

ThermExcel

Programme EcsRecyclage (Dimensionnement bouclage ECS)

Informations

**Jean Yves MESSE – THERMEXCEL
Copyright © 2004 - 2015 – ThermExcel - All Rights Reserved**

Conception et dimensionnement des réseaux bouclés

Les règles à respecter

Les obligations réglementaires relatives à la température de l'eau sont les suivantes :

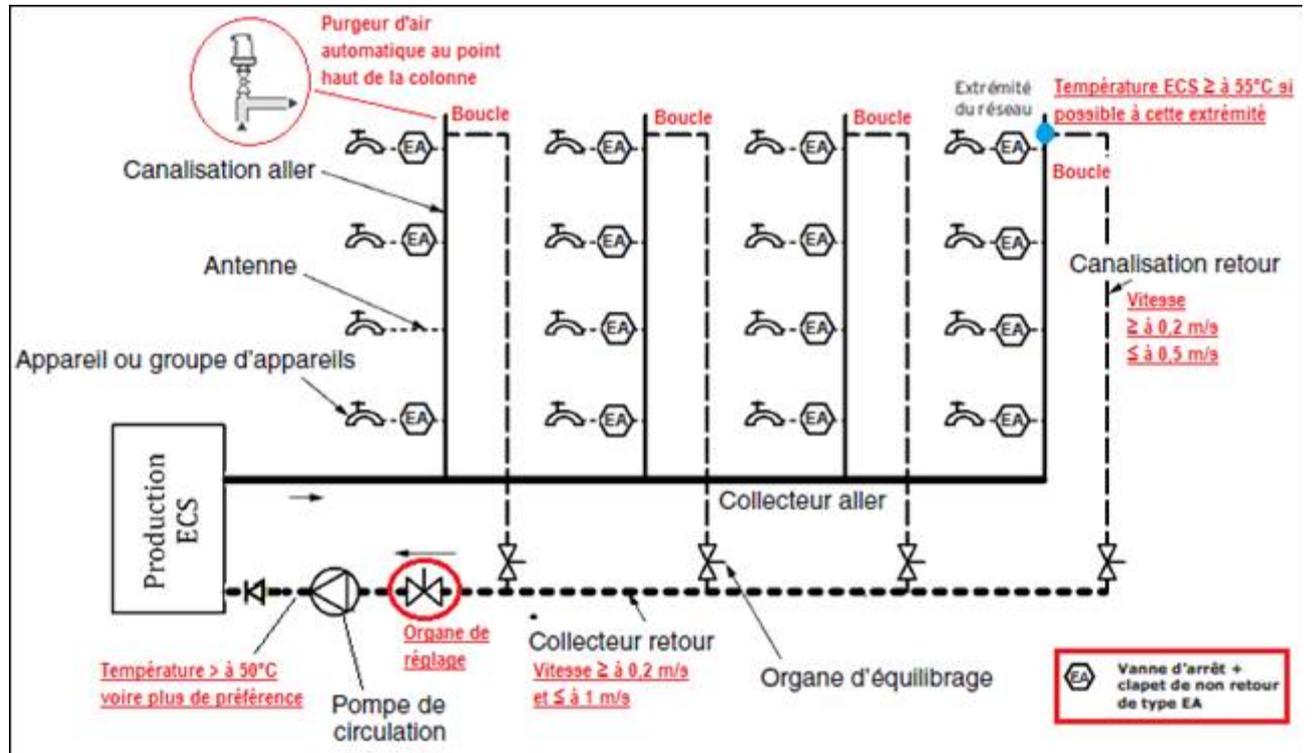
- La température de l'eau froide doit être inférieure à 25 °C (référence de qualité mentionnée dans l'arrêté ministériel du 11 janvier 2007 relatif aux limites et aux références de qualité des eaux brutes et des EDCH) ;
- La température de l'ECS doit être supérieure à 50 °C sur l'ensemble du réseau d'ECS et inférieure à 60 °C aux points de puisage. Dans les cuisines et les buanderies des établissements recevant du public, la température de l'eau distribuée pourra être portée au maximum à 90 °C en certains points faisant l'objet d'une signalisation particulière (panonceau rouge) ;
- La température de l'ECS au niveau des équipements de stockage doit, lorsque le volume total des équipements de stockage est supérieur ou égal à 400 litres, et à l'exclusion des ballons de préchauffage, être en permanence supérieure ou égale à 55 °C à la sortie des équipements ou être portée à une température suffisante au moins une fois par 24 heures (cas des ballons à accumulation) ;
- Lorsque le volume entre le point de mise en distribution et le point de puisage le plus éloigné est supérieur à 3 litres, la température de l'eau doit être supérieure ou égale à 50 °C en tout point du système de distribution, à l'exception des tubes finaux d'alimentation des points de puisage.

Pour résumer, les points clés de la réglementation sont :

- Maintenir l'eau à une température élevée dans les installations de distribution.
- Eviter la stagnation et assurer une bonne circulation de l'eau.
- La température des bouclages ne doit pas descendre en dessous de 50°C.
- Calorifuger séparément les circuits eau froide et eau chaude.
- Maintenir l'eau froide en dessous de 25°C.
- S'assurer des vitesses de circulation d'eau $\geq 0,2$ m/s dans le retour de boucle permettant d'obtenir un régime d'écoulement turbulent limitant le développement des biofilms.

Architectures distribution ECS

L'installation d'eau chaude sanitaire comprend la production d'eau chaude et le réseau de distribution d'eau chaude sanitaire (ECS). Le bouclage du réseau collectif de distribution d'eau chaude sanitaire a pour objectif de maintenir en tout point de la boucle une température fixée de consigne.

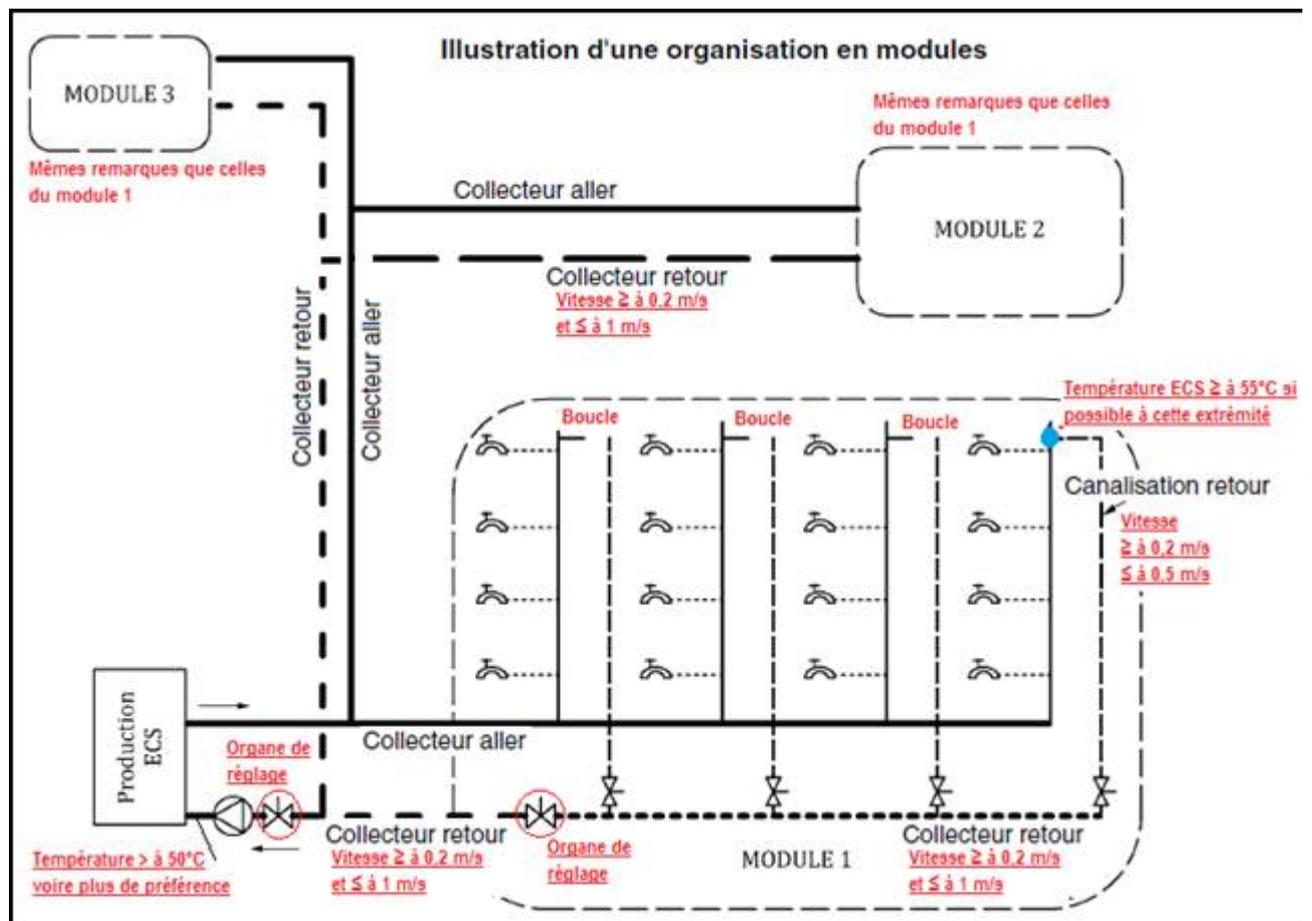


Définitions des éléments de bouclage des réseaux ECS :

- **Réseau aller** : le réseau aller distribue l'eau chaude depuis la production jusqu'aux différents points d'usage. Il est constitué d'un collecteur et de canalisations
- **Réseau retour** : le réseau retour ramène l'eau chaude à la production. Il est constitué de canalisations et d'un collecteur. Un organe de réglage de débit doit être mis en place sur le collecteur retour général
- **Antenne** : une antenne alimente un appareil ou un groupe d'appareils. Elle ne fait pas partie du réseau bouclé. La longueur d'une antenne ne doit pas dépasser 8 mètres. Chaque piquage est équipé d'un ensemble de protections EA (vanne d'arrêt et clapet EA).
- **Boucles** : les boucles comprennent chacune une canalisation « aller » et une canalisation « retour » sur laquelle se situe l'organe d'équilibrage. La vitesse de circulation d'eau dans le retour de la boucle est comprise entre 0,2 et 0,5 m/s, Un organe d'équilibrage de débit doit être installé sur chaque boucle. La création d'une boucle propre à chaque point de puisage, ou le cas échéant à un nombre restreint de points de puisage, est à proscrire.

- Collecteurs : les collecteurs sont des canalisations sur lesquelles sont piquées au moins 2 boucles. La canalisation aller de chaque boucle est piquée sur le collecteur « aller », la canalisation retour de chaque boucle rejoint le collecteur retour. La pompe de circulation se situe sur le collecteur retour
- Pompe de circulation : la pompe de circulation (Ou pompe de bouclage ou de recyclage) permet d'assurer un débit permanent dans les canalisations et est placée sur le réseau retour.
- Organes de réglage : les organes de réglage ou d'équilibrage, permettent de répartir les débits dans l'installation et sont situés sur les retours de boucle afin de ne pas avoir à supporter les débits de puisage qui sont bien supérieurs aux débits de bouclage. Un organe de réglage est équipé de points de mesure sert à mesurer la température et le débit.

Un module est une partie d'un réseau comprenant plusieurs circuits et séparée par une vanne de compensation. Dans le cas de modules, une vanne générale est mise en place sur le retour commun.



Les types de canalisations

Choix des matériaux

Les tubes cuivre supportent les désinfections thermiques et chimiques. Ils font aussi l'objet d'une marque NF (NF EN 1057).

L'acier galvanisé n'est pas le matériau le mieux adapté compte tenu des risques de corrosion notamment en présence de désinfectant ou de température élevée. En outre les tubes en acier galvanisé ne doivent pas être parcourus par de l'eau à une température supérieure à 60 °C..

