



Schéma directeur du réseau de chaleur

Phase 1 – Diagnostic du réseau de chaleur

Janvier 2023



S.A.R.L. au capital de 53 500 €uros
RCS Rouen 488 524 919
n° TVA intracommunautaire : FR23488524919
Adresse électronique : plumail@ceden.fr

Sommaire

1	Contexte.....	1
1.1	<i>L'Histoire contractuel.....</i>	1
1.2	<i>Principales caractéristiques du réseau.....</i>	1
1.2.1	Moyens de production	1
1.2.2	Réseau de distribution.....	2
1.3	<i>Schéma général Technique, Financier et Contractuel.....</i>	2
2	Présentation du service public	3
2.1	<i>Les bâtiments raccordés</i>	3
2.1.1	Les puissances souscrites	4
2.1.2	Evolution des puissances souscrites	5
2.2	<i>Les livraisons énergétiques</i>	5
2.2.1	Nature des besoins couverts	5
2.2.2	Les livraisons de chaleur	6
2.2.3	Cohérence des puissances souscrites par abonnés	7
2.2.4	Les livraisons de chaleur corrigées du climat	8
3	Les installations techniques.....	11
3.1.1	La chaudière bois	11
3.1.2	Les chaudières gaz	11
3.1.3	Production d'énergie	11
3.2	<i>Le réseau de distribution.....</i>	13
3.2.1	La description du réseau.....	13
3.2.2	Les indicateurs de performance de la distribution.....	14
4	Etat des émissions atmosphériques	18
5	Le bilan économique	19
5.1	<i>L'évolution des tarifs de la chaleur</i>	19
5.1.1	Evolution du R1.....	19
5.1.2	Evolution du R2.....	21
5.1.3	Comparaison avec le coût moyen des réseaux en France	21
5.2	<i>Les charges d'achats de combustible.....</i>	23
5.2.1	Equilibre du poste R1.....	23
5.2.2	Achats de bois à Bois Energies France	24
5.2.3	Achats de gaz à SVD 17	24
5.3	<i>Les frais d'achat de l'électricité.....</i>	24
5.4	<i>Les charges de gestion du réseau</i>	25
5.4.1	Equilibre du poste R2.....	25
5.4.2	Les charges de gestion courante	25
5.4.3	Les charges de gros entretien et renouvellement	26
5.4.4	Les charges d'amortissement et les travaux neufs.....	26
6	Bilan et perspectives	28
7	Annexes	29
7.1	<i>Répartition des puissances souscrites par sous-station</i>	29

	Nom	Date
Rédigé par	Tiphaine BREANT	02/01/2023
Vérifié par	Guillaume DRIEU LA ROCHELLE	03/01/2023

1 Contexte

Commune du Maine-et-Loire de plus de 26 200 habitants, Saumur compte une proportion élevée de logements sociaux (près de 3 400 au total, dont 3 200 collectifs), qui représente près de 28% des résidences principales de la commune (12 300 logements). Les ensembles immobiliers du Chemin Vert sont desservis par le **réseau de chaleur urbain depuis 1970**. En 2008, la Ville de Saumur a mis en service une **chaufferie biomasse de 3,3 MW** pour couvrir majoritairement les besoins à partir d'une EnR&R et bénéficier ainsi d'une **TVA à taux réduit**. En 2018, elle a conclu un contrat d'exploitation avec DALKIA pour une durée de 8 ans (terme au 31 août 2026), la ville assurant elle-même la relation avec les abonnés du service, et entre autres, la facturation. A ce jour le réseau possède une puissance installée de **11 MW**, alimente **30 sous-stations** et **68 pavillons individuels**, et s'étend sur une **longueur totale de 4,2 km**.

Photo 1 : Vue de la chaufferie de Saumur (rue du Docteur Schweitzer)



1.1 L'Histoire contractuel

Le réseau est géré en régie par la Ville de Saumur. La relation contractuelle entre les abonnés et la Ville est cadrée par les polices d'abonnement. La Ville de Saumur a conclu un marché d'exploitation avec DALKIA ayant pris effet le **1^{er} septembre 2018 pour une durée de 8 ans**, comprenant :

- L'approvisionnement et la gestion des combustibles bois et gaz (P1),
- La conduite de l'installation et les travaux de petit entretien (P2),
- Les travaux de Gros Entretien et Renouvellement (GER) des matériels (P3).

Un premier avenant est en discussion entre la Ville et Dalkia pour préciser la nouvelle formule de calcul de la mixité.

1.2 Principales caractéristiques du réseau

1.2.1 Moyens de production

Les **modes de production de chaleur** associés au réseau sont présentés ci-après.

Tableau 1 : Modes de production réseau de Saumur

Gaz	Biomasse	Total
12,5 MW	3,3 MW	15,8 MW

Le réseau est **approvisionné en majorité** par la **chaleur** issue de la **chaudière biomasse** (85%) le reste étant assuré par les chaudières gaz, en particulier en période estivale.

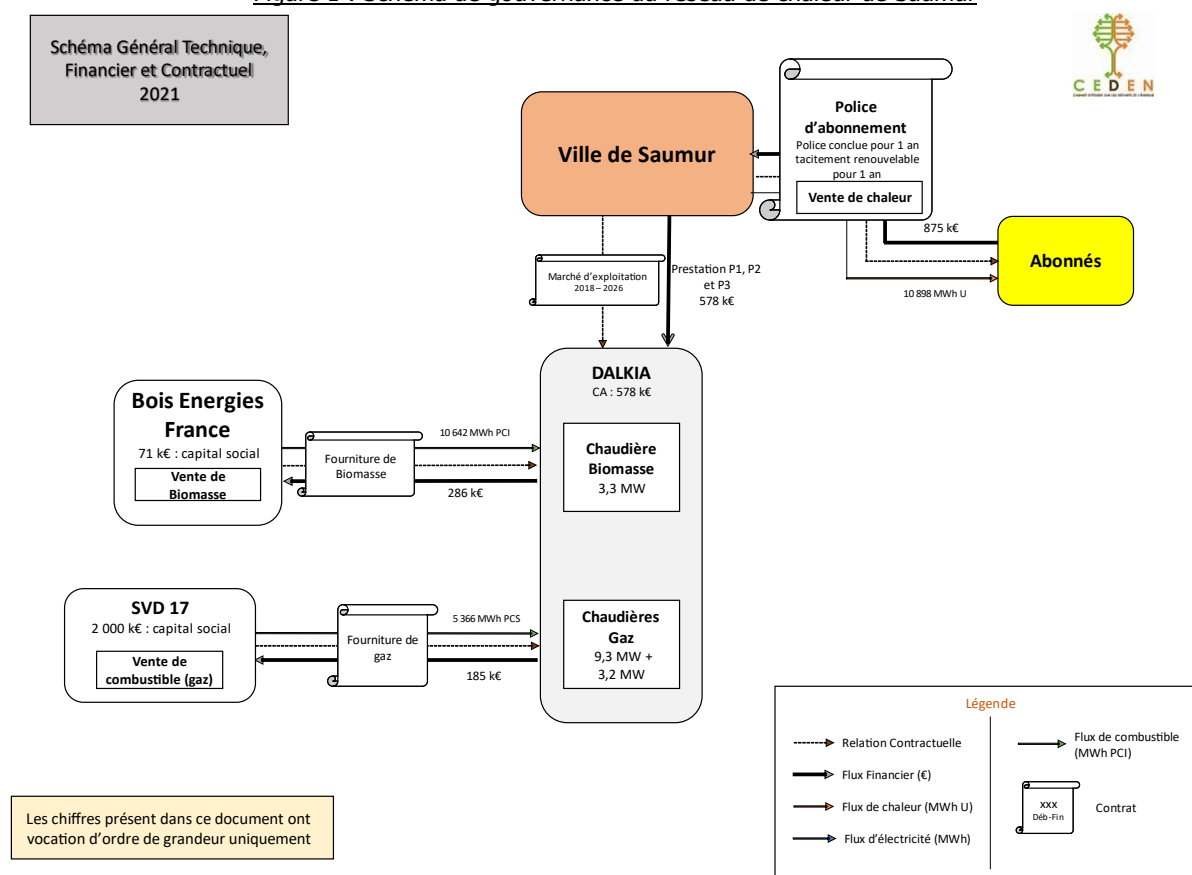
1.2.2 Réseau de distribution

Le réseau de chaleur de Saumur comprend **31 sous-stations** et **68 pavillons individuels** pour **4,2 km de canalisation**. Les puissances souscrites s'élèvent à **11 386 kW**.

1.3 Schéma général Technique, Financier et Contractuel

Le schéma ci-dessous présente toutes les relations contractuelles associées au service public de la chaleur. Les flux de combustibles, de chaleur et financiers indiqués concernent l'année 2021.

Figure 1 : Schéma de gouvernance du réseau de chaleur de Saumur



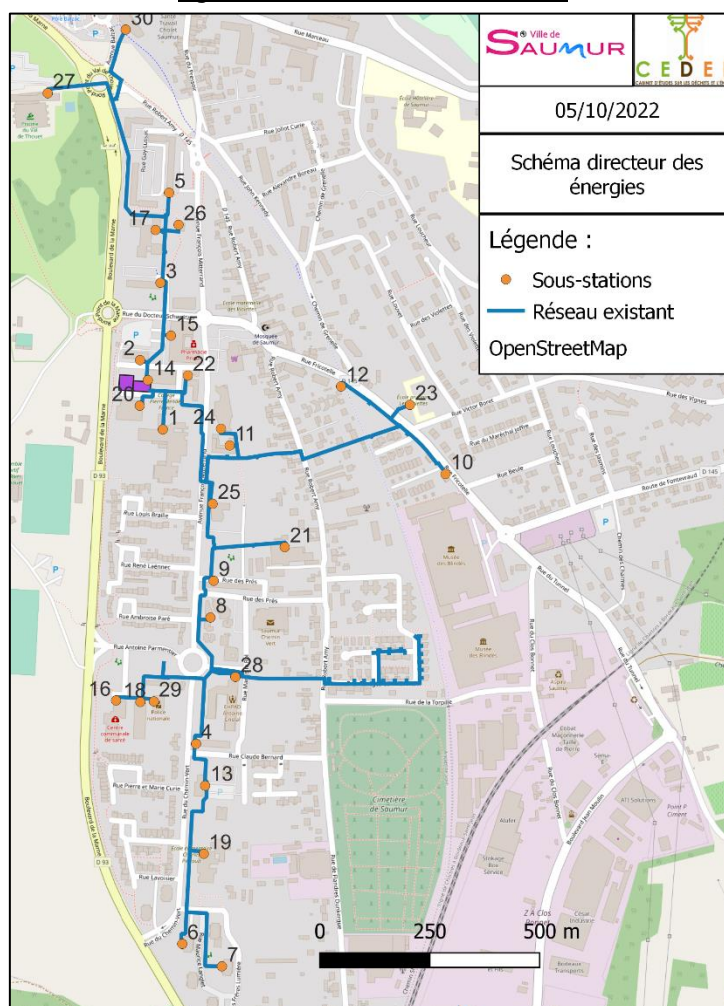
2 Présentation du service public

2.1 Les bâtiments raccordés

Le réseau de chaleur dessert **31 sous-stations** et **68 pavillons individuels** réparties selon les catégories d'abonnés suivantes :

- Logement social (**15** sous-stations et 68 pavillons individuels),
- L'enseignement (**5** sous-stations),
- Les équipements sportifs (**3** sous-stations),
- Les autres bâtiments de tertiaire (**7** sous-stations).

Figure 2 : Plan du réseau de Saumur



Les numéros des sous-stations correspondent aux abonnés et noms des bâtiments dans le tableau ci-dessous.

