

---

# **SYNDICAT MIXTE DU PAYS MIDI-QUERCY**

## **Diagnostic énergétique du Pays Midi-Quercy**

*Phase 2 : Identification et quantification des potentialités  
du territoire*

---

**Juillet 2005**

**Version 3**

---

## SOMMAIRE

---

<b>PARTENAIRES DU PROJET.....</b>	<b>4</b>
<b>1. ENJEUX ET METHODOLOGIE .....</b>	<b>5</b>
1.1. Présentation de l'étude .....	5
1.2. Etat des lieux phase 1.....	6
1.2.1- <i>Acquis</i> .....	6
1.2.2- <i>Compléments phase 1</i> .....	6
1.3. Déroulement de la phase 2.....	7
<b>2. IDENTIFICATION ET QUANTIFICATION DES POTENTIELS .....</b>	<b>8</b>
2.1. Efficacité énergétique dans les bâtiments .....	8
2.1.1- <i>Constructions neuves</i> .....	8
2.1.2- <i>Réhabilitation</i> .....	9
2.1.3- <i>Quantification du potentiel dans les bâtiments communaux</i> .....	10
2.1.4- <i>Quantification du potentiel dans le parc de logements</i> .....	12
2.2. Energies renouvelables .....	14
2.2.1- <i>Filière bois-énergie</i> .....	14
2.2.2- <i>Solaire thermique</i> .....	20
2.2.3- <i>Solaire photovoltaïque</i> .....	24
2.2.4- <i>Biocarburants</i> .....	25
2.2.5- <i>Méthanisation</i> .....	30
<b>3. OPERATIONS CANDIDATES PAR FILIERE .....</b>	<b>30</b>
3.1. Efficacité énergétique .....	30
3.1.1- <i>Construction neuve</i> .....	30
3.1.2- <i>Réhabilitation</i> .....	33
3.2. Energies renouvelables .....	35
3.2.1- <i>Filière bois-énergie</i> .....	35
3.2.2- <i>Solaire thermique et photovoltaïque</i> .....	36
3.2.3- <i>Biocarburants</i> .....	37
3.3. Justification des choix .....	37
<b>4. ETUDE DES OPERATIONS « VITRINE » .....</b>	<b>39</b>
4.1. Etude réhabilitation .....	39
4.1.1- <i>Etat des lieux</i> .....	39
4.1.2- <i>Améliorations</i> .....	40
4.1.3- <i>Conclusion</i> .....	41
4.2. Etude bois .....	41
4.2.1- <i>Introduction</i> .....	41
4.2.2- <i>Approvisionnement bois</i> .....	43
4.2.3- <i>Bilan économique</i> .....	43
4.2.4- <i>Conclusion</i> .....	44
4.3. Etude biocarburants.....	45

4.3.1- Diester pour les véhicules municipaux .....	45
4.3.2- Huiles végétales.....	47
4.4. Etude photovoltaïque.....	49
<b>5. CONCLUSION PAR FILIERE.....</b>	<b>49</b>
5.1. Filière réhabilitation des bâtiments .....	49
5.2. Filière biocarburants .....	50
5.3. Filière solaire.....	50
5.4. Filière bois .....	50
<b>6. VERS LA PHASE 3 : CHARTE ENERGIE DU TERRITOIRE .....</b>	<b>51</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>52</b>
<b>ANNEXE 1 : ACTEURS LOCAUX RENCONTRES OU CONTACTES .....</b>	<b>53</b>
<b>ANNEXE 2 : QUESTIONNAIRE COLLECTIVITES LOCALES PHASE 1 .....</b>	<b>55</b>
<b>ANNEXE 3 : QUESTIONNAIRE COMPLEMENTAIRE A DESTINATION DES COMMUNES.....</b>	<b>58</b>
<b>ANNEXE 4 : ETUDE D’OPTIMISATION ENERGETIQUE DE L’ENVELOPPE POUR LE SACRE CŒUR DE MONTRICOUX.....</b>	<b>60</b>
<b>ANNEXE 5 : ETUDE FAISABILITE D’UN RESEAU DE CHALEUR BOIS A LAGUEPIE .....</b>	<b>61</b>
<b>ANNEXE 6 : DETAIL DE CALCUL DU POTENTIEL SOLAIRE.....</b>	<b>62</b>
<b>ANNEXE 7 : ENQUETE ENERGIE SOLAIRE AUPRES DES PISCINES .....</b>	<b>69</b>
<b>ANNEXE 8 : ENQUETE ENERGIE SOLAIRE AUPRES DES ETABLISSEMENTS DE SANTE ....</b>	<b>71</b>
<b>ANNEXE 9 : COMPLEMENT ETUDE BOIS ENERGIE LAGUEPIE .....</b>	<b>73</b>

---

---

## **PARTENAIRES DU PROJET**

---

---

### **MAITRE D'OUVRAGE :**

#### **SYNDICAT MIXTE DE PAYS MIDI QUERCY**

1, rue du 11 novembre 1918

BP 82

82800 NEGREPELISSE

Tél : 05.63.24.60.64

Fax : 05.63.24.60.65

### **PARTENAIRES INSTITUTIONNELS**

#### **ARPE**

14 rue Tivoli

31068 TOULOUSE

Tél : 05.61.55.34.25

Fax : 05.34.31.18.42

#### **ADEME MIDI-PYRENEES**

Technoparc bât. 9

Rue Jean Bart BP 672

31319 Toulouse Labège

Tél : 05.62.24.35.36

Fax : 05.62.24.34.61

### **BUREAU D'ETUDES :**

#### **TRIVALOR SUD-OUEST**

9 rue Paulin Talabot

31100 TOULOUSE

Tél : 05 61 43 66 72

Fax : 05 61 43 66 75

# 1. ENJEUX ET METHODOLOGIE

---

Les politiques internationales, nationales et régionales incitent à la réduction des émissions de gaz à effet de serre à travers la maîtrise des consommations énergétiques et le développement des énergies renouvelables.

Dans ce contexte, le Pays Midi-Quercy, récemment créé, souhaite mettre en œuvre une politique territoriale concertée en faveur du développement durable où le volet énergie prendra une place importante.

## 1.1. Présentation de l'étude

Le diagnostic énergétique de territoire a pour vocation de définir une stratégie globale d'intervention à partir d'une identification des atouts, forces et faiblesses énergétiques d'un territoire. Le présent diagnostic pour le Pays Midi-Quercy est la première étude du genre en Midi-Pyrénées.

Les objectifs de l'étude se déclinent au cours de quatre phases d'études consécutives :

- Phase 1 : Il s'agit de dresser un état des lieux de la situation énergétique dans le territoire (production et réseaux d'énergie, bilan des consommations d'énergie, richesses naturelles et réseaux d'approvisionnement)
- Phase 2 : Il s'agit d'identifier et quantifier les potentialités du territoire.
- Phase 3 : Elle donnera lieu à l'élaboration d'un plan d'actions pour mettre en œuvre la politique énergétique du Pays
- Phase 4 : Elle a pour objectif de mettre en place un dispositif d'évaluation et d'animation du plan d'actions

L'étude est orientée selon deux axes d'intervention complémentaires :

- D'abord concevoir des solutions permettant de réduire le plus possible les besoins en énergie primaire, tout en satisfaisant les mêmes besoins humains de base. C'est la **recherche de l'efficacité énergétique**, ou comment rendre le même service avec la plus petite quantité d'énergie possible,
- Puis, dans la limite des ressources mobilisables, on assurera ces besoins résiduels en recourant **aux énergies dites renouvelables**, afin de réduire l'appel aux énergies fossiles. Une énergie peut-être considérée comme renouvelable si son gisement peut-être régénéré en 25 ans environ. A ce titre toute l'énergie produite par la biomasse (c'est-à-dire la végétation, le bois, etc.) est une énergie renouvelable, tout comme l'énergie solaire ou éolienne.

La phase 1 de l'étude a été réalisée en interne en partenariat avec l'ARPE.

Le présent document constitue le rapport intermédiaire de la phase 2.

## **1.2. Etat des lieux phase 1**

### **1.2.1-Acquis**

La phase 1 a permis de définir les points suivants :

- Etat des lieux de la production d'énergie dans le Pays (la production d'énergie dans le Pays s'élève à 24,2 GWh/an),
- Estimation de la consommation énergétique des différents secteurs (résidentiel, tertiaire, industriel, agricole, transports et collectivités locales), le cumul de la consommation énergétique dans le Pays s'élève à 1 065 GWh,
- Cartographie des ressources énergétiques dans le Pays.

### **1.2.2-Compléments phase 1**

La phase 1 a été menée de façon relativement complète, mais certaines informations font défaut. Ceci est principalement dû au fait que le questionnaire énergie adressé aux collectivités lors de la phase 1 n'a été que partiellement rempli.

- Transports (véhicules des particuliers) : La consommation de carburant par les particuliers est issue des relevés de livraison à la pompe. Cette valeur n'est pas significative car il y a peu de stations service dans le Pays et on suppose qu'une part importante des approvisionnements se fait hors du Pays.
- Transports (flottes captives) : Un questionnaire à l'intention des communes a été diffusé lors de la phase 1, il comprenait notamment un volet sur les véhicules municipaux. Les réponses sont incomplètes et ne permettent pas de savoir avec précision le nombre de véhicules, le type de carburant utilisé et le kilométrage annuel.
- Réseaux d'énergie (ramifications du réseau électrique non fournis).
- Questionnaire relatif aux consommations énergétiques des collectivités partiellement rempli voire non retourné.

Le questionnaire adressé aux collectivités territoriales a été renvoyé pour les communes de plus forte population n'ayant pas répondu.

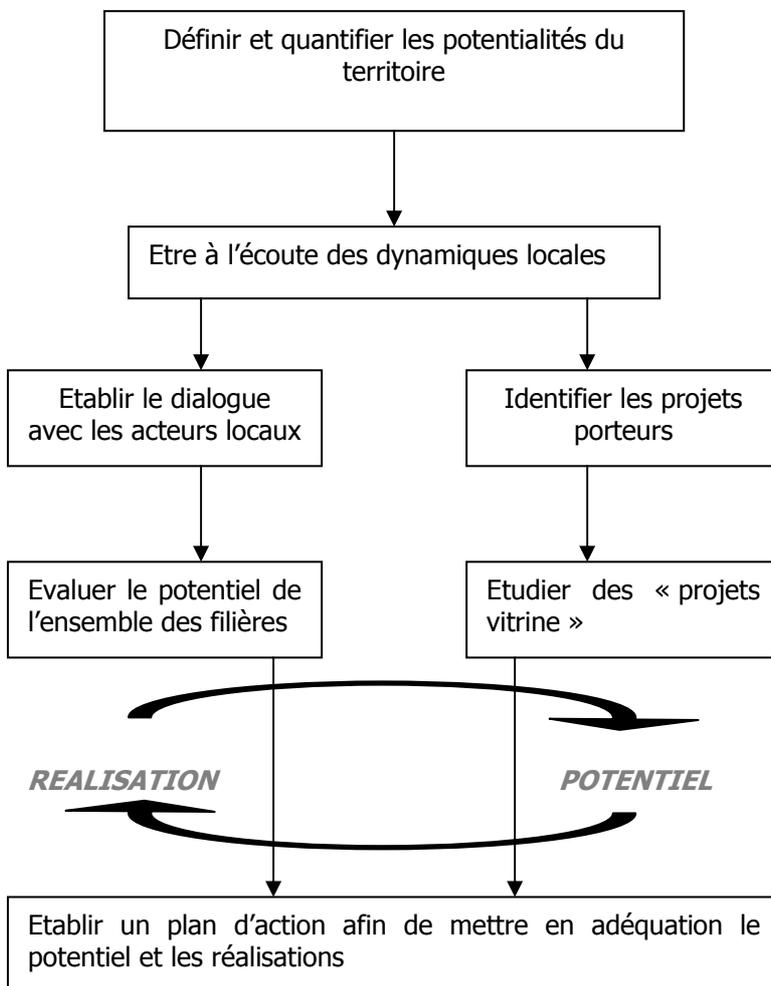
## 1.3. Déroulement de la phase 2

Nous proposons de travailler sur la phase 2 en menant deux actions en parallèle :

- Une action **globale** nous amenant à appréhender les filières dans leur ensemble,
- Des actions **spécifiques** au cours desquelles nous étudierons des cas particuliers afin d'ancrer notre réflexion dans une démarche concrète. Le but est d'enclencher le processus de réalisation des actions à mener en faveur de l'énergie dans le Pays.

### Objectifs

### Méthode



## 2. IDENTIFICATION ET QUANTIFICATION DES POTENTIELS

---

### 2.1. Efficacité énergétique dans les bâtiments

L'efficacité énergétique est un domaine très vaste et à fort potentiel. Nous nous pencherons dans le cadre de cette étude sur l'efficacité énergétique des bâtiments. L'objectif est de réduire la quantité d'énergie consommée par ce secteur qui est l'un des plus énergivore, aussi bien au moment de la construction qu'au cours de la vie des bâtiments.

L'efficacité énergétique est à appréhender en deux étapes :

1. Réduction de la demande énergétique
2. Mise en œuvre de systèmes de production efficaces

Il est primordial de chercher à diminuer les besoins énergétiques (la demande) avant même de faire appel à une technologie performante et aux énergies renouvelables. En effet, pour reprendre un enseignement né du choc pétrolier, « **l'énergie la moins polluante est celle que l'on ne produit pas** ».

Minimiser la demande à la source exige qu'un travail de conception dans cette dynamique soit réalisé en amont du projet. Le plus efficace est de travailler sur la qualité de l'enveloppe du bâtiment (isolation, maîtrise du renouvellement d'air, protection contre le rayonnement, orientation des façades...) afin d'optimiser les besoins de chauffage et éventuellement de climatisation.

C'est seulement une fois que l'on aura mené aussi loin que possible cette première étape que l'on réfléchira à des systèmes de production d'énergie disposant de hauts rendements (pompes à chaleur, chaudières à condensation etc.).

Cette démarche est aisément applicable sur les constructions neuves mais elle nécessite une réflexion plus aboutie dans le cadre de projets de réhabilitation.

#### 2.1.1-Constructions neuves

La nouvelle réglementation thermique 2000 (RT2000) impose des exigences de performance thermique pour tous les bâtiments dont la demande de permis de construire a été déposée postérieurement au 1<sup>er</sup> juin 2001. Pour être plus précis, les exigences portent sur les points suivants :

- **Consommation d'énergie** : La consommation conventionnelle d'énergie (comprendre « issue du calcul réglementaire ») d'un bâtiment pour le chauffage, la ventilation, la climatisation, la production d'eau chaude sanitaire et, pour certains types de bâtiments, l'éclairage des locaux, doit être inférieure ou égale à la consommation conventionnelle d'énergie de référence de ce bâtiment (comprendre « pour un bâtiment de même forme avec des propriétés thermiques 'standards' »).
- **Confort d'été dans les locaux non climatisés** : Dans le cas d'un bâtiment non climatisé, la température intérieure conventionnelle atteinte en été doit être inférieure ou égale à la température intérieure conventionnelle de référence.

D'autre part, dans le but d'atteindre ces objectifs, les propriétés d'isolation minimales sont définies par type de parois (parois verticales, plancher bas, combles...) et par zone géographique selon la rudesse du climat.

Une telle réglementation garantit des bâtiments très bien isolés et faibles consommateurs d'énergie pour ce qui concerne le fonctionnement.

Cependant, il est possible de mener cette réflexion encore plus loin.

La démarche de Haute Qualité Environnementale est une réflexion transversale sur la préservation des ressources non renouvelables, la qualité d'usage et le confort des occupants.

En ce qui concerne l'aspect « énergie » qui nous intéresse ici, la démarche propose une étude globale du bâtiment, depuis sa construction jusqu'à sa démolition. Il ne s'agit plus uniquement de minimiser les consommations du bâtiment durant son fonctionnement, mais de faire un bilan global du bâtiment et de sa connexion avec l'extérieur :

- Bilan énergétique des matériaux mis en œuvre : énergie nécessaire pour leur fabrication (énergie grise), leur transport (depuis le point de fabrication jusqu'au point de construction), leur démolition.
- Bilan énergétique lié à l'accessibilité au site : Il prend en compte l'énergie due aux transports utilisés par les usagers pour se rendre sur le site.

## 2.1.2-Réhabilitation

Cependant, le vrai potentiel en économies d'énergie est à rechercher dans les opérations de réhabilitation. Tout d'abord parce que le parc de bâtiments anciens (antérieurs à 1975) est largement majoritaire en France en général et dans le Pays en particulier. De plus, la réglementation thermique est tellement rigoureuse que l'on est arrivé à réduire des deux tiers les consommations des bâtiments neufs par rapport aux bâtiments antérieurs à 1975. Il y a donc très peu à gagner sur le parc des bâtiments neufs.

Les opérations d'amélioration thermique de l'enveloppe et des systèmes permettent des économies d'énergie conséquentes. Le tableau ci-dessous donne des fourchettes de gains énergétiques et de temps de retour sur investissement issus de retours d'expérience.

	<b>% d'économie d'énergie</b>	<b>Temps de retour brut</b>
<b>Travaux d'économies d'énergie</b>		
Isolation des combles	20 à 40 %	0 à 20 ans
Isolation des planchers	10 à 20 %	10 à 25 ans
Isolation des murs par l'intérieur	5 à 10 %	30 à 90 ans
Pose de volets	0 à 5 %	30 à 90 ans
Isolation par double vitrage 4-12-4	5 à 10 %	30 à 90 ans
Isolation des murs par l'extérieur	15 à 20 %	30 à 120 ans

### **Amélioration des systèmes de production d'énergie**

Remplacement convecteurs électriques par panneaux rayonnants et/ou à accumulation	0 à 10%	20 à 40 ans
Calorifugeage des tuyauteries	5 à 15 %	0 à 10 ans
Robinets thermostatiques	5 à 15 %	0 à 10 ans
Régulation performante	10 à 20 %	0 à 30 ans
Chaudière haut rendement ou à condensation	10 à 25 %	10 à 40 ans

	<b>% d'économie d'énergie</b>	<b>Temps de retour brut</b>
Système de GTB ou de télégestion	5 à 15 %	1 à 30 ans

#### **Amélioration des systèmes de ventilation**

Ventilation mécanique	0 à 10 %	1 à 20 ans
-----------------------	----------	------------

#### **Amélioration des systèmes électriques**

Lampe basse consommation	0 à 20 %	1 à 10 ans
Régulation électrique	0 à 20 %	1 à 10 ans

### **2.1.3-Quantification du potentiel dans les bâtiments communaux**

Lors de la phase 1, une enquête à l'usage des collectivités locales a été lancée (voir modèle en annexe 2). Ce questionnaire proposait principalement de relever les consommations énergétiques telles qu'elles figurent dans la comptabilité analytique M14. Ces indicateurs économiques sont intéressants mais peu exploitables pour notre étude énergétique pour plusieurs raisons :

- Un montant de facture ne permet pas de remonter à l'énergie en kWh (le prix du kWh varie en fonction de l'abonnement, des usages) ;
- Un montant de facture global ne permet pas de distinguer les postes de dépense et donc ne permet pas d'identifier la part consacrée au chauffage ;
- Aucune donnée concernant la qualité du bâti (enveloppe et systèmes) n'a été recensée.

D'autre part, 77% des communes ont renseigné ce questionnaire, taux relativement satisfaisant, mais qui ne couvre que 62% de la population, ce qui signifie que des communes à forte population n'ont pas répondu.

Nous avons relancé ce questionnaire (sensiblement modifié de façon à avoir accès aux consommations énergétiques, voir modèle en annexe 3) auprès des communes n'ayant pas répondu lors de la première demande et avons récolté quelques questionnaires supplémentaires.

A la lecture de ces réponses, nous nous sommes aperçus que peu de communes avaient renseigné le champ consacré aux consommations d'énergie par bâtiment ainsi que la surface associée. A partir de ce constat, nous ne disposons pas des données indispensables à l'évaluation du potentiel d'économie d'énergie sur le bâti communal existant.

Cependant, nous proposons un calcul approché basé sur la méthode suivante :

Nous avons identifié les communes ayant un profil représentatif de celui du Pays, nous avons choisi comme indicateur la dépense énergétique moyenne par habitant et par an. Elle s'élève à 31,3 euros/an/hab. Parmi ces communes, nous en avons choisi une qui avait répondu de façon exhaustive au questionnaire (détail des surfaces des bâtiments communaux et consommations d'énergie associées).

Voici les caractéristiques de la commune choisie :

<b>Nombre d'habitants</b>	<b>Dépense communale moyenne en €/hab.an</b>	<b>Energie associée au chauffage des bâtiments communaux en MWh/an</b>	<b>Surface chauffée correspondante en m<sup>2</sup></b>	<b>Ratio de consommation en kWh/m<sup>2</sup>/an</b>
3 487	32,74	1035	7 390	140

Le ratio de consommation de chauffage par m<sup>2</sup> est important et correspond à des bâtiments peu isolés.

Si l'on suppose que l'état du parc des bâtiments communaux est homogène sur l'ensemble du Pays et que les équipements communaux sont directement reliés au nombre d'habitants, on peut estimer les consommations liées au chauffage des bâtiments communaux dans le Pays de la façon suivante :

<b>Echantillon de population</b>	<b>Nombre d'habitants</b>	<b>Consommation de chauffage des bâtiments communaux en GWh/an</b>
<b>Commune type</b>	3 487	1,04
<b>Pays</b>	39 238	11,6

Avec ces hypothèses, la consommation de chauffage dans les bâtiments communaux est estimée à 11,6 GWh/an.

Comme énoncé précédemment, le ratio de consommation est élevé et correspond à un bâtiment peu isolé. A la lumière de l'étude de cas sur le Sacré-Cœur de Montricoux, bâtiment communal ancien pas du tout isolé, nous constatons que ce ratio correspondrait par exemple à un bâtiment dont seuls les combles sont isolés. Dans l'hypothèse la plus réaliste, on peut abaisser cette valeur à 80 kWh/m<sup>2</sup>an.

