



# Rapport technique

Investissement assainissement centrale





## 1. Situation actuelle

La Commune de Lignières dispose actuellement d'une centrale de production de chaleur équipée de deux chaudières à bois, respectivement de 1600 kW (Mueller) et de 450 kW (Schmid), ainsi que d'une chaudière d'appoint/secours au mazout de 3000 kW (Viessmann).

Au cours des dernières années, plusieurs interventions ont été nécessaires en raison de fuites récurrentes sur les échangeurs de chaleur. L'état d'usure avancé de la chaudière à bois Mueller est aujourd'hui tel qu'il subsiste une incertitude quant à sa capacité à assurer la fourniture de chaleur durant l'hiver à venir.

### Mandat

Face à cette situation, la Commune de Lignières a mandaté le bureau d'ingénieurs RWB pour :

- analyser le potentiel de distribution de chaleur sur le territoire communal,
- étudier les possibilités d'assainissement de la centrale existante,
- proposer des optimisations techniques et économiques du système de production et de distribution.

### Étude des variantes

Dans le cadre de cette étude, plusieurs variantes de production ont été examinées, notamment :

- une solution intégrant un procédé de gazéification du bois couplé à un groupe chaleur-force,
- une solution basée sur le produit Steamergy de Schmid SA,
- ainsi qu'une variante de type « standard » avec production de chaleur conventionnelle.

À l'issue de l'analyse avec la Commission de l'énergie, la variante dite « standard » a été retenue comme la plus appropriée. Celle-ci fait l'objet de la présente description détaillée dans le rapport.

## 2. Résultats de l'étude distribution de chauffage

L'analyse des consommations du chauffage à distance actuelle nous donne les résultats suivants :

### Données compteurs

|                          |         |           |                  |
|--------------------------|---------|-----------|------------------|
| Consomation              | moyenne | 2023-2024 | 4 433 867 kWh/an |
| Production               | moyenne | 2023-2024 | 5 840 249 kWh/an |
| Perte réseau             |         |           | 1 406 382 kWh/an |
| Puissance perte annuelle |         |           | 161 kW           |
| Longueur de fouille      |         |           | 7600 m           |
| Densité de fouille       |         | 2023-2024 | 0.58 MWh/m       |

24% de pertes moyenne

Nous relevons que la perte de 24% et que la densité de consommations par rapport au mètre de fouille est de 0.58 MWh/m.

Or, la densité ne devrait pas être inférieure à 1.5MWh/m et selon les recommandations en vigueur (QMbois) le minimum se trouve à 2MWh/m. Afin d'avoir une meilleure rentabilité, la puissance





raccordée doit être plus que doublée. Ce qui aura comme effet d'augmenter la densité et de ce fait le prix du kWh.

Le potentiel d'extension évalué en collaboration avec l'exploitant y compris les pertes :

| Sous-stations | Nombre     | P [kW]       | E [kWh/an]       | Hypothèse                          |
|---------------|------------|--------------|------------------|------------------------------------|
| Existant      | 165        | 2 713        | 5 825 896        | Selon fichier consommation commune |
| Extension     | 39         | 641          | 1 377 030        | Prorata valeur du réseau existant  |
| <b>Total</b>  | <b>204</b> | <b>3 354</b> | <b>7 202 926</b> |                                    |

Depuis 2019, une augmentation du nombre de consommateurs et de vente d'énergie théorique est constatée. Cependant, la consommation effective des sous-stations est moindre dû aux rénovations énergétiques, aux nouvelles constructions plus efficaces et des saisons de plus en plus chaudes.

L'extension prévue permettrait d'améliorer la densité et la rentabilité du réseau. Cependant, nous n'allons pas pouvoir atteindre les 1,5 MWh/m en raison des faibles puissances des consommateurs restants à raccorder. Dans le cas où tous les consommateurs prévus se raccordent, nous allons atteindre une densité située entre 0,7 et 0,9 MWh/m.

### 3. Résultats de l'étude de la production de chaleur

L'étude d'assainissement de la centrale est basée sur la production actuelle de **5.8 GWh/an**, avec une production renouvelable de minimum 80% nécessite une puissance totale de **1'350 kW** selon les recommandations en vigueur (QMbois). De plus, elle prévoit une production future de **7.2 GWh/an**, nécessitant une puissance renouvelable de **1'700 kW**.