Tableau 2 : Décomposition par usage des livraisons de chaleur

N°sst plan	Abonné	Nom de la sous-station
1	Conseil Départemental	Collège Mendès France
2	Saumur Habitat	J
3	Saumur Habitat	H (Victor Brunel)
4	Saumur Habitat	W
5	Saumur Habitat	Aabc
6	Saumur Habitat	Afgij
7	Saumur Habitat	Adeh
8	Saumur Habitat	Le Marais du Roi

N°sst plan	Abonné	Nom de la sous-station
9	Saumur Habitat	S
10	Saumur Habitat	Jardins de Fricotelle
11	Saumur Habitat	Pre-Pinguet
12	Saumur Habitat	Le clos des Amandiers
13	Saumur Habitat	ABC
14	Saumur Habitat	L
15	Saumur Habitat	K
16	CCAS	Foyer Clair Soleil
17	Ville de Saumur	L'île des enfants
18	Ville de Saumur	G.S. 2
19	Ville de Saumur	G.S. 3
20	Ville de Saumur	Gymnase
21	Ville de Saumur	SCOPE/DOJO
22	Ville de Saumur	Centre Social
23	Ville de Saumur	Ecole des Violettes
24	Ville de Saumur	MAISON DE L'ENFANCE
25	Ville de Saumur	Pôle Emploi
26	Ville de Saumur	Balzac
27	Communauté d'agglomération	Piscine
28	Hôpital	EHPAD Antoine Cristal
29	SGAP	Commissariat
30	CCI	Etablissement de Formation du Saumurois
31	Pavillons individuels	Les Venelles
32	LOGIOUEST (pavillons individuels)	Résidence Hameau Aquitaine
33	Pavillons individuels	Résidence Camélia
34	Pavillons individuels	Résidence Hortensias
35	La Poste	La Poste

2.1.1 Les puissances souscrites

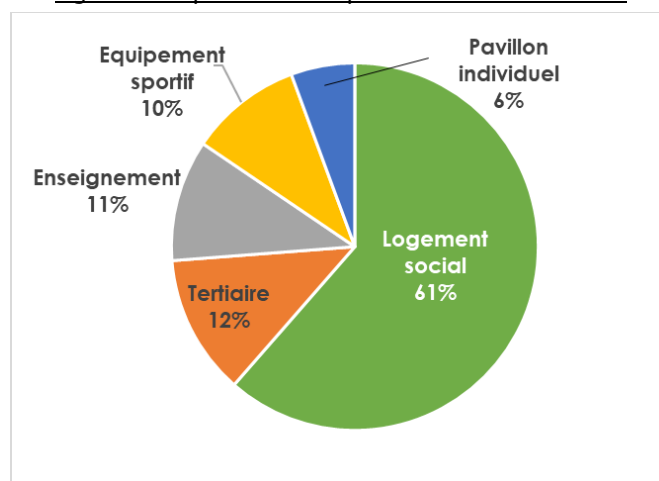
2.1.1.1 Analyse par abonnés

Au 31 août 2021, le réseau de Saumur dessert **10 abonnés publics** (sans compter les particuliers propriétaires des pavillons individuels), pour une **puissance souscrite totale de 11 386 kW**. La répartition de ces puissances par abonnés est représentée sur le graphique dans le paragraphe suivant. Le détail de la répartition des puissances souscrites par sous-station est donné en Annexe 1. La Poste est le dernier abonné à avoir été raccordé au 15/10/2021 avec une puissance souscrite de 140 kW.

2.1.1.2 Analyse par catégories d'abonnés

La **répartition des puissances souscrites** par catégories d'abonnés est détaillée ci-après. Les valeurs données ici sont celles de l'exercice 2020-2021.

Figure 3 : Répartition de la puissance souscrite en kW

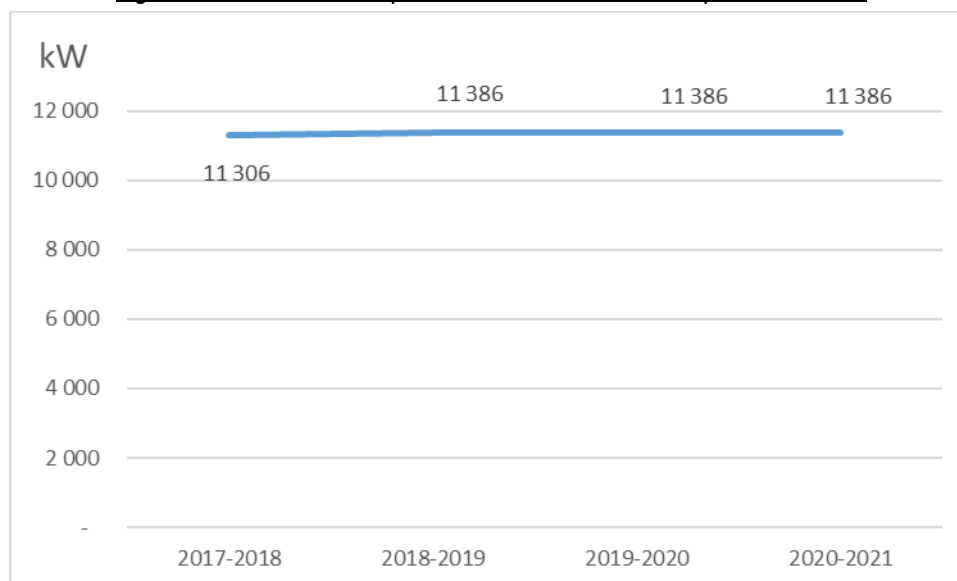


Le réseau de Saumur alimente en majorité **les logements sociaux**, ce dernier représente **61%** de la puissance totale. La puissance souscrite des **68 pavillons individuels** représente **6%** de la puissance totale. Aucun logement collectif privé n'est en revanche desservi par le réseau.

2.1.2 Evolution des puissances souscrites

L'évolution des besoins de chaleur du réseau transparait dans une certaine mesure via des **changements dans les puissances souscrites** par les abonnés. Cela peut être dû à des nouveaux raccordement, des résiliations ou encore des modifications de contrat. Dans le cas présent, il s'avère que l'**évolution** de la **puissance souscrite** sur les quatre dernières années est **quasi nul**, de l'ordre de 1%, et ne joue donc pas un rôle majeur. Depuis 2017-2018, 8 pavillons individuels ont été raccordés au réseau.

Figure 4 : Evolution de la puissance souscrite en kW depuis 2017-2018



Sur ces quatre dernières années, le développement commercial du réseau a été faible. Pour rappel, **la Poste est le dernier abonné à avoir été raccordé au 15/10/2021 avec une puissance souscrite de 140 kW. Sur l'exercice 2021/2022, la puissance souscrite s'élève donc à 11 526 kW.**

2.2 Les livraisons énergétiques

2.2.1 Nature des besoins couverts

Les consommations de chaleur du réseau de Saumur englobent aussi bien l'énergie utilisée pour le chauffage que la production d'ECS, il n'y a en particulier pas de comptage séparé suivant l'usage de la chaleur.

La répartition mensuelle des consommations de chaleur apporte néanmoins une information sur ces usages.

En négligeant les besoins de chauffage en période estivale (ceux-ci étant faibles), l'été correspond à une stricte consommation d'eau chaude sanitaire (juin, juillet et août). Sur la base de ce constat et à partir des **coefficients mensuels donnés par le COSTIC** pour les logements sociaux, il est possible d'estimer la livraison de chaleur réservée à la production d'ECS sur l'ensemble de l'année.

La **décomposition** des livraisons de chaleur totales **suyant l'usage** est la suivante.

Tableau 3 : Décomposition par usage des livraisons de chaleur

Livraison (MWh)	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
Chauffage (MWh)	6 990	7 622	6 512	8 430
ECS (MWh)	2 322	2 551	2 639	2 468
ECS (%)	25%	25%	29%	23%
Total	9 312	10 173	9 151	10 898

Les livraisons ECS correspondent en moyenne à **25% des livraisons totales**.

Les livraisons de chauffage étant reliées à la rigueur climatique, celles-ci feront l'objet d'une **correction climatique** au paragraphe 2.2.4.

2.2.2 Les livraisons de chaleur

La répartition de ces **livraisons de chaleur non corrigées de la rigueur climatique depuis 2017-2018 par catégorie d'abonnés** est détaillée ici. La consommation 2018/2019 par abonné n'apparaissent pas dans le rapport transmis par la Ville. Ces éléments ont été demandé auprès de l'exploitant.

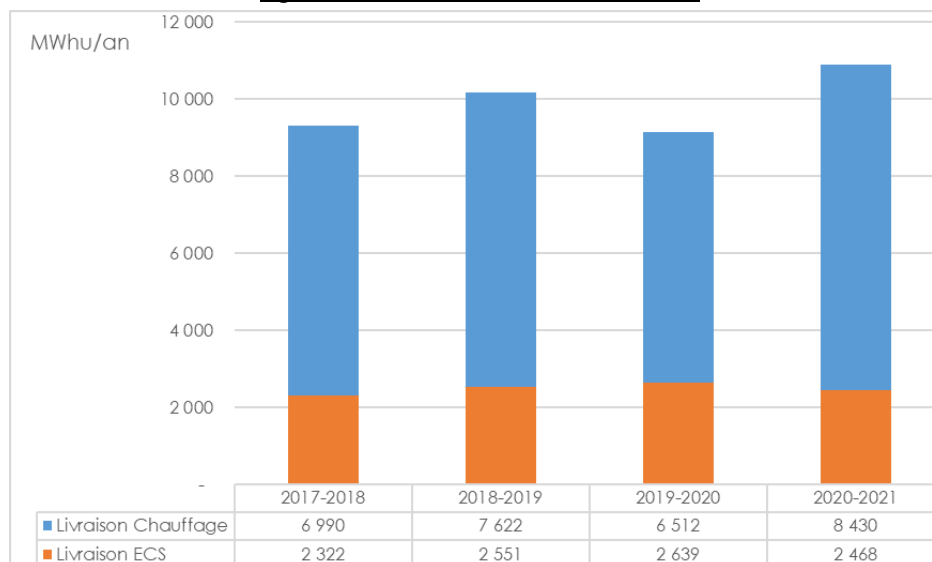
Figure 5 : Livraisons de chaleur annuelles depuis 2017/2018

Type d'abonnés		2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
Logement social		5 990	5 716	5 220	5 945
Équipement sportif		1 967	1 843	1 598	2 136
Tertiaire		1 345	1 303	1 171	1 388
Enseignement		895	897	728	910
Pavillon individuel		33	414	435	519
Total	Valeur absolue	10 229	10 173	9 151	10 898
	Base 100 : 2017/2018	100	100,6	111,8	93,9

La part la plus importante des livraisons concerne l'habitat, ce qui corrobore l'analyse des puissances souscrites. Il est à noter l'évolution des consommations des pavillons individuels entre 2017-2018 et 2019-2019 correspondant à leur raccordement progressif au cours de la saison 2017-2018.

L'évolution des livraisons totales depuis 2017-2018 est représentée ci-après.

Figure 6 : Livraisons de chaleur annuelles



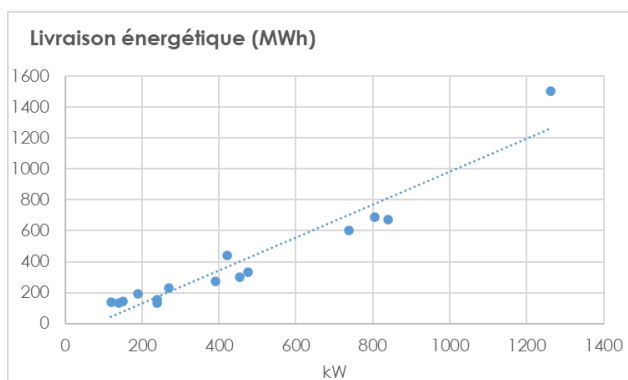
On note que les **livraisons de chauffage évoluent selon les saisons de chauffe** due en partie aux variations climatiques étudiées au paragraphe suivant. Il existe une certaine dispersion parmi les abonnés et, afin de visualiser son évolution, il est intéressant de s'intéresser au **ratio** entre le montant de la **livraison à chaque année** et celui obtenu **à la première année** du tableau, ici 2017-2018. Cette analyse est proposée dans le paragraphe 2.2.4.2.

2.2.3 Cohérence des puissances souscrites par abonnés

Le profil des abonnés peut être analysé suivant leur position sur un plan **Puissance souscrite versus Livraison énergétique**. Pour les graphiques suivants, les données les plus récentes ont été utilisées, c'est-à-dire la répartition de la livraison énergétique par puissance souscrite sur la saison 2020/2021. Le ratio moyen de l'ensemble des bâtiments est de 0,86 MWh/kW.

