

# Agence Buys Energie Environnement



## Ville de PLOEMEUR

**Etude de faisabilité pour l'installation  
de réseaux de chaleur et de chaufferies bois  
sur les sites de KERDROUAL et CENTRE-VILLE**



Bureau d'études :

Agence Buys Energie Environnement  
51 Pointe du Porhler 56370 SARZEAU  
Tél. et Fax. : 02 97 41 70 46  
Mail : [a.b.e.e@wanadoo.fr](mailto:a.b.e.e@wanadoo.fr)

## Sommaire

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| <b>1</b> | <b><i>Présentation de l'étude</i></b>  | <b>4</b>  |
| 1.1      | <b>Les sites recensés</b>  | <b>4</b>  |
| <b>2</b> | <b><i>Analyse thermique des bâtiments</i></b>  | <b>5</b>  |
| 2.1      | <b>Les bâtiments du centre-ville</b>   | <b>5</b>  |
| 2.2      | <b>Les besoins thermiques</b>  | <b>6</b>  |
| 2.2.1    | Le Centre aquatique Océanis  | 6         |
| 2.2.2    | Les Futurs 150 logements collectifs  | 7         |
| 2.2.3    | EHPAD Pierre et Marie Curie  | 7         |
| 2.2.4    | Service de l'enfance- jeunesse   | 8         |
| 2.2.5    | Maison des jeunes  | 8         |
| 2.2.6    | Ecole Maternelle Desnos  | 8         |
| 2.2.7    | Ecole primaire Prévert   | 10        |
| 2.2.8    | Club du 3ème Age   | 11        |
| 2.2.9    | Casino   | 11        |
| 2.2.10   | Bibliothèque   | 11        |
| 2.2.11   | EHPAD Ter et Mer   | 12        |
| 2.2.12   | Futurs logements collectifs Kerdroual  | 12        |
| 2.2.13   | Futur centre technique municipal   | 13        |
| 2.2.14   | Serres de Kerdroual  | 13        |
| 2.2.15   | Centre pénitentiaire   | 14        |
| 2.2.16   | Collège Privé Notre-Dame Jean-Paul II  | 16        |
| 2.2.17   | Carrefour Marquet  | 16        |
| 2.3      | <b>Analyse des évolutions tarifaires 2018 pour les bâtiments communaux</b>                   | <b>17</b> |
| 2.3.1    | Océanis  | 17        |
| 2.3.2    | Ehpad Curie  | 17        |
| 2.3.3    | Service jeunesse   | 18        |
| 2.3.4    | Maison des Jeunes  | 18        |
| 2.3.5    |  | 18        |
| 2.3.6    | Ecole Prévert  | 18        |
| 2.3.7    | Club 3° âge – Soleil d'automne   | 19        |
| 2.3.8    | L'espace culturel  | 19        |
| 2.4      | <b>Synthèse des besoins</b>  | <b>20</b> |
| <b>3</b> | <b><i>Modes de gestion d'une chaufferie automatique bois et de son réseau de chaleur</i></b> | <b>21</b> |
| 3.1      | <b>L'ANALYSE JURIDIQUE</b>   | <b>21</b> |
| 3.1.1    | La définition juridique du service   | 21        |
| 3.1.2    | Le périmètre   | 22        |
| 3.1.3    | La tarification du service de chauffage urbain   | 23        |
| 3.1.4    | La tarification des réseaux de chaleur   | 25        |
| 3.2      | <b>Gestion en régie</b>  | <b>25</b> |
| 3.2.1    | La gestion en marché public  | 26        |
| 3.3      | <b>Partenariat avec un exploitant d'installations thermiques</b>                             | <b>27</b> |
| <b>4</b> | <b><i>Présentation d'une chaufferie bois plaquettes</i></b>                                  | <b>28</b> |
| 4.1      | <b>Descriptif de la chaudière bois</b>   | <b>28</b> |
| 4.2      | <b>Calcul des tonnes de CO2 évitées</b>  | <b>29</b> |
| 4.3      | <b>Réglementation des chaufferies bois</b>   | <b>29</b> |
| 4.4      | <b>Stockage du combustible bois et alimentation de la chaudière</b>                          | <b>30</b> |
| 4.5      | <b>Le réseau de chaleur</b>  | <b>30</b> |
| 4.6      | <b>Les sous-stations</b>   | <b>32</b> |
| 4.7      | <b>Chiffrage des investissements</b>   | <b>32</b> |

|             |  |           |
|-------------|--|-----------|
| 4.8.1       | Pour les projets de production bois énergie inférieur à 100 Teps :     | 33        |
| 4.8.2       | Pour les projets de production bois énergie supérieur à 100 Teps :     | 34        |
| 4.8.3       | Pour tous les projets de production bois énergie                       | 34        |
| <b>4.9</b>  | <b>Chiffrage des gains annuels d'exploitation</b>                      | <b>35</b> |
| <b>4.10</b> | <b>Calcul du temps de retour</b>                                       | <b>36</b> |
| <b>4.11</b> | <b>L'évolution des prix des énergies</b>                               | <b>37</b> |
| 4.11.1      | L'évolution précédente des prix des énergies                           | 37        |
| 4.11.2      | L'évolution à venir des prix des énergies                              | 37        |
| <b>4.12</b> | <b>Analyse des besoins des sites pour le réseau de chaleur</b>         | <b>39</b> |
| <b>5</b>    | <b>Le réseau de chaleur du Centre-ville</b>                            | <b>40</b> |
| 5.1         | Comparatif des solutions   | 43        |
| 5.2         | Calcul des R1 et R2 prévisionnels                                      | 45        |
| 5.3         | Présentation de la chaufferie et du silo                               | 46        |
| 5.4         | Projet du planning de ce réseau de chaleur :                           | 47        |
| <b>6</b>    | <b>Le secteur Kerdroual</b>  | <b>48</b> |
| 6.1         | Comparatif des solutions   | 51        |
| 6.2         | Calcul des R1 et R2 prévisionnels                                      | 53        |
| 6.3         | Présentation de la chaufferie et du silo                               | 54        |
| 6.4         | Projet du planning de ce réseau de chaleur :                           | 55        |
| <b>7</b>    | <b>Le réseau de chaleur Centre-ville avec Kerdroual</b>                | <b>56</b> |
| 7.1         | Comparatif des solutions   | 57        |
| <b>8</b>    | <b>Les réseaux de chaleur préconisés</b>                               | <b>59</b> |
| 8.1         | Réseau de chaleur du centre-ville                                      | 61        |
| 8.1.1       | Synthèse technique du projet centre-ville                              | 61        |
| 8.1.2       | Synthèse financière du projet centre-ville                             | 62        |
| 8.2         | Réseau de chaleur du projet Kerdroual                                  | 63        |
| 8.2.1       | Synthèse technique du projet Kerdroual                                 | 63        |
| 8.2.2       | Synthèse financière du projet Kerdroual                                | 64        |
|             | <b>Annexe : Note jointe du CIBE sur l'évolution de la taxe carbone</b> | <b>65</b> |

#### **Rappel unité thermique :**

- kWh pci = Energie en pouvoir calorifique inférieur à l'entrée de la chaufferie
- kWh pcs = Energie en pouvoir calorifique supérieur à l'entrée de la chaufferie (celui facturé pour le gaz naturel)
- kWh ep = Energie primaire :  $2,58 \times$  les kWh électriques pour tenir compte d'un rendement de production de l'électricité, et en pci pour les autres énergies
- kWh u = Energie Utile : utilisée par les circuits de chauffage et d'ECS du site
- kWh sch = énergie fournie à la sortie de la chaufferie

# 1 Présentation de l'étude

Soucieux du grand intérêt des économies d'énergies, et des énergies renouvelables, les responsables de la mairie de **PLOEMEUR** et de **LORIENT AGGLOMERATION** souhaitent étudier la possibilité de la réalisation d'un réseau de chaleur alimentant des bâtiments communaux du centre bourg : La construction d'une chaufferie bois à plaquettes pourrait être intégrée dans le projet.

Le but de cette étude est de valider l'opportunité de la réalisation d'une chaufferie bois avec un réseau de chaleur avec des propositions chiffrées visant à réduire les coûts énergétiques.

Ce projet a pour objectif :

- Une économie financière à terme
- La contribution à la réduction des impacts sur l'environnement de la production d'énergie
- La valorisation d'une ressource locale

En préambule une analyse thermique des bâtiments est réalisée afin de maîtriser les besoins thermiques de chaque site et les actions à entreprendre pour sauvegarder l'environnement et optimiser les coûts de fonctionnement des bâtiments concernés.

Cette étude entre dans le champ des études de faisabilité et ne peut servir de base, en l'état, à la réalisation d'installations ou de travaux.

## 1.1 Les sites recensés

Ils sont regroupés en 2 secteurs géographiques :

- Centre-ville :

Le projet consiste à la création d'une chaufferie bois déchiqueté centralisée et d'un réseau de chaleur desservant le centre aquatique, l'EHPAD Pierre et Marie Curie, les futurs logements collectifs (scénario 1), ainsi que les bâtiments communaux (scénario 2).

- Quartier de Kerdroual :

Le projet consiste à la création d'une chaufferie bois déchiqueté centralisée et d'un réseau de chaleur alimentant les serres de Kerdroual, les futurs logements collectifs, l'EHPAD Ter et Mer, le futur centre technique (scénario 1), ainsi que le centre pénitentiaire (scénario 2).



Suivant les données transmises, des surfaces des bâtiments sont récapitulées dans le tableau ci-dessous :

| ACTIVITE         | type     | BATIMENT                                    | Nom rue            | année PC   | Surface | Effectif |
|------------------|----------|---|--------------------|------------|---------|----------|
| Ecole            | immeuble | Primaire Jacques Prévert                    | F. Mitterrand      | avant 1997 | 1772    | 213      |
| Ecole            | immeuble | Maternelle Robert Desnos                    | Argoat (d')        | avant 1997 | 1273    | 130+9    |
| Local/Associatif | immeuble | Club du 3 <sup>e</sup> Age (soleil automne) | Kervam (de)        | avant 1997 | 276     | 260      |
| Administration   | maison   | Service jeunesse                            | Kervam (de)        | avant 1997 | 100     | 75       |
| Personnes âgées  | immeuble | Résidence Pierre & Marie Curie              | Robic (Anne Marie) | avant 1997 | 1816?   | 83       |
| Administration   | immeuble | Ensemble Océanis                            | F. Mitterrand      | 1987       | 2700    | 1984+10  |
| Spectacle        | immeuble | Ensemble Océanis                            | F. Mitterrand      | 1987       | 875     | 1984+10  |
| Local/Associatif | immeuble | Ensemble Océanis                            | F. Mitterrand      | 1987       | 119     | 1984+10  |
| Piscine          | immeuble | Ensemble Océanis                            | F. Mitterrand      | 1987       | 2704    | 1984+10  |
| Restaurant       | immeuble | Ensemble Océanis                            | F. Mitterrand      | 1987       | 230     | 1984+10  |
| Accueil Jeunesse | maison   | Maison des Jeunes                           | Kervam (de)        | Réhab 1996 | 225     | 171      |
| Médiathèque      | immeuble | Espace culturel                             | Kervam (de)        | 2013       | 1900    | 171      |

Soit un total de 6 628 m2 pour l'Océanis

## 2 Analyse thermique des bâtiments

### 2.1 Les bâtiments du centre-ville

Les équipements de chauffage et d'eau chaude sanitaire présents dans chaque bâtiment sont :

| N° du bâtiment                      | Site                          | Equipements de chauffage  | Equipements d'ECS    | Emetteurs de chauffage  | Régulation  |
|-------------------------------------|-------------------------------|---|----------------------|---|---|
| (ch. =chaudière) (EC =à eau chaude) |                               |   |                      |   |   |
|                                     | Centre aquatique Océanis 1997 | 2 Ch. gaz condensation 348 k W<br><br>Date d'installation : 2008 et 2010        | par la chaudière gaz | Radiateur à eau chaude<br>échangeurs eau piscine<br>CTA salle spectacle<br>CTA vestiaires<br>CTA Hall bassins | suivant planning<br>de 8H à 22H<br>de 8H à 22H  |
|                                     | Projet 150 logements          | x   | x                    | x   |   |
| 3                                   | EHPAD Pierre et Marie Curie   | 1 Ch. gaz 145 kW<br>1 Ch. gaz condensation 185 kW<br>Date d'installation : 1980 | 2 à gaz de 21 kW     | Plancher chauffant à EC<br>Radiateur à eau chaude<br>Aérotherme à eau chaude                                  | 24h/24<br>24h/24<br>24h/24  |
| 4                                   | Service jeunesse              | 1 Ch. Gaz condensation : 28 kW<br>Date d'installation :                         | par la chaudière gaz | Radiateur à eau chaude  |   |
| 5                                   | Maison des jeunes             | 2 Ch. gaz à condensation : 30 kW<br>Date d'installation : 2007                  | par la chaudière gaz | Radiateur à eau chaude  |   |
| 6                                   | Maternelle Desnos             | 1 Ch. condensation: 290 kW<br><br>Date d'installation : 1988                    | Ballon électrique    | Radiateur à eau chaude  | régul type optimiseur<br>L : 8h-16h; L+20h-22h;<br>Me : 8h-12h & 18h-22h<br>S : 15h-24h/d : 9h-13h30  |
| 7                                   | Ecole primaire Prévert        | 1 Chaudière à condensation : 290 kW<br><br>Date d'installation : 1988           | Ballon électrique    | Radiateur à eau chaude  | régul type optimiseur<br>L : 8h-17h & 18h-22h<br>M : 8h-16h&20h-22h<br>Me : 8h-12h & 16h-23h<br>J : 8h-16h & 19h-21h<br>V : 8h-12h & 17h-20h<br>S : 14h-16h & 15h-23h |
| 8                                   | Club du 3 <sup>ème</sup> âge  | 1 Ch. condensation : 30 Kw<br>Date d'installation :                             | par la chaudière gaz | Radiateur à eau chaude  |   |



## 2.2 Les besoins thermiques

### 2.2.1 Le Centre aquatique Océanis

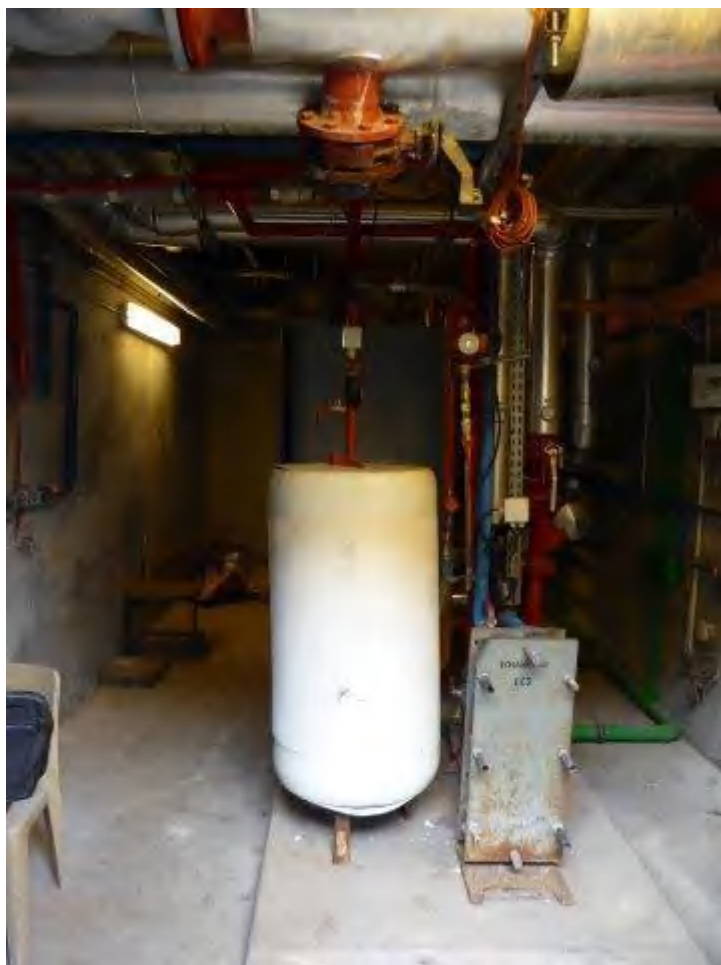
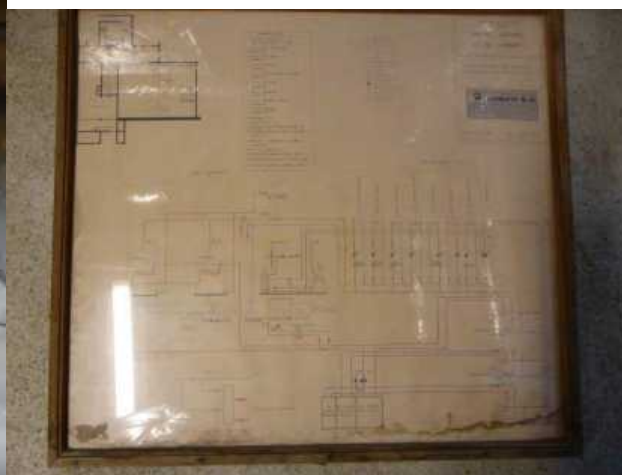


Photo de la chaufferie avec ses 2 chaudières gaz et sa production d'ECS (eau chaude sanitaire)

Photo du schéma hydraulique de la chaufferie et de la sous-station



Les consommations du site sont :

|                        | Total kWh Pcs | Total facture   | € TTC/MWh pcs | DJU   | kWh pcs          |
|------------------------|---------------|-----------------|---------------|-------|------------------|
|                        |               | € TTC           |               |       | /2199 dju        |
| 2 017                  | 1 589 045     | 82 260 €        | 51,77 €       | 2 081 | 1 679 149        |
| 2016                   | 1 612 381     | 80 476 €        | 49,91 €       | 2 150 | 1 649 128        |
| 2 015                  | 1 478 402     | 75 701 €        | 51,20 €       | 1 940 | 1 675 776        |
| 2014                   | 1 848 726     | 97 324 €        | 52,64 €       | 1 909 | 2 129 570        |
| 2 013                  | 1 772 357     | 102 313 €       | 57,73 €       | 2 260 | 1 724 519        |
| 2012                   | 1 559 260     | 89 532 €        | 57,42 €       | 2 177 | 1 575 017        |
| 2 011                  | 1 587 109     | 76 901 €        | 48,45 €       | 1 852 | 1 884 478        |
|                        |               |                 |               |       |                  |
| Moyenne 2011-17        |               |                 |               | 2 199 | 1 759 663        |
| <b>Moyenne 2015-17</b> |               | <b>86 348 €</b> | 51,77 €       | 2 199 | <b>1 668 018</b> |

Nous retenons dans un premier temps un besoin annuel de 1 668 MWh pcs (86 348 € TTC/an), et 1 426 MWh utile, dont 1 084 MWh u en saison de chauffe : 65 640 € TTC/an.

## 2.2.2 Les Futurs 150 logements collectifs

A la place des services techniques actuels, il est prévu la construction d'environ 150 logements collectifs. Avec l'hypothèse que ces logements seront réalisés en respectant le règlement thermique nous estimons leur besoins à :

- 400 MWh utile/an pour le chauffage et l'ECS, soit un budget d'environ 29 600 € TTC/an avec le MWh pcs gaz à 60 € TTC
- 320 MWh utile/saison de chauffe pour le chauffage et l'ECS, soit un budget d'environ 23 680 € TTC.
- Puissance sous-station : 400 kW

## 2.2.3 EHPAD Pierre et Marie Curie



Gazinière raccordée sur le même compteur gaz.

Chaufferie dans les combles :



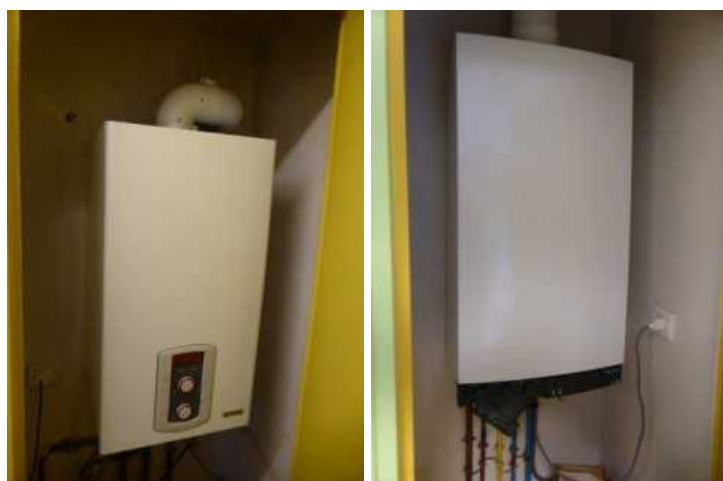
|                           | Total kWh Pcs | Total facture | € TTC/MWh pcs | DJU   | kWh pcs   | MWh u   |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|-------|-----------|---------|
|                           |               | € TTC         |               |       | /2199 dju |         |
| 2017                      | 540 103       | 29 290        | 54,23 €       | 2 081 | 570 729   |         |
| 2016                      | 598 781       | 30 821 €      | 51,47 €       | 2 150 | 612 428   |         |
| 2015                      | 510 858       | 26 251 €      | 51,39 €       | 1 940 | 579 060   |         |
| 2014                      | 515 089       | 31 207 €      | 60,58 €       | 1 909 | 593 337   |         |
|                           |               |               |               |       |           |         |
| Moyenne/an                |               | 31 935 €      | 54,23 €       | 2 199 | 588 888   | 455 800 |
| Moyenne/saison de chauffe |               | 28 860 €      | 54,23 €       |       | 532 181   | 411 908 |

## 2.2.4 Service de l'enfance- jeunesse



|                           | Total kWh Pcs | Total facture | € TTC    | DJU   | kWh pcs   | MWh u |
|---------------------------|---------------|---------------|----------|-------|-----------|-------|
|                           |               | € TTC         | /MWh pcs |       | /2199 dju |       |
| 2017                      | 25 979        | 1 481 €       | 56,99 €  | 2 081 | 27 452    |       |
| 2016                      | 24 115        | 1 399 €       | 58,00 €  | 2 150 | 24 665    |       |
| 2015                      | 23 606        | 1 380 €       | 58,46 €  | 1 940 | 26 758    |       |
| 2014                      | 23 202        | 1 571 €       | 67,70 €  | 1 909 | 26 727    |       |
| Moyenne/an                |               | 1 505 €       | 56,99 €  | 2 199 | 26 400    | 21,4  |
| Moyenne/saison de chauffe |               | 1 429 €       | 56,99 €  |       | 25 080    | 20,3  |

## 2.2.5 Maison des jeunes



|                           | Total kWh Pcs                  | Total facture | € TTC    | DJU   | kWh pcs   | MWh u |
|---------------------------|--------------------------------|---------------|----------|-------|-----------|-------|
|                           |                                | € TTC         | /MWh pcs |       | /2199 dju |       |
| 2017                      | 45 162                         | 2 496 €       | 55,28 €  | 2 150 | 47 473    |       |
| 2016                      | 36 490                         | 2 079 €       | 56,97 €  | 1 940 | 42 509    |       |
| 2015                      | manque la facture d'1 semestre |               |          |       |           |       |
| 2014                      | 45 288                         | 3 004 €       | 66,34 €  | 1 909 | 53 615    |       |
| Moyenne 2016-17           |                                | 2 487 €       | 55,28 €  | 2 199 | 44 991    | 36,4  |
| Moyenne/saison de chauffe |                                | 2 363 €       | 55,28 €  |       | 42 741    | 34,6  |

## 2.2.6 Ecole Maternelle Desnos





|                           | Total kWh Pcs | Total facture | € TTC    | DJU   | kWh pcs   | MWh u |
|---------------------------|---------------|---------------|----------|-------|-----------|-------|
|                           |               | € TTC         | /MWh pcs |       | /2199 dju |       |
|                           |               |               |          |       |           |       |
| 2016                      | 58 953        | 4 017         | 68       | 2 150 | 60 297    |       |
| 2015                      | 62 112        | 3 975         | 64       | 1 940 | 70 404    |       |
| 2014                      | 67 239        | 4 441         | 66       | 1 909 | 77 453    |       |
|                           |               |               |          |       |           |       |
| Moyenne/an                |               | 4 728 €       | 68,14 €  | 69    | 69 385    | 56,2  |
| Moyenne/saison de chauffe |               | 4 586 €       | 68,14 €  |       | 67 303    | 54,5  |

## 2.2.7 Ecole primaire Prévert



|                           | Total kWh Pcs | Total facture | € TTC    | DJU   | kWh pcs     | MWh u |
|---------------------------|---------------|---------------|----------|-------|-------------|-------|
|                           |               | € TTC         | /MWh pcs |       | /2199 dju   |       |
| 2017                      | 89 911        | 6 270 €       | 69,73 €  | 2 081 | manque1mois |       |
| 2016                      | 99 665        | 6 681 €       | 67,03 €  | 2 150 | 101 936     |       |
| 2015                      | 115 917       | 7 103 €       | 61,28 €  | 1 940 | 131 393     |       |
| 2014                      | 172 778       | 9 970 €       | 57,70 €  | 1 909 | 199 025     |       |
| 2013                      | 181 465       | 11 908 €      | 65,62 €  | 2 260 | 176 567     |       |
| Moyenne                   |               | 10 616 €      | 69,73 €  | 2 199 | 152 230     | 123,3 |
| Moyenne/saison de chauffe |               | 10 085 €      | 69,73 €  |       | 144 619     | 117,1 |

## 2.2.8 Club du 3ème Age



|                           | Total kWh Pcs | Total facture | € TTC    | DJU   | kWh pcs  | MWh u |
|---------------------------|---------------|---------------|----------|-------|----------|-------|
|                           |               | € TTC         | /MWh pcs |       | /2199dju |       |
| 2016                      | 27 250        | 1 614         | 59,23    | 2 150 | 27 871   |       |
| 2015                      | 22 348        | 1 365         | 61,06    | 1 940 | 25 332   |       |
| 2014                      | 28 989        | 1 770         | 61,05    | 1 909 | 33 393   |       |
| 2013                      | 34 898        | 2 522         | 72,25    | 2 260 | 33 956   |       |
| Moyenne/an                |               | 1 785 €       | 59,23 €  | 2 199 | 30 138   | 24,4  |
| Moyenne/saison de chauffe |               | 1 678 €       | 59,23 €  |       | 28 330   | 22,9  |

## 2.2.9 Casino

En attendant qu'un nouveau directeur arrive et que l'on puisse avoir quelques informations sur les besoins thermiques et consommations du site, j'ai fait une visite du magasin : En 1° estimation, le chauffage du site est réalisé par :

- 5 aérothermes électriques de 20 kW
- 1 rideau d'air chaud à l'entrée de 24 kW électrique

Nous retenons un besoin annuel de 200 MWh U (28 000 € /an avec un prix moyen annuel estimé à 140 €/MWh), dont 200 MWh u en saison de chauffe (28 000 € /an).

Pour pouvoir chauffer le site avec le réseau de chaleur, il sera nécessaire d'installer des aérothermes à eau chaude à la place des installations électriques existantes : ce budget est estimé à 30 k€ HT.