Le potentiel « brut » de gain d'énergie sur les consommations de chauffage des bâtiments communaux est ainsi de 5 GWh/an.

Il est possible de donner une estimation plus réaliste du potentiel d'économie d'énergie en considérant qu'à terme la moitié des bâtiments communaux seront réhabilités. Le potentiel « réaliste » est donc de 2,5 GWh/an.

<p><b>Consommation de chauffage estimée dans le Pays pour les bâtiments communaux :</b></p> <p><b>11,6 GWh/an</b></p> <p><b>Potentiel brut de gain d'énergie par réhabilitation:</b></p> <p><b>5 GWh/an</b></p> <p><b>Potentiel réaliste de gain d'énergie :</b></p> <p><b>2,5 GWh/an</b></p>
---

## 2.1.4-Quantification du potentiel dans le parc de logements

L'estimation des économies d'énergie possibles dans le secteur résidentiel repose sur la méthode utilisée dans la phase 1 de cette étude. Il s'agit d'une méthode élaborée par le CEREN (Centre d'Etudes et de Recherche Economiques sur l'Energie) qui s'appuie sur le recensement INSEE.

Nous avons refait le calcul des consommations liées au chauffage en prenant des hypothèses d'amélioration du bâti (et uniquement du bâti c'est-à-dire sans influencer sur les systèmes) en distinguant :

- l'année de construction (avant ou après 1975), en effet, il est plus difficile de gagner en performance sur des bâtiments récents que sur des bâtiments anciens
- le type de logement : les personnes habitant des maisons individuelles ont plus facilement la possibilité d'apporter des améliorations thermiques. Cependant, étant donné la forte proportion de maisons individuelles (entre 90 et 93%), nous avons assimilé l'ensemble des logements à des maisons individuelles.

Les fourchettes de gains par type de travaux et selon que la bâtisse est antérieure ou postérieure à 1975 sont connues. Voici les hypothèses que nous avons prises pour notre calcul, ces valeurs sont issues de retours d'expérience sur les OPATB (OPération d'Amélioration Thermique des Bâtiments) :

Gains sur la consommation de chauffage en fonction des travaux réalisés

	<b>Isolation des combles</b>	<b>Pose de double vitrage</b>	<b>Isolation des murs par l'extérieur ou l'intérieur</b>	<b>Isolation du plancher bas</b>
<b>Avant 1975</b>	25 %	10 %	20 %	20 %
<b>Après 1975</b>	15 %	15 %	10 %	10 %

Les consommations de chauffage selon l'année de construction sont directement issues des résultats de la phase 1 :

<b>Année de construction</b>	<b>Consommation de chauffage en MWh/an</b>
<b>Avant 1975</b>	168 281
<b>Après 1975</b>	72 785
<b>Total</b>	241 066

Voici dans un premier temps le « potentiel brut » qui correspond aux gains sur les consommations de chauffage engendrés par une amélioration du bâti, dans l'hypothèse peu probable que tous les habitants engageront les travaux nécessaires.

	<b>Potentiel en % de consommation de chauffage</b>	<b>Potentiel en MWh calculé sur la consommation de chauffage corrigée du climat</b>	<b>Potentiel en kWh/an/personne</b>
<b>Avant 1975</b>	75 %	126 211	X
<b>Après 1975</b>	50 %	36 393	X
<b>Total</b>	X	162 603	4 170

Ce calcul met en évidence le potentiel énorme lié à la réhabilitation du secteur résidentiel. En effet, si tous les travaux nécessaires étaient entrepris, cela permettrait d'économiser 162 GWh/an soit 74% de l'énergie consacrée au chauffage dans le secteur résidentiel (valeur de 219 GWh/an corrigé du climat) et 40% des consommations d'énergie de l'ensemble du secteur résidentiel dans le Pays.

Plus concrètement, nous proposons d'adopter ici des hypothèses réalistes quant à la réalisation de ces travaux. Dans la mesure où ces travaux sont appuyés par un programme spécifique (type OPATB), on peut espérer atteindre 3% des foyers en 5 ans. D'autre part, on peut estimer que l'ensemble des travaux réalisés permettra un gain moyen de 40% pour les habitations construites avant 1975 et de 20% pour les habitations construites après 1975.

Le potentiel « réaliste » en valeur corrigée du climat est le suivant :

<b>Potentiel en MWh calculé sur la consommation de chauffage corrigée du climat</b>	<b>Potentiel en kWh/personne</b>
2 500	65

## CONCLUSION

<p><b>Consommation de chauffage estimée dans le Pays pour le secteur résidentiel :</b></p> <p><b>219 GWh/an</b></p> <p><b>Potentiel brut de gain d'énergie par réhabilitation:</b></p> <p><b>162 GWh/an</b></p> <p><b>Potentiel réaliste de gain d'énergie :</b></p> <p><b>2,5 GWh/an</b></p>
---

Le taux de transformation du potentiel brut en potentiel effectif dépendra de la politique incitative du Pays (mise en place d'aides dans le cadre d'une OPATB par exemple).

Depuis février 2005, une mesure fiscale incitative à l'attention des particuliers a été mise en place à l'échelle nationale. Le crédit d'impôt sur le revenu s'applique à l'habitation principale. Il concerne l'acquisition d'équipements mais n'inclut pas les travaux d'installation.

## 2.2. Energies renouvelables

### 2.2.1-Filière bois-énergie

L'homme a de tout temps utilisé le bois comme source d'énergie. Un ménage sur deux possède une cheminée et les performances des appareils de chauffage s'améliorant, c'est une ressource d'avenir en alternative aux énergies fossiles.

#### **Le bois-énergie, une solution :**

- **Pour chauffer** les bâtiments collectifs et les habitations ;
- En appoint à des énergies fossiles (fioul, gaz...) ;
- Pour produire de l'électricité (cogénération).

**Midi-Pyrénées possède la troisième forêt française.** Elle couvre un quart de son territoire. Midi-Pyrénées compte aujourd'hui sur son territoire 159 chaudières bois industrielles et collectives pour une puissance totale de 147,5 MW. Le « Plan bois-énergie 2000-2006 » national vise à installer 1000 chaudières en France dans cette période. Ce plan a permis d'installer entre 2000 et 2003, 19 chaudières collectives (3 MW au total) et 14 installations industrielles (13 MW au total) en Midi-Pyrénées.

Au niveau de la filière d'approvisionnement, la **ressource ne manque pas** : outre les déchets de la filière bois (40 000 t/an sur la région), une part importante de l'accroissement naturel de la forêt n'est pas utilisée.

**C'est une filière d'approvisionnement locale, créatrice d'emplois** : à énergie distribuée égale, l'exploitation du bois induit 3 fois plus d'emplois que l'utilisation du fioul ou du gaz. Dans une région boisée comme Midi-Pyrénées, la mise en place de filières bois de proximité pérennes permettra de réinjecter localement les dépenses de chauffage, au lieu de les exporter.

#### **2.2.1.1- Structuration actuelle du bois énergie en PMQ**

##### **↳ Chaudières bois en fonctionnement**

A ce jour, il existe plusieurs installations en service sur le territoire du Pays Midi-Quercy.

La Communauté de Communes du Quercy-Rouergue et Gorges de l'Aveyron et la Mairie de Caylus ont initié le développement du bois énergie.

Une installation collective est actuellement en marche et dessert la MAPAD, la gendarmerie et l'école de Caylus. Sous l'impulsion de cette installation, plusieurs chaufferies individuelles se sont également implantées chez des agriculteurs de la CUMA de Saint-Antonin Noble Val.

Le bilan est rappelé ci-après :

	<b>Maître d'ouvrage</b>	<b>Adresse</b>	<b>Puissance chaudière bois (kW)</b>	<b>Conso (map/an)</b>	<b>Conso (t/an)</b>	<b>Conso (MWh/an)</b>	<b>Commentaire</b>
<b>Collectif</b>	<b>Mairie Caylus</b>	Caylus	450	800	200	700	MAPAD, gendarmerie, Ecole - VVF et EPAD en projet pour extension
<b>Individuel</b>	<b>Mr Canonge</b>	Vaissac	40	60	15**	52,5	Mise en route saison 2004-2005
	<b>Mr Vandercam</b>	Vaissac	40	60	15**	52,5	Mise en route saison 2004-2005
	<b>Mr Bensoussan</b>	Vaissac	40	60	15**	52,5	Matériel acheté mais pas encore installé
	<b>Mr Vidaillac</b>	St Antonin	40	60	15**	52,5	Mise en route saison 2004-2005
	<b>Mr Ferte</b>	St Antonin	60	60	15**	52,5	Mise en route saison 2004-2005
	<b>Mr Palach</b>	St Antonin	60	60	15**	52,5	En projet
	<b>Mr Delbourg</b>	Varen	80	60	15**	52,5	Mise en route saison 2004-2005
	<b>Mr Estripeau</b>	St Projet	40	60	15**	52,5	Mise en route saison 2004-2005
	<b>TOTAL</b>		<b>850</b>	<b>1280</b>	<b>320</b>	<b>1120</b>	

La demande actuelle est donc de 320 t/an de plaquettes forestières.

\*\* Ces chiffres nous ont été communiqués par Le président de la CUMA de Saint Antonin Noble Val Mr FERTE qui est un acteur majeur du développement des chaudières individuelles. Il est cependant à noter que ces consommations sont approximatives car les installations sont très récentes et qu'il n'y a pas, à l'heure actuelle, de suivi. D'après différentes discussions avec M. FERTE et la chambre d'agriculture, il serait opportun d'instaurer ce suivi (consommation, quantité bois...) ainsi que de communiquer autour de ces chaufferies (plaquette de présentation pour chaque chaufferie par exemple).

## ↳ **Structuration actuelle de l'approvisionnement**

En même temps que la création de la chaufferie de Caylus, la CUMA de Saint-Antonin Noble Val s'est organisée pour fournir la plaquette de bois. Elle a donc acquis une déchiqueteuse Lindana, munie d'une grue d'un débit de 10 map/h et un tracteur agricole.

### ▪ **Mairie de Caylus**

L'approvisionnement en plaquettes s'est fait à l'origine avec du bois d'élagage fourni par une entreprise d'élagages de Cazals. Cette dernière draine une grande quantité de bois (environ 700 t/an) qu'elle n'arrive pas à valoriser. La chaufferie collective de Caylus était un bon moyen d'évacuer ce bois après l'avoir déchiqueté avec le matériel de la CUMA de Saint-Antonin. Après plusieurs livraisons sur le site, quelques problèmes de qualité du bois sont apparus, raison pour laquelle la Mairie de Caylus a passé un contrat avec le SYDED du Lot pour la fin de saison. Des discussions ont repris entre la mairie et la CUMA pour la saison prochaine.

### ▪ **Chaudière individuelle**

Pour l'alimentation des chaudières individuelles, la matière première est fournie par les agriculteurs (bois provenant de leur forêt). La prestation de broyage est assurée par un employé de la CUMA dans les différentes fermes.

## **2.2.1.2- Potentialité de la ressource bois**

Nous avons estimé la quantité de combustibles bois captables dans la zone d'étude.

A ce titre, il existe différentes sources et type de bois qu'il est possible de valoriser dans des chaufferies bois :

- Bois de Forêt : il s'agit de plaquettes forestières issues de rémanents, de bois d'éclaircie, de petits bois provenant directement de la forêt du Pays Midi Quercy;
- Bois d'élagage : provenant de l'entretien des routes, des espaces verts des communes,
- Bois en fin de vie (bois propres) : cagettes, emballages, palettes provenant de déchèteries, centre de tri,
- Bois connexes d'industrie : sous-produits des industries du bois tel que les sciures, écorces, copeaux, une partie étant mobilisée pour la trituration.

## ↳ **Bois de forêt**

Le domaine forestier en Pays Midi-Quercy est essentiellement privé (à + de 95 %) et morcelé. La surface totale est estimée à 23 500 ha.

Le massif est constitué essentiellement des essences suivantes :

- 15 000 ha de chêne pubescent sur la zone de Caussade et Montricoux ;
- 8 500 ha sur la région de Monclar en chêne pubescent, chêne rouvre, chataîgnier en taillis et du pin maritime en très faibles quantités.

L'accroissement naturel de la forêt française est de l'ordre de 2 %, soit environ 470 ha. D'après le CRPF, la densité de bois dans le Pays Midi-Quercy est de 220 stère/ha, soit 110 t/ha.

Le prélèvement possible, sans porter atteinte à l'équilibre de la forêt (et correspond simplement à l'exploitation de l'accroissement naturel) est donc de 110 t/ha x 470 ha, soit 52 000 tonnes/an.

Cette quantité correspond à l'exploitation complète de l'arbre, c'est-à-dire que cela comprend le bois d'œuvre mais également le petit bois qui est partiellement valorisé en bois de bûche.

Une récente étude, menée par SOLAGRO et l'IFN (Inventaire Forestier National) pour le compte de l'ADEME a permis d'estimer le potentiel bois énergie sur un arbre entier de la façon suivante :

- 36 % en bois d'œuvre,
- 23 % en bois bûche,
- 41 % en bois énergie.

Nous considérons enfin que seul 50 % de ce bois énergie sera récupéré (du fait de la difficulté à l'exploiter). On obtient donc  $50 \% \times 41 \% \times 52\,000 \text{ t/an}$ , soit **10 660 t/an de bois énergie mobilisable**.

#### **NOTA :**

Ces données sont en cours de validation par le CRPF.

#### ↳ ***Bois d'élagage***

Le bois provient de la taille et l'entretien des espaces verts. Il est très difficile de connaître précisément le volume qu'il représente. A l'heure actuelle, ce type de bois est soit utilisé en bois de chauffage/bûche, ou déposé en déchèteries.

Au niveau de la potentialité de récupération de ce bois, nous retiendrons la société d'élagage Delpesch installée à Cazals qui draine une grosse partie du bois d'élagage du Pays Midi Quercy et qui détient un stock important. Il dispose actuellement de 2 stocks correspond à 700 t de bois/an. Ce bois pourrait être valorisé en chaufferie bois.

#### ↳ ***Bois en fin de vie (Rebut/déchèteries)***

Le nombre d'habitants sur le pays est de 39 238 habitants. D'après différentes enquêtes menées par notre cabinet, les déchets bois drainés par les déchèteries représentent au maximum un ratio de 10kg/hab./an. Seulement 50 % pourront être valorisés dans des chaufferies bois car seul le bois propre et non traité est valorisable.

Nous avons donc au total un potentiel de  $0,5 \times 392$  tonnes, soit 196 t/an. Ce potentiel est donc tout à fait marginal et très difficilement captable.

#### ↳ ***Bois connexes d'industrie***

Nous avons identifié 3 scieries avec la SOPAL à Nègrepelisse et BLANDINIÈRES et POMAREDE à Lafrançaise.

Ces scieries sont de tailles modestes (1 000 à 1 500 m<sup>3</sup> de grumes sciés par an) et le tonnage de dosses et délignures représentent environ 300 t/an pour les 3 scieries. Ces déchets sont actuellement valorisés dans les papeteries et en bois de chauffage et sont déjà repris à un coût de 12 €/t.

En première approche, nous ne tiendrons pas compte de ce bois car son tonnage est faible et qu'il trouve actuellement une filière de valorisation.

## ↳ **Conclusion sur le potentiel bois**

Les produits connexes d'industrie et le bois de rebut de déchèteries ne constituent pas des gisements intéressants quant à leur valorisation en bois énergie car trop limités, diffus ou difficilement mobilisables.

On retiendra en produit brut un potentiel de 10 500 t/an de bois de forêts du Pays du Midi-Quercy et les 700 t/an de bois d'élagage.

**Le potentiel bois est donc d'environ 11 250 t/an.**

Concernant la plaquette forestière, il sera très important de veiller à ce que, pour chaque projet de chaufferie bois, le CRPF fasse une analyse du potentiel local de bois. A noter également que le bois énergie peut aider à l'exploitation et la valorisation du châtaignier actuellement fortement touchée par la maladie du chancre.

En résumé, on retiendra :

Consommation actuelle de bois, bûche compris (issue de l'étude phase 1)	98.7 GWh	
Production actuelle de bûche sur le territoire (d'après CRPF)	8.75 GWh	2500 t/an
<b>Potentiel bois énergie</b>	<b>39.15 GWh</b>	<b>11 250 t/an</b>

D'autre part, le problème de la mise en concurrence pour la fourniture du combustible bois doit être envisagé. Le risque est que les gestionnaires des réseaux de chaleur choisissent le fournisseur le plus intéressant économiquement, au détriment des producteurs du Pays. Les solutions proposées pour s'assurer que l'approvisionnement sera bien local sont de deux types : intégrer un critère de limitation du transport du combustible dans le cahier des charges, ou rendre le combustible plaquette forestière obligatoire, l'approvisionnement local étant alors la filière la plus avantageuse économiquement.

### **2.2.1.3- Potentialité du développement du bois énergie**

#### ↳ **Données générales**

##### ▪ **Objectifs**

Installer des chaufferies bois en lieu et place des systèmes actuels utilisant l'électricité ou les combustibles fossiles dans des bâtiments publics ou privés individuels et appuyer le développement de cette technique.

##### ▪ **Contexte**

Soutien régional à la filière : PRELUDE (Programme REgional de LUTte contre l'effet de serre et pour le Développement DURable) qui aide jusqu'à 60 % les investissements liés à la filière bois énergie.

Fonds Structurels Européens. La mesure 13.7 C du complément de programmation au DOCUP prévoit une ligne budgétaire pour la promotion et le soutien aux énergies renouvelables, dont le bois énergie. Le taux d'aide à l'investissement est au maximum de 20 %.

## ▪ **Potentiel**

En premier lieu, les communes non desservies par le gaz naturel (qui est une énergie à un coût compétitif), c'est-à-dire 40 communes.

Communes ayant des projets de rénovation et possédant des factures énergétiques très importantes.

Agriculteurs possédant des forêts privées.

## ↳ **Consommation potentielle**

### ▪ **Collectif**

Le Pays Midi-Quercy est peu desservi en Gaz Naturel, et seules 8 communes sur les 48 que compte le Pays le sont. Le potentiel est donc très important quant à l'implantation de chaufferie bois collectives (munie ou pas de réseaux de chaleur). Au vu de la taille des communes, nous pouvons retenir en première approche un potentiel de puissance de 400 kW bois/commune. Dans ce cas, la consommation prévisible sera de 250 t/an de bois par chaufferie (ces ratios proviennent des 15 chaufferies bois installées en Dordogne).

Le potentiel serait donc de  $400 \text{ kW} \times 40 = 16 \text{ MW}$  pour une consommation de 10 000 t/an. Le développement d'une chaufferie par commune dans le pays permettrait de consommer la totalité du potentiel bois Energie du Pays. Nous ne pouvons cependant retenir ces chiffres comme objectif.

L'investissement d'une chaufferie bois avec réseau de chaleur est d'environ 0,8 Million d'€uros/MW ce qui correspondrait pour 40 chaufferies à 13 M€ au total. Pour comparaison, le département de la Dordogne où le bois énergie est fortement développé possède seulement 12 réseaux de chaleur consommant en tout 2 400 t/an de bois.

Une estimation réaliste serait de prévoir l'installation d'1 chaufferie/an, soit sur 5 ans, 2 MW installé et 1250 t/an de bois consommé.

En résumé, nous retiendrons :

- ✓ un potentiel brut de 16 MW installées pour 10 000 t/an de bois consommé (soit 35 GWh),
- ✓ un potentiel réaliste de 2,0 MW installée pour 1250 t/an de bois consommé (soit 4,4 GWh).

### ▪ **Individuel**

Il existe une forte dynamique bois énergie au sein des agriculteurs de la CUMA de Saint-Antonin. Avec déjà 8 chaufferies en fonctionnement ou à venir, il serait opportun de continuer à aider et développer l'implantation de ces chaufferies individuelles. Après différentes discussions avec la chambre d'agriculture (Mr CROS), nous pouvons espérer et estimer une évolution de 5 chaufferies bois individuelles installées par an à moyen terme (soit 25 chaufferies de plus dans les 5 ans à venir).

Sur 5 ans, la puissance totale des chaufferies individuelles sera de 750 kW installée pour 525 t/an de bois consommé soit 1.83 GWh.

- **Résumé**

		<b>Actuel</b>	<b>Objectif</b>	<b>Bois Energie total</b>
<b>COLLECTIF</b>	<b>Puissance (kW)</b>	450	2450	2095 t/an
	<b>Consommation (t/an)</b>	200	1450	
<b>INDIVIDUEL</b>	<b>Puissance (kW)</b>	400	1150	
	<b>Consommation (t/an)</b>	120	645	

**Avec un tel scénario à moyen terme, la consommation du bois énergie sera passé de 320 t/an aujourd'hui à 2100 t/an.**

↳ **Structuration de l'approvisionnement**

La déchiqueteuse de la CUMA de Saint Antonin Noble Val est capable de produire sur une année (1200 h/an) 3000 t/an de bois. Afin d'approvisionner l'ensemble des chaufferies collectives et individuelles, il faudra mettre en place des plates-formes locales d'approvisionnement. Ces plates-formes seront équipées d'un hangar permettant le séchage du produit de manière à constituer un stock suffisant de plaquettes. Pour bien desservir le pays, il faudra prévoir l'implantation de 2 plates-formes afin de diminuer les coûts de transport (1 pour le secteur de Négrepelisse et 1 pour le secteur de Caylus).

### 2.2.2-Solaire thermique

L'énergie solaire thermique peut être utilisée pour différentes applications dans les bâtiments, partout où il y a besoin de chaleur. Que ce soit le chauffage de l'eau d'une piscine, la production d'eau chaude sanitaire ou le chauffage d'un bâtiment, il existe tout un panel de technologies qui peuvent répondre à ces besoins en utilisant l'énergie « renouvelable » du soleil. On définit en général 3 filières principales en solaire thermique :

- Les « CESI » c'est-à-dire les chauffe-eau solaires individuels
- Les chauffe-eau solaires collectifs (dans les établissements de santé, les piscines, les hôtels, etc.)
- Les systèmes solaires combinés (SSC) qui utilisent l'énergie solaire à la fois pour la production d'eau chaude et le chauffage. Il est à noter que cette filière est encore marginale.

