

Bouclage ECS : optimisation des pertes de bouclage en utilisant des accumulateurs gaz

Rubrique : Performance des équipements

Thématique : ECS

Tags : bouclage ECS, pertes, accumulateur

Les accumulateurs gaz permettent de réduire les pertes de bouclage car ils évitent de créer des réseaux trop longs, en étant placés au plus proche des points de puisage. Cette affirmation revient parfois chez certains fabricants et maîtres d'ouvrage hôteliers ou du secteur de la santé. Qu'en est-il exactement ? Cegibat vous apporte un éclairage à travers un exemple.

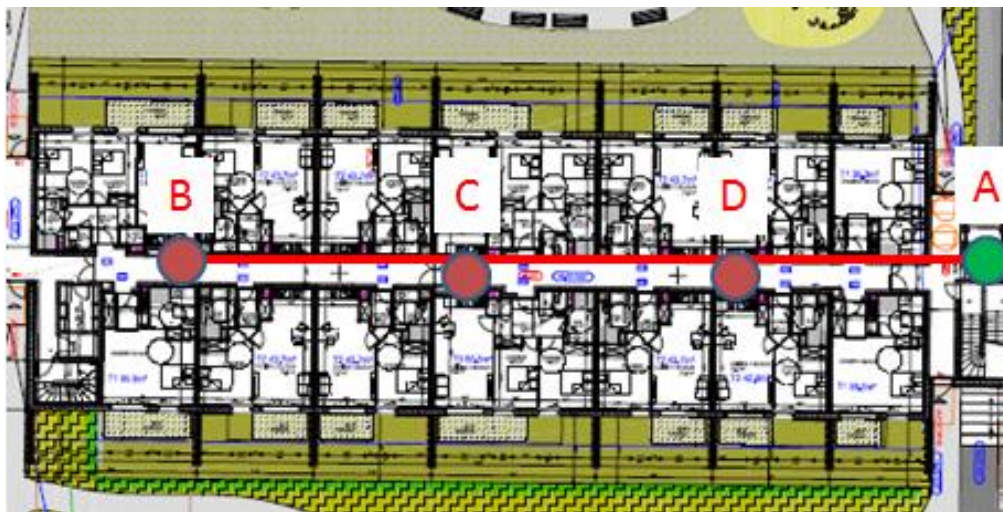
Nous allons comparer ici une solution de bouclage ECS classique avec ces solutions décentralisées.

- Bouclage 1 : bouclage classique
- Bouclage 2 : un accumulateur gaz par étage en créant une « mini-chaufferie » par étage
- Bouclage 3 : un accumulateur gaz par colonne en créant trois « mini-chaufferies » au sous-sol ou sur le toit

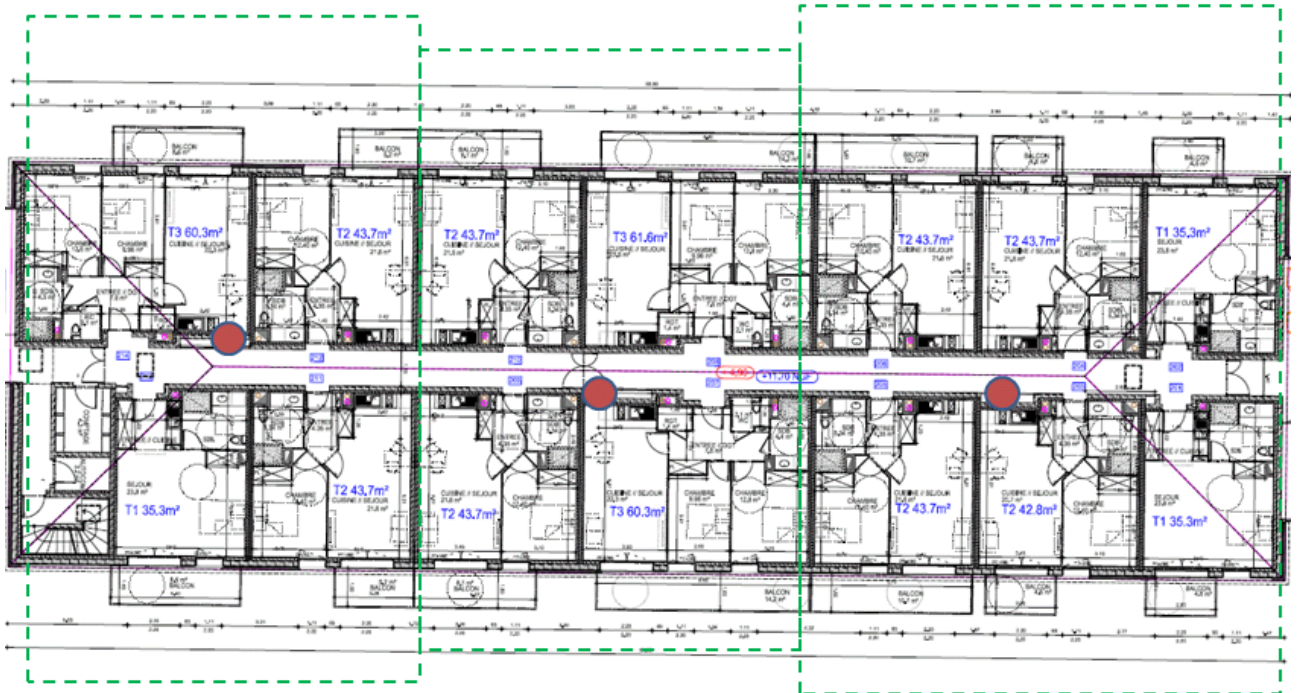
Fort de ces résultats, nous essayerons ensuite d'aller plus loin.