## 2.2.10 Bibliothèque

### 2.2.10.1 Ses consommations gaz

|                           | Total kWh Pcs | Total facture | € TTC    | DJU   | kWh pcs   | MWh u |
|---------------------------|---------------|---------------|----------|-------|-----------|-------|
|                           |               | € TTC         | /MWh pcs |       | /2199 dju |       |
| 2017                      | 17 537        | 1 173 €       | 66,91 €  | 2 081 | 18 531    |       |
| 2016                      | 23 094        | 1 411 €       | 61,08 €  | 2 150 | 23 620    |       |
| 2015                      | 31 812        | 1 633 €       | 51,34 €  | 1 940 | 36 059    |       |
| 2014                      | 50 853        | 3 119 €       | 61,33 €  | 1 909 | 58 578    |       |
| 2013                      | 28 606        | 1 824 €       | 63,78 €  | 2 260 | 27 834    |       |
|                           |               |               |          |       |           |       |
| Moyenne                   |               | 2 288 €       | 66,91 €  | 2 081 | 34 197    | 27,7  |
| Moyenne/saison de chauffe |               | 2 174 €       | 66,91 €  |       | 32 487    | 26,3  |

## 2.2.10.2 Ses consommations granulés

La consommation de bois pour le centre culturel est de 7 Tonnes/an

La tonne est à 274€ TTC avec une TVA à 10% sur la dernière facture

Ces consommations de bois correspondent à près de :

- 31 MWh utiles/an
- Un budget de 1 918 € TTC/an

## 2.2.10.3 Besoins globaux/an

Ces consommations correspondent à près de :

- 59 MWh utiles/an et 57 MWh U / saison de chauffe
- Un budget de 4 200 € TTC/an et 4 100 € TTC/saison de chauffe.

## 2.2.11 EHPAD Ter et Mer



|                           | Total kWh Pcs | Total facture | € TTC/MWh pcs | DJU   | kWh pcs   |
|---------------------------|---------------|---------------|---------------|-------|-----------|
|                           |               | € TTC         |               |       | /2199 dju |
| Total 2016                | 693 840       | 38 120 €      | 54,94 €       | 2 150 | 709 653   |
| Total 2015                | 614 412       | 33 401 €      | 54,36 €       | 1 940 | 696 439   |
| Total 2014                | 626 060       | 40 300 €      | 64,37 €       | 1 909 | 721 166   |
| Total 2013                | 817 916       | 58 007 €      | 64,37 €       | 2 260 | 795 840   |
| Moyenne                   |               |               |               | 2 199 | 730 774   |
| Moyenne/saison de chauffe |               | 38 142 €      | 54,94 €       |       | 694 236   |

Nous retenons un besoin annuel de 731 MWh pcs (38 142 € TTC/an), soit environ 592 MWh utile, dont 500 MWh u en saison de chauffe (33 913 € TTC/an).

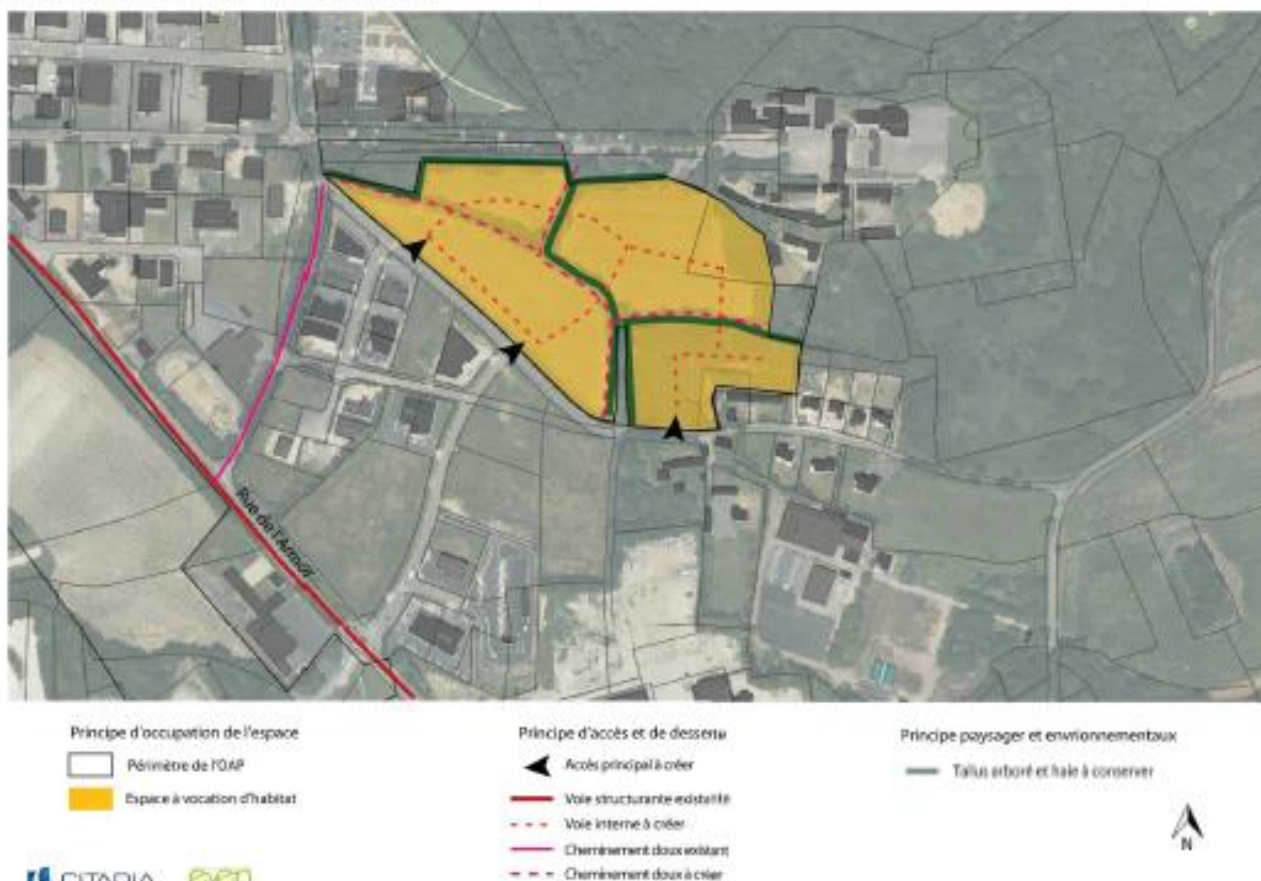
## 2.2.12 Futurs logements collectifs Kerdroual

Près du futur centre technique municipal, il est prévu la construction de logements collectifs.

Suivant l'OAP actuel, ses Chiffres clés sont :

- Surface aménageable : 4.5ha
- Densité minimale à atteindre : 35 logements/ha
- Programmation minimale à atteindre en nombre de logements : 158 logements
- 40% de logements locatifs sociaux (LS) : 64
- 10% de logements accessions aidés : 16



**Secteur de Grand Pré – Schéma de principe**

Avec l'hypothèse que ces logements seront réalisés en respectant le règlement thermique nous estimons leur besoins à :

- 420 MWh utile/an pour le chauffage et l'ECS, soit un budget d'environ 35 520 € TTC/an avec le MWh pcs gaz à 60 € TTC
- 384 MWh utile/saison de chauffe pour le chauffage et l'ECS, soit un budget d'environ 28 416 € TTC.
- Puissance sous-station : 480 kW

**2.2.13 Futur centre technique municipal**

Les estimations de consommations définies dans son étude RT sont :

- Chauffage : 51 MWh pci/an
- ECS : 2 MWh pci/an

Nous retenons :

- un besoin annuel d'environ 48 MWh utile (3 550 € TTC/an), dont 47,3 MWh u en saison de chauffe (3 500 € TTC/an).
- Puissance sous-station : 70 kW

**2.2.14 Serres de Kerdroual**

Le bois est broyé sur site et stocké pour séchage.

Il est ensuite livré dans le silo, par le service espaces verts, sans mesure de volume et sans pesée...

On peut estimer le besoin à :

- Bois : 500 000 kWh, environ 150 tonnes de bois, à environ 25€ le MWh (cout broyat et stockage sur site) : son budget annuel est 3 750 €/an
- Fioul : environ 5 000 litres/an soit un budget de près de 4 400 €/an

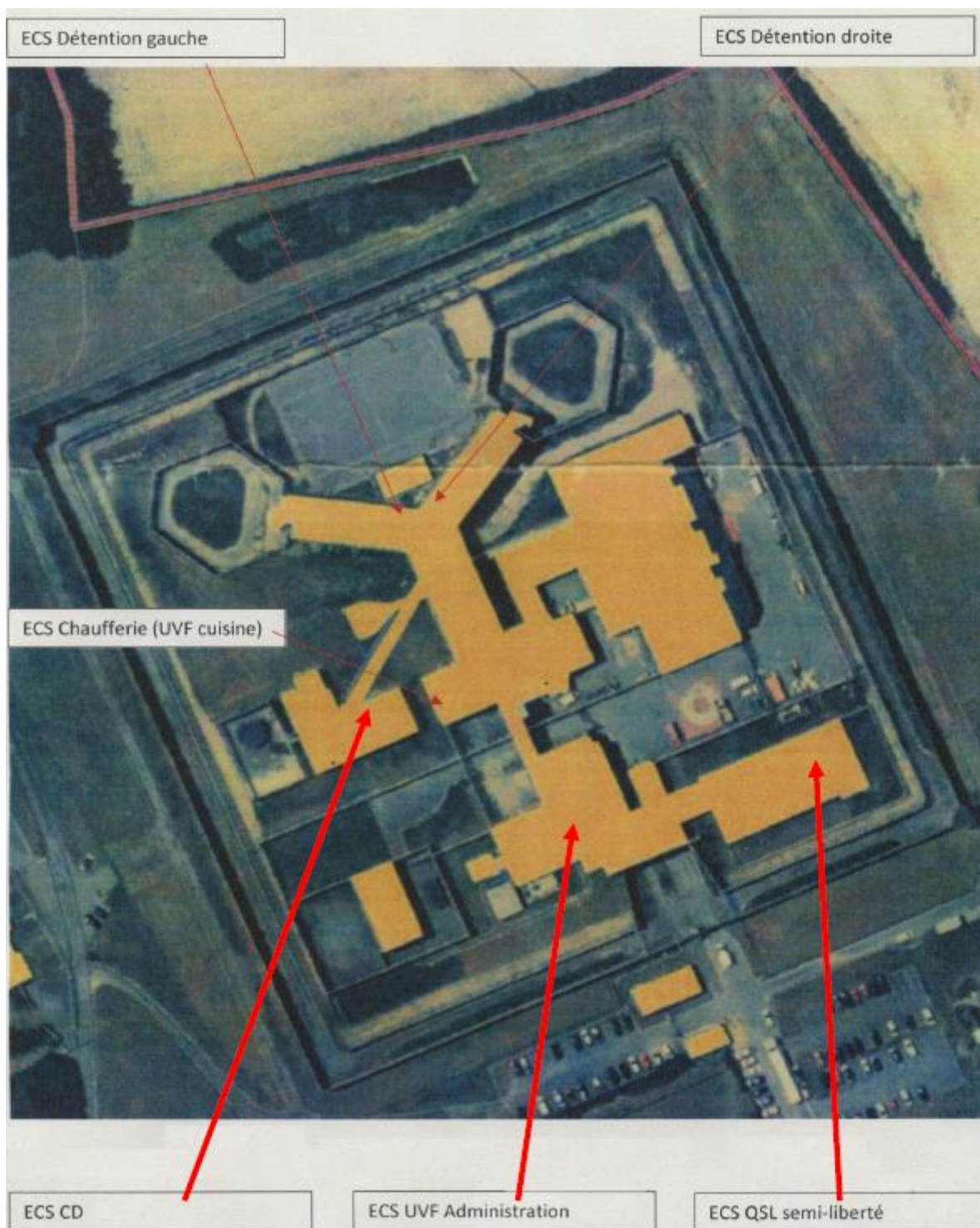
La chaudière bois (220 kW) a 18 ans, son budget pour la remplacer si elle n'est pas raccordé au réseau de chaleur est estimé à 110 k€ HT

La chaudière fioul (290 kW) à plus de 40 ans et sa cuve enterrée est encore en simple peau, son budget pour la remplacer si elle n'est pas raccordé au réseau de chaleur est estimé à 50 k€ HT

Nous retenons un besoin annuel de 500 MWh u (8 150 € TTC/an), en saison de chauffe, et un budget de 160 k€ de rénovation chaufferies son raccordement sur le réseau de chaleur n'est pas réalisé.

### 2.2.15 Centre pénitentiaire

Le schéma du site avec l'emplacement de la chaufferie et des sous-stations ECS est :



La chaufferie centrale est composée de 2 chaudières LR24 de 700 kW, datant de 2010 avec brûleurs Weishaupt G5/11-D ZMD-NA. Ses consommations de gaz de ces 2 dernières années sont :

| Date de fin de période | Index de début | Index de fin | Volume mesuré | Volume en m3 | PCS    | PTA   | Consommation en kWh |
|------------------------|----------------|--------------|---------------|--------------|--------|-------|---------------------|
| 26/01/2017             | 871457         | 890687       | 19230         | 24566        | 11,492 | 1,277 | 282 318             |
| 26/02/2017             | 890687         | 908024       | 17337         | 21922        | 11,419 | 1,264 | 250 328             |
| 26/03/2017             | 908024         | 921337       | 13313         | 16692        | 11,881 | 1,254 | 198 309             |
| 26/04/2017             | 921337         | 933297       | 11960         | 14963        | 12,015 | 1,251 | 179 781             |
| 26/05/2017             | 933297         | 939609       | 6312          | 7815         | 11,991 | 1,238 | 93 710              |
| 26/06/2017             | 939609         | 943749       | 4140          | 5056         | 12,042 | 1,221 | 60 884              |
| 26/07/2017             | 943749         | 946816       | 3067          | 3722         | 12,03  | 1,214 | 44 775              |
| 26/08/2017             | 946816         | 949969       | 3153          | 3841         | 12,032 | 1,218 | 46 215              |
| 26/09/2017             | 949969         | 953472       | 3503          | 4281         | 11,915 | 1,222 | 51 009              |
| 26/10/2017             | 953472         | 961474       | 8002          | 9863         | 11,955 | 1,233 | 117 915             |
| 26/11/2017             | 961474         | 975836       | 14362         | 17917        | 11,739 | 1,248 | 210 328             |
| 26/12/2017             | 975836         | 992657       | 16821         | 21237        | 11,642 | 1,263 | 247 246             |
| <b>Total 2017</b>      |                |              |               |              |        |       | <b>1 782 818</b>    |

| Date de début | Date de fin           | kWh pcs          | Montant € HT  | Montant € TTC |
|---------------|-----------------------|------------------|---------------|---------------|
| 26/12/2016    | 26/01/2017            | 282 318          | 9 344,12      | 11 100,69     |
| 27/01/2017    | 26/02/2017            | 250 328          | 8 317,18      | 9 886,86      |
| 27/02/2017    | 26/03/2017            | 198 309          | 6 722,67      | 7 973,45      |
| 27/03/2017    | 26/04/2017            | 179 781          | 5 987,35      | 7 091,07      |
| 27/04/2017    | 26/05/2017            | 93 710           | 3 414,86      | 4 004,08      |
| 27/05/2017    | 26/06/2017            | 60 884           | 2 444,86      | 2 840,08      |
| 27/06/2017    | 26/07/2017            | 44 775           | 1 969,77      | 2 270,02      |
| 27/07/2017    | 26/08/2017            | 46 215           | 2 297,95      | 2 663,83      |
| 27/08/2017    | 26/09/2017            | 51 009           | 2 152,14      | 2 488,86      |
| 27/09/2017    | 26/10/2017            | 117 915          | 4 127,80      | 4 859,65      |
| 27/10/2017    | 26/11/2017            | 210 328          | 7 052,78      | 8 369,63      |
| 27/11/2017    | 31/12/2017            | 247 246          | 8 222,57      | 9 773,38      |
|               | <b>année 2017</b>     | <b>1 782 818</b> | <b>62 054</b> | <b>73 322</b> |
|               | PRIX moyen du MWh pcs |                  |               | 41,127        |

Les consommations annuelles du site en 2017 sont 1 783 MWh pcs (73 322 € TTC/an), soit environ 1 412 MWh utile, dont 1 212 MWh u en saison de chauffe (63 024 € TTC/an).

Les consommations de gaz en m3 sont au compteur général et au sous-compteur de la cuisine :

| Sous compteur |    | relevés au 30/12/2016 | relevés au 29/12/2017 | Consommation 2017 |       |
|---------------|----|-----------------------|-----------------------|-------------------|-------|
| Gaz général   | m3 | 873 842               | 994 557               | 120 715           |       |
| Gaz cuisine   | m3 | 67 416                | 67 866                | 450               | 0,37% |
| Gaz cuisine   | m3 | 25mb/300mb            |                       | 37,5              | 0,03% |

Avec l'hypothèse que le sous-compteur gaz cuisine soit en 25 mb au lieu des 300 mb du compteur général, le gaz cuisine représente que 0,03 % des consommations globales du site. La consommation de la chaufferie représente 99,97% des consommations globales du site.

Les puissances installées en production d'ECS et les consommations d'ECS (eau chaude sanitaire) de chaque installation sont suivant leurs sous-compteurs d'eau :



| Puissance installée<br>k W | Sous compteur                |           | relevés au<br>30/12/2016 | relevés au<br>29/12/2017 | Consommation<br>2017 |
|----------------------------|------------------------------|-----------|--------------------------|--------------------------|----------------------|
| 274                        | ECS Bat UVF Cuisine          | m3        | 18 306                   | 18 527                   | 221                  |
| 115                        | ECS CD                       | m3        | 22 506                   | 24 624                   | 2 118                |
| 60                         | ECS UVF Administration       | m3        |                          | 23                       | 23                   |
| 138                        | ECS Détention gauche         | m3        | 40 801                   | 42 885                   | 2 084                |
| 138                        | ECS Détention droite         | m3        | 30 057                   | 32 090                   | 2 033                |
| 166                        | ECS QSL semi-liberté         | m3        | 5 569                    | 5 941                    | 372                  |
| <b>891</b>                 | <b>Total</b>                 | <b>m3</b> |                          |                          | <b>6 851</b>         |
|                            | Total                        | MWh u     |                          |                          | 480                  |
|                            | Total                        | MWh PCS   |                          |                          | 605,5                |
|                            | % des consommations gaz 2017 |           |                          |                          | 34%                  |

Les consommations d'ECS du site sont bien réparties sur l'année. Elles représentent près de 34% des consommations globales de gaz du site, et une puissance moyenne de 55 kW.

Les consommations de gaz pour le chauffage sont ainsi de l'ordre de 66 % des consommations globales annuelles du site : 932 MWh U en 2017. Le besoin de chauffage correspondant est d'environ 500 kW, avec une moyenne sur la période de chauffe de 185 kW.

Suivant l'analyse des facture gaz de 2017 et 2018, le prix de la molécule a baissé de 4,28 € HT/MWh pcs, celui de la TICGN a augmenté de 2,57 € HT/MWh pcs, et le transport – Distribution a augmenté de plus de 8 500 € HT/an, soit globalement une augmentation de 5 500 € ttc/an : soit 3,66 € ttc en plus par MWh pcs. Le prix moyen pour 2018 est 45,03 € ttc/MWh pcs et 56,86 € /MWh U (= utile).

Nous retenons un besoin annuel de 1 783 MWh pcs (80 286 € TTC/an), soit environ 1 412 MWh utile, dont 1 212 MWh u en saison de chauffe (68 914 € TTC/an).

## 2.2.16 Collège Privé Notre-Dame Jean-Paul II

Le collège est chauffé par 4 chaufferies :

- 3 au gaz naturel :
  - B : 2 chaudières :
    - Circuit extension Ferroli 62 kW
    - Circuit existant : Gazina 70 kW (vétuste)
  - Château (1) : 1 chaudière de 1997 : 250 kW
  - Salle Polyvalente : Weishaupt 60 kW
- 1 au fioul : C : De Dietrich GT 335 : 115 kW

Le budget annoncé est 21 000 € TTC/an :

- Gaz : 17 000 €
- Fioul : 4 000 €



Le site a en projet la création d'une extension pour 3 classes (2 à 300 m2) à droite du bâtiment en haut à droite (ST : chauffée par une sous-station raccordée sur la chaufferie du château)

Nous retenons pour l'ensemble du collège avec son extension conforme à la RT 2012 :

- un besoin annuel de 300 MWh utile (22 000 € TTC/an), idem pour la saison de chauffe
- 320 kW de déperditions

## 2.2.17 Carrefour Marquet

Lors de notre appel téléphonique pour prise de rendez-vous, son directeur nous a informé que n'étant pas intéressé pour raccorder son magasin sur un réseau de chaleur, il ne souhaitait pas nous rencontrer.



## 2.3 Analyse des évolutions tarifaires 2018 pour les bâtiments communaux

Suite au changement de fournisseurs gaz et l'augmentation significative (plus de 40%) au 1/12/2018 de la TICGN nous avons comparé l'évolution des prix du gaz entre celui de 2017 et de 2018 avec le détail des 1° factures de 2018. Pour chaque site où nous avons eu les éléments nous obtenons :

### 2.3.1 Océanis

|                  | Comparatif 2018 avec 2017 |        |           | suivant facture janvier 2018 |         |              |
|------------------|---------------------------|--------|-----------|------------------------------|---------|--------------|
|                  |                           | PU ht  | PU ttc    | Quantité/an                  | cout/an | Prix MWh pcs |
| Coût au MWh pcs  |                           |        |           |                              |         |              |
|                  | Molécule                  | 20,49  |           |                              |         |              |
|                  | Stockage                  | 0,61   |           |                              |         |              |
|                  | Distribution              | 5,7    |           |                              |         |              |
|                  | TICGN                     | 8,45   |           |                              |         |              |
| Total            |                           | 35,25  | 42,3      | 1 589,0                      | 67 217  |              |
|                  |                           |        |           |                              |         |              |
| Forfait/mois     |                           |        |           |                              |         |              |
|                  | Abonnement                | 569,22 | 600,5271  |                              |         |              |
|                  | CTA                       | 38,07  | 40,16385  |                              |         |              |
|                  | Location                  | 15,25  | 18,3      |                              |         |              |
| total            |                           | 622,54 | 658,99095 | 12                           | 7 908   |              |
|                  |                           |        |           |                              |         |              |
| Total facture/an |                           |        |           |                              | 75 124  | 47,28        |
|                  |                           |        |           |                              |         | 91,33%       |

Le tarif 2018 entraine une diminution de 8,66 % par rapport à ceux de 2017

### 2.3.2 Ehpad Curie

|                  | Comparatif 2018 avec 2017 |        |           | suivant facture janvier 2018 |         |              |
|------------------|---------------------------|--------|-----------|------------------------------|---------|--------------|
|                  |                           | PU ht  | PU ttc    | Quantité/an                  | cout/an | Prix MWh pcs |
| Coût au MWh pcs  |                           |        |           |                              |         |              |
|                  | Molécule                  | 20,49  |           |                              |         |              |
|                  | Stockage                  | 1,19   |           |                              |         |              |
|                  | Distribution              | 5,7    |           |                              |         |              |
|                  | TICGN                     | 8,45   |           |                              |         |              |
| Total            |                           | 35,83  | 42,996    | 540,1                        | 23 222  |              |
|                  |                           |        |           |                              |         |              |
| Forfait/mois     |                           |        |           |                              |         |              |
|                  | Abonnement                | 323,23 | 341,00765 |                              |         |              |
|                  | CTA                       | 26,48  | 27,9364   |                              |         |              |
|                  | Location                  |        | 0         |                              |         |              |
| total            |                           | 349,71 | 368,94405 | 12                           | 4 427   |              |
|                  |                           |        |           |                              |         |              |
| Total facture/an |                           |        |           |                              | 27 650  | 51,19319313  |
|                  |                           |        |           |                              |         | 94,40%       |

Le tarif 2018 entraine une diminution de 2 % par rapport à ceux de 2016

### 2.3.3 Service jeunesse

|                  | Comparatif 2018 avec 2017 |        |             | suivant facture janvier 2018 |             |            |
|------------------|---------------------------|--------|-------------|------------------------------|-------------|------------|
|                  |                           |        |             |                              |             |            |
| Coût au MWh pcs  | PU ht                     | PU ttc | Quantité/an | cout/an                      | Prix MWh pc |            |
|                  | Molécule                  | 20,49  |             |                              |             |            |
|                  | Stockage                  | 1,72   |             |                              |             |            |
|                  | Distribution              | 8,18   |             |                              |             |            |
|                  | TICGN                     | 8,45   |             |                              |             |            |
| Total            |                           | 38,84  | 46,608      | 26,0                         | 1 211       |            |
|                  |                           |        |             |                              |             |            |
| Forfait/mois     |                           |        |             |                              |             |            |
|                  | Abonnement                | 25,85  | 27,27175    |                              |             |            |
|                  | CTA                       | 3,1    | 3,2705      |                              |             |            |
|                  | Location                  | 0      | 0           |                              |             |            |
| total            |                           | 28,95  | 30,54225    | 12                           | 367         |            |
|                  |                           |        |             |                              |             |            |
| Total facture/an |                           |        |             |                              | 1 577       | 60,7158179 |
|                  |                           |        |             |                              |             | 106,54%    |

### 2.3.4 Maison des Jeunes

|                  | Comparatif 2018 avec 2017 |        |             | suivant facture janvier 2018 |             |           |
|------------------|---------------------------|--------|-------------|------------------------------|-------------|-----------|
|                  |                           |        |             |                              |             |           |
| Coût au MWh pcs  | PU ht                     | PU ttc | Quantité/an | cout/an                      | Prix MWh pc |           |
|                  | Molécule                  | 20,49  |             |                              |             |           |
|                  | Stockage                  | 1,72   |             |                              |             |           |
|                  | Distribution              | 8,18   |             |                              |             |           |
|                  | TICGN                     | 8,45   |             |                              |             |           |
| Total            |                           | 38,84  | 46,608      | 45,2                         | 2 105       |           |
|                  |                           |        |             |                              |             |           |
| Forfait/mois     |                           |        |             |                              |             |           |
|                  | Abonnement                | 27,96  | 29,4978     |                              |             |           |
|                  | CTA                       | 3,2    | 3,376       |                              |             |           |
|                  | Location                  | 0      | 0           |                              |             |           |
| total            |                           | 31,16  | 32,8738     | 12                           | 394         |           |
|                  |                           |        |             |                              |             |           |
| Total facture/an |                           |        |             |                              | 2 499       | 55,342901 |
|                  |                           |        |             |                              |             | 100,12%   |

### 2.3.5

### 2.3.6 Ecole Prévert

| Coût au MWh pcs  | PU ht        | PU ttc | Quantité/an | cout/an | Prix MWh pc |            |
|------------------|--------------|--------|-------------|---------|-------------|------------|
|                  | Molécule     | 20,49  |             |         |             |            |
|                  | Stockage     | 1,72   |             |         |             |            |
|                  | Distribution | 8,18   |             |         |             |            |
|                  | TICGN        | 8,45   |             |         |             |            |
| Total            |              | 38,84  | 46,608      | 152,23  | 7 095       |            |
|                  |              |        |             |         |             |            |
| Forfait/mois     |              |        |             |         |             |            |
|                  | Abonnement   | 66,8   | 70,474      |         |             |            |
|                  | CTA          | 5,03   | 5,30665     |         |             |            |
|                  | Location     | 45,76  | 54,912      |         |             |            |
| total            |              | 117,59 | 130,69265   | 12      | 1 568       |            |
|                  |              |        |             |         |             |            |
| Total facture/an |              |        |             |         | 8 663       | 56,9102519 |
|                  |              |        |             |         |             | 84,90%     |

### 2.3.7 Club 3° âge – Soleil d'automne

|                  | Comparatif 2018 avec 2017 |          |          | suivant facture janvier 2018 |             |         |
|------------------|---------------------------|----------|----------|------------------------------|-------------|---------|
|                  |                           |          |          |                              |             |         |
| Coût au MWh pcs  | PU ht                     | PU ttc   | Quantité | cout/an                      | Prix MWh pc |         |
| Molécule         | 20,49                     |          |          |                              |             |         |
| Stockage         | 1,72                      |          |          |                              |             |         |
| Distribution     | 8,18                      |          |          |                              |             |         |
| TICGN            | 8,45                      |          |          |                              |             |         |
| Total            | 38,84                     | 46,608   | 27,3     | 1 270                        |             |         |
| Forfait/mois     |                           |          |          |                              |             |         |
| Abonnement       | 25,88                     | 27,3034  |          |                              |             |         |
| CTA              | 3,11                      | 3,28105  |          |                              |             |         |
| Location         | 0                         | 0        |          |                              |             |         |
| total            | 28,99                     | 30,58445 | 12       | 367                          |             |         |
| Total facture/an |                           |          |          | 1 637                        | 60,0763817  |         |
|                  |                           |          |          |                              |             | 101,43% |

### 2.3.8 L'espace culturel

|                  | Comparatif 2018 avec 2017 |         |             | suivant facture janvier 2018 |              |         |
|------------------|---------------------------|---------|-------------|------------------------------|--------------|---------|
|                  |                           |         |             |                              |              |         |
| Coût au MWh pcs  | PU HT                     | PU ttc  | Quantité/an | cout/an                      | Prix MWh pcs |         |
| Molécule         | 20,49                     |         |             |                              |              |         |
| Stockage         | 1,72                      |         |             |                              |              |         |
| Distribution     | 8,18                      |         |             |                              |              |         |
| TICGN            | 8,45                      |         |             |                              |              |         |
| Total            | 38,84                     | 46,608  | 17,5        | 817                          |              |         |
| Forfait/mois     |                           |         |             |                              |              |         |
| Abonnement       | 27,96                     | 29,4978 |             |                              |              |         |
| CTA              | 3,2                       | 3,376   |             |                              |              |         |
| Location         | 0                         | 0       |             |                              |              |         |
| total            | 31,16                     | 32,8738 | 12          | 394                          |              |         |
| Total facture/an |                           |         |             | 1 212                        | 69,1024745   |         |
|                  |                           |         |             |                              |              | 103,27% |

Les tarifs 2018 entraînent une augmentation de 3 % par rapport à ceux de 2017, malgré la baisse du prix de la molécule.

