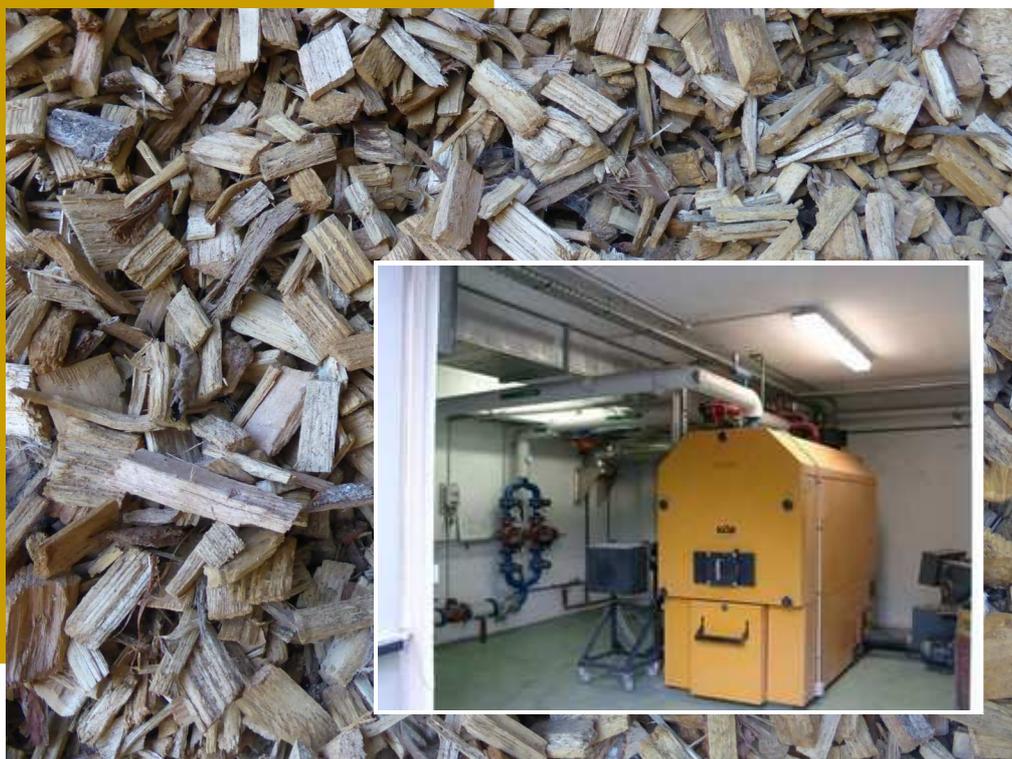


LA CHAUFFERIE BOIS DÉCHIQUETÉ AUTOMATIQUE ET LE RÉSEAU DE CHALEUR de la Maison du Parc du Morvan à Saint-Brisson (Nièvre)

Bilan d'exploitation de 1998 à 2016



La chaufferie automatique au bois déchiqueté de la Maison du Parc assure la production centralisée en chauffage pour les 8 bâtiments du site qui sont desservis par un réseau de chaleur. Construite en 1998, elle fut l'une des premières chaufferies bois déchiqueté du Morvan et de Bourgogne et constitue un réel outil de démonstration du bois-énergie sur le territoire. A ce titre, un bilan pluriannuel de son fonctionnement a été réalisé permettant de partager avec tous le retour d'expérience à la fois technique et économique d'un petit réseau de chaleur bois-énergie en milieu rural.

Contacts : Emma PERRUSSEL / Martin KELLER, Chargés de mission énergies renouvelables
03 86 78 79 31 ou 30 - Maison du Parc 58230 Saint-Brisson

Réalisation et mise en page : PNR Morvan / juillet 2018 - © photos : PNR Morvan



>> FICHE D'IDENTITÉ DE L'INSTALLATION

Année de construction et de mise en route : 1998

Bâtiments chauffés : 8 bâtiments tertiaires

(bureaux, musées, offices du tourisme et restaurant) représentant 3 200 m² et 9 500 m³ chauffés en 2016. Certains espaces ont en effet été aménagés pour être chauffés après 1998 et le bâtiment tourisme/restauration a été construit et raccordé en 2014.