Bâtiment étudié

L'immeuble étudié est une résidence pour personnes âgées, en R+3, composée de petits logements.



Emplacement de la chaufferie (A) et des départs verticaux des 3 colonnes



Plan du bâtiment avec la représentation des colonnes (points rouges)

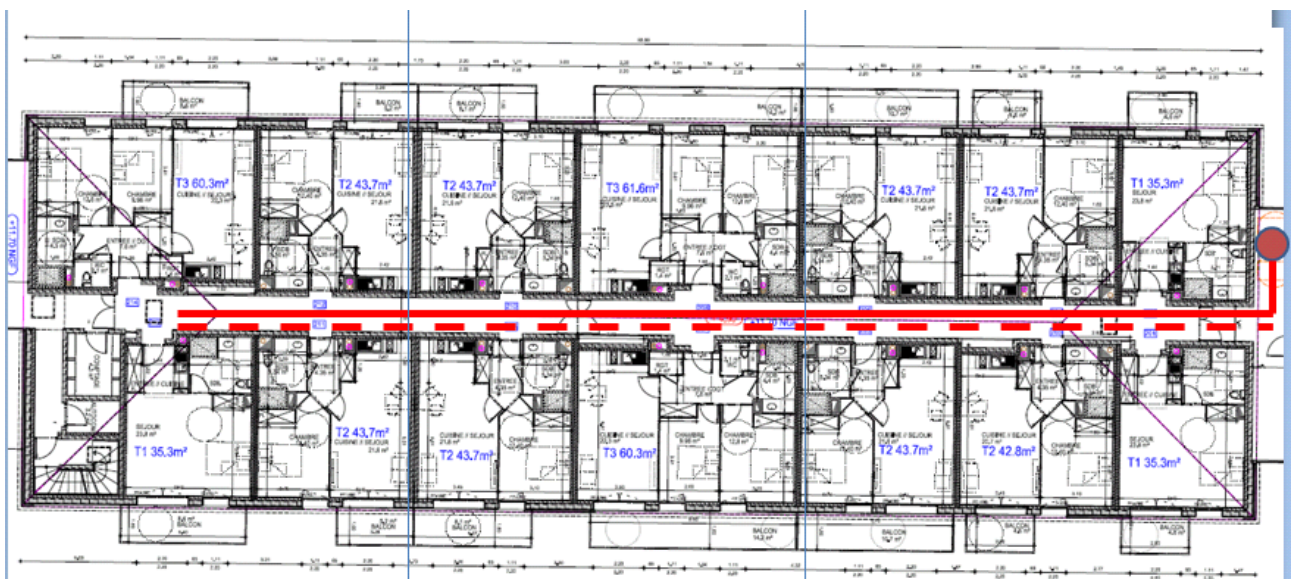
Chaque colonne dessert 4 ou 6 logements de type T1, T2 ou T3

Bouclage 1 : bouclage classique

Nous obtenons un bouclage :

- De 167 m de longueur
- Ayant une puissance de déperdition de 1668 W soit 1,7 kW
- Ayant un ΔT global de 3,20°C (55°C en entrée et 51,8°C en retour)