## 2.4 Synthèse des besoins

Avec tous éléments vus ci-avant, la synthèse des besoins thermiques des bâtiments étudiés est :

| N° | Bâtiment                            | Puissance<br>ss-station<br>k W | Consommation/an |                | Consommation/saison<br>chauffe |                | Surface<br>m2 | Ratio<br>kWh u/m2/an |
|----|-------------------------------------|--------------------------------|-----------------|----------------|--------------------------------|----------------|---------------|----------------------|
|    |                                     |                                | MWh u           | € TTC          | MWh u                          | € TTC          |               |                      |
| 1  | Centre aquatique Océanis            | 700                            | 1 426           | 78 862         | 1 084                          | 59 949         | 6 628         | 215                  |
| 2  | Futurs 150 logements collectifs     | 400                            | 400             | 29 600         | 320                            | 23 680         |               |                      |
| 3  | EHPAD Pierre et Marie Curie         | 270                            | 460             | 28 909         | 414                            | 25 996         | 1 816         | 253                  |
| 4  | Service jeunesse                    | 24                             | 21,4            | 1 505          | 20,3                           | 1 429          | 100           | 214                  |
| 5  | Maison des jeunes                   | 30                             | 36,4            | 2 490          | 34,6                           | 2 366          | 225           | 162                  |
| 6  | Maternelle Desnos                   | 45                             | 56              | 4 728          | 55                             | 4 586          | 1 273         | 44                   |
| 7  | Ecole primaire Prévert              | 95                             | 123             | 8 664          | 117                            | 8 230          | 1 772         | 70                   |
| 8  | Club du 3 <sup>ème</sup> Age        | 20                             | 24              | 1 811          | 23                             | 1 702          | 276           | 88                   |
| 10 | Bibliothèque                        | 55                             | 59              | 4 281          | 57                             | 4 163          | 1 900         | 31                   |
|    | <b>Sous-total bâtiments publics</b> | <b>1 639</b>                   | <b>2 606</b>    | <b>160 849</b> | <b>2 125</b>                   | <b>132 101</b> | <b>13 990</b> | <b>158</b>           |
| 9  | Casino                              | 124                            | 200             | 28 000         | 200                            | 28 000         |               |                      |
|    | <b>Total centre - ville</b>         | <b>1 763</b>                   | <b>2 806</b>    | <b>188 849</b> | <b>2 325</b>                   | <b>160 101</b> |               |                      |
| N° | Bâtiment                            | Puissance<br>ss-station<br>k W | Consommation/an |                | Consommation/saison<br>chauffe |                |               |                      |
|    |                                     |                                | MWh u           | € TTC          | MWh u                          | € TTC          |               |                      |
| 11 | EHPAD Ter et Mer                    | 440                            | 592             | 38 142         | 500                            | 33 913         |               |                      |
| 12 | Futurs logements Kerdroual          | 480                            | 480             | 35 520         | 384                            | 28 416         |               |                      |
| 13 | Futur centre technique municipal    | 60                             | 48              | 3 550          | 47                             | 3 500          |               |                      |
| 14 | Serres de Kerdroual                 | 350                            | 500             | 8 150          | 500                            | 8 150          |               |                      |
| 15 | Centre pénitentiaire                | 880                            | 1 412           | 80 286         | 1 212                          | 68 914         |               |                      |
| 16 | Collège privé Notre Dame            | 320                            | 300             | 22 000         | 300                            | 22 000         |               |                      |
|    | <b>Total Kerdroual</b>              | <b>2 530</b>                   | <b>3 332</b>    | <b>187 648</b> | <b>2 943</b>                   | <b>164 893</b> |               |                      |
|    | <b>total général</b>                | <b>4 293</b>                   | <b>6 138</b>    | <b>376 497</b> | <b>5 268</b>                   | <b>324 994</b> |               |                      |

La puissance totale des besoins des bâtiments est estimée à près de 4 300 kW, pour une consommation annuelle de 6 138 MWh utile/an représentant actuellement un budget de 376 600 € TTC/an.

Parmi les ratios de chauffage/m2/an : ceux de l'Ehpad Curie, Service Jeunesse et Maison des jeunes sont élevés, par rapport au seuil des 150 kWh/an/m2. Le dépassement de ce seuil pour l'Océanis est justifié par les besoins spécifiques de la piscine.

On constate que leurs consommations hors saison de chauffe sont très faibles, exceptées :

- Océanis : 342 MWh U
- Centre pénitencier : 200 MWh U
- 150 Futurs logements : 80 MWh U
- Futurs logements Kerdroual : 96 MWh U

A défaut de raccordement des sites sur un réseau de chaleur, les investissements suivants devront être réalisés à court terme : 316 k€ HT

- Remplacement de la chaudière de l'école Desnos : 14 k€ HT
- Remplacement de la chaudière de l'école Prévert : 24 k€ HT
- Remplacement de la chaudière des serres de Kerdroual : 160 k€ HT
- Remplacement des chaudières B et château du collège privé Notre Dame Jean-Paul II : 58 k€ HT
- Création des chaufferies pour les 150 futurs logements : 100 k€ HT
- Création des chaufferies pour les 180 logements de Kerdroual 120 k€ HT

Les installations thermiques électriques du Casino devront être remplacées par des installations de chauffage à eau chaude pour pouvoir être raccordées sur le réseau de chaleur. Ce cout est estimé à 30 k€ HT.



### 3 Modes de gestion d'une chaufferie automatique bois et de son réseau de chaleur

Le choix du mode de réalisation et de gestion des futures chaufferies et réseaux de chaleur dans les deux villes apparaît comme un de leurs enjeux particulièrement prégnants.

La Ville de **PLOEMEUR** est compétente pour la construction et l'exploitation de réseaux de chaleur.

Elle fait par ailleurs partie de la Lorient Agglomération (Communauté de Communes), qui a défini parmi ses compétences optionnelles les actions d'intérêt communautaire de protection et de mise en valeur de l'environnement, et notamment la recherche et la mise en œuvre d'une politique de développement des énergies renouvelables, desquelles peuvent être rapprochées la construction et l'exploitation de réseaux de chaleur approvisionnés de manière prédominante par la biomasse : La Ville de **PLOEMEUR** peut développer la complémentarité des initiatives qu'elle a mise en place en transférant la compétence du service public de chauffage urbain à une autorité intercommunale telle qu'une SPL, un SIVU...

Les réseaux de chaleur projetés par la Ville de **PLOEMEUR** sont de relativement petite taille. Cette caractéristique n'en sera pas sans influence sur le choix du mode de gestion **La définition juridique du service**

#### 3.1 L'ANALYSE JURIDIQUE

##### 3.1.1 La définition juridique du service

La distribution de chaleur est une compétence optionnelle depuis la loi n°80-531 du 15 juillet 1980 relative aux économies d'énergie et à l'utilisation de la chaleur. La Collectivité dispose ainsi de la liberté d'exercer sa compétence de distribution de chaleur auprès des usagers sur son territoire. Il s'agit là d'une compétence optionnelle et non exclusive : aucune collectivité n'a l'obligation d'établir sur son territoire un service public de distribution de chaleur, et ces réseaux peuvent être créés par d'autres acteurs, y compris des acteurs privés. Par ailleurs cette compétence peut être transférée à un groupement de collectivités. Le projet de loi de transition énergétique, dans son état d'avancement actuel, prévoit néanmoins que les communes soient compétentes pour la création des réseaux de chaleur et de froid.

La Ville de **PLOEMEUR** est une personne morale de droit public. Elle prévoit de créer et d'exploiter des équipements de chauffage, dans le but de satisfaire les besoins collectifs dont elles ont la charge.

L'avis du 17 juillet 1990 du Conseil de la concurrence **définit le service du chauffage urbain, au sens technique**, comme : « à partir d'une ou de plusieurs centrales de production, distribuer, au moyen d'un réseau de canalisations, de la vapeur ou de l'eau surchauffée à tout ou partie d'une agglomération. L'installation comprend une ou plusieurs unités de production de chaleur fonctionnant à l'aide d'une ou de plusieurs sources d'énergie, qui peuvent être un combustible ou de la chaleur récupérée. Ces chaufferies alimentent un réseau primaire de canalisations empruntant la voie publique et aboutissant à des postes de livraison. Les réseaux secondaires sont ceux qui distribuent la chaleur aux usagers en aval de ces postes. Le distributeur assure la gestion du circuit primaire du réseau. Dans certains cas, le gestionnaire peut exploiter les installations secondaires intérieures aux immeubles ».

**En l'espèce, la Ville de PLOEMEUR, autorité organisatrice, créera des réseaux de chaleur, et alimentera, outre leurs propres bâtiments, d'autres bâtiments publics (collèges, Poste de Moëlan-sur-Mer, maison de retraite de Moëlan-sur-Mer) et des bâtiments privés (EHPAD, commerces...).**

L'activité exercée par la Ville caractérisera ainsi l'**existence d'un service public**, puisque le réseau de chaleur alimentera d'autres bâtiments que ceux leur appartenant, juridiquement distincts du ou des maîtres d'ouvrage. Le réseau de chaleur est alors considéré comme un **réseau de chaleur au sens juridique** du terme.

La construction et/ou l'exploitation des équipements font l'objet d'un service public à caractère industriel et commercial, au sens de l'article L. 2224-1 et suivants du Code général des Collectivités territoriales (CGCT).

Le service public de distribution de chaleur présente ainsi les particularités suivantes :

- C'est un **service public non exclusif et facultatif** : il peut être créé par d'autres maîtres d'ouvrages publics que les Collectivités locales, et il n'existe pas d'obligation de les mettre en œuvre ;
- C'est un service **public à caractère industriel et commercial** car les ressources du service **proviennent principalement des redevances perçues sur les usagers en contrepartie des prestations fournies**, conformément à l'arrêt de la Cour administrative d'appel de Paris du 18/07/1993. Cette qualification emporte des conséquences sur la gestion budgétaire et comptable du service, avec notamment :
  - le principe d'équilibre financier en recettes et en dépenses,
  - l'interdiction de prendre en charge le service dans le budget général de la Collectivité (la Ville doit constituer un budget annexe),
  - la présentation annuelle à l'assemblée délibérante d'un rapport sur le prix et la qualité du service public, ...

### 3.1.2 Le périmètre

La distribution publique de chaleur s'effectue à l'intérieur d'un périmètre précis qui peut englober tout ou partie des communes concernées.

Ce périmètre peut avoir plusieurs définitions juridiques différentes :

- Périmètre d'une ZUP (zone à urbaniser en priorité) ou d'une ZAC (zone d'aménagement concerté) dans lequel le réseau de chaleur fait partie des équipements d'infrastructure et dont le règlement impose le plus souvent aux acheteurs de terrains le raccordement. C'est un réseau dit "fermé".
- Périmètre de la délégation de service public : c'est le périmètre sur lequel l'entreprise délégataire a une exclusivité, que lui a confiée la Collectivité délégante. Le plan du périmètre est annexé au document contractuel. Il n'y a pas en général d'obligation de raccordement. Le réseau est dit "ouvert".
- Périmètre de réseau classé : L'article 85 de la loi du 12 juillet 2010 portant engagement national pour l'environnement modifie les conditions et la procédure de classement d'un réseau de chaleur ou de froid en vigueur depuis la loi du 15 juillet 1980 relative aux économies d'énergie et à l'utilisation de chaleur. Le « classement » est désormais réservé aux réseaux alimentés à plus de 50% par une énergie renouvelable ou de récupération. Les principales modifications de procédure concernent la décision de classement qui sera désormais prononcée par une délibération d'une Collectivité (ou d'un groupement de Collectivités après avis de la commission consultative des services publics locaux lorsqu'elle existe) et par l'ajout de conditions relatives au comptage et à la réalisation d'un diagnostic énergétique préalable pour les réseaux existants.

Les conditions d'application de cette nouvelle procédure doivent être déterminées par un décret en Conseil d'Etat après avis de l'Autorité de la concurrence.

Ce décret doit notamment préciser :

- les modalités du contrôle de l'alimentation majoritaire du réseau par une énergie renouvelable ou de récupération ;
- les modalités de justification de la condition de l'équilibre financier, les exigences en matière de comptage des quantités d'énergie livrées et de réalisation de l'audit énergétique ;
- les modalités des décisions de dérogation à l'obligation de raccordement ainsi que les notions de bâtiment neuf ou faisant l'objet de travaux de rénovation importants.

#### 3.1.2.1 Opportunité d'un réseau ouvert

Déclarer « ouverts » les futurs réseaux de Bannalec et Moëlan-sur-Mer peut permettre de maintenir la possibilité pour des bâtiments dont les besoins en chaleur n'ont pas encore été recensés de se raccorder ultérieurement aux réseaux de chaleur.

#### 3.1.2.2 Opportunité du classement du réseau

Trois conditions déterminent la possibilité de classer un réseau de chaleur :

- Une alimentation du réseau au moins à 50% par des énergies renouvelables (définies à l'article L 211-2 du code de l'énergie) ou de récupération (définies à l'article 9 du décret n°2012-394 du 23 mars 2012 relatif au classement des réseaux de chaleur et de froid) ;
- Un comptage des quantités d'énergie livrées par point de livraison ;

- L'équilibre financier de l'opération pendant la période d'amortissement des installations.

Il faut évoquer parmi les avantages du classement d'un réseau :

- L'amélioration de la densité thermique du réseau ;
- La baisse des coûts de prospection commerciale ;
- La création d'une dynamique d'adhésion au réseau.

Et parmi les inconvénients d'un tel classement :

- Une contrainte lourde d'urbanisme
- La perte de contrôle sur les raccordements au réseau
- L'arrivée potentielle de clients de taille modeste, augmentant la complexité de gestion du réseau
- L'obligation de publication chaque année d'un rapport d'exploitation du réseau classé.

**Pour des réseaux de taille limitée, tels ceux de [PLOEMEUR](#), les inconvénients du classement semblent plus importants que les avantages. Le raccordement de nouveaux abonnés peut en effet aboutir à des travaux (par exemple ajout d'une nouvelle chaudière) non prévus originellement par les autorités organisatrices.**

### 3.1.3 La tarification du service de chauffage urbain

Les services publics de chauffage urbain possèdent une dimension éminemment politique combinant les questions sanitaires et sociales aux questions environnementales. Dans cette perspective, l'élaboration de la grille tarifaire dans le cadre de ces services publics suscite de nombreuses difficultés.

Celles-ci tiennent essentiellement à la mise en œuvre du principe d'égalité des usagers devant le service public.

La loi a posé le principe d'une facturation binôme, en précisant que la facturation doit comporter une part relative aux frais fixes, et une part variable traduisant le coût des quantités de chaleur constatées. Cependant, la proportion respective des termes forfaitaire (« R2 ») et variable (« R1 ») n'est pas encadrée, ce qui peut conduire à des tarifs peu incitatifs, compte-tenu de l'importance des coûts fixes d'investissement.

La loi Grenelle II a eu pour visée de remédier à cette absence d'incitation à de nouveaux comportements des usagers, en prévoyant une nouvelle règle selon laquelle les abonnés à un réseau de chaleur peuvent demander un réajustement de la puissance souscrite après avoir réalisé des travaux de rénovation, permettant d'obtenir la diminution du terme forfaitaire (« R2 ») de leur facture. De même, les locataires de logements HLM ou à loyer réglementé sont en droit d'obtenir une diminution de leurs charges correspondant à au moins 25 % des économies d'énergie réalisées lorsque le propriétaire usager du réseau réalise des travaux aboutissant à de telles économies d'énergie.

#### Le zonage tarifaire

Le zonage tarifaire est admis, mais à la condition qu'il soit justifié par :

1. une différence de situation appréciable entre les usagers
2. une nécessité d'intérêt général en rapport avec les conditions d'exploitation du service

Pour le service public de l'eau (et par analogie pour le secteur du chauffage urbain), le Conseil d'Etat a fait une application du principe d'égalité uniquement en fonction de différences de situations objectives.

La jurisprudence renseigne que le zonage tarifaire peut varier en fonction de plusieurs critères permettant de caractériser une différence de situation, ce qui permet d'instaurer un tarif différent entre les usagers du service.

Sur ce fondement, le Conseil d'Etat a admis :

- La prise en compte des caractéristiques propres de chaque immeuble et à son implantation dans une zone touristique.

CE 8 décembre 2003, Syndicat des copropriétaires de la résidence Le Hameau des Pêcheurs.

- L'existence d'une différence de situation entre les hôtels et les occupants d'appartements d'un immeuble collectif, indépendamment de la circonstance que les hôtels bénéficient d'un seul abonnement pour l'ensemble des chambres qu'ils abritent.  
CE 25 juin 2003, Commune des Contamines-Montjoie.
- Qu'une Commune puisse instituer un tarif différent pour les usagers du service résident dans une partie de la Commune si cette mesure est justifiée par le coût de l'extension du réseau de distribution de l'eau à cette partie de la Commune et par les conditions d'exploitation pour répondre à des besoins liés à sa vocation principalement touristique.
- CE 26 juillet 1996, Association Narbonne Liberté 89 et Bonnes précité.
- Qu'une Commune, en vue d'éviter le gaspillage de l'eau, tienne compte de la différence de situation existant entre les résidents permanents et les habitants ne résidant pas de manière permanente dans la Commune pour attribuer à ces derniers, dont les besoins annuels en eau sont inférieurs à ceux des résidents permanents, un quota de consommation inférieur.  
CE 12 juillet 1995, Commune de Bougnon.

Il résulte de cette jurisprudence le Conseil d'Etat se montre relativement exigeant quant à la reconnaissance ou non d'une différence de situation existant entre les usagers, qui n'échappe pas à une certaine subjectivité.

A cette subjectivité, s'ajoute le fait que le caractère « différent » des situations s'apprécie « au regard du service » : CE 10 mai 1974, Sieurs Denoyez et Chorques. Or, chaque service public a ses propres spécificités.

### **Principe d'égalité et tarification sociale**

La mise en place d'une tarification différenciée peut également se manifester au travers d'une tarification à vocation sociale par la prise en compte d'un intérêt général.

Toutefois, à la lecture de la jurisprudence du Conseil d'Etat, ces modulations tarifaires semblent être réservées aux services publics administratifs à caractère facultatif et aux services publics à caractère culturel.

Exemple d'arrêts du Conseil d'Etat en la matière :

- SPA à caractère facultatif :  
Les cantines scolaires : CE 10 février 1993, Commune de la Rochelle  
« eu égard à l'intérêt général qui s'attache à ce que tous les parents qui désirent y mettre leurs enfants puissent y accéder » et dans la mesure où ces services font appel dans des proportions significatives aux participations versées par les usagers.
- SP à caractère culturel :  
Les écoles de musique : CE 29 décembre 1998, Commune de Gennevilliers et Commune de Nanterre  
La seule limite étant que le tarif le plus élevé ne dépasse pas le coût de revient réel du service.  
« Les tarifs des services publics à caractère facultatif peuvent être fixés en fonction du niveau de revenu des usagers et du nombre de personnes vivant au foyer. Les droits les plus élevés ainsi fixés ne peuvent être supérieurs au coût par usager de la prestation concernée ».

Ainsi, pour l'heure le Conseil d'Etat n'a pas reconnu la possibilité de mettre en place une tarification sociale puisqu'une telle tarification est contraire à la règle de l'équilibre financier qui caractérise les SPIC.

Autrement dit, l'utilisateur ne doit payer qu'à hauteur du service rendu. Une tarification différenciée sur un fondement social semble donc impossible.

Néanmoins, le régime de l'article L.115-3 du code de l'action sociale trouve à s'appliquer par défaut / FSL (fonds de solidarité pour le logement) : « toute personne ou famille éprouvant des difficultés particulières, au regard notamment de son patrimoine, de l'insuffisance de ses ressources ou de ses conditions d'existence, a droit à une aide de la Collectivité pour disposer de la fourniture d'eau, d'énergie et de services téléphoniques dans son logement ».

Le droit communautaire pourrait sans doute introduire un changement dans le régime tarifaire de l'eau sur la base de la notion de service universel : un service minimum donné, dont la qualité est spécifiée, pour tout utilisateur, à un prix accessible.

La possibilité d'une différenciation tarifaire pour certains abonnés des réseaux de chaleur de PLOEMEUR pourrait être abordée, quoi que la justification de cette différenciation ne soit pas triviale. Les abonnés des zones tertiaires et des zones résidentielles peuvent en effet justifier d'un profil de consommation différent. Si

ABEE



le principe d'une différenciation tarifaire était acceptable et retenu, une facturation fondée sur le système des Unités de Répartition Forfaitaire (URF) pourrait être étudiée. Ce système permet de répartir entre tous les abonnés les charges fixes du réseau, en ne se fondant pas seulement sur les différentes puissances souscrites par les abonnés, mais aussi sur leurs consommations.

### 3.1.4 La tarification des réseaux de chaleur

La tarification de la chaleur est binôme

- R1 = représente la part de l'énergie (Bois, gaz électricité) nécessaire à la production de chaleur  
*Achats HT d'énergie (P1) auxquels s'ajoutent une marge (ici nulle) et la TVA facturée à l'utilisateur (5,5%)*
- R2 représente les charges d'exploitation (P2, P3) Gestion Administrative : Relevés compteurs, facturation – comptabilité (de 500 à 1 500 €/an suivant la taille du réseau de chaleur) et les charges de capital (P4) : l'investissement pris en compte dans le P4 ne tient pas compte des installations secondaires (par exemple installations de chauffage à eau chaude à la place du chauffage électrique ou tubes gaz actuels)  
*Dépenses HT d'entretien et de maintenance et les charges de l'emprunt (intérêt et capital) auxquelles s'ajoutent une marge (ici nulle) et la TVA facturée à l'utilisateur (5,5%)*

Les charges d'exploitation et de capital peuvent être réparties entre les usagers selon différentes méthodes:

- Répartition en fonction des puissances souscrites (cas le plus fréquent, comme les contrats de fourniture d'électricité)
- Répartition en fonction des consommations
- Répartitions en fonction d'unités de répartition de référence (URF) : qui peut par exemple mixer les 2 éléments de répartition ci-avant, ou tenir compte des surfaces chauffées des sites, ...

## 3.2 Gestion en régie

La gestion de la chaufferie bois est opérée de la manière suivante :

Interventions de techniciens des services techniques (municipaux et/ou CAH) pour :

- Mise en route et arrêt des installations
- Conduite, entretien, dépannages des installations (24h24, 7j/7)
- Gestion des approvisionnements en bois (stock, livraisons)
- Contrôle des consommations de bois et de gaz
- Gestion des demandes des utilisateurs des équipements
- Mise en place d'un service d'astreinte au sein de la régie

Un contrat de maintenance peut être réalisé pour des interventions spécifiques (par exemple : ramonage cheminée et/ou chaudière, entretien d'inter saison, contrôle de rendement, de bon fonctionnement, de la cascade chaudière, dépannages...)

#### Avantage:

Gestion/Maîtrise complète des installations par le personnel de la collectivité

#### Inconvénients :

Nécessité de mise en place en interne d'outils de :

- gestion/suivi des prestations (contrôle que le bois énergie est bien utilisé prioritairement) et
- d'évolution de la réglementation.

Ressources humaines : Suivi et Gestion de la formation des techniciens.

Difficulté engagement de résultats, gestion du patrimoine (maîtrise des dépenses, ...)

Coût pour la collectivité :

- Temps pour la conduite et l'entretien de la chaufferie et des sous-stations au sein de la structure pour gestion des absences (congrés, astreintes des soirs, week-end et jours fériés, maladie, ...)
- frais généraux : véhicule, dotation matériels/véhicule technicien,

La gestion en régie renvoie à plusieurs réalités en fonction du type de régie choisi par la collectivité. Les formes de régie applicables à la gestion des services publics d'eau potable et d'assainissement sont la régie à autonomie financière et la régie à autonomie financière et personnalité morale.

- **Cadre législatif de la régie**  
Il existe de fait plusieurs types de régies.  
Les régies envisageables pour la Ville de **PLOEMEUR** sont prévues par l'article L.2221-4 du CGCT :
  - La régie à autonomie financière, dotée de la seule autonomie de gestion, qui se caractérise par un budget spécial annexé à celui de la collectivité, et dont l'organe de direction, le conseil d'exploitation et le directeur, a un rôle essentiellement consultatif, le pouvoir de décision restant à la collectivité.
  - La régie personnalisée, qui est dotée d'un budget propre et d'une personnalité morale. Son organe de direction, le conseil d'administration et le directeur, dispose de réels pouvoirs de décision.
- **L'intérêt du recours à la régie**  
Le principal intérêt pour les Villes de Bannalec et Moëlan-sur-Mer d'une gestion en régie du service public d'eau potable résiderait dans une souplesse indéniablement accrue en matière d'évolution du service (pas de conclusion d'avenant pour formaliser les évolutions).  
Un tel choix dispenserait les collectivités d'une recherche difficile d'exploitants privés, compte tenu de la petite taille des réseaux de chaleur concernés, et leur permettrait d'éviter d'atteindre le seuil minimal de frais d'exploitation que présenterait forcément le recours à un ou plusieurs délégataires privés.  
Par ailleurs, le contrôle sur le service est très fort, La présence des élus au sein des organes de direction de l'exploitant permet de maîtriser aussi bien les aspects techniques que les aspects financiers du service.  
Le recours à la régie suppose néanmoins que l'opérateur supporte l'intégralité des risques technique et commercial.