Chaufferie bois

Chaudière KÖB de 360 kW de puissance

Silo de stockage bois de 40 m³ utiles environ

Livraison par benne agricole en régie depuis le hangar de stockage

Extraction du combustible vers la chaudière par désileur rotatif + vis sans fin

Décendrage manuel

Secours assuré par un brûleur fioul amovible et montable sur la chaudière bois

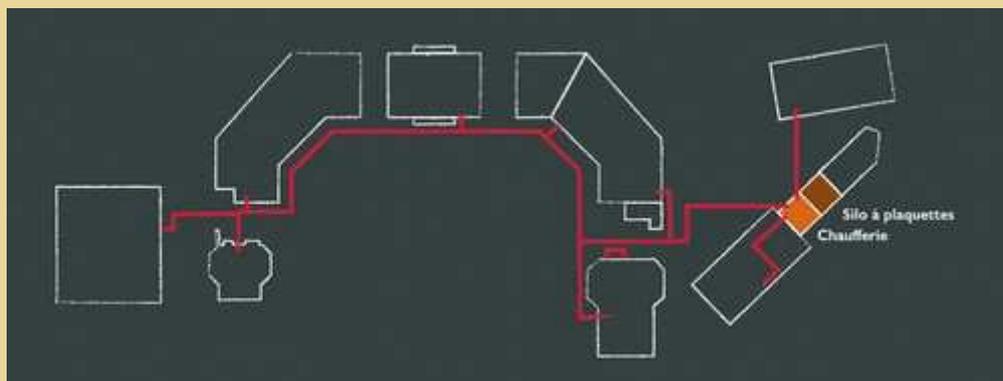
Superficie de la chaufferie 31 m²



Réseau de chaleur

360 mètres de réseau pré-isolé (340 m en acier et 20 m en polybutène pour l'extension vers le bâtiment de la Maison du tourisme)

9 sous-stations permettant la livraison de chaleur et la régulation dans chaque bâtiment



Bâtiment de stockage et séchage du bois déchiqueté

Surface 190m²

Capacité : 600 à 700 MAP (m³ de plaquettes)

Dalle béton / Structure bois

>> BILAN TECHNIQUE

Gestion en régie

La chaufferie et le réseau sont gérés en régie c'est à dire que les opérations courantes sont effectuées par du personnel en interne et qu'il est fait appel à une entreprise de chauffage pour l'entretien annuel et les éventuelles réparations lorsque celles-ci ne peuvent être assurées en interne.

Approvisionnement

La production du combustible et la livraison au silo ont été assurées en grande partie en régie les 12 premières années. Plusieurs chantiers de déchiquetage ont été réalisés en partenariat avec la DDE et les communes alentours volontaires à partir d'élagage routier, de bois bocager ou issu de l'entretien des espaces verts de la Maison du Parc. Le déchiquetage était réalisé avec la déchiqueteuse à alimentation manuelle acquise par le Parc avec un rendement de 20 à 80 MAP/heure selon la configuration du chantier.