Les capteurs solaires thermiques constituent le cœur des installations destinées à transformer l'énergie transmise par le soleil en chaleur.

Les deux types de capteurs les plus couramment rencontrés sont :

- Les capteurs sans vitrage encore appelés « moquettes solaires ». C'est un capteur rudimentaire qui est généralement constitué d'une simple plaque de métal ou de matière plastique dans lequel circule le liquide à réchauffer. Le principal domaine d'utilisation de ce capteur est le chauffage des piscines en plein air. Il a, en effet, un très bon rendement pour la plage de température correspondant au réchauffage de l'eau des bassins.

- Les capteurs plans munis d'une couverture transparente souvent appelés « capteurs plans vitrés ». Ils correspondent au domaine d'application le plus courant c'est-à-dire le chauffage de l'eau sanitaire. Les surfaces à mettre en œuvre vont de quelques mètres carrés pour les chauffe-eau solaires individuels à plusieurs centaines de mètres carrés pour des installations collectives. C'est également ce type de capteur qui est utilisé pour les systèmes solaires combinés mais cela nécessite l'installation de surfaces de capteurs encore plus grandes.

Ces capteurs peuvent fournir de 50 à 70% des besoins en eau chaude selon les régions, sachant que durant les jours les plus ensoleillés, 100% de l'eau chaude sera d'origine solaire. Le reste de l'année, une énergie d'appoint (électricité, gaz, fioul) est indispensable pour élever l'eau à la bonne température.

### **2.2.2.1- Contexte national et régional**

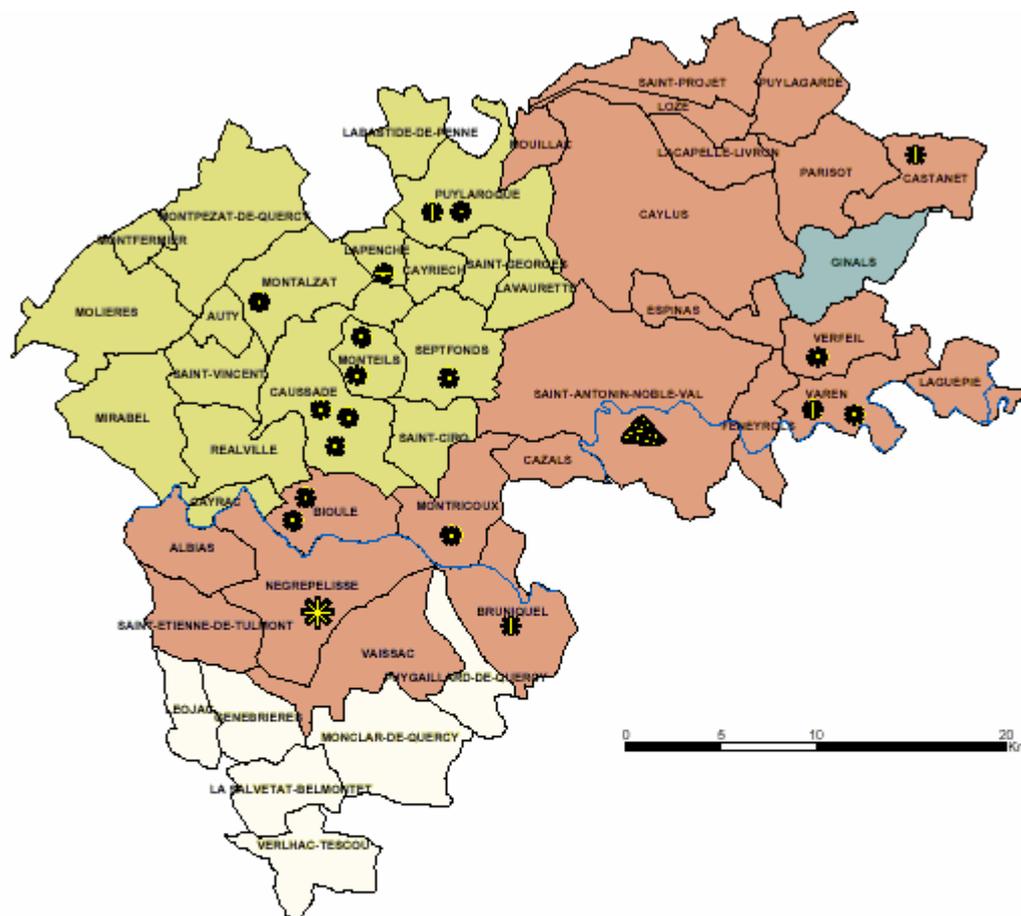
Mené depuis 2000 par l'ADEME et largement soutenus par les conseils régionaux, le « plan Soleil » a relancé la filière solaire thermique en France avec 15% à 20% de croissance par an. Ce programme se traduit notamment par l'attribution de primes et de financements incitatifs à l'acquisition d'équipements solaires.

En 2003, c'est-à-dire après 3 ans de programme, la surface totale des capteurs installés en France a atteint 47 500 m<sup>2</sup> avec 28 400 m<sup>2</sup> de capteurs installés par l'eau chaude sanitaire individuel, 9 100 m<sup>2</sup> pour l'eau chaude sanitaire collective et 9 900 m<sup>2</sup> pour les systèmes solaires combinés.

La région Midi-Pyrénées est la région la plus active en ce qui concerne l'installation de CESI. Ainsi, sur la période 2000-2003, 1285 chauffe-eau solaires individuels ont y été installés. Au bilan, en 2003, la région Midi-Pyrénées concentrait 20% des installations de CESI du pays bien qu'elle ne représente que 4% de la population française.

### 2.2.2.2- Etat des lieux dans le Pays

La carte ci-dessous, établie lors de la phase 1, donne un état des lieux dans le pays Midi-Quercy.



#### Légende

- |   |  |   |                                |
|---|--|---|--------------------------------|
|  | Communauté de communes Terrasses et Vallées de l'Aveyron   |  | Chauffe-eau solaire individuel |
|  | Communauté de communes Quercy Vert                         |  | Chauffe-eau solaire collectif  |
|  | Communauté de communes Quercy Caussadais                   |  | Séchage solaire                |
|  | Commune de Ginals  |   |                                |
|  | Communauté de communes Quercy Rouergue Gorges de l'Aveyron |   |                                |
|  | Rivière Aveyron  |   |                                |

Copyright IGN 1995 - Source : Route 500 IGN  
Données : ARPE (Stage Jean-Baptiste FOLLIE)  
Carte réalisée par F. CASSAGNE - Juillet 2004

#### *Solaire thermique dans le Pays Midi-Quercy*

A ce jour, 18 CESI sont installés dans le Pays Midi-Quercy, représentant une surface d'environ 90 m<sup>2</sup> de capteurs et produisant l'équivalent de 36 MWh environ. Ceci montre la bonne pénétration du solaire thermique dans le Midi-Quercy. Le nombre d'installations par habitant est en effet du même ordre de grandeur que dans toute la région Midi-Pyrénées.

Le nouvel hôpital de la commune de Nègrepelisse sera équipé d'un système de production d'ECS (Eau Chaude Sanitaire) collectif basé sur l'installation de 48 m<sup>2</sup> de capteurs thermiques. Ce système devrait produire environ 19 MWh.

### 2.2.2.3- Potentiel pour le secteur résidentiel dans le Pays

Il s'agit de l'implantation de CESI<sup>1</sup>.

Le taux d'équipement des foyers en CESI dans le Pays Midi-Quercy, bien qu'il soit bien au-dessus de la moyenne nationale, reste faible : il est inférieur à 1 installation pour 1 000 habitants. Le potentiel est donc important.

Etant donné que la consommation totale du Pays liée à l'ECS est de l'ordre de 56 GWh et si on considère qu'une installation solaire fournit 60% des besoins, on peut estimer un potentiel théorique total de 34 GWh de production d'eau chaude d'origine solaire. Plus raisonnablement, un équipement de l'ordre de 1 % des foyers doit pouvoir être atteint à terme, permettant de **produire 560 MWh/an d'eau chaude solaire**.

### 2.2.2.4- Potentiel d'implantation en chauffe-eau solaires collectifs

Une enquête a été réalisée auprès des établissements de santé et des piscines en plein air afin de déterminer le potentiel solaire du pays Midi-Quercy. Ce sont en effet des structures grosses consommatrices en eau chaude et où il est donc le plus intéressant d'implanter du solaire thermique.

Les enquêtes (cf annexe n°7 et 8) ont été soumises à six établissements de santé et six piscines municipales.

Il a été estimé que 464 m<sup>2</sup> de capteurs solaires pourraient être installés dans les établissements de santé du pays Midi-Quercy. Ceci engendrerait **275 MWh par an** de production solaire soit une économie annuelle de 16 356 euros sur les factures d'énergie et un gain environnemental de 47 tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

Sachant que l'investissement global à réaliser est de l'ordre de 100 000 euros, le temps de retour sur investissement avec subventions s'élèverait à 7 années.

Il a été aussi estimé que 96 m<sup>2</sup> de capteurs solaires pourraient être installés dans les 6 piscines du Midi-Quercy pour la production d'eau chaude. Ceci engendrerait **25.5 MWh par an** de production solaire soit une économie annuelle de 1950 euros sur les factures d'énergie et un gain environnemental de 2.1 tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

Sachant que l'investissement global à réaliser est de l'ordre de 52 800 euros, le temps de retour sur investissement avec subventions s'élèverait à 27 années.

Enfin, il a été estimé que 750 m<sup>2</sup> de capteurs « moquette » pourraient être installés dans 6 piscines du Midi-Quercy pour chauffer l'eau des bassins. Ceci engendrerait **310 MWh par an de production** solaire pour ces six piscines. Pour la piscine de Saint Antonin (qui est aujourd'hui la seule qui chauffe l'eau de ces bassins), ceci représenterait une économie annuelle de 2400 euros sur les factures d'énergie et un gain environnemental de 16.5 tonnes de CO<sub>2</sub> par an. Sachant que l'investissement global à réaliser est de l'ordre de 16 500 euros, le temps de retour sur investissement avec subventions s'élèverait à 7 ans seulement.

En ce qui concerne les autres piscines, les bassins n'étant pas chauffés à l'heure actuelle, on ne peut pas estimer l'économie d'énergie et le temps de retour sur investissement.

Ainsi, le potentiel global de production solaire collective **serait de l'ordre de 610 MWh/an**.

---

<sup>1</sup> D'après le rapport « Diagnostic énergétique en Midi-Quercy » de Jean-Baptiste FOULIE

## 2.2.3-Solaire photovoltaïque

Le solaire photovoltaïque consiste à produire de l'électricité grâce au rayonnement solaire: l'impact des « photons » sur des plaques appelées panneaux photovoltaïques génèrent des électrons qui peuvent être canalisés pour générer cette électricité.

Energie d'avenir, le photovoltaïque n'est pas encore tout à fait compétitif pour se diffuser sans aides publiques. L'électricité produite peut-être stockée (via des batteries) et autoconsommée: son développement s'est en France d'abord ciblé sur les bâtiments (dits sites isolés) non raccordés au réseau EDF, permettant d'éviter ainsi le coût de la construction de lignes électriques. Cette technique est aussi utilisée pour les horodateurs, les bornes d'appels d'urgence sur les autoroutes...

La production d'électricité photovoltaïque peut aussi être renvoyée sur le réseau électrique. Le prix de revient de l'électricité photovoltaïque est de l'ordre de 50 à 60 cts d'euro par kWh et environ 10 m<sup>2</sup> de panneaux photovoltaïques fournissent 1 kWc<sup>2</sup> (noté kWc).

En ce qui concerne l'investissement de départ, le coût d'une installation est d'environ 7,5-8 eurosHT par Wc<sup>2</sup> ou encore environ 1000 eurosHT par m<sup>2</sup> de capteurs installés.

### 2.2.3.1- Contexte national et régional

La production d'origine photovoltaïque en France s'élève seulement à 25 MW alors que cette filière se développe de façon significative dans beaucoup de pays européens comme l'Allemagne (300 MW installées). Dans ces pays, les producteurs ont la possibilité de revendre les kWh produits aux fournisseurs d'électricité (qui ont obligation de les racheter) selon un tarif de 60 cts d'euros, tarif permettant l'équilibre économique des projets. En France métropolitaine, le tarif n'est que de 15 cts d'euros par kWh. Il peut être complété ponctuellement par des subventions ADEME ou régionales.

En région Midi-Pyrénées, on dénombrait en 2004 :

- Une centaine d'installations photovoltaïques en sites isolés pour une production totale de 77 kWc
- 29 installations raccordées au réseau pour une production totale de 50 kWc environ.

### 2.2.3.2- Etat des lieux dans le Pays

Il n'y a pas, à l'heure actuelle, d'installation de production d'électricité à base de panneaux solaires photovoltaïques dans le pays Midi-Quercy.

---

2 On appelle puissance-crête d'un module photovoltaïque, exprimé en Wc (watt-crête), la puissance qu'il délivre sous un rayonnement solaire de 1.000 W/m<sup>2</sup> dans les conditions standard (température de 25°C et module présenté perpendiculairement aux rayons du soleil)

## 2.2.4-Biocarburants

Les biocarburants sont des carburants pour moteurs issus de la biomasse qui peuvent se substituer totalement ou partiellement aux carburants pétroliers. L'intérêt principal avancé en ce qui concerne l'utilisation des biocarburants est que le CO<sub>2</sub> rejeté lors de leur combustion correspond à la quantité absorbée lors de leur croissance. Ils n'augmentent donc pas l'effet de serre.

### 2.2.4.1- Contexte national

#### *Situation actuelle*

En France, 3 types de biocarburants ont été développés à ce jour :

- Le bioéthanol ou plutôt son dérivé, l'ETBE produit à partir de betteraves et de blé par quatre unités industrielles de transformation (Feyzin, Dunkerque, Le Havre, Fos sur Mer). On le retrouve en mélange à l'essence à une teneur de 1% à 5% dans les stations services.
- Le diester ou ester méthylique ou biodiesel qui est un dérivé des huiles végétales et principalement de l'huile de colza. Il est produit par quatre unités industrielles d'estérification à l'heure actuelle (Rouen, Compiègne, Bousens et bientôt Sète). On le retrouve en mélange au gazole à une teneur de 1% à 5% dans les stations services. Il peut être aussi utilisé en tant que co-carburant (jusqu'à 30%) dans les flottes captives (bus et véhicules communaux...).
- Les « huiles végétales brutes » rentrent dans le cadre d'une filière encore très peu développée en France. Elles sont obtenues à partir de la simple transformation de graines oléagineuses en huile. Elles peuvent être utilisées pures ou en mélange avec le gazole ou le fioul auxquels elles se substituent moyennant quelques modifications sur le moteur.

#### *Développement de la filière*

Jusqu'en 2004, 77 000 tonnes de bioéthanol et 323 000 tonnes de diester étaient produits par an en France et bénéficiaient d'une exonération de la TIPP (Taxe Intérieure pour les Produits Pétroliers). Le gouvernement a annoncé en septembre 2004 qu'il désirait doubler d'ici 2007 la quantité de biocarburants bénéficiant de cette réduction partielle de la TIPP. Cela correspondrait à une production de 800 000 tonnes de biocarburants en 2007 (480 000 tonnes pour la filière diester et 320 000 tonnes pour la filière éthanol). L'Etat lancera une seconde étape après 2007 pour se conformer à l'objectif européen de 5,75% de biocarburants dans les carburants à l'horizon 2010.

<b>Production de biocarburants</b>			
	<b>Situation française en 2004</b>	<b>Objectifs 2007</b>	<b>Objectif 2010 de la Directive européenne</b>
<b>Tonnages produits en tonnes</b>	Ethanol : 77 200 Diester : 323 000	Ethanol : 320 000 Diester : 480 000	Pour les deux filières : 3 000 000
<b>Substitution énergétique en tep (tonne équivalent pétrole)</b>	340 000	Environ 680 000	Environ 2 600 000
<b>Surface agricole en ha</b>	305 000	610 000	1 600 000
CO <sub>2</sub> évité en tonnes	820 000	1 640 000	7 000 000

### **Les biocarburants en France : Situation actuelle et objectifs à l'horizon 2007 puis 2010**

### 2.2.4.2- Contexte régional

Dans la région Midi-Pyrénées, les 3 filières sont déjà implantées :

- Comme partout en France, l'éthanol (sous forme d'ETBE) et le diester sont utilisés dans les stations services à hauteur de 1 à 5% dans l'essence et le gazole.
- La ville d'Albi utilise un mélange 30% de diester-70% gazole comme carburant pour tous ses bus. La ville de Montauban a également utilisé ce type de mélange de 1991 à 1997 pour alimenter en carburant 5 bus et 3 bennes à ordures.
- Une CUMA de l'Aveyron (à Brandonnet) utilise une presse à huile pour produire de l'huile de tournesol à usage « carburant » pour les tracteurs appartenant à ses adhérents. Différentes expérimentations ont été effectuées dans la région (notamment dans le Tarn-et-Garonne) afin d'éprouver la faisabilité technique et économique de cette filière. Un projet est en train de se monter dans une CUMA de Haute-Garonne.

Au vu de ce contexte régional, il semble pertinent d'étudier de façon plus précise la faisabilité d'implanter dans le pays Midi-Quercy :

- La filière « diester » pour les flottes de véhicules communaux, les bus, les bennes à ordures et autres engins communaux.
- Et la filière « huile végétale brute » pour les tracteurs des agriculteurs du pays.

L'association OLIFERE s'intéresse aux biocarburants pour les agriculteurs et les collectivités, son siège social est situé à Lavaurette et son champ d'action s'étend dans tout le Quercy. Le projet le plus significatif est mené en partenariat avec l'intercommunalité de Lafrançaise (82) pour le fonctionnement à l'huile végétale d'une benne de collecte des déchets.

### 2.2.4.3- Diester

#### *Procédé de fabrication*

En France et notamment à Bousens en Haute-Garonne, le diester est obtenu en faisant réagir de l'huile de colza avec du méthanol. Cette réaction porte le nom d'estérification et se présente schématiquement comme suit :

1 tonne d'**huile** + 100 kg de **méthanol** → 1 tonne de **Diester** + 100 kg de **glycérine**

La réaction se déroule en présence d'un catalyseur sodique à environ 50°C.

Le grand avantage du diester par rapport à l'huile de colza « brute » est qu'il présente des caractéristiques physico-chimiques très voisines de celle du gazole ce qui le rend parfaitement substituable à ce dernier.

Les résidus du procédé de fabrication sont les tourteaux issus de la trituration des graines de colza et la glycérine à l'issue de la réaction d'estérification. Les tourteaux peuvent être valorisés comme alimentation pour le bétail tandis que la glycérine est un produit utilisé dans de nombreux domaines (cosmétique, pharmaceutique, chimique et même agro-alimentaire).

#### *Réglementation et taxes*

Pour les collectivités et les agglomérations de communes, la réglementation permet, comme on l'a vu, l'utilisation d'une teneur de 30% de diester dans le gazole pour tous les véhicules.

Le diester est exonéré de la TIPP depuis 1992 à hauteur de 0.35 €/litre

## **Impacts environnementaux**

Le diester est une énergie renouvelable puisque il est issu de l'huile de colza dont les cultures sont renouvelées chaque année. Il est donc plus respectueux de l'environnement que les carburants traditionnels. Le retour d'expérience de 10 ans d'utilisation de diester 30% a permis de montrer une réduction significative des émissions polluantes. Le diester est en effet un composé oxygéné qui améliore la combustion dans les moteurs et il ne contient pas de soufre.

Afin d'améliorer encore les performances écologiques de la filière Diester, une démarche a été engagée par les producteurs dans le cadre d'une Charte Environnement lancée par le CETIOM (Centre Technique Interprofessionnel des Oléagineux Métropolitains) dès 1993 pour la culture du colza à vocation énergétique, favorisant l'application de conduites raisonnées (utilisation raisonnée des herbicides et des fertilisants notamment).

Au bilan, sur toute la filière diester (rejets liés à la culture du colza, aux transports et au procédé de fabrication du diester et rejets dus aux gaz d'échappements associés à sa combustion), on observe une réduction importante :

- des fumées noires et des particules
- des composés aromatiques comme le benzène
- du CO<sub>2</sub>, avec pour conséquence un effet favorable sur l'effet de serre ;
- de la pollution acide en raison de cette absence de soufre

	<b>OXYDE D'AZOTE (NO<sub>x</sub>)<sup>(2)</sup></b>	<b>MONOXYDE DE CARBONE (CO)<sup>(2)</sup></b>	<b>HYDROCARBURES IMBRULES(HC)<sup>(2)</sup></b>	<b>PARTICULES<sup>(2)</sup></b>	<b>FUMÉES</b>
<b>Gazole pur</b>	<b>6.09</b>	<b>0.41</b>	<b>0.31</b>	<b>0.0623</b>	<b>0.744</b>
<b>Gazole+diester 30%</b>	<b>5.83</b>	<b>0.36</b>	<b>0.27</b>	<b>0.0499</b>	<b>0.593</b>
<b>Réduction en%</b>	-4.30%	-12.20%	-12.90%.	-18.60%	-20.30%

### **Réduction des émissions polluantes (Source IFP : Octobre 2000)**

En ce qui concerne plus particulièrement les rejets de CO<sub>2</sub>, les études ont montré que 1 tonne de diester pur consommée entraînait une réduction de 2,5 tonnes de CO<sub>2</sub> par rapport à la consommation d'1 tonne de gazole pur soit une réduction de 74% des rejets. Ainsi, pour un véhicule roulant à 30% de diester, la réduction des émissions de CO<sub>2</sub> s'élève à 25%.

#### **2.2.4.4- Huiles végétales**

##### ***Procédé de fabrication***

L'huile brute peut être produite dans des petites huileries de taille artisanale. Le procédé de fabrication est simple : il consiste à extraire, par pression à froid, l'huile contenue dans les graines. L'huile est ensuite décantée pendant 1 à 3 jours environ. Enfin, elle est filtrée à travers un filtre à 5 microns qui retient les impuretés présentes ce qui permet son utilisation comme carburant.