### **Focus sur l'approvisionnement en bois-énergie**

Si la Collectivité choisit un mode de gestion en régie (directe ou avec marché) :

Conformément à l'article L 135 du code des marchés publics, la Collectivité est alors qualifiée d'entité adjudicatrice. En effet la Collectivité agit dans le cadre de l'exploitation d'une activité de réseau, elle est donc, en tant qu'opérateur de réseau, soumise aux dispositions relatives aux entités adjudicatrices.

Or, l'article 137 exclut de l'application du Code des Marchés Publics, l'achat de combustible pour l'alimentation des réseaux de chaleur. La Collectivité peut donc choisir sans mise en concurrence son fournisseur et travailler sur un approvisionnement maîtrisé en circuit court selon les opérateurs choisis.

NB : Les pouvoirs adjudicateurs soumis au code des marchés publics sont qualifiés d'entités adjudicatrices, lorsqu'ils passent des marchés en tant qu'opérateurs de réseaux dans les domaines de l'eau, de l'énergie, des transports et des services postaux. Ils sont alors soumis à des règles sensiblement différentes, plus souples, qui transposent la directive « secteurs » n° 2004/17/CE du 31 mars 2004. Une même personne publique sera donc qualifiée de pouvoir adjudicateur ou d'entité adjudicatrice, selon la nature de l'activité au titre de laquelle elle passe un marché public.

Le contrôle du service, bien que plus important qu'en gestion privé, est moindre dans le cas d'une régie personnalisée. Une telle structure peut présenter les inconvénients relevés pour une gestion privée et semble davantage adapté aux régies d'une certaine taille.

En l'espèce, le choix de régies dotées de la simple autonomie financière permettrait à la fois un plus fort contrôle du service par la collectivité, une moindre lourdeur de gestion et des échanges plus souples dans la perspective d'une mutualisation des efforts de la ville et d l'Agglo en phase d'investissement comme ne phase d'exploitation.

Le choix d'une gestion en régie laisse également plus de latitude à la collectivité dans la définition de ses contrats d'approvisionnement en combustibles.

### **3.2.1 La gestion en marché public**

La gestion en marché public est intimement liée à la gestion en régie. Dans le cas de la Ville de **PLOEMEUR**, la gestion par un ou plusieurs marchés publics correspondrait en fait à une gestion en régie (à simple autonomie financière ou personnalisée), qui choisirait d'externaliser tout ou partie de ses prestations.

### **Cadre législatif**

Le code des marchés publics énonce à son article 1- I que « Les marchés publics sont les contrats conclus à titre onéreux entre les pouvoirs adjudicateurs définis à l'article 2 et des opérateurs économiques publics ou privés, pour répondre à leurs besoins en matière de travaux, de fournitures ou de services ». Il est donc possible pour la Ville de **PLOEMEUR** de recourir à la procédure des marchés de services pour l'exploitation du service public de chauffage urbain.

La procédure des marchés publics est largement cadrée par le Code des Marchés Publics et la jurisprudence administrative.

La nécessité de recourir aux prestations de partenaires privés pour l'installation des réseaux de chaleur et leur approvisionnement en biomasse rendra nécessaire la passation de marchés publics. La gestion du service public de chauffage urbain et la plupart des opérations de maintenance devraient cependant être prises en charge directement par les collectivités.

### **3.3 Partenariat avec un exploitant d'installations thermiques**

La gestion thermique de la chaufferie bois est confiée à un exploitant d'installations thermiques avec pour objectif pour la collectivité :

- une maîtrise budgétaire
- l'Optimisation / Valorisation du patrimoine
- une obligation de résultats (visant la satisfaction des usagers)

La gestion thermique peut comprendre :

1. La prise en charge des consommations d'énergie (maîtrise des rendements, avec possibilité d'engagement de résultats sur les rendements des chaufferies Bois et gaz, et du pourcentage de l'énergie fournie par le bois par rapport au gaz, adaptation du fonctionnement aux exigences des usagers, ...)
2. La conduite, l'entretien et le dépannage des installations
3. Cette gestion peut être complétée par la gestion du patrimoine (maintien/remise en état, renouvellement)

Cette gestion peut être assortie d'une obligation de résultats vis à vis de l'exploitant.

#### **Avantage:**

Engagement de résultats

Pas de création de structure spécifique au niveau de la collectivité

Coût pour la collectivité

- charge à l'exploitant de mutualiser les moyens localement pour apporter le service (gestion des absences)
- frais généraux mutualisés : véhicule, dotation matériels/véhicule technicien, suivi administratif

Gestion de la facturation assurée par l'exploitant (énergie, entretien, ...)

Possibilité de faire participer l'exploitant à l'investissement

Pas de gestion de ressources humaines : possibilité de changer d'exploitant suivant défaillance ou non-respect des engagements

#### **Inconvénients :**

Gestion/Maîtrise d'un partenariat : suivi/respect des engagements

Le coût de la conduite – entretien s'ajoutera aux charges actuelles.

#### **Financement des travaux**

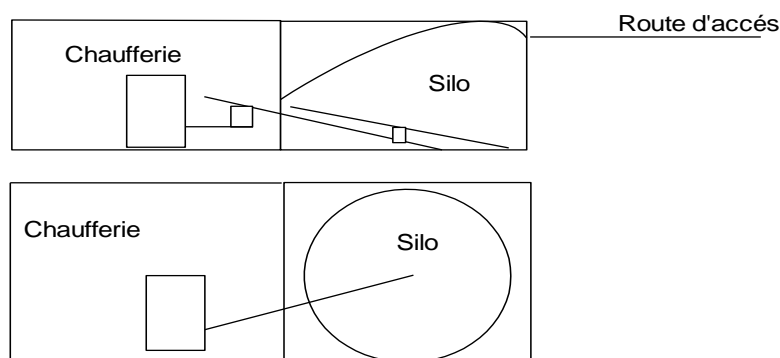
Les travaux peuvent être réalisés comme vu au § Gestion en régie ou par l'exploitant. La taille de la chaufferie bois est à priori trop faible pour avoir une offre suffisamment intéressante pour cette dernière solution.

## 4 Présentation d'une chaufferie bois plaquettes

La chaufferie bois sera composée de 2 locaux distincts mais se jouxtant :

- L'emplacement de la chaudière, avec de préférence le niveau du sol correspondant au niveau du sol extérieur. Sa hauteur sera d'environ 3 m de hauteur. Sa surface sera comprise entre 30 et 100 m<sup>2</sup>, suivant le nombre de chaudière et leur puissance
- Le silo, de préférence enterré en conception spécifique (sa hauteur arrivera à près de 20 cm au-dessus du niveau du parking le jouxtant) pour faciliter la livraison du bois par camion benne, d'une surface carrée avec des côtés de 4 à 6 mètres et une hauteur de 3 à 4 mètres suivant l'autonomie souhaitée.

### Exemple schéma Chaufferie bois



Dans les autres cas le sol du silo sera plus bas que celui de la chaufferie : il sera nécessaire de prévoir un système pour remonter les plaquettes dans la chaudière : exemple de ce type de chaufferie :



Silo enterré

Les accès devront permettre un déchargement aisé des bennes de livraison de bois déchiqueté dans le silo, et un accès direct dans la chaufferie pour le déchargement de pièce de rechange et l'enlèvement des bennes de cendres.

### 4.1 Descriptif de la chaudière bois

Les chaudières bois devront être référencées dans la « base de données des chaudières petites et moyennes puissance éligibles au Fond Chaleur ».

Une chaudière bois installée coûte avec son génie civil environ huit fois plus cher qu'une chaudière gaz. Vu le peu de jours dans l'année où la température extérieure est inférieure à 0°C, nous avons choisi, pour optimiser le montant de l'investissement et les gains annuels d'exploitation, de prendre une puissance de chaudière bois inférieure aux besoins totaux raccordés sur la chaufferie créée. L'énergie bois étant utilisée prioritairement, une chaufferie d'une puissance de l'ordre de la moitié de la puissance nécessaire pour chauffer l'ensemble des bâtiments raccordés sur le réseau de chaleur fournira plus de 80% des consommations d'énergie. Une chaudière classique (gaz naturel) d'une puissance complémentaire de celle de la chaudière bois fournira le solde du besoin de chaleur par grand froid.

En plus de cet intérêt économique, le fait de diminuer la puissance de la chaudière bois lui permet de fonctionner dans de meilleures conditions en évitant de nombreuses périodes à trop faible puissance.

Pour chaque solution nous avons :

- Comparé les différentes puissances de chaufferie bois envisageables dans chaque cas de réseau de chaleur envisagé ;
- Réalisé une première estimation des coûts d'investissement et des coûts d'exploitation annuels prévisibles. Par différence avec les coûts de références vus ci avant, nous obtenons l'estimation du gain annuel et des temps de retour sur investissement.

La chaudière sera équipée d'un recyclage des fumées et d'un extracteur de fumées piloté par un variateur de vitesse. La chaudière sera équipée d'un système d'allumage automatique et programmable. Afin d'atteindre en charge nominale un rendement supérieur à 90% l'air comburant sera préchauffé autour du foyer.

Le calorifuge de la chaudière sera d'une épaisseur au moins égale à 100 mm de manière à minimiser les pertes d'entretien et les pertes à l'arrêt.

La régulation devra permettre une adaptation automatique et en continu des paramètres de combustion aux caractéristiques du combustible et à la charge de la chaudière.

En cas d'absence de besoin même prolongé, un dispositif de maintien de feu automatique permet de relancer la chaudière à tout moment.

Le fonctionnement de l'ensemble sera géré par une régulation à microprocesseur sur la base d'un menu déroulant simplifiant ainsi l'intervention humaine grâce à un maximum de quatre boutons. Un afficheur permettra de connaître à chaque instant l'état de la chaudière et d'assurer une aide au dépannage en cas de défaut. Le système pourra être équipé d'un modem permettant une consultation des paramètres à distance.

La chaudière sera équipée d'une sécurité de surpression du foyer ainsi que d'un échangeur thermique de sécurité fonctionnant en eau perdue avec soupape thermique.

Toute propagation de feu dans le silo sera interdite par deux dispositifs : un clapet coupe-feu (ou une écluse rotative motorisée) et des sprinklers noyant les vis en cas d'élévation de la température.

## 4.2 Calcul des tonnes de CO2 évitées

| Combustible      | kgCO <sub>2</sub> /tep (PCI) | gCO <sub>2</sub> /kWh |
|------------------|------------------------------|-----------------------|
| Fioul domestique | 3 150                        | 271                   |
| Fioul Lourd      | 3 276                        | 282                   |
| Gaz naturel      | 2 394                        | 206                   |
| Propane          | 2 688                        | 231                   |
| Charbon          | 3 990                        | 343                   |
| Electricité      | 2 092                        | 180                   |

Tonnes de CO<sub>2</sub> évitées = (C<sub>référence</sub> \* R<sub>référence</sub> - C<sub>appoint</sub> \* R<sub>appoint</sub>) / 1000

Avec :

- C<sub>référence</sub> = consommation de référence en tep
- R<sub>référence</sub> = ratio lié au combustible de référence en kgCO<sub>2</sub> / tep
- C<sub>appoint</sub> = consommation d'appoint (solution bois) en tep
- R<sub>appoint</sub> = ratio lié au combustible d'appoint de la solution bois en kgCO<sub>2</sub> / tep

## 4.3 Réglementation des chaufferies bois

|                         | Pbois < 300 kW   | 2 < Pglobale < 20 MWth<br>2910 A | Pglobale > 20 MWth<br>2910 A et B | P: 0.1 MW à 20MW<br>2910 B |
|-------------------------|--|----------------------------------|-----------------------------------|----------------------------|
| Référence réglementaire | Norme européenne EN 303.5 (obligatoire depuis le 20/08/2004) | Arrêté du 26 août 2013           | Arrêté du 26 août 2013            | Arrêté du 24.09.2013       |
| Rubrique ICPE           | #  | Déclaration                      | Autorisation                      | Enregistrement             |



ICPE : Installations Classées pour la Protection de l'Environnement

Pbois : Puissance de l'appareil de chauffage au bois

Pglobale : Somme des puissances composant la chaufferie (bois + appoint)

MWth : MW thermique (électrique)

#### 4.4 Stockage du combustible bois et alimentation de la chaudière

Le système de désilage et d'alimentation de la chaudière sera adapté aux caractéristiques du combustible disponible sur le secteur géographique de LORIENT AGGLOMERATION et s'inscrivant dans le silo décrit ci-avant :

- bras rotatifs
- Une vis de désilage motorisée en fond de silo
- Remonté des plaquettes en chaudière bois par un système spécifiquement adapté (vis ou transporteur à bandes)

#### 4.5 Le réseau de chaleur

Le réseau de chaleur partira de la chaufferie bois et alimentera chaque bâtiment desservi.

Il sera composé de canalisations de chauffage, pré-isolées, posées par paires avec l'une pour l'aller et l'autre pour le retour. Les pertes thermiques de ces tuyaux sont inférieures à 1°C au km de tuyaux.

La pose des tuyaux enterrés sera réalisée sur un lit de sable de 10 cm minimum, en fond de fouille. Un espace libre de plus de 15 cm sera conservé entre les tuyaux et les parois de la tranchée, rempli de sable. Un espace libre de plus de 10 cm entre les deux tuyaux de chauffage sera aussi réalisé et rempli de sable. Les tuyaux seront recouverts de 10 cm minimum de sable avec un filet de protection violet.

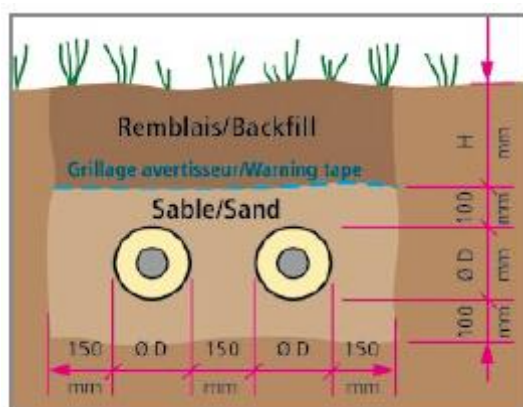
#### Synthèse des besoins en tranchée pour les réseaux de chaleur enterrés

Conformément à la réglementation en vigueur les tranchées pour le passage des réseaux de chaleur doivent avoir au minimum les dimensions ci-après : ce sont des minimums :

- La hauteur peut être augmentée pour par exemple n'avoir pas de point bas ou haut du réseau de chaleur en enterré (purge et vidange délicat voire impossible, empêchant un bon fonctionnement du réseau de chaleur)
- La largeur peut être augmentée avec d'autre réseau à passer aussi par exemple réseau pour la télégestion

Le schéma d'implantation des tuyaux enterrés est :

- Réseau Acier : (grillage avertisseur de couleur violet)



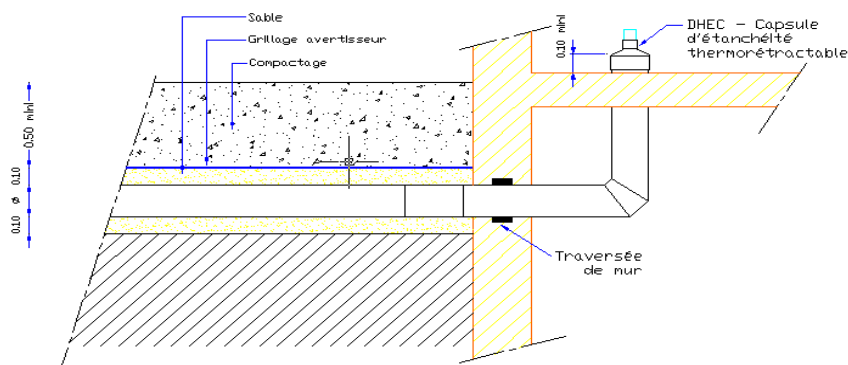
Suivant la section des tuyauteries ces tranchées devront avoir au minimum :

| tranchées       |              |
|-----------------|--------------|
| profondeur mini | largeur mini |
| mm              | mm           |
| 800 à 1000      | 600 à 1000   |

## Pénétration des réseaux dans les bâtiments

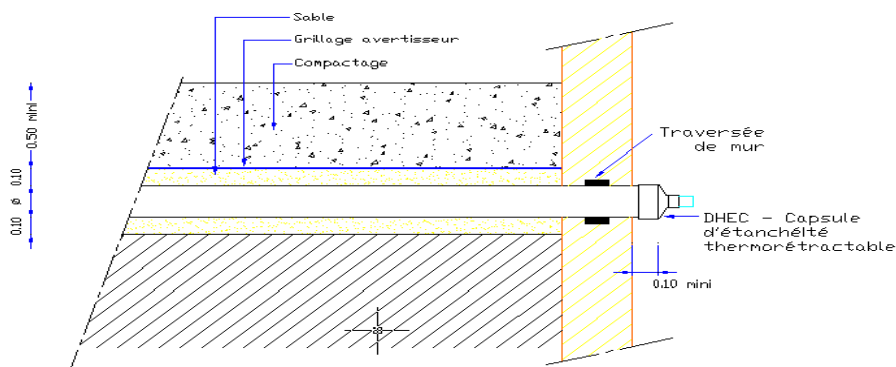
Suivant l'implantation des bâtiments la pénétration du réseau de chaleur dans chaque bâtiment sera réalisée suivant les 2 schémas suivants :

Les sous-stations au niveau du sol (voir au-dessus) :



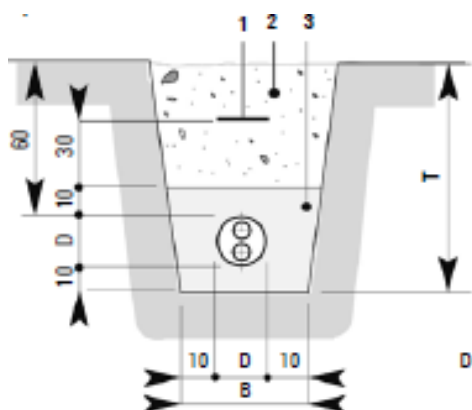
ENTREE EN EQUERRE DANS UN BATIMENT

Les sous-stations en sous-sol :



ENTREE DROITE DANS UN BATIMENT

- Réseau tubulaire flexible de type DUO (pour des petites puissances et faible besoin Température-pression) :



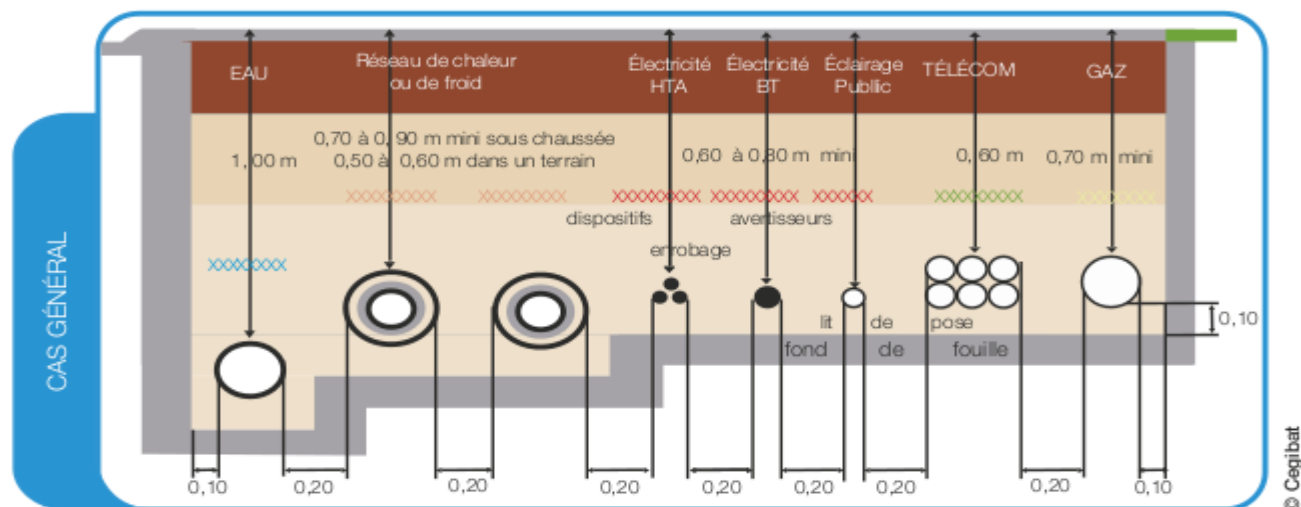
- 1 : grillage de signalisation de couleur violet
- 2 : Remblai
- 3 Sable lavé, grosseur grains max de 8 mm

| Tranchée: au minimum |            |
|----------------------|------------|
| Largueur             | Profondeur |
| mm                   | mm         |
| 500                  | 900        |

Un réseau courant faible pourra être posé parallèlement au réseau de chaleur pour la télégestion des diverses installations du réseau de chaleur. Il pourra être réalisé en sur-largeur de la même tranchée avec 1 ou 2 fourreaux PVC

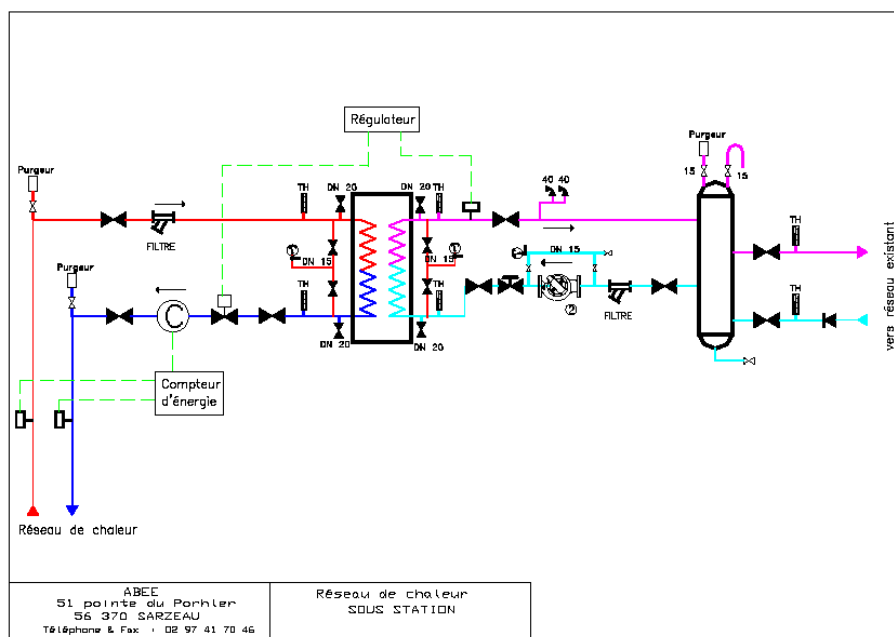
70 aiguillés et/ou 1 fourreau PVC préfilés avec le bus allant de la chaufferie bois aux sous-stations, cette dernière solution évite le coût des chambres de tirage.

Le schéma ci-dessous résume la réglementation pour les tranchées communes avec d'autres réseaux :



## 4.6 Les sous-stations

Chaque sous-station de raccordement du réseau de chaleur sera composée d'un échangeur à plaques avec compteur de chaleur pour comptabiliser les consommations d'énergie de chaque bâtiment : il affichera les kWh consommés. Le schéma type d'une sous-station est :



Chaque compteur de chaleur est composé de :

- Un mesureur de volume à détection électronique,
- Deux sondes de température, normalisées et appairées qui mesurent en permanence l'écart de température entre l'entrée et la sortie de la boucle de chauffage
- Un calculateur électronique intégré réalisant l'ensemble des fonctions d'acquisition de température de détection de volume et de correction d'enthalpie : énergie consommée par le site.

## 4.7 Chiffrage des investissements

Le chiffrage de chaque solution envisagée est estimé en tenant compte des coûts suivants :

- Construction d'un bâtiment spécifique chaufferie, essentiellement pour la chaudière bois, son silo d'approvisionnement, ...
- Fourniture et pose de la chaudière Bois et ses accessoires
- Fourniture et pose des départs et retours réseaux avec pompe de circulation...
- Fourniture et pose des réseaux de chaleur créés pour raccorder les différents bâtiments chauffés par la chaufferie créée.
- Fourniture et pose de sous station dans chaque bâtiment, afin de raccorder sur le réseau de chaleur sur les installations de chauffage de chaque bâtiment,

Sans l'installation des chaudières bois, la commune devra prévoir le remplacement des chaudières quand elles seront vétustes : nous avons tenu de leur coût de remplacement dans chaque réseau de chaleur envisagé.

Pour les bâtiments existants raccordés sur le réseau de chaleur de la chaudière bois, soit :

- les anciennes installations ne servant qu'au chauffage ne serviront plus
- Les installations servant pour la production d'ECS seront conservés pour la période hors saison de chauffe
- Si une chaudière existante est conservée pour servir d'appoint : elle sera utilisée que pour environ 10 % des besoins thermiques : la rentabilité de son remplacement sera plus faible : elle pourra être conservée plus longtemps sans la rénover.
- L'ensemble des frais annexes comprenant les coûts de maîtrise d'œuvre, d'architecte, de bureau de contrôle, de coordination SPS ...sont estimés dans un premier temps à 14% du montant total des investissements ci-dessus s'ils sont supérieurs à 300 000 € HT, et 16% en dessous.

Les chaudières bois seront constituées :

- D'un bloc foyer en dépression muni d'une grille mobile. Cette grille permettra l'avancement régulier du bois au cours de sa combustion, d'une extrémité à l'autre du foyer : la chaudière pourra brûler des plaquettes de 20 à 40 % d'humidité.
- D'un bloc échangeur à tubes de fumées verticaux à trois parcours.

**Les prix d'investissement :** La collectivité récupérant la FCTVA sur ses investissements tous les prix correspondant sont indiqués en euro HT.

## 4.8 Les aides à l'investissement

Le montant des aides ne doit pas dépasser le taux d'encadrement communautaire : le surcoût entre le bois et la solution de référence ne doit pas être aidé à plus de 55% pour les structures de moins de 250 personnes à 65 % pour les structures de moins de 50 personnes. Les niveaux d'aide présentés sont donc à considérer comme un maximum.

Pour les réseaux de chaleur produisant moins de 100 Teps par an (avec 1 tep = 11 630 kWh) : subvention pour le développement du bois énergie proviendra du Plan Bois Bretagne géré par l'Ademe régional de Bretagne, le Conseil Régional de Bretagne et le conseil départemental des Côtes d'Armor.  
(Le Fond chaleur national ne concerne que les projets de plus de 100 Teps)

### 4.8.1 Pour les projets de production bois énergie inférieur à 100 Teps :

Avec des besoins inférieurs à 100 Teps par an (avec 1 tep = 11 630 kWh), la subvention pour le développement du bois énergie proviendra du Plan Bois Bretagne géré par l'Ademe régional de Bretagne, le Conseil Régional de Bretagne et les Conseils Départementaux bretons.  
(Le Fond chaleur national ne concerne que les projets de plus de 100 Teps)

#### Gestion durable de la ressource

Afin de garantir la gestion durable du bois, les maîtres d'ouvrage s'engagent à utiliser du bois:

- provenant du grand ouest de la France
- issu de l'exploitation durable des forêts ou du bocage.
- pour le bois de recyclage, uniquement du bois propre (emballage propre de palettes, caisserie...)

Le mélange des sources de bois permet de fournir un produit à coût mutualisé. Il est demandé que les chaufferies consomment 25% à 50% minimum de bois forestier ou bocager issu d'une exploitation durable (25% pour les projets consommant moins de 100 tep/an à 50% pour les projets consommant plus de 1 000 tep/an).

#### Critères techniques

Les consommations annuelles de bois doivent correspondre à un temps de fonctionnement à plein régime de la chaudière de 1500 h minimum.