Les éléments en cuivre et alliages de cuivre ne doivent pas être placés en amont des canalisations en acier galvanisé.

Le raccordement d'un tube en cuivre à un réseau galvanisé ne doit pas se faire par brasage ou soudo-brasage direct. Une pièce intermédiaire est nécessaire pour assembler le tube en acier galvanisé et le tube de cuivre.

Pour limiter le risque d'obstruction par entartrage, un diamètre minimal de 12 mm est nécessaire. Dans ce cas selon les matériaux, les canalisations doivent avoir un diamètre supérieur ou égal à :

- Pour les tubes en acier galvanisé : DN 15 – 16,7/21,3 ;
- Pour les tubes en cuivre : 12 x 14 ;
- Pour les tubes en PVC-C : DN 16 – 12,4/16 ;
- Pour les tubes en PEX ou PB : DN 16 – 16 / 1,5 ;

MATERIAUX	NORMES et autres	AUTORISATION	
		EAU FROIDE	EAU CHAUDE
Acier galvanisé	NF A 49	OUI	Déconseillé (≤ 60° C)
Acier inoxydable	(Avis techniques)	OUI	OUI
Acier noir (non revêtu)	-	NON	NON
Cuivre	NF A 51	OUI	OUI
Fonte (ductile ou grise)	-	OUI	Inadapté
Plomb	-	NON	NON
PVC - PolyChlorure de Vinyle	NF T 54 014	OUI	NON
PE - PolyEthylène	NF T 54 063	OUI	NON
PER - PolyEthylène Réticulé	(Avis techniques)	OUI	OUI
PB - PolyButylène	(Avis techniques)	OUI	OUI
PP - PolyPropylène	(Avis techniques)	OUI	OUI
PVCC - PVC " surchloré "	(Avis techniques)	OUI	OUI
Multi-couches	(Avis techniques)	OUI	OUI

Dans le cas d'utilisation de canalisations en acier galvanisé, l'installation de tubes témoins est à prévoir sur le collecteur général des retours d'eau, en amont du clapet anti retour sur le retour d'eau, en amont de la pompe de circulation.

Le calorifuge des canalisations

Choisir les épaisseurs de calorifuge des réseaux de distribution ECS

Classes d'isolation selon la NF EN 12828

Vous trouverez dans les tableaux joints (issus de la NF EN12828), pour chacune des classes d'isolation 1 à 4, l'épaisseur d'isolation minimale (en mm) en fonction de :

- la conductivité thermique de l'isolant (coefficient λ en W/m.K),
- le diamètre extérieur du tube (d_1 en mm).

Les tableaux donnent également le coefficient de perte des conduits en fonction du diamètre extérieur du conduit, de la conductivité thermique de l'isolant et de son épaisseur.

Diamètre extérieur du conduit (sans isolant) (mm)	Classe 1					Classe 2				
	Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique λ (W/m.K)				Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique λ (W/m.K)			
		0,03	0,04	0,05	0,06		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,25	1	3	6	11	0,23	2	5	8	14
20	0,29	5	7	11	16	0,25	7	12	19	27
30	0,32	8	12	17	23	0,28	11	17	25	36
40	0,35	10	14	20	28	0,3	14	21	30	42
60	0,42	12	18	26	37	0,36	17	26	37	50
80	0,48	14	22	31	41	0,41	20	29	41	54
100	0,55	15	23	32	44	0,46	22	32	43	57
200	0,88	19	26	35	56	0,72	27	37	49	62
300	1,21	21	29	39	50	0,98	28	39	51	64
plan	(1,17)	22	30	37	45	(0,88)	31	41	51	62

Diamètre extérieur du conduit (sans isolant) (mm)	Classe 3					Classe 4				
	Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique λ (W/m.K)				Coefficient de perte UI (W/m.K)	Conductivité thermique λ (W/m.K)			
		0,03	0,04	0,05	0,06		0,03	0,04	0,05	0,06
10	0,20	4	7	13	20	0,18	6	11	19	31
20	0,22	10	17	26	38	0,19	13	23	36	56
30	0,24	14	23	35	50	0,21	19	31	49	72
40	0,26	18	28	41	58	0,22	24	38	58	84
60	0,30	23	35	50	69	0,25	30	47	70	99
80	0,34	26	39	55	74	0,28	35	54	77	107
100	0,38	29	42	59	78	0,31	38	58	82	112
200	0,58	35	50	66	85	0,56	47	68	92	120
300	0,78	38	53	69	86	0,61	51	72	96	122
plan	(0,66)	42	56	70	84	(0,49)	58	77	96	116

Coefficient de perte thermique linéaire d'une canalisation isolée (UI en W/m.K)

Selon le DTU 60.11 P1-2, les parties maintenues en température de la distribution d'eau chaude sanitaire sont calorifugées par une isolation dont le coefficient de perte de chaleur (UI), exprimé en W/m.K, est au plus égal selon la formule suivante :

$$\text{Coefficient de perte maximale : } UI_{(W/m.K)} \leq 3,3 \cdot d_{(m)} + 0,22 \quad \leftarrow \text{Equivalent à la classe 1}$$

- d : diamètre extérieur du tube sans isolant, exprimé en mètres

En fait cette formule correspond à un coefficient de perte avec une isolation de classe 1 donnée comme « garde-fou » selon les exigences minimales réglementaires de la RT 2005.

A noter que les valeurs de références de la RT2005 sont équivalentes à la classe 2, soit grosso modo inférieure de 15% par rapport aux valeurs minimales du DTU 61.11 ou comme « Garde-fou » de la RT2005.

Une isolation classe 2 correspond à un coefficient de perte est au plus égal selon la formule suivante :

$$\text{Coefficient de perte maximale : } UI_{(W/m.K)} \leq 2,6 \cdot d_{(m)} + 0,2 \quad \leftarrow \text{Equivalent à la classe 2}$$

En reprenant les formules de calcul précédentes, le tableau ci-dessous indique les épaisseurs minimales des isolants thermiques en mousse caoutchouc (Épaisseur des isolants fournis par les fabricants) selon les diamètres des tubes pour ne pas dépasser les valeurs limites des coefficients de perte thermique (en W/m.K) maximales autorisées selon le DTU 60.11 (Classe 1) et les valeurs du référentiel de la RT2005 (Classe 2).

Epaisseur minimale isolants thermiques - Garde-fou DTU 60.11 et référentiel RT2005						Garde-fou DTU 60.11		Référentiel RT2005			
JY MESSE - ThermExcel						0,042 W/m.k		0,042 W/m.k			
Types & Ø réseaux du commerce				Vitesse max	Débit max	Classe 1	Isolant	UI selon épa	Classe 2	Isolant	UI selon épais
Nature réseaux		Ø INT	Ø EXT	m/s	l/s	$U=3,3 \cdot d+0,22$	Epais. Isol	(W/m)	$U=2,6 \cdot d+0,2$	Epais. Isol	(W/m)
- Réseau cuivre	10/12	10,0 mm	12,0 mm	0,33 m/s	0,03 l/s	0,260 W/m.k	9 mm	0,221 W/m.k	0,231 W/m.k	9 mm	0,221 W/m.k
- Réseau cuivre	12/14	12,0 mm	14,0 mm	0,38 m/s	0,04 l/s	0,266 W/m.k	9 mm	0,242 W/m.k	0,236 W/m.k	13 mm	0,209 W/m.k
- Réseau cuivre	14/16	14,0 mm	16,0 mm	0,42 m/s	0,06 l/s	0,273 W/m.k	13 mm	0,226 W/m.k	0,242 W/m.k	13 mm	0,226 W/m.k
- Réseau cuivre	16/18	16,0 mm	18,0 mm	0,46 m/s	0,09 l/s	0,279 W/m.k	13 mm	0,243 W/m.k	0,247 W/m.k	13 mm	0,243 W/m.k
- Réseau cuivre	18/20	18,0 mm	20,0 mm	0,49 m/s	0,13 l/s	0,286 W/m.k	13 mm	0,260 W/m.k	0,252 W/m.k	19 mm	0,218 W/m.k
- Réseau cuivre	20/22	20,0 mm	22,0 mm	0,53 m/s	0,17 l/s	0,293 W/m.k	19 mm	0,231 W/m.k	0,257 W/m.k	19 mm	0,231 W/m.k
- Réseau cuivre	26/28	26,0 mm	28,0 mm	0,63 m/s	0,34 l/s	0,312 W/m.k	19 mm	0,268 W/m.k	0,273 W/m.k	19 mm	0,268 W/m.k
- Réseau cuivre	30/32	30,0 mm	32,0 mm	0,70 m/s	0,49 l/s	0,326 W/m.k	19 mm	0,292 W/m.k	0,283 W/m.k	25 mm	0,253 W/m.k
- Réseau cuivre	34/36	34,0 mm	36,0 mm	0,76 m/s	0,69 l/s	0,339 W/m.k	19 mm	0,316 W/m.k	0,294 W/m.k	25 mm	0,272 W/m.k
- Réseau cuivre	40/42	39,6 mm	42,0 mm	0,84 m/s	1,04 l/s	0,359 W/m.k	19 mm	0,352 W/m.k	0,309 W/m.k	25 mm	0,301 W/m.k
- Réseau cuivre	52/54	51,6 mm	54,0 mm	1,00 m/s	2,10 l/s	0,398 W/m.k	25 mm	0,358 W/m.k	0,340 W/m.k	32 mm	0,309 W/m.k
- Réseau cuivre	64/61,6	61,6 mm	64,0 mm	1,13 m/s	3,37 l/s	0,431 W/m.k	25 mm	0,405 W/m.k	0,366 W/m.k	32 mm	0,348 W/m.k
- Réseau cuivre	66,7/64	64,3 mm	66,7 mm	1,16 m/s	3,78 l/s	0,440 W/m.k	25 mm	0,418 W/m.k	0,373 W/m.k	32 mm	0,358 W/m.k
- Réseau cuivre	70/67	67,0 mm	70,0 mm	1,20 m/s	4,22 l/s	0,451 W/m.k	25 mm	0,433 W/m.k	0,382 W/m.k	32 mm	0,371 W/m.k
- Réseau cuivre	76/73,1	73,1 mm	76,1 mm	1,27 m/s	5,33 l/s	0,471 W/m.k	25 mm	0,462 W/m.k	0,398 W/m.k	32 mm	0,394 W/m.k
- Réseau cuivre	80/77	77,0 mm	80,0 mm	1,31 m/s	6,12 l/s	0,484 W/m.k	25 mm	0,480 W/m.k	0,408 W/m.k	32 mm	0,408 W/m.k
- Réseau cuivre	88,9/85	85,9 mm	88,9 mm	1,42 m/s	8,20 l/s	0,513 W/m.k	32 mm	0,442 W/m.k	0,431 W/m.k	40 mm	0,382 W/m.k
- Réseau acier	12/17	13,2 mm	17,2 mm	0,40 m/s	0,05 l/s	0,277 W/m.k	13 mm	0,237 W/m.k	0,245 W/m.k	13 mm	0,237 W/m.k
- Réseau acier	15/21	16,6 mm	21,3 mm	0,47 m/s	0,10 l/s	0,290 W/m.k	13 mm	0,270 W/m.k	0,255 W/m.k	19 mm	0,226 W/m.k
- Réseau acier	20/27	22,2 mm	26,9 mm	0,57 m/s	0,22 l/s	0,309 W/m.k	19 mm	0,261 W/m.k	0,270 W/m.k	19 mm	0,261 W/m.k
- Réseau acier	26/34	27,9 mm	33,7 mm	0,66 m/s	0,41 l/s	0,331 W/m.k	19 mm	0,303 W/m.k	0,288 W/m.k	25 mm	0,261 W/m.k
- Réseau acier	33/42	36,6 mm	42,4 mm	0,80 m/s	0,84 l/s	0,360 W/m.k	19 mm	0,354 W/m.k	0,310 W/m.k	25 mm	0,303 W/m.k
- Réseau acier	40/49	42,5 mm	48,3 mm	0,88 m/s	1,25 l/s	0,379 W/m.k	25 mm	0,331 W/m.k	0,326 W/m.k	32 mm	0,287 W/m.k
- Réseau acier	50/60	53,8 mm	60,3 mm	1,03 m/s	2,35 l/s	0,419 W/m.k	25 mm	0,388 W/m.k	0,357 W/m.k	32 mm	0,334 W/m.k
- Réseau acier	66/76	69,6 mm	76,1 mm	1,23 m/s	4,67 l/s	0,471 W/m.k	25 mm	0,462 W/m.k	0,398 W/m.k	32 mm	0,394 W/m.k
- Réseau acier	80/90	82,4 mm	88,9 mm	1,38 m/s	7,34 l/s	0,513 W/m.k	32 mm	0,442 W/m.k	0,431 W/m.k	32 mm	0,442 W/m.k
- Réseau acier	107/114	105,3 mm	114,3 mm	1,62 m/s	14,14 l/s	0,597 W/m.k	32 mm	0,537 W/m.k	0,497 W/m.k	40 mm	0,460 W/m.k
- Réseau acier	139 / 7	130,7 mm	139,7 mm	1,86 m/s	25,19 l/s	0,681 W/m.k	32 mm	0,631 W/m.k	0,563 W/m.k	40 mm	0,537 W/m.k
- Réseau PVC	DN 16	12,4 mm	16,0 mm	0,38 m/s	0,05 l/s	0,273 W/m.k	9 mm	0,250 W/m.k	0,242 W/m.k	13 mm	0,217 W/m.k
- Réseau PVC	DN 20	15,4 mm	20,0 mm	0,45 m/s	0,08 l/s	0,286 W/m.k	13 mm	0,247 W/m.k	0,252 W/m.k	13 mm	0,247 W/m.k
- Réseau PVC	DN 25	19,4 mm	25,0 mm	0,52 m/s	0,15 l/s	0,303 W/m.k	13 mm	0,283 W/m.k	0,265 W/m.k	19 mm	0,238 W/m.k
- Réseau PVC	DN 32	24,9 mm	32,0 mm	0,61 m/s	0,30 l/s	0,326 W/m.k	25 mm	0,241 W/m.k	0,283 W/m.k	19 mm	0,276 W/m.k
- Réseau PVC	DN 40	31,0 mm	40,0 mm	0,71 m/s	0,54 l/s	0,352 W/m.k	25 mm	0,276 W/m.k	0,304 W/m.k	25 mm	0,276 W/m.k
- Réseau PVC	DN 50	38,8 mm	50,0 mm	0,83 m/s	0,98 l/s	0,385 W/m.k	25 mm	0,318 W/m.k	0,330 W/m.k	25 mm	0,318 W/m.k
- Réseau PVC	DN 63	53,6 mm	63,0 mm	1,03 m/s	2,32 l/s	0,428 W/m.k	25 mm	0,381 W/m.k	0,364 W/m.k	32 mm	0,329 W/m.k
- Réseau PVC	DN 75	64,0 mm	75,0 mm	1,16 m/s	3,73 l/s	0,468 W/m.k	25 mm	0,432 W/m.k	0,395 W/m.k	32 mm	0,371 W/m.k
- Réseau PVC	DN 90	76,8 mm	90,0 mm	1,31 m/s	6,08 l/s	0,517 W/m.k	25 mm	0,493 W/m.k	0,434 W/m.k	32 mm	0,422 W/m.k
- Réseau PVC	DN 110	93,8 mm	110,0 mm	1,50 m/s	10,38 l/s	0,583 W/m.k	32 mm	0,488 W/m.k	0,486 W/m.k	40 mm	0,423 W/m.k