<sup>(2)</sup> en g/kWh

Les seuls sous produits obtenus sont des tourteaux qui fournissent un aliment riche en protéines et en acides gras insaturés au bétail. Le rendement de pressage est de 30 à 40% d'huile pour 60 à 70% de tourteaux (résidu pâteux).

### ***Réglementation/Taxes***

Le cadre réglementaire est plus flou en ce qui concerne l'utilisation des huiles végétales brutes. En effet, dans l'état actuel de la réglementation, l'huile brute n'est pas un carburant au titre de l'arrêté du 22 décembre 1978 (article 265 du code des douanes). Sur le terrain, son utilisation est autorisée pour les agriculteurs tant que les tracteurs restent dans les champs. L'utilisation routière est pour le moment « toléré ». Son utilisation pourrait être sujet à déclaration à l'avenir. Dans tous les cas, une interdiction de son utilisation semble peu probable vu que cela serait en contradiction avec la réglementation européenne à ce sujet (directive 2003/30/CE du parlement européen du 8 mai 2003 visant à promouvoir l'utilisation de biocarburants ou autres carburants renouvelables dans les transports).

En ce qui concerne la TIPP, la mise en vente d'huile végétale à usage carburant génère son paiement à la douane comme cela a fait jurisprudence pour l'entreprise Valenergol à Agen. Cette dernière a été condamnée par le tribunal d'Agen à payer la taxe pétrolière car elle vendait l'huile de tournesol aux agriculteurs. Cependant, l'utilisation de l'huile végétale pour son autoconsommation ne nécessite pas de s'acquitter du paiement de cette taxe.

### ***Impacts environnementaux***

Les huiles végétales sont comme le diester des composés oxygénées ce qui améliore la combustion et diminue la pollution dans les gaz d'échappement. Elles ne contiennent ni soufre (qui participe aux pluies acides), ni métaux lourds.

Des expérimentations ont été faites par la CUMA Midi-Pyrénées sur trois tracteurs modifiés fonctionnant à 100% d'huile de tournesol. Les résultats présentent des taux en CO, HC et NOx très proches et souvent inférieurs de ceux mesurés sur les versions fonctionnant sans biocarburant. Par ailleurs, les mesures réalisées indiquent des niveaux d'émission qui respectent les limites normatives d'homologation (norme ISO 8178 relative aux véhicules et équipements industriels non routiers moyennement et fortement chargés).

Le point fort de l'utilisation d'huiles végétales est que, sur toute la filière, son bilan énergie et gaz à effet de serre est très favorable (et nettement supérieur à celui de la filière diester) car, dans le cas de son utilisation par des agriculteurs, sa production est locale et artisanale.

### **2.2.4.5- Potentiel dans le Pays**

La part de consommation énergétique due au transport a été estimée à 37% lors de la phase 1 (premier secteur de consommation). L'utilisation des véhicules individuels est largement répandue, ceci est dû au caractère rural et dispersé de l'habitat et au faible développement des transports en communs. Il semble difficile de développer les transports en communs car les besoins sont très éclatés.

En matière de déplacement, il est difficile de réduire les besoins à la source, on pourrait certes encourager le covoiturage mais cela impliquerait une profonde modification des habitudes qui ne sera possible que sur le long terme. A plus courte échéance, nous proposons plutôt de porter notre attention sur le développement des biocarburants.

### ***Diester***

L'enquête réalisée auprès des communes lors de la phase 1 comportait un volet sur le parc des véhicules captifs. Cette enquête a touché 77% des communes du Pays Midi-Quercy.

Pour toutes ces communes, les besoins en carburant ont été estimés à un peu plus de 83 000 litres par an tous véhicules compris (voitures, bennes à ordures, pelle mécanique, bus...etc). Sur les communes concernées, cela représente un parc de 60 véhicules légers (voitures, utilitaires) et de 38 véhicules lourds (bus, bennes à ordures, pelles mécaniques, tracteurs).

Si on extrapole ces données à 100% des communes, les besoins en carburant dans tout le pays Midi-Quercy pour la flotte de véhicules communale s'élèvent alors à 135 000 litres par an pour environ 90 véhicules légers et 60 véhicules lourds.

Comme le parc est principalement à motorisation diesel, le potentiel d'utilisation de diester correspond à un besoin de 41 000 litres par an.

### ***Huiles végétales***

Il a été possible de rassembler les données sur la production oléagineuse en hectares de chaque canton du pays Midi-Quercy auprès du service départementale de l'Agriculture et de la forêt du Tarn et Garonne. Le tableau suivant en fait une synthèse.

<b>Canton</b>	<b>Culture de colza en ha</b>	<b>Culture de tournesol en ha</b>	<b>Culture de colza + tournesol en ha</b>
<b>Caussade</b>	62	725	787
<b>Caylus</b>	0	37	37
<b>Molières (Auty+Molières)</b>	30 (estimé)	277 (estimé)	307
<b>Monclar de Quercy</b>	85	528	613
<b>Montauban 3<sup>ème</sup> canton (Léojac)</b>	0	52	52
<b>Montpezat de Quercy</b>	20	495	515
<b>Négrepelisse</b>	21	418	439
<b>Saint Antonin Noble Val</b>	39	52	91
<b>Villebrumier (Verlhac-Tescou)</b>	26 (estimé)	237 (estimé)	263
<b>Total sur le pays</b>	<b>283</b>	<b>2821</b>	<b>3104</b>

### **Cultures de colza et de tournesol dans le pays Midi-Quercy**

Il y a donc environ 283 hectares de colza et 2821 hectares de tournesol qui sont cultivés dans le pays Midi-Quercy.

Si on s'intéresse uniquement à la production de tournesol et si on considère qu'1 hectare de tournesol correspond à la production d'1 tonne d'huile (soit 1000 litres d'huile environ), le potentiel théorique de production dans le Midi-Quercy est **de 2.8 millions de litres**.

## **2.2.5-Méthanisation**

Il y a deux façons de traiter les déchets organiques :

- traitement anaérobie (on laisse fermenter dans un volume fermé sans oxygène, le méthane dégagé est récupéré et valorisable comme combustible)
- traitement aérobie (à l'air libre, par compostage)

Le plan départemental d'élimination des déchets ménagers et assimilés prévoit un traitement par compostage des déchets verts et de la fraction fermentescible des ordures ménagères.

Le choix du traitement aérobie ayant été arrêté au niveau départemental, il ne semble pas pertinent d'étudier la filière de méthanisation des déchets dans le territoire.

D'autre part, une étude sur la méthanisation à la ferme est en cours de rédaction à l'ARPE.

## **3. OPERATIONS CANDIDATES PAR FILIERE**

---

Dans une première étape, les filières et leur potentiel ont été mis en évidence. La seconde étape consiste à trouver les moyens d'exploiter ces potentiels en réalisant des actions concrètes. La stratégie adoptée consiste à porter l'effort sur quelques projets « vitrine » en comptant sur leur caractère incitatif. Si ces projets sont des réussites, ils donneront l'impulsion aux autres collectivités et aux particuliers pour s'engager dans des démarches similaires. De plus, des projets « pionniers » permettent de structurer des filières (en particulier pour le bois énergie).

Nous présentons ci-dessous le détail des opérations auditées dans les différentes filières.

### **3.1. Efficacité énergétique**

#### **3.1.1-Construction neuve**

### 3.1.1.1- Maison de retraite « Les Marchats » (Nègrepelisse)

#### Efficacité énergétique/ Maison de retraite de Nègrepelisse

##### Descriptif sommaire du projet

Devant la demande croissante, la communauté de Communes « Terrasses et Vallée de l'Aveyron » souhaite équiper son territoire d'un établissement d'accueil pour personnes âgées supplémentaire.

Cet établissement aura une capacité de 80 lits.

La conception de ce bâtiment neuf a été menée avec une démarche de Haute Qualité Environnementale dès la phase concours.



##### Enjeux énergétiques

Un établissement de ce type a de gros besoins en énergie.

L'enveloppe du bâtiment respectera la RT 2000, les besoins de chauffage sont minimisés.

Une bonne compacité, des protections solaires efficaces et une inertie optimisée grâce à l'isolation par l'extérieur permettent de diminuer les besoins de rafraîchissement.

L'eau chaude sanitaire sera partiellement produite par des capteurs solaires.

Un système de récupération d'énergie sur la nappe est prévu pour fonctionner aussi bien en été qu'en hiver.

##### Intérêt dans le cadre de l'étude

Dans cet exemple, l'équipe de conception a déjà intégré la dimension énergétique à son étude.

Une fois réalisé, ce projet pourra être mentionné dans la charte de Pays en tant que projet exemplaire.

### 3.1.1.2- Eco-hameaux (Verfeil)

#### Efficacité énergétique/ Eco-hameaux de Verfeil

**Descriptif sommaire du projet** Il s'agit d'accompagner un groupe de travailleurs et futurs habitants dans une démarche d'auto construction et d'éco construction.

Les qualités des éco-hameaux sont les suivantes :

- Esthétique : les hameaux seront orientés au sud, sur des terrains à faible valeur agricole et s'intégreront dans le paysage ;
- Economique : le terrain à bâtir est rendu accessible à des revenus modestes ce qui permet de stopper la spéculation foncière en bordure du village ;
- Ecologique : les hameaux seront conçus avec une architecture bioclimatique.



**Enjeux énergétiques** L'enjeu est plus social qu'environnemental. Ce projet doit permettre à cette commune rurale de faible densité de population d'accueillir une population jeune et porteuse de projet.

**Intérêt dans le cadre de l'étude** L'étude de faisabilité va être réalisée par un expert indépendant (Association Auto Eco Constructeurs), elle sera financée par la Région, l'ADEME et la commune.

## 3.1.2-Réhabilitation

### 3.1.2.1- Sacré Cœur – Centre communal à vocation culturelle et sportive (Montricoux)

#### Efficacité énergétique/ Sacré Cœur de Montricoux

##### Descriptif sommaire du projet

Le Sacré Cœur est un bâtiment ancien proche du centre village qui abrite aujourd'hui la maison des associations. Dans le cadre de la définition du réseau intercommunal de lecture publique, la commune de Montricoux a été retenue pour accueillir une bibliothèque relais.

Le Sacré Cœur disposant d'une surface exploitable intéressante, la Communauté de Commune « Terrasses et Vallée de l'Aveyron » a décidé d'appréhender sa réhabilitation dans son ensemble pour accueillir la bibliothèque mais aussi en lui donnant une vocation « culturelle, sportive et de loisir ».



##### Enjeux énergétiques

Ce bâtiment date du siècle dernier, il n'est aucunement isolé. De plus, il présente des volumes importants qui induisent des besoins en chauffage élevés.

Un travail sur l'isolation de l'enveloppe et le choix des systèmes s'impose.

##### Intérêt dans le cadre de l'étude

Une étude de faisabilité est en cours afin de définir l'opportunité du projet.

A ce stade, il est intéressant de proposer les solutions techniques permettant de réhabiliter cet ensemble en un bâtiment énergétiquement efficace.

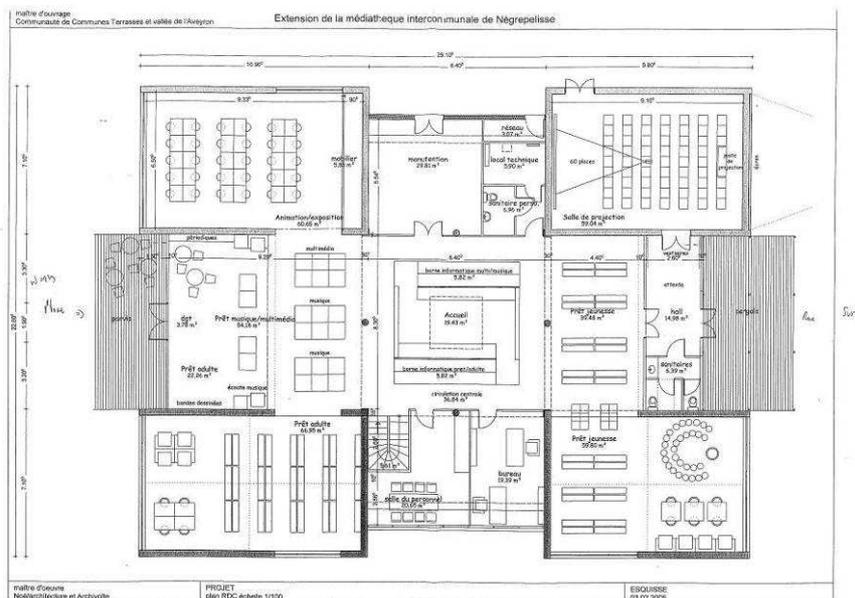
### 3.1.2.2- Réhabilitation et extension de la médiathèque (Nègrepelisse)

#### Efficacité énergétique/ Réhabilitation et extension de la médiathèque de Nègrepelisse

##### Descriptif sommaire du projet

La médiathèque de Nègrepelisse est un bâtiment datant d'une vingtaine d'année. Sa capacité d'accueil est aujourd'hui insuffisante, c'est pourquoi une opération d'extension a été lancée.

L'architecte a rajouté quatre parties au volume initial.



##### Enjeux énergétiques

Etant donné la forte occupation des locaux périphériques, le confort d'été s'annonce comme étant difficile à assurer. D'autre part, des travaux d'isolation semblent nécessaires dans la partie ancienne.

##### Intérêt dans le cadre de l'étude

Le maître d'ouvrage a sollicité une mission de simulation thermique dynamique en complément du travail réalisé par l'architecte.

Cette étude devrait permettre d'optimiser le confort d'été ainsi que les consommations de chauffage.

## 3.2. Energies renouvelables

### 3.2.1-Filière bois-énergie

#### 3.2.1.1- Réseau de chaleur bois (Laguépie)

##### Energies renouvelables/ filière bois-énergie

##### Faisabilité d'un réseau de chaleur bois à Laguépie

##### Descriptif sommaire du projet

La commune de Laguépie souhaite implanter un réseau de chaleur bois à l'image de ce qui a été fait à Caylus.

Les bâtiments qui pourraient être reliés sont les suivants :

- maison de retraite (61 lits) et sa future extension (15 lits)
- 14 appartements HLM + 7 pavillons + 15 (prévus)
- Usine de chaussures (5000m<sup>2</sup>) + extension de 1500 m<sup>2</sup> (bureaux)
- Ecole (située de l'autre côté de la voie ferrée)

Pour les bâtiments existants, il s'agit de remplacer la chaudière par une sous-station raccordée au réseau de chaleur.



##### Enjeux énergétiques

La filière bois-énergie dispose d'un fort potentiel dans le Pays. Elle est en train de se structurer et les réseaux d'approvisionnement se mettent en place.

##### Intérêt dans le cadre de l'étude

Un réseau de chaleur bois existe déjà à Caylus, l'enjeu n'est donc pas ici d'innover mais de développer le recours au bois énergie en encourageant les autres communes à y avoir recours.

## 3.2.2-Solaire thermique et photovoltaïque

### 3.2.2.1- Maison de retraite (Nègrepelisse) /solaire thermique

La nouvelle maison de retraite de Nègrepelisse, « les Marchats » doit être équipée de capteurs solaires pour la production d'eau chaude.

Voir descriptif du projet au chapitre efficacité énergétique.

### 3.2.2.2- Cyberbase (Caylus) / solaire photovoltaïque

#### Energies renouvelables/ solaire photovoltaïque

#### Production d'électricité pour la cyberbase de Caylus

#### Descriptif sommaire du projet

La ville de Caylus doit accueillir courant 2005 une plateforme multimédia.

Le toit du bâtiment qui doit abriter ce projet est à refaire. L'équipe municipale propose de profiter de la réfection du toit pour y implanter des capteurs photovoltaïques.



#### Enjeux énergétiques

Diversifier les sources de production d'énergie dans le Pays

#### Intérêt dans le cadre de l'étude

A l'heure actuelle, il n'y a aucune installation photovoltaïque dans le Pays. Même si l'énergie photovoltaïque n'est pas retenue en filière principale, il reste intéressant de réaliser cette opération pour son caractère démonstratif.

### **3.2.3-Biocarburants**

Le développement de la filière biocarburants dans le Pays est une réponse pertinente en termes d'utilisation rationnelle de l'énergie dans le secteur des transports.

Cependant, à ce stade, il n'a pas été possible d'identifier de projet porteur sur lequel reposer notre étude. Par conséquent, nous proposons de mener une étude de faisabilité très en amont. Il s'agira de proposer la mise en place d'un réseau d'approvisionnement en diester pour les flottes captives des véhicules municipaux et une organisation pour la mise en œuvre de la filière huiles végétales dans le secteur agricole.

### **3.3. Justification des choix**

Le choix des opérations « vitrine » a été arrêté en commission technique énergie sur la base des critères suivants :

- Représentativité du projet par rapport au Pays : il s'agit d'évaluer la reproductibilité du projet à l'échelle du Pays.
- Pouvoir incitatif : c'est la capacité du projet à « donner envie » aux autres collectivités et aux particuliers de se lancer dans la filière concernée.
- Efficacité énergétique : ordre de grandeur des gains engendrés par l'opération.
- Coût : ordre de grandeur du coût d'investissement associé au projet.
- Facilité de mise en œuvre : évalue l'ampleur de l'opération et ses conditions de mise en œuvre.
- Avancement du projet : il doit être en adéquation avec les échéances du diagnostic énergétique de territoire sur le Pays.

La grille suivante synthétise l'évaluation de chacun de ces points pour l'ensemble des projets candidats.

	Filière concernée	Représentativité	Efficacité énergétique	Pouvoir incitatif	Coût	Facilité de mise en œuvre	Avancement du projet
Les Marchats- Maison de retraite NEGREPELISSE	EFFICACITE ENERGETIQUE+ SOLAIRE	Moyenne car construction neuve	Importante Solutions intéressantes	Impact important sur projets de construction	Surcoût HQE intégré	Importante car neuf	<b>APS</b>
Eco hameaux VERFEIL	EFFICACITE ENERGETIQUE	Moyenne car habitat neuf/ Interaction avec volet habitat	Non prioritaire, couplée à démarche sociale	Fort, démarche intéressante	Non défini	Auto-construction	<b>Étude de faisabilité</b>
Sacré-Cœur MONTRICOUX	EFFICACITE ENERGETIQUE	Forte car bâtiment communal ancien à l'électricité	Gain potentiel très important	Élevé car accueille du public	Plutôt Lourd	Travaux importants Solution technique limitée par la prise en compte de l'existant	<b>Programmation</b>
Médiathèque NEGREPELISSE	EFFICACITE ENERGETIQUE	Moyenne car réhabilitation d'un bâtiment récent (par rapport à l'âge moyen du parc)	A définir, étude à venir	Élevé car accueille du public	Non défini	Solution technique limitée par la prise en compte de l'existant	<b>Esquisse</b>
Réseau de chaleur bois LAGUEPIE	BOIS ENERGIE	Importante	Économie des ressources	Fort car filière émergente dans le Pays	Investissement lourd	Importance des filières d'approvisionnement	<b>Pré-faisabilité</b>
BIOCARBURANTS pour véhicules agricoles (huiles végétales)	BIOCARBURANTS	Importante, chaque commune est concernée	Intéressante mais amoindrie par le process industriel	Fort vis-à-vis des communes	Nul sur véhicules diesels	Dépend à quel niveau on prend la filière	<b>Néant</b>
BIOCARBURANTS pour véhicules municipaux (diester)	BIOCARBURANTS	Importante car territoire agricole	Très intéressante si artisanale	Fort car permet indépendance énergétique	Acquisition petite huilerie	Assez simple car artisanal	<b>Néant</b>
Cyberbase CAYLUS	PHOTOVOLTAIQUE	Faible mais emblématique	Peu importante	Limité	Élevé	simple	<b>APS</b>

Suite à cette évaluation, les projets retenus sont les suivants :

- 1. Diagnostic thermique du Sacré Cœur dans le cadre de sa réhabilitation (Montricoux)**
- 2. Etude de pré-faisabilité pour un réseau de chaleur bois à Laguépie**
- 3. Filière biocarburant pour les flottes de véhicules municipaux et véhicules agricoles**
- 4. Panneaux photovoltaïques pour la cyberbase de Caylus**

## **4. ETUDE DES OPERATIONS « VITRINE »**

---

### **4.1. Etude réhabilitation**

*L'étude complète figure en annexe 4, nous présentons ci-dessous un résumé.*

Le Sacré Cœur est un bâtiment ancien proche du centre village de Montricoux qui abrite aujourd'hui la maison des associations. La réhabilitation globale de ce bâtiment est à l'étude, il serait amené à accueillir une bibliothèque relais ainsi que divers locaux à vocation socio-culturelle.

En première analyse, il est apparu que la partie gros œuvre est tout à fait satisfaisante, mais que l'isolation thermique est inexistante et les systèmes de chauffage actuels peu efficaces. L'objet de la présente étude est de proposer des solutions pour l'amélioration de l'efficacité énergétique de ce bâtiment et de quantifier leur impact énergétique et environnemental.