#### Critères environnementaux

Le Plan bois énergie exige le recours aux technologies les plus performantes en termes de rendement et d'émissions atmosphériques.

Pour les projets non soumis à la réglementation ICPE et inférieurs à 100 tep/an : choix de chaudière respectant la classe 5 de la norme NF EN 303-5



D'autres indicateurs techniques seront étudiés lors de l'instruction (ratio d'investissement, temps de retour avec ou sans subvention, ...) Les demandes d'aides sont à transmettre à

Lorient Agglomération

Pôle Ingénierie et Gestion Techniques

DIRECTION ARCHITECTURE PATRIMOINE ENERGIES VEHICULES

BP 20001 56314 LORIENT Cedex

Les aides à l'investissement sont calculés suivant le tableau ci-dessous (avec 1 tep = 11 630 kWh) :

**Cas 2 : Dispositif Plan bois énergie Bretagne sur les territoires porteurs d'un contrat de développement des ENR**

| aide en €/tep          | Secteur social | Secteur collectif tertiaire (1) | Secteur industrie (2) agricole et granulés | Réseau de chaleur |
|------------------------|----------------|---------------------------------|--|-------------------|
| ADEME – FC territorial | 1900           | 1900                            | 1900                                       | 331€/m            |
| Région                 | 700            | 150                             |  |                   |
| <b>TOTAL</b>           | <b>2 600</b>   | <b>2 050</b>                    | <b>1 900</b>                               | <b>331€/m</b>     |

(1) Chaufferie en secteur collectif (maîtrise d'ouvrage publique) ou en secteur tertiaire ou logements, avec maîtrise d'ouvrage privée conventionnée avec pouvoirs publics ou associative

(2) Chaufferies en industrie ou secteur tertiaire ou logements, avec maîtrise d'ouvrage privée en secteur concurrentiel

Pour les projets de chaufferies bois **granulés**, l'aide totale est de 1 900 € / TEP.

#### 4.8.2 Pour les projets de production bois énergie supérieur à 100 Teps :

C'est le fond chaleur qui s'applique pour le calcul des subventions :

| aide en €/tep | Aide chaufferie bois tous secteurs         | Réseau de chaleur                                |
|---------------|--|--|
| ADEME         | 1900 jusque 250 tep<br>1360 jusque 500 tep | 331€/mètre (DN < 65)<br>382€/mètre (DN 80 à 125) |

#### 4.8.3 Pour tous les projets de production bois énergie

Les conditions d'éligibilité sont :

| Plan bois énergie Bretagne  | Fonds chaleur   |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> <li>- Projets &gt; 5 tep sortie chaudière</li> <li>- Comptage de la chaleur produite par la chaudière bois</li> <li>- Rendement chaudière &gt; 85%, émission poussière &lt; 75 mg/Nm3 à 6% O2, émission NOx &lt; 500 mg/Nm3 à 6% O2 : <a href="#">Liste de chaudières bois éligibles</a> ou classe 5 de la norme EN 303-5 ou recours à un électrofiltre</li> <li>- Encadrement communautaire des aides : en secteur concurrentiel, l'aide à la production de chaleur est limitée à 45 à 65% du surcoût entre la solution bois et la solution de référence selon la taille de l'entreprise ; en secteur non concurrentiel, 65% du coût de projet. L'aide au réseau de chaleur n'excède pas la différence entre le coût d'investissement et la marge d'exploitation</li> </ul> |   |
| Densité minimale de 1 MWh/mètre   | Densité minimale de 1,5 MWh/m (de 1 à 1,5 : aide 1000€/tep ENR livrée)<br>Maîtrise d'œuvre, AMO ou installateur qualifié RGE bois<br>Granulés limité aux projets entre 5 et 20 tep<br><a href="#">Règles du Fonds chaleur</a> sur le site Ademe |

D'autres aides peuvent éventuellement s'ajouter l'ITI FEDER, Fonds de Soutien à l'Investissement Local (FSIL),... et ne sont pas pris en compte dans ce comparatif.

**Le montant de l'aide ne doit pas dépasser le taux d'encadrement communautaire : le surcoût entre le bois et la solution de référence ne doit pas être aidé à plus de 55% pour les structures de moins de 250 personnes à 65 % pour les structures de moins de 50 personnes. Les niveaux d'aide présentés sont donc à considérer comme un maximum.**

Le montant de l'aide pouvant être obtenue avec le dispositif national des CEE (Certificats d'économie d'énergie) : est calculée avec la formule  $MWh_{cumac} = Chaleur\ renouvelable\ net\ (MWh/an) * 11,563 * C$  (C = Consommation annuelle des bâtiments existant/ Consommation des bâtiments neufs et existants) **Ces 2 aides (gérée par l'Ademe et CEE) ne peuvent pas se cumuler : le maître d'ouvrage fait son choix : c'est soit l'une soit l'autre.** Pour les projets de plaquettes bois envisagés dans cette étude l'aide apportée par l'Ademe est plus intéressante : nous retiendrons cette solution.

## 4.9 Chiffrage des gains annuels d'exploitation

Le P1 correspond au coût annuel de l'énergie nécessaire pour chauffer les bâtiments. Le P2 correspond au coût annuel de la conduite, entretien et maintenance des installations thermiques.

Les gains annuels sont obtenus par la différence entre les coûts de chauffage définis dans le tableau ci-dessus, et les coûts prévisionnels avec :

- **Chaleur fournie par le bois plaquette :**

- Les producteurs regroupés au sein de la SCIC Argoat Bois Energie.

La SCIC Argoat Bois Energie est une Société Coopérative d'Intérêt Collectif.

C'est une entreprise de l'économie sociale et solidaire reposant sur les principes de :

- Transparence
- Equité
- Gestion durable des ressources

Basée sur le multisociétariat, la SCIC est composée de producteurs, collectivités, entreprises prestataires, partenaires de soutien... L'objectif de la SCIC est de produire du bois déchiqueté local, issu d'une gestion durable (Plan de Gestion de Bocage), avec une juste rémunération des producteurs et un prix du bois acceptable par les collectivités et entreprises. Les plaquettes bois « standard » fournies par la SCIC correspondent à la granulométrie P45. En général, elles sont produites de janvier à avril et livrées ensuite de septembre à mai : leur humidité est comprise entre 30 et 20%, soit 25% en moyenne : PCI = 3 655 kWh/tonne. Elles peuvent être livrées directement par les agriculteurs qui les produisent : volume de 40 à 60 m3 soit entre 10 et 15 tonnes, par remorque agricole ou camion benne (compris dans le prix unitaire à la tonne). Leur prix de vente est de 106 € HT / Tonne soit 116,60 € TTC/t : près de 32 € TTC / MWh pci. La SCIC Argoat Bois Energie peut aussi livrer ce bois criblé, moyennant un surcoût de 24 € HT/tonne : le prix du MWh pci devient alors 35,56 € TTC. La livraison du bois dans une trémie intermédiaire avec une vis de remontée pour remplir le silo au-dessus du niveau de la route est facturée avec un coût supplémentaires de 66 € TTC correspondant au délai d'1 heure en plus pour le délai de livraison.

- Les forestiers privés sont regroupés avec BEOE : SAS Bois Energie Ouest Environnement - ZA de Beaurepaire 56 800 Augan. Ils proposent la fourniture et livraison en FMA 90 m3 de plaquette forestière : Plaquette bois naturel non traité maille P45, Humidité cible à 25% (+/- 5%) criblée au prix de 87,73 € HT, soit 92,56 € TTC. (TVA réduite de 5,5%) : 25,50 € ttc/MWh pci

**Dans la suite de la présente étude nous retiendrons le prix moyen du MWh pci : 30,50 € TTC, soit avec, un rendement moyen annuel de 86%, 35,5 € TTC/MWh sch** (sortie chaufferie bois). : Nettement moins cher que les énergies actuelles : prix moyen des 22 sites 73,80 € TTC / MWh u : tout en développement l'emploi local et réduisant les gaz à effet de serre

- **Chaleur fournie par l'énergie bois granulés :** Le prix sur ce secteur géographique est de l'ordre de 290 € TTC/Tonne, soit, avec un PCI à 4,9 MWh/tonne, environ 58,6 € TTC/MWh pci, soit près de 65,1 € TTC/MWh u. La liste des fournisseurs de granulés est en annexe 2 du présent document.
- **Chaleur fournie par l'énergie d'appoint éventuelle,** suivant les prix des sites vus dans l'analyse thermiques des bâtiments, au début de cette mission : prix moyen du gaz à 60,50 € TTC/MWh utile
- **le coût de maintenance supplémentaire pour le fonctionnement de la chaufferie créée et l'estimation des coûts de maintenance évités.**

Les coûts de maintenance de la chaufferie automatique au bois sont estimés avec l'hypothèse que la conduite sera réalisée en régie par le personnel communal, avec un contrat d'entretien annuel spécifique réalisé par une entreprise spécialisée : La chaufferie bois nécessite une surveillance, un entretien et le remplacement de pièces d'usures spécifiques à ce type d'installation.

**Conduite et petit entretien chaufferie annuels** (pouvant être assuré par le personnel de la commune)

Contrôles visuels réguliers : niveau combustible, foyer, évacuation cendres, dépoussiérages, sécurité et alarmes, vis d'alimentation

Les coûts actuels connus que pour l'entretien externalisé des chaufferies (hors les temps de conduite réalisés par la commune) sont :

| TTC                         | P2/an          |
|-----------------------------|----------------|
| Centre Océanis              | 3 000 €        |
| EHPAD Pierre et Marie Curie | 1 860 €        |
| Maternelle Desnos           | 522 €          |
| Primaire Prévert            | 690 €          |
| Club 3ème Age               | 162 €          |
| Service jeunesse            | 90 €           |
| Maison des jeunes           | 180 €          |
| Espace culturel             | 918 €          |
| Bibliothèque                | 114 €          |
| <b>Total</b>                | <b>7 536 €</b> |

Dans ces gammes de puissance de chaudière bois nous estimons les temps et coûts d'entretiens hebdomadaires, mensuels, trimestriels, semestriels et annuels, ramonages chaudière (avec un coût horaire d'environ 40 €) suivant le détail suivant :

| Puissance chaudière bois                          | inférieur à 100 kW | De 100 à 200 kW | de 200 à 500 kW | plus de 500 kW |
|---|--------------------|-----------------|-----------------|----------------|
|   | en Heure           | en Heure        | en Heure        | en Heure       |
| 3 visite/ semaine                                 | 0,17               | 0,17            | 0,25            | 0,35           |
| Visite hebdomadaire                               |                    | 0,30            | 0,50            | 1,00           |
| Visite mensuelle                                  | 2,00               | 3,00            | 4,00            | 6,00           |
| Visite trimestrielle                              |                    | 4,00            | 6,00            | 8,00           |
| Visite semestrielle                               | 4,00               | 4,00            | 7,00            | 8,00           |
| Visite annuelle                                   |                    | 4,00            | 8,00            | 8,00           |
| Total saison de chauffe                           | 38                 | 71              | 108             | 155            |
| Total pour 12 mois par an                         | 57                 | 99              | 151             | 216            |
| Coût par saison de chauffe                        | 1 520 €            | 3 000 €         | 3 600 €         | 5 580 €        |
| Coût pour une année de fonctionnement (365 jours) | 2 280 €            | 4 000 €         | 5 040 €         | 7 812 €        |

Par sous-station de réseau de chaleur : 100 €/an

#### Assistance technique d'une entreprise spécialisée

- chaudière inférieur à 700 kW : Entretien annuel : 1 visite/an : 800 € /an
- chaudière supérieur à 700 kW : Entretien annuel : 2 visites/an : 1 600 € /an

**Gestion Administrative** : facturation – comptabilité : 400 €/an

**Gros entretien (P3)** : estimation directement proportionnelle au coût d'investissement du projet

#### Les prix d'exploitation de référence :

La collectivité ne récupérant pas la TVA sur ses frais de fonctionnement tous les prix correspondants sont indiqués en TTC

### 4.10 Calcul du temps de retour

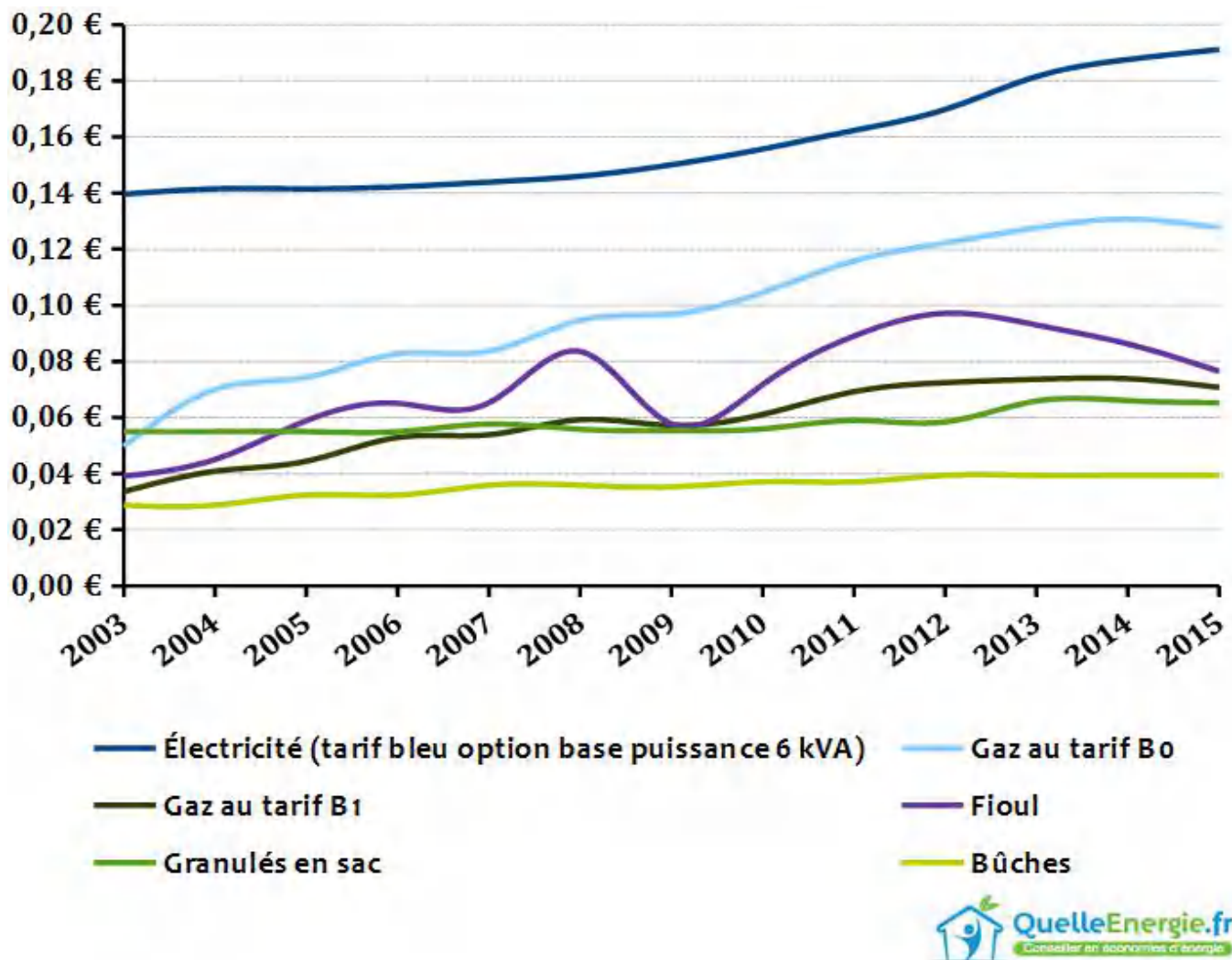
Chaque solution est comparée par le TRB : Temps de Retour Brut de l'investissement. Il est calculé en divisant le montant de l'investissement total par le gain annuel.

Nous calculerons aussi le temps de retour net : en déduisant de l'investissement total le montant des subventions : le temps de retour sur le solde qui resterait à financer par la commune.

## 4.11 L'évolution des prix des énergies

### 4.11.1 L'évolution précédente des prix des énergies

Le graphique ci-dessous indique l'évolution du prix complet (taxes et abonnement inclus le cas échéant) d'un kWh selon l'énergie utilisée entre 2003 et 2015. Les données utilisées pour ce graphique proviennent de la base Pegase du Ministère de l'Ecologie, du Développement Durable et de l'Energie.



On y constate que le fioul (et le gaz naturel et propane qui suivent son évolution à moyen terme) sont à leur prix le plus bas depuis 2012. Ils ont continué à baisser en 2016 et commencé à augmenter en 2017 puis 2018. La rentabilité des projets de chaufferie bois augmentera avec la hausse du baril de pétrole.

### 4.11.2 L'évolution à venir des prix des énergies

L'Ademe et AILE préconisent actuellement de prendre les augmentations annuelles suivantes : 5% sur les énergies fossiles, 3% sur le granulés, 2 à 3% sur le bois déchiqueté (2% sur le bois bocager - 3% sur le reste)

#### 4.11.2.1 Impact de la contribution climat énergie (CCE) sur le prix des combustibles fossiles : Evolution de la CCE entre 2014 et 2030

La CCE a été créée par la loi de finances pour 2014 (décembre 2013), qui acte une augmentation des taux de la taxe intérieure de consommation (TIC) sur les énergies fossiles, progressive et proportionnée à la quantité de dioxyde de carbone émise lors de la combustion de celles-ci. Les valeurs retenues pour la CCE dans le cadre de cette loi sont 7 €/HT/tCO<sub>2</sub> en 2014, 14,5 €/HT/tCO<sub>2</sub> en 2015 et 22 €/HT/tCO<sub>2</sub> en 2016.

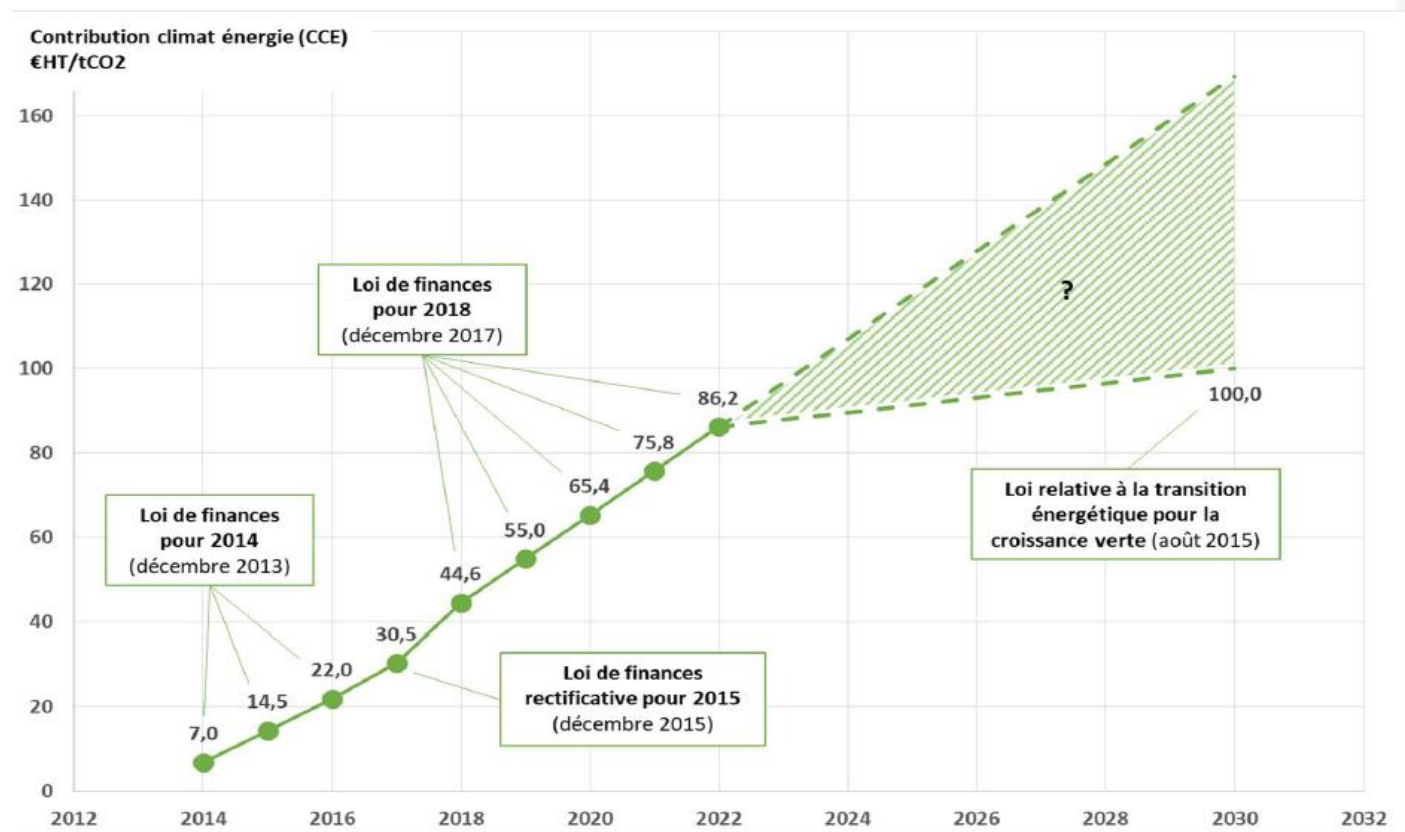


La loi relative à la transition énergétique pour la croissance verte (août 2015) conforte cette taxe en prévoyant que la composante carbone intégrée aux tarifs des taxes intérieures sur la consommation des produits énergétiques atteindra 56 €/tCO<sub>2</sub> en 2020 et 100 €/tCO<sub>2</sub> en 2030.

La loi de finances rectificative pour 2015 (décembre 2015) confirme le niveau retenu en 2013 pour 2016 (22 €/tCO<sub>2</sub>) et prévoit qu'il atteigne 30,5 €/tCO<sub>2</sub> en 2017, 39 €/tCO<sub>2</sub> en 2018 et 47,5 €/tCO<sub>2</sub> en 2019, valeurs ensuite inscrites dans la loi relative à la transition énergétique.

La loi de finances pour 2018 (décembre 2017) acte une augmentation plus ambitieuse que prévue de la composante carbone : 44,6 €/tCO<sub>2</sub> en 2018, 55,0 €/tCO<sub>2</sub> en 2019, 65,4 €/tCO<sub>2</sub> en 2020, 75,8 €/tCO<sub>2</sub> en 2021 et 86,2 €/tCO<sub>2</sub> en 2022.

### Evolution de la contribution climat énergie (CCE) (source CIBE)



Comme on le constate dans les factures de 2018 : Avec 12,5% d'augmentation annuelle de la contribution carbone (jusque 2030) (cf. détail dans note CIBE) et avec 3% d'augmentation du prix molécule : On arrive à environ 5% d'inflation sur le gaz.



## 4.12 Analyse des besoins des sites pour le réseau de chaleur

Les besoins du réseau de chaleur sont :

| N° | Bâtiment                         | Puissance<br>ss-station | Consommation/an |         | Consommation/saison<br>chauffe |         |
|----|----------------------------------|-------------------------|-----------------|---------|--------------------------------|---------|
|    |                                  | k W                     | MWh u           | € TTC   | MWh u                          | € TTC   |
| 1  | Centre aquatique Océanis         | 700                     | 1 426           | 78 862  | 1 084                          | 59 949  |
| 2  | Futurs 150 logements collectifs  | 400                     | 400             | 29 600  | 320                            | 23 680  |
| 3  | EHPAD Pierre et Marie Curie      | 270                     | 460             | 28 909  | 414                            | 25 996  |
| 4  | Service jeunesse                 | 24                      | 21,4            | 1 505   | 20,3                           | 1 429   |
| 5  | Maison des jeunes                | 30                      | 36,4            | 2 490   | 34,6                           | 2 366   |
| 6  | Maternelle Desnos                | 45                      | 56              | 4 728   | 55                             | 4 586   |
| 7  | Ecole primaire Prévert           | 95                      | 123             | 8 664   | 117                            | 8 230   |
| 8  | Club du 3 <sup>ème</sup> Age     | 20                      | 24              | 1 811   | 23                             | 1 702   |
| 10 | Bibliothèque                     | 55                      | 59              | 4 281   | 57                             | 4 163   |
|    |                                  |                         |                 |         |                                |         |
|    | Sous-total bâtiments publics     | 1 639                   | 2 606           | 160 849 | 2 125                          | 132 101 |
|    |                                  |                         |                 |         |                                |         |
| 9  | Casino                           | 124                     | 200             | 28 000  | 200                            | 28 000  |
|    | Total centre - ville             | 1 763                   | 2 806           | 188 849 | 2 325                          | 160 101 |
|    |                                  |                         |                 |         |                                |         |
| N° | Bâtiment                         | Puissance<br>ss-station | Consommation/an |         | Consommation/saison<br>chauffe |         |
|    |                                  | k W                     | MWh u           | € TTC   | MWh u                          | € TTC   |
| 11 | EHPAD Ter et Mer                 | 440                     | 592             | 38 142  | 500                            | 33 913  |
| 12 | Futurs logements Kerdroual       | 480                     | 480             | 35 520  | 384                            | 28 416  |
| 13 | Futur centre technique municipal | 60                      | 48              | 3 550   | 47                             | 3 500   |
| 14 | Serres de Kerdroual              | 350                     | 500             | 8 150   | 500                            | 8 150   |
| 15 | Centre pénitentiaire             | 880                     | 1 412           | 80 286  | 1 212                          | 68 914  |
| 16 | Collège privé Notre Dame         | 320                     | 300             | 22 000  | 300                            | 22 000  |
|    | Total Kerdroual                  | 2 530                   | 3 332           | 187 648 | 2 943                          | 164 893 |
|    | total général                    | 4 293                   | 6 138           | 376 497 | 5 268                          | 324 994 |

Le raccordement de l'ensemble des bâtiments sur 1 seul réseau de chaleur procurerait un ratio de densité du réseau de chaleur de 2 MWh u/an/mètre de réseau de chaleur.

Ce ratio a pour but d'éviter de réaliser des réseaux de chaleur consommant trop de pertes thermiques. Dans la suite de cette étude nous allons chercher les autres réseaux de chaleur permettant de respecter ce ratio et une réelle rentabilité. Pour cela nous allons regrouper les bâtiments par secteur de géographiques, pour trouver les réseaux de chaleur procurant une densité d'au moins 1,5 MWh/an/mètre de réseau.

## 5 Le réseau de chaleur du Centre-ville

Nous préconisons de positionner la chaufferie bois :

- au plus près des plus grands consommateurs du réseau de chaleur : Centre aquatique Océanis, Futurs 150 logements collectifs (à l'emplacement de l'ancien CTM)
- en profitant du dénivelé naturel du terrain entre le parking de la cuisine centrale et le terrain du Centre aquatique Océanis : les camions livreront le bois via le parking de la cuisine centrale, et l'accès à la chaufferie sera réalisé en contrebas par le terrain d'Océanis.

Le plan du réseau de chaleur ainsi envisagé est :

Chaufferie de la résidence rue de Kervam



50 m ——— Réseau de chaleur ■ Chaufferie bois ——— Option

Au vu de passage à proximité de la grande résidence Ty Néhué de la rue de Kervam, nous préconisons d'étudier aussi son raccordement sur le réseau de chaleur quand son maître d'ouvrage sera d'accord.