La commune a été sollicitée par le biogaz (TeamEnergie SA) pour la reprise de la chaleur fatale du groupe de cogénération de production électrique et thermique (pour le refroidissement du moteur). En conséquence, l'intégration de la reprise de cette chaleur est prise en compte dans cette étude.

#### 3.1. Projet

La production de chaleur se composera de manière suivante :

- Nouvelle chaudière à bois de 900kW (remplacement de la chaudière Mueller)
- Chaudière à bois 450kW (conservation de la chaudière Schmid)
- Chaudière d'appoint/secours au mazout de 3'000kW (conservation de la chaudière Viessmann)
- Echangeur avec l'énergie fatale du biogaz de 350 kW
- Accumulateur d'énergie 50m<sup>3</sup>
- Panneaux solaires complémentaire de 40 kW<sub>c</sub>

La tuyauterie de l'installation va également être refaite à neuf pour des raisons d'optimisation hydraulique, de régulation et de mise aux normes.

Lors de la revue de projet avec le service de maintenance de la commune, il a été constaté que le convoyeur actuel présente une usure significative. Le remplacement de cet équipement a donc été jugé nécessaire. L'appel d'offres a été complété afin d'inclure ce poste supplémentaire.



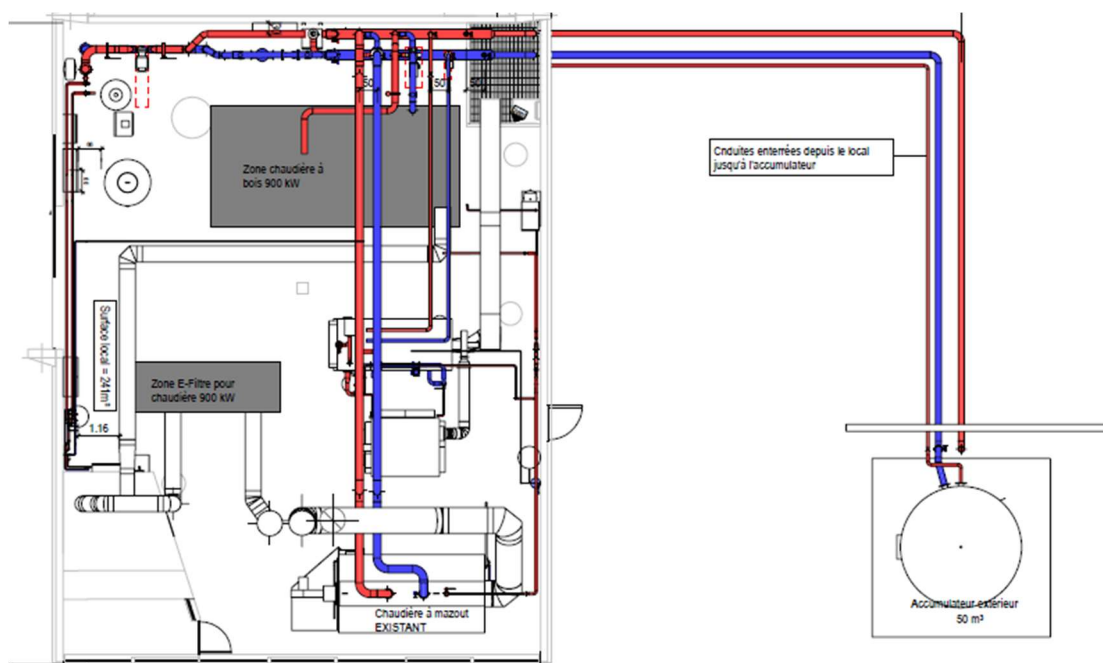
L'entreprise adjudicataire a proposé de remplacer le système existant par un convoyeur à vis verticale, mieux adapté aux contraintes d'espace du système d'extraction. Cette solution a été approuvée par la Commission d'évaluation ainsi que par le Conseil communal.

Le coût de ce nouvel équipement est inclus dans le montant global du projet. Cette configuration nous permettra d'atteindre une part renouvelable de plus de 90 % de l'énergie produite annuellement. Ce taux dépasse les recommandations de QMbois demandant une part renouvelable d'au moins 80 %.