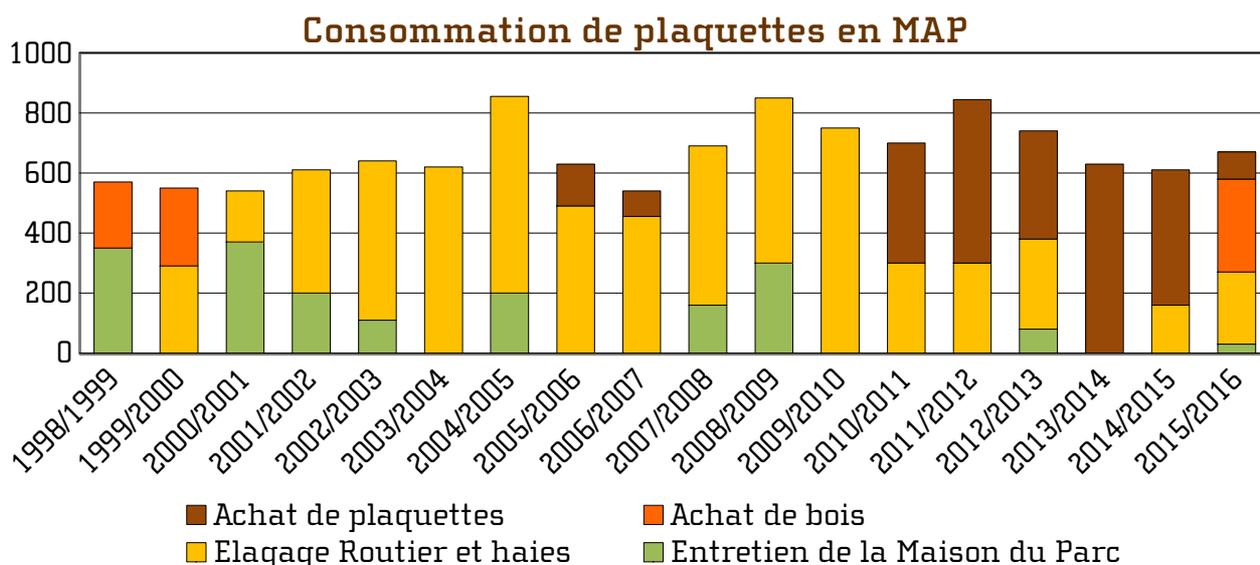


Avec l'arrivée de nouvelles technologies de broyeurs moins gourmandes en main d'œuvre et le développement d'un marché de production de bois-énergie, une partie de l'approvisionnement est issu pour les dernières années d'achats de plaquettes ou de bois rond déchiqueté par un prestataire sous le hangar de stockage.



Consommations de bois

600 à 700 MAP soit **160 tonnes par an** en moyenne à 25 % d'humidité environ



Consommations d'énergie en sous-stations

La chaufferie a fonctionné en moyenne **240 jours par an** soit **8 mois dans l'année de mi-septembre à mi-mai** selon les conditions climatiques.

341 MWh par an ont été livrés en moyenne aux bâtiments.

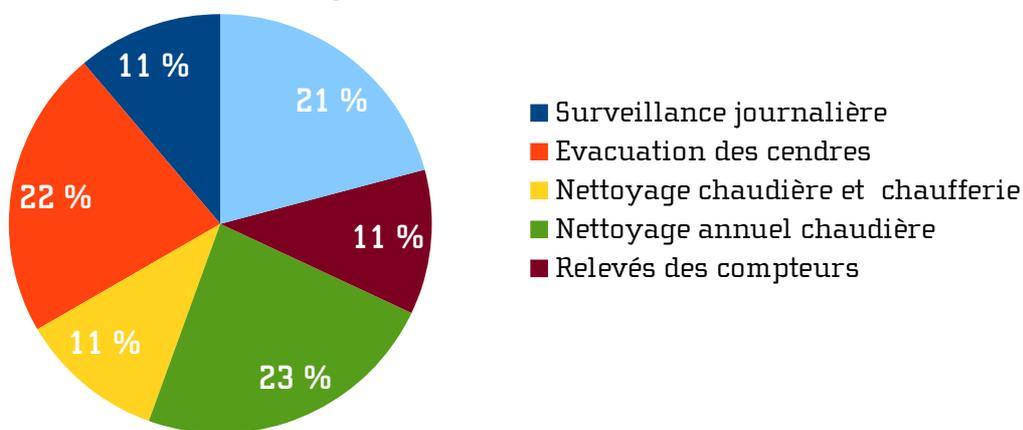
Le rendement global de l'installation (production, réseau de chaleur) se situe donc **autour de 65 %** mais reste approximatif car le suivi des caractéristiques du bois (densité, humidité) n'a pas été assez précis pour établir les quantités d'énergie en entrée chaudière.

