

BATIMENTS COMMUNAUX - TREYVAUX



ETUDE DE FAISABILITE

PRODUCTION DE CHALEUR

Bureau d'Ingénieurs - Conseils
PIERRE CHUARD FRIBOURG SA
Ing. dipl. EPFZ - SIA

Route de Beaumont 20
1700 Fribourg
Tél. 026/425 50 60
Fax 026/425 50 61

E-mail : info@chuard-fr.ch

TABLES DES MATIERES

Bases de calculs	pages	3	à	4
Contexte	page			5
<u>Variantes proposées</u>				
<u>Ecole + Arbanel + salle de sport</u>				
A1) Solution CAD Groupe E	pages	6	à	8
A2) Solution à copeaux de bois	pages	9	à	12
<u>Petite école</u>				
B1) Solution mazout à condensation	pages	13	à	16
B2) Solution CAD Groupe E	pages	17	à	19
C) Assainissement des bâtiments et des installations	pages	20	à	21
D) Récapitulation des coûts et bilan	pages	22	à	24

BASES DE CALCULS

Bases

Plans et schémas des travaux d'assainissement du 16 Avril 2002 établi par notre bureau pour l'école primaire.

Ecole primaire + Arbanel + Salle de sport

Puissance de chauffe actuelle (Echangeur à plaque)	:	300 kW
Consommation moyenne sur les 5 dernières années (Ecole + Arbanel + Salle de gym)	:	392'000 kWh
Correspondant à un besoin de (avec un rendement de production estimé à 96%)	:	373'300 kWh
Puissance de chauffe nécessaire sur la base de la consommation	:	250 kW

Cette puissance correspond à la puissance de raccordement proposée par le Groupe E

Petite école

Puissance de chauffe actuelle	:	40 kW
Consommation moyenne sur les 5 dernières années (petite école)	:	4'100 litres de mazout
Soit	:	42'640 kWh
Correspondant à un besoin de (avec un rendement de production estimé à 85%)	:	36'200 kWh
Puissance de chauffe nécessaire sur la base de la consommation et du temps de fonctionnement. Cette puissance est supérieure à celle proposée par le Groupe E (20kW)	:	35 kW

Prix de l'énergie (TTC)

Electricité tarif jour par kWh	Fr.	0,223
Electricité tarif nuit par kWh	Fr.	0,128
Taxe de base électricité par an	Fr.	99,79
Combustible bois copeaux par m ³	Fr.	40
Taxe de puissance conduite à distance Groupe E par kW	Fr.	95
Energie conduite à distance Groupe E par kWh	Fr.	0.12

Rendement des installations

Rendement de production de l'installation actuelle de l'école (échangeur à plaque)	:	96 %
Rendement de production de l'installation mazout actuelle (petite école)	:	85 %
Rendement de production de l'installation copeaux de bois	:	90 %
Rendement de production de l'installation CAD Groupe E (échangeur à plaque)	:	96 %
Rendement de production de l'installation mazout à condensation (petite école)	:	91 %

Pouvoir calorifique (selon cahier technique SIA 2031)

1 L de mazout extra léger	:	10,4 kWh
1 m ³ de copeaux de bois vert (environ 45% d'humidité)	:	700 kWh

Amortissement de l'installation selon normes SIA

Sur toutes les variantes de production de chaleur	15 ans
Sauf : - Capteurs solaires	20 ans
- Citerne à mazout	30 ans
- Sondes géothermiques	30 ans

Taux d'intérêt annuel : 5 %

**Détermination des frais liés aux investissements
(facteurs d'annuités)**

<u>Durée de dévalorisation</u>	<u>Taux d'intérêt 5 %</u>
15 ans	= 9,6 %
20 ans	= 8,0 %
30 ans	= 6,5 %

Valeurs annuelles utilisées pour le calcul du coût global

Augmentation du coût de la vie	= 1,5 %
Augmentation du prix du mazout (estimation)	= 8,0 %
Augmentation du prix du gaz (estimation)	= 7,0 %
Augmentation du prix des copeaux de bois (estimation)	= 2,0 %
Augmentation du prix de l'électricité (estimation)	= 1,5 %
Augmentation du prix de la chaleur du CAD (estimation)	= 2,0 %

Ces valeurs se basent sur les données de l'office fédéral de l'énergie (OFEN) mais tiennent également compte du contexte actuel de l'énergie sur le plan mondial. L'augmentation du prix du mazout et du gaz est relativement optimiste et pourrait être beaucoup plus importante au vu de son évolution ces dernières années.

CONTEXTE

Cette étude concerne une partie des bâtiments de la commune de Treyvaux, à savoir l'école primaire, la salle de sport, le théâtre de l'Arbanel et la petite école.

Les trois premiers bâtiments sont actuellement chauffés via un réseau de chaleur par des chaudières à copeaux de bois, appartenant à l'entreprise Papaux. Ces chaudières, alimentent un échangeur de 300 kW qui dessert ensuite les 3 bâtiments.