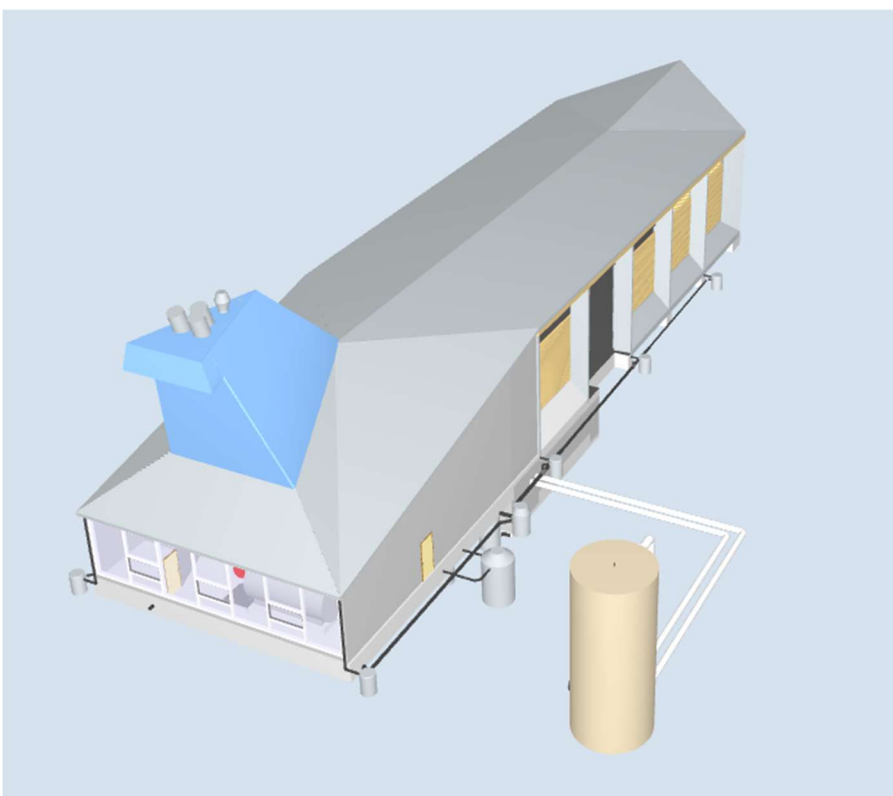
### 3.2. Disposition des équipements

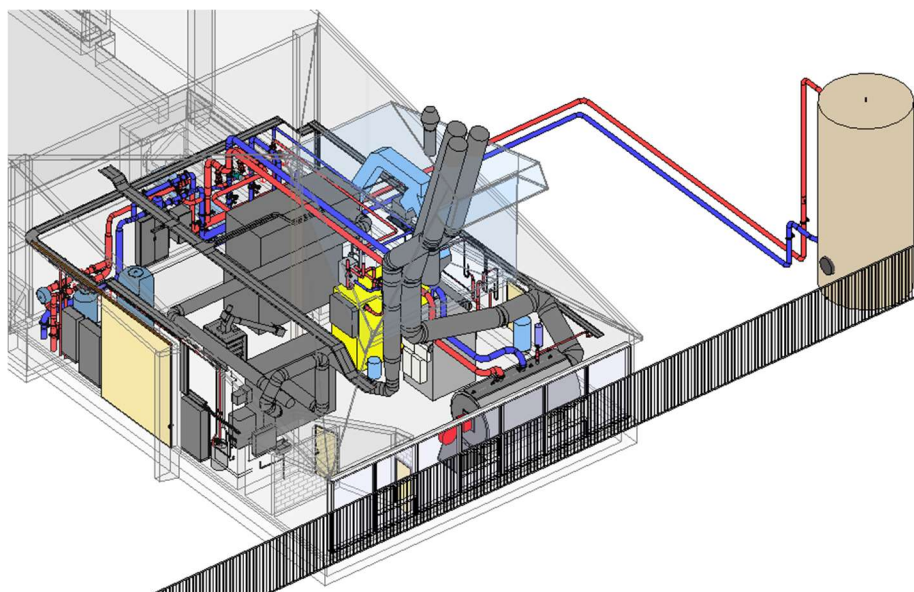
#### 3.2.1. Accumulateur et échangeur du biogaz

L'accumulateur de chaleur de 50 m<sup>3</sup> est proposé à l'extérieur du bâtiment en raison de son grand volume. Cet accumulateur nous permettra de stocker de l'énergie thermique afin de la redistribuer lors des pics de demande d'énergie, ce qui réduira le nombre de cycles d'arrêt/démarrage de la chaudière à bois. L'échangeur de chaleur pour le biogaz sera installé dans la partie excavée de la chaufferie actuelle.