Bouclage 2 : un accumulateur gaz par étage



Implantation d'un accumulateur gaz par étage

Appareil	Nb d'appareils	Débit appareil (l/s)	Débit de base du tronçons (l/s)
Baignoire	0	0,33	0
Douche	1	0,2	0,2
Lavabo	1	0,2	0,2
WC	0	0,12	0
Evier	1	0,2	0,2
Lave-linge	0	0,2	0

3

0,6

Chaque appartement est identique pour les puisages ECS

Détermination du réseau Aller

Repère de tronçon	Appt desservis	Nb appareils	Débit de base du tronçon (l/s)	Coeff de simultanéité	Débit probable (l/s) du tronçon	Vitesse limite (m/s)	Diamètre Acier
1	4	12	2,4	0,24	0,5789	1,5	DN20
2	8	24	4,8	0,17	0,8007	1,5	DN25
3	14	42	8,4	0,12	1,0495	1,5	DN32

Tronçon	Débit (l/h)	DN	Lambda (W/m.K)	Longueur	T entrée	Tambiante (°C)	Puissance (W)	DT fluide	T sortie	Analyse T sortie
AB1	150	32	0,3	16,18	55,00	20	169,92	0,97	54,02	Ok
2	150	25	0,26	16,18	54,02	20	143,15	0,82	53,20	Ok
3	150	20	0,23	16,18	53,20	20	123,57	0,71	52,49	Ok
BA	150	15	0,2	48,55	52,49	20	315,48	1,81	50,67	Ok

97,10

485,40

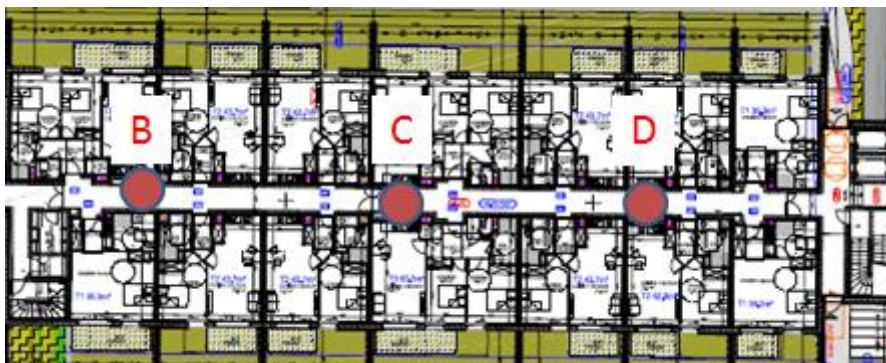
4,32

Chaque étage représente un bouclage de 97 m pour une puissance de 485 W et un fort ΔT de 4,32°C.

Soit pour l'immeuble (4 étages identiques) : 1,94 kW pour un réseau de 388 m.

Bouclage 3 : un accumulateur gaz par colonne

Cette fois-ci le réseau est le suivant :



Installation d'une mini chaufferie par colonne

Le calcul du réseau aller par colonne est identique à celui du bouclage classique.

Repère de tronçon	Appt desservis	Nb appareils	Débit de base du tronçon (l/s)	Coeff de simultanéité	Débit probable (l/s) du tronçon	Vitesse limite (m/s)	Diamètre Acier
B1	4	12	2,4	0,2412	0,58	1,5	DN20
B2	4	12	2,4	0,2412	0,58	1,5	DN20
B3	B1+B2	24	4,8	0,1668	0,80	1,5	DN25
B4	4	12	2,4	0,2412	0,58	1,5	DN20
B5	B3+B4	36	7,2	0,1352	0,97	1,5	DN32
B6	4	12	2,4	0,2412	0,58	1,5	DN20
B7	B5+B6	48	9,6	0,1167	1,12	1,5	DN32

Tronçon	Débit (l/h)	DN	Lambda (W/m.K)	Longueur	T entrée	T ambiante (°C)	Puissance (W)	DT fluide	T sortie	Analyse T sortie
B7	150	32	0,3	3,00	55,00	10	40,50	0,23	54,77	Ok
B5	150	32	0,3	3	54,77	20	31,29	0,18	54,59	Ok
B3	150	25	0,26	3	54,59	20	26,98	0,16	54,43	Ok
B1	150	20	0,23	3	54,43	20	23,76	0,14	54,30	Ok
R_B	150	15	0,2	12	54,30	20	82,31	0,47	53,82	Ok

Chaque colonne représente donc un bouclage de 24 m, 204 W pour un ΔT de 1,18°C

Soit pour l'immeuble : 96 m et 820 W

Résultats

	Longueur	Puissance (kW)	ΔT	W/m
Référence	167,28	1,7	3,19	9,97
Bouclage 2	388,40	1,94	4,3	4,99
Bouclage 3	96,00	0,81	1,17	8,53

Le bouclage par étage représente un réseau beaucoup plus long que le bouclage classique. Il est plus déperditif. Dans notre cas, visiblement ce n'est pas une si bonne idée.