La petite école est chauffée par une chaudière à mazout. Celle-ci fut posée en 1994, après des travaux de rénovation et d'amélioration de la performance de l'enveloppe de la petite école.

L'entreprise Papaux ne souhaitant plus fournir en chaleur les bâtiments communaux, cette étude a pour but de présenter les différentes alternatives pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire. Les solutions proposées pour les trois bâtiments principaux sont :

- **Production de chaleur sur réseau de conduite à distance (CAD) du Groupe E avec mise en conformité des sous-stations pour le raccordement sur ce réseau.**
- **Production de chaleur individuelle à copeaux de bois**

Pour la petite école, les solutions sont :

- **Production de chaleur individuelle à mazout à condensation**
- **Production de chaleur sur réseau CAD du Groupe E**

Un assainissement des équipements techniques et de l'enveloppe des bâtiments est également proposé, afin d'améliorer le fonctionnement des installations et de réduire la consommation.

Pour chaque solution, est présenté le coût d'investissement ainsi que le coût d'exploitation associé. Ces solutions sont ensuite comparées entre elles, offrant ainsi une vue d'ensemble complète qui vous orientera sur les différents choix possibles.

Il est à noter que cette étude porte uniquement sur les producteurs de chaleur. Les éléments situés sur et après le collecteur ne sont pas pris en compte dans cette étude, sauf si leur assainissement est nécessaire pour le raccordement sur le CAD du Groupe E. Les cheminées sont également prises en compte dans cette étude.

Il est important de garder à l'esprit que des choix ambitieux en matière de performance énergétique pourront être sources d'importantes économies financières dans les années à venir, notamment au vu du contexte énergétique actuel. Ces choix seront d'autant plus efficaces et faciles à mettre en œuvre s'ils sont prévus dès le début du projet.

VARIANTE A1 PRODUCTION DE CHALEUR "CAD GROUPE E"

Raccordement au réseau de chauffage à distance du Groupe E pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire de l'école primaire, de la salle de sport et de l'Arbanel.

DESCRIPTIF DE L'INSTALLATION

Cette installation comprend :

- 1 raccordement au réseau de chaleur du Groupe E avec mise en place d'un échangeur primaire de 250 kW.
- 1 mise en conformité des équipements des sous-stations pour un raccordement sur le réseau du Groupe E.

INVESTISSEMENT

113 DEMONTAGE CHAUFFAGE ET INSTALLATIONS EXISTANTES

Mise hors service et dépose de:

1	Echangeur à plaques et divers équipements dans la chaufferie. Evacuation des équipements et nettoyage des locaux.	Fr.	1'200.—
---	--	-----	---------

MONTANT TOTAL ESTIMATIF	
113 DEMONTAGE CHAUFFAGE	Fr. 1'200.—

243.1 RACCORDEMENT AU RESEAU DU GROUPE E

Fourniture et pose de:

- 1 Echangeur de chaleur de 250 kW relié au réseau du Groupe E avec compteur de chaleur, accessoires y compris frais de génie civil si nécessaire.
- Main-d'œuvre pour l'ensemble de ce travail, essai, réglage, mise en service, transports et déplacements

MONTANT TOTAL (Selon offre du Groupe E)	
243.1 RACCORDEMENT RESEAU DU GROUPE E	Fr. 167'000.—

242. PRODUCTION DE CHALEURFourniture et pose de:

1	Ensemble de vannes 3 voies pour la modification du fonctionnement (mélange au lieu d'injection) des batteries de ventilations et du groupe radiateur dans la salle de sport.	Fr.	2'500.—
2	Vannes 2 voies motorisées à placer sur les groupes secondaires de la conduite à distance (Groupes Arbanel et salle de sport)	Fr.	2'500.—
10	m de tuyauterie de raccordement autour des vannes 3 voies, en tube acier noir soudé Ø 3/4" à DN50, y compris tous les accessoires.	Fr.	400.—
-	Armatures nécessaires au raccordement des appareils, tels que vannes d'arrêt et de réglage, thermomètres, purges, vidanges, clapets de retenue etc.	Fr.	1'200.—
-	Main-d'œuvre pour l'ensemble de ce travail, essai, réglage, mise en service, transports et déplacements	Fr.	3'600.—
-	Isolation de toutes les conduites au moyen de coquilles PIR avec manteau PVC gris	Fr.	500.—

MONTANT TOTAL ESTIMATIF**242. PRODUCTION DE CHALEUR**

Fr. 10'700.—

**MONTANT TOTAL ESTIMATIF INVESTISSEMENT
 PRODUCTION DE CHALEUR "CAD GROUPE E"
 (Montant hors taxe)**

Fr. 178'900.—

RECAPITULATION DES PRIX PRODUCTION DE CHALEUR
CAD Groupe E pour l'école primaire, la salle de sport et l'Arbanel