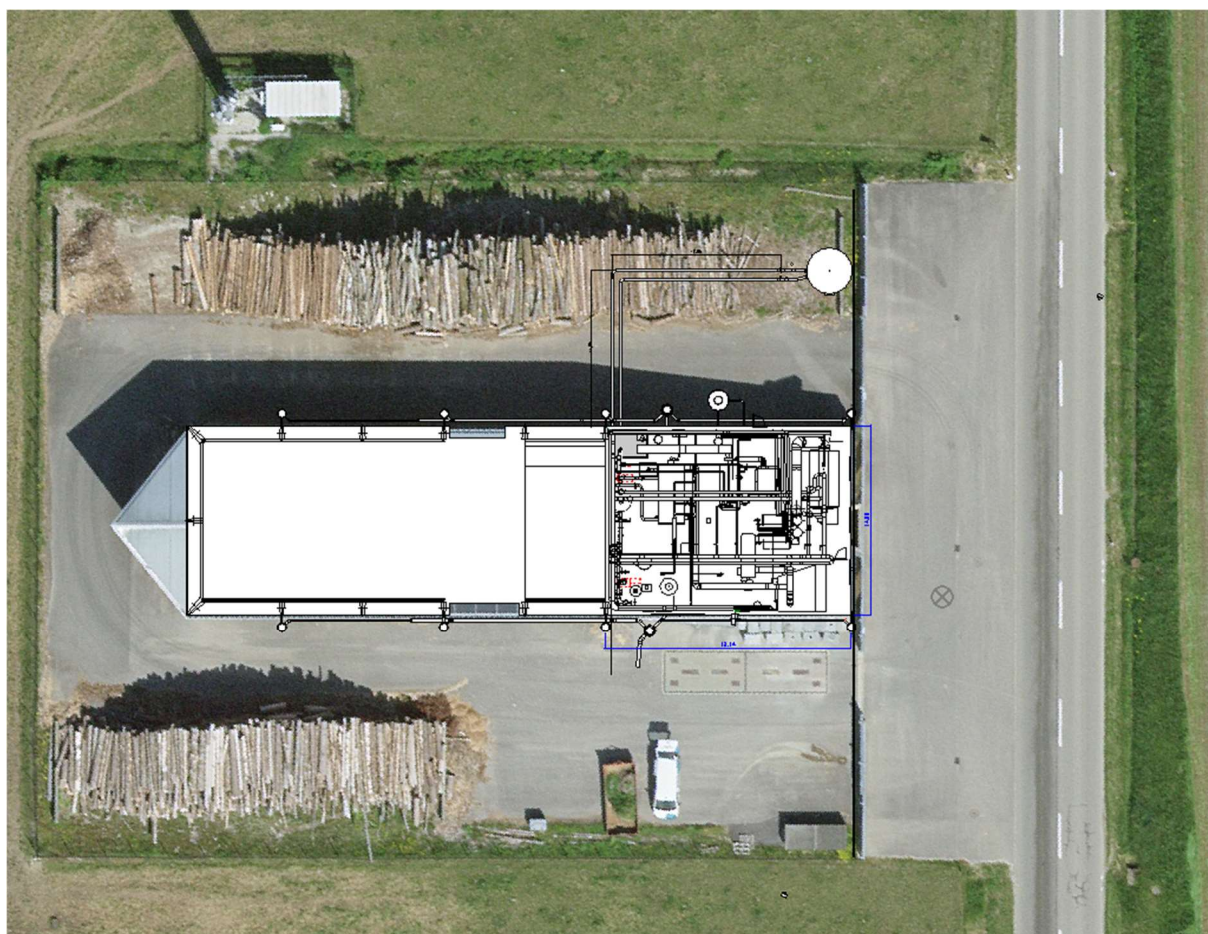


### 3.2.2. Vue en 3D





3.2.3. Plan avec cadastre

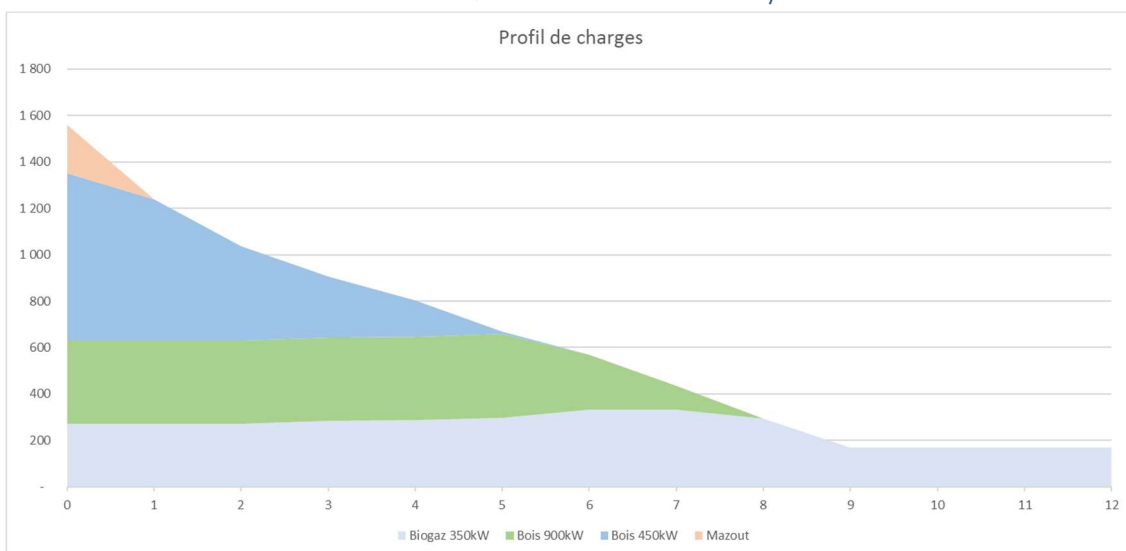




### 3.3. Courbes de charge

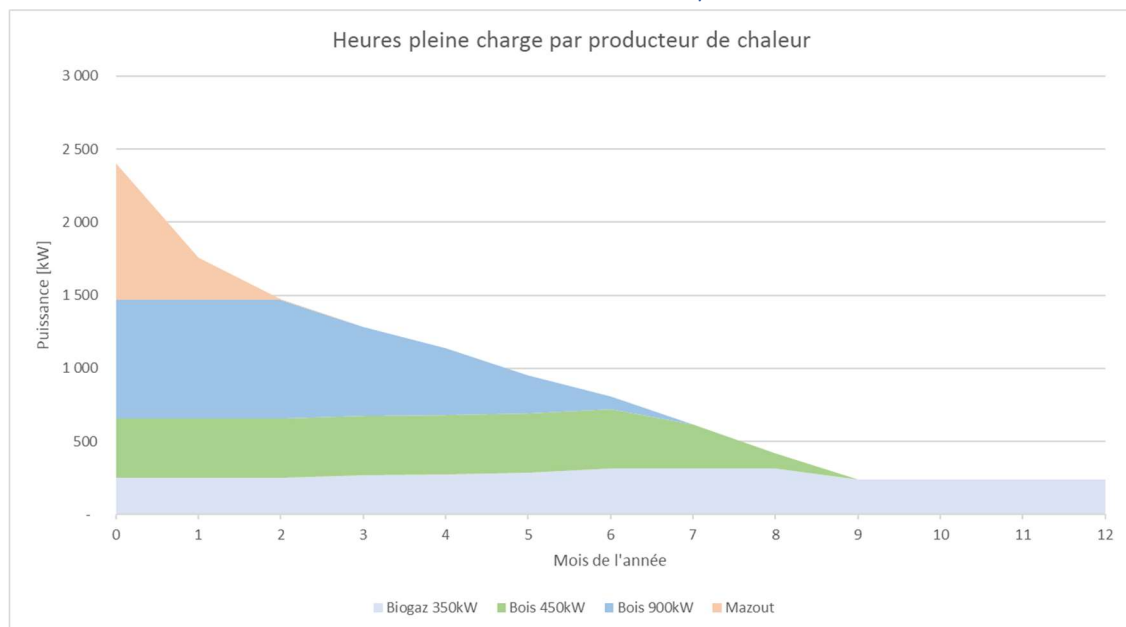
Les simulations de charges nous permettent de déterminer les puissances cumulées nécessaires par nombre de jours par année, afin de prédire les consommations ainsi que les profils de charge de chaque producteur de chaleur.