En 2002, une mesure du rendement de la chaudière avait été réalisée par un bureau d'études : 88 % de rendement de production.

Exploitation de la chaufferie

Hors approvisionnement, ce sont en moyenne **77 heures par saison de chauffe consacrées à l'exploitation courante de la chaufferie** par le personnel technique : surveillance générale (quelques minutes par jour), nettoyage du foyer et évacuation des cendres (env. 30 minutes par semaine), nettoyage régulier chaudière et chaufferie (15 minutes par semaine), nettoyage annuel de la chaudière (1 journée à 2 agents), relevés des compteurs (1 heure par mois). Il faut noter que le décentrage n'étant pas automatique sur cette chaudière, cette opération occupe une part importante chaque semaine, ce qui n'est plus nécessaire sur les chaudières installées en 2016 en remplacement.

Répartition des heures d'exploitation de la chaufferie et du réseau



Quelques grosses interventions

Parmi les grosses réparations ou renouvellements de pièces effectués, les plus importants sont :

- réfractaire
- vase d'expansion
- désileur suite à une casse en 2009/2010
- sonde lambda
- moteur de la vis silo
- pompe réseau

Fin 2009, la casse sur le désileur a occasionné l'utilisation du fioul en secours pendant plusieurs semaines avec un rendement de production dégradé et une usure accélérée du réfractaire qui a dû être changé en fin de saison.

Cendres

La production de cendres correspond à **environ 1 à 1,5 % de la masse totale du combustible consommé** soit **de 3 à 3,5 m³ par an** pour la chaufferie de la Maison du Parc.

Une analyse de la composition des cendres avait été réalisée par un laboratoire en 2001 et avait montré que le produit brut étaient équivalentes à un **amendement 0 – 15 – 15**. Les quantités produites par la chaufferie sont assez faibles et sont épandues sur les terres de la propriété de la Maison du Parc.

>> BILAN ÉCONOMIQUE

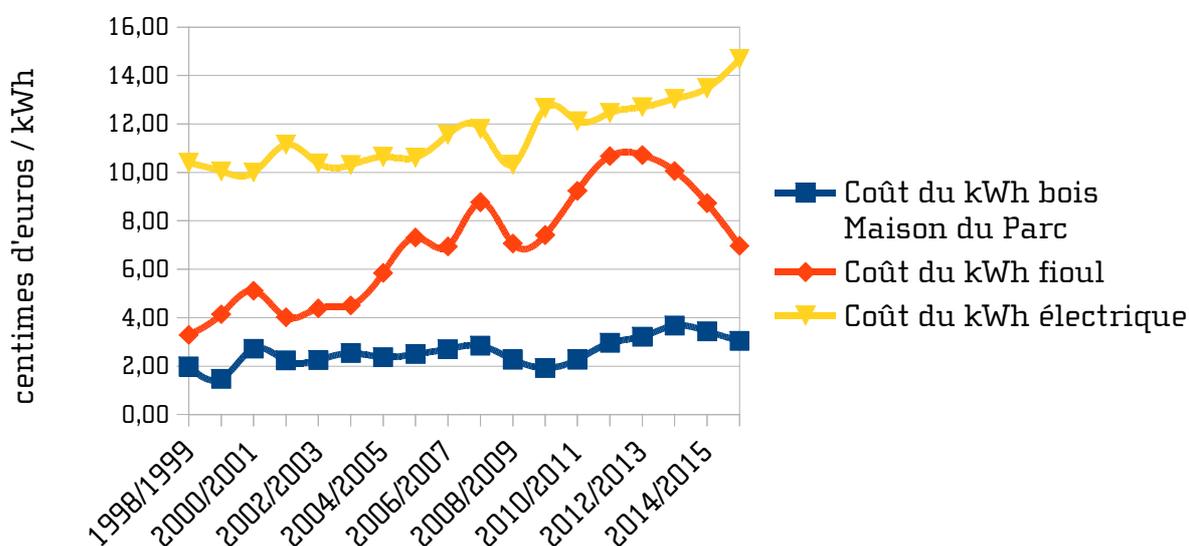
Un suivi des coûts a été réalisé sur ces 18 années de fonctionnement et permet de comparer le coût de la chaufferie bois à celui des installations en place à l'époque. Avant 1998, les bâtiments étaient chauffés environ pour moitié au fioul et pour autre moitié à l'électricité.

