

**Projet de chaufferie au bois**  
**Quartier du Montmarin - Vesoul**  
**Complément étude de faisabilité**

SIED 70  
20 avenue des Rives du Lac  
Tel : 03 84 77 00 04  
70000 Vaivre et Montoille  
Contact : M<sup>me</sup> Céline CHAPELLE



Réalisé par Pierre ESCHBACH - Ingénieur INSA  
Energie Concept 16, rue de la République - 68040 Ingersheim  
Tél : 03 89 27 02 71 Email : energie.concept@wanadoo.fr

25 janvier 2017

## SOMMAIRE

<b>1 - PREAMBULE .....</b>	<b>3</b>
<b>2 - RECAPITULATIF SOLUTION DE REFERENCE .....</b>	<b>3</b>
2.1 - PRIX DES ENERGIES.....	3
2.1.1 - <i>Gaz naturel</i> : .....	3
2.1.2 - <i>Plaquettes forestières</i> :.....	3
2.2 - BILAN ENERGETIQUE - COUTS ANNUELS D'EXPLOITATION ACTUELS .....	4
<b>3 - PROJETS DE CHAUFFERIE CENTRALE AU BOIS .....</b>	<b>6</b>
<b>4 - VARIANTE 1 : ARRET ESTIVAL DU RESEAU DE CHALEUR .....</b>	<b>7</b>
4.1 - CALCUL DES BESOINS DE CHALEUR EN ETE.....	7
4.2 - FONCTIONNEMENT ESTIVAL DU RESEAU DE CHALEUR.....	8
4.2.1 - <i>Projet 1 : production de chaleur par la chaudière au gaz</i> .....	8
4.2.2 - <i>Projet 2 : production de chaleur par une chaudière biomasse</i> .....	8
4.3 - PRODUCTION ECS ESTIVALE PAR LES CHAUFFERIES GAZ INDIVIDUELLES .....	9
4.4 - PRODUCTION ECS ESTIVALE ELECTRIQUE .....	10
<b>5 - VARIANTE 2 : RESEAU DE CHALEUR SANS HLM.....</b>	<b>11</b>
5.1 - BILAN SOLUTION DE REFERENCE.....	11
5.2 - PROJETS DE CHAUFFERIE CENTRALE AU BOIS .....	12

## 1 - Préambule

Sur le quartier du Montmarin à Vesoul sont implantés de grands ensembles d'habitations collectives, des bâtiments publics ou parapublics, qui sont de forts consommateurs de chaleur pour le chauffage :

- L'office public de l'habitat de Haute-Saône – Habitat 70 : un grand ensemble d'environ 900 logements, et 3 autres immeubles collectifs.
- La Ville de Vesoul : plusieurs écoles, gymnases et un centre culturel
- Le Département de Haute-Saône : un collège et un centre administratif
- La Région : 3 lycées
- L'ARS : IME et ADAPEI

L'intérêt économique de la mise en place d'une chaufferie centrale biomasse/gaz et d'un réseau de chaleur pour la fourniture de chaleur pour l'ensemble de ces bâtiments, a été mis en évidence dans une étude de faisabilité réalisée en mars 2016.

Plusieurs projets de création sont évoqués dans cette étude de faisabilité, mais le SIED 70 a souhaité examiner deux variantes supplémentaires :

- La production de l'ECS durant la période estivale par des moyens autonomes dans chaque établissement : ceci permettrait la mise à l'arrêt de la chaufferie centrale et du réseau de chaleur durant les 3 mois d'été
- L'impact du retrait des immeubles HLM du quartier du Montmarin, pour lesquels il s'avère que l'intérêt économique du projet est moins intéressant que pour les autres partenaires potentiels

## 2 - Récapitulatif solution de référence

### 2.1 - Prix des énergies

Notations utilisées pour les énergies :

- Energie utile sortie chaudière (énergie thermique) :  $\text{kWh}_{\text{th}}$
- Energie primaire combustible PCI :  $\text{kWh}_{\text{PCI}}$
- Energie primaire gaz naturel PCS :  $\text{kWh}_{\text{PCS}}$
- Energie électrique :  $\text{kWh}_e$
- Energie Primaire :  $\text{kWh}_{\text{EP}}$

#### 2.1.1 - Gaz naturel :

Facturé au  $\text{kWh}_{\text{PCS}}$  : coefficient de conversion :  $1 \text{ kWh}_{\text{PCS}} = 0,9 \text{ kWh}_{\text{PCI}}$

Avec la disparition des tarifs réglementés, le gaz fait l'objet de contrat de fourniture selon les offres du marché.

