Litre
Débit de l'eau froide sanitaire	Wef	Litre
Débit du gaz	Wgaz	Litre
Autres		
Puissance solaire dans le plan des capteurs	Psolarimètre	W/m2
Flux de chaleur entre le stock en terre et la cave	Pdale	W/m2

Figure 2 : tableau récapitulatif des sondes de mesure

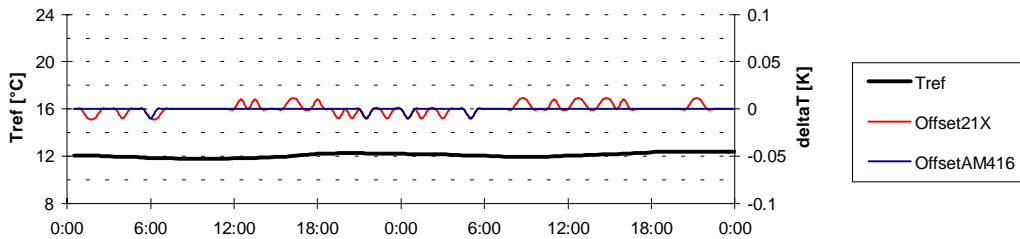
II. suivi des mesures

Après rapatriement des mesures par modem, des graphiques de contrôle bi-journaliers sont imprimés afin de permettre un suivi permanent du fonctionnement de l'installation (fig.3a à 3d).

RENOVA

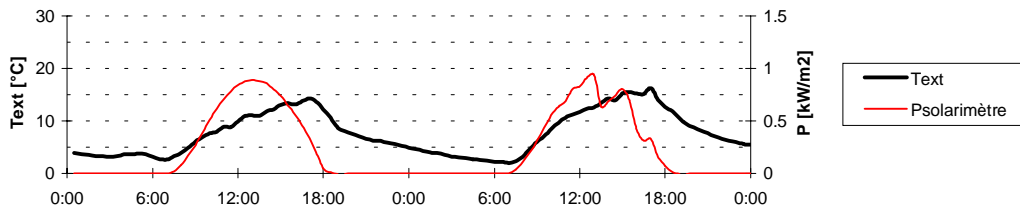
12-mars 13-mars-99
71 72

Température de référence et offsets



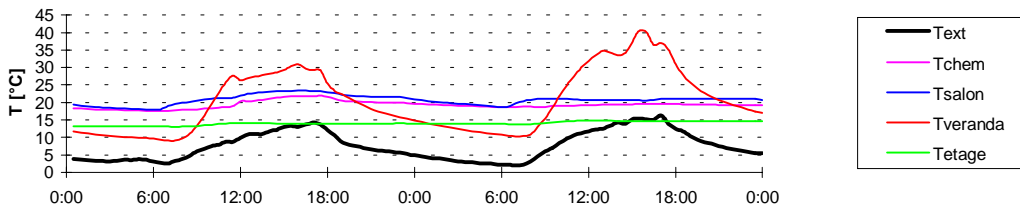
	12-mars	13-mars
Tref. [°C] :	12.0	12.2
Offset 21x [°C] :	0.00	0.00
Offset AM 416 [°C] :	0.00	0.00

Météo



	12-mars	13-mars
Text [°C] :	7.2	7.9
Esolarimètre [MJ/m2] :	20.8	20.1

Températures ambiantes



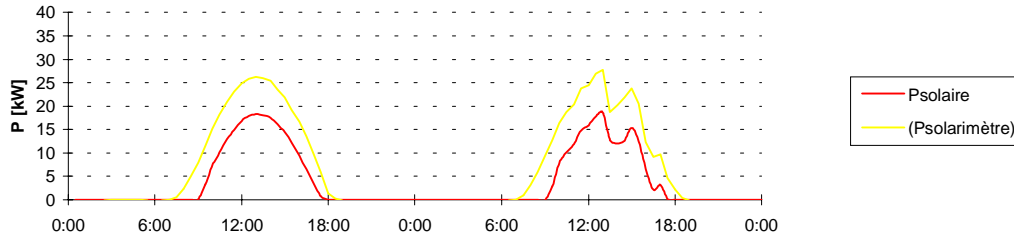
	12-mars	13-mars
Tcheminée [°C] :	19.4	19.2
Tsalon [°C] :	20.9	20.5
Tveranda [°C] :	18.6	22.0
Tétage [°C] :	13.7	14.4
Textériure [°C] :	7.2	7.9