La réponse reçue de Lorient Habitat concernant l'immeuble de Ty Néhué :

« Nous avons effectué la réhabilitation thermique de l'immeuble de Ty Néhué à Ploemeur en atteignant le label BBC. Le chauffage électrique a été remplacé par une chaufferie collective gaz mise en service en 2015. Nous ne souhaitons pas, au vu de l'investissement pour la création de cette chaufferie, nous raccorder au réseau de chaleur de la Ville de Ploemeur. »

Lors de la maîtrise d'œuvre du réseau de chaleur la ville devra prévenir que son dimensionnement devra en tenir compte si elle le souhaite : son raccordement ne pourra qu'améliorer la densité et la rentabilité du réseau de chaleur.

Les caractéristiques des sites de ce réseau sont :

| N° | Bâtiment   | Puissance<br>ss-station<br>k W | Consommation/an |                                | Consommation/saison<br>chauffe |                |
|----|--|--------------------------------|-----------------|--------------------------------|--------------------------------|----------------|
|    |  |                                | MWh u           | € TTC                          | MWh u                          | € TTC          |
| 1  | Centre aquatique Océanis                                   | 700                            | 1 426           | 78 862                         | 1 084                          | 59 949         |
| 2  | Futurs 150 logements collectifs                            | 400                            | 400             | 29 600                         | 320                            | 23 680         |
| 3  | EHPAD Pierre et Marie Curie                                | 270                            | 460             | 28 909                         | 414                            | 25 996         |
| 4  | Service jeunesse   | 24                             | 21,4            | 1 505                          | 20,3                           | 1 429          |
| 5  | Maison des jeunes  | 30                             | 36,4            | 2 490                          | 34,6                           | 2 366          |
| 6  | Maternelle Desnos  | 45                             | 56              | 4 728                          | 55                             | 4 586          |
| 7  | Ecole primaire Prévert                                     | 95                             | 123             | 8 664                          | 117                            | 8 230          |
| 8  | Club du 3 <sup>ème</sup> Age                               | 20                             | 24              | 1 811                          | 23                             | 1 702          |
| 10 | Bibliothèque   | 55                             | 59              | 4 281                          | 57                             | 4 163          |
|    |  |                                |                 |                                |                                |                |
|    | <b>Total bâtiments publics (1)</b>                         | <b>1 639</b>                   | <b>2 606</b>    | <b>160 849</b>                 | <b>2 125</b>                   | <b>132 101</b> |
|    | Pourcentage des consommation de la saison de chauffe/année |                                |                 |                                |                                | 82,1%          |
|    | Estimation de la longueur du réseau de chaleur :           |                                | 600             | mètres                         | 224,1                          | teps/an        |
|    | Ratio du réseau de chaleur :                               |                                | 4,34            | MWhu/an/m de réseau de chaleur |                                |                |
|    |  |                                |                 |                                |                                |                |
| 9  | Casino   | 124                            | 200             | 28 000                         | 200                            | 28 000         |
|    | Total avec le Casino en plus                               | 1 763                          | 2 806           | 188 849                        | 2 325                          | 160 101        |
|    | Pourcentage des consommation de la saison de chauffe/année |                                |                 |                                |                                | 84,8%          |
|    | Estimation de la longueur du réseau de chaleur :           |                                | 620             | mètres                         | 241,3                          | teps/an        |
|    | Ratio du réseau de chaleur :                               |                                | 4,53            | MWhu/an/m de réseau de chaleur |                                |                |

Les besoins pendant les 5 mois d'été les plus importants sont : 468 MWh u (soit 130 kW moyen)

- Océanis : 342 MWh u
- Futurs 150 logements : 80 MWh u
- Ehpad Curie : 46 MWh u

L'Océanis ayant encore d'important besoins et étant proche de la chaufferie, nous prévoyons en base aussi le fonctionnement de la chaufferie bois en été pour l'Océanis.

Pour les 2 autres sites : ils sont proches et sur la même branche du réseau de chaleur. Le fonctionnement du réseau de chaleur pour ces 2 sites entraîne une augmentation des pertes thermiques du réseau de chaleur de 38 MWh u par an, pour une consommation supplémentaire de 126 MWh u/an. Les pertes correspondent à 30% de cette consommation. Le prix du MWh u fourni à ces 2 sites en été revient ainsi à près de 35,5\*1,3 soit 46,15 € encore bien en dessous du prix du MWh u du gaz (60, 50 €) : Nous préconisons de retenir cette solution pour la suite d la présente étude.

Les besoins d'ECS des autres sites en été ne représentent que 3 MWh u. Le fonctionnement du réseau de chaleur le desservant entraînerait près de 50 MWh u de pertes thermiques supplémentaires. Nous préconisons pour ces sites de réaliser son ECS pendant cette période par les installations actuelles.

Le réseau de chaleur centre-ville procure un excellent ratio de densité près de 4,3 MWh/m et correspond à une consommation annuelle de 2 600 MWh u, soit 224 Teps. Il respecte une densité > 1,5 MWh u/an/mètre.

N'ayant pas eu d'accord de principe du Casino pour se raccorder sur le réseau bois, ni leur coût réel actuel, cette solution ne pourra être approfondie qu'après leur réception, par exemple lors de la maîtrise d'œuvre du réseau : La faible longueur du réseau de chaleur et les estimations de consommations laissent prévoir que cette solution peut apporter une petite amélioration de la rentabilité du projet. Les installations thermiques électriques du Casino devront être remplacées par des installations de chauffage à eau chaude pour pouvoir être raccordées sur le réseau de chaleur. Ce cout est estimé à 30 k€ HT.

Les caractéristiques du réseau de chaleur sont :

| N° | Bâtiment   | Puissance<br>ss-station | Consommation/an                     |                |         |       |
|----|--|-------------------------|-------------------------------------|----------------|---------|-------|
|    |  |                         | k W                                 | MWh u          | € TTC   |       |
| 1  | Centre aquatique Océanis                                   | 700                     | 1 426                               | 78 862         |         |       |
| 2  | Futurs 150 logements collectifs                            | 400                     | 400                                 | 29 600         |         |       |
| 3  | EHPAD Pierre et Marie Curie                                | 270                     | 460                                 | 28 909         |         |       |
| 4  | Service jeunesse   | 24                      | 20,3                                | 1 429          |         |       |
| 5  | Maison des jeunes  | 30                      | 34,6                                | 2 366          |         |       |
| 6  | Maternelle Desnos  | 45                      | 54,5                                | 4 586          |         |       |
| 7  | Ecole primaire Prévert                                     | 95                      | 117,1                               | 8 230          |         |       |
| 8  | Club du 3 <sup>ème</sup> Age                               | 20                      | 22,9                                | 1 702          |         |       |
| 10 | Bibliothèque   | 55                      | 57,3                                | 4 163          |         |       |
|    |  |                         |                                     |                |         |       |
|    | <b>Total bâtiments publics (1)</b>                         | <b>1 639</b>            | <b>2 593</b>                        | <b>159 847</b> |         |       |
|    | Pourcentage des consommation de la saison de chauffe/année |                         |                                     |                |         | 82,6% |
|    | Estimation de la longueur du réseau de chaleur :           | 600                     | mètres                              | 222,9          | teps/an |       |
|    | Ratio du réseau de chaleur :                               |                         | 4,32 MWhu/an/m de réseau de chaleur |                |         |       |

La synthèse du réseau de chaleur est :

|                             |       |                |            |       |
|-----------------------------|-------|----------------|------------|-------|
| Déperditions                | 1 276 | k W            |            |       |
| Total sous-stations         | 1 639 | k W            |            |       |
| Besoins/an                  | 2 593 | MWh utiles     |            |       |
| Longueur réseaux de chaleur | 600   | m              | dont 335 m | <dn65 |
| Densité                     | 4,3   | MWh u/an/mètre |            |       |
| Perte thermique réseau      | 171   | MWh utiles     | 6,6%       |       |

Au vu de ces données, nous avons réalisé un comparatif avec une chaufferie bois comprenant 2 à 3 chaudières d'une puissance totale de 500 kW à 1 000 kW. L'appoint sera réalisé par la chaufferie actuelle de l'Océanis et par une chaudière gaz d'environ 800 kW installée à côté des chaudières bois (celle-ci servira de 1° appoint, celles de l'Océanis de 2° appoint voir de secours)

A défaut de raccordement des sites sur le réseau de chaleur, les investissements suivants devront être réalisés à court terme : 138 k€ HT

- Remplacement de la chaudière de l'école Desnos : 14 k€ HT
- Remplacement de la chaudière de l'école Prévert : 24 k€ HT
- Création des chaufferies pour les 150 futurs logements : 100 k€ HT

Le réseau de desserte des sous-stations des futurs logements n'est pas chiffré dans cette présente étude. Il devra être réalisé lors des travaux de la zone quand leurs emplacements seront connus. Un dossier de demande d'aide au fond chaleur pour ces réseaux de chaleur pourra être transmis à l'Ademe via l'Agglo auparavant pour pouvoir obtenir les aides correspondantes. Nous avons prévu pour l'instant des 3 jeux de vannes pré-isolés enterrés en attente.



## 5.1 Comparatif des solutions

Le comparatif de toutes ces solutions est :

| Solution                                       | ACTUEL         | Chaufferie     | Chaufferie     | Chaufferie     | Chaufferie     | Chaufferie     |
|--|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|----------------|
|  |                | BOIS           | BOIS           | BOIS           | BOIS           | BOIS           |
| Puissance chaudière Bois en kW                 |                | 500            | 600            | 660            | 750            | 1 000          |
| Heures de fonctionnement à plein régime        |                | 3 897          | 3 662          | 3 505          | 3 265          | 2 653          |
| <b>Investissement en € HT</b>                  |                |                |                |                |                |                |
| Chaudière bois                                 |                | 162 260        | 183 540        | 191 520        | 243 390        | 287 280        |
| Génie civil Chaufferie                         |                | 180 000        | 180 000        | 180 000        | 200 000        | 200 000        |
| Chaufferie appoint                             | 138 000        | 30 000         | 30 000         | 30 000         | 30 000         | 30 000         |
| Chaufferies (hydraulique et électricité)       | 0              | 80 000         | 80 000         | 80 000         | 100 000        | 100 000        |
| Total chaufferies                              | 138 000        | 452 260        | 473 540        | 481 520        | 573 390        | 617 280        |
| Sous-stations                                  |                | 69 000         | 69 000         | 69 000         | 69 000         | 69 000         |
| Réseau de chaleur                              |                | 235 000        | 235 000        | 235 000        | 235 000        | 235 000        |
| Circuit secondaire Maison des Jeunes           |                | 1 500          | 1 500          | 1 500          | 1 500          | 1 500          |
| <b>Investissement total</b>                    | <b>138 000</b> | <b>757 760</b> | <b>779 040</b> | <b>787 020</b> | <b>878 890</b> | <b>922 780</b> |
| Maîtrise d'œuvre, bureau contrôle...           | 22 080         | 121 242        | 124 646        | 125 923        | 105 467        | 110 734        |
| Coût total HT                                  | 160 080        | 879 002        | 903 686        | 912 943        | 984 357        | 1 033 514      |
| Subvention Ademe, Région, Département          | 0              | 530 462        | 571 102        | 590 068        | 612 194        | 645 609        |
| <b>Solde à financer HT</b>                     | <b>160 080</b> | <b>348 539</b> | <b>332 584</b> | <b>322 876</b> | <b>372 163</b> | <b>387 905</b> |
| Surinvestissement HT                           |                | 210 539        | 194 584        | 184 876        | 234 163        | 249 905        |
| <b>Fonctionnement annuel en € TTC</b>          |                |                |                |                |                |                |
| Besoins d'énergie annuels en Teps              |                | 238            | 238            | 238            | 238            | 238            |
| Energie fournie par le bois                    | 0%             | 70,5%          | 79,5%          | 83,7%          | 88,6%          | 96,0%          |
| Teps fournies par le bois énergie              |                | 168            | 189            | 199            | 211            | 228            |
| Tonne de bois/an                               |                | 652            | 735            | 774            | 819            | 887            |
| P1 : bois consommé                             |                | 69 176         | 78 007         | 82 128         | 86 936         | 94 197         |
| P1 : appoint consommé                          | 159 847        | 56 730         | 39 423         | 31 346         | 21 923         | 7 692          |
| P1' : électricité supplémentaires              |                | 4 560          | 5 142          | 5 414          | 5 730          | 6 209          |
| P2 : conduite & entretien                      | 9 736          | 7 240          | 7 240          | 7 240          | 8 240          | 8 240          |
| P3 : gros entretien                            | 5 400          | 5 445          | 5 871          | 6 030          | 7 468          | 8 346          |
| TOTAL P1 + P2 + P3                             | 174 983        | 143 151        | 135 682        | 132 158        | 130 297        | 124 684        |
| Gain annuel P1+P2+P3                           |                | 31 832         | 39 301         | 42 825         | 44 686         | 50 299         |
| P4/an du solde à financer (2% sur 20 ans)      | 9 718          | 21 158         | 20 190         | 19 600         | 22 593         | 23 548         |
| TOTAL P1 + P2 + P3+P4                          | 184 701        | 164 309        | 155 872        | 151 758        | 152 890        | 148 232        |
| <b>Gain annuel avec la chaufferie bois</b>     |                | <b>20 391</b>  | <b>28 829</b>  | <b>32 943</b>  | <b>31 811</b>  | <b>36 469</b>  |
|  |                | <b>11,0%</b>   | <b>15,6%</b>   | <b>17,8%</b>   | <b>17,2%</b>   | <b>19,7%</b>   |
| Prix moyen annuel du MWh utile                 | 71,23          | 63,37          | 60,11          | 58,53          | 58,96          | 57,17          |
| 90% du prix actuel                             | 64,11          | 89,0%          | 84,4%          | 82,2%          | 82,8%          | 80,3%          |
| Tco2 évités/an                                 |                | 377            | 425            | 448            | 474            | 514            |
| Temps de retour Brut                           |                | 27,6           | 23,0           | 21,3           | 22,0           | 20,5           |
| Temps de retour net du solde à financer        |                | 10,9           | 8,5            | 7,5            | 8,3            | 7,7            |
| Temps de retour net du surinvestissement       |                | 6,6            | 5,0            | 4,3            | 5,2            | 5,0            |
| Prix moyen annuel du MWh utile hors subvention |                | 75,79          | 73,48          | 72,34          | 73,29          | 72,28          |
| MWh sch bois                                   |                | 1 949          | 2 197          | 2 313          | 2 449          | 2 653          |
| MWh pci bois                                   |                | 2 165          | 2 442          | 2 571          | 2 721          | 2 948          |
| Aide/mwh sch                                   |                | 303            | 269            | 255            | 241            | 222            |
| Aide/Tep sch                                   |                | 26             | 23             | 22             | 21             | 19             |
| Aide/tco2                                      |                | 1 564          | 1 387          | 1 317          | 1 244          | 1 148          |

Dans chaque tableau vous trouverez les précisions suivantes :

**Puissance Ch. Bois** = Puissance de la chaufferie bois retenue pour cette solution de réseau de chaleur :

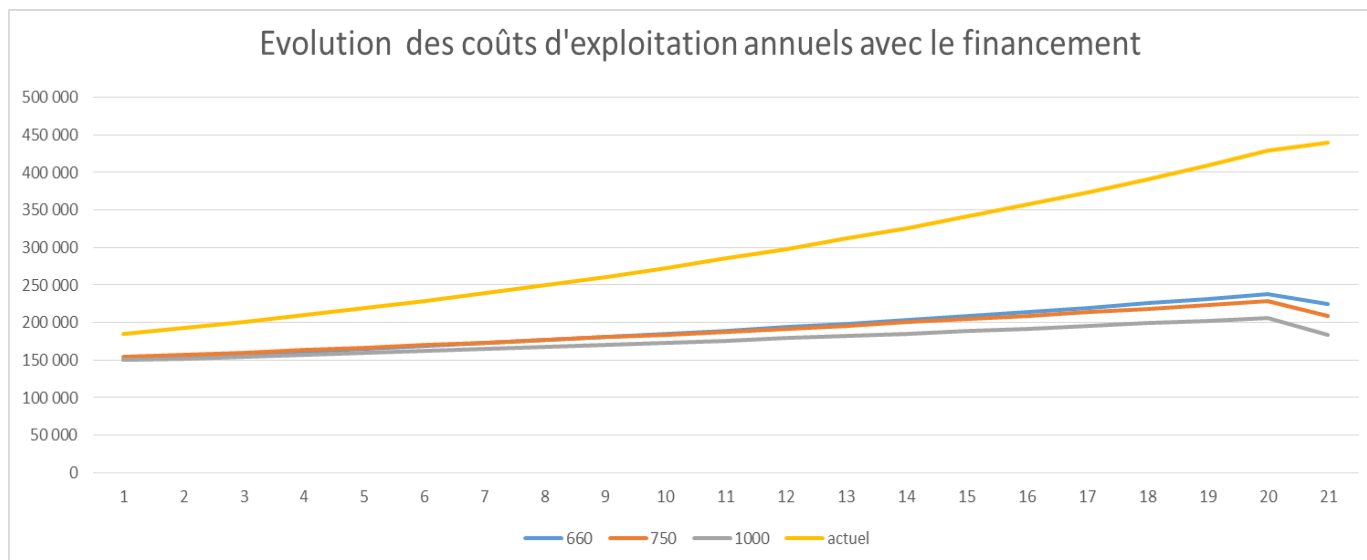
**Quantité Bois/an** : Quantité prévisible de bois consommée par année de fonctionnement

**Solde à financer** : Montant des investissements après déduction du montant de l'aide pour le Bois Energie de l'Ademe et du conseil Régional.

Le **surinvestissement** est le solde à financer après la déduction de l'investissement à réaliser si le bâtiment n'est pas raccordé au réseau urbain.

**TR net** : Temps de Retour du solde à financer / gain annuel de fonctionnement





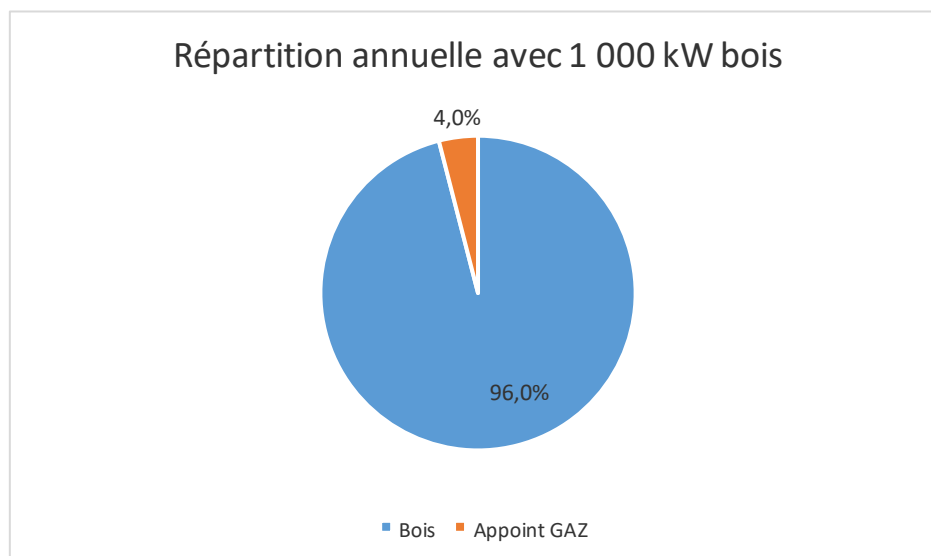
Le comparatif du coût global sur vingt années des 3 solutions les plus rentables est :

| Coût global |            | 660       | 750       | 1000      | actuel    |
|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 20ans       | € TTC      | 3 815 610 | 3 779 512 | 3 535 347 | 5 782 570 |
| Gain/actuel | € TTC      | 1 966 960 | 2 003 057 | 2 247 223 |           |
|             | % / Actuel | 66,0%     | 65,4%     | 61,1%     |           |

Ces 3 solutions sont particulièrement intéressantes, le choix pourra éventuel se finaliser avec plus de précision sur le projet des futurs 150 logements, suivant que leurs prévisions de consommation sont inférieurs ou supérieurs à nos estimations.

La solution réseau de chaleur avec une chaufferie commune BOIS plaquettes de 1 000 kW est la plus rentable. Elle procure un gain de l'ordre de 13% dès la première année et plus de 40 % dans 20 ans.

**Le gain global sur 20 ans est plus de 2 millions d'euro.** (30% avec les chaufferies actuelles de références)



La production de chaleur fournie par le bois correspond en DJU moyen trentenaire correspond à :

- 2 633 MWh utiles bois
- 2 926 MWh pci bois
- 887 Tonnes de bois/an
- 226 Teps/an

Cette solution apporte en plus un gain environnemental de plus de 500 Tco2 évités/an, et près d'un emploi chaque année sur l'Agglo de Lorient pour la fourniture des plaquettes bois et l'entretien de la chaufferie bois.

## 5.2 Calcul des R1 et R2 prévisionnels

Rappel des coûts de référence : coûts actuels ou chaufferie gaz collectives pour les 150 futurs logements :

| Coût Référence               | Puissance<br>kW | MWhU/an      | P1 ttc           | P2+P3           | Investis-<br>sement | P4/an<br>(2%&20 ans) | P1 + P2<br>+ P3 + P4 |
|------------------------------|-----------------|--------------|------------------|-----------------|---------------------|----------------------|----------------------|
| Centre aquatique Océanis     | 700             | 1 426        | 78 862 €         | 4 240 €         |                     |                      | 83 102 €             |
| Futurs 150 lgts collectifs   | 400             | 400          | 29 600 €         | 3 600 €         | 100 000 €           | 6 071 €              | 39 271 €             |
| EHPAD Curie                  | 270             | 460          | 28 909 €         | 2 820 €         |                     |                      | 31 729 €             |
| Service jeunesse             | 24              | 20,3         | 1 429 €          | 802 €           |                     |                      | 2 231 €              |
| Maison des jeunes            | 30              | 34,6         | 2 366 €          | 1 170 €         |                     |                      | 3 536 €              |
| Maternelle Desnos            | 45              | 54,5         | 4 586 €          | 302 €           | 14 000 €            | 850 €                | 5 738 €              |
| Ecole primaire Prévert       | 95              | 117,1        | 8 230 €          | 230 €           | 24 000 €            | 1 457 €              | 9 917 €              |
| Club du 3 <sup>ème</sup> Age | 20              | 22,9         | 1 702 €          | 460 €           |                     |                      | 2 162 €              |
| Bibliothèque                 | 55              | 57,3         | 4 163 €          | 1 398 €         |                     |                      | 5 561 €              |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>1 639</b>    | <b>2 593</b> | <b>159 847 €</b> | <b>15 022 €</b> | <b>138 000 €</b>    | <b>8 377 €</b>       | <b>183 246 €</b>     |

Comme vu au § 11.2.1, la tarification d'un réseau de chaleur est binôme. Pour ce réseau avec la Puissance chaufferie Bois de 1 000 kW on a :

- Calcul du R1 TTC :  $R1 = P1$  : bois consommé +  $P1$  : appoint consommé +  $P1'$  : électricité supplémentaires :

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Nombre de MWh u /an | 2 592,7   |
| R1 (€ TTC/an)       | 108 098 € |
| R1 (€ TTC/MWh)      | 41,69 €   |

- Calcul du R2 TTC :  $R2 = P2+P3+P4$ .

Dans un premier temps nous avons étudié sa répartition suivant : la puissance des sous-stations, de leurs consommations et la surface chauffée par site. On obtient ainsi :

|                              | R2 suivant puissance |                |               |            | R2 suivant Consommation |                |               |            | R2 suivant surface |                |               |            |
|------------------------------|----------------------|----------------|---------------|------------|-------------------------|----------------|---------------|------------|--------------------|----------------|---------------|------------|
|                              | R2/an                | R1+R2+P4       | Gain/actuel   |            | R2/an                   | R1+R2+P4       | Gain/actuel   |            | R2/an              | R1+R2+P4       | Gain/actuel   |            |
| Centre aquatique Océanis     | 15 061               | 74 516         | 8 586         | 10%        | 19 398                  | 78 853         | 4 249         | 5%         | 9 847              | 69 301         | 13 800        | 17%        |
| Futurs 150 lgts collectifs   | 8 606                | 25 284         | 13 987        | 36%        | 5 441                   | 22 119         | 17 152        | 21%        | 14 485             | 31 162         | 8 108         | 21%        |
| EHPAD Curie                  | 5 809                | 24 988         | 6 741         | 21%        | 6 257                   | 25 436         | 6 293         | 8%         | 2 698              | 21 877         | 9 852         | 31%        |
| Service jeunesse             | 516                  | 1 363          | 868           | 39%        | 276                     | 1 123          | 1 108         | 1%         | 149                | 995            | 1 236         | 55%        |
| Maison des jeunes            | 645                  | 2 088          | 1 448         | 41%        | 471                     | 1 913          | 1 623         | 2%         | 334                | 1 777          | 1 759         | 50%        |
| Maternelle Desnos            | 968                  | 3 240          | 2 497         | 44%        | 741                     | 3 014          | 2 724         | 3%         | 1 891              | 4 163          | 1 574         | 27%        |
| Ecole primaire Prévert       | 2 044                | 6 926          | 2 991         | 30%        | 1 593                   | 6 475          | 3 442         | 4%         | 2 633              | 7 515          | 2 402         | 24%        |
| Club du 3 <sup>ème</sup> Age | 430                  | 1 385          | 777           | 36%        | 312                     | 1 266          | 896           | 1%         | 410                | 1 365          | 797           | 37%        |
| Bibliothèque                 | 1 188                | 3 577          | 1 984         | 36%        | 779                     | 3 168          | 2 393         | 3%         | 2 823              | 5 212          | 349           | 6%         |
| <b>TOTAL</b>                 | <b>35 269</b>        | <b>143 367</b> | <b>39 879</b> | <b>22%</b> | <b>35 269</b>           | <b>143 367</b> | <b>39 879</b> | <b>22%</b> | <b>35 269</b>      | <b>143 367</b> | <b>39 879</b> | <b>22%</b> |

Dans tous les cas la répartition permet d'obtenir pour chaque site un gain avec la chaufferie bois. Celle tenant compte des surfaces équilibre mieux la répartition entre les abonnés. S'il le souhaite le maître d'ouvrage pourra les mixer avec une URF (une unité mixant ces données pour mieux équilibrer la répartition des gains) s'il le souhaite.

### 5.3 Présentation de la chaufferie et du silo

Nous préconisons de positionner la chaufferie bois :

- au plus près des plus grands consommateurs du réseau de chaleur : Centre aquatique Océanis, Futurs 150 logements collectifs (à l'emplacement de l'ancien CTM)
- en profitant du dénivelé naturel du terrain entre le parking de la cuisine centrale et le terrain du Centre aquatique Océanis : les camions livreront le bois via le parking de la cuisine centrale, et l'accès à la chaufferie sera réalisé en contrebas par le terrain d'Océanis.

#### *Dimensionnement stockage*

Le dimensionnement du silo de stockage de combustible bois doit tenir compte de deux contraintes :

- Autonomie souhaitée : Avec la puissance de la chaufferie l'autonomie recherchée est d'une dizaine de jours : le volume utile du silo doit alors permettre le fonctionnement à pleine charge de la chaudière pendant cette durée : soit 28 m<sup>3</sup> (densité combustible (300 kg/m<sup>3</sup>) Le volume utile du silo doit correspondre au moins à cette durée d'autonomie.
- Volume de livraison : suivant l'étude d'approvisionnement vu ci-avant avec le prix du bois énergie, le volume de livraison de 50 m<sup>3</sup> est proche du minimum pour cette taille de chaufferie. Ce volume de livraison nécessite de prévoir un volume utile du silo minimum d'environ 70 m<sup>3</sup> pour ne pas risquer d'être en rupture de bois avant une livraison.