Le prix du gaz n'étant plus issu d'un tarif encadré, il sera variable d'un site à l'autre.

Pour la suite de l'étude, en l'absence des prix réellement appliqués sur chaque site, et par soucis de simplification, il sera pris en compte un prix moyen constaté au 2<sup>ème</sup> semestre 2015.

Prix de référence pour l'étude :

- Consommations > 2 000 MWh : **0,048 €TTC/kWh<sub>PCS</sub>** - 0,0533 €TTC/kWh<sub>PCI</sub>
- Consommations > 1 000 MWh : **0,052 €TTC/kWh<sub>PCS</sub>** - 0,0577 €TTC/kWh<sub>PCI</sub>
- Consommations < 1 000 MWh : **0,056 €TTC/kWh<sub>PCS</sub>** - 0,0622 €TTC/kWh<sub>PCI</sub>

#### 2.1.2 - Plaquettes forestières :

Hygrométrie 35 %HR - Pouvoir Calorifique Inférieur (PCI) : 3 000 kWh<sub>PCI</sub>/tonne

Prix de référence : **85 €TTC/tonne**

Prix énergie primaire : 2,8 c€TTC/kWh<sub>PCI</sub>.

**2.2 - Bilan énergétique - Coûts annuels d'exploitation actuels**

HLM	Gaz - MWh <sub>PCS</sub>	Chaleur - MWh <sub>th</sub>	P. utile	P1 gaz - €TTC	P2	P3
Montmarin	10 800	9 940	4 650	518 400	18 000	9 000
Paquerettes Géranium	0	0	0	0	0	0
Myosotis	0	0	0	0	0	0
Total HLM	10 800 MWh	9 940 MWh	4 650 kW	518 400 €	18 000 €	9 000 €

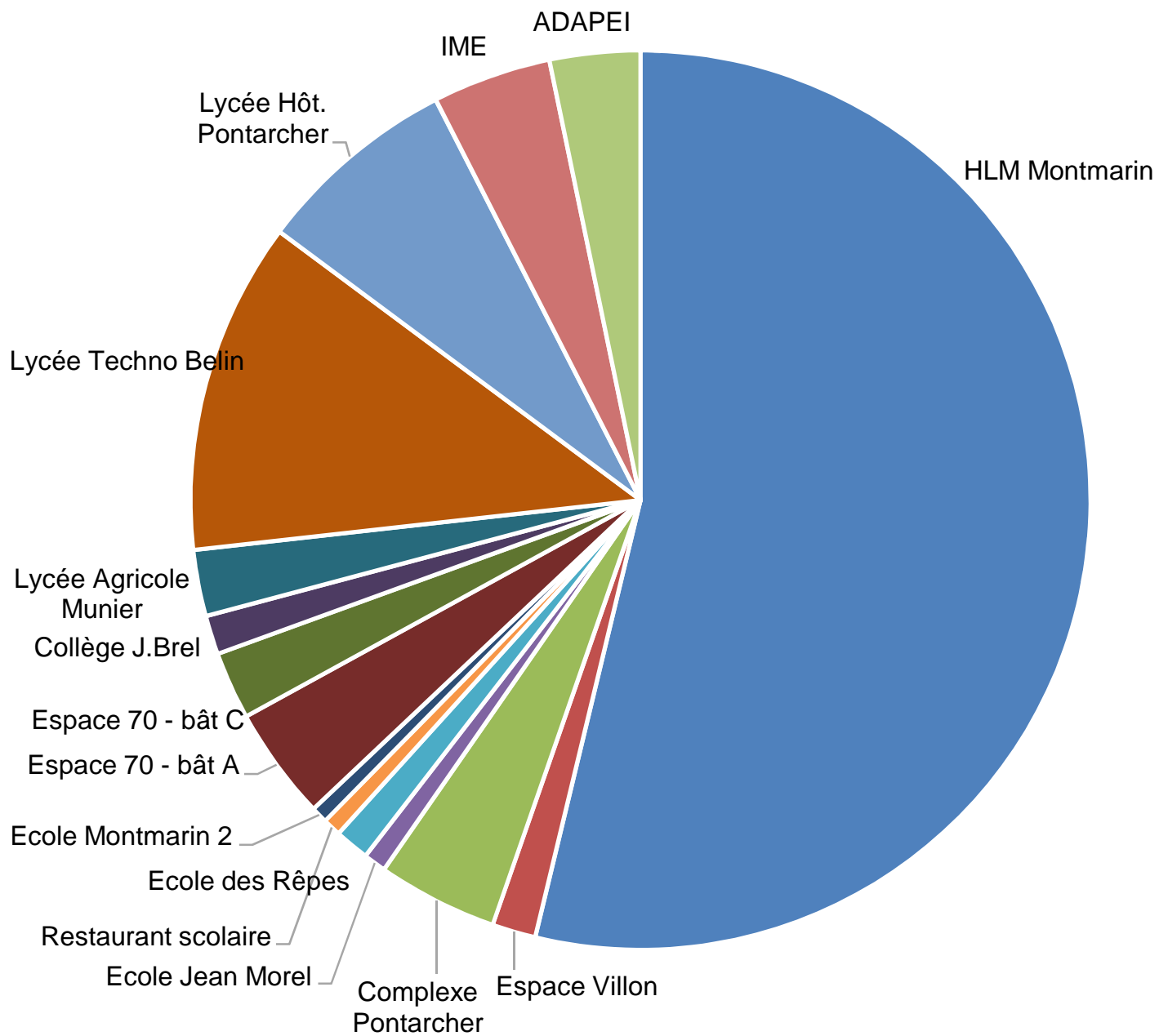
Ville de Vesoul	Gaz - MWh <sub>PCS</sub>	Chaleur - MWh <sub>th</sub>	P. utile	P1 gaz - €TTC	P2	P3
Espace Villon	380	290	240	21 300	800	3 000
Complexe Pontarcher	1 070	800	730	55 600	800	3 500
Ecole Jean Morel	200	150	130	11 200	400	1 250
Ecole des Rêpes	300	230	190	16 800	800	2 500
Restaurant scolaire	160	120	100	9 000	600	2 000
Gymnase Roy						
Ecole Montmarin 2	150	110	90	8 400	400	1 000
Total Ville de Vesoul	2 260 MWh	1 700 MWh	1 480 kW	122 300 €	3 800 €	13 250 €