Figure 3a : plots bi-journaliers

RENOVA

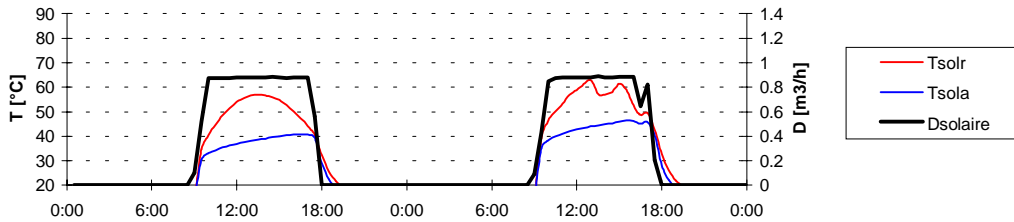
12-mars 13-mars-99
71 72

Puissances solaires



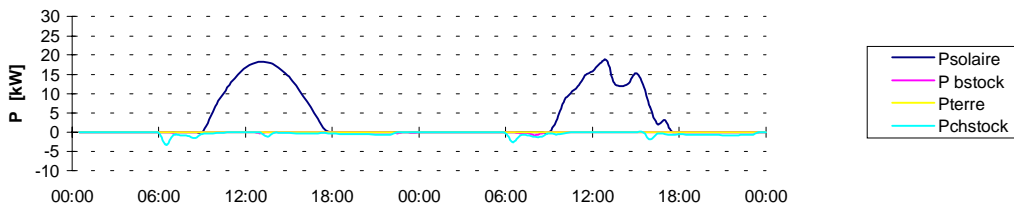
	12-mars	13-mars
Esolarimètre [MJ] :	644.8	622.8
Esolaire [MJ] :	359.7	318.0
Rendement solaire % :	55.8	51.1

Températures et débits solaires



	12-mars	13-mars
Tsola (D>0) [°C] :	36.5	41.5
Tsolr (D>0) [°C] :	47.9	51.7

Chaleurs entrant et sortant de la cuve eau



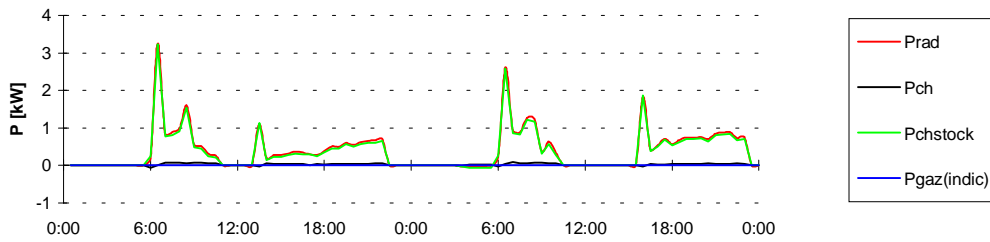
	12-mars	13-mars
Esolaire [MJ] :	359.7	318.0
Eterre [MJ] :	0.0	0.0
Ebouilleur eau [MJ] :	-1.7	-2.8
Echauffage[MJ] :	-30.3	-34.3
Bilan énergétique du stock [MJ] :	327.7	280.9

Figure 3b : plots bi-journaliers

RENOVA

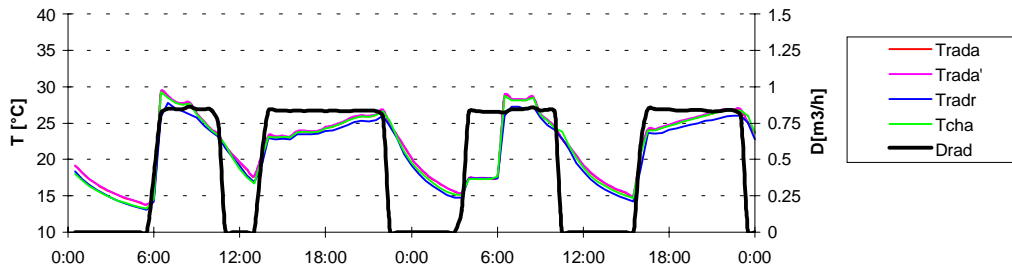
12-mars 13-mars-99
71 72

Puissances chauffage



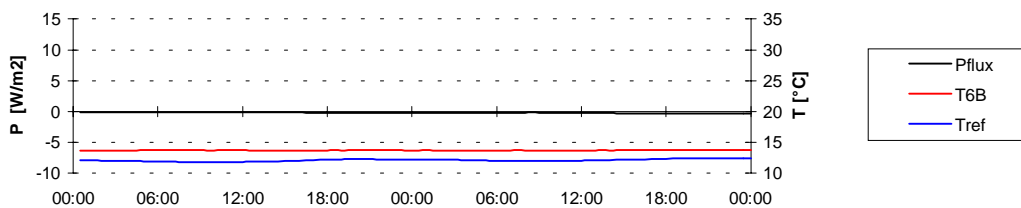
	12-mars	13-mars
Erad [MJ] :	32.44	36.33
Echstock [MJ] :	30.31	34.31
Egaz [MJ] :	0.00	0.00
Ech [MJ] :	2.13	2.02