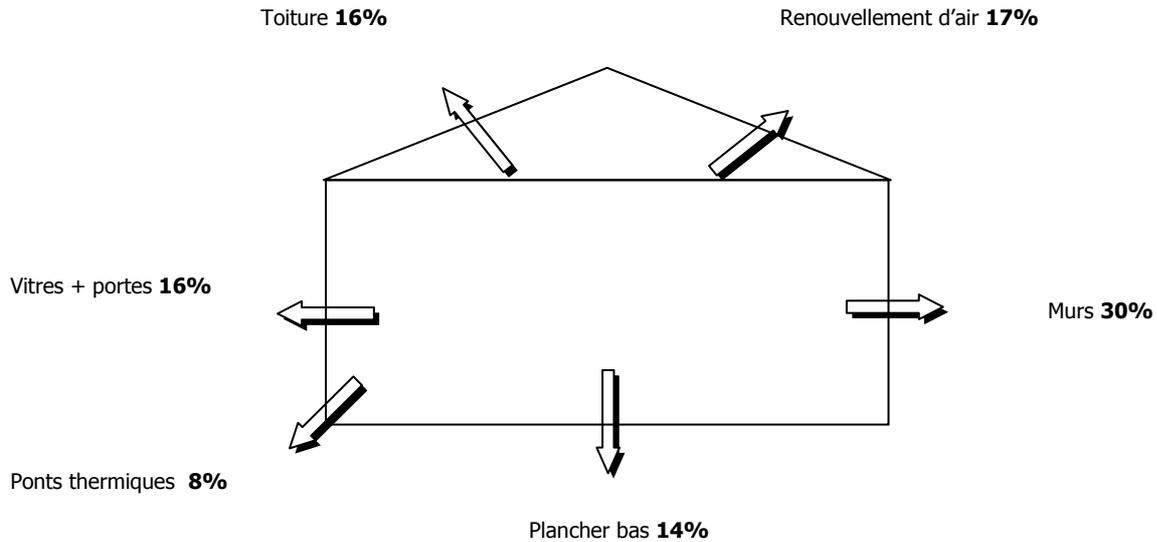
#### **4.1.1-Etat des lieux**

Les simulations de ce bâtiment ont permis d'aboutir aux résultats suivants :

	<b>Actuellement</b>	<b>Valeur pour un bâtiment neuf*</b>
<b>Coefficient G du bâtiment</b>	<b>1,41 W/m<sup>3</sup>K</b>	<b>0,6 W/m<sup>3</sup>K</b>
<b>Besoins</b>	<b>157 kWh/m<sup>2</sup></b>	<b>60 kWh/m<sup>2</sup></b>

*\* nous avons fait figurer les valeurs couramment admises pour des bâtiments afin de disposer d'un élément de comparaison.*

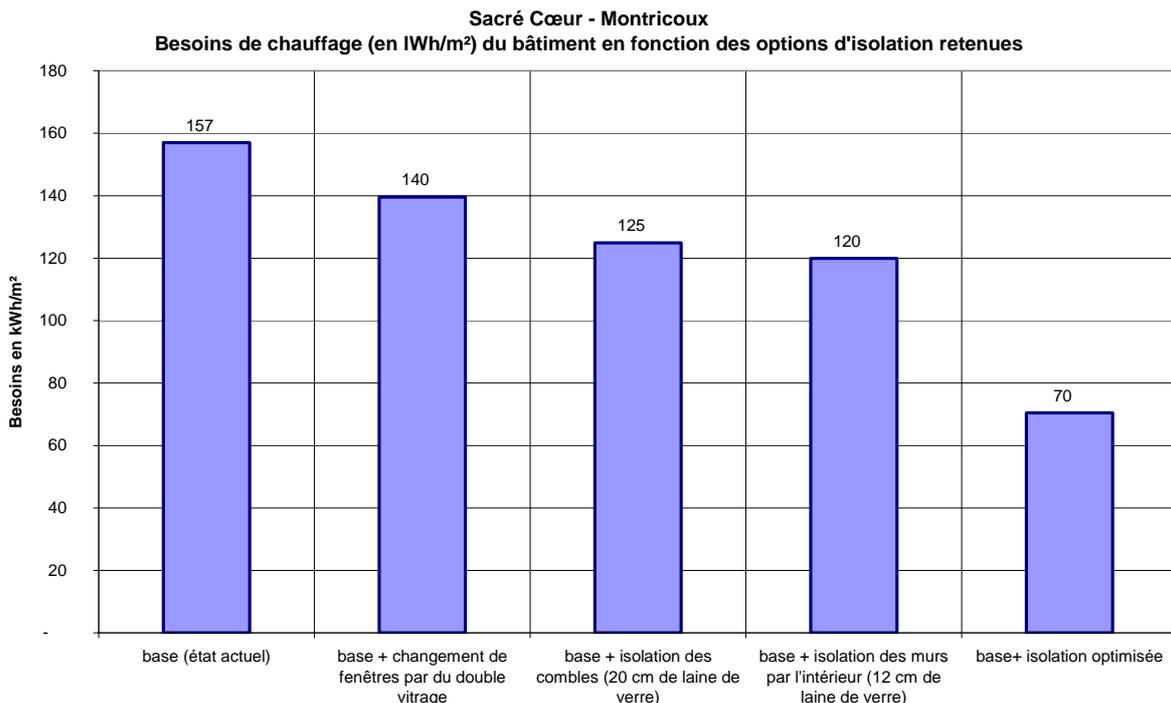
La répartition des déperditions dans l'ensemble du bâtiment est la suivante :



#### 4.1.2-Améliorations

Nous avons ensuite simulé les améliorations apportées par divers travaux d'isolation selon divers scénarios :

1. Base (état actuel)
2. Remplacement des fenêtres par du double vitrage 4/16/4
3. Isolation des combles par 20 cm de laine minérale
4. Isolation des murs (par l'intérieur ou l'extérieur) par 12 cm de laine minérale
5. Cumul de toutes les solutions d'isolation précédentes.



Il apparaît qu'il est possible de diviser les besoins bruts (donc les futures consommations) par deux en isolant l'enveloppe.

### **4.1.3-Conclusion**

L'amélioration de l'enveloppe du bâtiment par isolation des parois en contact avec l'extérieur (combles, vitrages, murs) permet de diviser les besoins bruts de chauffage par deux.

Il est possible de pousser plus avant la démarche d'efficacité énergétique en travaillant les points suivants :

- Efficacité des systèmes de production : choisir un système à haut rendement (chaudière à condensation, Pompe A Chaleur...).
- Efficacité des systèmes de distribution et émission : calorifugeage des réseaux, radiateurs basse température, plancher chauffant ...
- Efficacité des systèmes de régulation : mise en place d'une horloge programmable asservie à la température de l'ambiance, ou mieux, à la température extérieure. Le Sacré Cœur abritera à terme des locaux d'activité à usages différents. Il doit être possible de ne faire fonctionner qu'une tranche du bâtiment. A ce titre, ce bâtiment est un terrain intéressant pour la mise en place d'un système de gestion centralisée.
- Efficacité des systèmes de ventilation : intérêt d'un système double flux qui permet de récupérer de la chaleur sur l'air chaud extrait du bâtiment.
- Maîtrise de la demande en électricité : Eclairage par des lampes basse consommation, mise en place de minuterie dans les locaux de passage...

Le Sacré-Cœur est représentatif d'une certaine catégorie du parc de bâtiments communaux dans le Pays Midi-Quercy, une bâtisse saine offrant des volumes intéressants à exploiter pour un usage collectif. L'isolation du bâtiment dispose d'un caractère fortement incitatif pour les particuliers qui seront amenés à s'y rendre ainsi que pour les collectivités qui disposeraient d'un projet analogue.

La réhabilitation et l'isolation du Sacré-Cœur se doivent d'être réussies afin de démontrer que patrimoine immobilier de caractère et efficacité énergétique sont compatibles.

## **4.2. Etude bois**

*L'étude complète figure en annexe 5, une modification sur les taux de subventions a été apportée et figure en annexe 9, nous présentons ci-dessous un résumé.*

### **4.2.1-Introduction**

Nous avons étudié l'implantation d'un réseau de chaleur bois énergie sur la commune de LAGUEPIE. Le site est intéressant car il existe sur une zone concentrée des bâtiments ayant d'importante consommation d'énergie. La commune n'est pas desservie par le gaz naturel et est intéressée par ce genre d'opérations. Nous avons étudié le raccordement de :

- La maison de retraite « Les Causeries » (Maître d'ouvrage : le Conseil Général) utilisant actuellement du gaz propane;
- 15 logements HLM gérés par Promologis (chauffage au gaz Propane);
- 7 pavillons individuels gérés par Promologis (chauffage électrique);
- 15 pavillons individuels en projet de construction gérés par Tarn et Garonne Habitat (chauffage électrique prévu) ;
- L'école de Laguépie (chauffage électrique et au fuel);

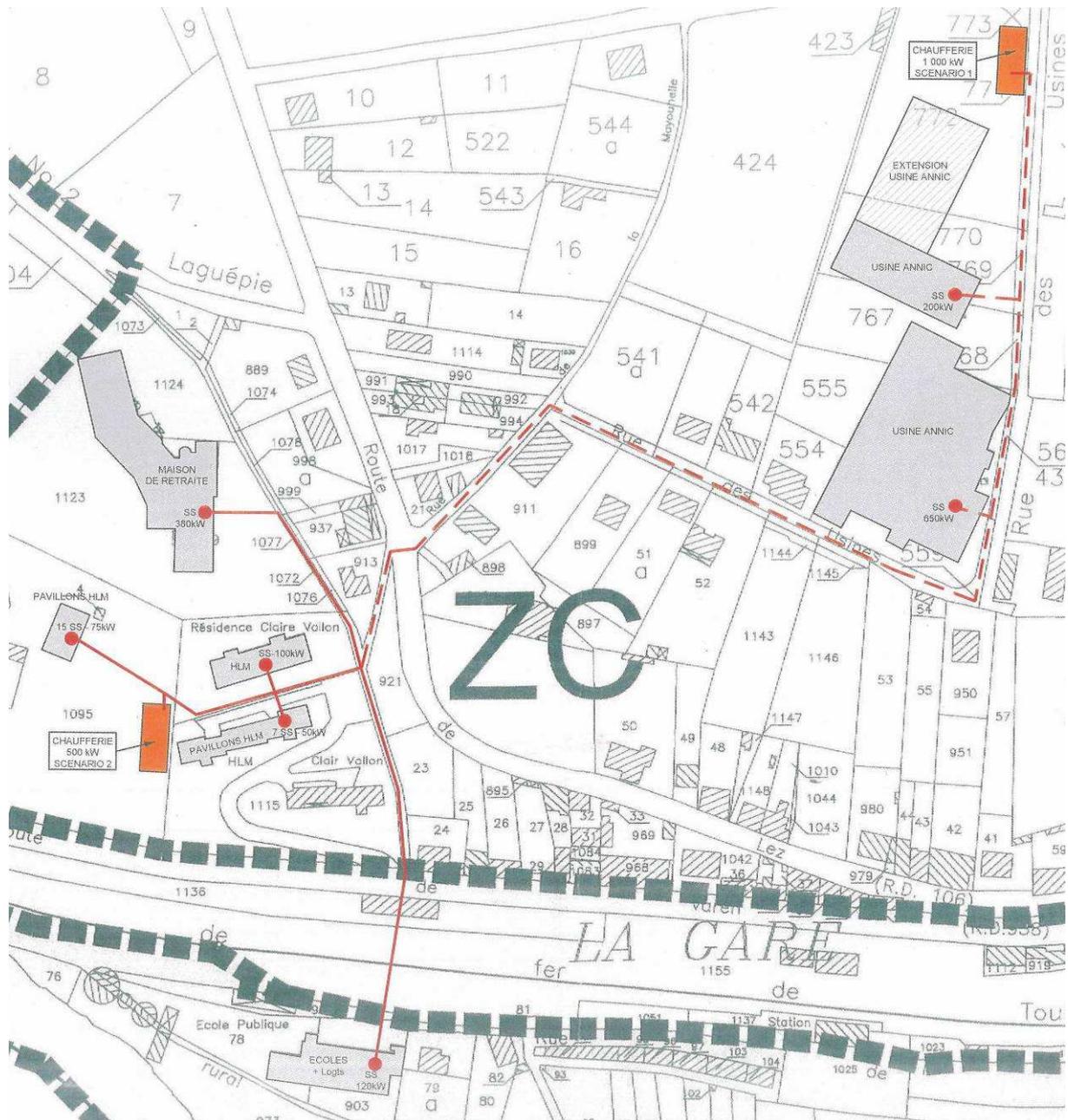
- L'usine de chaussure Annic-MTS (chauffage électrique via une pompe à chaleur).

Nous avons étudié les 2 scénarii suivants :

- Scénario 1 : Alimentation de l'ensemble des bâtiments ;
- Scénario 2 : Scénario1 sans l'usine usine MTS.

### **Dimensionnement**

On peut retrouver ci-dessous le plan masse de la commune ainsi que le tracé du réseau de chaleur.



L'usine Annic représente pratiquement 50% de la consommation totale d'énergie.

	Scénario 1		Scénario 2	
	Puissance	Consommation	Puissance	Consommation
<b>Besoins Totaux</b>	1 570 kW	1 141 MWh	730 kW	605 MWh
<b>Chaudière bois</b>	1 000 kW	441 t/an de bois	500 kW	234 t/an de bois
<b>Chaudière fuel</b>	1 000 kW	6 100 l/an de fuel	500 kW	3 200 l/an de fuel
<b>RDC</b>	920 ml		380 ml	

Pour le scénario 1, la chaudière bois de 1000 kW sera implanté près de l'usine Annic. Pour le scénario 2, la chaudière bois de 500 kW sera implanté près des bâtiments HLM.

#### 4.2.2-Approvisionnement bois

Après différentes discussions avec le président de la CUMA de Saint Antonin Noble Val Mr FERTE, il est apparu qu'il serait intéressant d'organiser l'approvisionnement bois autour de la livraison de la chaufferie de CAYLUS (déjà en fonctionnement) et de LAGUEPIE. Pour avoir un combustible de qualité (granulométrie, humidité), il faudra que la CUMA se munisse d'un hangar de stockage.

#### 4.2.3-Bilan économique

L'analyse économique et financière du projet est scindée en 2 parties :

- Le bilan d'exploitation de la chaufferie centrale, le Réseau De Chaleur et les sous-stations qui seront gérés par la mairie comme une entité à part entière. La chaufferie fournira l'énergie aux bâtiments communaux, HLM...
- Le bilan d'exploitation des bâtiments.

Pour obtenir ces résultats, nous avons pris les hypothèses suivantes :

- Prix du bois à 64 € TTC/t livrée ;
- Taux de subventions variables sur les investissements liés à la chaufferie centrale, le RDC et les sous-stations. Nous avons fait varier ce taux de 80 % à 50 % afin d'obtenir une économie sur la facture énergétique par rapport à la référence de 0 à 10% ;
- 0 % de subventions pour les installations intérieures (pour, par exemple, la mise en place d'un réseau de radiateurs dans les logements HLM) ;
- Emprunt 4,5 % sur 20 ans.

### **Bilan Réseau de chaleur**

	<b>Scénario1</b>			<b>Scénario2</b>		
<b>CHAUFFERIE</b>						
<b>Investissement total chaufferie, RCD, sous station (sans subvention)</b>	911 k€ HT			573 k€ HT		
<b>Taux de subventions</b>	80 %	77 %	66 %	80 %	66 %	54 %
<b>Prix de vente de l'énergie à partir de la centrale (c€/kWh)</b>	4,86	5,04	5,72	5,09	6,11	6,98
<b>BATIMENTS</b>						
<b>Investissement installations intérieures (k€ HT)</b>	145 k€ HT			139 k€ HT		
<b>Prix de revient énergie référence (c€/kWh)</b>	6,7			8,8		
<b>Prix de revient énergie solution bois énergie (c€/kWh)</b>	5,9	6,1	6,7	6,9	7,9	8,8
<b>Economie / Référence</b>	-13%	-10%	0%	-22%	-10%	0%

Ainsi, il faut un taux de subventions de 54 % afin d'obtenir un prix de l'énergie similaire à la référence pour le scénario 2, et 66 % dans le scénario 1.

#### **4.2.4-Conclusion**

Par rapport à l'étude menée, le scénario 2 nous apparaît être plus intéressant que le scénario 1 pour les raisons suivantes :

- bien que gros consommateur, l'usine Annic est à une distance assez importante (500 m) du reste des clients,
- grâce à sa PAC, l'usine Annic bénéficie déjà d'un tarif très intéressant sur le poste énergie (inférieur au prix de revient de la solution réseau de chaleur),
- l'économie par rapport à la référence est plus intéressant dans le scénario 2 (- 22%),
- enfin, le scénario 2 ne concerne que des bâtiments publics qui apportent donc plus de sécurité quant à la consommation d'énergie.

Le projet de chaufferie bois et de réseau de chaleur est plus avantageux que la solution actuelle (tout électrique/fuel/propane) pour plusieurs raisons :

- d'un point de vue économique, la solution bois énergie (scénario 2) permet de dégager jusqu'à 11 000€ par an d'économie pour l'ensemble des bâtiments raccordés,
- participation au développement local en réinjectant :

- ✓ un chiffre d'affaires auprès de l'approvisionnement local en combustible de 15 000 €/an,
- ✓ un budget travaux de 240 000 € ;
- environnemental : participation à l'entretien des forêts du Pays (9 ha/an),
- réduction des émissions polluantes : 129 t de CO2 évitées par an.

Au vu des différentes conclusions, le projet s'inscrit pleinement dans le cadre du plan de développement du bois-énergie.

## 4.3. Etude biocarburants

### 4.3.1-Diester pour les véhicules municipaux

#### 4.3.1.1- Utilisation du diester (retour d'expérience)

La ville de Montauban fut l'une des premières villes à utiliser le mélange diester 30% qu'elle a utilisé pour approvisionner 5 bus et 3 bennes à ordures pendant plus de 7 ans. Son expérience permet de bénéficier d'un retour d'expérience fiable.

- **Son utilisation ne nécessite aucune modification du moteur.** Le mélange est très simple à utiliser puisqu'il fonctionne directement avec le véhicule existant. Il ne demande pas de réglages spécifiques du moteur et surtout c'est une solution totalement **réversible avec le gazole pur**. Cela signifie, entre autre, qu'un arrêt momentané de l'utilisation du mélange ne remet pas en cause le choix de l'investissement dans les biocarburants.
- **Il ne nécessite que la présence d'une cuve à hydrocarbures.** Cette cuve doit être déclarée aux douanes et ne doit contenir qu'exclusivement du mélange 30% diester-70% gazole.
- **Le fournisseur d'hydrocarbures livre directement le mélange prêt à l'emploi.**
- **Il n'y a que quelques précautions à prendre lors de la première utilisation** : il a été observé que le passage du gazole pur au mélange 30% diester peut parfois se traduire par un décollement progressif des dépôts accumulés de longue date dans les circuits de carburants. Cela nécessite des précautions au niveau de la cuve à gazole ou à fioul si elle a déjà servi : une vidange et un nettoyage des parois de la cuve est alors impératif avant le premier remplissage et doit se renouveler tous les 6 ans.

Pour les véhicules qui ont déjà roulé, la meilleure solution est de réaliser un nettoyage du réservoir avant la première utilisation du mélange. Il est également conseillé de ne pas oublier de nettoyer le filtre à carburant après 48 heures de fonctionnement ou de le surveiller tant que l'on observe du dépôt. L'entretien du véhicule peut alors reprendre normalement.

- Etant donné que le pouvoir calorifique du diester est légèrement inférieur à celui du gazole, **on peut observer une légère surconsommation** surtout au début (de 1 à 4%). Mais elle devient très marginale ensuite (inférieur à 1%).
- **L'utilisation d'un filtre à particules est tout à fait possible** avec l'utilisation du mélange. Cela est même conseillé afin de diminuer encore les émissions polluantes.
- Pour les véhicules neufs, des garanties constructeurs sont désormais possibles notamment s'il s'agit d'un moteur Euro 3.

N.B : Pour ces deux derniers points, pour que les garanties soient vraiment assurées, il faut devenir membre de l'association « Partenaires Diester ».

#### 4.3.1.2- Faisabilité de la filière dans le pays

Trois scénarios peuvent être envisagés.

**Scénario n°1** : L'implantation d'une seule cuve de capacité de 30 000 litres qui serait approvisionnée 4 fois par an. La négociation du prix au litre du mélange avec le fournisseur d'hydrocarbures serait alors la plus intéressante. Total se fournit en diester dans l'usine de BousSENS en Haute-Garonne et effectue le mélange diester+gazole dans un dépôt à Bassens près de Bordeaux. Il doit donc livrer le mélange depuis ce dépôt. Dans ce cas de figure, le prix du mélange proposé par Total serait inférieur aux prix station puisque il ne doit livrer qu'un site d'approvisionnement. Sur le terrain, ceci demanderait à chaque véhicule du Pays Midi-Quercy de s'approvisionner sur ce seul site. Ce scénario est donc la solution la plus économique au niveau investissement mais la plus difficile à appliquer sur le terrain. Il faut également prendre en compte le coût induit par le fait que chaque véhicule doit revenir sur ce site.

**Scénario n°1 bis** Une autre solution consisterait à implanter une seule cuve de capacité de 30 000 litres comme dans le scénario 1 puis à distribuer le diester à toutes les communes du pays Midi-Quercy qui auraient une cuve disponible. Il faudrait pour cela auditer toutes les cuves à hydrocarbures enterrées qui ne seraient pas ou peu utilisées dans chaque commune. Ces cuves pourraient être d'origine diverses (communales, industrielles...etc.) mais dans le cas où elles seraient destinées à recevoir du diester, elles devront être au préalable déclarées aux douanes et ne pourront recevoir que du mélange diester-gazole.

**Scénario n°2**: Il s'agit ici d'implanter trois cuves de 10 000 litres dans trois communes différentes au lieu d'une seule cuve. L'approvisionnement se ferait également 4 fois par an. Au vu de leur situation géographique et de leur population, les sites d'implantation intéressants seraient Négrepelisse, Caussade et Caylus. Cette solution serait moins économique à l'investissement et offre moins de possibilité de négociation avec le fournisseur d'hydrocarbures (le prix au litre serait alors plus ou moins égale au prix station). Cependant, elle semble plus réalisable sur le terrain afin de faire bénéficier le plus de communes possibles aux alentours des sites choisis.

**Scénario n°2 bis** : Comme dans le scénario 2, trois cuves de 10000 litres seraient implantées dans le pays et comme dans le scénario 1 bis, chaque commune possédant une cuve à hydrocarbures disponible irait s'approvisionner en mélange sur le site le plus proche.

Le tableau suivant présente l'investissement initial approximatif à réaliser pour chaque scénario. Il faut cependant bien noter que les scénarios 1 bis et 2 bis assureront une probabilité plus importante de l'utilisation réelle du diester sur le terrain par une majorité de communes.