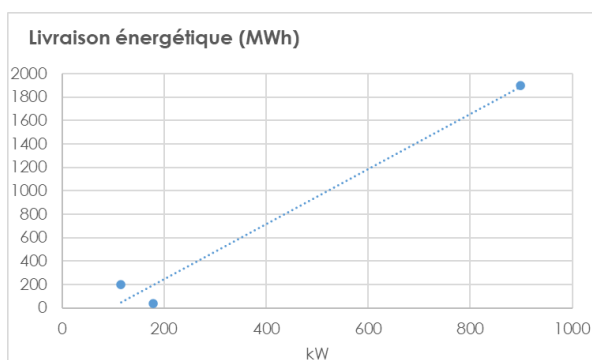
Tableau 4 : Profil des abonnés selon leur puissance souscrite et leur livraison énergétique

Logement



Le rapport énergie livrée sur kW présente quelques disparités parmi le parc d'habitation. Le ratio le plus bas (0,56 MWh/kW) concerne le Clos des Amandiers et le plus haut (1,19 MWh/kW) la résidence ABC de Saumur Habitat.

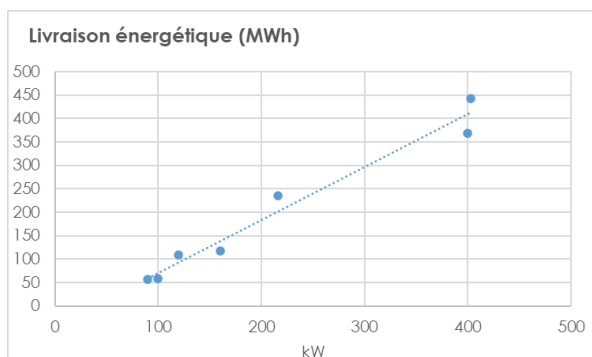
Equipement sportif



Une forte disparité est observée entre les différents abonnés de la catégorie des équipements sportifs, en particulier :

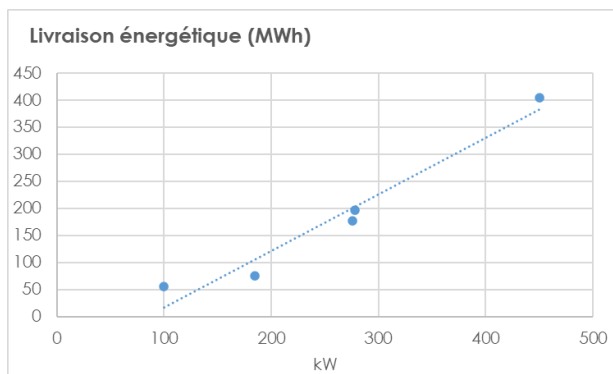
- le gymnase (0,21 MWh/kW) dont l'échangeur est dimensionné pour une température de 18°C par -7°C mais dont la consigne de température est fixée entre 10 et 14°C ;
- le SCOPE (1,71 MWh/kW) qui sera démoli prochainement.

Tertiaire



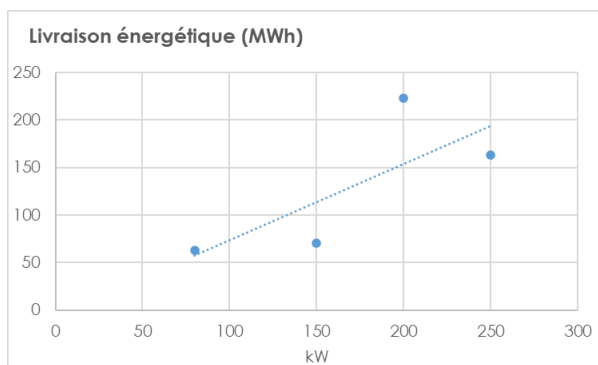
Quelques disparités sont observées entre les différents abonnés de la catégorie tertiaire. Le ratio le plus haut concerne l'Ehpad Antoine Cristal (1,1 MWh/kW) et le plus bas le pôle emploi (0,59 MWh/kW).

Enseignement



Le rapport kW sur énergie livrée est constant parmi les bâtiments d'enseignements (aux alentours de 0,64 MWh/kW). La plus grosse sous-station concerne le collège Mendès France dont le ratio est de 0,9 MWh/kW.

Pavillon individuel



D'importantes disparités sont observées parmi les pavillons individuels. Le ratio pour les 15 pavillons de la résidence Camélia s'élève à 0,47 MWh/kW et celui des 20 pavillons de la résidence les Venelles s'élève à 1,11 MWh/kW. Une **harmonisation de la puissance souscrite** pourrait être envisagée.

2.2.4 Les livraisons de chaleur corrigées du climat

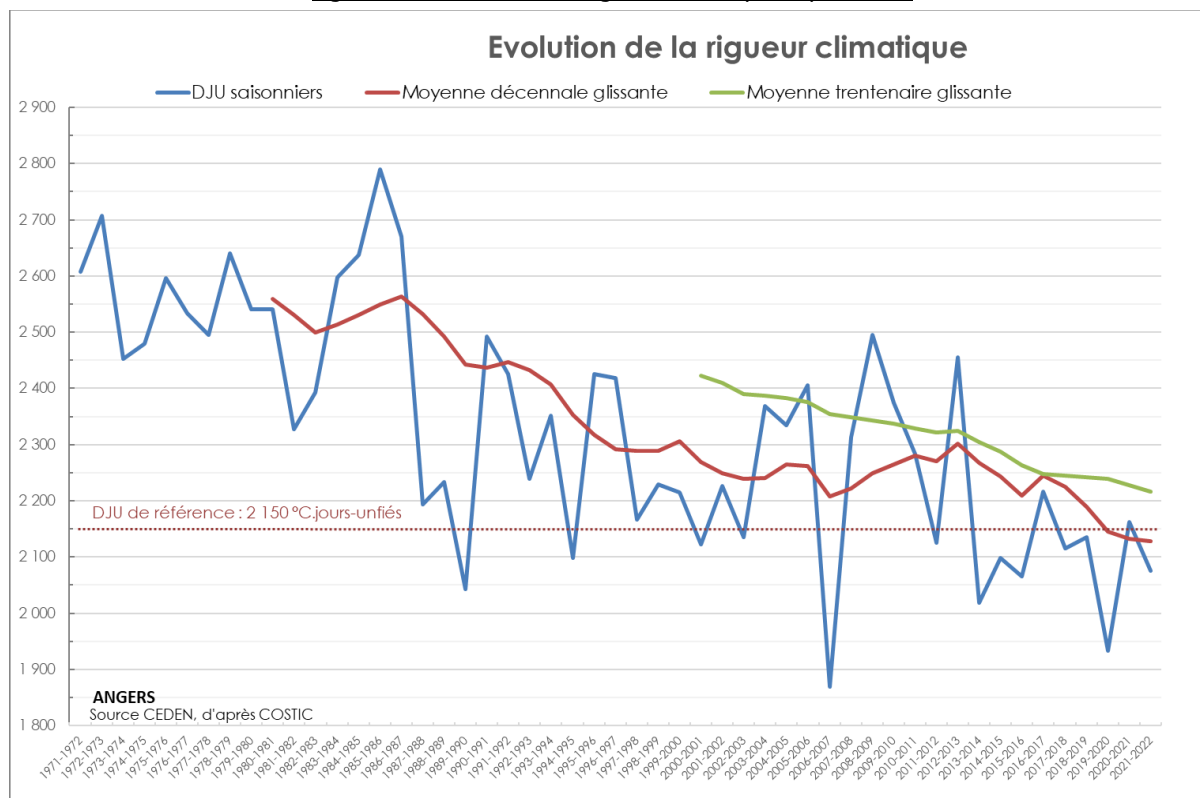
2.2.4.1 La rigueur climatique de référence

La **correction climatique** a pour vocation de comparer les consommations sur plusieurs années. Le but est de s'affranchir de l'effet du climat, souvent prépondérant, afin de mettre l'accent sur les **tendances structurelles de l'évolution de la consommation**.

Le graphique suivant donne l'évolution de la rigueur climatique annuelle (station météo de référence : Angers) depuis l'année 1972. Les moyennes décennales et trentenaires glissantes y figurent. Pour information, CEDEN suit en continu **l'évolution des DJU communiquée par le COSTIC** et les exploite à travers différents graphiques gérés par saison de chauffe (base de données construite en interne).

La rigueur climatique de référence pour cette étude est définie à 2 150 °C.jours-unifiés correspondant à la moyenne décennale glissante pour la station météo d'Angers. Cette référence permet de définir le **coefficient de rigueur climatique** d'une année comme le rapport entre la rigueur climatique de l'année en question et la rigueur climatique de référence.

Figure 7 : Evolution de la rigueur climatique depuis 1972



Après une stagnation de la moyenne décennale glissante entre 2 200 et 2 300 DJU, on observe une relative diminution depuis 2012 jusqu'à atteindre une **moyenne à 2150 DJU en 2021-2022**. En 2012/2013, Angers a connu une année froide avec 2 450 DJU, l'année 2020-2021 a été une année relativement douce avec 2 160 DJU.

Tableau 5 : Evolution du coefficient de rigueur climatique

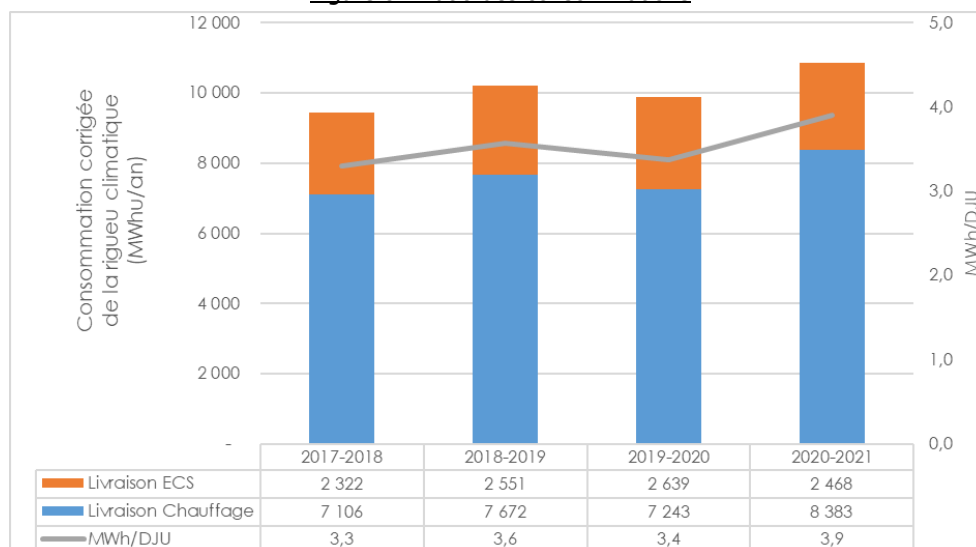
	2017-2018	2018-2019	2019-2020	2020-2021
DJU (°C.jours-unifiés)	2 115	2 136	1 933	2 162
Coefficient de rigueur climatique	0,98	0,99	0,90	1,01

La saison **2019-2020** apparaît comme **particulièrement clémente** vis-à-vis des autres années. **2020-2021** est la saison **la plus froide des 4 dernières saisons**.

2.2.4.2 Evolution du ratio de consommation de chauffage

La correction climatique permet de calculer le ratio de **consommation de chauffage rapportée au besoin de chauffage en DJU**, ce qui renseigne ainsi sur l'évolution du profil des abonnés. Cet indicateur s'exprime en MWh/°C.jours-unifiés.

Figure 8 : Ratio des consommations



Ce ratio a augmenté en 2020-2021 par rapport aux trois années précédentes. Sur 2019-2020 les livraisons de chaleur avaient reculé, ce qui montre que l'effet du climat était prépondérant. C'est ce à quoi l'on s'attend pour un réseau majoritairement résidentiel.

3 Les installations techniques

La **chaleur délivrée sur le réseau** de Saumur **provient** de la **chaudière biomasse** et en appoint/secours des chaudières gaz.

3.1.1 La chaudière bois

Les principales caractéristiques de la chaudière bois sont détaillées dans le tableau ci-après.

Tableau 6 : Caractéristiques de la chaudière biomasse

Combustible	Biomasse
Puissance thermique	3,3 MW
Type	WEISS
Fonctionnement	Base tout au long de l'année
Mise en service	2008

La chaudière, fournie par Weiss, développe une puissance thermique de 3,3 MW. L'implantation de cette chaudière est réalisée dans un bâtiment contigu à celui historique de la chaufferie historique au gaz.

3.1.2 Les chaudières gaz

Les principales caractéristiques des deux chaudières d'appoint et secours sont détaillées dans le tableau ci-après.