Démontage chauffage	Fr.	1'200 .—
Raccordement Réseau Groupe E	Fr.	167'000 .—
Production de chaleur - Assainissement	Fr.	10'700 .—
Total H.T.	Fr.	178'900 .—
TVA 8 %	Fr.	14'312 .—
MONTANT TOTAL TTC PRODUCTION DE CHALEUR VARIANTE A1	Fr.	193'212 .—

AMORTISSEMENT AVEC TAUX D'INTERETS DE 5 %

Fr.	193'212	sur 15 ans à	9.60 %	Fr.	18'548 .—
-----	---------	--------------	--------	-----	-----------

TOTAL AMORTISSEMENT	Fr.	18'548 .— / an
----------------------------	-----	-----------------------

FRAIS ANNUELS D'EXPLOITATION

Besoins de chauffage annuels env. 376'300 kWh

Consommation totale avec rendement de l'installation 96% 392'000 kWh

Achat combustible

392'000 kWh à 0.12 Fr. / kWh Fr. 47'040 .—

Taxe puissance

250 kW 95 Fr. / kW Fr. 23'750 .—

Frais de maintenance

Entretien des installations Fr. 300 .—

Pièces de rechange Fr. 200 .—

Frais d'électricité Fr. 300 .—

Total frais de maintenance Fr. **800 .—**

TOTAL FRAIS ANNUELS D'EXPLOITATION	Fr.	71'590 .— / an
---	-----	-----------------------

Coût du kWh pour Variante A1 "CAD Groupe E"

Coût amortissement	Fr.	18'548 .—	soit	4.93 cts. / kWh
Coût exploitation	Fr.	71'590 .—	soit	19.02 cts. / kWh
Total coût d'exploitation	Fr.	90'138 .—	soit	23.95 cts. / kWh

VARIANTE A2 PRODUCTION DE CHALEUR "COPEAUX DE BOIS"

Chaudière à copeaux de bois pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire de l'école primaire, de la salle de sport et de l'Arbanel. Chaudière d'appoint à mazout pour les périodes de pointes et la saison estivale.

DESCRIPTIF DE L'INSTALLATION

Cette installation comprend :

- 1 chaudière à copeaux de bois de 180 kW couvrant 60% de la puissance totale nécessaire.
- 1 électro filtre pour le traitement des fumées.
- 1 silo enterré d'environ 80 m3 avec couvercle carrossable et vis d'alimentation, pour le stockage des copeaux.
- 1 ensemble d'accumulateurs de chaleur.
- 1 chaudière à mazout à condensation de 100 kW pour les périodes de pointe et la saison estivale.
- 2 cuves à mazout de 2'000 litres chacune, avec bac de rétention.
- 1 système d'expansion avec maintien de la pression par pompe et un vase de 300 litres

INVESTISSEMENT

113 DEMONTAGE CHAUFFAGE ET INSTALLATIONS EXISTANTES

Mise hors service et dépose de:

- | | | | |
|---|---|-----|---------|
| 1 | Echangeur à plaques ainsi que divers équipements dans la chaufferie (vase d'expansion, robinetterie et accessoires). Y compris évacuation du mobilier et adaptation du sous-sol pour mise en place d'une chaudière à bois. Evacuation des débris et nettoyage des locaux. | Fr. | 4'800.— |
|---|---|-----|---------|

**MONTANT TOTAL ESTIMATIF
113 DEMONTAGE CHAUFFAGE**

Fr. 4'800.—

141.1 TRAVAUX DE MACONNERIE – SILO A COPEAUXFourniture et pose de :

1	Silo enterré d'environ 80 à 100 m ³ pour le stockage des copeaux de bois. Y compris travaux de terrassement, remblayage, maçonnerie et honoraires architecte et ingénieur génie civil.	Fr.	170'000.—
1	Ensemble de travaux complémentaires comprenant le raccordement électrique, un dispositif de relevage des eaux et la réfection de l'enrobé dans la cour d'école.	Fr.	35'000.—
1	Ensemble de travaux pour la transformation du local de stockage au sous-sol en chaufferie.	Fr.	10'000.—
1	Couvercle carrossable pour la fermeture du silo à copeaux.	Fr.	30'000.—
MONTANT TOTAL ESTIMATIF			
141.1 TRAVAUX DE MACONNERIE – SILO A COPEAUX			Fr. 245'000.—

241 CITERNE A MAZOUTFourniture et pose de:

2	Citernes à mazout en plastique de 2'000 lts chacune avec bacs de rétention		
-	Main-d'œuvre pour l'ensemble de ce travail, transports et déplacements		
MONTANT TOTAL ESTIMATIF			
113 DEMONTAGE CHAUFFAGE			Fr. 3'200.—

