**Maitre d'ouvrage :**
**Ville de Lorient**

# ANNEXE 7
# ETUDE RESEAU DE CHALEUR DE LANVEUR – KERJULAUDE

Objectifs :

Synthèse de l'étude de faisabilité

Définir l'emplacement de la chaufferie

Déterminer le passage du réseau

Précisions techniques

CHARRIER Simon
Lorient Agglomération, Chargé de mission développement des énergies renouvelables
Tel : 06-07-17-32-71

# SOMMAIRE

1. Introduction ..... 2

➲ Contexte spécifique au projet ..... 2

2. Synthèse de l'étude de faisabilité ..... 2

2.A. Caractéristiques des bâtiments concernés par le réseau ..... 3

2.B. Définition du réseau de chaleur ..... 4

2.C. Mode de fonctionnement ..... 6

2.D. Puissance des chaudières envisagées ..... 7

3. Dimensionnement des équipements principaux ..... 8

3. A. Silo ..... 8

3. B. Livraison ..... 8

3. C. Cheminée/ traitement des fumées ..... 8

3. D. Place nécessaire à l'installation (silo-aire-chaufferie) ..... 9

4. Estimation des coûts ..... 10

4.1 Subvention ..... 10

4.2 Récapitulatif de la solution programme ..... 10

# 1. Introduction

## ➲ Contexte spécifique au projet

Ce document reprend les données étudiées lors de l'étude de faisabilité, certaines données techniques ont été ajustées et d'autres confirmées. La problématique de l'implantation de la chaufferie est traitée ainsi que le dimensionnement des principaux équipements.

# 2. Synthèse de l'étude de faisabilité

Cette partie a pour but de consolider le travail fait en amont par le BET Armoën en ajustant certains points suite aux dernières évolutions (emplacement et périmètre du réseau en particulier).

## 2.A. Caractéristiques des bâtiments concernés par le réseau

| Bâtiment | Description | Système de chauffage/ECS | Remarques |
|---|---|---|---|
| **Paquebot** | bâtiment avec salles de cours/bureaux/amphithéâtre | Chaudières gaz 2 x 460 kW | Mise en service > à 20ans |
| **Kerjulaude + PFSS** | Salle de cours/ formations | Chaudières gaz 370 kW et 270 kW, ces chaudières sont situées dans le bâtiment Kerjulaude. | Mise en service > à 20ans -- présence d'une sous-station partie PFSS |
| **IUT** | Plusieurs bâtiments salles de cours/amphithéâtre/ateliers | Chaudières gaz 2x290 kW+2x144 kW+2x250 kW | Mise en service > à 20ans |
| **Ecole de musique** | R+3/salles de cours + salles de danse + auditorium | Chaudières gaz 2 x 174 kW-- ECS électrique | Mise en service > à 20ans -- chaufferie située sur le toit terrasse |
| **Restaurant Universitaire** | Salle de restauration cuisine et bureaux | Chaudières gaz 230 kW et 174kW | Mise en service > à 20ans |
| **Bibliothèque Universitaire** | Bibliothèque | Les deux bâtiments sont raccordés entre eux, la production gaz est situé dans la BU et est composée de 2 chaudières gaz 232 kW et 288kW | Mise en service > à 15ans -- présence d'une sous-station dans le bâtiment présidence |
| **Présidence** | Bureaux et salle de conférence | | |
| **Groupe Scolaire Lanveur** | 2 bâtiments/école maternelle et école élémentaire | Chaudières gaz 174 kW et 144 kW -- ECS électrique | Mise en service > à 20ans |

| Bâtiment | Adresse |
|---|---|
| **Paquebot** | 4 rue Jean Zay 56100 LORIENT |
| **Kerjulaude + PFSS** | 7 rue des Montagnes 56100 LORIENT |
| **IUT** | 10 rue Jean Zay 56100 LORIENT |
| **Ecole de musique** | 7 rue Armand Guillemot 56100 LORIENT |
| **Restaurant Universitaire** | 37 rue de Lanveur 56100 LORIENT |
| **Bibliothèque Universitaire** | 25 rue Armand Guillemot 56100 LORIENT |
| **Présidence** | 27 rue Armand Guillemot 56100 LORIENT |
| **Groupe Scolaire Lanveur** | Rue Rolland Garros 56100 LORIENT |