Département	Gaz - MWh <sub>PCS</sub>	Chaleur - MWh <sub>th</sub>	P. utile	P1 gaz - €TTC	P2	P3
Espace 70 - bât A	1 000	750	580	52 000	800	4000
Espace 70 - bât C	600	450	350	31 200	800	4000
Collège J.Brel	350	260	220	19 600	800	3500
Total Département	1 950 MWh	1 460 MWh	1 150 kW	102 800 €	2 400 €	11 500 €

Région	Gaz - MWh <sub>PCS</sub>	Chaleur - MWh <sub>th</sub>	P. utile	P1 gaz - €TTC	P2	P3
Lycée Agricole Munier	580	440	400	32 500	1600	6000
Lycée Techno Belin	2 940	2 210	2 010	141 100	1200	7000
Gymnase Lycée Belin	0	0	0	0	0	0
Lycée Hôt. Pontarcher	1 800	1 350	1 350	93 600	800	4000
Total Région	5 320 MWh	4 000 MWh	3 760 kW	267 200 €	3 600 €	17 000 €

IME - ADAPEI	Gaz - MWh <sub>PCS</sub>	Chaleur - MWh <sub>th</sub>	P. utile	P1 gaz - €TTC	P2	P3
IME	1 050	790	610	54 600	800	4000
ADAPEI	800	600	460	44 800	800	3000
Total ARS	1 850 MWh	1 390 MWh	1 070 kW	99 400 €	1 600 €	7 000 €

	Gaz - MWh <sub>PCS</sub>	Chaleur - MWh <sub>th</sub>	P. utile	P1 gaz - €TTC	P2	P3
Total général	22 180 MWh	18 490 MWh	12 110 kW	1 110 100 €	29 400 €	57 750 €

**REPARTITION ENERGETIQUE**

### 3 - Projets de chaufferie centrale au bois

Les 3 projets de chaufferie au gaz de l'étude de faisabilité initiale sont rappelés ci-dessous :

Le projet consiste à créer une chaufferie centrale, installée dans un ancien hangar du Conseil Général, et à alimenter tous les bâtiments publics ou assimilés par un réseau de chaleur.