	<b>Scénario n°1 et n°1 bis</b>	<b>Scénario n°2 et n°2 bis</b>
<b>Investissement</b>	9000 euros	16 500 euros
<b>Hypothèse sur le prix du mélange</b>	Inférieur au prix station	Egale au prix station
<b>Coût à l'exploitation</b>	Plus faible pour le 1 bis	Plus faible pour le 2 bis

En ce qui concerne le coût à l'« exploitation » du diester, il est plus difficile à évaluer mais il sera d'autant plus faible que l'approvisionnement se fera facilement au niveau des utilisateurs (manifestement les scénarios 1 bis et surtout 2 bis).

## 4.3.2-Huiles végétales

### 4.3.2.1- Utilisation de l'huile végétale (retour d'expérience)

La Fédération régionale des CUMA Midi-Pyrénées a réalisé une opération de faisabilité technico-économique de l'usage de l'huile de tournesol carburant sur les tracteurs agricoles pendant la période 2000-2003. Trois sites d'expérimentation ont été choisis : la Cuma de la Séoune dans le Tarn et Garonne, la Cuma des Deux monts dans le Tarn et la Cuma des Trois rivières en Haute-Pyrénées.

L'utilisation des huiles végétales comme carburant nécessite deux actions principales :

- l'achat d'une presse à huile pour produire l'huile de façon artisanale,
- des modifications du moteur pour permettre une utilisation « auto-carburant » à quasi 100%

En effet, les moteurs à injection directe alimentés avec des huiles végétales connaissent rapidement des problèmes de fonctionnement. Ces problèmes sont la formation de dépôts charbonneux à l'intérieur du moteur et une forte dispersion du cycle de combustion pouvant conduire à des dégâts mécaniques parfois importants. En revanche, leur utilisation pose peu de problèmes en ce qui concerne les moteurs diesels à injection indirecte.

Pour les véhicules à injection directe, très majoritaires aujourd'hui, il est donc nécessaire de réaliser les modifications suivantes afin d'obtenir de bonnes performances de fonctionnement et des rejets en polluants intéressants :

- **Il faut tout d'abord agir sur les chambres de combustion** afin que les conditions de température lors du fonctionnement assurent une combustion complète des huiles. En effet, l'huile de tournesol, par exemple, possède une température d'explosion largement supérieure à celle du fioul (316°C contre 96°C pour le fioul). Ces modifications doivent permettre cependant d'atteindre une température de fonctionnement raisonnable notamment pour assurer la tenue des matériaux. La solution consiste à modifier la tête des pistons en y ajoutant un matériau réfractaire résistant aux hautes températures. Lors de l'expérimentation, deux technologies ont été employées : l'usinage de la tête de piston afin de pouvoir rajouter une coupelle en matériau inox réfractaire ou le dépôt d'un alliage isolant par un traitement de surface à l'eutectique.
- Toujours pour pallier le même problème, **il faut adapter le circuit d'alimentation en carburant grâce à un système de bicarburation**. Il doit être composé :
  - ✓ d'un circuit fioul de 0 à 25% de la puissance maximale du moteur,
  - ✓ d'un circuit huile de tournesol actif de 25% à 100% de la puissance,
  - ✓ et d'un automatisme qui permet de basculer d'un circuit à l'autre en fonction de la température des gaz d'échappements.

Chaque circuit doit être autonome et comporte son réservoir, ses tuyauteries, ses filtres et sa pompe de gavage. De cette façon, les démarrages, les ralentis ainsi que les travaux demandant peu de puissance fonctionnent au fioul. Dès que les travaux demandent au moins le quart de la puissance, le moteur fonctionne alors à l'huile de tournesol.

Ces adaptations n'étant pas sans difficultés, il est prévu, afin de mieux analyser la problématique, de réaliser une visite d'une presse à huile et d'un tracteur modifié à la CUMA de Brandonnet (Aveyron). Cette visite réunira des agriculteurs du Midi-Quercy déjà sensibilisés à l'utilisation des biocarburants ainsi que la fédération départementale des CUMA du Tarn et Garonne.

#### 4.3.2.2- Faisabilité de la filière dans le pays

##### Investissement initial

L'investissement dans une presse à huile s'élève à environ 6000 euros pour un rendement de production de 10 litres d'huile par heure. Un ordre de grandeur de l'investissement individuel pour réaliser les modifications nécessaires sur les tracteurs est de 1000-1500 euros par tracteur.

##### Coût d'exploitation et simulation du prix de revient de l'huile

Un des freins au développement de l'huile comme carburant (identifié par les retours d'expérience de plusieurs projets en France) était jusqu'alors le prix de revient de l'huile végétale qui était peu compétitif par rapport au fioul.

L'expérimentation réalisée par la FR CUMA Midi-Pyrénées a pu montrer que l'huile végétale peut devenir un carburant compétitif pour des filières courtes impliquant des agriculteurs et des éleveurs dans un même projet de développement rural local.

Deux scénarios réalistes peuvent être envisagés :

- **Scénario n°1** : L'huile est produite localement mais est vendue aux agriculteurs. Dans ce cas de figure, il faut acheter les graines de tournesol ou de colza aux agriculteurs (coût : 190 euros/t), fabriquer localement l'huile végétale (coût : 76 euros/t), valoriser les tourteaux (gain : 190 euros/t), s'acquitter du paiement de la TIPP (coût : 91,5 euros/t) et d'un coût de transport relativement faible, le site de production et de consommation étant peu éloignés.

Dans ce scénario, le carburant est livré à 0,515 euros/l hors TVA (cf. Tableau « Simulation du coût de de l'huile ») ce qui ne le rend pas encore complètement compétitif en période normal mais peut devenir intéressant en période de crise ou si une aide publique est délivrée.

- **Scénario n°2** : L'huile est toujours produite localement mais directement par les agriculteurs intéressés par son utilisation comme carburant. Les graines sont produites par les agriculteurs (coût : 183 euros/t), les tourteaux sont utilisés localement et selon leur juste valeur nutritive (gain : 198 euros/t), la fabrication nécessite des exigences de qualité moindres (coût : 61 euros/t). Enfin, étant donné que l'huile n'est pas vendue, il n'y a pas de TIPP à payer et comme le carburant est utilisé sur le site de pressage, il n'y a pas de coût de transport à prendre en compte.

Dans ce scénario, le modèle retenu est celui d'une filière courte autonome qui se révèle compétitive vis-à-vis du fioul puisque le prix de l'huile est de 0,340 euros/l environ. Cette filière ne nécessite donc aucune aide publique pour être mis en œuvre mais serait néanmoins facilitée dans un cadre réglementaire français plus favorable.

<b>Coût des postes (en euros/l)</b>	<b>Scénario n°1</b>	<b>Scénario n°2</b>
<b>Achat des graines</b>	0.509	0.488
<b>Vente des tourteaux</b>	- 0.301	- 0.311
<b>Fabrication de l'huile</b>	0.204	0.163
<b>TIPP</b>	0.057	0
<b>Transport</b>	0.046	0
<b>Prix HT</b>	<b>0.515 euros/l</b>	<b>0.340 euros/l</b>
<b>Prix moyen du fioul</b>	<b>0.380 euros/l</b>	

**Simulation du coût de l'huile pour les deux scénarios envisagés<sup>3</sup>**

#### **4.4. Etude photovoltaïque**

Le coût d'investissement important a amené la commune de Caylus à abandonner le projet.

## **5. CONCLUSION PAR FILIERE**

---

### **5.1. Filière réhabilitation des bâtiments**

Les bâtiments datant d'avant 1975 sont de très mauvaise qualité thermique. Ils constituent la majeure partie du parc en Pays Midi-Quercy, tout comme en France. Les consommations d'énergie des bâtiments (tous usages confondus) représentent environ la moitié de la facture énergétique totale. Une part prépondérante de l'énergie consommée par les bâtiments est due au chauffage, la quantité d'énergie de chauffage étant directement liée à la qualité d'isolation. A ce titre, l'amélioration de l'isolation des bâtiments constitue une priorité d'action pour toute politique de l'énergie.

En envisageant une réhabilitation des logements et des bâtiments communaux du Pays, nous avons mis à jour un potentiel brut d'économies de 167 GWh/an (les logements représentent 97% de cette valeur). En prenant des hypothèses plus réalistes sur la réalisation effective des travaux, on peut espérer économiser 5 GWh/an. Pour atteindre ce chiffre, il faudra mettre en place une politique incitative active.

L'étude du Sacré-Cœur de Montricoux démontre qu'il suffit de mener quelques travaux d'isolation bien pensés pour diviser par 2 les besoins de chauffage.

---

<sup>3</sup> « Opération de faisabilité technico-économique et de développement de l'usage d'huile tournesol carburant sur tracteurs agricoles et groupe électrogène », FR CUMA Midi-Pyrénées.

## 5.2. Filière biocarburants

Les biocarburants sont des carburants pour moteurs issus de la biomasse qui peuvent se substituer totalement ou partiellement aux carburants pétroliers. Leur bilan carbone est nul, par conséquent, ils n'augmentent pas l'effet de serre.

Les objectifs nationaux de développement des biocarburants sont déjà ambitieux : les introduire à hauteur de 5,75% (actuellement 3%) dans les carburants distribués à la pompe.

A l'échelle du Pays, deux filières de développement sont envisageables en marge de cette mesure nationale.

L'utilisation des huiles végétales en autoproduction par les agriculteurs semble être une voie prometteuse.

La mise à disposition de diester pour les flottes captives est intéressante mais il faudra étudier en détail l'implantation des cuves d'approvisionnement.

## 5.3. Filière solaire

Avec une durée d'ensoleillement moyenne de 2000 heures par an, le Pays Midi-Quercy peut largement tirer profit de l'énergie solaire. La filière solaire thermique (production d'eau chaude) est implantée dans le Pays dans les mêmes proportions que dans l'ensemble de la région Midi-Pyrénées, c'est-à-dire dans une fourchette haute par rapport à la moyenne nationale. La filière photovoltaïque par contre (production d'électricité) est totalement absente du territoire. A l'heure actuelle, le Pays produit 55 MWh à partir du solaire.

Bien que le Pays ne démérite pas dans ce domaine, le potentiel de développement du solaire thermique est très important. Les cibles prioritaires pour l'implantation de nouvelles installations sont les piscines et les établissements de santé (grands consommateurs d'eau chaude) ainsi que les particuliers. En envisageant un scénario réaliste, on peut espérer à court terme atteindre une production de 1 000 MWh/an (dont plus de la moitié serait due aux chauffe-eau solaires individuels). Les temps de retour sur investissement les plus intéressants sont obtenus pour des installations de moquette solaire (chauffage des bassins dans les piscines).

En ce qui concerne la filière photovoltaïque, elle a du mal à s'implanter en France pour des raisons d'investissement élevé.

## 5.4. Filière bois

Le bois est une ressource abondante dans le Pays. Issu majoritairement de l'entretien des forêts, le potentiel en combustible bois du Pays a été estimé à 11 250 T/an. Cette valeur est au-delà du chiffre de 2 100 t/an, représentant 7 350 MWh/an, que l'on peut espérer consommer dans l'hypothèse d'un développement majeur de la filière bois énergie à moyen terme. Celle-ci concernerait les particuliers aussi bien que les communes, tous étant des consommateurs de bois énergie potentiels. La démarche est d'ores et déjà soutenue auprès des agriculteurs et un premier réseau de chaleur a vu le jour à Caylus.

La démarche est donc enclenchée, mais il s'agit de l'étendre et de la généraliser. Dans cette optique, l'étude de faisabilité du réseau de chaleur bois dans la commune de Laguëpie démontre une nouvelle fois l'intérêt multiple de ce type d'opération : économique (réduction des charges, développement

local via la filière d'approvisionnement), environnemental (réduction de l'émission de polluants et entretien des forêts) et social (filiale génératrice d'emplois).

A ce titre, le développement de la filière bois énergie dans le Pays s'inscrit dans une politique énergétique cohérente et répond également à la triple exigence du développement durable (volet social, économique et environnemental).

## **6. VERS LA PHASE 3 : CHARTE ENERGIE DU TERRITOIRE**

Le présent rapport a mis en évidence les actions à engager en matière de diminution des consommations énergétiques, et les stratégies à mettre en œuvre pour développer l'usage des énergies renouvelables dans le Pays Midi-Quercy.

Il reste à décliner cette politique énergétique dans un plan d'actions, ou une charte énergie, détaillant :

- les objectifs à atteindre (nombre d'opérations par filière, diminution attendue des consommations d'énergie et des émissions de gaz à effet de serre, budget injecté dans l'économie locale,...),
- les enveloppes financières concernées, avec les aides mobilisables,
- les outils à mobiliser ou à créer : équipe de suivi-animation, point info énergie, OPATB ?
- les partenaires associés avec leurs rôles respectifs,
- les éventuelles études complémentaires à mener en amont ou en parallèle : COE sur certaines communes, études de faisabilité,....
- le planning de mise en œuvre du programme,
- les modalités d'évaluation et de suivi du plan d'actions.

L'ensemble de ces points sera abordé dans la phase 3 de l'étude.

---

---

## **ANNEXES**

---

---

- Annexe 1 : Acteurs locaux rencontrés ou contactés**
- Annexe 2 : Questionnaire collectivités locales phase 1**
- Annexe 3 : Questionnaire complémentaire à destination des communes**
- Annexe 4 : Etude d'optimisation énergétique de l'enveloppe pour le Sacré-Cœur de Montricoux**
- Annexe 5 : Etude de faisabilité d'un réseau de chaleur bois à Laguépie**
- Annexe 6 : Détail de calcul du potentiel solaire**
- Annexe 7 : Enquête énergie solaire auprès des piscines**
- Annexe 8 : Enquête énergie solaire auprès des établissements de santé**
- Annexe 9 : Complément Etude Bois Energie Laguépie**

---

---

**ANNEXE 1 :**

**ACTEURS LOCAUX RENCONTRES OU CONTACTES**

---

---

<b>Efficacité énergétique</b>	<b>Solaire</b>	<b>Filière bois</b>	<b>Biocarburants</b>	<b>Autres</b>
Maire de NEGREPELISSE, (M.CAMBON)  Maire de MONTRICOUX, (M.JOUANY)  Maire de VERFEIL, (Mme JACQUESSON)  Architecte maison de retraite de NEGREPELISSE, (M.ASTRUC)  et  SERIG (bureau d'études associé)  Architecte médiathèque de NEGREPELISSE (M.CHEREAU)	Maire de CAYLUS (Christian MAFFRE)  Ingrid LEROUX (Présidente de la Communauté de communes Terrasses et Vallées de l'Aveyron)  Installateur QUALISOL (José HEBRARD)	Agriculteurs (chaufferies bois individuelles)  FD CUMA TARN et GARONNE (Mme HONNONS)  CUMA SAINT ANTONIN (Mr FERTE)  CRPF (Mr MAILHE)  QUERCY ENERGIES (Mr FIALIPPE)  ADEME Midi-Pyrénées (Thierry de MAULEON)  CHAMBRE D'AGRICULTURE (M CROS)  Maire de LAGUEPIE (M ALAUX)  Directeur maison de retraite de LAGUEPIE (M. JOULLA)  Directeur usine de chaussure de Laguépie (M. JEROMIN)  Architecte HLM (M. De VESINS)  Maire de CAYLUS (M. MAFFRE)	ADEME Midi-Pyrénées (Véronique TATRY)  Ancien responsable Transport Montalbanais (José BONNET)  TOTAL Responsable Diester (M. DUCROT)  FD CUMA Tarn-et- Garonne (Mme HONNONS)  CUMA DEI à Brandonnet (Lisiane CONSTANT)  FR CUMA Midi- Pyrénées (Philippe POUECH)  Association OLIFERE (Jean-François St Hilary)	CC QUERCY VERT (M. NOBILI et M. BEZOUS)  Services techniques CAUSSADE (M. BETON)

---

---

**ANNEXE 2 :**

**QUESTIONNAIRE COLLECTIVITES LOCALES PHASE 1**

---

---

- 1 – Nombre de logements collectifs privés et publics, dates de construction/rénovation. S'agit-il d'HLM ? Quelle est leur énergie de chauffage ?
- 2 – Avez-vous réalisé des OPAH ? sur combien de logements ?
- 3 – Y-a-t-il un PLU ?
- 4 – Y-a-t-il des projets de logements communaux ? de quels types ?  
Y-a-t-il des projets de lotissements communaux ?
- 5 - Quelles sont les infrastructures en projet sur votre commune ? (hors logement)
- 6 - Y a t' il des habitations principales ou secondaires non électrifiées ?
- 7 – Avez-vous une comptabilité énergétique par bâtiment ?  
Qui s'occupe du suivi de la consommation d'énergie dans votre commune ?
- 8 – Liste et consommations des bâtiments communaux (tableau en annexe)
- 9 – Des études ont-elles déjà été réalisées sur l'énergie, comme des audits communaux, en vue de réaliser des opérations d'économie d'énergie ?
- 10 – Nombre de points d'éclairage public, consommation en kWh et budget annuel
- 11 – Nombre de véhicules communaux, type puissance, kilométrage annuel et âge (y compris engins de chantier)
- 12 – Existe-t-il des transports en commun ? comment sont-ils appréciés ? (hors transports scolaires)
- 13 – Quelle est la surface boisée communale ?  
Comment est elle gérée ?
- 14 - Y a t' il du bois d'élagage ? en quelles quantités ?
- 15 – Quelle est la principale ressource en eau potable de votre commune ? qui la distribue ? à quel prix ? pensez-vous que des fuites pourraient être détectées et réduites ?  
Pourriez vous utiliser les eaux de pluie ou les eaux grises pour certains usages ?
- 16 – Existe-t-il des installations de production à partir d'énergies renouvelables ?
- 17 – La commune est elle propriétaire d'anciens moulins ou centrales hydroélectriques en fonctionnement ou pouvant faire l'objet d'une réhabilitation ?
- 19 – Un raccordement au réseau de gaz naturel est-il envisagé ? à quelle échéance ? quel en sera le coût ?
- 20 – Avez-vous une proposition supplémentaire concernant un projet de bâtiment ou une utilisation d'énergie renouvelable non pris en compte dans ce questionnaire ?

21 – Coût énergétique global communal issus de la comptabilité analytique M14 (année n-1)

électricité :	€
gaz naturel :	€
gaz citerne :	€
fioul :	€
carburant :	€
Total :	€

Total/nb d'habitants : ... €/an/hbt

22 – Quel est le coût global des consommations d'eau (année n-1)

23 – Souhaiteriez vous engager des actions de gestion et d'amélioration de l'efficacité énergétique ?

**Quels sont les bâtiments gérés par votre commune (merci de compléter la liste) ?**

Bâtiment	Surface	Energie de chauffage	Consommation énergie de chauffage	Abonnement électrique	Consommation d'électricité	Consommation d'énergie totale	Dépenses d'énergie
	m <sup>2</sup>		kWh	Kva	kWh	kWh, litres, etc	Euros
<b>Mairie</b>							
<b>Salle polyvalente</b>							
<b>Ecole primaire</b>							
<b>Ecole maternelle</b>							
<b>Salle des fêtes</b>							
<b>Gymnase</b>							
<b>Bibliothèque</b>							
<b>Atelier relais</b>							
<b>Gîte</b>							
<b>Piscine</b>							
<b>Logement</b>							
<b>Parc résidentiel de loisirs</b>							
<b>Autres</b>							

---

---

**ANNEXE 3 :**

**QUESTIONNAIRE COMPLEMENTAIRE  
A DESTINATION DES COMMUNES**

---

---

Bâtiment(1)	Surface (2)	Année de construction (3)	Energie de chauffage (4)	Taux d'occupation(5)	Consommation énergie de chauffage(6)	Dépense chauffage (8)	Nombre de points lumineux	Consommation éclairage public	Dépense éclairage public	Abonnement électrique	Consommation d'électricité (7)	Dépenses d'électricité (8)
	m <sup>2</sup>					€		kWh	€	Kva	kWh	€
Mairie												
Salle polyvalente												
Ecole primaire												
Ecole maternelle												
Salle des fêtes												
Gymnase												
Bibliothèque												
Gîte												
Piscine												
Logement												
Autres												

(1) liste non exhaustive

(2) surface chauffée

(3) indiquer l'année de construction et de réhabilitation éventuellement

(4) électrique, gaz, fioul, bois etc.

(5) Indiquer si l'occupation est régulière (type bureaux) ou intermittente (salle des fêtes...), indiquer le nombre de jour d'occupation pour l'année correspondant aux consommations annoncées dans les colonnes suivantes.

(6) Indiquer la consommation en énergie de chauffage par bâtiment : électrique en kWh (compteur EDF), Fioul en litres, gaz naturel en kWh PCS, charbon en tonnes, bois en stère...

(7) Consommations électriques englobant tous les usages

(8) Dépenses en énergie telles qu'elles apparaissent dans la comptabilité

---

---

**ANNEXE 4 :**

**ETUDE D'OPTIMISATION ENERGETIQUE DE L'ENVELOPPE  
POUR LE SACRE CŒUR DE MONTRICOUX**

---

---

---

# **PAYS MIDI QUERCY**

## **Réhabilitation du Sacré-Cœur de Montricoux**

*Etude d'amélioration thermique*

---

**Mathilde JUAN**

**Avril 2005**

---

## SOMMAIRE

---

<b>PRESENTATION DE L'ETUDE.....</b>	<b>3</b>
<b>1- HYPOTHESES DE CALCUL.....</b>	<b>4</b>
1.1- SURFACES .....	4
1.2- COMPOSITION DES PAROIS.....	5
<b>2- ETAT DES LIEUX.....</b>	<b>6</b>
2.1- USAGE ACTUEL .....	6
2.2- CALCUL DES DEPERDITIONS.....	8
2.3- ESTIMATION DES BESOINS .....	9
2.4- RESULTATS ETAT DES LIEUX .....	9
<b>3- AMELIORATION DE L'ENVELOPPE DU BATI.....</b>	<b>10</b>
3.1- ISOLATION DES MURS .....	10
3.1.1- <i>Par l'intérieur</i> .....	10
3.1.2- <i>Par l'extérieur</i> .....	11
3.2- ISOLATION DES COMBLES.....	11
3.2.1- <i>Combles perdus</i> .....	11
3.2.2- <i>Combles aménagés</i> .....	12
3.3- ISOLATION PAR DOUBLE VITRAGE ET POSE DE VOLETS NEUFS .....	13
3.4- ISOLATION DU PLANCHER BAS .....	13
3.5- QUANTIFICATION DES AMELIORATIONS .....	13
<b>CONCLUSION.....</b>	<b>16</b>

---

---

## PRESENTATION DE L'ETUDE

---

---

Les politiques internationales, nationales et régionales incitent à la réduction des émissions de gaz à effet de serre à travers la maîtrise des consommations énergétiques et le développement des énergies renouvelables.