Tableau 7 : Caractéristiques des chaudières gaz

Chaudière ¹	N°1	N°2	Total
Combustible	Gaz	Gaz	
Type	NC	NC	
Puissance thermique	9,3 MW	3,2 MW	12,5
Fonctionnement	Appoint/secours	Appoint/secours	

L'ensemble des chaudières gaz est en mesure de développer une **puissance thermique de 12,5 MW**. Dans les faits, les chaudières sont mobilisées en appoint, et s'ajustent donc au besoin en chaleur. La décomposition de la production sera reprise ultérieurement. D'après l'exploitant, la chaudière gaz de 9 MW est obsolète.

3.1.3 Production d'énergie

3.1.3.1 Les indicateurs de performance de la production

Le tableau suivant résume les différents indicateurs de performance de la production pour l'année 2020/2021.

Tableau 8 : Indicateurs de performance de production 2020/2021

	Biomasse	Gaz
Rendement (%)	86,0	77,8
Equivalent heures de fonctionnement à pleine puissance (heures)	2 828	300
Taux de couverture des besoins (%)	71,3	28,7

Le **rendement de la chaudière bois est excellent**. A titre de comparaison, le rendement d'une chaudière bois neuve avec un fonctionnement correct se situe à **85%**. A l'inverse le rendement attendu d'une chaudière gaz s'élève à 90%. Cette baisse pourrait s'expliquer par un problème de comptage sur le compteur général ou le compteur de la chaudière bois. La chaudière gaz ne dispose, en effet, pas de son propre compteur thermique en sortie de chaudière.

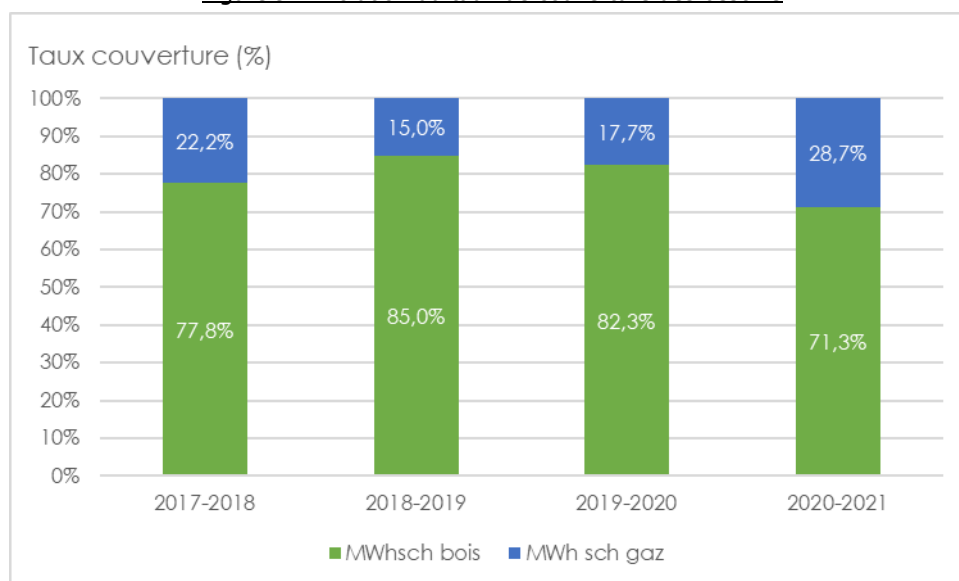
Les **équivalents heure de fonctionnement** à pleine puissance témoignent bien du **fonctionnement** de chaque moyen de production : la **biomasse** est bien appelée en **base** quand les **chaudières gaz** sont en **appoint**. Une chaudière biomasse fonctionnant en base présente généralement un temps équivalent à pleine puissance de **4 000 heures** lorsqu'elle est correctement

¹ La numérotation des chaudières est réalisée à titre arbitraire.

dimensionnée. La chaudière bois de Saumur pourrait ainsi être **davantage sollicitée**. Cette **piste d'optimisation sera étudiée dans le cadre du schéma directeur**.

L'évolution du taux de couverture des besoins sur les années précédentes est le suivant.

Figure 9 : Evolution du taux de couverture des besoins



Le taux de couverture EnR&R est à minima de 71% depuis 2017/2018, ce qui est une **performance environnementale satisfaisante**. **Le taux EnR&R a atteint un niveau plus élevé (85%) sur la saison 2018-2019.**

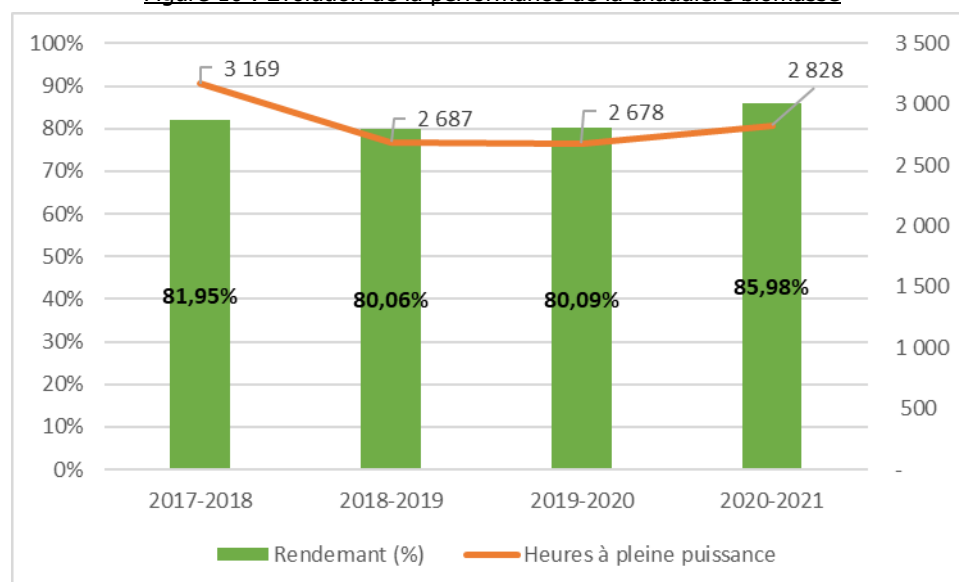
3.1.3.2 Chaudière Biomasse

La centrale de biomasse a délivré une quantité de chaleur de **9 332 MWh sch** sur la saison 2020/2021, pour une consommation de bois de **10 853 MWh PCI**. Son **rendement annuel** global est de **86,0%**. Elle a été mise en service en 2008.

Tableau 9 : Synthèse de production de la centrale biomasse

			2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Bois consommé	MWh PCI		12 763	11 075	11 032	10 853
	tonnes					4 058
Chaleur produite	Quantité	MWh th	10 459	8 867	8 836	9 332
	Rendement	%	81,95%	80,06%	80,09%	85,98%
	Heures à pleine puissance	h	3 169	2 687	2 678	2 828

Figure 10 : Evolution de la performance de la chaudière biomasse



Le rendement de la chaudière bois a **augmenté de 6 points** par rapport aux deux années précédentes. On note toutefois que la chaudière bois fonctionne à moins de 3 000 h à pleine puissance depuis 2018/2019, ce qui est faible. Une chaudière correctement dimensionnée fonctionne de 3 500 h à 5 000 h à pleine puissance. **La chaudière bois dispose donc d'une capacité d'extension de sa production.**

3.1.3.3 Chaleur gaz

L'ensemble de la **chaleur produite** par les **chaudières gaz** par le réseau de chaleur de Saumur sur la saison 2020/2021 s'élève à **3 756 MWhsch**.

Les données de production de chaleur n'étant pas disponibles chaudière par chaudière, un calcul du rendement détaillé est impossible. Connaissant la **consommation** globale en **combustible**, s'élevant à **4 829 MWh PCI**, on peut toutefois calculer le **rendement global** des chaudières à **77,8%**.

Tableau 10 : Synthèse de production des chaudières gaz

		2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Gaz Naturel consommé	MWh PCI	4 209	3 377	2 549	4 829
Gaz Naturel chaleur produite	MWh	2 983	2 879	1 922	3 756
Rendement	%	70,87%	85,26%	78,17%	77,77%

Le rendement attendu d'une chaudière gaz s'élève à 90%. Cette baisse pourrait s'expliquer par un problème de comptage sur le compteur général ou le compteur de la chaudière bois. La chaudière gaz ne dispose, en effet, pas de son propre compteur thermique en sortie de chaudière.

Les chaudières gaz sont utilisées en période estivale lorsque la chaudière bois est à l'arrêt ainsi qu'en cas de secours et appoint.

3.2 Le réseau de distribution

3.2.1 La description du réseau

Le réseau de Saumur est un réseau en eau chaude basse pression, dont les caractéristiques principales sont rappelées dans le tableau suivant.

Figure 11 : Synthèse des caractéristiques du réseau de Saumur

Longueur RC	Densité thermique 2020/2021	Nombre de sous-stations	Type de fluide caloporteur	Nombre de branches
4 237 m	2,57 MWh/ml	31 et 68 pavillons	Eau chaude (BP)	2

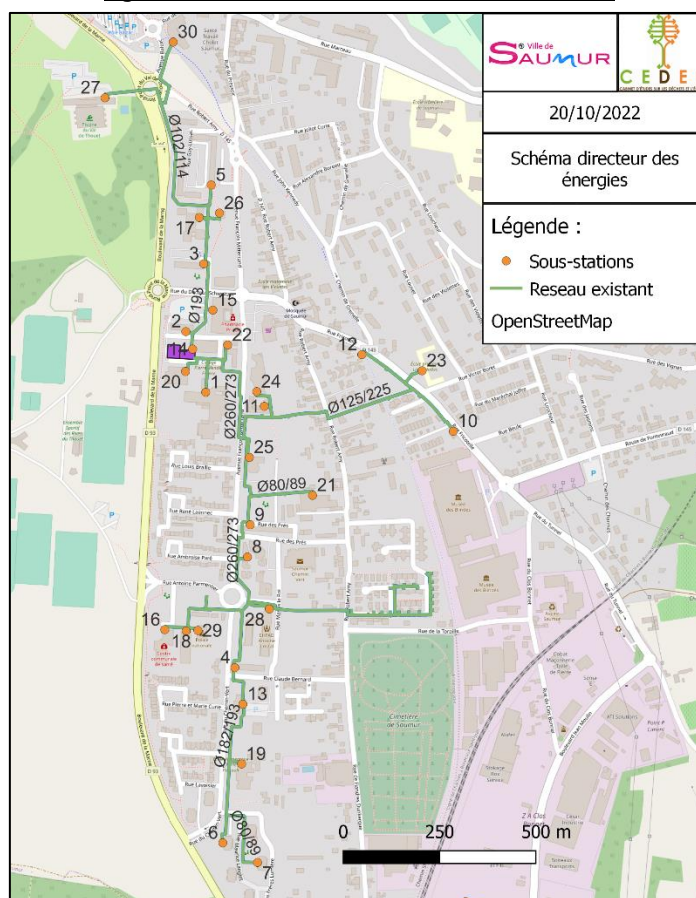
3.2.1.1 Les fluides caloporteurs et les températures

Le fluide caloporteur est l'eau. La régulation se fait en débit fixe, aucune vanne 2 voies ou vanne 3 voies n'est présente en chaufferie. En hiver, le départ s'élève à une température constante de 95°C, tandis qu'elle s'élève à 75°C en été.

3.2.1.2 Les canalisations et le tracé du réseau

Le tracé actuel du réseau de chaleur avec les DN est le suivant :

Figure 12 : Plan du réseau de la ville de Saumur



3.2.2 Les indicateurs de performance de la distribution

3.2.2.1 Les pertes de distribution

Sur l'année 2020/2021, le réseau affiche une énergie produite de 13 088 MWh pour une énergie distribuée aux abonnés de 8 430 MWh. Le **rendement de distribution** moyen annuel est donc de **83,3 %**. On remarque qu'en **l'absence de moyens de comptage au départ de chaque branche**, on ne peut évaluer plus finement ce rendement de distribution, mais un tel apport serait certainement un outil précieux pour le suivi du réseau.

En termes de pertes réseau, celles-ci s'élèvent donc à 2 190 MWh sur la saison 2020/2021, ce qui, une fois ramené à la longueur totale du réseau, consiste en une **perte linéaire de 517 kWh/an/mètre linéaire de tranchée**.

Enfin cette perte linéaire peut également être présentée comme une déperdition instantanée moyenne, valant dans le cas présent **59 W/mètre linéaire de tranchée**.

Le tableau suivant récapitule ces 3 indicateurs de performance du réseau.