Dans les volumes non chauffés, les canalisations d'eau chaude sanitaire doivent dans tous les cas être calorifugées. Ce calorifugeage n'est pas obligatoire pour les canalisations encastrées, engravées ou enrobées.

Dimensionnement des réseaux ECS

Dimensionnement des bouclages ECS (selon DTU 60.11)

Le dimensionnement ne doit pas se baser uniquement sur le calcul des pertes thermiques. Le calcul des pertes de charge du réseau d'ECS, le respect des vitesses de circulation dans les canalisations et des plages de fonctionnement des organes d'équilibrage sont tout aussi importants pour un bon dimensionnement des boucles d'ECS.

Pour dimensionner une installation de distribution d'eau chaude bouclée, il est important de calculer :

- les pertes thermiques totales de l'ensemble des réseaux de bouclage,
- de définir le débit de la pompe de circulation pour justement compenser les pertes chaleur des réseaux de bouclage de manière à maintenir une température au moins égale à 50°C en tout point du système de distribution,
- de maintenir des vitesses de circulation dans les tuyauteries de bouclage supérieures à 0,2 m/s. permettant d'assurer un écoulement turbulent et donc de lutter efficacement contre le développement du bio-film
- de calculer les pertes de charge du réseau de bouclage le plus défavorisé. On veillera à ne pas dépasser les vitesses maximales recommandées.

Méthode de calcul

Les calculs de dimensionnement des circuits de bouclage sont menés en considérant qu'il n'y a pas de puisages. Lors de puisages, le fonctionnement hydraulique est fortement perturbé jusqu'à provoquer des annulations voire des inversions de débit. Ceci est d'autant plus probable que la perte de charge du générateur est importante (cas des échangeurs à plaques).

Pour conserver une marge de sécurité avec le fonctionnement réel, ces calculs de dimensionnement doivent se fixer comme objectif une température de l'eau supérieure à 50 °C en tout point du système de distribution, à l'exception des tubes finaux d'alimentation des points de puisage.

Coefficient de transfert thermique linéaire d'une canalisation isolée :

Transfert thermique d'un tuyau d'eau chaude isolé ayant une longueur de 1 m, avec un écart de température de 1 K entre l'eau et l'air ambiant.

Le coefficient UI varie en fonction du diamètre et de la nature du tube, de la conductivité thermique et de l'épaisseur de l'isolant. Il est donné par la formule suivante :

$$UI_{(W/m.K)} = \frac{2 \cdot \Pi}{\frac{1}{\lambda_{\text{tube}}} \cdot \ln\left(\frac{de_{\text{(tube(m))}}}{di_{\text{(tube(m))}}}\right) + \frac{1}{\lambda_{\text{isolant}}} \cdot \ln\left(\frac{de_{\text{(isolant(m))}}}{di_{\text{(isolant(m))}}}\right) + \frac{2}{he \cdot de_{\text{(isolant(m))}}}}$$

- UI : Coefficient de transmission thermique linéique en W/(m·K)
- Di : Diamètre intérieur en m (canalisation ou calorifuge)
- De Diamètre extérieur en m (canalisation ou calorifuge)
- λ_{isolant} : Conductivité thermique de l'isolant
- he : Coefficient d'échange superficiel, par défaut il est estimé à 10 W/(m²·K).

Perte thermique de la canalisation :

Écart (chute) de température de l'eau

Si l'on se fixe arbitrairement une répartition de la température de l'eau le long d'un circuit on peut calculer, sans connaître les débits, les pertes de chaleur des branches correspondantes.

Comme l'on se fixe une chute maximale de température relativement faible on peut utiliser sans risque d'erreur l'écart moyen arithmétique.

L'écart moyen arithmétique des températures entre l'eau et l'ambiance est alors égal à :

$$\Delta T_{(K)} = \frac{(te - ts)}{2} - ta$$
 avec :

- ts : la température de l'eau à la sortie de cette branche,
- te : température d'entrée de l'eau dans la canalisation.
- ta : température de l'air ambiante environnante à l'extérieur de la canalisation (par ex. : +10°C en sous-sol, +20°C en étage).

Perte thermique dans la canalisation :

$$Q_{(W)} = UI_{(W/mK)} \cdot L \cdot \Delta T$$
 avec :

- L : longueur de canalisation en m
- UI : Coefficient de transmission thermique linéique en W/(m·K)

Débit pompe de bouclage et chute de température de l'eau dans la canalisation

Les débits de bouclage doivent couvrir l'ensemble des pertes thermiques des réseaux de bouclages (Réseaux aller et retour) ainsi qu'aux contraintes minimales et maximales des vitesses de passage dans les canalisations.

La chute de température de l'eau dans la canalisation du circuit hydraulique est une conséquence directe du débit, plus le débit augmente et plus l'écart de température entre le départ et le retour de boucle diminue.

La relation entre le débit et l'écart (chute) de température d'une boucle qui résulte des pertes thermiques est donnée par les formules suivantes :

$$Q_{\text{(bouclage L/h)}} = \frac{P_{\text{(W)}} \cdot 0,8598}{\Delta T_{\text{(K)}}}$$

$$\Delta T_{\text{(K)}} = \frac{Q_{\text{(bouclage L/h)}}}{P_{\text{(W)}} \cdot 0,8598}$$

Où :

- P est la somme des déperditions thermiques (puissance totale dissipée) de la boucle en Watt (W) ;
- Q est le débit de l'eau dans la boucle en litre par heure (L/h) ;
- ΔT est l'écart (chute) de température en K entre l'aller et le retour de la boucle.

Cette équation n'est pas suffisante pour calculer le débit de bouclage minimal nécessaire. Le débit de chaque boucle est fixé en prenant la plus grande valeur de débit entre :

- le débit calculé en fonction des déperditions thermiques ;
- le débit permettant une vitesse minimale de circulation de 0,2 m/s dans la canalisation retour ;

Pour conserver une marge de sécurité avec le fonctionnement réel, ces calculs de dimensionnement doivent se fixer comme objectif une température de l'eau supérieure à 50 °C en tout point du système de distribution, à l'exception des tubes finaux d'alimentation des points de puisage.

Débit par tronçon :

Le débit dans un tronçon sert à compenser les pertes thermiques du tronçon lui-même ainsi que de tous les tronçons situés en aval. Le débit total de bouclage doit être réparti à chaque dérivation du circuit au prorata des pertes thermiques observées en aval du point de dérivation. Ceci implique un équilibrage du bouclage qui sera réalisé au moyen des vannes de réglages placées sur les retours de chaque boucle.

Vitesses de circulation dans les canalisations

La vitesse à prendre en considération pour le calcul des diamètres selon la méthode générale est la vitesse résultante des calculs doit être inférieure à 2 m/s majorée de 10 %.

Les dimensionnements des canalisations doivent tenir compte des contraintes de vitesse, notamment pour éviter l'apparition de nuisances sonores :

- ≤ 2 m/s pour les canalisations en sous-sol, vides sanitaires ou locaux techniques ;
- ≤ 1,5 m/s en colonnes montantes ;

- ≤ 1 m/s pour les branchements d'étages et d'appareils ;
- ≤ 1 m/s pour les collecteurs de retour de boucle ;
- 0,2 à 0,5 m/s pour les retours boucles.

Les vitesses trop faibles ou la stagnation, à l'opposé, favorisent aussi les corrosions.

- Dimensionner les canalisations horizontales de retour de boucle en acier galvanisé afin d'obtenir des vitesses d'au moins 0,2 m/s (Additif n°4 du DTU 60.1, voir page 41).
- Placer la boucle le plus près possible des points de puisages...

Le Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG) des marchés publics de génie climatique donne les vitesses maximales, les débits et les diamètres équivalents des canalisations du commerce.