Températures et débits chauffage



	12-mars	13-mars
Trada (D>0) [°C] :	24.73	24.11
Trada' (D>0) [°C] :	24.86	24.23
Tradr (D>0) [°C] :	24.05	23.37
Tcha(D>0) [°C] :	24.67	24.06

Flux de chaleur sol cave



	12-mars	13-mars
Tsous-sol [°C] :	13.69	13.70
Tcave [°C] :	12.00	12.17
Efluxcave [MJ/m²] :	-0.01	-0.02

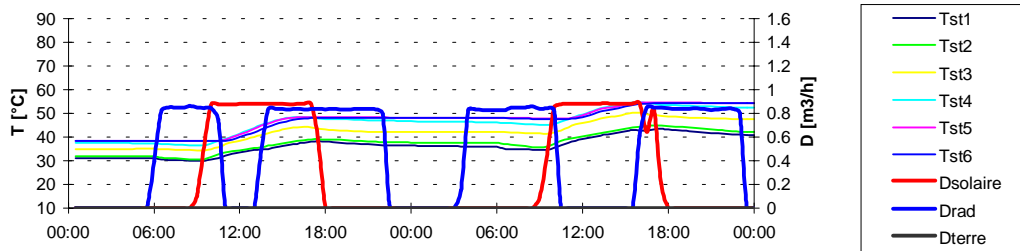
Attention: Tsous-sol est mesuré dans le local de mesure !

Figure 3c : plots bi-journaliers

RENOVA

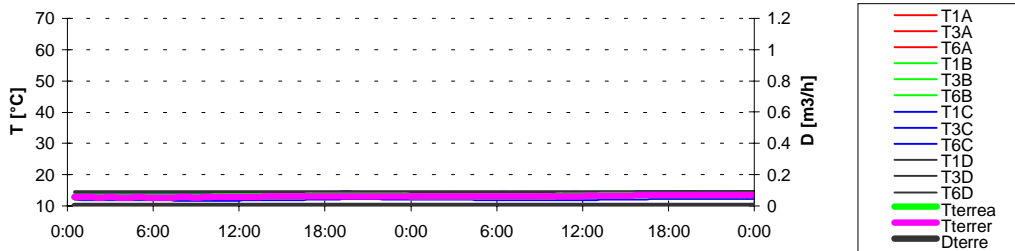
12-mars 13-mars-99
71 72

Températures et débits cuve eau



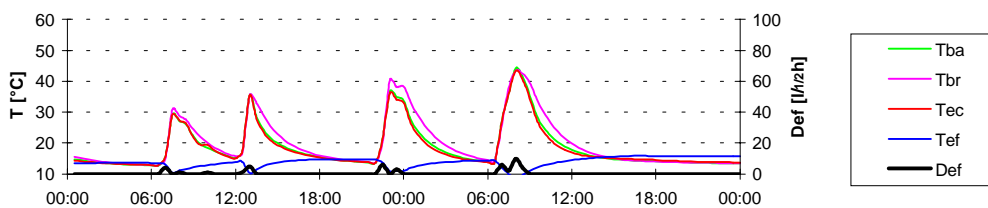
12-mars		13-mars					
Te1[°C] :	33.8	Te4[°C] :	42.3	Te1[°C] :	39.0	Te4[°C] :	49.7
Te2[°C] :	34.8	Te5[°C] :	43.1	Te2[°C] :	40.4	Te5[°C] :	51.0
Te3[°C] :	38.8	Te6[°C] :	42.7	Te3[°C] :	45.4	Te6[°C] :	50.7
Tmoyenne :	38.4	T(00:30) :	34.7	Tmoyenne :	44.9	T(00:30) :	42.1

Températures et débits stock terre



12-mars		13-mars					
T3A [°C] :	13.4	T3C [°C] :	14.6	T3A [°C] :	13.4	T3C [°C] :	14.6
T3B [°C] :	14.2	T3D [°C] :	14.6	T3B [°C] :	14.2	T3D [°C] :	14.6
Eterre [MJ] :	0.0	Eterre [MJ] :	0.0	Eterre [MJ] :	0.0	Eterre [MJ] :	0.0

Températures et débits eau chaude sanitaire



12-mars		13-mars	
Ebouilleur eau [MJ] :	-1.7	Ebouilleur eau [MJ] :	-2.8
Ebouilleur gaz [MJ] :	-0.4	Ebouilleur gaz [MJ] :	-0.2
Volume ecsanitaire [lit.] :	21.0	Volume ecsanitaire [lit.] :	22.0

Figure 3d : plots bi-journaliers

III. Comparaison avec le compteur de chaleur

La comparaison des valeurs mesurées par nos soins (thermocouples étalonnés et débitmètre précis) avec celles données par le compteur de chaleur (Aquaméto AMTRON KEM-15) permet d'avoir une idée de la précision de ce type d'appareils. La figure 4 illustre l'évolution de l'énergie cumulée de la boucle solaire. Le relevé de l'AMTRON a été réalisé de façon continue et presque quotidiennement par le propriétaire.