Tableau 11 : Indicateurs de performance du réseau de chaleur

Année	Pertes	Rendement de distribution	Perte linéaire annuelle	Déperdition linéaire annuelle	Appoint eau	
	MWh/an	%	kWh/an/ml	W/ml	m³	% pertes thermiques
2017/2018	4 130	69,3%	975	111	673	1%
2018/2019	1 293	86,6%	371	42	144	1%
2019/2020	1 713	84,2%	404	46	530	3%
2020/2021	2 190	83,3%	517	59	1 514	6%
Moyenne	2 331	81,1%	550	63	715,25	3%

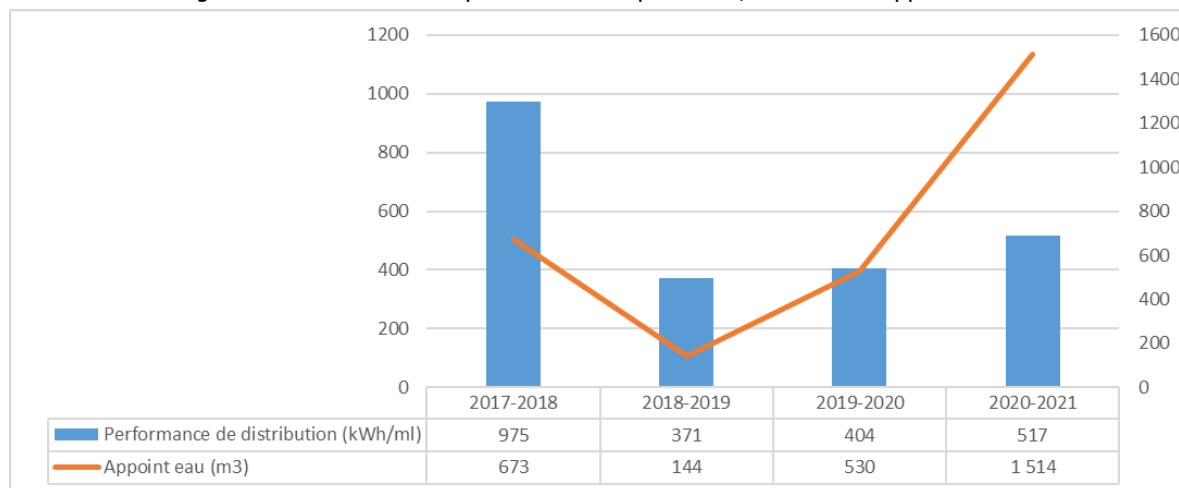
Le rendement de distribution est variable selon les saisons.

Pour un réseau de cette taille, il est courant de constater des valeurs de rendement supérieur à 90%. Toutefois, en tenant compte de l'âge du réseau (3/4 datant de 1970), les performances du **réseau**

de Saumur semblent correctes. L'analyse de la perte linéaire permet de confirmer cette idée puisqu'elle s'élève en moyenne à 550 kWh/an/ml. Une performance correcte de réseau de cet âge se situe aux alentours de 500 à 600 kWh/ml.

Les appoints d'eau sont très variables d'une année à une autre, toutefois leur impact sur les pertes thermiques est faible, il s'élève au maximum à 6 %. **Des nouveaux raccordements de sous-stations ont eu lieu en 2017/2018**, ce qui expliquerait la valeur élevée observée. Toutefois, la hausse des appoints d'eau depuis 2018/2019 est liée à **l'augmentation des fuites réseau**. Ce sujet est abordé dans le paragraphe suivant.

Figure 13 : Evolution de la perte linéaire depuis 2017/2018 et de l'appoint d'eau

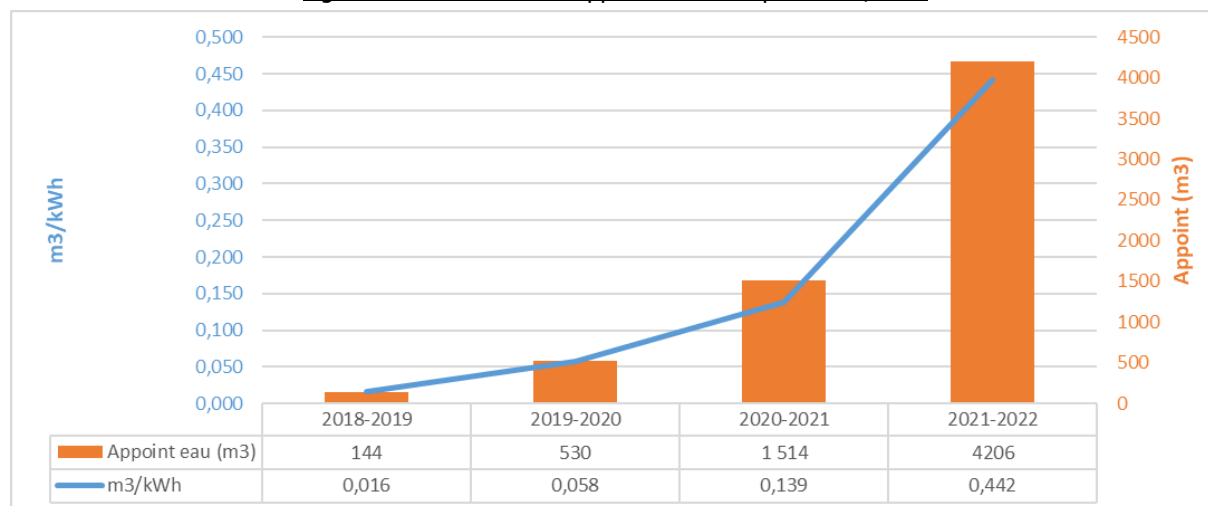


3.2.2.2 Les appoints d'eau et les fuites

- Les appoints d'eau

Sur les 4 dernières années, de 2018 à 2022, les appoints d'eau ont augmenté de façon exponentielle. Seul un nouveau raccordement (le bâtiment de la Poste) en 2021/2022 pourrait expliquer une partie de l'appoint d'eau, **le reste étant directement lié aux fuites**.

Figure 14 : Evolution des appoints d'eau depuis 2018/2019



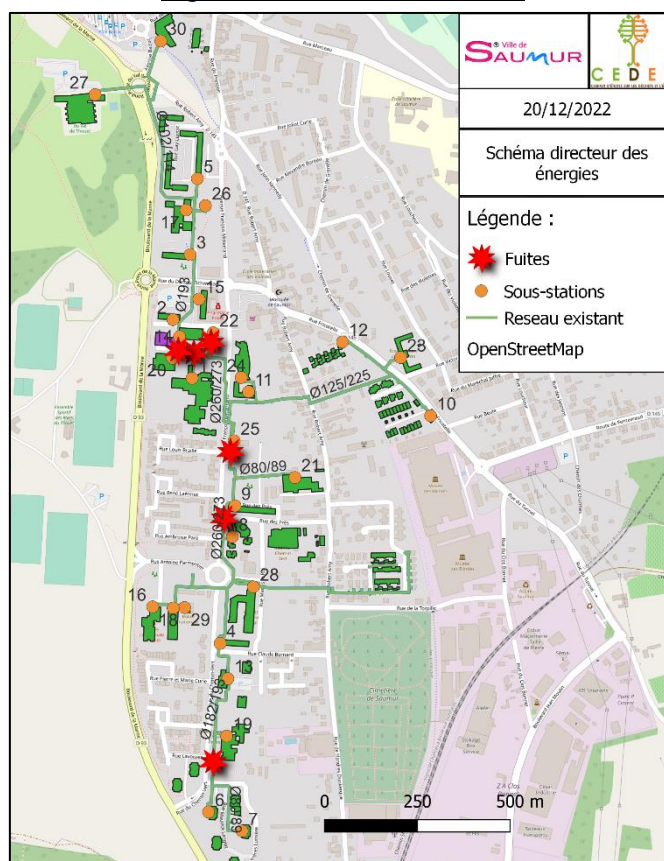
Par rapport aux appoints d'eau observés sur d'autres réseaux de chaleur, le ratio en m³/MWh livré **est correct jusqu'en 2020-2021**. Ce ratio est en revanche particulièrement **élevé sur l'année 2021-2022**, il est équivalent au ratio des réseaux rencontrant des problèmes récurrents de fuites. L'objectif de performance à atteindre pour ce ratio s'élève à **0,04 m³/kWh**, soit un ratio 10 fois moins élevé que celui observé en 2021/2022.

Par ailleurs, avec un coût de 4€/m³ d'eau, ces fuites représentent sur l'année 2021/2022 un coût de **16 800 €**.

- Localisation des fuites

Selon les rapports d'exploitation de DALKIA et les informations transmises par la Ville, les localisations des dernières fuites (depuis 2020) sont représentées sur la carte ci-dessous.

Figure 15 : Localisation des fuites



Ces fuites interviennent le plus souvent sur :

- Les branches historiques de 1970,
- Les coudes, les brides ou les vannes.

Photo 2 : Photos de la réparation des dernières fuites



• Le coût des travaux liés aux fuites

Les rapports annuels d'exploitation détaillent les travaux effectués dans le cadre du gros entretien et renouvellement (P3) ainsi que leurs montants. Ces charges sont dans le tableau ci-dessous.

Tableau 12 : Charges de travaux liées aux réfections des fuites

Dénomination	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022
Charges de P3 liées aux fuites réseau	0	6 085	11 222	35 413
En % des charges totales de P3	0%	22%	28%	23%
Equivalence du coût pour le remplacement d'un tronçon neuf (en ml)	DN 250	-	5,5	10
	DN 65	-	8,7	16
				50

L'augmentation des charges liées aux réparations des fuites témoigne d'une prise en charge au fil de l'eau de ces incidents.

En 2021/2022, la répartition des coûts de travaux correspond à :

- 26% pour la recherche de fuites,
- 62% pour l'ouverture des voiries,
- 12% restants pour la réparation en elle-même des fuites.

- *Préconisations*

La **réparation des fuites au fil de l'eau semble appropriée par rapport à la réfection d'un tronçon entier**. En effet, les charges engendrées par les travaux des fuites restent inférieures au coût de réfection d'un tronçon entier. En particulier dans le cas de la réfection d'un tronçon principal d'un DN 250. A titre d'exemple, sur la saison 2021/2022, le montant des travaux permet seulement de couvrir 32 ml de réfection d'un tronçon en DN 250. Toutefois, quelques préconisations sont émises ci-dessous :

1. **Identifier l'ensemble des brides du réseau** et les géolocaliser. Cette étape permettra de faciliter les recherches des fuites et ainsi réduire les coûts associés ;
2. Installer des **vannes d'isolement** le long du réseau, en particulier sur les tronçons du réseau historique ;
3. Dans le cas d'une extension du réseau de chaleur, il pourrait être judicieux de **refaire le tronçon d'alimentation principal** avec un DN plus important (pour l'existant et l'extension) plutôt que d'ajouter une branche supplémentaire.

Ces préconisations devront être discutées avec l'exploitant.

4 Etat des émissions atmosphériques

Selon le mode de fonctionnement de chaque source de chaleur ainsi que l'énergie finale employé, le bilan des émissions atmosphériques d'un réseau de chaleur varie grandement.

Le **contenu en CO₂** de l'énergie livré est exprimé en **g** de CO₂ **par kWh utile**. De cette manière les émissions sont décorrélées des besoins en énergie et dépendent seulement du mix de production et des rendements de chaque générateur.

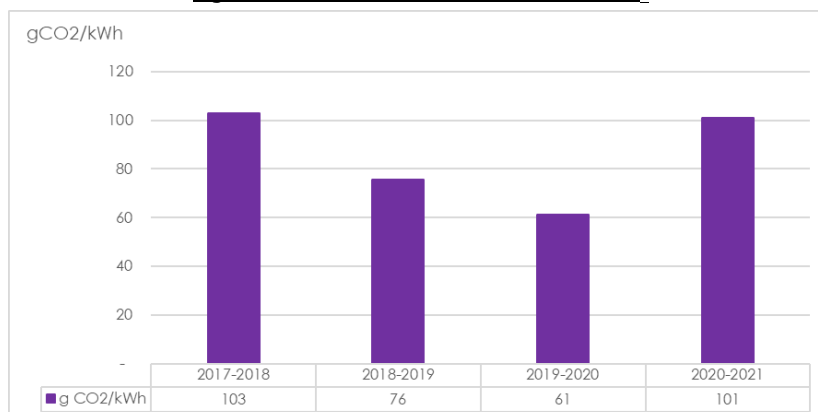
Les ratios d'émission de CO₂ pris en compte pour les calculs :

- 0 t/MWhPCI pour le bois ;
- 0,205 t/MWhPCS pour le gaz (Bilan établi sur la base du tableur SNCU/FEDENE).