Pour vérifier quelle solution est la plus intéressante, trois projets de chaufferies intégrant de la biomasse sont envisagés :

Les deux premiers sont des chaufferies mixtes, biomasse/gaz, qui fourniraient la totalité de l'énergie calorifique toute l'année ; les chaufferies installées dans chaque établissement seront inutiles, et pourront être démantelées après avoir été transformées en sous-stations.

- **Projet 1 :** la chaufferie centrale comporte une chaudière biomasse de grande puissance d'environ 3 500 kW, et des chaudières gaz en appoint et secours ; la chaudière biomasse n'est en service que durant la pleine saison de chauffe ; en été et demi-saison, la chaleur est fournie par le gaz (qui fournit également l'appoint par grand froid)
- **Projet 2 :** la chaufferie centrale, outre les chaudières gaz précitées, comporte deux chaudières biomasse de puissances étagées, 3 000 kW et 600 kW ; la biomasse assure la production de chaleur toute l'année, même en été ; le gaz ne fournit plus que l'appoint par grand froid

Pour le dernier projet, la nouvelle chaufferie ne comporte qu'une seule chaudière biomasse ; les chaufferies installées dans chaque établissement sont conservées pour fournir l'appoint et le secours du réseau de chaleur, ainsi que la fourniture en été.

- **Projet 3 :** la chaufferie ne comporte qu'une seule chaudière biomasse de grande puissance de 3 500 kW ; cette chaudière n'est en service que durant la pleine saison de chauffe ; le complément est assuré par les chaudières gaz installées dans chaque établissement

	Projet 1 : Chaufferie centrale Bois/Gaz	Projet 2 : Chaufferie centrale Bois/Gaz	Projet 3 : Chaufferie centrale Bois
<b>Puissance bois</b>	<b>3 500 kW</b>	<b>3 000 kW + 600 kW</b>	<b>3 500 kW</b>
Puissance gaz	2 x 4 000 kW + 2 000 kW	2 x 4 000 kW + 2 000 kW	existantes
Energie distribuée	18 490 MWh	18 490 MWh	14 530 MWh
Pertes réseau	880 MWh	880 MWh	610 MWh
Total énergie produite	19 370 MWh	19 370 MWh	15 140 MWh
Energie bois	14 530 MWh 1 249 TEP	15 880 MWh 1 365 TEP	14 530 MWh 1 249 TEP
Rendement bois	81%	82%	82%
<b>Tonnage bois</b>	<b>5 440 t</b>	<b>5 870 t</b>	<b>5 440 t</b>
Volume bois	21 760 MAP	23 480 MAP	21 760 MAP
Coût bois	462 400 €TTC	498 950 €TTC	462 400 €TTC
Energie gaz	5 850 MWh	4 210 MWh	5 520 MWh
Coût gaz	280 800 €TTC	202 080 €TTC	287 040 €TTC
Coût total exploitation	969 700 €TTC	949 370 €TTC	1043 090 €TTC
Economie d'exploitation	237 650 €TTC	257 980 €TTC	164 260 €TTC
<b>Investissements</b>	<b>4 998 000 €HT</b>	<b>5 331 000 €HT</b>	<b>4 419 000 €HT</b>
<b>Subventions (admis)</b>	<b>1 860 500 €</b>	<b>1 925 500 €</b>	<b>1 799 000 €</b>
Taux subvention	37%	36%	41%
<b>Reliquat à financer</b>	<b>3 137 500 €</b>	<b>3 405 500 €</b>	<b>2 620 000 €</b>
Annuité 2% 15ans	244 177 €	265 035 €	203 903 €
TRB	13,2 ans	13,2 ans	16,0 ans
Emission CO2 évitée	-2 959 tonnes	-3 257 tonnes	-3 020 tonnes

## 4 - Variante 1 : arrêt estival du réseau de chaleur

Dans les projets 1 et 2, la chaufferie centrale comporte une ou deux chaudières au bois et des chaudières gaz assurant l'appoint-secours. Dans le projet 1, la production d'ECS estivale est assurée par les chaudières gaz et dans le projet 2, cette production est assurée par la chaudière bois de petite puissance (600kW). Dans le projet 3, les chaudières gaz existantes sont conservées et produisent l'ECS estivale, le réseau de chaleur ne fonctionne pas durant 3 mois.

Le complément d'étude consiste donc à estimer le coût de la production d'ECS estival dans les projets 1 et 2 où les pertes de réseau de chaleur sont à priori importantes au regard des faibles quantités d'énergie réellement utilisées dans les sous-stations et de comparer ce coût au coût d'une production indépendante située dans les sous-stations.