	Diamètre nominal - Diamètre intérieur/extérieur en mm	Débit minimal en m ³ /h pour la vitesse minimale de 0,2 m/s		Débit maximal en m ³ /h pour les vitesses maximales CCTG	
			Vitesse minimale en m/s		Vitesse maximale en m/s
Acier galvanisé	DN15 - 16,7/21,3	0,15	0,2	0,45	0,55
	DN20 - 22,3/26,9	0,3		1	0,7
	DN25 - 27,9/33,7	0,45		1,8	0,8
	DN32 - 36,6/42,4	0,75		3,4	0,9
	DN40 - 42,5/48,3	1		4,85	0,95
Cuivre	14/16	0,1		0,3	0,55
	16/18	0,15		0,45	0,6
	20/22	0,25		0,8	0,7
	26/28	0,4		1,35	0,7*
	33/35	0,6		2,15	0,7*
	40/42	0,9		3,15	0,7*
C-PVC	DN15 - 15,4/20	0,15		0,4	0,6*
	DN20 - 19,4/25	0,2		0,75	0,7*
	DN25 - 24,8/32	0,35		1,2	0,7*
	DN32 - 31/40	0,55		1,9	0,7*
	DN40 - 38,8/50	0,85	3	0,7*	

Calcul du Ø de tube en fonction du débit et de la vitesse du fluide

Le diamètre intérieur (di) du tube en fonction du débit (Q) et de la vitesse (v) imposée est déterminé par la relation suivante.

$$d_i \text{ (mm)} = \sqrt{\frac{Q_v \text{ (m}^3\text{/h)} \cdot 353,68}{V \text{ (m/s)}}$$

Avec

- v = la vitesse du fluide en m/s
- Q_v = Débit d'eau volumique dans la canalisation en m³/h
- d_i : diamètre intérieur du tube en mm

Les pertes de charge

Les réseaux de distribution d'ECS et des retours de bouclage sont dimensionnés de manière à respecter les vitesses maximales autorisées et minimales en particulier sur les retours de boucles et tout en ayant des pertes de charge acceptables sur ces mêmes canalisations.

Il est judicieux de dimensionner les réseaux de distribution d'eau de retour de boucle sur une fourchette de 6 mmCE à 22 mmCE voire 25 mmCE permettant de ce fait d'avoir à la fois des vitesses de passage minimale (>0,2m/s) et de ne pas dépasser les vitesses pouvant engendrer du bruit.

Il est à noter qu'avec une vitesse d'écoulement identique la perte de charge sera bien plus élevée avec des petits diamètres de tuyauterie par rapport à des gros diamètres. En conséquence les vitesses de passage limites données dans le DTU correspondent bien plus à des gros diamètres de canalisations.

Les valeurs du tableau suivant ont été calculées pour une perte de charge linéique de 20, 25 et 30 mmCE/m. L'objectif est de se limiter à une perte de charge qui ne devrait pas dépasser 20 mmCE sur le retour de boucle et 25...30 mmCE sur la distribution aller en période de pointe permettant d'obtenir à la fois une vitesse silencieuse et de respecter les vitesses limites recommandées selon le DTU à ne pas dépasser notamment sur les retours de boucles et d'être plus ou moins conforme au Cahier des Clauses Techniques Générales (CCTG) des marchés publics de génie climatique.

Une présélection des diamètres des canalisations peuvent être effectuées à partir du tableau suivant.

Jean Yves MESSE - THERMEXCEL - Prédimensionnement réseaux plomberie																	
JY MESSE - ThermExcel			Limites vitesses silencieuses, débits & P				Limitation Pdc 20 mmCE/m				Limitation Pdc 20 mmCE/m				Limitation Pdc 30 mmCE/m		
Types & Ø réseaux du commerce			Vitesse maxi				Débit admissible				Débit correspondant				Débit correspondant		
Nature réseaux	Ø INT	Ø EXT.	V ³ (m ³ /s)	V/s	l/h	Pdc EC	Vitesse maxi	V/s	l/h	Vitesse maxi	Débit correspondant	V/s	l/h	Vitesse maxi	Débit correspondant	V/s	l/h
- Réseau cuivre	10/12	10,00 mm	12,00 mm	0,45 m/s	0,04 Vs	126 l/h	41,8 mmCE	0,30 m/s	0,02 Vs	84 l/h	25 mmCE	0,33 m/s	0,03 Vs	94 l/h	0,37 m/s	0,03 Vs	104 l/h
- Réseau cuivre	12/14	12,0 mm	14,0 mm	0,49 m/s	0,06 Vs	199 l/h	39,2 mmCE	0,33 m/s	0,04 Vs	136 l/h	25 mmCE	0,36 m/s	0,04 Vs	153 l/h	0,41 m/s	0,05 Vs	169 l/h
- Réseau cuivre	14/16	14,0 mm	16,0 mm	0,53 m/s	0,08 Vs	293 l/h	37,2 mmCE	0,37 m/s	0,06 Vs	206 l/h	25 mmCE	0,42 m/s	0,06 Vs	231 l/h	0,46 m/s	0,07 Vs	255 l/h
- Réseau cuivre	16/18	16,0 mm	18,0 mm	0,57 m/s	0,11 Vs	409 l/h	35,5 mmCE	0,41 m/s	0,08 Vs	294 l/h	25 mmCE	0,46 m/s	0,09 Vs	331 l/h	0,50 m/s	0,10 Vs	364 l/h
- Réseau cuivre	18/20	18,0 mm	20,0 mm	0,60 m/s	0,15 Vs	550 l/h	34,1 mmCE	0,44 m/s	0,11 Vs	403 l/h	25 mmCE	0,49 m/s	0,13 Vs	453 l/h	0,54 m/s	0,14 Vs	499 l/h
- Réseau cuivre	20/22	20,0 mm	22,0 mm	0,63 m/s	0,20 Vs	715 l/h	32,8 mmCE	0,47 m/s	0,15 Vs	533 l/h	25 mmCE	0,53 m/s	0,17 Vs	600 l/h	0,58 m/s	0,18 Vs	661 l/h
- Réseau cuivre	26/28	26,0 mm	28,0 mm	0,72 m/s	0,38 Vs	1378 l/h	30,0 mmCE	0,56 m/s	0,30 Vs	1076 l/h	25 mmCE	0,63 m/s	0,34 Vs	1210 l/h	0,70 m/s	0,37 Vs	1332 l/h
- Réseau cuivre	30/32	30,0 mm	32,0 mm	0,77 m/s	0,55 Vs	1971 l/h	28,5 mmCE	0,62 m/s	0,44 Vs	1577 l/h	25 mmCE	0,70 m/s	0,49 Vs	1774 l/h	0,77 m/s	0,54 Vs	1953 l/h
- Réseau cuivre	34/36	34,0 mm	36,0 mm	0,82 m/s	0,75 Vs	2695 l/h	27,3 mmCE	0,67 m/s	0,61 Vs	2204 l/h	25 mmCE	0,76 m/s	0,69 Vs	2479 l/h	0,83 m/s	0,76 Vs	2729 l/h
- Réseau cuivre	40/42	39,6 mm	42,0 mm	0,89 m/s	1,10 Vs	3946 l/h	25,9 mmCE	0,75 m/s	0,92 Vs	3312 l/h	25 mmCE	0,84 m/s	1,04 Vs	3726 l/h	0,93 m/s	1,14 Vs	4102 l/h
- Réseau cuivre	52/54	51,6 mm	54,0 mm	1,02 m/s	2,12 Vs	7648 l/h	23,6 mmCE	0,89 m/s	1,87 Vs	6721 l/h	25 mmCE	1,00 m/s	2,10 Vs	7560 l/h	1,11 m/s	2,31 Vs	8323 l/h
- Réseau cuivre	64/61,6	61,6 mm	64,0 mm	1,11 m/s	3,31 Vs	11909 l/h	22,2 mmCE	1,01 m/s	3,00 Vs	10791 l/h	25 mmCE	1,13 m/s	3,37 Vs	12139 l/h	1,25 m/s	3,71 Vs	13364 l/h
- Réseau cuivre	66,7/64	64,3 mm	66,7 mm	1,13 m/s	3,68 Vs	13257 l/h	21,9 mmCE	1,04 m/s	3,36 Vs	12102 l/h	25 mmCE	1,16 m/s	3,78 Vs	13614 l/h	1,28 m/s	4,16 Vs	14968 l/h
- Réseau cuivre	70/67	67,0 mm	70,0 mm	1,16 m/s	4,08 Vs	14892 l/h	21,6 mmCE	1,06 m/s	3,75 Vs	13509 l/h	25 mmCE	1,20 m/s	4,22 Vs	15196 l/h	1,32 m/s	4,65 Vs	16730 l/h
- Réseau cuivre	76/73,1	73,1 mm	76,1 mm	1,21 m/s	5,07 Vs	18268 l/h	20,9 mmCE	1,13 m/s	4,74 Vs	17052 l/h	25 mmCE	1,27 m/s	5,33 Vs	19182 l/h	1,40 m/s	5,87 Vs	21118 l/h
- Réseau cuivre	80/77	77,0 mm	80,0 mm	1,24 m/s	5,78 Vs	20803 l/h	20,5 mmCE	1,17 m/s	5,44 Vs	19593 l/h	25 mmCE	1,31 m/s	6,12 Vs	22041 l/h	1,45 m/s	6,74 Vs	24266 l/h
- Réseau cuivre	88,9/85,1	85,9 mm	88,9 mm	1,31 m/s	7,60 Vs	27346 l/h	19,8 mmCE	1,26 m/s	7,29 Vs	26247 l/h	25 mmCE	1,42 m/s	8,20 Vs	29526 l/h	1,56 m/s	9,03 Vs	32507 l/h
- Réseau acier	12/17	13,2 mm	17,2 mm	0,51 m/s	0,07 Vs	253 l/h	37,9 mmCE	0,36 m/s	0,05 Vs	176 l/h	25 mmCE	0,40 m/s	0,05 Vs	198 l/h	0,44 m/s	0,06 Vs	218 l/h
- Réseau acier	15/21	16,6 mm	21,3 mm	0,58 m/s	0,12 Vs	449 l/h	35,0 mmCE	0,42 m/s	0,09 Vs	324 l/h	25 mmCE	0,47 m/s	0,10 Vs	365 l/h	0,52 m/s	0,11 Vs	402 l/h
- Réseau acier	20/27	22,2 mm	26,9 mm	0,67 m/s	0,26 Vs	929 l/h	31,7 mmCE	0,51 m/s	0,20 Vs	705 l/h	25 mmCE	0,57 m/s	0,22 Vs	793 l/h	0,63 m/s	0,24 Vs	873 l/h
- Réseau acier	26/34	27,9 mm	33,7 mm	0,75 m/s	0,48 Vs	1644 l/h	29,2 mmCE	0,59 m/s	0,36 Vs	1299 l/h	25 mmCE	0,66 m/s	0,41 Vs	1461 l/h	0,73 m/s	0,45 Vs	1609 l/h
- Réseau acier	33/42	36,6 mm	42,4 mm	0,86 m/s	0,90 Vs	3240 l/h	26,6 mmCE	0,71 m/s	0,75 Vs	2683 l/h	25 mmCE	0,80 m/s	0,84 Vs	3019 l/h	0,88 m/s	0,92 Vs	3323 l/h
- Réseau acier	40/49	42,5 mm	48,3 mm	0,92 m/s	1,31 Vs	4708 l/h	25,3 mmCE	0,78 m/s	1,11 Vs	4001 l/h	25 mmCE	0,88 m/s	1,25 Vs	4501 l/h	0,97 m/s	1,38 Vs	4955 l/h
- Réseau acier	50/60	53,8 mm	60,3 mm	1,04 m/s	2,36 Vs	8489 l/h	23,3 mmCE	0,92 m/s	2,09 Vs	7514 l/h	25 mmCE	1,03 m/s	2,35 Vs	8453 l/h	1,14 m/s	2,59 Vs	9308 l/h
- Réseau acier	60/76	69,6 mm	76,1 mm	1,16 m/s	4,49 Vs	16160 l/h	21,3 mmCE	1,09 m/s	4,15 Vs	14956 l/h	25 mmCE	1,23 m/s	4,67 Vs	16824 l/h	1,35 m/s	5,15 Vs	18522 l/h
- Réseau acier	80/90	82,4 mm	88,9 mm	1,28 m/s	8,85 Vs	24845 l/h	20,1 mmCE	1,22 m/s	6,52 Vs	23485 l/h	25 mmCE	1,38 m/s	7,34 Vs	26419 l/h	1,52 m/s	8,06 Vs	29066 l/h
- Réseau acier	107/114	105,3 mm	114,3 mm	1,45 m/s	12,64 Vs	45497 l/h	18,4 mmCE	1,44 m/s	12,57 Vs	45236 l/h	25 mmCE	1,62 m/s	14,14 Vs	50887 l/h	1,79 m/s	15,56 Vs	56024 l/h
- Réseau acier	139/17	130,7 mm	139,7 mm	1,62 m/s	21,69 Vs	78090 l/h	17,1 mmCE	1,67 m/s	22,39 Vs	80602 l/h	25 mmCE	1,88 m/s	25,19 Vs	90670 l/h	2,07 m/s	27,73 Vs	99824 l/h
- Réseau acier	DN150	159,3 mm	168,3 mm	1,78 m/s	35,58 Vs	128070 l/h	16,0 mmCE	1,91 m/s	38,00 Vs	136795 l/h	25 mmCE	2,14 m/s	42,7 Vs	153883 l/h	2,36 m/s	47,06 Vs	169418 l/h
- Réseau acier	DN200	207,3 mm	219,1 mm	2,04 m/s	66,72 Vs	247404 l/h	14,6 mmCE	2,28 m/s	76,83 Vs	278585 l/h	25 mmCE	2,56 m/s	86,4 Vs	311136 l/h	2,82 m/s	95,15 Vs	342544 l/h
- Réseau acier	DN250	260,4 mm	273,0 mm	2,28 m/s	119,64 Vs	437533 l/h	13,4 mmCE	2,65 m/s	141,34 Vs	508833 l/h	25 mmCE	2,99 m/s	159,0 Vs	572395 l/h	3,29 m/s	175,05 Vs	830179 l/h
- Réseau acier	DN300	309,7 mm	323,9 mm	2,49 m/s	199,62 Vs	674934 l/h	12,7 mmCE	2,98 m/s	224,66 Vs	808835 l/h	25 mmCE	3,36 m/s	252,7 Vs	909871 l/h	3,69 m/s	278,26 Vs	1000000 l/h
- Réseau PVC	DN 16	12,4 mm	16,0 mm	0,50 m/s	0,06 Vs	217 l/h	38,8 mmCE	0,34 m/s	0,04 Vs	149 l/h	25 mmCE	0,38 m/s	0,05 Vs	167 l/h	0,42 m/s	0,05 Vs	184 l/h
- Réseau PVC	DN 20	15,4 mm	20,0 mm	0,55 m/s	0,10 Vs	372 l/h	36,0 mmCE	0,40 m/s	0,07 Vs	285 l/h	25 mmCE	0,45 m/s	0,08 Vs	298 l/h	0,49 m/s	0,09 Vs	329 l/h
- Réseau PVC	DN 25	19,4 mm	25,0 mm	0,62 m/s	0,18 Vs	663 l/h	33,2 mmCE	0,46 m/s	0,14 Vs	492 l/h	25 mmCE	0,52 m/s	0,15 Vs	553 l/h	0,57 m/s	0,17 Vs	609 l/h
- Réseau PVC	DN 32	24,9 mm	32,0 mm	0,71 m/s	0,34 Vs	1237 l/h	30,4 mmCE	0,55 m/s	0,27 Vs	958 l/h	25 mmCE	0,61 m/s	0,30 Vs	1078 l/h	0,68 m/s	0,33 Vs	1187 l/h
- Réseau PVC	DN 40	31,0 mm	40,0 mm	0,79 m/s	0,59 Vs	2140 l/h	28,2 mmCE	0,63 m/s	0,48 Vs	1721 l/h	25 mmCE	0,71 m/s	0,54 Vs	1936 l/h	0,78 m/s	0,59 Vs	2132 l/h
- Réseau PVC	DN 50	38,8 mm	50,0 mm	0,88 m/s	1,04 Vs	3750 l/h	26,1 mmCE	0,74 m/s	0,87 Vs	3136 l/h	25 mmCE	0,83 m/s	0,98 Vs	3528 l/h	0,91 m/s	1,08 Vs	3884 l/h
- Réseau PVC	DN 63	53,6 mm	63,0 mm	1,04 m/s	2,34 Vs	8410 l/h	23,3 mmCE	0,92 m/s	2,07 Vs	7440 l/h	25 mmCE	1,03 m/s	2,32 Vs	8369 l/h	1,13 m/s	2,56 Vs	9214 l/h
- Réseau PVC	DN 75	64,0 mm	75,0 mm	1,13 m/s	3,64 Vs	13103 l/h	21,9 mmCE	1,03 m/s	3,32 Vs	11952 l/h	25 mmCE	1,16 m/s	3,73 Vs	13445 l/h	1,28 m/s	4,11 Vs	14802 l/h
- Réseau PVC	DN 90	76,8 mm	90,0 mm	1,24 m/s	5,74 Vs	20669 l/h	20,6 mmCE	1,17 m/s	5,40 Vs	19458 l/h	25 mmCE	1,31 m/s	6,08 Vs	21888 l/h	1,44 m/s	6,69 Vs	24098 l/h
- Réseau PVC	DN110	93,8 mm	110,9 mm	1,37 m/s	9,46 Vs	34073 l/h	19,2 mmCE	1,33 m/s	9,22 Vs	33207 l/h	25 mmCE	1,50 m/s	10,38 Vs	37355 l/h	1,65 m/s	11,42 Vs	41126 l/h