Avec au moins 2 silos enterré carré d'environ 5\*5 m d'une profondeur entre 4 m unitaire : le volume utile total du silo sera de l'ordre de 150 m<sup>3</sup>. L'autonomie de ce silo est :

- En moyenne /an : 15 jours.
- En plein hivers : 11 jours d'autonomie

Ce volume de silo :

- nécessitera 71 livraisons par an avec des camions de 50 m<sup>3</sup> : en moyenne près de 6 livraisons par mois.
- Permettra aussi des livraisons par camion semi-remorque (80 à 90 m<sup>3</sup>)

#### *Cendres*

Les quantités annuelles de cendres seront de l'ordre de 9 tonnes (13,3 m<sup>3</sup>)

#### *La chaufferie*

La chaufferie proposée est composée de

- 3 Chaudières bois de 330 kW pour l'optimisation de l'investissement et une meilleure souplesse de fonctionnement dont une puissance chaufferie aussi adaptée aux besoins réduits en été
- Chaudière d'appoint secours gaz naturel d'environ 800 kW, complétée par les 2 chaudières gaz de l'Océanis
- Un ballon tampon de l'ordre de 10 m<sup>3</sup> (à définir avec les besoins affinés des futurs logements et des nettoyages des filtres de la piscine)
- La chaufferie sera au niveau du sol du côté d'Océanis, d'environ 105 m<sup>2</sup>
- Le silo sera semi-enterré de 50 à 75 m<sup>2</sup> (2 ou 3 silos de 25 m<sup>2</sup>) et environ 4 mètres de hauteur : le dénivelé naturel du terrain permet d'augmenter la profondeur du silo sans devoir rajouter une 2<sup>e</sup> vis de remonter du bois (entraînant un surcout et des risques de blocage dans l'amenée du bois jusqu'à la chaudière)

## 5.4 Projet du planning de ce réseau de chaleur :

|   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Planning de l'opération</b> : Environ 1,5 an entre le début de la Maîtrise d'Œuvre et la fin des travaux |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Calendrier prévisionnel de la consultation d'entreprises</b>   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   | Mois N | N+1  | N+2  | N+3  | N+4  | N+5  | N+6  | N+7  | N+8  |
| Commande Moe  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Esquisse  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| APS   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| APD   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PC  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PROJET - EXE  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| AO - Chiffages entreprises  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Analyse des offres  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Choix des entreprises   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Calendrier prévisionnel des travaux</b>  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   | N+10   | N+11 | N+12 | N+13 | N+14 | N+15 | N+16 | N+17 | N+18 |
| Période de préparation  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Réseaux de chaleur  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Gros Œuvre bâtiment   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Etanchéité  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Charpente métallique  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| sous-stations   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Chaufferie mixte  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Chaudière bois  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Abord chaufferie et plantation  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Réception   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |



## 6 Le secteur Kerdroual

Nous préconisons de positionner la chaufferie bois au plus près des plus grands consommateurs du réseau de chaleur. Un emplacement possible est sur la parcelle située entre le futur CTM et le SDIS, bien situé au milieu des 3 plus gros consommateurs. Par commodité pour la maintenance, nous le prévoyons en face du CTM. Le plan du réseau de chaleur ainsi envisagé est :



100 M —————

— Réseau de chaleur    ■ Chaufferie bois



Les caractéristiques des sites de ce réseau sont :

| Besoins thermiques   | Puissance ss-station | Consommation/an                         |                | Consommation/saison chauffe |                |
|--|----------------------|---|----------------|-----------------------------|----------------|
|  |                      | MWh u/an                                | € TTC/an       | MWh u/an                    | € TTC/an       |
| EHPAD Ter et Mer   | 440                  | 592                                     | 38 142         | 500                         | 33 913         |
| Futurs logements Kerdroual                                 | 480                  | 480                                     | 35 520         | 384                         | 28 416         |
| Futur centre technique municipal                           | 60                   | 48                                      | 3 550          | 47                          | 3 500          |
| Serres de Kerdroual  | 350                  | 500                                     | 8 150          | 500                         | 8 150          |
| Centre pénitentiaire                                       | 880                  | 1 412                                   | 80 286         | 1 212                       | 68 914         |
| Collège privé Notre Dame                                   | 320                  | 300                                     | 22 000         | 300                         | 22 000         |
| <b>Total Kerdroual</b>                                     | <b>2 530</b>         | <b>3 332</b>                            | <b>187 648</b> | <b>2 943</b>                | <b>164 893</b> |
| Pourcentage des consommation de la saison de chauffe/année |                      |   |                | 88,3%                       | 87,9%          |
| Longueur du réseau de chaleur :                            |                      | 1330 Mètres                             |                | 286,5                       | teps           |
| Ratio du réseau de chaleur :                               |                      | 2,5 MWh u/an/mètre de réseau de chaleur |                |                             |                |

Les besoins pendant les 5 mois d'été les plus importants sont : 388 MWh u (soit 105 kW moyen)

- EHPAD Ter et Mer : 92 MWh u
- Futurs 180 logements : 96 MWh u
- Centre pénitentiaire : 200 MWh u

Le fonctionnement du réseau de chaleur pour ces 3 sites pendant ces 5 mois d'été entraîne une augmentation des pertes thermiques du réseau de chaleur de 163 MWh u par an, pour une consommation supplémentaire de 388 MWh u/an. Les pertes correspondent à 42% de cette consommation. Le prix du MWh u fourni à ces 2 sites en été revient ainsi à près de  $35,5 \times 1,42$  soit 50,4 € encore en dessous du prix du MWh u du gaz (60,50€) : Nous préconisons de retenir cette solution pour la suite de la présente étude.

En attendant la réalisation des futurs 180 logements, les pertes du réseau vers l'Ehpad seront de 90 % soit prix du MWh u fourni de 67,5 € : soit un coût supérieur de production de l'ECS de l'Ehpad en été par sa chaufferie gaz actuelle : nous préconisons de produire l'ECS en été de l'Ehpad avec sa chaufferie gaz actuel en attendant les besoins d'ECS des futurs logements.

Nous préconisons pour les autres sites de réaliser son ECS pendant cette période par les installations actuelles : Les besoins d'ECS des autres sites en été sont celles du :

- CTM. Ils ne représentent que 1 MWh u. Le fonctionnement du réseau de chaleur le desservant entraînerait près de 3,7 MWh u de pertes thermiques supplémentaires.
- Serres : pour des besoins similaires, le fonctionnement du réseau de chaleur le desservant entraînerait près de 23 MWh u de pertes thermiques supplémentaires.

Le réseau de chaleur centre-ville procure un excellent ratio de densité près de 4,3 MWh/m et correspond à une consommation annuelle de 2 600 MWh u, soit 224 Teps. Il respecte une densité  $> 1,5$  MWh u/an/mètre.

Les caractéristiques du réseau de chaleur sont :

| Besoins thermiques   | Puissance ss-station | Consommation/an |                |       |      |
|--|----------------------|-----------------|----------------|-------|------|
|  | k W                  | MWh u/an        | € TTC/an       |       |      |
| EHPAD Ter et Mer   | 440                  | 592             | 38 142         |       |      |
| Futurs logements Kerdroual   | 480                  | 480             | 35 520         |       |      |
| Futur centre technique municipal                                     | 60                   | 47              | 3 500          |       |      |
| Serres de Kerdroual  | 350                  | 500             | 8 150          |       |      |
| Centre pénitentiaire   | 880                  | 1 412           | 80 286         |       |      |
| Collège privé Notre Dame   | 320                  | 300             | 22 000         |       |      |
| <b>Total Kerdroual</b>   | <b>2 530</b>         | <b>3 331</b>    | <b>187 598</b> |       |      |
| Pourcentage des consommation de la saison de chauffe/année           |                      |                 |                | 88%   |      |
| Longueur du réseau de chaleur : 1330 Mètres                          |                      |                 |                | 286,4 | teps |
| Ratio du réseau de chaleur : 2,5 MWh u/an/mètre de réseau de chaleur |                      |                 |                |       |      |

La synthèse du réseau de chaleur est :

|                             |         |                |          |        |
|-----------------------------|---------|----------------|----------|--------|
| Déperditions                | 1 588   | k W            |          |        |
| Total sous-stations         | 2 530   | k W            |          |        |
| Besoins/an                  | 3 331,0 | MWh utiles     |          |        |
| Longueur réseaux de chaleur | 1330    | m              | Dont 558 | m<dn65 |
| Densité                     | 2,50    | MWh u/an/mètre |          |        |
| Perte thermique réseau      | 439     | MWh utiles     | 13,2%    |        |

Au vu de ces données, nous avons réalisé un comparatif avec une chaufferie bois comprenant 2 à 3 chaudières d'une puissance totale de 660 kW à 1 000 kW. L'appoint/secours sera réalisé par des chaudières gaz d'une puissance globale environ 2 000 kW installée à côté des chaudières bois.

A défaut de raccordement des sites sur un réseau de chaleur, les investissements suivants devront être réalisés à court terme : 338 k€ HT

- Remplacement de la chaudière des serres de Kerdroual : 160 k€ HT
- Remplacement des chaudières B et château du collège privé Notre Dame Jean-Paul II : 58 k€ HT
- Création des chaufferies pour les 180 logements de Kerdroual 120 k€ HT.

Les estimations de P2 et P3 actuels sont :

| ttc                              | P2/an    | P3       | p2+p3    |
|----------------------------------|----------|----------|----------|
| EHPAD Ter et Mer                 | 3 750 €  | 1 564 €  | 5 314 €  |
| Futurs logements Kerdroual       | 2 640 €  | 1 680 €  | 4 320 €  |
| Futur centre technique municipal | 1 500 €  | 380 €    | 1 880 €  |
| Serres de Kerdroual              | 4 800 €  | 3 200 €  | 8 000 €  |
| Centre pénitentiaire             | 5 000 €  | 1 560 €  | 6 560 €  |
| Collège privé Notre Dame         | 6 000 €  | 1 900 €  | 7 900 €  |
| total                            | 23 690 € | 10 284 € | 33 974 € |

Le réseau de desserte des sous-stations des futurs logements n'est pas chiffré dans cette présente étude. Il devra être réalisé lors des travaux de la zone quand leurs emplacements seront connus. Un dossier de demande d'aide au fond chaleur pour ces réseaux de chaleur pourra être transmis à l'Ademe via l'Agglo auparavant pour pouvoir obtenir les aides correspondantes. Nous avons prévu pour l'instant des 4 jeux de vannes pré-isolés enterrées en attente.

## 6.1 Comparatif des solutions

Le comparatif de toutes ces solutions est :

| Solution                                       | ACTUEL         | Chaufferie       | Chaufferie       | Chaufferie       |
|--|----------------|------------------|------------------|------------------|
|  |                | BOIS             | BOIS             | BOIS             |
| Puissance chaudière Bois en kW                 |                | 660              | 750              | 1000             |
| Heures de fonctionnement à plein régime        |                | 3 479            | 3 240            | 2 633            |
| <b>Investissement en € HT</b>                  |                |                  |                  |                  |
| Chaudière bois                                 |                | 191 520          | 243 390          | 287 280          |
| Génie civil Chaufferie                         |                | 200 000          | 220 000          | 220 000          |
| Chaufferie appoint                             | 338 000        | 100 000          | 100 000          | 100 000          |
| Chaufferies (hydraulique et électricité)       | 0              | 90 000           | 110 000          | 110 000          |
| Total chaufferies                              | 338 000        | 581 520          | 673 390          | 717 280          |
| Sous-stations                                  |                | 120 000          | 120 000          | 120 000          |
| Réseau de chaleur                              |                | 584 000          | 584 000          | 584 000          |
| Circuit secondaire                             |                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Investissement total</b>                    | <b>338 000</b> | <b>1 285 520</b> | <b>1 377 390</b> | <b>1 421 280</b> |
| Maîtrise d'œuvre, bureau contrôle...           | 54 080         | 205 683          | 220 382          | 227 405          |
| Coût total HT                                  | 392 080        | 1 491 203        | 1 597 772        | 1 648 685        |
| Subvention Ademe, Région, Département          | 0              | 916 896          | 955 082          | 1 006 967        |
| <b>Solde à financer HT</b>                     | <b>392 080</b> | <b>574 307</b>   | <b>642 690</b>   | <b>641 718</b>   |
| Surinvestissement HT                           |                | 236 307          | 304 690          | 303 718          |
| <b>Fonctionnement annuel en € TTC</b>          |                |                  |                  |                  |
| Besoins d'énergie annuels en Teps              |                | 324              | 324              | 324              |
| Energie fournie par le bois                    | 0%             | 71,0%            | 77,2%            | 89,0%            |
| Teps fournies par le bois énergie              |                | 230              | 250              | 289              |
| Tonne de bois/an                               |                | 843              | 917              | 1 057            |
| P1 : bois consommé                             |                | 95 023           | 103 321          | 119 113          |
| P1 : appoint consommé                          | 187 598        | 76 066           | 59 804           | 28 853           |
| P1' : électricité supplémentaires              |                | 6 263            | 6 810            | 7 851            |
| P2 : conduite & entretien                      | 23 690         | 7 240            | 8 240            | 8 240            |
| P3 : gros entretien                            | 10 284         | 7 630            | 9 068            | 9 946            |
| TOTAL P1 + P2 + P3                             | 221 572        | 192 223          | 187 243          | 174 003          |
| Gain annuel P1+P2+P3                           |                | 29 349           | 34 329           | 47 569           |
| P4/an du solde à financer (2% sur 20 ans)      | 23 802         | 34 864           | 39 015           | 38 956           |
| TOTAL P1 + P2 + P3+P4                          | 245 374        | 227 087          | 226 258          | 212 959          |
| <b>Gain annuel avec la chaufferie bois</b>     |                | <b>18 287</b>    | <b>19 116</b>    | <b>32 415</b>    |
|  |                | <b>7,5%</b>      | <b>10,2%</b>     | <b>17,3%</b>     |
| Prix moyen annuel du MWh utile                 | 73,66          | 68,17            | 67,92            | 63,93            |
| 90% du prix actuel                             | 66,30          | 92,5%            | 92,2%            | 86,8%            |
| Tco2 évités/an                                 |                | 488              | 531              | 612              |
| Temps de retour Brut                           |                | 50,8             | 46,5             | 34,7             |
| Temps de retour net du solde à financer        |                | 19,6             | 18,7             | 13,5             |
| Temps de retour net du surinvestissement       |                | 8,1              | 8,9              | 6,4              |
| Prix moyen annuel du MWh utile hors subvention |                | 84,88            | 85,33            | 82,28            |
| MWh sch bois                                   |                | 2 677            | 2 910            | 3 355            |
| MWh pci bois                                   |                | 2 974            | 3 234            | 3 728            |
| Aide/mwh sch                                   |                | 376              | 346              | 300              |
| Aide/Tep sch                                   |                | 32               | 30               | 26               |
| Aide/tco2                                      |                | 2 063            | 1 897            | 1 646            |

**Puissance Ch. Bois** = Puissance de la chaufferie bois retenue pour cette solution de réseau de chaleur :

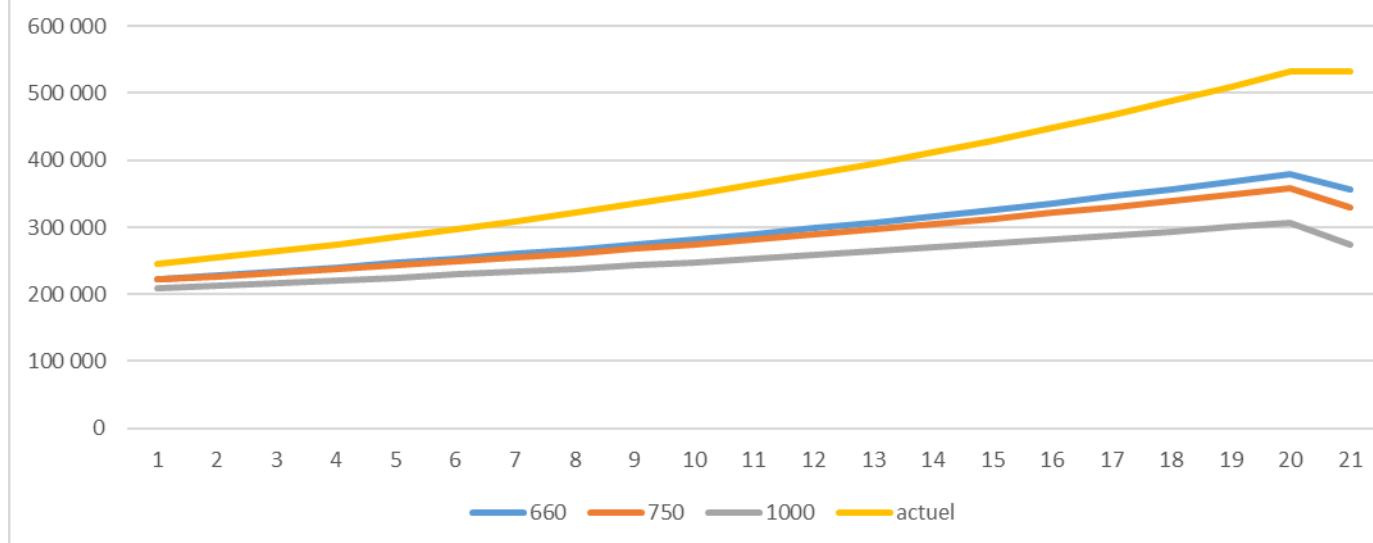
Quantité Bois/an : Quantité prévisible de bois consommée par année de fonctionnement

**Solde à financer** : Montant des investissements après déduction du montant de l'aide pour le Bois Energie de l'Ademe et du conseil Régional.

Le **surinvestissement** est le solde à financer après la déduction de l'investissement à réaliser si le bâtiment n'est pas raccordé au réseau urbain.

**TR net** : Temps de Retour du solde à financer / gain annuel de fonctionnement

## Evolution des coûts d'exploitation annuels avec le financement

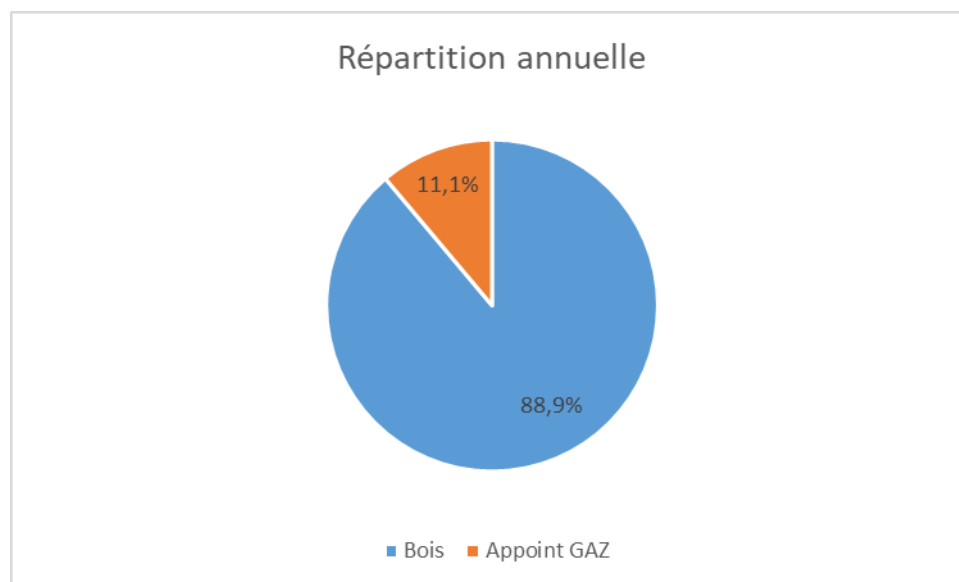


Le comparatif du coût global sur vingt années des 3 solutions les plus rentables est :

| Coût global |            | 660       | 750       | 1000      | actuel    |
|-------------|------------|-----------|-----------|-----------|-----------|
| 20ans       | € TTC      | 5 964 732 | 5 773 137 | 5 174 071 | 7 358 619 |
| Gain/actuel | € TTC      | 1 393 887 | 1 585 482 | 2 184 548 |           |
|             | % / Actuel | 81,1%     | 78,5%     | 70,3%     |           |

La solution réseau de chaleur avec une chaufferie commune BOIS plaquettes de 1 000 kW est la plus rentable. Elle procure un gain de l'ordre de 13% dès la première année et près de 40 % dans 20 ans.

**Le gain global sur 20 ans est plus d'2 million d'euro (30% du coût avec le fonctionnement actuel : gaz).**



Cette solution apporte en plus un gain environnemental de plus de 600 Tco2 évités/an, et un emploi chaque année sur l'Agglo de Lorient pour la fourniture des plaquettes bois et l'entretien de la chaufferie bois.

## 6.2 Calcul des R1 et R2 prévisionnels

Comme vu au § 11.2.1, la tarification d'un réseau de chaleur est binôme. Pour ce réseau avec la Puissance chaufferie Bois de 1 000 kW on a :

Rappel des coûts de référence : coûts actuels ou chaufferies gaz collectives pour les 180 futurs logements :

- Coûts de Référence :**

| Coût Référence                   | Puissance<br>k W | MWhU/an      | P1 ttc           | P2+P3           | Investis-<br>sement | P4/an<br>(2%,<br>20 ans) | P1 + P2<br>+ P3 + P4 |
|----------------------------------|------------------|--------------|------------------|-----------------|---------------------|--------------------------|----------------------|
| EHPAD Ter et Mer                 | 440              | 592          | 38 142 €         | 5 314 €         |                     |                          | 43 456 €             |
| Futurs logements Kerdroual       | 480              | 480          | 35 520 €         | 4 320 €         | 120 000 €           | 7 285 €                  | 47 125 €             |
| Futur centre technique municipal | 60               | 47           | 3 500 €          | 1 880 €         |                     | 0 €                      | 5 380 €              |
| Serres de Kerdroual              | 350              | 500          | 8 150 €          | 8 000 €         | 160 000 €           | 9 713 €                  | 25 863 €             |
| Centre pénitentiaire             | 880              | 1 412        | 80 286 €         | 6 560 €         |                     |                          | 86 846 €             |
| Collège privé Notre Dame         | 320              | 300          | 22 000 €         | 7 900 €         | 58 000 €            | 3 521 €                  | 33 421 €             |
| <b>TOTAL</b>                     | <b>2 530</b>     | <b>3 331</b> | <b>187 598 €</b> | <b>33 974 €</b> | <b>338 000 €</b>    | <b>20 519 €</b>          | <b>242 091 €</b>     |

- Calcul du R1 TTC :  $R1 = P1 : \text{bois consommé} + P1 : \text{appoint consommé} + P1' : \text{électricité supplémentaires}$  :

|                     |           |
|---------------------|-----------|
| Nombre de MWh u /an | 3 331,3   |
| R1 (€ TTC/an)       | 155 817 € |
| R1 (€ TTC/MWh)      | 46,77 €   |

- Calcul du R2 TTC :  $R2 = P2+P3+P4$ .  
A défaut d'avoir les surfaces des sites, nous avons remplacé cette solution de répartition en fonction d'une unité de répartition de référence (URF) permettant d'obtenir une répartition des gains plus équilibré :

|                            | R2 suivant puissance |                |               |            | R2 suivant Consommation |                |               |            | R2 suivant URF |                |               |            | URF        |
|----------------------------|----------------------|----------------|---------------|------------|-------------------------|----------------|---------------|------------|----------------|----------------|---------------|------------|------------|
|                            | R2/an                | R1+R2+P4       | Gain/actuel   |            | R2/an                   | R1+R2+P4       | Gain/actuel   |            | R2/an          | R1+R2+P4       | Gain/actuel   |            |            |
| EHPAD Ter et Mer           | 10 061               | 37 751         | 5 706         | 13%        | 10 280                  | 37 970         | 5 486         | 13%        | 10 413         | 38 103         | 5 353         | 12%        | 18         |
| Futurs logements Kerdroual | 10 975               | 33 427         | 13 698        | 29%        | 8 335                   | 30 787         | 16 338        | 38%        | 17 355         | 39 806         | 7 318         | 16%        | 30         |
| Futur centre technique     | 1 372                | 3 584          | 1 796         | 33%        | 821                     | 3 034          | 2 346         | 5%         | 2 314          | 4 526          | 854           | 16%        | 4          |
| Serres de Kerdroual        | 8 003                | 31 390         | -5 527        | -21%       | 8 683                   | 32 070         | -6 207        | -14%       | 579            | 23 965         | 1 898         | 7%         | 1          |
| Centre pénitentiaire       | 20 122               | 86 166         | 680           | 1%         | 24 520                  | 90 565         | -3 718        | -9%        | 11 570         | 77 614         | 9 232         | 11%        | 20         |
| Collège privé Notre Dame   | 7 317                | 21 349         | 12 072        | 36%        | 5 210                   | 19 242         | 14 179        | 33%        | 15 620         | 29 652         | 3 769         | 11%        | 27         |
| <b>TOTAL</b>               | <b>57 850</b>        | <b>213 667</b> | <b>28 424</b> | <b>12%</b> | <b>57 850</b>           | <b>213 667</b> | <b>28 424</b> | <b>12%</b> | <b>57 850</b>  | <b>213 667</b> | <b>28 424</b> | <b>12%</b> | <b>100</b> |



### 6.3 Présentation de la chaufferie et du silo

Remarque : avec une éventuelle possibilité de l'implanter la chaufferie bois derrière le SDIS : il serait aussi possible de profiter du dénivelé naturel du terrain avec la carrière pour augmenter la hauteur du silo sans nécessité de 2° vis de remonter du bois. Avec la proximité de la chaufferie du centre pénitencier, on pourra envisager qu'une partie de l'appoint/secours gaz soit réalisée par la chaufferie gaz existante.

Dans un premier temps nous prévoyons de positionner la chaufferie bois au plus près des plus grands consommateurs du réseau de chaleur. Un emplacement possible est sur la parcelle située entre le futur CTM et le SDIS, bien situé au milieu des 3 plus gros consommateurs. Par commodité pour la maintenance, nous le prévoyons en face du CTM.

#### *Dimensionnement stockage*

Le dimensionnement du silo de stockage de combustible bois doit tenir compte de deux contraintes :

- Autonomie souhaitée : Avec la puissance de la chaufferie l'autonomie recherchée est d'une huitaine de jours : le volume utile du silo doit alors permettre le fonctionnement à pleine charge de la chaudière pendant cette durée : soit 150 m<sup>3</sup> (densité combustible (300 kg/m<sup>3</sup>) Le volume utile du silo doit correspondre au moins à cette durée d'autonomie.
- Volume de livraison : suivant l'étude d'approvisionnement vu ci-avant avec le prix du bois énergie, le volume de livraison de 50 m<sup>3</sup> est proche du minimum pour cette taille de chaufferie. Ce volume de livraison nécessite de prévoir un volume utile du silo minimum d'environ 70 m<sup>3</sup> pour ne pas risquer d'être en rupture de bois avant une livraison.