Le bouclage par colonne semble lui très intéressant : réduction de 43% des longueurs et de 51% des pertes de bouclage.

0,85	écart en kW
7438	écart en kWh sur une année
40	€/MWh prix du gaz
297	écart en € sur un an.

Mais le surcoût d'installation des 3 « mini-chaufferies » par rapport à une chaufferie classique doit être pris en compte lui aussi.

Typologies de bâtiments pertinents

De cet exemple, il semble que les solutions décentralisées ne deviennent intéressantes que si elles contribuent grandement à réduire la longueur du bouclage.

Essayons de voir sur quel type de bâtiment une somme de réseaux horizontaux devient moins grande qu'un bouclage classique.

La puissance déperditive d'un tronçon de canalisation est donnée par la formule suivante :

$$P(W) = \text{Coeff perte thermique (W/m.}^\circ\text{C)} * \text{Longueur} * (\text{Tentrée} - \text{Tambiante})$$

	Diamètre nominal - Diamètre intérieur/extérieur en mm	Coefficient de perte thermique en W/m.K										
		«Garde-fou»	«Référence»	Mousse de caoutchouc synthétique ($\lambda = 0,042 \text{ W/m.K}$)					Laine de verre ou de roche ($\lambda = 0,038 \text{ W/m.K}$)			
				Epaisseur en mm					Epaisseur en mm			
				9	13	19	25	32	25	30		
Acier galvanisé	DN15 - 16,7/21,3	0,29	0,26		0,27	0,22	0,20	0,18	0,18	0,17		
	DN20 - 22,3/26,9	0,31	0,27			0,26	0,23	0,20	0,21	0,19		
	DN25 - 27,9/33,7	0,33	0,29				0,3	0,26	0,23	0,24	0,21	
	DN32 - 36,6/42,4	0,36	0,31					0,35	0,30	0,26	0,27	0,25
	DN40 - 42,5/48,3	0,38	0,33						0,33	0,28	0,30	0,27
	DN50 - 53,9/60,3	0,42	0,36						0,38	0,33	0,35	0,31

Perte thermique des isolants en fonction des caractéristiques des canalisations

Le coefficient de perte thermique est fonction de l'épaisseur de l'isolant choisi ainsi que de la nature du matériau du tuyau (acier, cuivre...). C'est plus une fonction du diamètre du tuyau que de sa longueur.

Donc plus un tuyau est long, plus les pertes de bouclage seront importantes.

Comme les températures ambiantes peuvent être différentes : essayons de traduire cette différence de température en une différence de longueur.

En sous-sol : $P(W) = Cpt (W/m.^{\circ}C) * Longueur1 * (Tentree - 10)$

En étage : $P(W) = Cpt (W/m.^{\circ}C) * Longueur2 * (Tentree - 20)$

$L2 = L1 * [(Tentree - 10) / (Tentree - 20)]$

Si Tentree = 55°C alors $L2 = L1 * (45/35)$

Or comme T entrée varie de 55 à 52 °C on obtient :

55	1,28571429
54	1,29411765
53	1,3030303
52	1,3125
51	1,32258065
Moyenne	1,30358858

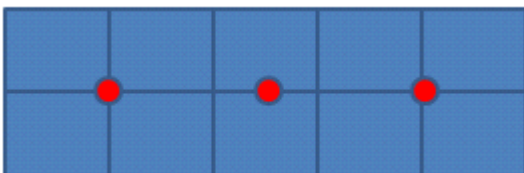
Il faut donc compter que les canalisations dans le sous-sol représentent 30% de déperditions de plus que dans les étages. On appliquera ce 30% à toutes les canalisations horizontales du sous-sol.

Commençons par le logement.

70	m ²	Surface d'un logement type
40		Nb de logement de l'opération
2800	m ²	Surface des logements seul
15%		Part des communs
3220	m ²	Surface de l'immeuble en tenant compte des communs
4		Nb de niveaux
805	m ²	Surface d'un niveau
10		Nb de logements par niveau

On fixe arbitrairement une longueur de 50 m à notre bâtiment. Sa largeur est donc de 16,1 m afin que la surface de chaque étage soit bien égale à 805 m².