## 2.B. Définition du réseau de chaleur

Le réseau de chaleur est concentré sur le pôle universitaire de Lorient, il comprend l'I.U.T. le bâtiment Kerjulaude + PFSS, le « paquebot », l'école de musique (conservatoire), le restaurant universitaire ainsi que la GS Lanveur.

- Bilan du besoin en chaleur des bâtiments en comparaison avec les puissances installées :

| Bâtiment/Désignation | Puissance installée en kW | Besoins en kW |
|---|---|---|
| **Paquebot** | 920 | 480 |
| **Kerjulaude + PFSS** | 640 | 557 |
| **IUT** | 1 368 | 953 |
| **Ecole de musique** | 348 | 182 |
| **Restaurant Universitaire** | 404 | 370 |
| **BU + Présidence** | 520 | 338 |
| **GS Lanveur** | 318 | 300 |
| **TOTAL** | **4 518** | **3 180** |

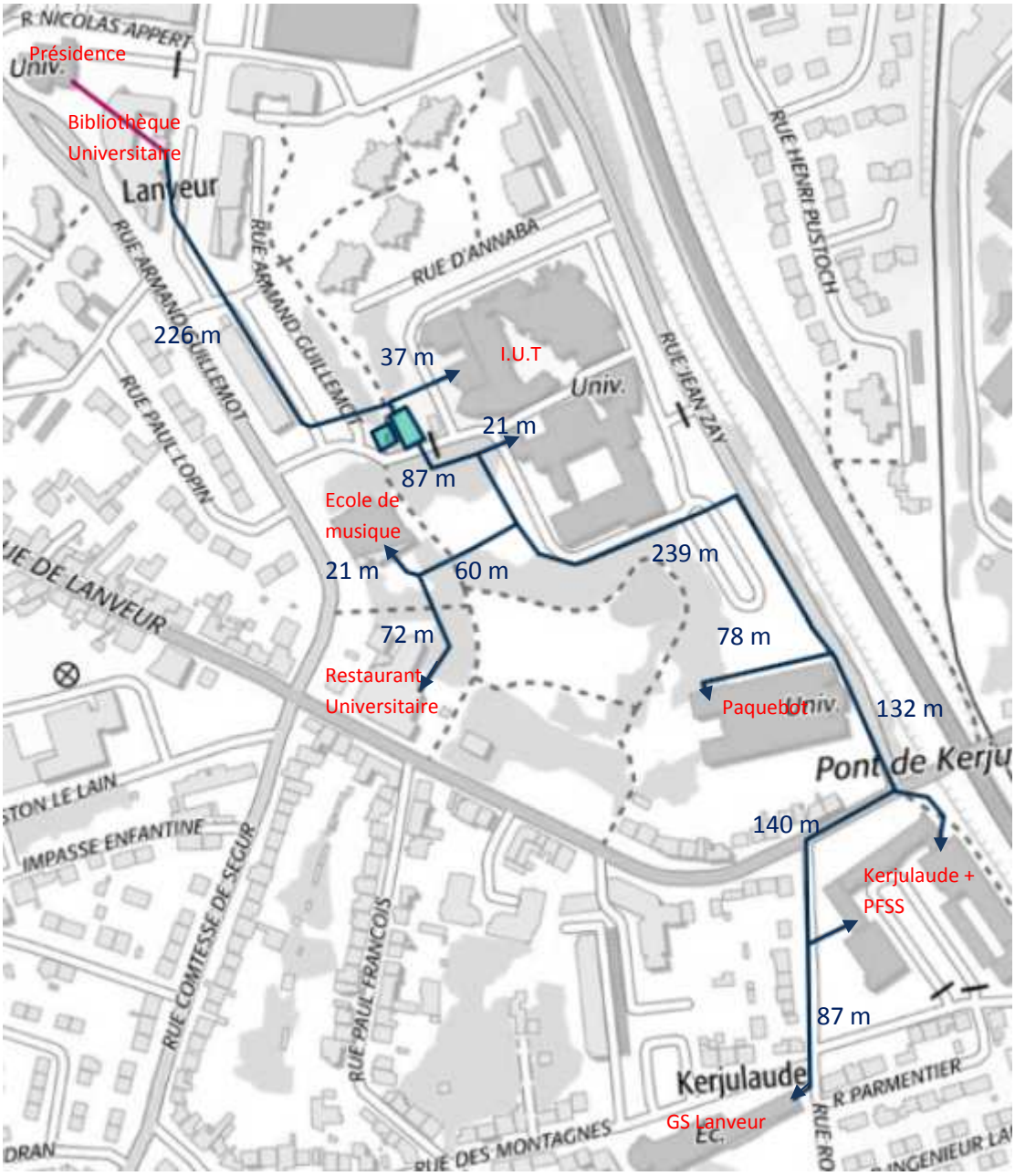
Les études précédentes ont permis de définir un besoin bien inférieur aux puissances installées, cela s'explique par l'évolution des méthodes de dimensionnement et la réduction des consommations des bâtiments concernés. Le besoin a été estimé dans l'étude de faisabilité.