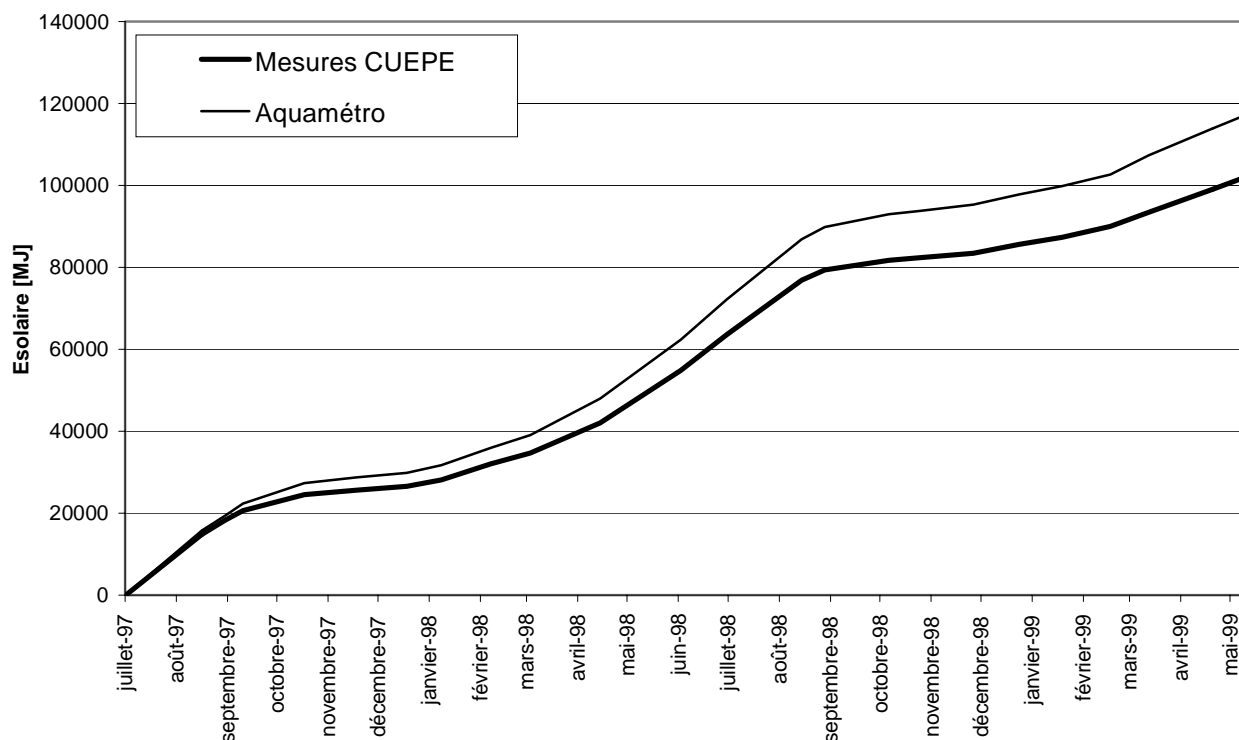


Figure 4 : comparaison des valeurs mesurées par le CUEPE et par le compteur de chaleur Aquaméto

Le compteur de chaleur donne en moyenne des valeurs 13% supérieures à celles mesurées par le CUEPE. Cette erreur peut en partie être imputée à l'absence de correction sur la chaleur spécifique du mélange eau-glycol dans le cas du compteur de chaleur; la chaleur spécifique de l'eau à 60°C est de 4.12 [KJ/K.l] alors que celle du mélange eau-glycol à 30% est de 4.03 [KJ/K.l], ce qui donne des valeurs supérieures de 2% par rapport à une mesure qui tient compte de la chaleur spécifique réelle. Il reste donc 11% d'écart.

En admettant une erreur maximum de mesure de 2% pour le débit-mètre utilisé pour nos mesures (données fabricant) et une erreur de 0.2% sur le ΔT , l'erreur sur nos mesures de chaleur est de 2.2% au maximum. Le fabricant du compteur de chaleur Aquaméto Amtron KEM-15 certifie une précision de 6% pour un ΔT d'environ 10K.

Ainsi, même en considérant une correction sur nos mesures de + 2%, l'erreur de comptage du compteur Aquaméto reste de + 9% par rapport à nos mesures, ce qui est un peu supérieur aux valeurs spécifiées par le fabricant (6%). La comparaison de la mesure des débits montre que 3% peuvent être mis sur le compte d'une erreur de volume, le reste étant dû à la mesure du ΔT et à l'intégration des valeurs.