Avec un bouclage classique, nous devrions pouvoir desservir le bâtiment avec 3 colonnes montantes.



Les données ce de bouclage sont donc

130	m	Longueur bouclage horizontal cave
3		Nb de colonnes montante
12	m	Longueur d'une boucle aller simple
72	m	Longueur bouclage vertical
202	m	Longueur totale du bouclage

Si nous optons pour une boucle par étage nous aurions un réseau de :

- 100 m de longueur de bouclage horizontale par étage
- 400 m de longueur totale

Le bouclage classique est donc 2 fois moins long.

En effet, les distances verticales sont bien plus courtes que les distances horizontales sur cet immeuble.

La formule que nous utilisons pour évaluer la longueur du bouclage par étage est :

$$2 * L * NIV$$

Où L est la longueur du bâtiment et NIV son nombre de niveaux

Pour le bouclage classique :

$$2 * L * 1,3 \text{ pour le bouclage horizontal (1,3 pour tenir compte de sa présence en sous-sol)}$$

$$+ NIV * 3 * 2 * Nb_colonne$$

3 : hauteur sous plafond entre deux étages

2 pour tenir compte du retour

NIV nb de niveau

$3*2*NIV$ est donc la hauteur aller-retour d'une colonne.

Pour trouver la limite, il faut donc résoudre :

$$2*L*NIV < 2*L*1,3 + NIV*3*2*Nb_Colonne$$

A partir de combien de colonne montante le réseau avec un bouclage par étage deviendra plus court que le réseau de bouclage classique ?

$$2*L*NIV < 2*L*1,3 + NIV*3*2*Nb_Colonne$$

- ⇒ $2*L*(NIV-1,3) < NIV * 6 * Nb_colonne$
- ⇒ $[2*L*(NIV-1,3)] / (6*NIV) < Nb_colonne$
- ⇒ $[L*(NIV-1,3)] / (3*NIV) < Nb_colonne$

Tant que le nombre de colonne est inférieur à $[L*(NIV-1,3)] / (3*NIV)$, le bouclage classique sera toujours de plus petite taille que le bouclage par étage.

Dans notre cas la limite est de $[L*(NIV-1,3)] / (3*NIV) = [50*(4-1,3)] / (3*4) = 11,25$ colonnes

Seulement à partir de 12 colonnes montantes, le bouclage classique deviendra moins long que le bouclage par étage.

Comme nous n'avons que 10 logements par étage, cela fait plus d'une colonne par logement : très peu probable.

D'autres configurations ont été étudiées, elles sont résumées dans le tableau ci-dessous.

Nombre d'étages	Longueur du bâtiment (L en m)	Nb d'appt par étage	Nb de colonnes montantes	Taille du bouclage classique (m)	Taille du bouclage par étage (m)	Nb limite de colonnes	Commentaire
4	40	10	2	152	320	9	Quasi une boucle par logement. Peu probable
3	50	13,33	3	184	300	10	"
3	40	13,33	3	158	240	8	Possible
3	60	13,33	4	228	360	12	Quasi une boucle par logement. Peu probable
2	70	20	5	242	280	9	Chaque boucle ne desservirait que 2 logt par étage. Peu probable
2	100	20	5	320	400	12	Une boucle pour 1,7 logt

							par étage. Peu probable
10	20	4	4	292	400	6	Plus d'une boucle par logement, peu probable

L'approche a aussi été dupliquée sur un hôtel de 50 chambres pour 1300 m² de surface de plancher.

Nombre d'étages	Longueur du bâtiment (L en m)	Nb chambre par étage	Nb de colonnes montantes	Taille du bouclage classique (m)	Taille du bouclage par étage (m)	Nb limite de colonnes	Commentaire
4	30	12	3	150	240	7	Une boucle pour juste desservir deux chambres, peu probable.
3	40	16	4	176	240	8	Une boucle pour juste desservir deux chambres, peu probable.
2	60	25	6	228	240	7	Possible
10	15	5	2	159	300	5	Une boucle pour juste desservir deux chambres, peu probable.

Le détail des calculs est disponible ici



surface
longueur.xlsx

Conclusion

Dans la majorité des cas, la solution de bouclage par étage représente une longueur plus importante que le bouclage classique.

Ces bouclages par étage seront donc plus déperditifs que les solutions classiques.

L'utilisation d'un accumulateur gaz par étage n'est donc pas la bonne voie pour réduire les pertes de bouclage.