Comme mentionné précédemment, les calculs de dimensionnement des circuits de bouclage sont menés en considérant qu'il n'y a pas de puisage et le calcul de la perte de charge s'effectue en fonction du circuit le plus défavorisé.

Hauteur manométrique de la pompe de bouclage :

De même que les organes d'équilibrage, la pompe de bouclage est située sur le retour afin de ne pas avoir à supporter les débits de puisage qui sont bien supérieurs aux débits de bouclage.

La pompe de bouclage ou pompe de recyclage, est l'élément qui permet d'assurer un débit permanent dans les canalisations. Elle est caractérisée par une courbe de fonctionnement « hauteur manométrique totale » en fonction du débit

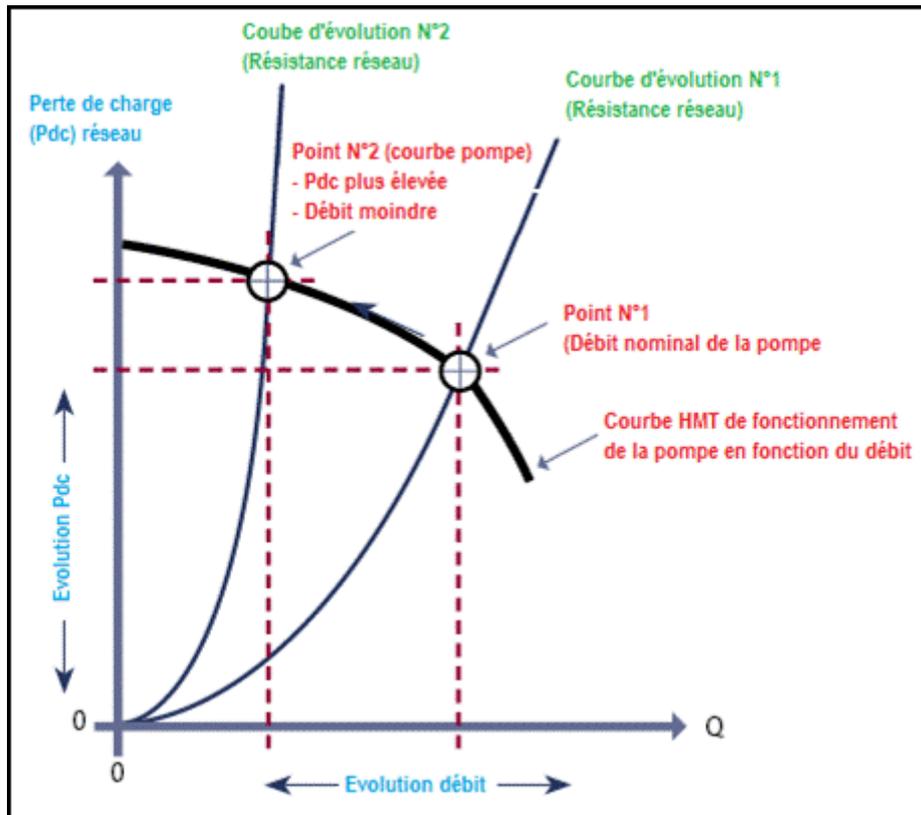
La Hauteur Manométrique Totale (HMT) de la pompe de bouclage doit être supérieur ou égal à l'ensemble des éléments suivants, à savoir :

- le cumul des pertes de charges linéaires du « réseau retour » uniquement sur le circuit le plus défavorisé ;
- le cumul des pertes de charges linéaires du « réseau aller de distribution ECS » calculé sur le débit de bouclage et non pour le débit de puisage et uniquement sur le circuit le plus

défavorisé. Hors puisage, les pertes de charges du « réseau aller » sont très faibles (quelques mmCE/m) ;

- la perte de charge de l'appareil de la production ECS;
- les pertes de charge singulières, en particulier celle du clapet anti retour en aval de la pompe.

La courbe d'un circulateur indique les différents débits qu'il peut fournir en fonction de la pression dynamique. L'intersection de la courbe de réseau et de la courbe du circulateur donne le point de fonctionnement, qui indique le débit que le circulateur peut fournir dans le circuit.



Si la perte de charge réseau est plus élevée que prévue, le point de fonctionnement se déplace sur la courbe comme par exemple au point N°2 ci-dessus, ce qui a pour conséquence de réduire le débit de circulation d'eau dans le réseau et d'augmenter la hauteur manométrique de la pompe (HMT)

Spécificités hydrauliques des bouclages ECS

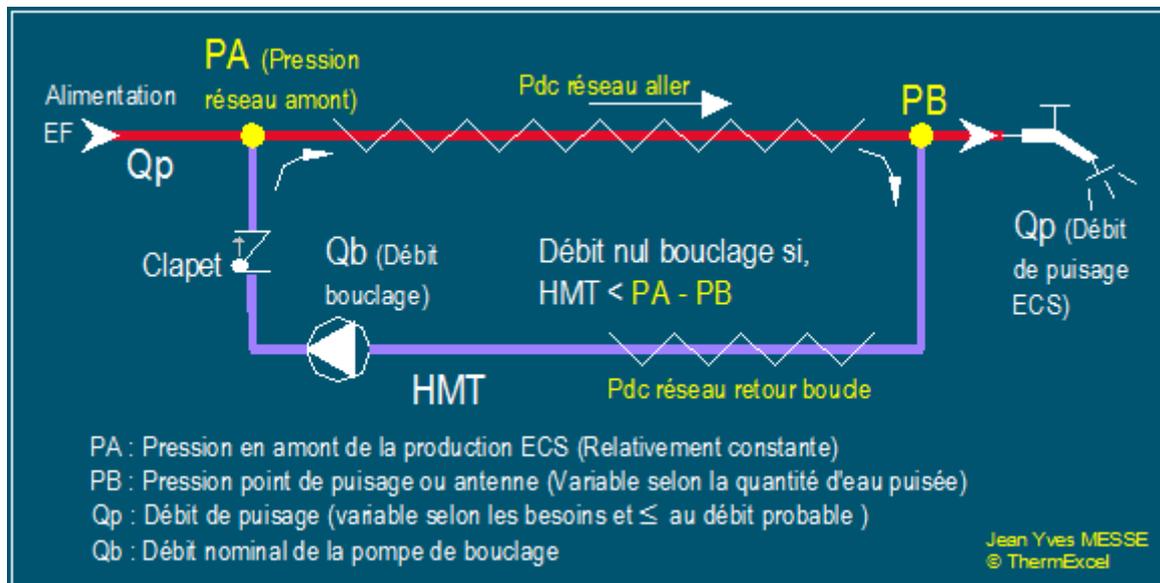
Dysfonctionnement des bouclages ecs

Pendant les puisages, les pertes de charges dans les tronçons de distribution augmentent considérablement risquant ainsi d'inverser le débit de la pompe de bouclage. Afin d'éviter ce phénomène, un clapet anti-retour est installé en série sur la pompe.