On admettra que le réseau de chaleur peut être mis à l'arrêt pendant les 3 mois de juin-juillet-août (soit 92j et 2208h).

Deux solutions de production de l'ECS autonomes sont étudiées :

- Par les chaufferies au gaz existantes dans chaque établissement
- Par la mise en place de productions électriques dans chaque établissement (ce qui autorise le démantèlement des chaufferies gaz actuelles)

### 4.1 - Calcul des besoins de chaleur en été

Durant la période de 3 mois considérée, seule la production de l'eau chaude sanitaire doit être assurée dans chaque établissement ; les besoins sont très variables, selon qu'il s'agisse d'un établissement résidentiel ou non ; par ailleurs, les lycées et écoles fonctionnent encore au mois de juin, et la continuité de la production d'ECS doit être assurée.

Les besoins d'ECS de chaque établissement sont connus ou évalués :

- HLM : par les compteurs d'eau et le compteur gaz
- Collège Brel, gymnase Roy, complexe Pontarcher, Centre Social, école Rêpes : relevés mensuels des compteurs gaz
- Autres établissements : estimation selon ratios standards

	Gaz - MWh <sub>PCS</sub>				Chaleur
	Juin	Juillet	Août	Total Gaz	MWh <sub>th</sub>
HLM Montmarin	313	312	312	937	807
Espace Villon	2,3	0,1	0,1	3	2,0
Complexe Pontarcher	49,6	7,5	4,3	61	48,0
Ecole Jean Morel				0	
Ecole des Rêpes	2,7	0,9	0,9	5	3,5
Restaurant scolaire	3,0			3	2,3
Gymnase Roy	3,0	1,9	1,5	6	5,0
Ecole Montmarin 2				0	
Espace 70 - bât A				0	
Espace 70 - bât C				0	
Collège J.Brel	1,3	0,2	0,0	2	1,2
Lycée Agricole Munier	10			10	8
Lycée Techno Belin	30			30	23
Lycée Hôt. Pontarcher	15			15	12
IME	15	15	15	45	35
ADAPEI	10	10	10	30	23
Total	455	348	344	1 146 MWh <sub>PCS</sub>	970 MWh <sub>th</sub>

## 4.2 - Fonctionnement estival du réseau de chaleur

L'énergie calorifique est produite dans la chaufferie centrale mixte biomasse/gaz, et distribuée par le réseau de chaleur à tous les bâtiments.

La quantité de chaleur à livrer durant les 3 mois d'été dans les sous-stations a été calculée précédemment : **970 MWh<sub>th</sub>**.

Il convient de rajouter les diverses pertes de chaleur en chaufferie et du réseau de chaleur :

Pertes réseau de chaleur :  $101 \text{ kW} \times 92 \text{ j} \times 24 \text{ h} = \mathbf{223 \text{ MWh}_{th}}$

	DN250	DN200	DN150	DN125	DN100	DN80	DN65	DN50	DN40
	600 ml	100 ml	230 ml	740 ml	820 ml	585 ml	160 ml	95 ml	160 ml
Pertes W/ml	18	18	17	15	13	13	12	11	10
Perte tronçon	21 360	3 670	7 981	22 570	21 812	14 918	3 904	2 062	3 056
									<b>*101 332 W</b>

Nota : les pertes en chaufferie sont intégrées dans le rendement de production de chaleur, et sont fonction de la chaudière mise en service (biomasse ou gaz).

Total énergie au départ du réseau de chaleur : **1 193 MWh<sub>th</sub>**

Les coûts d'exploitation durant les 3 mois d'été, avec le réseau de chaleur alimenté depuis la de la chaufferie centrale mixte biomasse/gaz, sont calculés pour chacun des 2 projets envisagés :

### 4.2.1 - Projet 1 : production de chaleur par la chaudière au gaz

Dans le projet 1, il n'y a qu'une chaudière biomasse de 3 500 kW, qui ne peut être utilisée en été ; c'est une chaudière gaz qui fournira la chaleur.

$$P1 \text{ gaz : } \frac{1193 \text{ MWh}_{th}}{90\% \times 0,9 \text{ kWh}_{PCI} / \text{kWh}_{PCS}} = 1473 \text{ MWh}_{PCS} \times 48 \text{ €/MWh}_{PCS} = 70700 \text{ € TTC}$$

$$P'1 : \text{électricité chaufferie : } 5 \text{ kW} \times 2208 \text{ h} = 11000 \text{ kWh}_e \times 15 \text{ ct/kWh} = 1700 \text{ € TTC}$$

$$P2 : 2 \text{ h/sem} \times 12 = \sim 25 \text{ h} \times 60 \text{ €} = 1500 \text{ € TTC}$$

$$\text{Total exploitation réseau + chaudière gaz : } \mathbf{73900 \text{ € TTC}}$$