Coût des énergies

+ **Bois** : Coût de production en régie (main d'œuvre pour façonnage, déchiquetage, transport ; amortissement du matériel et du hangar ; main d'œuvre pour livraison hangar-silo), coût d'achat de plaquettes ou de bois et prestation de déchiquetage

+ **Fioul et électricité** : Cours des énergies d'après le suivi réalisé par l'ATEE (Association Technique Energie Plus)

Evolution du coût des énergies de 1998 à 2016



Électricité de fonctionnement

Aucun compteur dédié à la chaufferie et au réseau n'ayant été installé, la quantité d'électricité de fonctionnement est évaluée par ratio et le coût est issu du suivi ci-dessus.

Maintenance et grosses réparations

Il s'agit des coûts de l'exploitation de la chaufferie (temps passé par les agents), de la maintenance préventive (visites annuelles) et de la maintenance corrective (réparations, renouvellement des équipements).

Pour la comparaison avec le fioul et l'électricité, la maintenance préventive est évaluée par rapport aux équipements fioul et électriques en place. La maintenance corrective est négligée ici alors même que des réparations ou renouvellements auraient pu intervenir.

Investissement

+ **Bois** : Le coût de l'investissement dans la chaufferie et le réseau est pris en compte ainsi que les subventions régionales (**46 % d'aide sur le coût HT**) et les intérêts de l'emprunt (y compris les premières années pour le prêt relais TVA dans l'attente du FCTVA). L'installation du réseau secondaire dans les bâtiments chauffés auparavant électriquement est également inclus.

COÛT DES TRAVAUX :

| | |
|--|------------------|
| Génie civil silo/chaufferie | 18 500 € |
| Chaudière bois – accessoires et raccords | 63 600 € |
| Réseaux de chaleur, génie civil réseau | 33 000 € |
| Équipement intérieur des bâtiments | 46 000 € |
| Équipement sous-stations 20 200 €..... | 20 200 € |
| Étude et maîtrise d'œuvre 22 000 € | 22 000 € |
| Total | 203 300 € |

| EMPRUNTS CHAUFFERIE ET RÉSEAU | Travaux | Prêt relai TVA |
|---|-----------|----------------|
| Coût projet, subvention et FCTVA déduit | 118 510 € | 35 000 € |
| Taux d'emprunt | 4,5 % | 3,95 % |
| Durée (années) | 15 | 3 |
| Montant de l'annuité | 11 035 € | 12 600 € |

+ **Fioul et électricité** : Une estimation a été réalisée pour évaluer le coût de remplacement des chaufferies fioul et des équipements électriques, avec des hypothèses d'emprunt à chaque fois. Leur prise en compte intervient progressivement car tous les bâtiments n'ont pas été raccordés en même temps au réseau de chaleur.