La présence du clapet anti-retour peut engendrer un débit nul sur la pompe de bouclage aux heures de pointes. Ceci ne gêne en rien le fonctionnement du système.

Lorsqu'on passe du circuit fermé, c'est-à-dire hors soutirage en circuit ouvert lors du puisage, le clapet peut rester fermé ou se refermer lorsque les soutirages augmentent et interdire tout débit de circulation dans les parties de circuit non sollicitées par les soutirages en cours. Ceci peut engendrer des conséquences non négligeables lorsque les boucles sont sollicitées en permanence pendant que d'autres ne sont utilisées qu'épisodiquement au cours des cycles

Ceci peut être représenté de la manière suivante sous la forme de ce schéma à sa plus simple expression



Les réseaux « aller » et « retour » présentent des P_{dc} qui varient en fonction du débit de circulation d'eau, la pompe de boucle dispose d'une hauteur manométrique HMT également variable en fonction du débit. La pression au point PA sur l'alimentation d'eau est supposée relativement constante quel que soit le débit de soutirage.

Le clapet est maintenu fermé par un différentiel de pression statique, d'un côté la pression du réseau en amont (PA), de l'autre la pression au point de puisage (PB) égale à la pression de ville diminuée de la P_{dc} du tronçon du « réseau aller ».

Si nous mettons alors la pompe de boucle en service, pour qu'elle commence à soulever le clapet, il faut que sa hauteur manométrique (HMT) à débit nul soit supérieure à la différence de pression $PA - PB$, la P_{dc} du retour de boucle étant négligeable étant donné que le débit est inexistant. Si la condition est remplie, le clapet se soulève et il s'établit un début de débit de retour de boucle

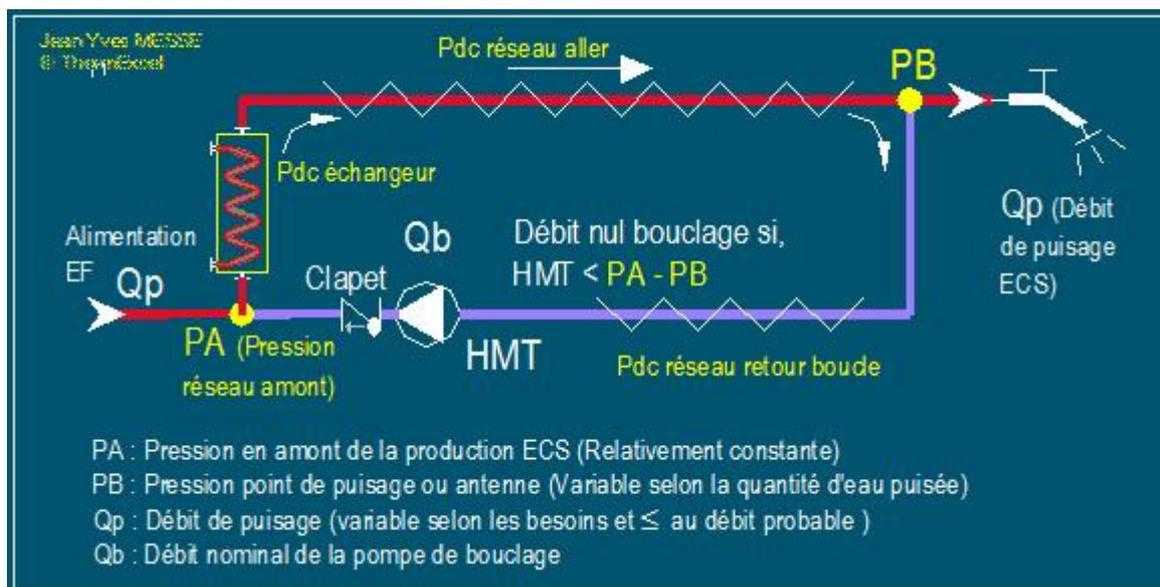
pour lequel la pression en PA est équilibrée par la pression en PB, diminuée de la perte de charge de la boucle retour, augmentée de la hauteur manométrique de la pompe sous le débit Q_b .

Puisque la pression PA est relativement constante, lorsque le débit de soutirage augmente, la pression en PB diminue, le débit de bouclage Q_b diminue également pour compenser la baisse de PB par une augmentation de la pression de pompe qui "remonte sur sa courbe jusqu'au débit nul" où le clapet va se refermer.

Suite à ce constat, on peut donc conclure que lorsque le débit de puisage va croître, le débit de retour de boucle aura tendance à s'annihiler plus rapidement lorsque la Pdc du « réseau aller » est très élevée par rapport au retour de boucle comme dans le cas d'un sous-dimensionnement des diamètres des canalisations du « réseau aller » engendrant des vitesses de circulation d'eau plus élevées et donc des Pdc linéaires plus importantes.

Cas particulier dans le cas d'une production ECS de type instantanée:

Dans le cas d'une production ECS de type instantané, le débit du retour de boucle va devoir en plus transiter dans l'échangeur à plaques dont le débit varie très fortement allant simplement du débit nominal de la pompe de recyclage (Période hors puisage) jusqu'au débit de pointe de puisage ECS des différents équipements sanitaires.



En conséquence, l'ensemble des pertes de charge engendrées à la fois sur l'échangeur et sur le circuit d'alimentation ECS va varier encore plus fortement.

Pour limiter ce phénomène on augmentera la HMT de la pompe par exemple sur un profil de 30 %, voire 50% du débit de puisage sur l'échangeur.

Surdimensionner la pompe de bouclage, c'est prendre le risque d'augmenter les débits pendant les périodes d'absence de puisage car la perte de charge dans l'échangeur diminuera fortement.

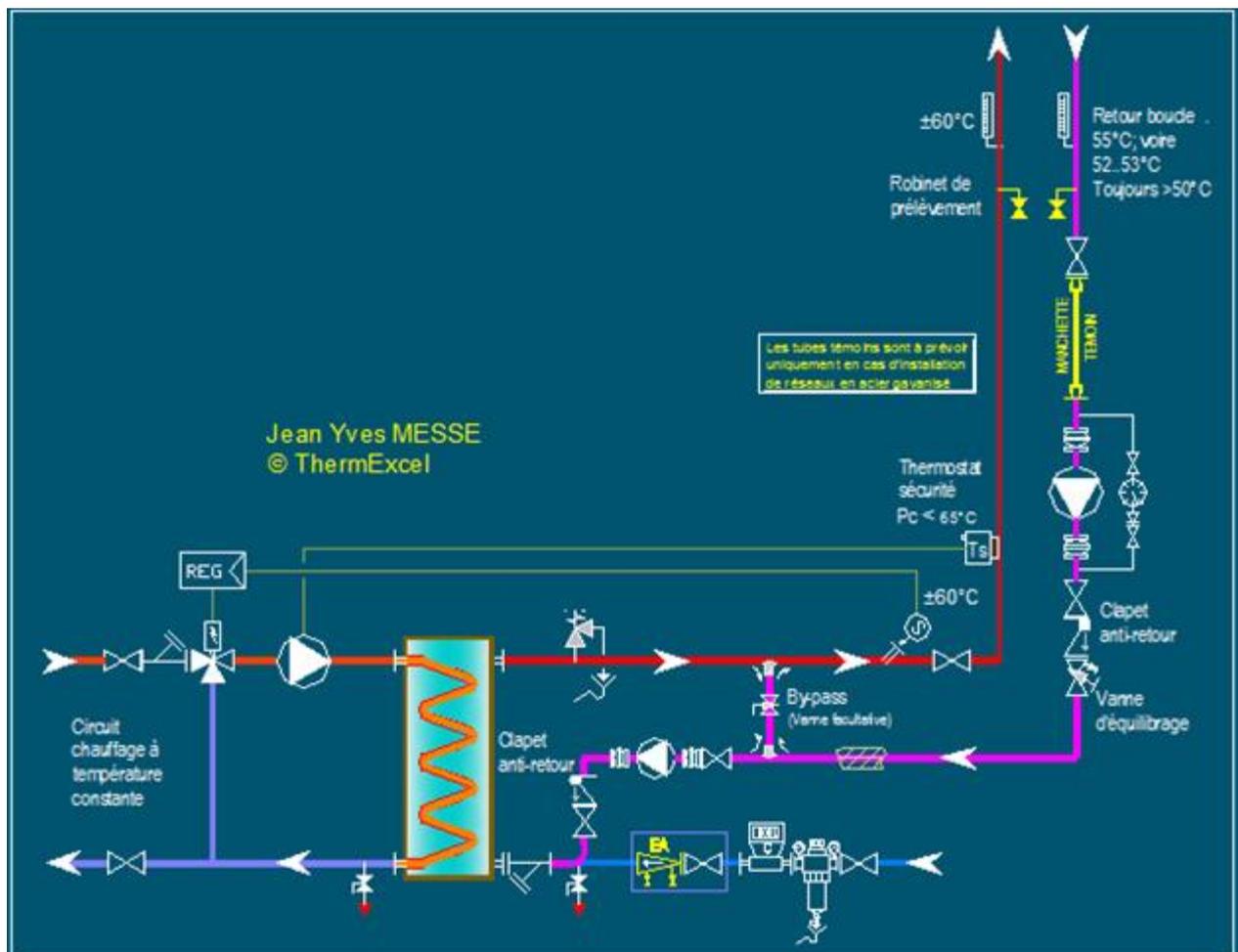
Pour s'affranchir de la perte de charge de l'échangeur à plaques sur la pompe de recyclage on peut envisager de rajouter une pompe supplémentaire associée à un by-pass permettant d'assurer un débit permanent pour éviter l'entartrage de l'échangeur et d'assurer le débit nécessaire de transit sur l'échangeur pour le maintien en température des bouclages.

Un simple bipasse permet d'assurer au même titre que la bouteille un découplage hydraulique, il permet d'assurer l'écoulement de la différence entre les débits primaire et secondaire. Il assure également le rôle de « casse-pression ».

Son diamètre est identique à celui des canalisations de raccordement primaire et secondaire Le raccordement hydraulique, est réalisé entre le départ de l'échangeur et le retour par l'intermédiaire de 2 piquages et si possible évasés pour réduire la perte de charge. L'espacement des piquages devrait être si possible \geq à 10 fois le \varnothing de la canalisation de distribution ECS.

Le débit nominal de la pompe sur le secondaire de l'échangeur doit être supérieur au débit nominal de la pompe de bouclage et avec une HMT correspondant à 100% du débit probable ECS sur l'échangeur.

La sonde de régulation ainsi que le thermostat de sécurité doivent être placés en aval du by-pass



A noter que ce type de montage ne permet d'éliminer les dysfonctionnements évoqués dans le chapitre précédent mais simplement d'atténuer ces problèmes.

Equipements divers

Purges d'air sur bouclage eau chaude

Des purgeurs d'air ou séparateurs d'air automatiques, doivent être installés aux points hauts des colonnes montantes et des coudes, au niveau des contre-pentes, sur les retours de boucles, en sortie des préparateurs d'eau chaude.