#### 3.3.1. Renouvelable 1'700kW avec 4.5 GWh/an vendu



Le biogaz permettra de préserver la chaudière à bois pendant 3 à 4 mois par année.

#### 3.3.2. Renouvelable 1'700kW 5.6 GWh/an vendu





#### 4. Budget

Les coûts présentés ci-après se basent sur l'appel d'offres réalisé en septembre 2025, conformément aux adjudications attribuées à cette date.

Une réserve de 5 % a été intégrée aux montants afin de tenir compte des incertitudes liées à l'exécution, aux ajustements techniques éventuels ainsi qu'aux fluctuations de prix du marché.

##### 4.1. Assainissement de la centrale

|                                     |             |
|-------------------------------------|-------------|
| Travaux préparatoire et génie civil | 49'000 CHF  |
| Chaudière à bois 900kW              | 546'000 CHF |
| Convoyeur et divers                 | 66'000 CHF  |
| Accumulateur 50m <sup>3</sup>       | 92'000 CHF  |
| Tuyauterie centrale                 | 464'000 CHF |
| Electricité et MCR                  | 200'000 CHF |
| Panneaux solaires 40 kWc            | 48'000 CHF  |

|            |             |
|------------|-------------|
| Honoraires | 275'000 CHF |
|------------|-------------|

|                                                  |                      |
|--------------------------------------------------|----------------------|
| <b>Total HT divers et imprévus compris de 5%</b> | <b>1'740'000 CHF</b> |
|--------------------------------------------------|----------------------|

##### 4.2. Panneaux solaires

Aujourd'hui, seule une partie du toit de la centrale est équipée de panneaux solaires. Nous proposons d'installer des panneaux solaires sur le deuxième côté de la centrale afin d'augmenter la puissance de 40 kWc pour une production de 42 MWh/an. Cet investissement est inclus dans le budget d'assainissement de la centrale mentionné précédemment. L'installation techniquement amortie en 7 ans (Return on Investment - ROI). De plus, une subvention de l'ordre de 13 000 CHF pourra être obtenue pour leur installation.





### 4.3. Investissement

La proposition d'investissement est basée sur les besoins actuels du réseau anticipant les consommations futures.

#### Investissement 2026

Pour une consommation annuelle aujourd'hui de 4.5GWh/an

**Budget total: 1'740'000 CHF HT avec 5% de réserve**

- Chaudière bois de 900kW
- Accumulateur 50m<sup>3</sup>
- Hydraulique de l'installation + assainissement
- Honoraires d'ingénieurs

#### **Demande de crédit :**

|                                          |                                 |
|------------------------------------------|---------------------------------|
| Budget total avec TVA :                  | 1'880'940 CHF TTC               |
| Montant déjà investi (étude du projet) : | 150'000 CHF TTC                 |
| Montant des travaux :                    | 1'730'940 CHF TTC               |
| <b>Montant du crédit demandé</b>         | <b><u>1'730'000 CHF TTC</u></b> |





## Planning :

mai-octobre 2026 :

- Travaux génie civil :
  - Dalle pour accumulateur de chaleur
  - Fouille pour les tuyaux enterrés entre la centrale et l'accumulateur
- Démontage et évacuation de la chaudière Müller
- Démontage de l'électrofiltre Oekosolve de la chaudière Müller fait par le fabricant.
- Fourniture et pose :
  - Départ CAD provisoire
  - Nouvelle expansion
- Démontage et évacuation de l'ancienne expansion et d'une partie des conduites
- Démontage du convoyeur
- Livraison et montage :
  - Accumulateur de 50m<sup>3</sup>
  - Nouvelle chaudière 900kW
  - Nouveau convoyeur
- Raccordements hydrauliques et électriques
- Mise en service nouvelle chaudière 900kW
- Préfabrication et pose des nouvelles conduites pour la chaudière à mazout
- Démontage et évacuation de l'ancienne hydraulique
- Nouveaux raccordements de la chaudière Schmid 450kW