Tableau 13 : Evolution des émissions CO₂

		2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021	Moyenne
CO ₂	t	959	769	560	1 100	847
	g/kWh	103	76	61	101	87

Figure 16 : Evolution des émissions de CO₂



Le contenu en carbone est directement relié à la consommation de gaz. Celui-ci est plus bas lorsque les chaudières gaz ont été moins sollicitées.

Les **performances environnementales sont satisfaisantes mais pourraient être optimisées**, le **taux EnR&R 2020/2021 est de 71 %** avec **101 g éq CO₂/kWhutile** à comparer

- . A l'objectif du contenu carbone des projets de réseau récents de 50 g/kWh,
- . au contenu carbone moyen des réseaux en France de 107 g/kWh (enquête SNCU 2019),
- . au contenu carbone d'un réseau 100% gaz de 300 g/kWh.

5 Le bilan économique

L'évolution globale des comptes de la Régie liée à la gestion du réseau de Saumur est présentée ci-dessous. Les données sont issues du rapport financier de la Ville.

Tableau 14 : Synthèse des comptes de la Régie de Saumur 2020 et 2021 (k€)

	2020	2021
Produits (hors excédent)	771	969
Charges	757	837
Résultat	14	132
%	1,8%	13,6%

Sur les deux dernières années, les comptes sont **excédentaires**. L'excédent s'élève à 13,6% sur l'année 2021. Toutefois, cet excédent inclue une charge de 142 k€ auprès de DALKIA reportée sur l'année 2022. **L'excédent est reporté chaque année sur les recettes des années suivantes. Celui-ci s'élève à 409 k€ à la fin de l'année 2021.**

5.1 L'évolution des tarifs de la chaleur

Le tarif de la chaleur est composé de 2 termes :

- R1 en €/MWh afin de couvrir les charges de combustible,
- R2 en €/kW afin de couvrir les charges d'entretien, de gros entretien et renouvellement, d'amortissement et de frais de gestion.

La facture est établie mensuellement par la Ville de Saumur à chacun des abonnés.

5.1.1 Evolution du R1

Le R1 se décompose de la façon ci-dessous.

$$R1 = [a \times R1_{\text{bois}} \times g_{\text{bois}} + b \times R1_{\text{gaz}} \times g_{\text{gaz}}] \times 1/r_{\text{distribution}}$$

Avec :

- a et b les **mixités mensuelles réelles** respectives du bois et du gaz ;
- R1_{bois} et R1_{gaz} les coûts respectifs du combustible bois et gaz en €/MWh sch défini à partir du rendement contractuel de combustion des chaudières ;
- g_{bois} et g_{gaz} les frais de gestion contractuel de l'exploitant pour la fourniture du combustible ;
- r_{distribution} le rendement de distribution contractuel du réseau primaire en %.

Une facturation sur la mixité réelle est assez rare dans les méthodes de facturation de la chaleur des réseaux. Il est généralement observé une **facturation selon une mixité contractuelle** permettant de transférer à l'exploitant le risque financier d'un taux de couverture gaz élevé.

Le contrat considère deux périodes pour le calcul du R1, **l'hiver** du 1^{er} novembre au 31 mars et **l'été** pour le restant de l'année. **Les rendements de combustion et de distribution contractuels varient entre ces deux périodes.** Ces rendements sont ci-après :

Tableau 15 : Rendements contractuels par chaudière et par période

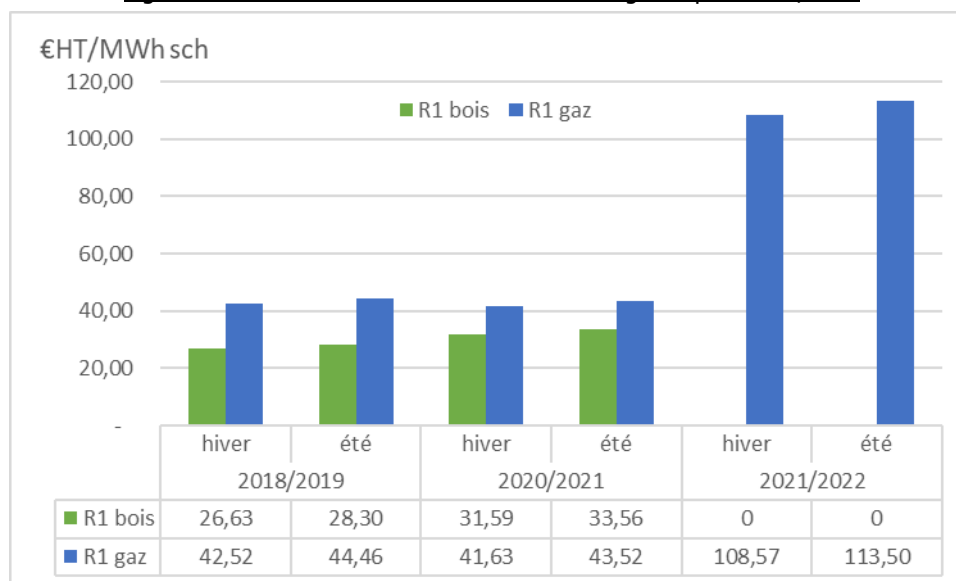
	Contractuel				Réel (moyenne de 2017 à 2021)	
	Hiver		Eté		Annuel	
	Bois	Gaz	Bois	Gaz	Bois	Gaz
Rendement production de	85%	92%	80%	88%	82,0%	75,6%
Rendement distribution de	86,9%		82%		81,1%	
Rendement total	73,9%	79,9%	65,6%	72,16%	66,5%	61,3%

Les rendements réels étant inférieurs aux rendements contractuels, cela amène à conclure que l'écart des deux est au bénéfice de la Ville.

Il est toutefois à noter qu'un **premier avenant est en cours de discussion** entre la Ville et Dalkia pour préciser une **nouvelle formule de calcul de la mixité**.

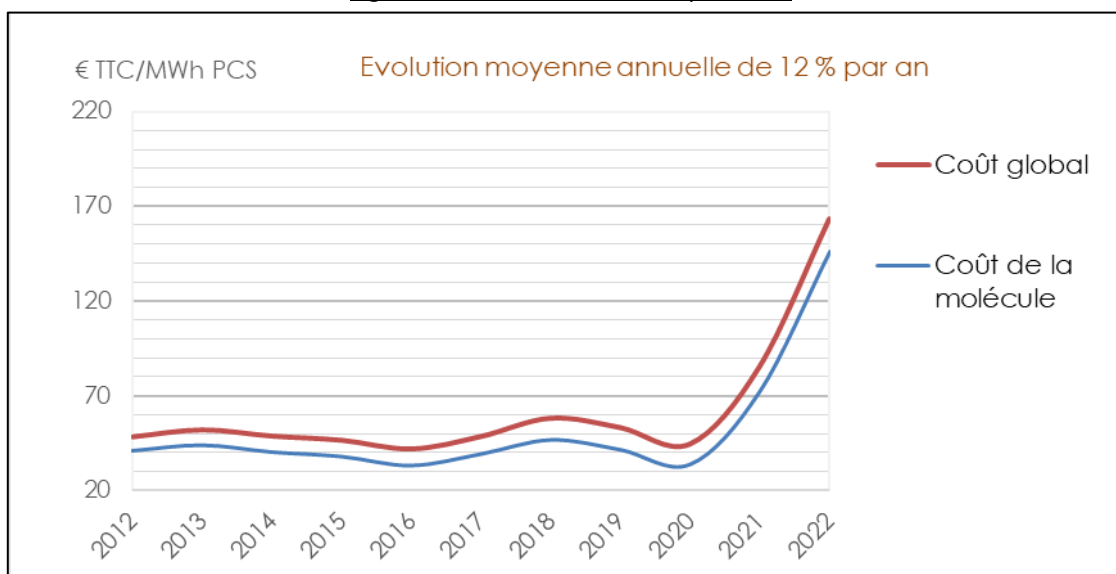
L'évolution depuis la première année du contrat d'exploitation en cours (2018/2019) est ci-dessous. Le prix du bois n'apparaît pas dans la première version du rapport d'exploitation 2021/2022 transmis par la Ville.

Figure 17 : Evolution des tarifs du R1bois et R1gaz depuis 2018/2019



Une forte augmentation du prix R1_{gaz} est observée en 1 an. Cette hausse spectaculaire n'est que le reflet de l'évolution du prix du gaz sur les marchés de gros (indice PEG Month Ahead) qui gouverne l'essentiel des formules d'actualisation des tarifs du R1_{gaz}. En effet, alors que cet indice avait évolué entre 10 et 30 €/MWh PCS pendant les 10 dernières années, il a bondi à 170 €/MWh PCS en septembre 2022. Le graphique suivant montre l'évolution du coût de la molécule gaz depuis 10 ans.

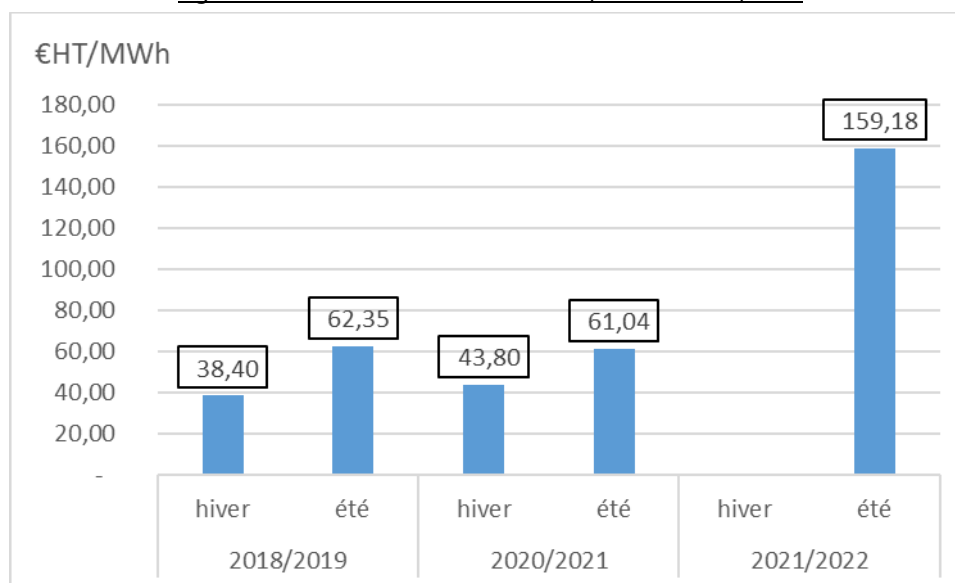
Figure 18 : Evolution du PEG depuis 2012



Sur l'année 2022, l'augmentation de la molécule gaz persiste. **De janvier à septembre 2022, le coût moyen du R1 a ainsi augmenté de 71% par rapport au coût moyen de 2021.** Il s'élève en **décembre 2022 à 105,12 €HT/MWh PCS au lieu de 59,11 €HT/MWh PCS en décembre 2021.**

L'évolution du tarif R1 avec une mixité 85% bois et 15% gaz en hiver et 100% gaz en été est représentée ci-après :

Figure 19 : Evolution du R1 entre 2018/2019 et 2021/2022



Le **R1 hiver** a ainsi **augmenté de 14%** en 2020/2021 par rapport à 2018/2019, tandis que le **R1 été** a diminué de 2% entre 2018/2019 et 2020/2021 puis a **bondi de 161% lors de la saison suivante**.

5.1.2 Evolution du R2

Le R2 correspond à la somme des prestations suivantes :

- **R2a** : le coût des prestations de conduite de la chaufferie, de petits entretiens, de contrôle et de surveillance des installations et réseaux, de gestion du service ;
- **R2b** : les charges financières, dotations aux amortissements et renouvellement des immobilisations.

La valeur du R2 s'élève à 27,72 €/kW dont

- R2a à 16,10 €/kW,
- R2b à 11,62 €/kW.