242. PRODUCTION DE CHALEURFourniture et pose de:

1	Chaudière à copeaux de bois de 180 kW type Schmid UTSR 180 ou équivalent. Y compris régulation, dispositif de décendrage et système d'alimentation par vis sans fin, accumulateur de chaleur de 6'000 litres, filtre à particules électrostatiques, accessoires, montage, protocole et mise en service.	Fr.	275'000.—
1	Chaudière à mazout à condensation d'une puissance de 100 kW type De Dietrich GTU 336-L ou équivalent. Inclus régulation, capot insonorisant pour le brûleur, accessoires, montage, protocole et mise en service.	Fr.	15'400.—
1	Echangeur de chaleur pour la condensation, type Bomat Profitherm G 1024-160 ou équivalent. Inclus circulateur, station de neutralisation, accessoires, montage et mise en service.	Fr.	10'100.—

1	Système d'expansion avec pompe de maintien de la pression, vase de 300 lts et vase tampon de 35 lts	Fr.	6'000.—
40	m de tuyauterie de raccordement entre les chaudières et le collecteur, en tube acier noir soudé Ø 3/4" à DN80, y compris tous les accessoires	Fr.	1'400.—
-	Armatures nécessaires au raccordement des appareils, tels que vannes d'arrêt et de réglage, thermomètres, purges, vidanges, clapets de retenue etc.	Fr.	7'200.—
-	Main-d'œuvre pour l'ensemble de ce travail, essai, réglage, mise en service, transports et déplacements	Fr.	12'000.—
-	Isolation de toutes les conduites au moyen de coquilles PIR avec manteau PVC gris	Fr.	2'000.—
MONTANT TOTAL ESTIMATIF			
242. PRODUCTION DE CHALEUR			Fr. 329'100.—

247.5 CHEMINEE

Fourniture et pose de :

1	Cheminée en plastique PPS avec manteau isolant en tôle Aluman, servant à l'évacuation des gaz de fumée de la chaudière à mazout de 100 kW.		
1	Tuyau de fumée en plastique PPS entre la chaudière à mazout et la cheminée		
1	Tuyau de fumée en inox avec manteau isolant en tôle Aluman entre la chaudière à bois, le filtre et la cheminée existante. Y compris contrôle, nettoyage et vérification de la possibilité de réutiliser la cheminée existante.		
-	Main-d'œuvre pour l'ensemble de ce travail, transports et déplacements		
MONTANT TOTAL ESTIMATIF			
247.5 CONDUIT DE CHEMINEE			Fr. 17'000.—
MONTANT TOTAL ESTIMATIF INVESTISSEMENT			
PRODUCTION DE CHALEUR "COPEAUX DE BOIS"			Fr. 599'100.—
(Montant hors taxe)			

RECAPITULATION DES PRIX PRODUCTION DE CHALEUR
Copeaux de bois pour l'école primaire, la salle de sport et l'Arbanel

Démontage chauffage	Fr.	4'800	.-
Aménagement silo à bois	Fr.	245'000	.-
Citerne à mazout	Fr.	3'200	.-
Production de chaleur	Fr.	329'100	.-
Conduit de cheminée	Fr.	17'000	.-
Total H.T.	Fr.	599'100	.-
TVA 8 %	Fr.	47'928	.-

MONTANT TOTAL TTC PRODUCTION DE CHALEUR VARIANTE A2 Fr. 647'028 .-

AMORTISSEMENT AVEC TAUX D'INTERETS DE 5 %

Fr.	643'572	sur 15 ans à	9.60 %	Fr.	61'783	.-
Fr.	3'456	sur 30 ans à	6.50 %	Fr.	225	.-

TOTAL AMORTISSEMENT Fr. **62'008** .- / an

FRAIS ANNUELS D'EXPLOITATION

Besoins de chauffage annuels		env.	376'300 kWh
	dont	70% bois	263'410 kWh
		30% mazout	112'890 kWh
Consommation totale avec rendement de l'installation	90%		418'100 kWh
		dont	418 m3 de bois
		et	12'060 lts de mazout

Achat combustible

418 m3 de copeaux à	40 Fr. / m3	Fr.	16'724	.-
12'060 lts de mazout à	130 Fr. / 100 lts	Fr.	15'678	.-

Frais de maintenance

Entretien chaudières + régulation, brûleurs	Fr.	1'800	.-
Pièces de rechange	Fr.	800	.-
Ramonage des cheminées	Fr.	500	.-
Frais de conciergerie	Fr.	3'500	.-
Frais d'électricité	Fr.	1'900	.-
Total frais de maintenance	Fr.	8'500	.-

TOTAL FRAIS ANNUELS D'EXPLOITATION Fr. **40'902** .- / an

Coût du kWh pour Variante A2 "Copeaux de bois"

Coût amortissement	Fr.	62'008	soit	16.48 cts. / kWh
Coût exploitation	Fr.	40'902	soit	10.87 cts. / kWh
Total coût d'exploitation	Fr.	102'910	soit	27.35 cts. / kWh

VARIANTE B1 PRODUCTION DE CHALEUR "MAZOUT A CONDENSATION"

Chaudière à mazout à condensation pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire de la petite école.