Le choix de l'emplacement de montage des purgeurs en point haut doit être effectué dans l'objectif d'obtenir la meilleure efficacité :

- dans les portions de canalisations droites horizontales où les vitesses de circulation sont faibles : voir Figure 11 a ;
- dans les coudes supérieurs des colonnes descendantes : voir Figure 11 b ;
- dans les coudes supérieurs des colonnes montantes, en cas de difficulté de mise en oeuvre les deux premiers montages et quand la purge au remplissage est prépondérante : voir Figure 11 c.

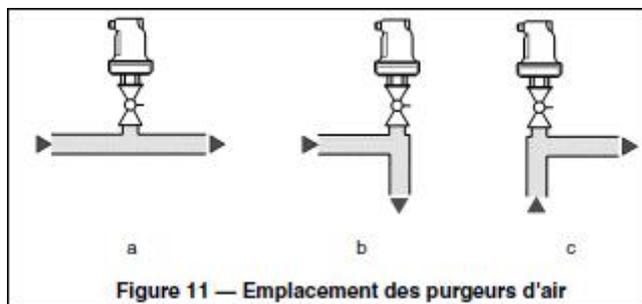


Figure 11 — Emplacement des purgeurs d'air

Prises d'eau (robinets de prélèvement)

En cas de dispositif de traitement, deux prises d'eau doivent être placées, l'une en aval et l'autre en amont du dispositif.

En cas de circuit d'eau bouclé, une prise d'eau doit être placée sur le retour d'eau.

Contrôle des températures et des débits

Sur les installations collectives d'eau chaude sanitaire, un dispositif permettant de contrôler les températures doit être installé sur le départ et le retour d'eau chaude ainsi qu'au niveau des boucles les plus défavorisées hydrauliquement.

Un dispositif permettant de contrôler le débit en retour de boucle doit également être installé.

Il peut s'agir par exemple d'une vanne de réglage à mesure de débit, ou d'un détecteur de débit

Protection sanitaire (Les clapets de non-retour EA)

Les réseaux intérieurs doivent être équipés de dispositifs de protection conformément à la norme NF EN 1717 pour prévenir la pollution de l'eau potable.

Les réseaux sont classés en plusieurs types :

- eau chaude sanitaire – partie collective
- eau chaude sanitaire – partie privative

À chaque piquage sur un réseau d'eau collectif et destiné à un usage privatif, EXEMPLE Une chambre d'hôtel, une chambre d'EHPAD, une cellule sanitaire, sont considérées comme des parties privatives.

Peuvent être concernés aussi par exemple les adoucisseurs, les productions d'eau chaude, les chaudières.

Programme de calcul EcsRecyclage

Le programme de calcul EcsRecyclage permet de dimensionner très rapidement les réseaux de distribution d'eau chaude sanitaire avec les retours de boucle.

Besoins ECS & Prédimensionnement réseau de distribution ECS installation générale																																	
EQUIPEMENTS SANITAIRES ALIMENTES EN ECS			Correction débit selon la température de puisage (Q_{ecs})				Prédimensionnement départ général distribution ECS																										
Appareil	Température EF	Température EC	Débit de base	Z _{nb} x rabinet	Σ débits	Base de données		- Coefficient correcteur (H&tel - 1,25, Cuisine - 1,5 ou 2, etc.)																									
Tf (°C)	Tm (°C)	Tc (°C)	Q _{base} (l/s)	Q _{cor}	Q _{ecs} (l/s)	$Q_{ecs} = Q_b \cdot \frac{T_m - T_c}{T_m - T_f}$		- Coefficient de simultanéité minimum (local, interne, externe, etc.)																									
Lavabo et vaisselle	10°C	40°C	0,20	50	6,67 l/s	- Débit probable sur l'ensemble de l'installation		Σ Q _{ecs} : 33,17 l/s																									
Bidet	10°C	40°C	0,20	---	---	- Vitesse admissible comme départ ECS : silencieuse / réelle		y: 0,066																									
Lave linge	10°C	55°C	0,33	---	---	- Type canalisation		Q ₅₅ : 2,17 l/s																									
Baignoire	10°C	55°C	0,33	50	16,50 l/s	- Diamètre intérieur départ ECS : mini / réel		1,23 m/s: 0,94 mCE																									
Douches	10°C	40°C	0,20	---	---	- Perte de charge estimée par m: Vitesse silencieuse / réelle		Tuba acier DN50/60: 0,45 mCE																									
Evier	10°C	55°C	0,20	50	10,00 l/s	- Débit boucle d'eau minimal (0,2 m/s hors puisage) selon le Ø		Ø 45,4 mm: Ø 52,8 mm																									
Kitchenette	10°C	55°C	0,20	---	---	Prédimensionnement retour général retour de boucle ECS		- Diamètre intérieur sur le retour de boucle [Vit. Max]																									
Vidéo mural	10°C	55°C	0,20	---	---	- Pertes d'énergie totale & chute de température retour général ECS		- Pertes de chaleur sur le retour de boucle & à T température																									
Purifieur d'eau	10°C	55°C	0,20	---	---	- Coefficient de simultanéité installation		2518,1 W: 1,3 °C																									
Pailleuse humide	10°C	55°C	0,20	---	---	- Conductivité (λ) calorifique - Laine de verre (0,038 W/m.°C)		2193,2 W: 1,2 °C																									
Partie de lavage	10°C	55°C	0,33	---	---	- Coef. majoration sur la calorifique (Pertes, équipements, etc.)		Correction débit: +00%																									
Attenteur diviseur	10°C	55°C	0,20	---	---	- Perte de charge maximale sur le réseau aller ECS		Total: 4717,3 W: 2,5 °C																									
Σ				150	33,17 l/s																												
Prédimensionnement bouclages & Pertes de chaleur sur l'ensemble des réseaux distribution ECS																																	
Dimensionnement réseaux de distribution ECS équipements sanitaires (A)					Dimensionnement circuit bouclages ECS																												
[Ø et Débits avec Pdc 40 mmCE maxi en puisage de points]					[Débits & Ø Retours ECS]																												
Types & Ø réseaux du commerce					Pertes de chaleur																												
Nature réseaux	Ø INT	Ø EXT	Vitesse max (l/s)	Linséaire	Garde-fou	Isolant	Pertes de chaleur	Linséaire	Isolant & pertes																								
- Réseau cuivre	12/14	12,0 mm	14,0 mm	0,48 m/s	0,05 l/s	8 mm	0,266 W/m.k	13 mm	0,21 W/m																								
- Réseau cuivre	14/16	14,0 mm	16,0 mm	0,53 m/s	0,03 l/s	8 mm	0,273 W/m.k	13 mm	0,23 W/m																								
- Réseau cuivre	16/18	16,0 mm	18,0 mm	0,59 m/s	0,12 l/s	8 mm	0,279 W/m.k	13 mm	0,24 W/m																								
- Réseau cuivre	18/20	18,0 mm	20,0 mm	0,63 m/s	0,16 l/s	8 mm	0,286 W/m.k	19 mm	0,22 W/m																								
- Réseau cuivre	20/22	20,0 mm	22,0 mm	0,68 m/s	0,21 l/s	8 mm	0,293 W/m.k	19 mm	0,23 W/m																								
- Réseau cuivre	22/28	22,0 mm	28,0 mm	0,81 m/s	0,43 l/s	8 mm	0,312 W/m.k	19 mm	0,27 W/m																								
- Réseau cuivre	24/28	24,0 mm	28,0 mm	0,89 m/s	0,63 l/s	8 mm	0,326 W/m.k	25 mm	0,25 W/m																								
- Réseau cuivre	24/36	24,0 mm	36,0 mm	0,97 m/s	0,83 l/s	8 mm	0,339 W/m.k	25 mm	0,27 W/m																								
- Réseau cuivre	40/42	38,6 mm	42,0 mm	1,08 m/s	1,23 l/s	8 mm	0,359 W/m.k	25 mm	0,30 W/m																								
- Réseau cuivre	52/54	51,6 mm	54,0 mm	1,29 m/s	2,43 l/s	8 mm	0,398 W/m.k	32 mm	0,31 W/m																								
- Réseau cuivre	64/66	61,6 mm	64,0 mm	1,45 m/s	4,23 l/s	8 mm	0,431 W/m.k	32 mm	0,35 W/m																								
- Réseau cuivre	66/76	64,3 mm	66,7 mm	1,49 m/s	4,83 l/s	8 mm	0,440 W/m.k	32 mm	0,36 W/m																								
- Réseau cuivre	76/77	72,0 mm	70,0 mm	1,53 m/s	5,43 l/s	8 mm	0,451 W/m.k	32 mm	0,37 W/m																								
- Réseau cuivre	76/73	72,0 mm	76,1 mm	1,63 m/s	6,03 l/s	8 mm	0,471 W/m.k	32 mm	0,39 W/m																								
- Réseau cuivre	80/77	77,0 mm	80,0 mm	1,68 m/s	7,03 l/s	8 mm	0,484 W/m.k	32 mm	0,41 W/m																								
- Réseau cuivre	80/85	77,0 mm	85,9 mm	1,81 m/s	8,03 l/s	8 mm	0,513 W/m.k	32 mm	0,44 W/m																								
- Réseau acier	15/17	15,2 mm	17,2 mm	0,51 m/s	0,03 l/s	19 mm	0,272 W/m.k	19 mm	0,20 W/m																								
- Réseau acier	15/21	15,2 mm	21,3 mm	0,60 m/s	0,12 l/s	19 mm	0,290 W/m.k	19 mm	0,23 W/m																								
- Réseau acier	20/27	20,2 mm	25,9 mm	0,75 m/s	0,25 l/s	19 mm	0,298 W/m.k	19 mm	0,24 W/m																								
- Réseau acier	24/24	24,2 mm	24,9 mm	0,85 m/s	0,52 l/s	25 mm	0,321 W/m.k	25 mm	0,24 W/m																								
- Réseau acier	25/42	25,2 mm	42,4 mm	1,02 m/s	1,07 l/s	25 mm	0,340 W/m.k	25 mm	0,26 W/m																								
- Réseau acier	40/49	40,2 mm	48,3 mm	1,15 m/s	1,87 l/s	32 mm	0,379 W/m.k	32 mm	0,29 W/m																								
- Réseau acier	50/60	50,2 mm	60,3 mm	1,32 m/s	3,01 l/s	32 mm	0,419 W/m.k	32 mm	0,33 W/m																								
- Réseau acier	64/76	64,2 mm	76,1 mm	1,57 m/s	5,49 l/s	32 mm	0,471 W/m.k	32 mm	0,39 W/m																								
- Réseau acier	80/89	80,2 mm	89,9 mm	1,78 m/s	9,40 l/s	32 mm	0,513 W/m.k	32 mm	0,44 W/m																								
- Réseau acier	107/116	107,2 mm	116,3 mm	2,08 m/s	16,11 l/s	32 mm	0,597 W/m.k	32 mm	0,54 W/m																								
- Réseau acier	125/171	125,2 mm	171,3 mm	2,41 m/s	25,21 l/s	32 mm	0,691 W/m.k	32 mm	0,63 W/m																								
- Réseau PVC	DN16	16,4 mm	18,0 mm	0,49 m/s	0,06 l/s	19 mm	0,272 W/m.k	19 mm	0,19 W/m																								
- Réseau PVC	DN20	19,4 mm	20,0 mm	0,57 m/s	0,11 l/s	19 mm	0,286 W/m.k	19 mm	0,21 W/m																								
- Réseau PVC	DN25	24,4 mm	25,0 mm	0,67 m/s	0,20 l/s	25 mm	0,302 W/m.k	25 mm	0,21 W/m																								
- Réseau PVC	DN32	32,4 mm	32,0 mm	0,79 m/s	0,33 l/s	25 mm	0,324 W/m.k	25 mm	0,24 W/m																								
- Réseau PVC	DN40	41,0 mm	40,0 mm	0,91 m/s	0,48 l/s	25 mm	0,352 W/m.k	25 mm	0,23 W/m																								
- Réseau PVC	DN50	51,0 mm	50,0 mm	1,06 m/s	0,75 l/s	25 mm	0,385 W/m.k	25 mm	0,24 W/m																								
- Réseau PVC	DN63	63,0 mm	63,0 mm	1,32 m/s	1,25 l/s	32 mm	0,428 W/m.k	32 mm	0,28 W/m																								
Total perte de chaleur des réseaux aller ECS =					2510,12																												
Total perte de chaleur des réseaux de retour ECS =					2490																												
Total aller ECS =					1092 mmCE																												
Total retour ECS =					273 mmCE																												
Total aller ECS =					1092 mmCE																												
Total retour ECS =					273 mmCE																												
Total perte de charge du circuit hydraulique bouclage =					1529 mmCE																												
Plus aller hors puisage =					392 mmCE																												
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse; font-size: 8px;"> <tr> <td colspan="2" style="background-color: #e0e0e0;">Dimensionnement bouclage</td> <td colspan="2" style="background-color: #e0e0e0;">Débit réseaux EF+ECS</td> <td colspan="2" style="background-color: #e0e0e0;">Débit réseaux ECS</td> <td colspan="2" style="background-color: #e0e0e0;">Installations individuelles</td> <td colspan="2" style="background-color: #e0e0e0;">Débit de base</td> <td colspan="2" style="background-color: #e0e0e0;">Métré tubes</td> </tr> <tr> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">-</td> <td colspan="2">-</td> </tr> </table>										Dimensionnement bouclage		Débit réseaux EF+ECS		Débit réseaux ECS		Installations individuelles		Débit de base		Métré tubes		-		-		-		-		-		-	
Dimensionnement bouclage		Débit réseaux EF+ECS		Débit réseaux ECS		Installations individuelles		Débit de base		Métré tubes																							
-		-		-		-		-		-																							