- Bilan des consommations et des besoins en kWh 2017-2018

| Bâtiment/Désignation | Consommation en kWh PCS | Besoin en kWh PCI |
|---|---|---|
| **Paquebot** | 505 132 | 409 566 |
| **Kerjulaude + PFSS** | 526 056 | 426 532 |
| **IUT** | 1 395 959 | 1 131 859 |
| **Ecole de musique** | 168 941 | 136 979 |
| **Restaurant Universitaire** | 365 162 | 296 077 |
| **BU + Présidence** | 344 539 | 279 356 |
| **GS Lanveur** | 391 959 | 317 805 |
| **TOTAL** | **3 697 748** | **2 998 174** |

Les consommations sont basées sur des factures, la fiabilité est bonne. Le besoin est quant à lui, calculé en entrée de bâtiment de façon à quantifié les futurs consommations de la chaufferie centralisée. (Rapport PCS/PCI et rendement chaudières existantes intégrés)

↳ Tracé prévisionnel du réseau de chaleur et implantation chaufferie

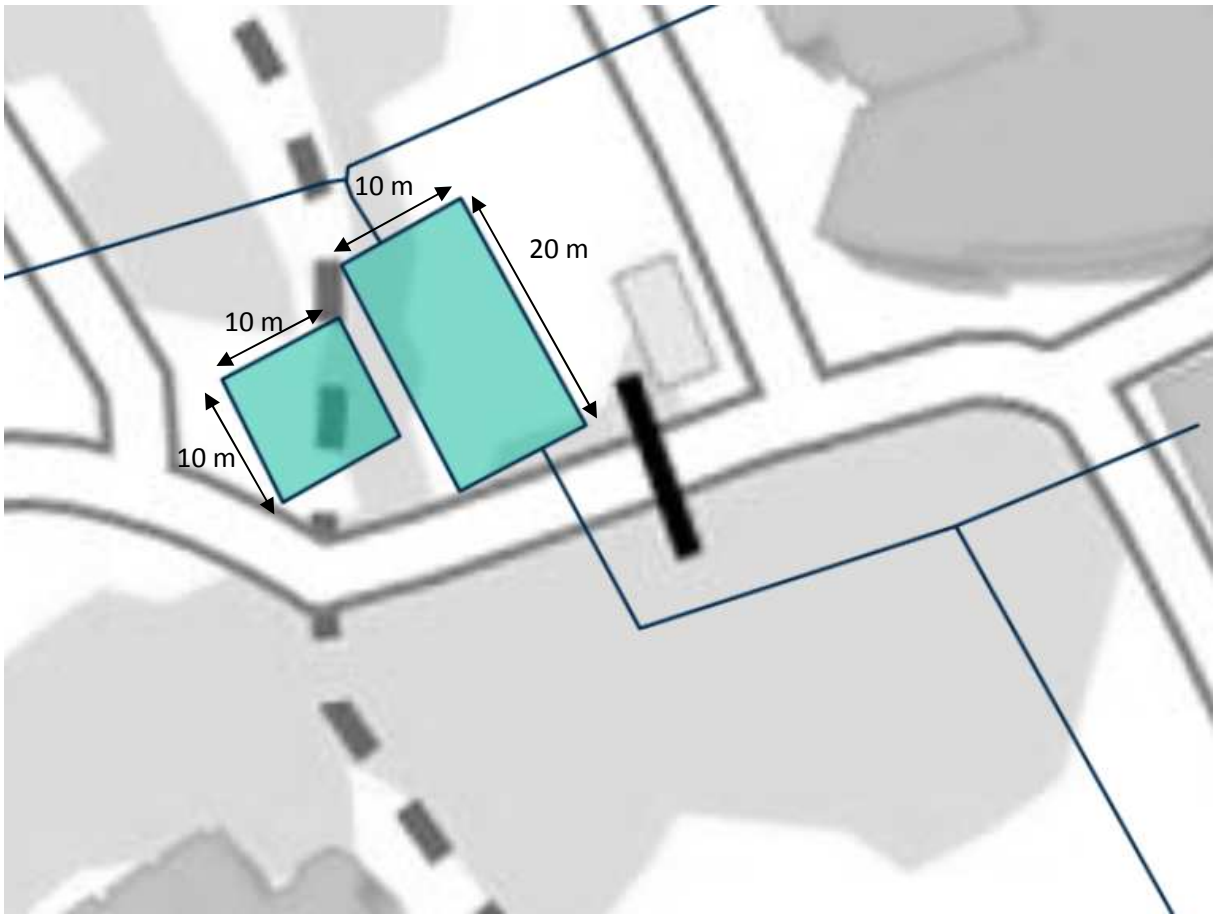



L'IUT possède deux sous stations, deux productions distinctes, par conséquent le réseau de chaleur desservira deux fois le bâtiment. Le même principe est appliqué au bâtiment Kerjulaude + PFSS : deux sous-stations sont présentes.

Les surfaces vertes dessinées sur le plan permettent de visualiser l'emprise la chaufferie et de son silo.

Le tracé du réseau sera à affiner, en tenant compte notamment du projet de réaménagement du Parc Gagarine, mené par la Ville de Lorient, PCVDD, service Parcs et Jardins.