DESCRIPTIF DE L'INSTALLATION

Cette installation comprend :

- 1 chaudière à mazout à condensation avec brûleur modulant de 27 à 38 kW
- 1 accumulateur d'eau chaude sanitaire de 200 litres
- 1 vase d'expansion de 140 litres

INVESTISSEMENT

113 DEMONTAGE CHAUFFAGE ET INSTALLATIONS EXISTANTES

Mise hors service et dépose de:

- 1 Chaudière à mazout Cuenotherm de 40 kW, y compris chauffe-eau de 160 litres, accessoires et tuyauterie.
Evacuation des équipements et nettoyage des locaux.

**MONTANT TOTAL ESTIMATIF
113 DEMONTAGE CHAUFFAGE**

Fr. 2'400.—

241 CITERNE ET CONDUITES A MAZOUT

Mise aux normes et pose de:

- 1 Feuille d'étanchéité anti pollution sur les parois du local citerne existant (environ 32 m2 de parois à étancher) y compris contrôle et nettoyage de la citerne.
- 20 m de conduites d'aspiration entre la citerne et le brûleur en tube cuivre, y compris tube de protection antipollution, raccords et fixations.

- Main-d'œuvre pour l'ensemble de ce travail, essai, réglage, mise en service, transports et déplacements

MONTANT TOTAL ESTIMATIF
241 CITERNE ET CONDUITES A MAZOUT

Fr. 4'800.—

242. PRODUCTION DE CHALEUR

Fourniture et pose de:

1	Chaudière à mazout à condensation type Elco Straton L 47 (puissance 27-38 kW) ou équivalent. Inclus régulation, échangeur à plaques, capot insonorisant, groupes préfabriqués pour chauffage et ECS, accessoires, protocole et mise en service.	Fr. 17'000.—
1	Accumulateur ECS de 200 lts type Vistron F200 ou équivalent.	Fr. 1'500.—
1	Vase d'expansion de 140 lts	Fr. 700.—
15	m de tuyauterie de raccordement entre la chaudière, l'échangeur, le circuit de recyclage et le collecteur, en tube acier noir soudé Ø 3/4" à DN50, y compris tous les accessoires	Fr. 500.—
-	Armatures nécessaires au raccordement des appareils, tels que vannes d'arrêt et de réglage, thermomètres, purges, vidanges, clapets de retenue etc.	Fr. 1'200.—
-	Main-d'œuvre pour l'ensemble de ce travail, essai, réglage, mise en service, transports et déplacements	Fr. 7'200.—
-	Isolation de toutes les conduites dans la chaufferie au moyen de coquilles PIR avec manteau PVC gris	Fr. 800.—

MONTANT TOTAL ESTIMATIF
242. PRODUCTION DE CHALEUR

Fr. 28'900.—

247.5 CHEMINEE

Fourniture et pose de :

1	Cheminée en plastique PPS servant à l'évacuation des gaz de fumée de la chaudière à mazout de 35 kW.
1	Tuyau de fumée en plastique PPS entre la chaudière à mazout et la cheminée

- Main-d'œuvre pour l'ensemble de ce travail, transports et déplacements

MONTANT TOTAL

247.5 CONDUIT DE CHEMINEE

Fr. 3'000.—

MONTANT TOTAL ESTIMATIF INVESTISSEMENT

PRODUCTION DE CHALEUR "MAZOUT A CONDENSATION"

(Montant hors taxe)

Fr. 39'100.—

RECAPITULATION DES PRIX PRODUCTION DE CHALEUR
Mazout à condensation pour petite école

Démontage chauffage	Fr.	2'400 .—
Citerne à mazout	Fr.	4'800 .—
Production de chaleur	Fr.	28'900 .—
Conduit de fumée	Fr.	3'000 .—
Total H.T.	Fr.	39'100 .—
TVA 8 %	Fr.	3'128 .—

MONTANT TOTAL TTC PRODUCTION DE CHALEUR VARIANTE B1 Fr. 42'228 .—

AMORTISSEMENT AVEC TAUX D'INTERETS DE 5 %

Fr.	37'044	sur 15 ans à	9.60 %	Fr.	3'556 .—
Fr.	5'184	sur 30 ans à	6.50 %	Fr.	337 .—

TOTAL AMORTISSEMENT Fr. 3'893 .— / an

FRAIS ANNUELS D'EXPLOITATION

Besoins de chauffage annuels env. 36'200 kWh

Consommation totale avec rendement de production 91% 39'800 kWh
 soit en litres de mazout 3'830 lts

Achat combustible

3'830 lts de mazout à 130 Fr. / 100 lts Fr. 4'979 .—

Frais de maintenance

Entretien chaudière + régulation, brûleur	Fr.	350 .—
Pièces de rechange	Fr.	200 .—
Ramonage de la cheminée	Fr.	200 .—
Frais d'électricité	Fr.	200 .—
Total frais de maintenance	Fr.	<u>950 .—</u>