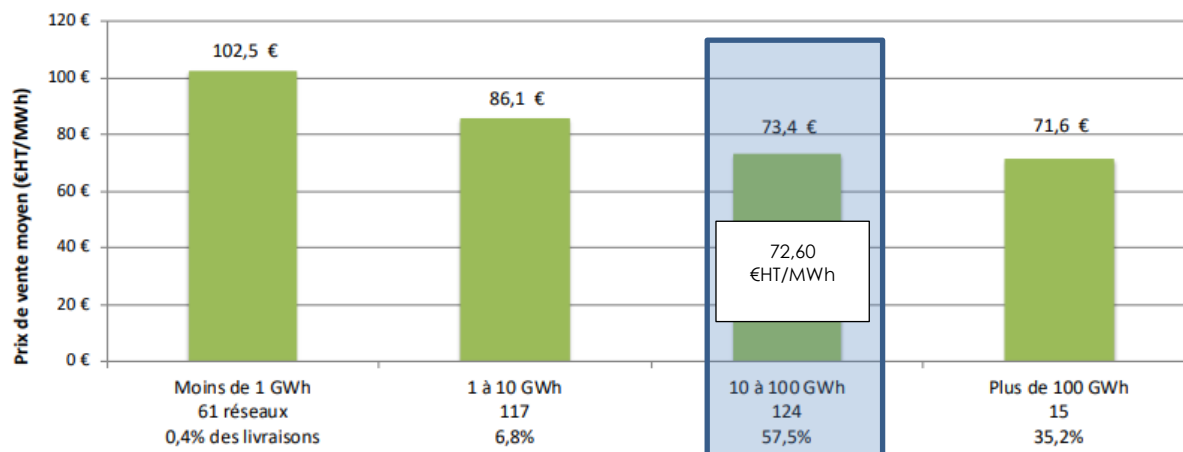
Les tarifs R2 ne sont pas indexés, ils sont modifiés par délibération municipale en cas de besoin. **Le tarif R2 n'a pas été modifié ces 10 dernières années, ce qui en fait un tarif particulièrement stable.**

5.1.3 Comparaison avec le coût moyen des réseaux en France

Le coût de revient de la chaleur fournie par le service public de Saumur eut être comparé aux résultats de l'enquête du SOeS / SNCU en 2020, qui porte sur les données d'exploitation de 2019 de 487 réseaux en France.

Le prix moyen de la chaleur sur l'année 2020 est de **72,60 €/MWh**.

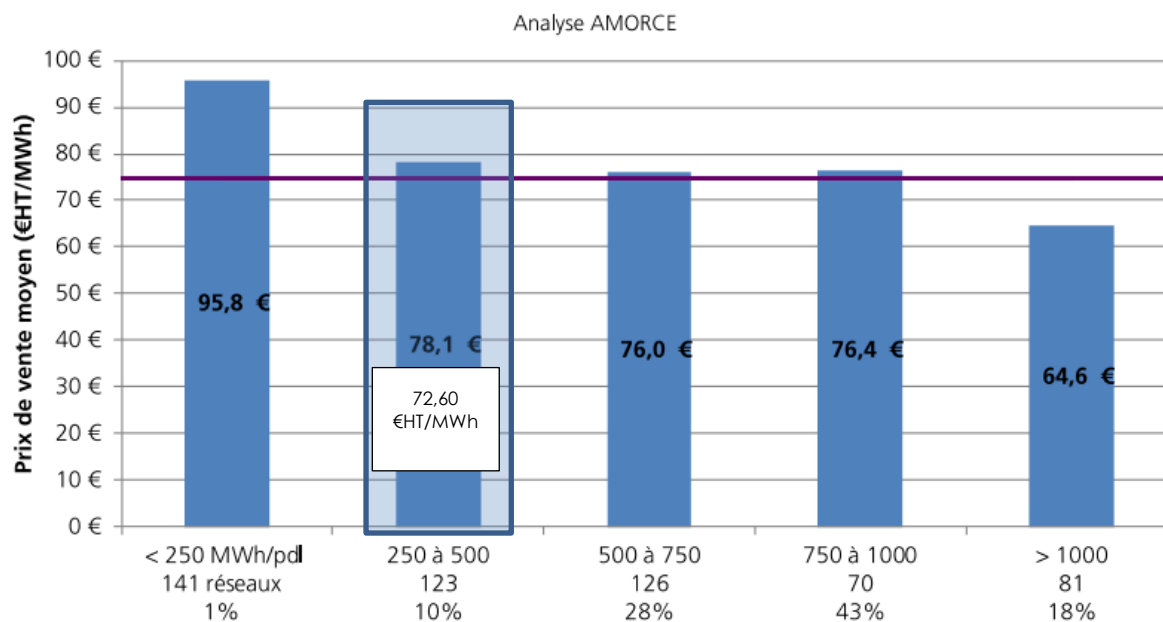
Graphique 1 : Prix moyen de la chaleur sur les réseaux avec biomasse français en fonction de l'importance du réseau



Le réseau de chaleur de Saumur, sur la saison 2020, a délivré 11 GWh/an.

En se reportant au graphique ci-contre, le coût moyen national s'élève à **73,4 €/MWh**. Le réseau de Saumur se situe en-dessous (**-0,8 €/MWh**) de cette moyenne nationale.

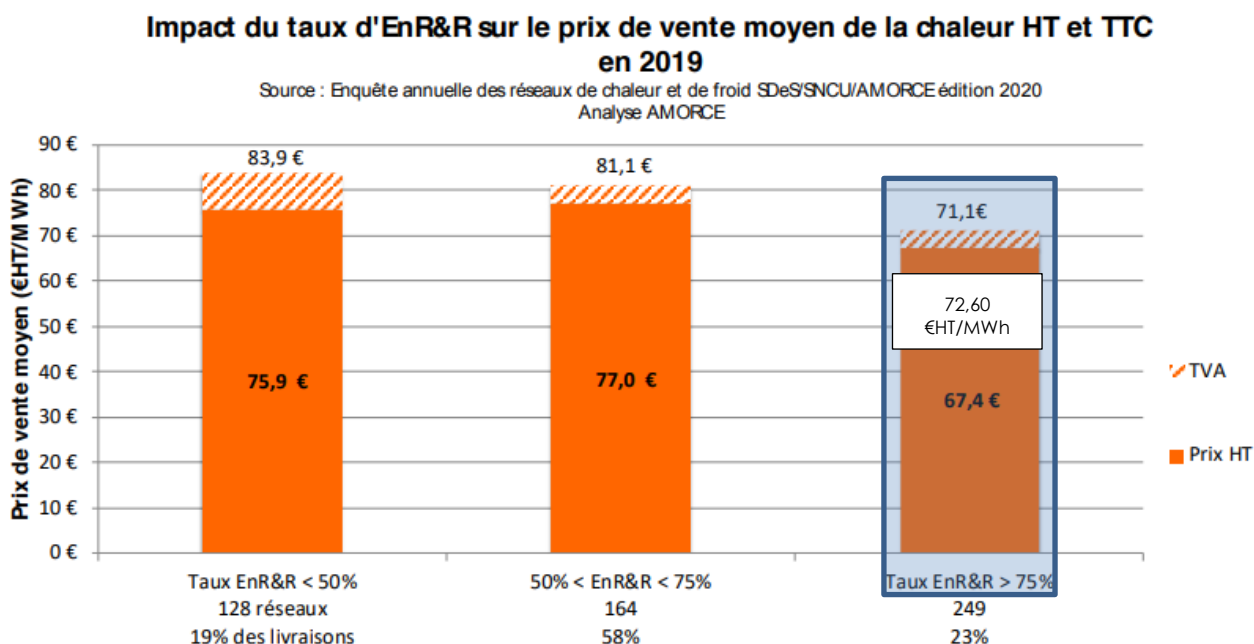
Graphique 2 : Prix moyen de la chaleur sur les réseaux français en fonction de la livraison par sous-station



Le réseau de Saumur présente une livraison de chaleur par sous-station de **270 MWh/PDL**.

Le réseau se situe ainsi dans la 2^{ème} catégorie ; ainsi on estime un coût moyen de l'ordre **78,1 €/MWh**. Le réseau de Saumur se situe en-dessous (**-5,5 €/MWh**) de cette moyenne nationale.

Graphique 3 : Prix moyen de la chaleur en fonction du taux de couverture par une énergie renouvelable



Le SeOS a étudié un coût moyen de la chaleur en fonction du taux de couverture en énergie renouvelable.

Avec un taux de couverture en 2020 de **82 %**, le réseau de chaleur se situe dans la 2^e catégorie.

Le coût moyen des réseaux français est de **67,4 €/MWh**. Le réseau de Saumur se situe au-dessus (**+5,2 €/MWh**) de cette moyenne nationale.

Remarques

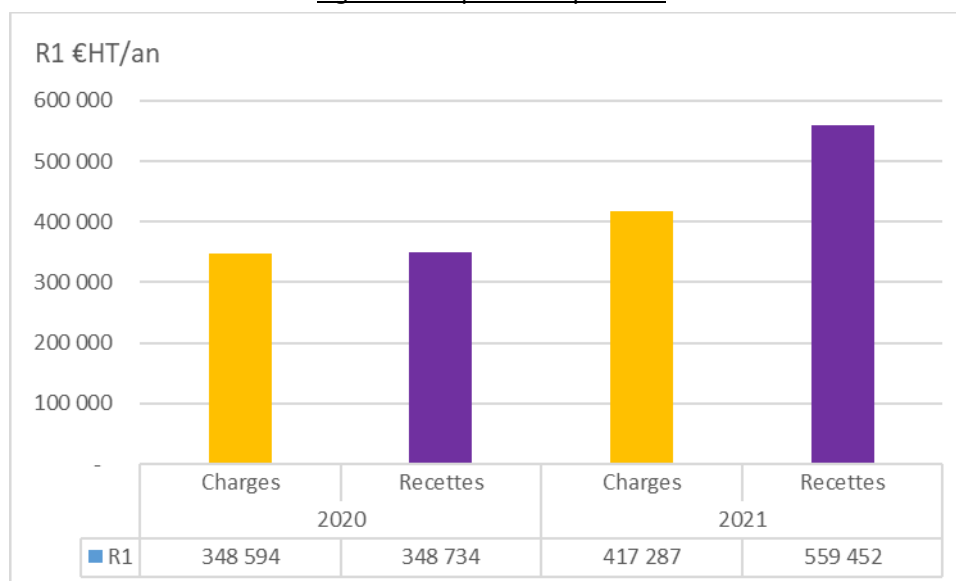
On constate que le réseau de Saumur présente un coût de la chaleur 2020 inférieur ou équivalent à la moyenne nationale 2019. Ainsi, le **coût de la chaleur de Saumur est compétitif**.

5.2 Les charges d'achats de combustible

5.2.1 Equilibre du poste R1

L'équilibre du poste R1 sur les années 2020 et 2021 est représenté ci-dessous à partir des données du budget chaufferie de la Ville.

Figure 20 : Equilibre du poste R1



En 2020, un léger excédent de 0,04% est observé, tandis qu'en 2021 cet excédent grimpe à 34,07%. Cet excédent s'explique par un report de charges de 142 k€.

5.2.2 Achats de bois à Bois Energies France

Les données sont issues du rapport d'exploitation de DALKIA.

Tableau 16 : Quantités de bois achetées et coûts

		2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Bois consommé	MWh PCI	12 763	11 075	12 384	10 642
	€TTC	361 637	302 700	360 262	285 758
Coût	€TTC / MWh PCI	28,33	27,33	29,09	26,85

Le **prix du MWh** de bois varie de 1 à 2 €TTC/MWh chaque année, à la hausse ou à la baisse. Le **coût de référence** n'incluant pas le coût des cendres (1 à 2 €TTC/MWh supplémentaire) est donc estimé à **27,9 €TTC/ MWh**. Ce coût est légèrement plus élevé que les coûts observés sur le marché sur ces saisons, d'environ **1 à 2 €TTC/MWh PCI**. Le fournisseur de bois est Bois Energies France, une filiale de DALKIA.

5.2.3 Achats de gaz à SVD 17

Les données sont issues du rapport d'exploitation de DALKIA.

Tableau 17 : Quantités de gaz achetées à SVD 17

		2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Gaz consommé	MWh PCI	4 209	3 377	2 549	4 829
	€TTC	216 796	160 840	90 205	184 959
Coût	€TTC / MWh PCI	51,51	47,63	35,39	38,30

Les variations du prix du gaz s'expliquent par l'évolution du prix de la molécule représentée dans le paragraphe 5.1.1 de l'évolution du R1.

À la vue des variations constatées, il n'y a pas de sources sûres permettant d'évaluer le coût du gaz sur le long terme. Le **coût de référence** est donc fixé à **100 €HT/MWh PCS** (pour un coût de la **molécule gaz de 80 €HT/MWh PCS**, prix d'achat du gaz pour l'année 2025 en date de septembre 2022).