- Zone d'implantation retenue et emprise prévisionnelle de la chaufferie et silo:




La manœuvre qu'il sera imposé au camion reste à définir, cependant nous pouvons d'ores et déjà remarquer que le cheminement d'un côté ou de l'autre est envisageable avec un minimum d'aménagement.

*Plus d'explications sur les côtes de la chaufferie et du silo page 9 du présent document.*

## 2.C. Mode de fonctionnement

Sur les bâtiments concernés par le futur réseau de chaleur, des scénarios d'occupation, de durée de saison de chauffe ainsi que des températures de consignes ont été définies; **il s'agit d'hypothèses qui devront être ajustées.**

| | **Tous les bâtiments** |
|---|---|
| **Saison de chauffe** | 15 Octobre au 15 Avril |
| **Confort 18°C** | Lundi au Vendredi de 7h30 à 19h30 |
| **Réduit 15°C** | Lundi au Vendredi de 19h30 à 7h30 + Samedi + Dimanche |

| | |
|---|---|
| **Vacances 13°C** | Vacances scolaires |

**Ces hypothèses peuvent paraitre sous-estimées notamment sur les températures de consignes.**

L'énergie de référence pour tous ces bâtiments est le gaz, il assure l'ensemble des besoins liés au chauffage par le biais d'une production locale pour chaque bâtiment. Le besoin en ECS de chaque bâtiment est assuré indépendamment, ce n'est pas le même système qui répond au besoin de chauffage, la future chaufferie centralisée fonctionnera uniquement pendant la période de chauffe.