Dans ce contexte, le Pays Midi-Quercy, récemment créé, souhaite mettre en œuvre une politique territoriale concertée en faveur du développement durable où le volet énergie prendra une place importante.

Afin d'appuyer sa démarche, le Pays Midi-Quercy a lancé un diagnostic énergétique de territoire. Au cours de cette étude globale, il est apparu intéressant d'analyser en détail certains projets « emblématiques » qui représentent les axes d'intervention prioritaires dans le Pays. Pour l'axe « efficacité énergétique dans les bâtiments anciens », c'est le projet de réhabilitation du Sacré-Cœur à Montricoux qui a été retenu.

Le Sacré Cœur est un bâtiment ancien proche du centre village qui abrite aujourd'hui la maison des associations. Dans le cadre de la définition du réseau intercommunal de lecture publique, la commune de Montricoux a été retenue pour accueillir une bibliothèque relais.

Le Sacré Cœur disposant d'une surface exploitable intéressante, la Communauté de Commune « Terrasses et Vallée de l'Aveyron » a décidé d'appréhender sa réhabilitation dans son ensemble pour accueillir la bibliothèque mais aussi en lui donnant une vocation « culturelle, sportive et de loisir ».

En première analyse, il est apparu que la partie gros œuvre est tout à fait satisfaisante, mais que l'isolation thermique est inexistante et les systèmes de chauffage actuels peu efficaces. L'objet de la présente étude est de proposer des solutions pour l'amélioration de l'efficacité énergétique de ce bâtiment et de quantifier leur impact énergétique et environnemental.

Nous considérons que le système de chauffage choisi sera à l'image de ce que propose le marché des installations de chauffage, c'est-à-dire performant et équipé d'une régulation efficace. C'est pourquoi notre étude portera uniquement sur l'amélioration de l'enveloppe.

# 1- HYPOTHESES DE CALCUL

## 1.1- Surfaces

Les surfaces prises en compte sont celles issues des plans d'un ancien projet qui nous ont été transmises par le bureau d'études Bâti programme. La lecture des plans a de plus été adaptée à la lumière de la visite et des mesures effectuées sur le site par nos soins. En effet, les plans correspondent à un projet qui n'a pas été réalisé et certaines extensions figurant sur les plans n'ont jamais vu le jour.

**Surface au sol : 1278 m<sup>2</sup>**

**Volume total : 4339 m<sup>3</sup>**

Etage	Surface au sol (m <sup>2</sup> )	Hauteur sous plafond (m)
RDC bâtiment d'origine	312	4,25
RDC Extension	85	4,25
1 <sup>er</sup> étage bâtiment d'origine	312	2,8 (sauf la salle multifonction qui prend les niveaux R+1 et R+2 qui a une hauteur sous plafond de 6 m)
1 <sup>er</sup> étage extension	85	2,8
2 <sup>ème</sup> étage bâtiment d'origine	172 (surface du RDC à laquelle on a retranché la surface de la salle multifonctions)	2,9
Grenier bâtiment d'origine	312	1,2 (hauteur moyenne sous combles)



*Détail de jointure bâtiment d'origine/ extension*

## 1.2- Composition des parois

- Bâtiment principal

<b>Mur</b>	<b>Composition</b>
Mur extérieur	Maçonnerie, 55 cm d'épaisseur
Combles	Charpente bois et tuiles
Plancher bas	Dalle béton
Planchers intermédiaires	Planchers bois

- Extension

<b>Mur</b>	<b>Composition</b>
Mur extérieur	Maçonnerie, 35 cm d'épaisseur
Combles	Combles perdues, charpente bois
Plancher bas	Dalle béton
Planchers intermédiaires	Planchers bois

- Vitrages :

Ils sont constitués de menuiseries en bois équipées de simple vitrage et de volets (partiellement).  
Le coefficient de déperdition thermique associé à ce vitrage est estimé à 6 W/m<sup>2</sup>K.

## 2- ETAT DES LIEUX

---

### 2.1- Usage actuel

A l'heure actuelle, le Sacré-Cœur accueille la maison des associations. Seul le rez-de-chaussée est occupé.

Les systèmes de chauffage utilisés sont les suivants :

- 2 appareils soufflants situés dans la grande salle de danse.



- Radiateurs à bain d'huile dans la partie de l'extension réservée au club « peinture sur soie »



- Convecteurs électriques dans la salle de Yoga



- Radiateurs électriques d'appoint dans la salle de peinture



## 2.2- Calcul des déperditions

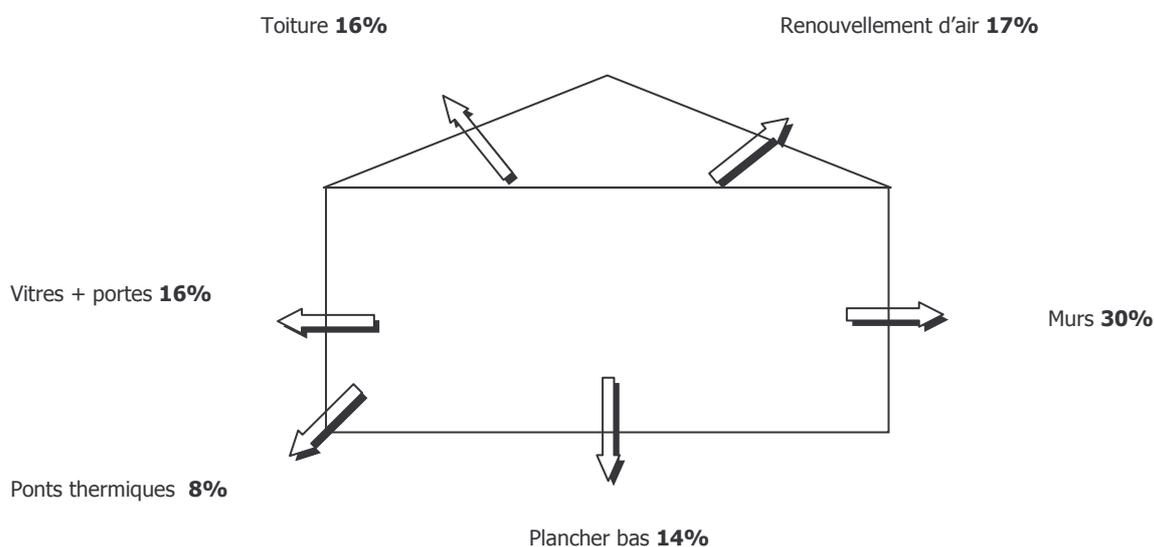
Grâce à un logiciel développé par TRIVALOR, nous avons calculé les déperditions par les parois et par renouvellement d'air du bâtiment tel qu'il est à l'heure actuelle.

Les résultats sont synthétisés dans le tableau ci-dessous :

Parois	Déperditions en W/K
Murs extérieurs du bâtiment d'origine	1201
Murs extérieurs de l'extension	409
Grenier du bâtiment d'origine	992
Plancher bas	832
Combles de l'extension	248
Vitrages et portes	944
Déperditions par renouvellement d'air	1033
Sous total déperditions en régime statique (seulement par les parois)	4625
Sous total déperditions en régime dynamique (en rajoutant les pertes par renouvellement d'air)	5658
Déperditions totales (incluant 8% de ponts thermiques)	6111

<b>Coefficient G du bâtiment</b>	<b>1,41 W/m<sup>3</sup>K</b>
----------------------------------	------------------------------

La répartition des déperditions dans l'ensemble du bâtiment est donc la suivante :



## 2.3- Estimation des besoins

Pour calculer des besoins à partir de déperditions, il faut prendre des hypothèses de température et d'occupation. Nous avons considéré une occupation totale du bâtiment pour des activités à caractère socioculturel.

Les besoins calculés correspondent donc à une occupation de toute la surface sur le bâtiment non réhabilité.

Par définition, le calcul des besoins ne prend en compte que les déperditions de l'enveloppe et du renouvellement d'air, il n'intègre pas le rendement des systèmes de chauffage.

Hypothèses de calcul :

- Station météo de référence : Montauban
- DJU (année 1999) dans le Tarn et Garonne : 1966
- Température extérieure de référence : -6°C
- Température de confort : 20°C
- Température régime réduit : 16°C
- Température hors gel : 8°C

Les besoins calculés sont de **201 MWh** soit de **157 kWh/m<sup>2</sup>** de besoins bruts. Cette valeur est très élevée.

## 2.4- Résultats état des lieux

L'état des lieux confirme qu'il y a un effort important à fournir sur l'isolation de l'enveloppe.

## 3- AMELIORATION DE L'ENVELOPPE DU BATI

---

### 3.1- Isolation des murs

Les murs extérieurs sont la principale source de déperditions (30% du total). Leur isolation est donc prioritaire.

#### 3.1.1- Par l'intérieur

L'isolation par l'intérieur est intéressante lorsque le ravalement extérieur est en bon état.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Absence de modification de l'aspect extérieur du bâtiment</li><li>▪ Coût relativement peu élevé</li><li>▪ Mise en œuvre assez simple</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Diminution de la surface utile (ce qui ne semble pas être problème étant donné l'importante surface disponible)</li><li>▪ Déplacement des appareils de chauffage (ce n'est pas gênant dans ce cas car il n'y en a pas)</li><li>▪ Difficulté de traiter les ponts thermiques</li></ul>

Il existe trois types de produits correspondant à trois techniques de pose différentes :

- les panneaux simples d'isolant.

Ils sont protégés par une cloison de doublage. Dans ce cas, l'isolant est le plus souvent collé au support. Et lorsque ce support est trop irrégulier, il est préférable d'envisager des fixations mécaniques.

- les panneaux composites (ou complexes).

Ils sont constitués d'un parement en plâtre cartonné (qui évite la contre-cloison) et d'un isolant (généralement polystyrène, polyuréthane ou laine minérale). Posés sur des cales en bois, les panneaux sont fixés contre le mur, par collage (paroi sèche et plane) ou par vissage sur tasseaux (fixés préalablement au mur, ils permettent de ménager une lame d'air entre l'isolant et la paroi).

- les panneaux "sandwich".

Ils sont constitués d'un isolant collé en usine entre deux plaques de plâtre. Plus rigides que les précédents du fait de leur double parement, ils sont utilisés pour isoler des murs humides ou présentant des irrégularités importantes. Leur pose s'effectue par vissage sur des tasseaux, en ménageant une lame d'air de 3 cm environ.

### 3.1.2- Par l'extérieur

L'isolation par l'extérieur est conseillée lorsque les enduits extérieurs sont défectueux. Elle permet de faire deux opérations en même temps : l'isolation et le ravalement.

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Permet de traiter un plus grand nombre de ponts thermiques,</li><li>▪ Ne diminue pas les surfaces utiles</li><li>▪ Protège les murs des variations climatiques.</li></ul>	<ul style="list-style-type: none"><li>▪ Coût plus élevé que celui de l'isolation par l'intérieur (hors coût de ravalement), entre 100 et 150 €/m<sup>2</sup></li><li>▪ Modifie l'aspect extérieur du bâti.</li><li>▪ La paroi isolée est plus exposée aux chocs.</li></ul>

Il existe de nombreuses solutions techniques :

- L'enduit mince sur isolant : concrètement, le système se compose de l'isolant collé sur le mur à l'extérieur du bâtiment (généralement du polystyrène expansé) et d'un enduit spécifique armé d'un tissu de fibres de verre et de l'enduit de finition. Si le support ne permet pas le collage, la fixation mécanique s'impose.
- L'enduit hydraulique sur isolant : la technique est proche de la précédente. L'enduit mince est remplacé par un enduit hydraulique (mortier) généralement projeté. La tenue aux chocs dans les endroits exposés est meilleure et l'entretien plus aisé.
- Les parements sur isolants : l'isolant est fixé au support puis accueille des pierres minces, des carrelages ou des panneaux de bardage ou bâtis des contre-murs en brique.
- Les vêtements : une vêtue est constituée d'éléments préfabriqués en usine comprenant un isolant et une plaque de parement. L'isolant le plus utilisé est le polystyrène expansé moulé. Le parement peut être constitué de divers matériaux tels que tôle d'acier, tôle d'aluminium, fibrociment, polyester armé ou PVC. La mise en œuvre par fixation mécanique est simple.
- Les enduits isolants : ils sont constitués de mortiers auxquels sont incorporés des particules de matériaux isolants (billes de polystyrène expansé, vermiculite exfoliée,...). Généralement appliqués en trois couches, ils ne permettent pas d'obtenir des résistances thermiques équivalentes à celles atteintes par les autres procédés. Ils sont réservés aux parois déjà isolées auxquelles on souhaite apporter un complément d'isolation.

## 3.2- Isolation des combles

Les pertes par toiture représentent 16% des déperditions totales. Rapporté à la surface en contact avec l'extérieur, les toitures sont les plus pénalisées thermiquement. En effet, l'air chaud, plus léger, s'élève naturellement et vient en grande partie se loger sous les toits. Il y a deux méthodes d'isolation, à combles perdus (lorsque les combles n'ont pas besoin d'être chauffés) et sous combles (lorsque l'on souhaite exploiter les combles).

### 3.2.1- Combles perdus

Les combles perdus sont des locaux situés sous des toitures inclinées qui ne sont jamais occupées durablement, dans le cas du Sacré-Cœur, il s'agit de la toiture de l'extension. Ces locaux ne nécessitent aucun chauffage et doivent être séparés de la zone chauffée par une barrière isolante.

Nous supposons que le plancher des combles de l'extension est constitué de solives. L'isolant doit être disposé entre les solives, quatre types d'isolants peuvent être utilisés :

- les fibres minérales en rouleaux, équipés d'un pare-vapeur,
- les isolants en vrac (vermiculite,...). Ils sont simplement déversés sur le plancher du comble,
- la laine de verre en vrac qui est soufflée à l'aide d'un appareillage approprié,
- les isolants en panneaux (polystyrène, polyuréthane). Ils sont disposés jointifs sur le plancher.

### 3.2.2- Combles aménagés

Les combles aménagés sont la partie d'une construction située sous une toiture inclinée et dont l'utilisation peut nécessiter le chauffage. C'est le cas du grenier du bâtiment d'origine.

Dans ce cas, on isole en sous-face de la toiture. C'est une opération délicate qui doit être exécutée avec soin, au moyen d'isolants avec parement (plâtre, bois).

La toiture du Sacré-Coeur repose sur une structure en bois, matériau organique qui absorbe une certaine quantité d'humidité et la rejette par capillarité. Un bois restant humide trop longtemps se met à fermenter, à pourrir éventuellement et devient un milieu idéal pour la prolifération des insectes. Inversement, en été, le soleil tend à dessécher le bois, à le faire craquer et l'isolant, en empêchant la diffusion de la chaleur reçue par la toiture, peut entraîner l'éclatement des tuiles.

Par conséquent, la pose d'un isolant doit impérativement préserver la ventilation naturelle initiale de la charpente. Il est indispensable de ménager une lame d'air d'au moins 3 cm entre l'isolant et la couverture, sur toute la sous-face de la toiture.

Il est également possible d'isoler le bâtiment d'origine à combles perdus si on décide de ne pas exploiter le grenier.



*Grenier du Sacré-Cœur, situé dans le bâtiment d'origine.*

### 3.3- Isolation par double vitrage et pose de volets neufs

Les ouvertures sont toutes en simple vitrage et la plupart sont en mauvais état. Elles participent pour 16% aux déperditions thermiques de l'ensemble du bâtiment.

Il est souhaitable de les remplacer par des menuiseries modernes en double vitrage, son intérêt ne se limitant à ses propriétés d'isolation:

- Il réduit l'effet de paroi froide,
- Il diminue les condensations et lieux de déperditions thermiques,
- Il contribue par ailleurs à améliorer l'isolation acoustique.

Les menuiseries modernes sont toutes munies de joints d'étanchéité qui leur confèrent une parfaite étanchéité à l'air et à l'eau. Une ventilation efficace du bâtiment doit être associée. Des solutions performantes existent en menuiseries bois, PVC, et aluminium à rupture de pont thermique. L'aluminium sans rupture de pont thermique est à proscrire en raison de la forte conductivité thermique de ce matériau (source de déperditions thermiques et d'inconfort).

### 3.4- Isolation du plancher bas

Le Sacré-Cœur est construit sur terre-plein, à savoir coulé directement au sol du rez-de-chaussée. Cette technique constructive permet de limiter les déperditions (14%). De plus, le sol se charge de la chaleur des pièces et son inertie permet de réguler la température du bâtiment. Une isolation peut être envisagée à l'occasion de travaux de réfection de sol, à partir du moment où l'effet paroi froide devient une source d'inconfort.

Deux techniques sont possibles :

- L'isolation par la périphérie des fondations de la construction. Une réduction sensible des ponts thermiques périphériques peut être obtenue par l'isolation verticale des murs de fondations par l'extérieur, jusqu'à un niveau situé au-dessus de celui du plancher.

Cette technique constitue un bon compromis, tant sur le plan de l'isolation que sur le plan purement économique, en évitant de devoir isoler toute la surface, avec les contraintes que cela suppose. Il existe sur le marché des isolants rigides, peu sensibles à l'humidité qu'il suffira de protéger contre les chocs ou les pierres en surfaces. Cette solution est particulièrement efficace dans le cas d'une isolation des murs par l'extérieur.

- L'isolation du plancher lui-même.

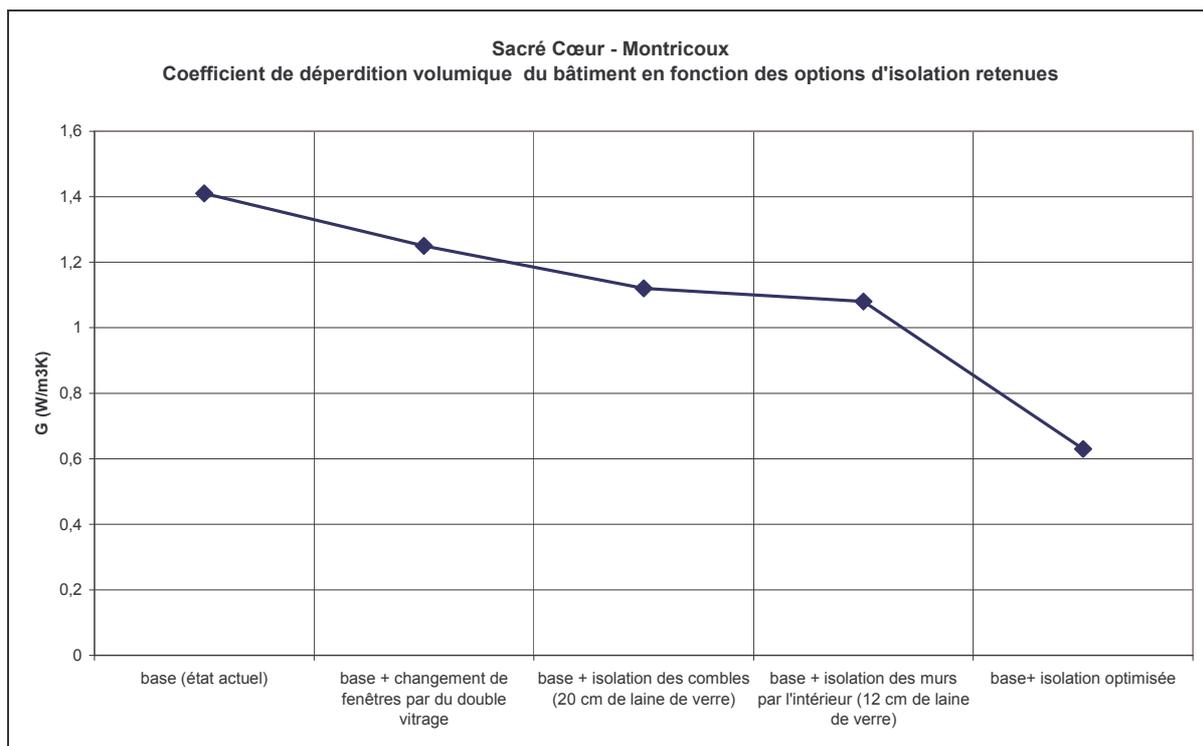
Il est possible d'envisager une isolation sur l'ensemble de la surface, surtout si le revêtement est en mauvais état. Il faudra alors mettre en œuvre une épaisseur minimale d'isolant pour être efficace, puis une dalle d'environ 5 cm, ce qui généralement conduit à une épaisseur totale de 8 à 10 cm hors revêtement.

L'isolant devra être "remonté" le long des murs, dans l'épaisseur de la dalle. Il existe des isolants rigides spécifiques, laines minérales ou mousses alvéolaires.