| EMPRUNTS FIOUL & ELEC. | Travaux | Année de prise en compte | Coût des travaux | Taux d'emprunt | Durée (années) | Montant de l'annuité |
|---|--|--------------------------|------------------|----------------|----------------|----------------------|
| Administration et pavillon de chasse | Renouvellement des chaudières fioul | 1998 | 20 000 € | 4,50% | 12 | 2 193 € |
| Chapelle | Équipement en chauffage électrique | 1998 | 5 000 € | 4,50 % | 12 | 548 € |
| Auditorium / aile Est/salle pédagogique | Réalisation d'une chaufferie fioul | 2003 | 45 000 € | 4,30 % | 12 | 4 879 € |
| Grande maison | Renouvellement de la chaudière fioul | 2005 | 18 000 € | 4,50 % | 12 | 1 974 € |
| Musée | Remplacement des convecteurs électriques | 2003 | 21 000 € | 4,30 % | 12 | 2 277 € |
| Maison du tourisme/ restaurant | Création d'une chaufferie fioul | 2014 | 35 000 € | 2,50 % | 20 | 2 245 € |

Coût global

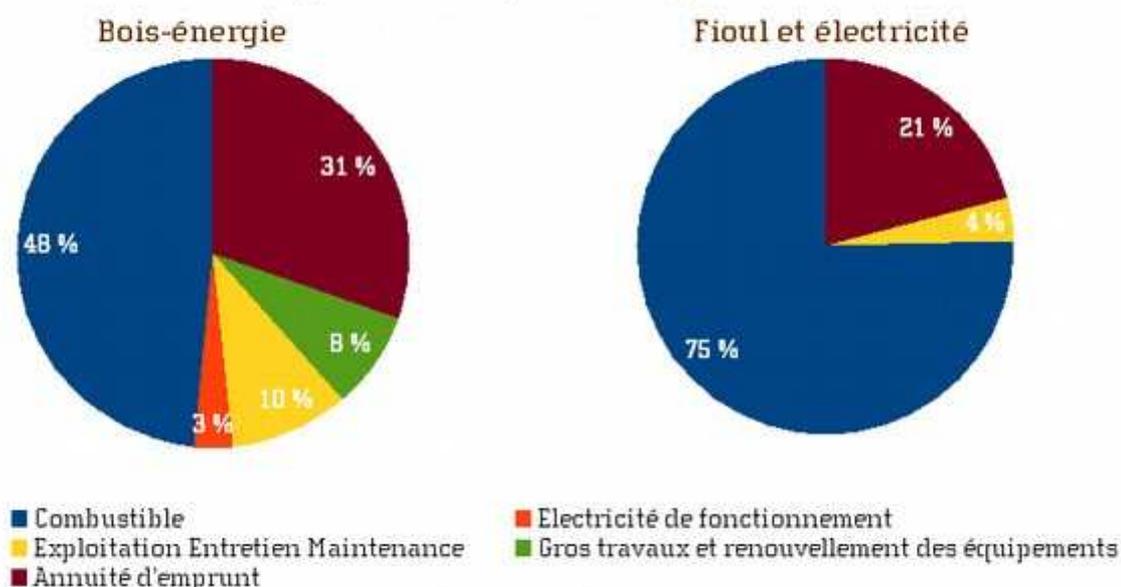
| Saison de chauffe | Solution Bois Energie | | | | | Total solution Bois Energie en € TTC | Solution de référence fuel et électricité | | | Total solution de référence fuel et électricité en € TTC |
|-------------------|-----------------------|-------------------------------|------------------------------------|--|-------------------|---|---|------------------------------------|-------------------|---|
| | P1 | P1 | P2 | P3 | P4 | | P1 | P2 | P4 | |
| | Combustible | Electricité de fonctionnement | Exploitation Entretien Maintenance | Gros travaux et renouvellement des équipements | Annuité d'emprunt | | Fuel domestique et électricité de chauffage | Exploitation Entretien Maintenance | Annuité d'emprunt | |
| | en € TTC | en € TTC | en € TTC | en € TTC | en € TTC | | en € TTC | en € TTC | en € TTC | |
| 1998/1999 | 10 557 | 940 | 1 166 | | 11 968 | 24 631 | 16 998 | 1 050 | 2 742 | 20 790 |
| 1999/2000 | 6 729 | 823 | 1 714 | | 11 968 | 21 234 | 20 638 | 1 082 | 2 742 | 24 461 |