### 4.2.2 - Projet 2 : production de chaleur par une chaudière biomasse

Dans le projet 2 est prévu une chaudière de 'faible' puissance (600 kW) pour le fonctionnement en demi-saison et en été ; le rendement de la chaudière reste correct, car la puissance moyenne à développer en été sera de  $1193 \text{ MWh}_{th} / 2208 \text{ h} = 540 \text{ kW}$

$$P1 \text{ bois : } \frac{1193 \text{ MWh}_{th}}{82\% \times 3000 \text{ kWh}_{PCI} / \text{tonne}} = 485 \text{ tonnes} \times 85 \text{ €/t} = 41200 \text{ € TTC}$$

$$P'1 : \text{électricité chaufferie : } 15 \text{ kW} \times 2208 \text{ h} = 33000 \text{ kWh}_e \times 15 \text{ ct/kWh} = 5000 \text{ € TTC}$$

$$P2 : 2 \text{ h/j} \times 92 = \sim 200 \text{ h} \times 60 \text{ €} = 12000 \text{ € TTC}$$

$$\text{Total exploitation réseau + chaudière bois : } \mathbf{58200 \text{ € TTC}}$$



**4.3 - Production ECS estivale par les chaufferies gaz individuelles**

Pour ne pas faire fonctionner le réseau de chaleur en été dans les projets 1 et 2, une première variante serait de conserver les chaudières existantes, uniquement pour les besoins d'ECS estivale. Il conviendra alors d'en assurer l'entretien et la maintenance toute l'année, réparations et remplacements éventuels. Les coûts d'exploitation pour assurer la seule production d'ECS estivale en été deviendraient :

	Gaz MWh <sub>PCS</sub>	Prix gaz ct€/kWh	P1 €TTC	*P2 €TTC	*P3 €TTC	Total €TTC
HLM Montmarin	937	5,2	48 720	4 000	4 500	57 220
Espace Villon	3	5,6	140	400	1 500	2 040
Complexe Pontarcher	61	5,6	3 440	400	1 750	5 590
Ecole Jean Morel	0	5,6	0	200	625	825
Ecole des Rêpes	5	5,6	250	400	1 250	1 900
Restaurant scolaire	3	5,6	170	300	1 000	1 470
Gymnase Roy	6	5,6	360	300	1 000	1 660
Ecole Montmarin 2	0	5,6	0	200	500	700
Espace 70 - bât A	0	5,6	0			
Espace 70 - bât C	0	5,6	0			
Collège J.Brel	2	5,6	80	400	1 750	2 230
Lycée Agricole Munier	10	5,6	560	800	3 000	4 360
Lycée Techno Belin	30	5,6	1 680	600	3 500	5 780
Lycée Hôt. Pontarcher	15	5,6	840	400	2 000	3 240
IME	45	5,6	2 520	400	2 000	4 920
ADAPEI	30	5,6	1 680	400	1 500	3 580
Total	1 146		60 440	9 000	25 375	94 815

\*P2 et P3 chaufferies gaz individuelles : le coût de ces deux postes, pour un fonctionnement uniquement durant les 3 mois d'été, est estimé à 50% du coût actuel, avec un fonctionnement toute l'année (sauf pour la chaufferie centrale HLM : 25% du P2).

Total exploitation chaufferies individuelles gaz :

**94 815 €TTC**

#### 4.4 - Production ECS estivale électrique

Une solution alternative consisterait à installer dans chaque établissement une production d'ECS électrique, en lieu et place des chaudières au gaz existantes.

Pour l'office d'HLM, les producteurs d'ECS sont installés dans chaque sous-station : il conviendra de rajouter une résistance électrique dans chaque sous-station. En revanche, les pertes du réseau de chaleur enterrée entre la chaufferie gaz et les immeubles sont éliminées ; la quantité de chaleur sera ainsi plus faible qu'actuellement :

- Energie ECS été actuelle au gaz : 807 MWh<sub>th</sub>
- Energie ECS été électrique :  $5\,645\text{ m}^3 \times 80\text{ kWh}_e/\text{m}^3 = 452\text{ MWh}_e$

Pour les autres établissements, les producteurs d'ECS sont installés dans les chaufferies gaz, et la quantité de chaleur utile reste identique, qu'elle soit produite au gaz ou à l'électricité.