5.3 Les frais d'achat de l'électricité

Seuls les frais d'achat d'électricité pour la période de janvier à novembre 2019 ont été transmis. Ceux-ci s'élèvent à 22 394 €HT pour une consommation d'électricité à 222,8 MWhél, soit un total de **100,51 €HT/MWhél**. Les consommations d'électricité depuis 2019/2020 sont ci-dessous :

Tableau 18 : Quantités d'électricité consommée

		2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Electricité consommée	MWh él	NC	NC	216	290
Ratio de consommation	MWhél/MWh u	NC	NC	23,6	26,6

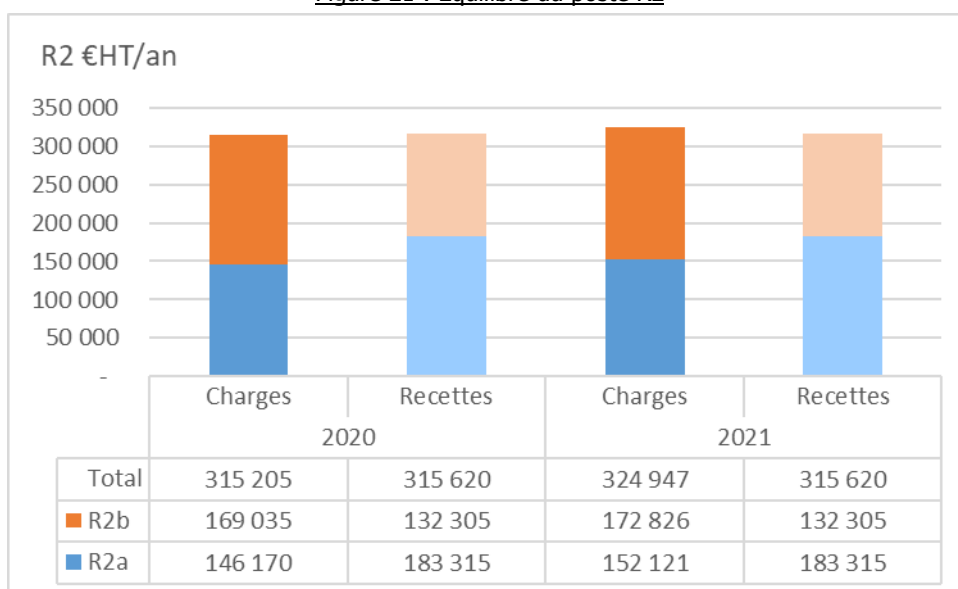
Les consommations d'électricité sont maîtrisées, puisqu'il est attendu, pour le réseau de Saumur, une consommation totale de **24 kWhél/MWh utile** (à partir des ratios de retour d'expérience de CEDEN).

5.4 Les charges de gestion du réseau

5.4.1 Equilibre du poste R2

L'équilibre du poste R1 sur l'année 2021 est représenté ci-dessous à partir des données du budget chaufferie de la Ville. Les charges du P2 sont comparées aux recettes du poste R2a et les charges du poste P3 ainsi que la dotation aux amortissements sont comparées aux recettes du poste R2b.

Figure 21 : Equilibre du poste R2



En 2020, un excédent de 0,1% est observé, tandis qu'en 2021 un déficit de -2,9% est relevé. **Ce déficit risque de se creuser au fil des années**, pour les deux raisons ci-dessous :

- Le R2 facturé aux abonnés n'est pas indexé (cf 5.1.2) ;
- les prestations P2 et P3 effectuée par DALKIA sont indexées trimestriellement à 85% selon respectivement l'indice de l'ICHT-IME (indice de personnel) et l'indice de BT40 (chauffage central), les 15% restants étant fixes. A titre d'information, l'ICHT-IME a augmenté de 2,3% sur les 12 derniers mois.

Il semble donc pertinent **de ré-évaluer le prix de la chaleur R2 facturé aux abonnés**.

5.4.2 Les charges de gestion courante

Les données de prestation P2 sont issues des **bilans annuels de DALKIA** (suivi des prestations P1 et P2). Les charges restantes sont issues du **suivi du budget chaufferie de la Ville**. Le budget étant en année civile, les charges 2020 sont affectées à la saison 2019/2020 et ainsi de suite. Seules les données 2020 et 2021 ont été transmises par la Ville.

Tableau 19 : Frais de maintenance et d'entretien courant (Prestation P2 et autres charges de la Ville)

Dénomination		2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Livraison de chaleur totale (MWh)		9 312	9 142	9 151	10 898
Prestation P2	€	113 535	79 581 ²	108 107	109 559
	€/MWh	12,2	8,7	11,8	10,1

² Dans le rapport de l'exploitant, la saison 2018/2019 ne comprend que 3 factures de P2 au lieu de 4. Les facturations ont été décalées : elles étaient comptabilisées du mois d'août N au mois de mai N+1 et sont désormais comptées du mois de novembre N au mois d'août N+1.

Dénomination		2017/2018	2018/2019	2019/2020	2020/2021
Charges de la Ville					
Bâtiments publics		NC	NC	12 716	0
Entretien autres biens mobiliers		NC	NC	0	13 667
Etudes et recherches		NC	NC	606	3 158
Cotisation Amorce		NC	NC	737	737
Frais généraux		NC	NC	24 003	25 000
Sous-total Ville		NC	NC	38 063	42 562
Total	€	NC	NC	146 170	152 121
	€/MWh	NC	NC	15,97	13,96
	€/kW	NC	NC	12,84	13,36

Le prix de la prestation P2 a diminué entre la saison 2017/2018 et les saisons suivantes. Cette diminution est intervenue lors du renouvellement du contrat d'exploitation du réseau en 2018.

La hausse annuelle du coût de la prestation P2 est de +1,3%. Les charges de la Ville ont augmenté de 11,8%, toutefois cette différence pourrait s'expliquer par une baisse d'activité liée à la crise sanitaire en 2020.

Le **coût de référence** de ce poste est estimé à **15 €HT/MWh livré**. En comparaison à des réseaux gérés par un montage délégué (type DSP), les charges du réseau de Saumur sont dans la **fourchette basse**. Sur l'analyse des charges d'entretien, **l'exploitation du réseau apparaît donc optimisée**.

5.4.3 Les charges de gros entretien et renouvellement

Ces données sont issues des bilans annuels de DALKIA (synthèse des travaux au titre du P3). Les **charges de gros entretien et renouvellement** concernent la prestation P3.

Tableau 20 : Charges GER (P3)

Dénomination		2018/2019	2019/2020	2020/2021
Livraison de chaleur totale (MWh)		9 142	9 151	10 898
Charges chaufferie		29 658	5 766	24 079
Charges réseau		3 955	22 019	13 395
Dont réfection de fuites			6 085	11 222
Charges sous-station				2 293
Total	€	33 556	26 476	39 767
	€/ MWh	3,7	2,9	3,7
	€/ kW	2,9	2,3	3,5
Redevance P3		48 439	49 404	50 098
Solde (Charges – Redevance)		14 883	22 928	10 331
Solde cumulé		14 883	37 811	48 143

Les charges de GER sont assez variables selon les postes. Il est à noter que la **réfection des fuites** correspond en moyenne à 25% des charges sur les saisons 2019/2020 et 2020/2021. Des variations sont observées en fonction des années. Les charges de GER ont diminué en 2019/2020 puis ont réaugmenté en 2020/2021 à un niveau similaire de l'année 2018/2019.

Le **coût de référence** de ce poste est estimé à **3,4 €HT/MWh livré**. De nouveau, ces charges semblent optimisées.

5.4.4 Les charges d'amortissement et les travaux neufs

Les investissements réalisés en 2008 par la Ville sont amortis sur différentes durées :

- Le bâtiment de la chaufferie sur 40 ans,
- Les équipements de la chaufferie sur 25 ans,
- Le réseau sur 40 ans.

Le prêt a été conclu jusqu'en 2035 avec une indexation des intérêts sur le taux du livret A.

Tableau 21 : Charges d'amortissement

Dénomination		2019/2020	2020/2021
Livraison de chaleur totale (MWh)		9 151	10 898
Dotations aux amortissements des immobilisations		206 493	210 372
Intérêts réglés des échéances		7 807	5 828
Intérêts – Rattachement des ICNE		-1 470	-273
Total	€	212 830	215 927
	€ / MWh	23,26	19,81
	€ / kW	18,69	18,96
Quote part subvention d'investissement		93 199	93 199
Solde (Amortissement investissement – subvention)	€	119 631	122 728
	€/kW	10,50	10,78

Les charges d'amortissement sont équivalentes aux charges de gestion courante du réseau. Il est à noter que les **frais financiers liés aux intérêts sont bas** par rapport aux frais observés sur des gestions déléguées.

6 Bilan et perspectives

• Synthèse des indicateurs de performance

Les données du tableau correspondent à l'année 2020/2021.

Tableau 22 : Synthèse des indicateurs de performance du réseau de Saumur

Nom de l'indicateur		Valeur
Distribution	Nombre de sous-stations	30 et 68 pavillons individuels
	Nombre d'abonnés	9
	Chaleur livrée corrigée de la rigueur climatique	10 851 MWh utiles/an
	dont chauffage	8 383 MWh utiles/an
	dont eau chaude sanitaire	2 468 MWh utiles/an
	Ratio de distribution	3,9 MWh utiles/°C.jours/an
	Linéaire de réseau	4 237 mètres
	Densité thermique	2,56 MWh utiles/mètre
	Pertes réseau	517 kWh/mètre/an
Production	Puissance thermique en chaufferie centrale	15,8 MW
	dont biomasse	3,3 MW
	Durée de fonctionnement à pleine puissance de la biomasse	2 828 heures
	Durée de fonctionnement à pleine puissance des chaudières gaz	300 heures
	Taux de couverture des besoins par la biomasse	71 %
	Gaz à effet de serre	101 g éqCO ₂ /kWh utile
Performance technique	Rendement de distribution	83,3 %
	Rendement de production	83,5 %
	Rendement global de l'installation	69,5 %
	Ratio de consommation électrique	27 kWhélec/MWh utile
Performances économiques	Tarif R1	51,3 € HT / MWh
	Tarif R2	27,7 € HT / kW
	Tarif total	80,3 € HT / MWh
	Tarif total	84,3 € TTC / MWh

Quelques remarques sur les indicateurs de performance :

- **Le rendement de la chaudière bois est excellent (86%)**. A titre de comparaison, le rendement d'une chaudière bois neuve avec un fonctionnement correct se situe à **85%** ;
- Les performances environnementales sont satisfaisantes mais pourraient être optimisées, le taux EnR&R est de 71 % avec 101 g éq CO₂/kWh utile à comparer
 - à l'objectif du contenu carbone des projets de réseau récents de 50 g/kWh,
 - au contenu carbone moyen des réseaux en France de 107 g/kWh (enquête SNCU 2019),
 - au contenu carbone d'un réseau 100% gaz de 300 g/kWh.
- **Le rendement de distribution est assez modeste**, ce qui s'explique par l'âge du réseau : il a été mis en place dans les années 1970. Les appoints d'eau sont également à la hausse. Ils sont à l'origine d'une baisse du rendement de distribution de 1 point de rendement ;
- Le tarif d'achat de la chaleur du réseau de Saumur est actuellement **inférieur ou équivalent à la valeur moyenne** obtenue par l'enquête de l'AMORCE à l'échelle nationale. **La gestion en direct du réseau par la Ville permet d'optimiser les charges, en particulier les frais financiers.**

• Les perspectives d'évolution

Le **développement commercial du réseau est faible**, aucun nouvel abonné ne s'est raccordé au réseau de chaleur de 2018 à 2021. Seul, **la Poste, a été raccordé au 15/10/2021 avec une puissance souscrite de 140 kW**. En première approche, le réseau pourrait s'étendre vers

- Le centre hospitalier de Saumur,
- Les écoles militaires de Saumur,

- Le lycée Sadi Carnot,
- L'institution Saint-Louis
- Le patrimoine de Saumur Habitat, en particulier le logement collectif chauffé collectivement.

A plus long terme, on note que la **production EnR&R peut être probablement largement développée**, sur la chaudière biomasse où les heures à pleine puissance sont de 2 830 heures et pourraient atteindre 4 000 heures à pleine puissance. Cette augmentation de la puissance disponible pourrait inciter à multiplier les extensions. Par ailleurs, dans les conditions économiques actuelles, de hausse du coût des énergies fossiles, **le tarif du réseau proposé aux abonnés devrait être compétitif.**

7 Annexes

7.1 Répartition des puissances souscrites par sous-station