Feuilles de calcul fournies avec le programme de calcul

Les calculs des débits pour les réseaux de distribution EF et ECS sont dimensionnés selon les indications données selon les données du DTU. Des feuilles de calcul préprogrammées sont fournies en complément avec le programme de calcul.

Elles permettent de pré dimensionner les diamètres de réseaux de distribution EF, ECS et retours de boucles.

CALCUL DU DEBIT INSTANTANE RESEAUX PLOMBERIE SANITAIRE (Installations collectives au-delà de 5 équipements sanitaires)													
Repérages réseaux -->		TRONCON	TRONCON	TRONCON									
DESIGNATIONS & Débits unitaires ECS		N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10	N°11	
Litres/s		E appar. Débit/l/s		E appar. Débit/l/s		E appar. Débit/l/s		E appar. Débit/l/s		E appar. Débit/l/s		E appar. Débit/l/s	
Appareils sanitaires													
- Evier - timbre office	0,20												
- Lavabo	0,20	70,0 U	14										
- lave-mains	0,10												
- Bidet	0,20												
- Baignoire	0,33												
- Douche	0,20												
- WC avec réservoir de chasse	0,12												
- WC avec robinet de chasse	1,50	3,0 U	13,5										
- Urinoir avec robinet individuel	0,15												
- Urinoir à action siphonique	0,50												
- Lavabo collectif (0,05 l/s par jet)	0,05												
- Poste d'eau, robinet 1/2	0,33	9,0 U	2,97										
- Poste d'eau, robinet 3/4	0,42												
- Lavabo collectif (0,05 l/s par jet)	0,05												
- Bac à laver	0,33												
- MAL le linge [Compter pour une MAL]	0,20	3,0 U	0,2										
- MAL la vaisselle [Compter pour une MAL]	0,10	78,0 U	0,1										
Equipements Restaurant-cuisine collective													
- Robinet de plonge (mélangeur 3/4)	0,75												
- Robinet de plonge (mélangeur 1/2)	0,33	12,0 U	3,96										
- MAL semi-automatique 10 à 150 couverts	0,50												
- MAL semi-automatique 151 à 300 couverts	0,50												
- MAL automatique 300 à 1500 couverts	0,70												
- MAL automatique 1500 à 2000 couverts	1,00												
TOTAL SANIT (hors WC à rob. Chasse et sans MAL)		79 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U
DEBIT DE BASE (hors WC à rob. Chasse et sans MAL)		16,97 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s
Coefficient simultané (Y) (Logis, bureaux, etc : Y = 0,81) X		0,091	1,000	1,000	1,000								
DEBIT REEL APP. SANIT (hors WC à rob. Chasse) + 1 ou 2 MAL		1,84 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s								
Total WC à robinet de chasse en simultané :		2 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U
Débit réel WC à robinet de chasse :		1,50 l/s	3,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s								
TOTAL APP. SANIT Restaurant-Cuisine :		12 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U
Débit réel collectif Restaurant Cuisine :		-100%	1,91 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s								
TOTAL DEBIT REEL =		6,75 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s								
en l/s ==>		(24,29 m³/h)	(0,00 m³/h)	(0,00 m³/h)	(0,00 m³/h)	(0,00 m³/h)	(0,00 m³/h)	(0,00 m³/h)	(0,00 m³/h)	(0,00 m³/h)	(0,00 m³/h)	(0,00 m³/h)	(0,00 m³/h)
Prédimensionnement Ø réseau EF ou ECS		82,0mm	75,7mm										
Vitesse maximale silencieuse et limite selon le DTU (m/s) =>		1,21 m/s	1,50 m/s	1,50 m/s	1,50 m/s								
Sélection canalisation => Réseau cuivre		80/77	76/73										
Diamètre intérieur réel		77,8 mm	73,1 mm										
Vitesse réelle silencieuse et limite selon Ø canalisation (m/s)		1,48 m/s	1,61 m/s										
Pdc par mètre (formule DTU) (si possible < 40 mmCE)		29mmCE	29mmCE										
Prédimensionnement retour ECS		Débit =>	0,92 l/s	0,24 l/s									
Sélection canalisation => Réseau cuivre		40/42	40/42										
Diamètre intérieur réel		38,6 mm	38,6 mm										
Vitesse réelle		0,73 m/s	0,68 m/s										
Pdc par mètre (formule DTU)		29mmCE	17mmCE										

CALCUL DU DEBIT INSTANTANE RESEAUX PLOMBERIE SANITAIRE (Installations collectives au-delà de 5 équipements sanitaires)												
Repérages réseaux →			TRONCON	TRONCON	TRONCON	TRONCON	TRONCON	TRONCON	TRONCON	TRONCON	TRONCON	TRONCON
DESIGNATIONS & Débits unitaires ECS			N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	N°6	N°7	N°8	N°9	N°10
Tempé. utilisée	Débit Base	Corrigé 55 °C	Nbre app.	Débit/ltr	Nbre app.	Débit/ltr	Nbre app.	Débit/ltr	Nbre app.	Débit/ltr	Nbre app.	Débit/ltr
Appareils sanitaires												
- Evier - timbre office	55 °C 0,20l/s	0,200l/s										
- Lavabo	40 °C 0,20l/s	0,133l/s										
- Lave-mains	40 °C 0,10l/s	0,067l/s										
- Bidet	40 °C 0,20l/s	0,133l/s										
- Baignoire	55 °C 0,33l/s	0,330l/s										
- Douche	40 °C 0,20l/s	0,133l/s										
- Lavabo collectif (0,05 l/s pariet)	40 °C 0,05l/s	0,033l/s										
- Poste d'eau, robinet 1/2	55 °C 0,33l/s	0,330l/s	50,0 U	16,5								
- Poste d'eau, robinet 3/4	55 °C 0,42l/s	0,420l/s										
- Bac à laver	55 °C 0,33l/s	0,330l/s										
MAL uniquement si elles sont alimentées en ECS												
- MAL-Linge (Compter pour une MAL)	55 °C 0,20l/s	0,200l/s										
- MAL-Vaisselle (Compter pour une MAL)	55 °C 0,10l/s	0,100l/s										
Equipements Restaurant-cuisine collective												
- robinet de plonge (mélangeur 3/4)	55 °C 0,75l/s	0,750l/s										
- robinet de plonge (mélangeur 1/2)	55 °C 0,33l/s	0,330l/s										
- MAL semi-automatique 10 à 150 cou	55 °C 0,50l/s	0,500l/s										
- MAL semi-automatique 151 à 300 cou	55 °C 0,50l/s	0,500l/s										
- MAL automatique 300 à 1500 cou	55 °C 0,70l/s	0,700l/s										
- MAL automatique 1500 à 2000 cou	55 °C 1,00l/s	1,000l/s										
TOTAL EQUIPEMENTS SANITAIRES (Sans MAL):			50 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U
DEBIT DE BASE (Sans MAL):			16,50 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s
Coefficient simultanéité (Y) Logts, bureaux, etc: Y = 0,81X^{0,75}			0,114	1,000								
DEBIT REEL APP. SANIT (Evénuellement + 1 ou 2 MAL)			1,83 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s
TOTAL APP. SANIT Restaurant-Cuisine: ==>			0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U	0 U
Débit réel collectivité Restaurant Cuisine: +100%			0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s
TOTAL DEBIT REEL			1,83 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s	0,00 l/s
Prédimensionnement Ø réseau EF ou ECS			49,2 mm	40,0 mm								
Vitesse maximale silencieuse et limite selon le DTU (m/s) =>			0,99 m/s	1,50 m/s	1,50 m/s	1,50 m/s	1,50 m/s	1,50 m/s	1,50 m/s	1,50 m/s	1,50 m/s	1,50 m/s
Sélection canalisation =>			52/54	40/42								
Réseau cuivre												
Diamètre intérieur réel			51,6 mm	38,6 mm								
Vitesse réelle silencieuse et limite selon Ø canalisation (m/s)			0,99 m/s	1,50 m/s								
Pdc par mètre (formule DTU) (si possible < 40 mmCE):			20mmCE	70mmCE								
Prédimensionnement retour ECS			Débit =>: 0,42 l/s	0,25 l/s								
Sélection canalisation =>			30/32	26/28								
Réseau cuivre												
Diamètre intérieur réel:			30,0 mm	26,0 mm								
Vitesse réelle:			0,51 m/s	0,46 m/s								
Pdc par mètre (formule DTU):			18mmCE	14mmCE								
Dimensionnement bouclage												
Débit réseaux EF+ECS												
Débit réseaux ECS												
Installations individuelles												
Débit de base												
Métré tubes												

Feuille de métré paramétrée

AFFAIRE :	TUBE ACIER														TUBE CUIVRE										VANNES										
	DN15	DN20	DN25	DN32	DN40	DN50	DN65	DN80	DN90	DN100	DN125	DN150	DN175	DN200	DN225	CU10	CU12	CU14	CU16	CU18	CU20	CU24	CU30	CU34	CU40	CU52	15	20	25	40	50	65	80	100	
EMPLACEMENT - REPERES																																			
TOTAL LINEAIRE																																			
Peinture (surf m2/ml)	0,07	0,09	0,11	0,13	0,15	0,19	0,24	0,28	0,32	0,36	0,42	0,44	0,53	0,53	0,69	0,88	0,04	0,04	0,05	0,06	0,06	0,07	0,09	0,1	0,11	0,13	0,16								
TOTAL surface peinture																																			
CALORIFUGE (surf m2/ml)	0,25	0,27	0,29	0,34	0,39	0,48	0,59	0,57	0,67	0,73	0,69	0,94	0,94	1	1,17																				
TOTAL surface calorifuge																	0m	0m	0m	0m	0m	0m	0m	0m	0m	0m									
CONTENANCE (L/m)	0,22	0,29	0,41	1,05	1,42	2,27	3,81	5,33	7	8,7	12,3	13,6	19,9	20	33,7	53,2	0,08	0,11	0,15	0,2	0,25	0,38	0,53	0,71	0,91	1,26	1,96								
TOTAL contenance en eau	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0