L'entretien P2 des résistances électriques est considéré être compris dans l'entretien général des sous-stations de chauffage, et le coût est pris en valeur nulle.

Le coût des résistances électriques à mettre en place est amorti sur 15 ans, et figure ainsi dans un terme P3-P4 dans les coûts d'exploitation :

	Electricité MWh <sub>e</sub>	Prix élec ct€/kWh	P1 €TTC	Invest. €TTC	P3-P4 €TTC	Total €TTC
HLM Montmarin	452	15,0	67 800	210 000	14 000	81 800
Espace Villon	2,0	15,0	300	1 500	100	400
Complexe Pontarcher	48,0	15,0	7 200	4 500	300	7 500
Ecole Jean Morel						
Ecole des Rêpes	3,5	15,0	530	1 500	100	630
Restaurant scolaire	2,3	15,0	350	3 000	200	550
Gymnase Roy	5,0	15,0	750	3 000	200	950
Ecole Montmarin 2						
Espace 70 - bât A						
Espace 70 - bât C						
Collège J.Brel	1,2	15,0	180	3 000	200	380
Lycée Agricole Munier	8,0	15,0	1 200	4 500	300	1 500
Lycée Techno Belin	23,0	15,0	3 450	4 500	300	3 750
Lycée Hôt. Pontarcher	12,0	15,0	1 800	4 500	300	2 100
IME	35,0	15,0	5 250	4 500	300	5 550
ADAPEI	23,0	15,0	3 450	4 500	300	3 750
Total	615 MWh		92 260	249 000	16 600	108 860

Total exploitation production ECS estivale électrique :

**108 860 €TTC**

## 5 - Variante 2 : réseau de chaleur sans HLM

Dans cette variante du projet, les bâtiments HLM ne seraient pas raccordés au réseau de chaleur. La puissance de la chaufferie biomasse est réduite, les sections des tuyauteries du réseau sont également réduites, mais la longueur totale du réseau reste quasi identique.

### 5.1 - Bilan solution de référence

Ville de Vesoul	Gaz - MWh <sub>PCS</sub>	Chaleur - MWh <sub>th</sub>	P. utile	P1 gaz - €TTC	P2	P3
Espace Villon	380	290	240	21 300	800	3 000
Complexe Pontarcher	1 070	800	730	55 600	800	3 500
Ecole Jean Morel	200	150	130	11 200	400	1 250
Ecole des Rêpes	300	230	190	16 800	800	2 500
Restaurant scolaire	160	120	100	9 000	600	2 000
Gymnase Roy						
Ecole Montmarin 2	150	110	90	8 400	400	1 000
Total Ville de Vesoul	2 260 MWh	1 700 MWh	1 480 kW	122 300 €	3 800 €	13 250 €

Département	Gaz	Chaleur	P. utile	P1 gaz	P2	P3
Espace 70 - bât A	1 000	750	580	52 000	800	4000
Espace 70 - bât C	600	450	350	31 200	800	4000
Collège J.Brel	350	260	220	19 600	800	3500
Total Département	1 950 MWh	1 460 MWh	1 150 kW	102 800 €	2 400 €	11 500 €

Région	Gaz	Chaleur	P. utile	P1 gaz	P2	P3
Lycée Agricole Munier	580	440	400	32 500	1600	6000
Lycée Techno Belin	2 940	2 210	2 010	141 100	1200	7000
Gymnase Lycée Belin	0	0	0	0	0	0
Lycée Hôt. Pontarcher	1 800	1 350	1 350	93 600	800	4000
Total Région	5 320 MWh	4 000 MWh	3 760 kW	267 200 €	3 600 €	17 000 €

ARS	Gaz		P. utile	P1 gaz	P2	P3
IME	1 050	790	610	54 600	800	4000
ADAPEI	800	600	460	44 800	800	3000
Total ARS	1 850 MWh	1 390 MWh	1 070 kW	99 400 €	1 600 €	7 000 €

	Gaz	Chaleur	P. utile	P1 gaz	P2	P3
Total général	11 380 MWh	8 550 MWh	7 460 kW	591 700 €	11 400 €	48 750 €

## 5.2 - Projets de chaufferie centrale au bois

Les 3 projets de création de chaufferie centrale sont similaires à la situation précédente (avec raccordement des habitations HLM), mais les puissances sont adaptées et donc réduites.