| CAHIER D'INVESTISSEMENT                        |                                                         |     |                              |                      |   |
|------------------------------------------------|---------------------------------------------------------|-----|------------------------------|----------------------|---|
| Descriptions                                   | Infos complémentaires                                   | Nbr | Prix unitaire<br>[CHF/pièce] | Montant DG +/-<br>5% |   |
| Total                                          |                                                         |     |                              |                      |   |
| 1 737 160                                      |                                                         |     |                              |                      |   |
| Bâtiment Génie Civil                           |                                                         |     |                              |                      |   |
| 49 027                                         |                                                         |     |                              |                      |   |
| Travaux préparatoire                           | Evacuation de l'installation existante                  | 1   | 9 877                        | 9 877                |   |
| Fouilles, fondation, chaussées, béton coulé    | Fondation pour accumulateur et conduite de raccordement | 1   | 21 969                       | 21 969               |   |
| Raccordement accu en fouille                   |                                                         | 1   | 14 846                       | 14 846               |   |
|                                                |                                                         |     |                              |                      |   |
|                                                |                                                         |     |                              |                      |   |
| Divers et imprévus                             |                                                         | 5%  |                              | 2 335                |   |
| Centrale principale                            |                                                         |     |                              |                      |   |
| 1 412 462                                      |                                                         |     |                              |                      |   |
| Production Bois                                |                                                         |     |                              |                      |   |
| 611 147                                        |                                                         |     |                              |                      |   |
| Chaudière bois 900kW                           |                                                         | 1   | 227 464                      | 227 464              |   |
| Électrofiltre                                  |                                                         | 1   | 70 292                       | 70 292               |   |
| Raccordements fumées                           |                                                         | 1   | 16 920                       | 16 920               |   |
| Régulation chaudière                           |                                                         | 1   | 44 575                       | 44 575               |   |
| Transport et montage                           |                                                         | 1   | 51 500                       | 51 500               |   |
| Régulation chaleur biogaz                      |                                                         | 1   | 8 000                        | 8 000                |   |
| Convoyeur                                      |                                                         | 1   | 65 987                       | 65 987               |   |
| Compresseur                                    |                                                         | 1   | 6 262                        | 6 262                |   |
|                                                |                                                         |     |                              |                      |   |
| Accumulateur de chaleur                        | 50m3                                                    | 1   | 91 045                       | 91 045               |   |
|                                                |                                                         |     |                              |                      |   |
| Divers et imprévus                             |                                                         | 5%  |                              | 29 102               |   |
| Tuyauterie                                     |                                                         |     |                              |                      |   |
| 541 809                                        |                                                         |     |                              |                      |   |
| Modification existant                          | Installation provisoire pour la durées des travaux      | 1   | 30 800                       | 30 800               |   |
| Nouveau collecteur en chaufferie               |                                                         |     |                              |                      |   |
| Tuyauterie groupes chaudière bois 900kW        |                                                         |     |                              |                      |   |
| Tuyauterie groupes chaudière mazout 3000kW     |                                                         |     |                              |                      |   |
| Tuyauterie groupes bois 450kW                  |                                                         |     |                              |                      |   |
| Tuyauterie accumulateur et vanne de régulation |                                                         |     |                              |                      |   |
| Tuyauterie échangeur Biogaz                    |                                                         | tot |                              | 408 411              |   |
| Tuyauterie groupe départ CAD                   |                                                         |     |                              |                      |   |
| Expansion CAD                                  |                                                         | 1   | 50 702                       | 50 702               |   |
| Remplissage eau déminéralisée CAD              |                                                         | 1   | 12 000                       | 12 000               |   |
| Tarvaux préparatoires hydraulique              |                                                         | 1   | 14 800                       | 14 800               |   |
| Divers et imprévus                             |                                                         | 5%  |                              | 25 096               |   |
| Electricité - régulation MCR                   |                                                         |     |                              |                      |   |
| 259 505                                        |                                                         |     |                              |                      |   |
| Raccordement électrique Chaudière 900kW        | CFC3                                                    | 1   | 169 148                      | 169 148              |   |
| Modification raccordement électrique           | CFC3                                                    |     |                              |                      |   |
| Tableaux électrique (MCR)                      | CFC3                                                    | 1   | 30 000                       | 30 000               |   |
| Panneau photovoltaïque 42MW/h 40KWc            |                                                         | 1   | 48 000                       | 48 000               |   |
| Divers et imprévus                             |                                                         | 5%  |                              | 12 357               |   |
| Prestations d'ingénieurs                       |                                                         |     |                              |                      |   |
| 275 671                                        |                                                         |     |                              |                      |   |
| Ingénieur Civil                                |                                                         |     |                              | 18 501               |   |
| Ingénieur CVSE                                 |                                                         |     |                              | 257 169              |   |
| Architecte                                     | non-compris                                             |     |                              |                      | 0 |