TOTAL FRAIS ANNUELS D'EXPLOITATION Fr. 5'929 .— / an

Coût du kWh pour Variante B1 "MAZOUT A CONDENSATION"

Coût amortissement	Fr.	3'893 .—	soit	10.75 cts. / kWh
Coût exploitation	Fr.	<u>5'929 .—</u>	soit	<u>16.38 cts. / kWh</u>
Total coût d'exploitation	Fr.	<u>9'822 .—</u>	soit	<u>27.13 cts. / kWh</u>

VARIANTE B2 PRODUCTION DE CHALEUR "CAD GROUPE E"

Raccordement au réseau de chauffage à distance du Groupe E pour la production de chauffage et d'eau chaude sanitaire de la petite école.

DESCRIPTIF DE L'INSTALLATION

Cette installation comprend :

- 1 raccordement au réseau de chaleur du Groupe E avec mise en place d'un échangeur primaire de 35 kW.

Remarque : la chaudière actuelle, d'une puissance de 40 kW est adaptée aux besoins de la petite école. La puissance de raccordement proposée initialement par le Groupe E (20 kW), basée uniquement sur la consommation de mazout semble trop faible par rapports aux besoins du bâtiment.

INVESTISSEMENT

113 DEMONTAGE CHAUFFAGE ET INSTALLATIONS EXISTANTES

Mise hors service et dépose de:

- 1 Chaudière à mazout Cuenotherm de 40 kW, y compris chauffe-eau de 160 litres, accessoires et tuyauterie.
Evacuation des équipements et nettoyage des locaux.

MONTANT TOTAL ESTIMATIF
113 DEMONTAGE CHAUFFAGE

Fr. 2'400.—

243.1 RACCORDEMENT AU RESEAU DU GROUPE E

Fourniture et pose de:

- 1 Echangeur de chaleur de 35 kW relié au réseau du Groupe E avec compteur de chaleur, accessoires y compris frais de génie civil si nécessaire.
- Main-d'œuvre pour l'ensemble de ce travail, essai, réglage, mise en service, transports et déplacements

MONTANT TOTAL (Selon offre du Groupe E)
243.1 RACCORDEMENT RESEAU DU GROUPE E

Fr. 23'000.—

242. PRODUCTION DE CHALEUR

Fourniture et pose de:

1	Ensemble de groupes préfabriqués pour le circuit de chauffage et d'eau chaude sanitaire.	Fr.	1'800.—
1	Accumulateur ECS de 200 lts type Vistron F200 ou équivalent.	Fr.	1'500.—
1	Vase d'expansion de 140 lts	Fr.	700.—
15	m de tuyauterie de raccordement autour des vannes 3 voies, en tube acier noir soudé Ø 3/4" à DN50, y compris tous les accessoires.	Fr.	500.—
-	Armatures nécessaires au raccordement des appareils, tels que vannes d'arrêt et de réglage, thermomètres, purges, vidanges, clapets de retenue etc.	Fr.	1'200.—
-	Main-d'œuvre pour l'ensemble de ce travail, essai, réglage, mise en service, transports et déplacements	Fr.	6'000.—
-	Isolation de toutes les conduites au moyen de coquilles PIR avec manteau PVC gris	Fr.	800.—

MONTANT TOTAL ESTIMATIF
242. PRODUCTION DE CHALEUR

Fr. 12'500.—

MONTANT TOTAL ESTIMATIF INVESTISSEMENT
PRODUCTION DE CHALEUR "CAD GROUPE E"
(Montant hors taxe)

Fr. 37'900.—

**RECAPITULATION DES PRIX PRODUCTION DE CHALEUR
CAD Groupe E pour petite école**

Démontage chauffage	Fr.	2'400	.—
Raccordement Réseau Groupe E	Fr.	23'000	.—
Production de chaleur - Assainissement	Fr.	12'500	.—
Total H.T.	Fr.	37'900	.—
TVA 8 %	Fr.	3'032	.—
MONTANT TOTAL TTC PRODUCTION DE CHALEUR VARIANTE B2	Fr.	40'932	.—

AMORTISSEMENT AVEC TAUX D'INTERETS DE 5 %

Fr.	40'932	sur 15 ans à	9.60 %	Fr.	3'929	.—
-----	--------	--------------	--------	-----	-------	----

TOTAL AMORTISSEMENT	Fr.	3'929	.— / an
----------------------------	-----	--------------	---------

FRAIS ANNUELS D'EXPLOITATION

Besoins de chauffage annuels env. 36'200 kWh

Consommation totale avec rendement de production 96% 37'700 kWh

Achat combustible

37'700 kWh à 0.12 Fr. / kWh Fr. **4'524** .—

Taxe puissance

35 kW 95 Fr. / kW Fr. **3'325** .—

Frais de maintenance

Entretien des installations Fr. 200 .—

Pièces de rechange Fr. 100 .—

Frais d'électricité Fr. 200 .—

Total frais de maintenance Fr. **500** .—

TOTAL FRAIS ANNUELS D'EXPLOITATION	Fr.	8'349	.— / an
---	-----	--------------	---------

Coût du kWh pour Variante B2 "CAD Groupe E petite école"