	Projet 1	Projet 2	Projet 3
Puissance maxi appelée	7 000 kW	7 000 kW	7 000 kW
<b>Puissance bois</b>	<b>2 600 kW</b>	<b>2 000 kW + 600 kW</b>	<b>2 600 kW</b>
Puissance gaz	2 x 3 500 kW	2 x 3 500 kW	existantes
Energie utile bâtiments	8 550 MWh <sub>th</sub>	8 550 MWh <sub>th</sub>	8 550 MWh <sub>th</sub>
Energie distribuée	8 550 MWh <sub>th</sub>	8 550 MWh <sub>th</sub>	7 050 MWh <sub>th</sub>
Pertes réseau	850 MWh <sub>th</sub>	850 MWh <sub>th</sub>	580 MWh <sub>th</sub>
Total énergie produite	9 400 MWh <sub>th</sub>	9 400 MWh <sub>th</sub>	7 630 MWh <sub>th</sub>
<b>Energie bois</b>	7 050 MWh <sub>th</sub>	7 710 MWh <sub>th</sub>	7 050 MWh <sub>th</sub>
	606 TEP	663 TEP	606 TEP
Part bois	75%	82%	75%
<b>Tonnage bois</b>	<b>2 640 t</b>	<b>2 850 t</b>	<b>2 640 t</b>
Prix bois	85 €/t	85 €/t	85 €/t
Coût bois	224 400 €	242 250 €	224 400 €
Energie gaz	2 350 MWh <sub>th</sub>	1 690 MWh <sub>th</sub>	2 080 MWh <sub>th</sub>
Rendement gaz / PCI	92%	92%	92%
<b>Quantité gaz</b>	<b>2 840 MWh<sub>PCS</sub></b>	<b>2 040 MWh<sub>PCS</sub></b>	<b>2 510 MWh<sub>PCS</sub></b>
Prix gaz	4,80 ct€/kWh	4,80 ct€/kWh	5,20 ct€/kWh
Coût gaz	136 320 €	97 920 €	130 520 €
Conso. électricité	183 000 kWh <sub>e</sub>	198 000 kWh <sub>e</sub>	182 000 kWh <sub>e</sub>
Prix électricité	15 ct€/kWh	15 ct€/kWh	15 ct€/kWh
Coût électricité	27 500 €	29 700 €	27 300 €
<b>Total énergie</b>	<b>388 220 €</b>	<b>369 870 €</b>	<b>382 220 €</b>
Conduite, entretien	93 000 €	101 000 €	104 400 €
Provisions réparations	49 200 €	50 930 €	97 950 €
<b>Total exploitation</b>	<b>530 420 €TTC</b>	<b>521 800 €TTC</b>	<b>584 570 €TTC</b>
<b>Ecart référence</b>	<b>-121 430 €TTC</b>	<b>-130 050 €TTC</b>	<b>-67 280€TTC</b>

Investissements	Montants en €HT		
GC chaufferie et silo	1 020 000	1 070 000	920 000
Chaudière bois	710 000	880 000	710 000
Hydraulique chaud. Bois	94 000	104 000	94 000
Chaudières gaz	200 000	200 000	0
Réseau de chaleur	1 446 000	1 446 000	1 326 000
Sous-stations	295 000	295 000	295 000
MOE, AMO 15%	565 000	599 000	502 000
<b>Total investissements</b>	<b>4 330 000 €HT</b>	<b>4 594 000 €HT</b>	<b>3847 000 €HT</b>
Subvention biomasse	788 000 €	862 000 €	788 000 €
Subvention réseau	723 000 €	723 000 €	663 000 €
<b>Subvention</b>	<b>1 511 000 €</b>	<b>1 585 000 €</b>	<b>1 451 000 €</b>
<b>Reste à financer</b>	<b>3 607 000 €</b>	<b>3 871 000 €</b>	<b>3 184 000€</b>
<b>Annuité emprunt 15 ans 2%</b>	<b>280 716 €</b>	<b>301 262 €</b>	<b>247 796 €</b>
TRB après subv.	30 ans	30 ans	47 ans

Subventions Fonds Chaleur ADEME : mêmes bases que dans l'étude initiale

- Biomasse : 1 000 €/TEP bois
- Réseau de chaleur : 50% montant travaux