La température extérieure de référence pour Lorient est de -4°C.Les DJU sont de 2241°C/jours.

## 2.D. Puissance des chaudières envisagées

| **Besoin total kW** | **2 054,3** |
|---|---|
| **Besoin total en kWh** | 2 998 174 |
| **Rendement Echangeur** | 90% |
| **Rendement Distribution-Réseau** | 94% |
| **Rendement production Bois** | 90% |
| **Rendement production Gaz** | 96% |
| **Puissance bois à installer** | 1 200 |
| **Puissance gaz à installer** | 1 500 |

Les chaudières bois seront dimensionnées de façon à assurer au minimum 75% de taux de couverture et à 60% de la puissance maximale à assurer (besoin total).

Les chaudières gaz seront dimensionnées afin de pouvoir assurer l'appoint de la chaudière bois et le besoin en cas de secours ou de maintenance.

| **Sélection des chaudières/ consommations prévisionnelles** | |
|---|---|
| **Chaudière bois** | 600 kW + 600 kW |
| **Chaudière gaz** | 750 kW + 750 kW |
| **Consommation bois kWh** | 3 365 988 |
| **PCI bois ville (HR:30 %) Kwh/T** | 3 400 |
| **Consommation bois en T/an** | 930 |
| **Consommation bois en $m^3$/an** | 3 576 |
| **Consommation bois en Tep/an** | 231 |
| **Consommation gaz kWh** | 535 991 |

2 chaudières bois de 600 kW utiles sont sélectionnées permettant d'assurer 85 % du besoin annuel en évitant de les faire fonctionner à – de 30% de leur puissance utile.

En effet le fonctionnement à faible charge du bois est mauvais pour l'usure et la qualité de combustion.

2 chaudières gaz de 750 kW utiles sont sélectionnées permettant d'assurer dans les conditions de fonctionnement idéales (pas de panne bois ou de maintenance) 15% du besoin annuel. Les chaudières gaz vont fonctionner :

- lorsque la puissance maxi des deux chaudières bois ne suffisent pas (jours les plus froids de l'année).
- lorsque le taux de charge des chaudières bois sera trop faible pour les faire fonctionner.

# 3. Dimensionnement des équipements principaux

## 3. A. Silo

Le silo sera dimensionné pour que les chaudières, à pleines puissances, soit capable de fonctionner 120 heures sans manque de combustible.

| Puissance totale bois kW | 1 200 |
|---|---|
| Autonomie souhaitée en heures | 120 |
| Consommation maxi. en kWh | 144 000 |
| Consommation maxi. en T de bois | 42,4 |
| Consommation maxi. en $m^3$ apparent | 162,9 |
| Volume utile silo en $m^3$ | 162,9 |
| Volume brut du silo en $m^3$ | 271 |

Le volume brut du silo équivaut au volume maçonné nécessaire pour être en capacité d'accueillir un volume utile de 162.9 m3 de bois plaquettes.

Le silo sera équipé de dessileur à pales ou bras rotatifs, puis le combustible sera véhiculé par une vis (ou tapis) jusqu'aux chaudières. Le volume brut du silo, c'est-à-dire le volume minimum qui devra être maçonné sera de 271 $m^3$ pour un stockage minimum de 162.9 $m^3$ de bois déchiqueté.

La hauteur de bois au-dessus du mécanisme de dessilage (pales ou bras) ne devra pas excéder 3 m (poids bois / résistance mécanique de l'équipement).

## 3. B. Livraison

La SPL BER fait appel à une entreprise agricole qui possède un tracteur-remorque permettant d'alimenter la chaufferie bois du Moustoir. Il a une capacité de 50 $m^3$.

| Moyen de livraison | Tracteur + Remorque |
|---|---|
| Capacité de livraison ($m^3$) | 50 |
| Nombre de livraison max/semaine les plus froides | 3 |
| Nombre de livraison/saison de chauffe | 72 |

## 3. C. Cheminée/ traitement des fumées

La taille de la cheminée ne sera pas définie dans ce présent document.