| 2000/2001 | 12 782 | 819 | 1 115 | | 11 968 | 26 685 | 21 490 | 1 114 | 2 742 | 25 346 |
| 2001/2002 | 10 838 | 1 034 | 1 313 | | 11 035 | 24 220 | 24 278 | 1 147 | 2 742 | 28 167 |
| 2002/2003 | 11 098 | 950 | 1 195 | | 11 035 | 24 278 | 22 853 | 1 182 | 2 742 | 26 777 |
| 2003/2004 | 11 646 | 855 | 1 170 | 620 | 11 035 | 25 326 | 22 456 | 1 217 | 9 897 | 33 570 |
| 2004/2005 | 14 962 | 937 | 1 220 | 358 | 11 035 | 28 513 | 34 031 | 1 666 | 9 897 | 45 593 |
| 2005/2006 | 12 308 | 954 | 5 388 | 9 486 | 11 035 | 39 171 | 29 869 | 1 716 | 11 871 | 43 456 |
| 2006/2007 | 11 092 | 960 | 5 808 | 321 | 11 035 | 29 216 | 27 369 | 1 767 | 11 871 | 41 008 |
| 2007/2008 | 14 897 | 1 149 | 6 509 | 429 | 11 035 | 34 019 | 38 865 | 1 820 | 11 871 | 52 557 |
| 2008/2009 | 15 459 | 905 | 1 247 | 418 | 11 035 | 29 064 | 40 219 | 1 875 | 11 871 | 53 965 |
| 2009/2010 | 29 127 | 1 110 | 1 411 | 21 539 | 11 035 | 64 222 | 43 214 | 1 931 | 11 871 | 57 016 |
| 2010/2011 | 14 017 | 1 063 | 3 455 | 1 416 | 11 035 | 30 985 | 46 398 | 1 989 | 11 871 | 60 258 |
| 2011/2012 | 20 536 | 953 | 1 324 | 673 | 11 035 | 34 521 | 58 711 | 2 049 | 11 871 | 72 631 |
| 2012/2013 | 19 031 | 1 072 | 1 381 | 8 839 | 11 035 | 41 359 | 50 544 | 2 110 | 11 871 | 64 525 |
| 2013/2014 | 18 526 | 1 143 | 5 334 | 209 | | 25 212 | 41 228 | 2 173 | 11 871 | 55 272 |
| 2014/2015 | 16 781 | 1 031 | 6 524 | 180 | | 24 517 | 35 985 | 2 239 | 14 116 | 52 340 |
| 2015/2016 | 16 300 | 1 208 | 6 603 | 0 | | 24 111 | 34 285 | 2 306 | 14 116 | 50 707 |
| Total | 266 685 € | 17 906 € | 53 877 € | 44 489 € | 168 324 € | 551 281 € | 609 432 € | 30 432 € | 168 574 € | 808 438 € |

Les coûts annuels sont variables :

- ils sont globalement stables pour la solution bois sauf les années où des réparations ou renouvellements de pièces conséquents interviennent d'où la nécessité de réaliser des provisions annuelles sur ce poste
- ils sont directement liés aux évolutions du coût de l'énergie pour la solution de comparaison au fioul et à l'électricité.