Avec au moins 3 silos enterrés carrés d'environ 5\*5 m (soit 75 m<sup>2</sup>) d'une profondeur entre 3 m unitaire : le volume utile total du silo sera de l'ordre de 150 m<sup>3</sup>. L'autonomie de ce silo est :

- En moyenne /an : 13 jours.
- En plein hiver : 8 jours

Ce volume de silo :

- nécessitera 85 livraisons par an avec des camions de 50 m<sup>3</sup> : en moyenne près de 7 livraisons par mois.
- Permettra aussi des livraisons par camion semi-remorque (80 à 90 m<sup>3</sup>)

#### *Cendres*

Les quantités annuelles de cendres seront de l'ordre de 10,5 tonnes (16 m<sup>3</sup>)

#### *La chaufferie*

La chaufferie proposée est composée de

- 3 Chaudières bois de 330 kW pour l'optimisation de l'investissement et une meilleure souplesse de fonctionnement dont une puissance chaufferie aussi adaptée aux besoins réduits en été
- 2 Chaudières d'appoint secours gaz naturel d'environ 1 000 kW,
- Un ballon tampon de l'ordre de 10 m<sup>3</sup> (à définir avec les besoins affinés des futurs logements)
- La chaufferie sera au niveau du sol, d'environ 120 m<sup>2</sup>
- Le silo sera enterré de 75 m<sup>2</sup> (3 silos de 25 m<sup>2</sup>) et environ 3 mètres de hauteur

## 6.4 Projet du planning de ce réseau de chaleur :

|   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
|---|--------|------|------|------|------|------|------|------|------|
| <b>Planning de l'opération</b> : Environ 1,5 an entre le début de la Maîtrise d'Œuvre et la fin des travaux |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Calendrier prévisionnel de la consultation d'entreprises</b>   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   | Mois N | N+1  | N+2  | N+3  | N+4  | N+5  | N+6  | N+7  | N+8  |
| Commande Moe  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Esquisse  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| APS   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| APD   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PC  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| PROJET - EXE  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| AO - Chiffages entreprises  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Annalyse des offres   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Choix des entreprises   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| <b>Calendrier prévisionnel des travaux</b>  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
|   | N+10   | N+11 | N+12 | N+13 | N+14 | N+15 | N+16 | N+17 | N+18 |
| Période de préparation  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Réseaux de chaleur  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Gros Œuvre bâtiment   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Etanchéité  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Charpente métallique  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| sous-stations   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Chaufferie mixte  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Chaudière bois  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Abord chaufferie et plantation  |        |      |      |      |      |      |      |      |      |
| Réception   |        |      |      |      |      |      |      |      |      |

## 7 Le réseau de chaleur Centre-ville avec Kerdroual

La chaufferie bois du projet réseau de chaleur centre-ville (600 mètres) est à 500 mètres de la chaufferie de l'Ehpad : extrémité Nord-Est du projet du réseau de chaleur de Kerdroual (1330 mètres). En regroupant ces 2 projets on obtient un projet avec :

| Besoins thermiques   | Puissance    | Consommation/an |                |
|--|--------------|-----------------|----------------|
|  |              | MWh u/an        | € TTC/an       |
| Total centre - ville   | 1 639        | 2 593           | 159 847        |
| Total Kerdroual  | 2 530        | 3 331           | 187 598        |
| <b>Total</b>   | <b>4 169</b> | <b>5 924</b>    | <b>347 445</b> |
|  |              |                 |                |
| Longueur du réseau de chaleur : 2430 Mètres                          |              | 509,4           | teps           |
| Ratio du réseau de chaleur : 2,4 MWh u/an/mètre de réseau de chaleur |              |                 |                |

Le ratio étant supérieur à 1,5 MWh u/mètre/an, on peut envisager de réaliser un seul réseau de chaleur.

Nous préconisons de positionner la chaufferie bois au plus près des plus grands consommateurs du réseau de chaleur.

Le plan du réseau de chaleur global est composé des 2 plans des réseaux de chaleur déjà étudié avec une jonction reliant l'Océanis à l'Ehpad Ter-mer.

Les caractéristiques des sites de ce réseau sont :

|                             |         |                |       |        |
|-----------------------------|---------|----------------|-------|--------|
| Déperditions                | 2 864   | k W            |       |        |
| Total sous-stations         | 4 169   | k W            |       |        |
| Besoins/an                  | 5 924,0 | MWh utiles     |       |        |
| Longueur réseaux de chaleur | 2430    | m              | 893   | m<dn65 |
| Densité                     | 2,50    | MWh u/an/mètre |       |        |
| Perte thermique réseau      | 940     | MWh utiles     | 15,9% |        |

## 7.1 Comparatif des solutions

Le comparatif de toutes ces solutions est :

| Solution                                       | ACTUEL         | Chaufferie       | Chaufferie       | Chaufferie       |
|--|----------------|------------------|------------------|------------------|
|  |                | BOIS             | BOIS             | BOIS             |
| Puissance chaudière Bois en kW                 |                | 1500             | 1800             | 2000             |
| Heures de fonctionnement à plein régime        |                | 3 479            | 3 240            | 2 633            |
| <b>Investissement en € HT</b>                  |                |                  |                  |                  |
| Chaudière bois                                 |                | 500 000          | 600 000          | 700 000          |
| Génie civil Chaufferie                         |                | 300 000          | 350 000          | 350 000          |
| Chaufferie appoint                             | 476 000        | 100 000          | 100 000          | 100 000          |
| Chaufferies (hydraulique et électricité)       | 0              | 130 000          | 150 000          | 150 000          |
| Total chaufferies                              | 476 000        | 1 030 000        | 1 200 000        | 1 300 000        |
| Sous-stations                                  |                | 189 000          | 189 000          | 189 000          |
| Réseau de chaleur                              |                | 2 044 000        | 2 044 000        | 2 044 000        |
| Circuit secondaire                             |                | 0                | 0                | 0                |
| <b>Investissement total</b>                    | <b>476 000</b> | <b>3 263 000</b> | <b>3 433 000</b> | <b>3 533 000</b> |
| Maîtrise d'œuvre, bureau contrôle...           | 76 160         | 522 080          | 549 280          | 565 280          |
| Coût total HT                                  | 552 160        | 3 785 080        | 3 982 280        | 4 098 280        |
| Subvention Ademe, Région, Département          | 0              | 1 587 612        | 1 637 377        | 1 732 092        |
| <b>Solde à financer HT</b>                     | <b>552 160</b> | <b>2 197 468</b> | <b>2 344 903</b> | <b>2 366 188</b> |
| Surinvestissement HT                           |                | 1 721 468        | 1 868 903        | 1 890 188        |
| <b>Fonctionnement annuel en € TTC</b>          |                |                  |                  |                  |
| Besoins d'énergie annuels en Teps              |                | 590              | 590              | 590              |
| Energie fournie par le bois                    | 0%             | 71,0%            | 77,2%            | 89,0%            |
| Teps fournies par le bois énergie              |                | 419              | 456              | 525              |
| Tonne de bois/an                               |                | 1 499            | 1 630            | 1 880            |
| P1 : bois consommé                             |                | 173 007          | 188 115          | 216 868          |
| P1 : appoint consommé                          | 347 445        | 138 493          | 108 884          | 52 532           |
| P1' : électricité supplémentaires              |                | 11 404           | 12 400           | 14 295           |
| P2 : conduite & entretien                      | 33 426         | 7 240            | 8 240            | 8 240            |
| P3 : gros entretien                            | 15 684         | 14 600           | 17 000           | 19 000           |
| TOTAL P1 + P2 + P3                             | 396 555        | 344 744          | 334 639          | 310 935          |
| Gain annuel P1+P2+P3                           |                | 51 811           | 61 916           | 85 620           |
| P4/an du solde à financer (2% sur 20 ans)      | 33 519         | 133 399          | 142 350          | 143 642          |
| TOTAL P1 + P2 + P3+P4                          | 430 074        | 478 144          | 476 988          | 454 577          |
| <b>Gain annuel avec la chaufferie bois</b>     |                | <b>-48 069</b>   | <b>-46 914</b>   | <b>-24 502</b>   |
|  |                | <b>-11,2%</b>    | <b>-13,5%</b>    | <b>-7,1%</b>     |
| Prix moyen annuel du MWh utile                 | 72,60          | 80,71            | 80,52            | 76,73            |
| 90% du prix actuel                             | 65,34          | 111,2%           | 110,9%           | 105,7%           |
| Tco2 évités/an                                 |                | 868              | 944              | 1088             |
| Temps de retour Brut                           |                | 73,1             | 64,3             | 47,9             |
| Temps de retour net du solde à financer        |                | 42,4             | 37,9             | 27,6             |
| Temps de retour net du surinvestissement       |                | 33,2             | 30,2             | 22,1             |
| Prix moyen annuel du MWh utile hors subvention |                | 96,98            | 97,30            | 94,48            |
| MWh sch bois                                   |                | 4 873            | 5 299            | 6 109            |
| MWh pci bois                                   |                | 5 415            | 5 888            | 6 788            |
| Aide/mwh sch                                   |                | 355              | 327              | 284              |
| Aide/Tep sch                                   |                | 31               | 28               | 24               |
| Aide/tco2                                      |                | 1 995            | 1 835            | 1 592            |

Dans chaque tableau vous trouverez les précisions suivantes :

**Puissance Ch. Bois** = Puissance de la chaufferie bois retenue pour cette solution de réseau de chaleur :

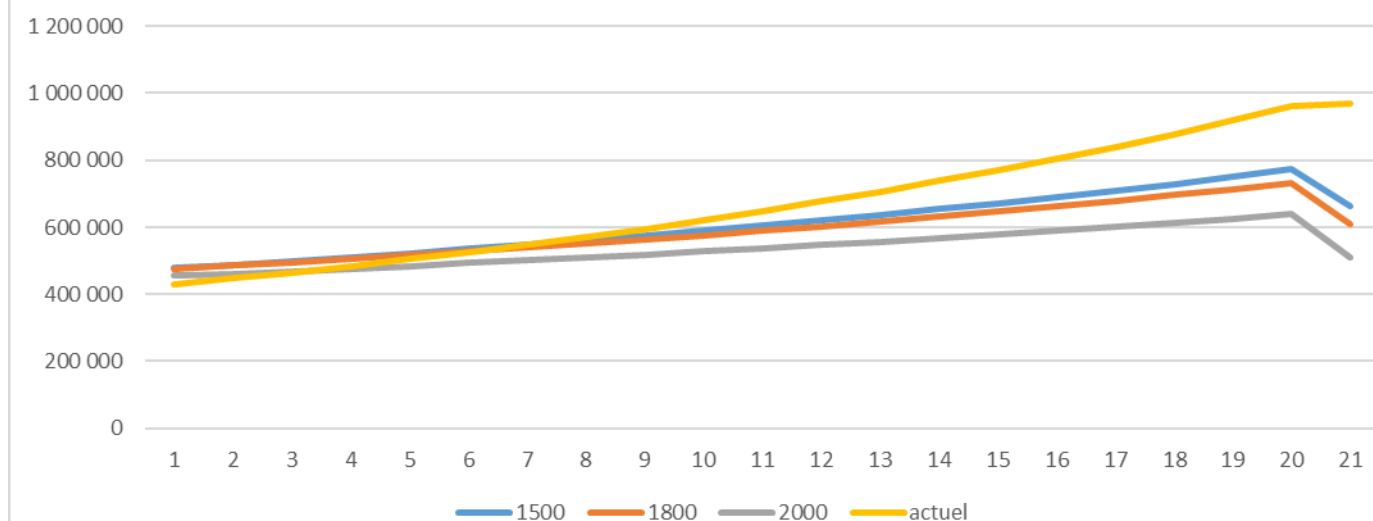
Quantité Bois/an : Quantité prévisible de bois consommée par année de fonctionnement

**Solde à financer** : Montant des investissements après déduction du montant de l'aide pour le Bois Energie de l'Ademe et du conseil Régional.

Le **surinvestissement** est le solde à financer après la déduction de l'investissement à réaliser si le bâtiment n'est pas raccordé au réseau urbain.

**TR net** : Temps de Retour du solde à financer / gain annuel de fonctionnement

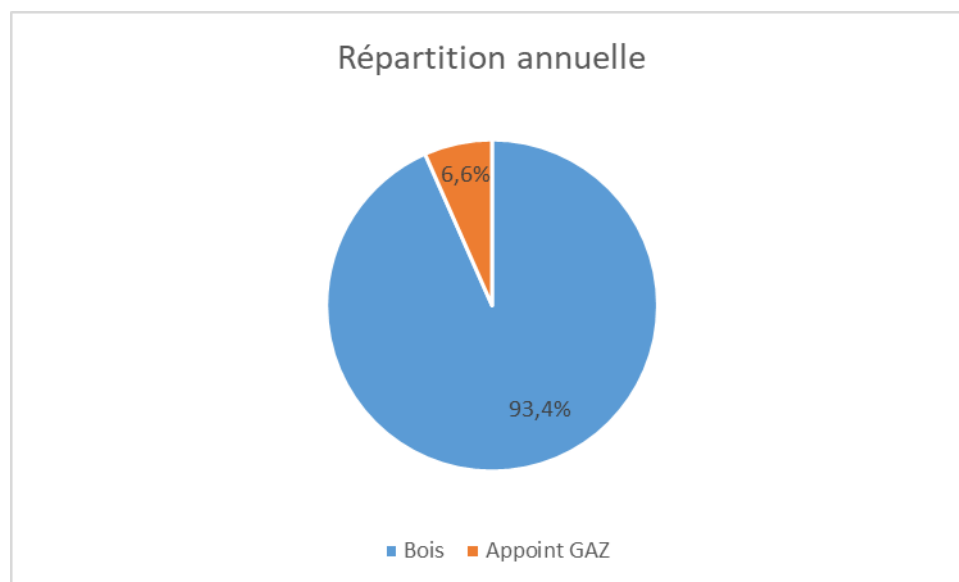
## Evolution des coûts d'exploitation annuels avec le financement



Le comparatif du coût global sur vingt années des 3 solutions les plus rentables est :

| Coût global |            | 1500       | 1800       | 2000       | actuel     |
|-------------|------------|------------|------------|------------|------------|
| 20ans       | € TTC      | 12 153 701 | 11 811 952 | 10 757 267 | 13 141 189 |
| Gain/actuel | € TTC      | 987 488    | 1 329 237  | 2 383 922  |            |
|             | % / Actuel | 92,5%      | 89,9%      | 81,9%      |            |

La solution réseau de chaleur avec une chaufferie commune BOIS plaquettes de 2 000 kW est la plus rentable.



Les gains de cette solution sont bien moins intéressants que ceux apportés par les 2 projets de chaufferies bois vus auparavant.

Nous déconseillons de choisir cette solution d'une seule chaufferie pour le centre-ville et Kerdroual



## 8 Les réseaux de chaleur préconisés

Nous préconisons de retenir les 2 réseaux de chaleur les plus rentables : Centre-ville et Kerdroual. Pour le Centre-ville, le choix de la puissance chaufferie bois peut être 660 (plus rentable à court terme) ou 1000 kW (plus rentable à long terme) suivant la volonté d'utiliser plus ou moins de bois (83 ou 96%) ou les prévisions de raccordement de plus de besoins thermiques : futurs logements, Casino, Carrefour Marquet ...

L'écart du solde à financer entre ces 2 solutions est de 100 k€, pour un gain annuel dès la 1<sup>o</sup> année de 1 270 € et 0,50 €/MWh utile) et un gain global (financement compris) de 200 k€.

Il peut aussi être envisagé d'installer initialement 2 chaudières de 330 kW avec la place dans la chaufferie pour une 3<sup>o</sup> plus tard. (Le réseau de chaleur devra aussi prévoir les éventuelles extensions)

Dans un premier temps nous retenons la solution la plus rentable à long terme : Même avec le financement des travaux ces 2 réseaux de chaleur apportent un gain global d'exploitation en 20 ans d'exploitation de plus de 4 000 k€ TTC, avec, suivant le tableau de synthèse sur la page suivante :

- un temps de retour net du surinvestissement (590 k€ HT) près de 6 ans,
- 1 126 Tonnes de rejet évités de CO<sub>2</sub> par an
- 1 944 tonnes de bois /an
- 2 emplois chaque année, pour :
  - la production et livraison des plaquettes bois
  - l'entretien des chaufferies.

| <b>Réseau de chaleur</b>                       | <b>Centre-ville</b> | <b>Kerdroual</b>  | <b>Total</b>      |
|--|---------------------|-------------------|-------------------|
| Déperditions (kW)                              | 1 276               | 1 588             | 2 864             |
| Total sous-stations (kW)                       | 1 639               | 2 530             | 4 169             |
| Besoins/an (MWh U)                             | 2 593,0             | 3 331,0           | 5 924             |
| Longueur réseaux de chaleur                    | 600                 | 1330              | 1 930             |
| Densité (MWh U/m/an)                           | 4,32                | 2,50              | 7                 |
| Perte thermique réseau (MWh/an)                | 171                 | 439               | 610               |
| <b>Solution</b>                                | <b>Chaufferie</b>   | <b>Chaufferie</b> | <b>Chaufferie</b> |
|  | <b>BOIS</b>         | <b>BOIS</b>       | <b>BOIS</b>       |
| <b>Puissance chaudières Bois en kW</b>         | <b>1 000</b>        | <b>1 000</b>      | <b>2 000</b>      |
| Heures de fonctionnement à plein régime        | 2 653               | 3 512             | 3 136             |
| <b>Investissement en € HT</b>                  |                     |                   | 0                 |
| Chaudière bois                                 | 287280              | 287 280           | 574 560           |
| Génie civil Chaufferie                         | 200000              | 220 000           | 420 000           |
| Chaufferie appoint                             | 30000               | 100 000           | 130 000           |
| Chaufferies (hydraulique et électricité)       | 100 000             | 110 000           | 210 000           |
| Total chaufferies                              | 617280              | 717 280           | 1 334 560         |
| Sous-stations                                  | 69000               | 120 000           | 189 000           |
| Réseau de chaleur                              | 235 000             | 584 000           | 819 000           |
| Circuit secondaire Maison des Jeunes           | 1 500               | 0                 | 1 500             |
| <b>Investissement total</b>                    | <b>922 780</b>      | <b>1 421 280</b>  | <b>2 344 060</b>  |
| Maîtrise d'œuvre, bureau contrôle...           | 147 645             | 227 405           | 375 050           |
| Coût total HT                                  | 1 070 425           | 1 648 685         | 2 719 110         |
| Subvention Ademe, Région, Département          | 645 609             | 1 006 967         | 1 652 576         |
|  |                     |                   | 0                 |
| Solde à financer HT                            | 424 816             | 641 718           | 1 066 533         |
| <b>Surinvestissement HT</b>                    | <b>286 816</b>      | <b>303 718</b>    | <b>590 533</b>    |
| <b>Fonctionnement annuel en € TTC</b>          |                     |                   |                   |
| Besoins d'énergie annuels en Teps              | 238                 | 324               | 562               |
| Energie fournie par le bois                    | 96,0%               | 89,0%             | 185,0%            |
| Teps fournies par le bois énergie              | 228                 | 289               | 517               |
| Tonne de bois/an                               | 887                 | 1 057             | 1 944             |
| P1 : bois consommé                             | 94 197              | 119 113           | 213 310           |
| P1 : appoint consommé                          | 7 692               | 28 853            | 36 545            |
| P1' : électricité supplémentaires              | 6 209               | 7 851             | 14 060            |
| P2 : conduite & entretien                      | 8 240               | 8 240             | 16 480            |
| P3 : gros entretien                            | 8 346               | 9 946             | 18 291            |
| TOTAL P1 + P2 + P3                             | 124 684             | 174 003           | 298 687           |
| Gain annuel P1+P2+P3                           | 50 299              | 47 569            | 97 868            |
| P4/an du solde à financer (2% sur 20 ans)      | 25 789              | 38 956            | 64 745            |
| TOTAL P1 + P2 + P3+P4                          | 150 473             | 212 959           | 363 432           |
| <b>Gain annuel avec la chaufferie bois</b>     | <b>34 228</b>       | <b>32 415</b>     | <b>66 643</b>     |
|  | 21,4%               | 17,3%             |                   |
| Prix moyen annuel du MWh utile                 | 58,03               | 63,93             | 61,35             |
| % du prix actuel                               | 81,5%               | 86,8%             | 84,5%             |
| Tco2 évités/an                                 | 514                 | 612               | 1 126             |
| Temps de retour Brut                           | 21                  | 34,7              | 27,8              |
| Temps de retour net du solde à financer        | 8                   | 13,5              | 10,9              |
| Temps de retour net du surinvestissement       | <b>5,7</b>          | <b>6,4</b>        | 6,0               |
| Prix moyen annuel du MWh utile hors subvention | 73                  | 82,28             | 78,28             |
| MWh sch bois                                   | 2653                | 3 355             | 6 009             |
| MWh pci bois                                   | 2948,3              | 3 728             | 6 676             |
| Aide/MWh sch                                   | 243,3               | 300,1             | 273,1             |
| Aide/Tep sch                                   | 20,9                | 25,8              | 24,7              |
| Aide/tco2                                      | 1 257               | 1 646             | 1 460             |



## 8.1.2 Synthèse financière du projet centre-ville

| <b>Bilan des investissements prévisionnels :</b>  |                           |                             |
|---|---------------------------|-----------------------------|
| Investissements prévisionnels   |                           | Montant en euros HT         |
| Investissement pour le poste « Chaudière biomasse et accessoires »  |                           | 287 280                     |
| Investissement pour le poste « Traitement de fumées »   |                           | Compris avec chaudière bois |
| Génie civil (chaufferie, silo, VRD)   |                           | 200 000                     |
| Investissement « Réseau de chaleur »  |                           | 235 000                     |
| Investissement pour les sous stations   |                           | 69 000                      |
| Investissement total prévisionnel   |                           | 922 780                     |
| Autres investissements prévisionnels  |                           | Montant en euros HT         |
| Circuit secondaire Maison des Jeunes  |                           | 1 500                       |
| Maîtrise d'œuvre, bureau contrôle, SPS, géotechnique  |                           | 147 645                     |
| <b>Bilan des coûts d'exploitation prévisionnels :</b>   |                           |                             |
| Postes de charge d'exploitation   |                           | Montant en euros HT / an    |
| P'1 HT (coût de l'électricité utilisée mécaniquement pour le fonctionnement des installations primaires)                        |                           | 6 209                       |
| P2 (charges salariales comprises) HT (coût des prestations de conduite, de l'entretien, montant des redevances et frais divers) |                           | 8 240                       |
| P3 HT (provision pour renouvellement des installations)   |                           | 8 346                       |
| <b>Bilan des aides nécessaires pour le projet :</b>   |                           |                             |
| Détermination de l'aide nécessaire  |                           | Montant                     |
| Aide totale déterminée (Euros)  |                           | 645 609                     |
| Aide en Euros / MWh (sortie chaudière)  |                           | 243                         |
| Aide en Euros / tep (sortie chaudière)  |                           | 20,9                        |
| Aide en Euros / tCO2 évitée   |                           | 1 257                       |
| <b>Analyse économique du projet :</b>   |                           |                             |
|   | Projet biomasse hors aide | Projet biomasse avec aide   |
| Coût global du MWh utile solution biomasse en Euro  | 73                        | 58,03                       |
| Coût global du MWh utile solution de référence ou actuelle en Euro  | 71,23                     | 71,23                       |
| Economie ou surcoût de la solution biomasse par rapport à la solution de référence (%)  | +2,5%                     | -18,5%                      |

## 8.2 Réseau de chaleur du projet Kerdroual

### 8.2.1 Synthèse technique du projet Kerdroual

|  |                             | Quantité                              | Unité                              |                         |                    |
|--|-----------------------------|---------------------------------------|------------------------------------|-------------------------|--------------------|
| Puissance globale de la chaufferie   |                             | 3 000                                 | kW                                 |                         |                    |
| Puissance de la chaudière biomasse   |                             | 1 000                                 | kW                                 |                         |                    |
| Taux de couverture biomasse  |                             | 89                                    | %                                  |                         |                    |
| Production thermique sortie  |                             | 3 355                                 | MWh par an                         |                         |                    |
| Consommation de biomasse entrée  |                             | 3 728                                 | MWh par an                         |                         |                    |
| Surface chaufferie   |                             | 120                                   | m2                                 |                         |                    |
| Volume utile silo  |                             | 150                                   | m3                                 |                         |                    |
| Autonomie silo en plein hiver  |                             | 8                                     | jours                              |                         |                    |
| Si création de réseau, longueur du   |                             | 1 330                                 | m                                  |                         |                    |
| Nombre de sous stations  |                             | 9                                     |                                    |                         |                    |
| Tonnes de CO2 évitées par an   |                             | 612                                   | t CO2                              |                         |                    |
| Tonnes de SO2 évitées par an   |                             |                                       | t SO2                              |                         |                    |
| Seuil de poussières visé   |                             | 50                                    | mg / Nm3 à 11% O2                  |                         |                    |
| Energie d'appoint  | Gaz                         | Système de traitement de fumées       |                                    |                         |                    |
| Définition des caractéristiques du combustible biomasse                          |                             |                                       |                                    |                         |                    |
| Total  | Plaquettes forestières (PF) | Connexes des industries du bois (CIB) | Produits bois en fin de vie (PBFV) | Sous produits agricoles | Autres (à définir) |
| Répartition  | 100%                        |                                       |                                    |                         |                    |
| €/ MWh PCI HT  | 29                          |                                       |                                    |                         |                    |
| Garantie de l'approvisionnement (nombre d'années du contrat prévisionnel) :      |                             |                                       |                                    |                         |                    |
| 20 ANS   |                             |                                       |                                    |                         |                    |
| Noms de quelques fournisseur(s) envisagé (s) :                                   |                             |                                       |                                    |                         |                    |
| SCIC Argoat Bois Energie, SAS Bois Energie Ouest Environnement, ville de Lorient |                             |                                       |                                    |                         |                    |



## 8.2.2 Synthèse financière du projet Kerdroual

| <b>Bilan des investissements prévisionnels :</b>  |                           |                             |
|---|---------------------------|-----------------------------|
| Investissements prévisionnels   |                           | Montant en euros HT         |
| Investissement pour le poste « Chaudière biomasse et accessoires »  |                           | 287 280                     |
| Investissement pour le poste « Traitement de fumées »   |                           | Compris avec chaudière bois |
| Génie civil (chaufferie, silo, VRD)   |                           | 220 000                     |
| Investissement « Réseau de chaleur »  |                           | 584 000                     |
| Investissement pour les sous stations   |                           | 120 000                     |
| Investissement total prévisionnel   |                           | 1 421 280                   |
| Autres investissements prévisionnels  |                           | Montant en euros HT         |
| Maîtrise d'œuvre, bureau contrôle, SPS, géotechnique  |                           | 227 400                     |
| <b>Bilan des coûts d'exploitation prévisionnels :</b>   |                           |                             |
| Postes de charge d'exploitation   |                           | Montant en euros HT / an    |
| P'1 HT (coût de l'électricité utilisée mécaniquement pour le fonctionnement des installations primaires)                        |                           | 7 857                       |
| P2 (charges salariales comprises) HT (coût des prestations de conduite, de l'entretien, montant des redevances et frais divers) |                           | 8 240                       |
| P3 HT (provision pour renouvellement des installations)   |                           | 9 946                       |
| <b>Bilan des aides nécessaires pour le projet :</b>   |                           |                             |
| Détermination de l'aide nécessaire  |                           | Montant                     |
| Aide totale déterminée (Euro)   |                           | 1 006 967                   |
| Aide en Euro / MWh (sortie chaudière)   |                           | 3 355                       |
| Aide en Euro / tep (sortie chaudière)   |                           | 26                          |
| Aide en Euro / tCO2 évitée  |                           | 612                         |
| <b>Analyse économique du projet :</b>   |                           |                             |
|   | Projet biomasse hors aide | Projet biomasse avec aide   |
| Coût global du MWh utile solution biomasse en Euro  | 82,28                     | 63,93                       |
| Coût global du MWh utile solution de référence ou actuelle en Euro  | 73,66                     | 73,66                       |
| Economie ou surcoût de la solution biomasse par rapport à la solution de référence (%)  | +11,7%                    | -13,2%                      |

## ***Annexe : Note jointe du CIBE sur l'évolution de la taxe carbone***