La cheminée pourra être à l'effigie des clients du réseau de chaleur, cheminée totem et être intégrée au projet d'aménagement. (Voir projet de Locmiquélic)

Les émissions de combustions dépendent directement de la qualité des combustions, elles sont assujetties à des normes nationales et locales notamment sur les émissions de poussières et de NOx (oxydes d'azote).

| Réglementation de l'émission des poussières et des oxydes d'azotes | |
|---|---|
| **Poussières (PM10)** | 75 mg/Nm$^3$ max |
| **Oxydes d'azotes** | 500 mg/Nm$^3$ max |

**Pour respecter ces critères un système de traitements des fumées supplémentaires par rapport au système de filtration fourni avec la chaudière bois n'est pas nécessaire**. Cependant en prévision d'éventuelles modifications de normes pouvant intervenir dans la vie de la chaufferie, **l'emprise pour la mise en place d'un système de filtration supplémentaire sera prévue.**

## 3. D. Place nécessaire à l'installation (silo-aire-chaufferie)

Au vue du dimensionnement, précédemment étudié, une décomposition de la surface des locaux à prévoir est réalisée :

| | Longueur (m) | Largeur (m) | Hauteur (m) | Volume (m3) | Surface (m²) |
|---|---|---|---|---|---|
| **Dimension du silo** | 10 | 10 | 3,5 | 350 | 100 |
| **Dimension de l'aire de livraison longueur de dégagement devant le silo** | 18 | | | | |
| **Dimension de la chaufferie** | 20 | 10 | 3,5 | 700 | 200 |
| **Total** | | | | 1 050 | **300** |

Ces surfaces sont définies en fonction de plusieurs paramètres :

- La puissance installée
- La technologie prévue pour le traitement des fumées
- Le volume tampon nécessaire à l'installation
- L'autonomie souhaitée en combustible du/des silo(s)

La chaufferie + les silos formeront un ensemble de 300 m².

# 4. Estimation des coûts

Ci-dessous les coûts HT estimés de la mise en place de la chaufferie bois dimensionnée pour desservir le paquebot, Kerjulaude + PFSS, l'IUT, le RU, la BU + Présidence, l'école de musique et la GS Lanveur.

| Investissement € HT | |
|---|---|
| **Sous-stations (nombre : 9)** | 63 000,00 € |
| **Réseaux** | 360 000,00 € |
| **Chaudières bois** | 336 000,00 € |
| **Chaudières gaz** | 75 000,00 € |
| **Hydraulique + fumisterie** | 189 000,00 € |
| **Chaufferie (gros œuvre, voirie, silo…)** | 675 000,00 € |
| **Total travaux seuls** | 1 698 000,00 € |

## 4.1 Subvention

Dans le cadre d'une convention mise en place entre Lorient Agglomération et l'ADEME, les subventions Fond Chaleur ont été négociées sur le territoire pour les projets d'énergies renouvelables thermique.

Au stade APD, lorsque le prestataire missionné aura repris les calculs réalisés dans cette étude, les subventions seront calculées par les services de Lorient Agglomération.

## 4.2 Récapitulatif de la solution programme

| **Bâtiments desservis via le réseau de chaleur** | **IUT + Kerjulaude + PFSS + RU + Paquebot + Ecole de musique + BU+ présidence +GS** |
|---|---|
| **Longueur réseaux en tranchée en mètres** | 1 200 |
| **Puissance bois (kW)** | 1 200 |
| **Puissance gaz (kW)** | 1 500 |
| **Surface chaufferie + silo en m²** | 300 |
| **Besoin total en kWh** | 2 998 174 |
| **Besoin assurée par le bois en kWh** | 2 562 863 |
| **TEP produite (Tonne équivalent pétrole)** | 220 |
| **Investissement brut chaufferie au sol** | 1 698 000,00 € |