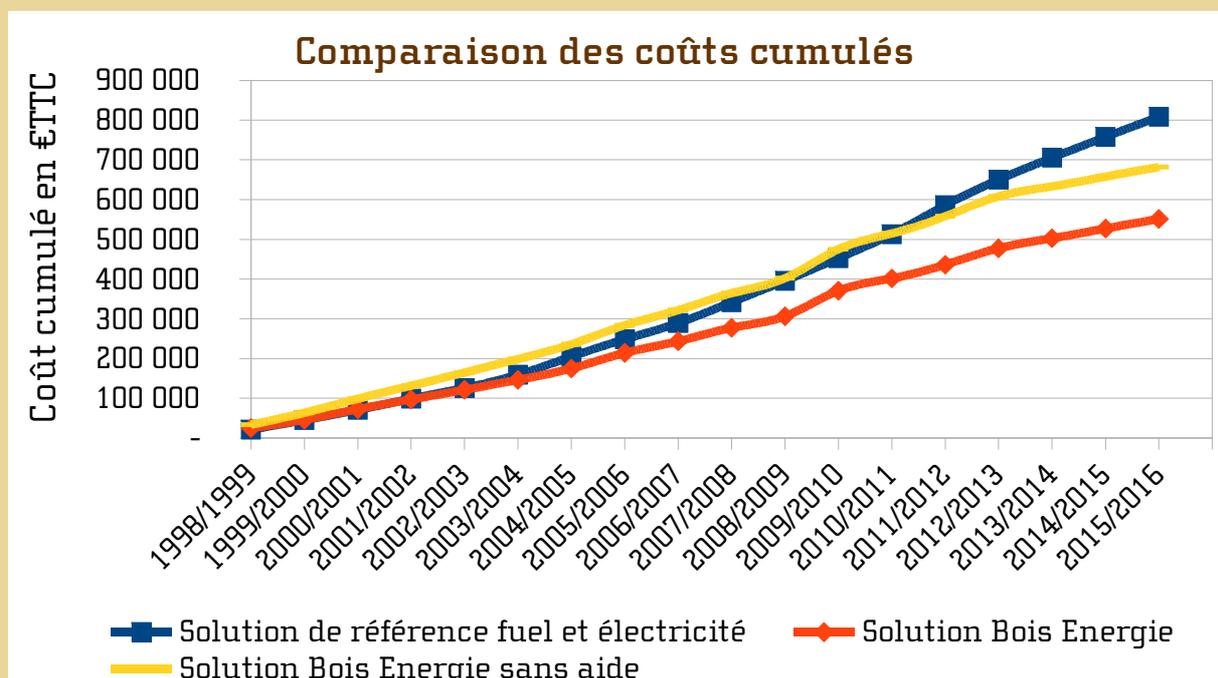
En effet, si l'on regarde la répartition par poste budgétaire, on constate que le combustible représente une part moins importante dans la solution bois, ce qui la rend *moins vulnérable aux aléas du coût des énergies*.

Répartition des postes budgétaires



Ce sont donc **257 000 €TTC d'économies** qui ont été réalisées de 1998 à 2016 avec la chaufferie bois soit **32 % par rapport à la situation de départ au fioul et à l'électricité** en tenant compte d'une aide à l'investissement de 46 % du coût HT.

Mais même sans aide, l'économie se serait élevée à 126 000 €TTC soit 16 %.



>> BILAN SOCIO-ENVIRONNEMENTAL

De 1998 à 2016, ce sont **1 451 000 kWh d'électricité et 582 000 litres de fioul** qui ont été **substitués par l'énergie bois**. Cela correspond à 625 TEP (Tonnes Equivalent Petrole) et **1 838 tonnes de CO2** soit l'équivalent de 15 millions de kilomètres en voiture ! La filière bois-énergie permet également de créer et maintenir des emplois sur le territoire car il s'agit d'une filière locale. C'est en moyenne chaque année **l'équivalent d'un tiers temps** (plus de 9 600 heures de travail de 1998 à 2016) qui a été nécessaire à la production et livraison du combustible jusqu'au silo, l'exploitation quotidienne de la chaufferie ainsi que pour les opérations de maintenance et réparations.

Répartition des heures de travail liées à la chaufferie bois