#### 4.4. Impact sur le prix du kWh

##### Investissement 2026

|                                                            |                                              |
|------------------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| Montant des travaux total:                                 | 1'730'000 CHF TTC                            |
| Energie vendue :                                           | 4.5 GWh/an                                   |
| Intérêt :                                                  | 0.7%                                         |
| Amortissement :                                            | 15 ans (6.75%)                               |
| Prix du bois :                                             | 4.3 cts/kWh                                  |
| Prix mazout :                                              | 15 cts/kWh                                   |
| Prix biogaz :                                              | 5.5 cts/kWh                                  |
| Prix de l'électricité :                                    | 35 cts/kWh                                   |
| Coût de l'exploitation :                                   | 130'000 CHF/an                               |
| Amortissements et intérêts de l'existant :                 | 295'200 CHF/an                               |
| Amortissement et intérêts en sus (Nouvelle installation) : | 130'000 CHF/an                               |
| Coût des énergies (bois, biogaz et mazout):                | 305'700 CHF/an                               |
| Coût de fonctionnement :                                   | 54'500 CHF/an                                |
| <b>Prix du kWh vendu :</b>                                 | <b>20.8 cts/kWh y compris revenu solaire</b> |

La structure des coûts de production de chaleur se répartit de la manière suivante :

- 47.53 % : charge financière (amortissements, intérêts et attribution au fonds)
- 32.72 % : coûts des combustibles (bois déchiqueté, biogaz, mazout d'appoint),
- 13.92 % : frais d'exploitation (maintenance, surveillance, entretien),
- 5.83 % : frais de fonctionnement (électricité, consommables, gestion des cendres, etc.).

En comparaison avec le réseau de chauffage à distance (CAD) de la Ville de Neuchâtel, le prix de vente de la chaleur est similaire. En effet, le tarif s'élève à 19.5 cts/kWh, hors taxe de raccordement, laquelle est fixée à 40 CHF/kW de puissance installée qui donne 22.5cts/kWh pour une sous-station de 15kW et 15'000 kWh de consommation par année.





## 5. Conclusion

En raison de l'urgence en matière d'assainissement, nous préconisons l'évacuation des installations problématiques, telles que la chaudière à bois Müller et son filtre des fumées. Un raccordement provisoire sera aménagé pour la chaudière à mazout afin de garantir la fourniture de chaleur pendant la durée des travaux.

Le projet prévoit l'installation d'une nouvelle chaudière à bois d'une puissance nominale de 900 kW, assurant la base de la production de chaleur. La chaleur issue du moteur de cogénération alimenté au biogaz sera récupérée et valorisée, pour une puissance thermique maximale de 350 kW. La chaudière à bois existante de 450 kW sera maintenue en service afin de renforcer la redondance du système et de garantir la continuité d'exploitation.

Un assainissement complet de l'hydraulique de la centrale est également prévu, de manière à optimiser la répartition des débits et à assurer un fonctionnement stable et efficient.

Enfin, un accumulateur d'énergie thermique d'un volume de 50 m<sup>3</sup> sera intégré à l'installation afin de garantir la flexibilité de production et le bon fonctionnement de l'ensemble du système.

L'investissement total pour la réalisation des éléments susmentionnés est devisé à CHF 1'730'000 TTC. Ce montant inclut l'ensemble des travaux relatifs à la nouvelle chaudière bois, à la récupération de chaleur du biogaz, au maintien de la chaudière existante de 450 kW, à l'assainissement hydraulique complet ainsi qu'à la mise en place de l'accumulateur thermique de 50 m<sup>3</sup>.

Swen Schneider  
Ingénieur HES en thermique industriel sénior  
**RWB SA**