Coût amortissement	Fr.	3'929	.—	soit	10.85	cts. / kWh
Coût exploitation	Fr.	<u>8'349</u>	.—	soit	<u>23.06</u>	cts. / kWh
Total coût d'exploitation	Fr.	<u>12'278</u>	.—	soit	<u>33.92</u>	cts. / kWh

" C "

ASSAINISSEMENT DES BÂTIMENTS ET DES INSTALLATIONS

ASSAINISSEMENT DE L'ENVELOPPE DES BÂTIMENTS

L'ensemble des bâtiments concernés par cette étude présente un niveau de performance énergétique satisfaisant. La quasi totalité des menuiseries sont en double vitrage et performantes. Les façades de la salle de sport, de l'Arbanel et de la petite école sont isolées, tout comme les toitures. Des travaux d'amélioration de la performance des enveloppes permettraient de réduire la consommation mais n'aurait pas un impact significatif sur les puissances des chaudières ou de raccordement au réseau de conduite à distance.

On pourra éventuellement envisager à moyen terme, la réfection de l'isolation des toitures de la salle de sport. Cela permettrait un gain d'environ 7 kW sur la puissance de raccordement, soit moins de 3%.

ASSAINISSEMENT DES INSTALLATIONS TECHNIQUES

Ecole primaire :

- Remplacement des circulateurs actuels (circuit secondaire et groupe école) par des circulateurs à débit variable. Fr. 6'400.—

Arbanel :

- Remplacement du circulateur actuel par un circulateurs à débit variable. Fr. 2'800.—

Les circulateurs actuels sont anciens. Leur remplacement par des modèles à débit variable permettra de réduire sensiblement leur consommation électrique.

Salle de sport :

- Remplacement des circulateurs actuels (groupes chauffe-eau et radiateurs) par des circulateurs à débit variable. Fr. 5'600.—
- Mise en conformité des sous-stations et des groupes de chauffage/ventilation pour raccordement sur le réseau CAD du Groupe E. (montant déjà chiffré dans la variante de production de chaleur A1) Fr. 0.—
- Mise en place de vannes thermostatiques sur les 13 radiateurs non équipés, de la salle de sport. Fr. 1'300.—
- Remplacement du chauffe-eau haut débit par un modèle à accumulation avec échangeur de chaleur à plaques. Fr. 20'000.—

Le chauffe-eau actuel date de 1977. Sa conception offre un débit de pointe très important mais nécessite une puissance énergétique très élevée. Son remplacement par un chauffe-eau à accumulation avec un volume de 1'500 à 2'000 litres permettrait de réduire la puissance nécessaire et par conséquent la taxe de puissance du réseau CAD ou la puissance de la future chaudière à bois.

- Mise en place d'une sonde de qualité d'air et asservissement du système de ventilation en cascade de la salle de sport en fonction des besoins. Fr. 3'000.—

Actuellement le système de ventilation fonctionne en cascade. Le monobloc primaire fonctionne avec 100% d'air neuf, sans récupération de chaleur et avec une batterie de chauffage. Les 2 monoblocs secondaires fonctionnent en air de roulement avec des batteries de chauffage. La consommation énergétique de ce système est importante. En attendant une future mise en place d'un récupérateur de chaleur, on prévoira la pose d'une sonde de qualité d'air qui déterminera quand il est nécessaire d'introduire de l'air neuf dans la salle de sport. Lorsque la qualité d'air est satisfaisante, le système ne fonctionnera qu'avec l'air recyclé.

On veillera également à ajuster les consignes de température à l'occupation de la salle. Lors de notre visite, durant les vacances scolaires, la salle de sport était maintenue à 20°C. Cette consigne nous semble élevée. La norme SIA recommande une température de 15 à 18°C dans une salle de sport.

" D "

RECAPITULATION DES COUTS ET BILAN

Variante	Ecole primaire + salle de sport		Petite école	
	A1 CAD	A2 BOIS	B1 MAZOUT	B2 CAD
Consommation énergétique	392'000 kWh	418'100 kWh	39'800 kWh	37'700 kWh
Coût d'investissement	193'212 .-	647'028 .-	42'228 .-	40'932 .-
Coût amortissement	18'548 .-	62'008 .-	3'893 .-	3'929 .-
Coût d'exploitation	71'590 .-	40'902 .-	5'929 .-	8'349 .-
Coût annuel Am. Exp.	90'138 .-	102'910 .-	9'822 .-	12'278 .-
Prix du kWh amortissement	4.93 cts	16.48 cts	10.75 cts	10.85 cts
Prix du kWh exploitation	19.02 cts	10.87 cts	16.38 cts	23.06 cts
Prix du kWh total	23.95 cts	27.35 cts	27.13 cts	33.92 cts

Prestations non comprises:

(complément à SIA 118 et SIA 380/7)

- Distribution de chaleur
- Système de traitement d'eau de chauffage
- Montage d'échafaudages, engins de levage
- Travaux de ferblanterie, étanchéité, menuiserie, peinture
- Travaux de raccordement sanitaire
- Travaux d'installation électrique

REMARQUES ET COMMENTAIRES

Ecole + Arbanel + salle de sport

Variante A1 "CAD du Groupe E"

La variante A1 offre le plus faible coût d'investissement. Son coût d'exploitation est en revanche élevé, du fait de la taxe de puissance annuelle. Au final, c'est cependant la solution qui offre le plus faible coût du kWh. De plus, les installations de production de chaleur étant la propriété du Groupe E, il n'y a pas de budget à prévoir pour l'assainissement des installations dans 15 ou 20 ans.

Variante A2 "Bois à copeaux"

Cette variante présente un coût d'investissement très élevé, notamment de part la nécessité de créer un silo de stockage et de prévoir un système de filtration. Cette variante recourt également à une énergie fossile d'appoint : le mazout. Le fonctionnement avec uniquement des copeaux de bois nécessiterait, outre une 2^{ème} chaudière à bois, un autre système de filtration ainsi qu'une adaptation de la vis sans fin pour l'alimentation des 2 chaudières en copeaux de bois. Ces équipements augmenteraient de CHF 100'000 ou 150'000.— le coût d'investissement. Il faut également prendre en compte le fait qu'une chaufferie bois nécessite un entretien et un suivi quotidien. Les frais de maintenance annuels sont importants. Enfin la mise en place d'une chaufferie au sous-sol de l'école entraînerait certaines transformations architecturales (ouverture de mur, mise en place d'une cheminée en façade) et supprimerait le local de stockage du sous-sol.

Petite école

Variante B1 "Mazout à condensation"

La variante B1 présente un investissement légèrement supérieur à la solution du CAD du Groupe E. Son coût d'exploitation est cependant plus faible, du moins pour l'instant, tant que le mazout reste bon marché. Compte-tenu de la tendance à la hausse du mazout depuis plusieurs années, les coûts d'exploitation pourraient fortement augmenter à l'avenir (cf tableau page suivante).

Variante B2 " CAD du Groupe E "

La variante B2 présente un coût d'investissement plus faible que la variante mazout à condensation. En revanche son coût d'exploitation est plus important, du fait notamment de la taxe de puissance facturée par le Groupe E. Elle présente l'avantage de ne pas avoir de producteur de chaleur à entretenir annuellement, ni à assainir d'ici 15 ou 20 ans.

SIMULATION DU COUT GLOBAL SUR 15 ANS

Les valeurs présentées dans le tableau suivant sont issues de calculs qui se basent sur une certaine évolution du coût de la vie (1,5%) et du prix des énergies (électricité 1,5% ; mazout 8% ; gaz 7% ; bois 2%). Il n'est bien sûr pas possible de prévoir exactement l'évolution que suivra le prix des énergies dans les années à venir. Néanmoins, en étudiant l'évolution sur les dernières années et en tenant compte du contexte local, ces valeurs tendent à se rapprocher de la réalité.

Variante	Ecole primaire + salle de sport		Petite école	
	A1 CAD	A2 BOIS	C MAZOUT	D CAD
Coût d'investissement	193'212 .-	647'028 .-	42'228 .-	40'932 .-
Coût d'exploitation en 2014	71'590 .-	40'902 .-	5'929 .-	8'349 .-
Coût d'exploitation en 2029	94'003 .-	82'869 .-	16'982 .-	10'871 .-
Variation du coût d'exploitation entre 2014 et 2029	31% .-	103% .-	186% .-	30% .-
Coût global d'investissement et d'exploitation en 2029 (amortissement compris)	1'595'257 .-	1'869'686 .-	226'418 .-	211'858 .-

Ce tableau, même s'il reste approximatif, permet de comparer le coût global de chaque solution sur une période de 15 ans. Au final, les solutions de raccordement au réseau de conduite à distance du Groupe E semblent être les solutions les plus intéressantes sur le long terme. Leur surcoût d'exploitation est compensé par un plus faible investissement initial ainsi qu'une absence d'entretien et d'assainissement des producteurs de chaleur.

Il est important de se rappeler que le choix du système de chauffage engage le maître d'œuvre sur plusieurs dizaines d'années. Anticiper l'évolution du marché et de nos habitudes de consommation, est un choix stratégique et responsable. Cela offrira de plus une attractivité supplémentaire aux yeux des futurs utilisateurs du site.

Fribourg, le 6 mai 2014

PIERRE CHUARD FRIBOURG SA



A. Feugère