### 3.5- Quantification des améliorations

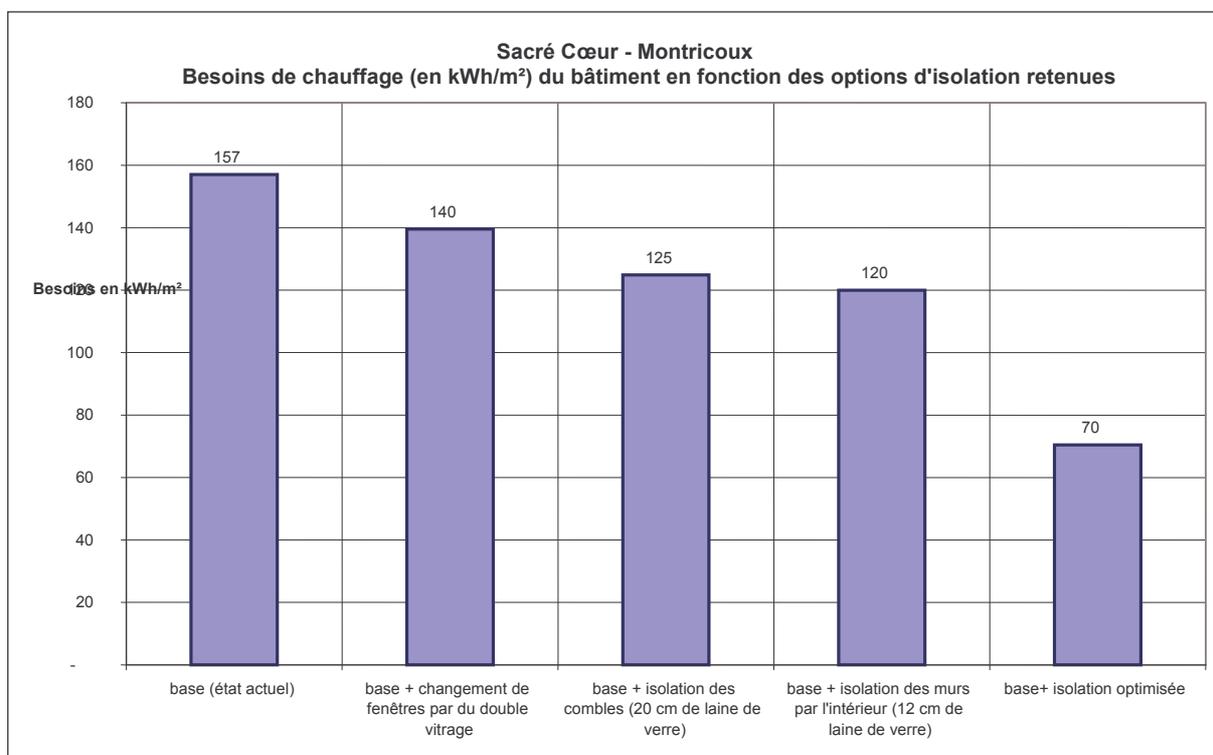
Nous avons étudié l'impact sur les besoins bruts de chauffage de chacune des solutions proposées en termes d'isolation.

Les graphiques suivant présentent l'évolution de plusieurs indicateurs :



*Evolution du coefficient G de déperdition volumique en fonction des travaux d'isolation réalisés*

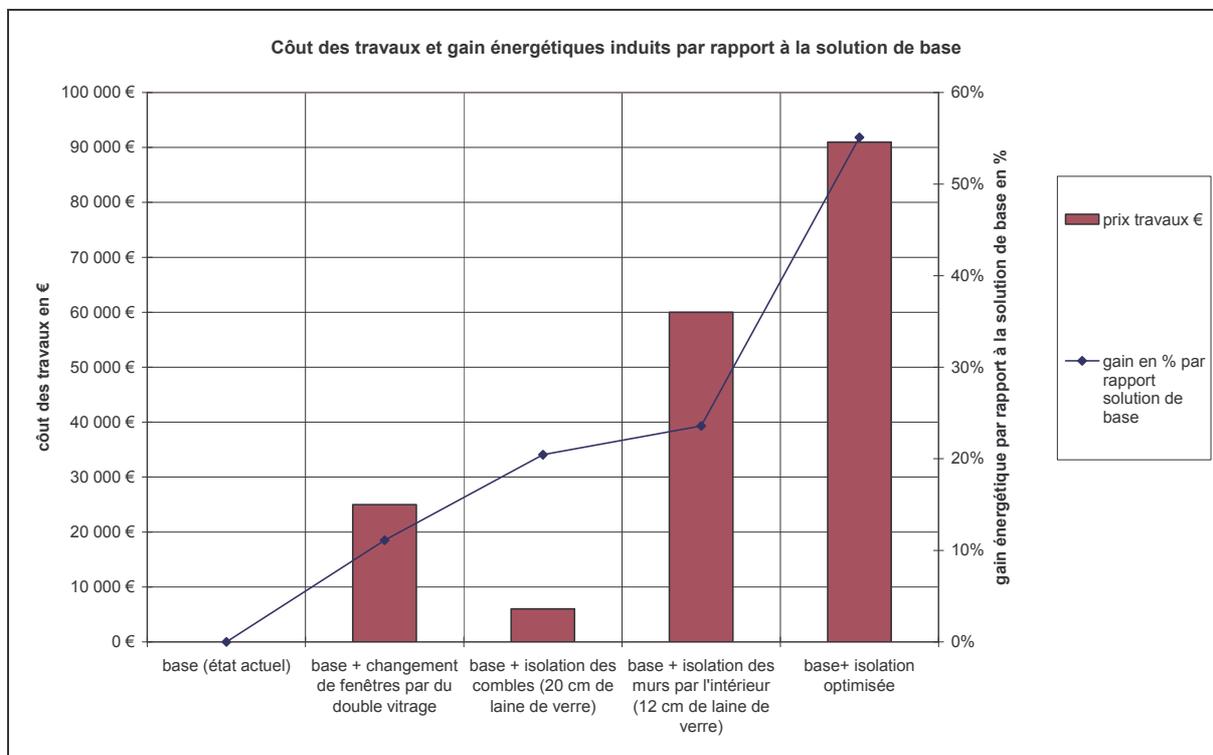
Le coefficient de déperdition volumique du bâtiment est divisé par deux quand on isole les combles, les murs et les vitrages (solution optimisée). Ceci se répercute directement par une diminution par deux des besoins de chauffage ramenés au m<sup>2</sup>.



*Evolution des besoins bruts de chauffage en fonction des travaux d'isolation réalisés*

Enfin, le graphique suivant permet de mettre en parallèle le coût des travaux et le gain énergétique par rapport à la solution de base.

Il apparaît que l'isolation des combles est l'opération la moins coûteuse qui permet des économies substantielles (20%).



---

---

## CONCLUSION

---

---

L'amélioration de l'enveloppe du bâtiment par isolation des parois en contact avec l'extérieur (combles, vitrages, murs) permet de diviser les besoins bruts de chauffage par deux.

Il est possible de pousser plus avant la démarche d'efficacité énergétique en travaillant les points suivants :

- Efficacité des systèmes de production : choisir un système à haut rendement (chaudière à condensation, Pompe A Chaleur...)
- Efficacité des systèmes de distribution et émission : calorifugeage des réseaux, radiateurs basse température, plancher chauffant ...
- Efficacité des systèmes de régulation : mise en place d'une horloge programmable asservie à la température de l'ambiance, ou mieux, à la température extérieure. Le Sacré Cœur abritera à terme des locaux d'activité à usages différents. Il doit être possible de ne faire fonctionner qu'une tranche du bâtiment. A ce titre, ce bâtiment est un terrain intéressant pour la mise en place d'un système de gestion centralisée.
- Efficacité des systèmes de ventilation : intérêt d'un système double flux qui permet de récupérer de la chaleur sur l'air chaud extrait du bâtiment
- Maîtrise de la demande en électricité : Eclairage par des lampes basse consommation, mise en place de minuterie dans les locaux de passage...

Le Sacré-Cœur est représentatif d'une certaine catégorie du parc de bâtiments communaux dans le Pays Midi-Quercy, une bâtisse saine offrant des volumes intéressants à exploiter pour un usage collectif. L'isolation du bâtiment dispose d'un caractère fortement incitatif pour les particuliers qui seront amenés à s'y rendre ainsi que pour les collectivités qui disposeraient d'un projet analogue.

La réhabilitation et l'isolation du Sacré-Cœur se doit d'être réussie afin de démontrer que patrimoine immobilier de caractère et efficacité énergétique ne sont pas incompatibles.

---

---

**ANNEXE 5 :**

**ETUDE FAISABILITE D'UN RESEAU DE CHALEUR BOIS  
A LAGUEPIE**

---

---

---

# **COMMUNE DE LAGUEPIE**

**Etude de pré faisabilité d'une chaufferie bois  
et d'un réseau de chaleur dans la  
Commune de LAGUEPIE**

---

---

## SOMMAIRE

---

<b>1- OBJET DE L'ÉTUDE .....</b>	<b>3</b>
<b>2- BESOINS ENERGETIQUES ET INSTALLATIONS INTERIEURES .....</b>	<b>4</b>
2.1- DESCRIPTION DU SITE .....	4
2.2- DESCRIPTIF DES BATIMENTS ET DES INSTALLATIONS.....	4
2.3- BESOINS ENERGETIQUES .....	5
2.3.1- Données climatiques .....	5
2.3.2- Synthèse des besoins thermiques.....	6
<b>3- APPROVISIONNEMENT EN COMBUSTIBLE .....</b>	<b>7</b>
3.1- CUMA DE SAINT ANTONIN .....	7
3.2- BOIS DU ROUERQUE.....	8
3.3- BILAN APPROVISIONNEMENT BOIS .....	8
<b>4- CHAUFFERIE CENTRALE BI-ENERGIE.....</b>	<b>9</b>
4.1- DIMENSIONNEMENT - PUISSANCES - CONSOMMATIONS .....	9
4.2- STOCKAGE DU COMBUSTIBLE .....	9
4.3- CHAUFFERIE .....	10
4.3.1- Chaudière bois.....	10
4.3.2- Chaudière d'appoint .....	10
4.3.3- Equipements hydrauliques.....	11
4.3.4- Comptage.....	11
<b>5- RESEAU DE CHALEUR ET SOUS STATIONS .....</b>	<b>12</b>
5.1- RESEAU DE CHALEUR .....	12
5.2- SOUS STATIONS.....	12
<b>6- INSTALLATIONS INTERIEURES .....</b>	<b>12</b>
<b>7- ANALYSE ECONOMIQUE ET FINANCIERE .....</b>	<b>13</b>
7.1- CHAUFFERIE CENTRALE, RESEAU DE CHALEUR ET SOUS STATIONS .....	13
7.1.1- Investissements.....	13
7.1.2- Bilan économique global de la chaufferie centrale .....	14
7.2- BILAN ECONOMIQUE DES BATIMENTS.....	15
7.2.1- Scénario1 .....	15
7.2.2- Scénario2 .....	18
7.3- INCIDENCE MACRO ECONOMIQUE .....	19
<b>8- CONCLUSION .....</b>	<b>20</b>
<b>ANNEXES .....</b>	<b>21</b>

# 1- OBJET DE L'ÉTUDE

---

La commune de Laguépie accueille environ 720 habitants et elle est située à 150 mètres d'altitude.

Elle envisage l'installation d'une chaufferie centrale au bois pour chauffer certains bâtiments communaux, des logements HLM, une maison de retraite et une usine de chaussure.

Le projet concerne la réalisation d'une chaufferie bois et d'un réseau de chaleur alimentant l'ensemble des bâtiments suivants :

- La maison de retraite « Les Causeries » (Maître d'ouvrage : le Conseil Général) ;
- 15 logements HLM gérés par Promologis ;
- 7 pavillons individuels gérés par Promologis ;
- 15 pavillons individuels en projet de construction gérés par Tarn et Garonne Habitat ;
- L'école de Laguépie avec au-dessus 3 logements communaux en location ;
- L'usine de chaussure Annic-MTS.

Nous étudierons 2 scénarios qui seront les suivants :

- Scénario 1 : Alimentation de l'ensemble des bâtiments
- Scénario 2 : Scénario1 sans l'usine usine MTS.

## 2- BESOINS ENERGETIQUES ET INSTALLATIONS INTERIEURES

---

### 2.1- Description du site

Le projet concerne l'alimentation de ces bâtiments.

L'ensemble de ces bâtiments est situé dans le bourg de la commune.

Le plan de masse présenté en **Annexe 1** montre la zone d'étude et l'implantation des sites avec les différents scénarios.

### 2.2- Descriptif des bâtiments et des installations

On trouvera dans le tableau suivant une description succincte des installations de chauffage déjà en place ou en projet.

Bâtiment	Surface	Production Chauffage	Commentaire
Maison de retraite	3620	2 Chaudières gaz propane/électrique de 2x175 kW de 1988	60 lits – bâtiments relativement bien isolés
Extension maison de retraite	600	Prévu de raccorder au circuit actuel	En projet
14 Logements HLM	1085	Chaudière centrale gaz propane	
7 pavillons HLM	550	Chauffage individuel électrique	
15 pavillons HLM	1175	Chauffage individuel électrique prévu	En projet
Ecole	526	Chauffage au fuel	Très mauvaise isolation
3 Logements communaux	377	Chauffage au fuel pour 1 logement et électrique pour les 2 autres logements	Très faible isolation
Usine Annic	5000	Chauffage et climatisation assurés par une PAC de 1995	Pas satisfait du système de diffusion d'air. Utilise au minimum le chauffage et la climatisation
Extension usine	1500	Pas de système encore choisi	

## 2.3- Besoins énergétiques

### 2.3.1- Données climatiques

⇒ Zone climatique	H2
⇒ Durée de la période de chauffage (en milliers d'heures)	5,2
⇒ Température extérieure de base au niveau de la mer	- 6°C
⇒ Altitude du site	150 m
⇒ Température extérieure de base du site	- 6°C

Les températures de consigne retenues pour les différents bâtiments sont de 20° C en confort, 16° C en réduit et 8° C en hors-gel.

Les DJU moyens associés aux trente dernières années (1971-2000) sont les suivants :

	<b>DJU8</b>	<b>DJU16</b>	<b>DJU20</b>
<b>1971 à 2000</b>	179	1566	2583

### 2.3.2- Synthèse des besoins thermiques

Les puissances utiles et les consommations de chauffage des bâtiments existants nous ont été transmises par les différents maîtres d'ouvrage et des relevés sur site.

Afin de déterminer les nouveaux besoins, nous avons réalisé des simulations tenant compte de l'état des bâtiments. Les besoins et puissances seront donc les suivants :

	Surface (m <sup>2</sup> )	Puissance	Conso	% besoins totaux
		Chauffage	Chauf	
		kW	kWh utile	
<b>Maison de retraite</b>	3 620	339	285 495	25%
<b>Extension maison retraite</b>	600	37	31 546	3%
<b>14 Logements HLM</b>	1 085	102	85 570	7%
<b>7 pavillons</b>	550	51	43 376	4%
<b>15 pavillons HLM</b>	1 175	73	61 778	5%
<b>Ecole</b>	526	74	52 833	5%
<b>Logement</b>	377	53	44 599	4%
<b>Usine Annic</b>	5 000	649	412 683	36%
<b>Extension usine</b>	1 500	195	123 805	11%
<b>TOTAL</b>		<b>1 573</b>	<b>1 141 685</b>	

### 3- APPROVISIONNEMENT EN COMBUSTIBLE

Les besoins seront les suivants :

	Scénario1	Scénario2
<b>Besoin bois (t/an)</b>	441	234
<b>Besoin bois (map/an)</b>	1 470	780
<b>Volume utile silo</b>	150 m <sup>3</sup>	60 m <sup>3</sup>

#### 3.1- CUMA de Saint Antonin Noble Val

La zone n'est pas encore correctement organisée pour l'approvisionnement en combustible bois.

Il existe sur le Pays Midi Quercy, 2 déchiqueteuses dont une pour l'Association Campagne Vivantes et une pour la CUMA de Saint Antonin. La CUMA de Saint Antonin et l'élagueur Delpéch ont déjà approvisionné la chaufferie de Caylus (consommation de 200 t/an de bois).

Après différentes discussions avec le président de la CUMA Mr FERTE, il est apparu qu'il serait intéressant d'organiser cette activité autour de la livraison de la chaufferie de Caylus et de Laguéprie. Pour avoir un combustible de qualité (granulométrie, humidité), il faudra que la CUMA se munisse d'un hangar de stockage.

L'organisation serait la suivante :

- déchiquetage du bois de Delpéch dans un hangar de stockage d'une capacité d'environ 800 m<sup>3</sup> (soit un stockage correspondant à 3 mois de consommation de bois pour le scénario1 et 6 mois – 1 saison de chauffe – pour le scénario2).
- Livraison par camion benne de 35 m<sup>3</sup>

Le cahier des charges du combustible sera le suivant :

NATURE	Plaquettes forestières
<b>GRANULOMETRIE</b>	25 x 20 x 5 mm
<b>HUMIDITE/BRUT</b>	30 %
<b>PCI à la tonne</b>	3300 kWh/tonne
<b>Prix livré TTC</b>	
<b>€ à la tonne</b>	64 € la tonne rendue chaufferie soit,
<b>cts € au kWh</b>	1.94 centimes/kWh

Le prix proposé de la plaquette correspond au tarif en vigueur dans le département de la Dordogne. Ce département s'est organisé autour des CUMA et fonctionne de cette façon depuis plusieurs années.

### 3.2- Bois du Rouergue

La scierie Bois du Rouergue produit de la plaquette forestière pour des chaufferies proches de son site de production (Pont de Salars – 80 km de Laguérie).

Leur proposition pour la chaufferie de Laguérie est la suivante :

<b>NATURE</b>	<b>Plaquettes forestières</b>
<b>GRANULOMETRIE</b>	25 x 20 x 5 mm
<b>HUMIDITE/BRUT</b>	20 %
<b>PCI à la tonne</b>	3800 kWh/tonne
<b>Prix livré TTC</b>	
<b>€ à la tonne</b>	142 € la tonne rendue chaufferie soit,
<b>cts € au kWh</b>	3.7 centimes/kWh

Le prix rendu chaufferie est presque le double du prix de la plaquette de la CUMA de Saint Antonin. Cette différence est à priori principalement due aux transports.

### 3.3- Bilan approvisionnement bois

La source d'approvisionnement la plus pertinente est celle qui s'organisera autour de la CUMA de Saint Antonin. Il existe une ressource bois à bas prix et suffisante. Le matériel de déchiquetage est acquis. Il ne reste plus qu'à organiser l'approvisionnement et l'optimiser.

Nous nous sommes basé dans la suite de l'étude sur les caractéristiques et le prix de cette solution.

## 4- CHAUFFERIE CENTRALE BI-ENERGIE

Nous comparerons la solution bois énergie à une solution de référence :

- **Solution de référence** : solution actuelle.
- **Solution bois énergie** : l'ensemble des bâtiments sera chauffé depuis la chaufferie centrale (**chaudière bois + chaudière fuel en appoint**) par un réseau de chaleur. La production en eau chaude sanitaire se fera par les moyens actuels. La chaufferie centrale sera stoppée durant l'été.

Le fonctionnement de la chaufferie centrale sera du type bi-énergie :

- Fonctionnement de la chaudière bois seule jusqu'à une température extérieure d'environ 6° C.
- Fonctionnement simultané de la chaudière bois et de la chaudière d'appoint lors des jours les plus froids.

### 4.1- Dimensionnement - Puissances - Consommations

Le dimensionnement de l'installation donne les valeurs suivantes :

	Scénario 1		Scénario 2	
	Puissance	Consommation	Puissance	Consommation
<b>Besoins Totaux</b>	1 570 kW	1 141 MWh	730 kW	605 MWh
<b>Chaudière bois</b>	1 000 kW	Environ 441 t/an de bois	500 kW	Environ 234 t/an de bois
<b>Chaudière fuel</b>	1 000 kW	Environ 6 100 l/an de fuel	500 kW	Environ 3 200 l/an de fuel

### 4.2- Stockage du combustible

Le combustible bois sera stocké dans un silo maçonné enterré, d'un volume total de :

	Scénario 1	Scénario 2
<b>Volume utile silo</b>	150 m <sup>3</sup>	60 m <sup>3</sup>
<b>Autonomie minimum pour les jours les plus froids</b>	5.5 j	5 j

Pour le scénario 2, les plaquettes seront extraites du silo au moyen de vis, ce qui impose que le combustible soit **exempt de queues de déchiquetage**.

## 4.3- Chaufferie

### 4.3.1- Chaudière bois

Il existe deux technologies d'alimentation en combustible : alimentation à vis ou à poussoir. La technologie poussoir admet des combustibles moins calibrés que la technologie à vis, pour laquelle le combustible doit être exempt de queues de déchetage. Les chaudières à poussoir sont à privilégier dans le cas d'installation de forte puissance. La technologie à vis présente l'intérêt d'être moins chère à l'investissement.

Concernant le projet de Laguéprie, la chaudière sera de type à vis pour le scénario 2 et poussoir pour le scénario 1.

Cette dernière sera entièrement automatisée. Elle est composée des éléments suivants :

- un convoyeur à vis ou à tapis acheminant le combustible bois, du silo enterré, vers la chaudière ;
- une chaudière :
  - ✓ d'une introduction par vis ou poussoir,
  - ✓ d'un foyer à grilles,
  - ✓ d'un échangeur à tubes de fumée,
  - ✓ d'une régulation de l'air primaire et de l'air secondaire.
- un ensemble d'évacuation des fumées constitué par :
  - ✓ un dépoussiérage automatique des fumées,
  - ✓ un extracteur de fumées,
  - ✓ un ensemble de gaines de fumée,
  - ✓ une cheminée double paroi.
- une évacuation des cendres et suies :
  - ✓ une évacuation par vis des cendres du foyer,
  - ✓ un réceptacle des suies et cendres.
- une régulation :
  - ✓ une armoire électrique de commande,
  - ✓ un automate programmable avec compte tour de vis pour comptage de la quantité de combustible consommé,
  - ✓ une régulation en cascade entre les chaudières bois et FOD pour déclenchement automatique de la chaudière FOD les jours les plus froids.

### 4.3.2- Chaudière d'appoint

Chaudière d'appoint FOD de 500 à 1000 kW suivant le scénario.

Volume cuve enterrée FOD de 3 000 l ou 2000 l suivant le scénario envisagé.

Cheminée.

### **4.3.3- Equipements hydrauliques**

- Raccordement des chaudières au réseau extérieur par canalisations en plastique pré-isolées,
- Pompes de circulation primaire adaptées aux caractéristiques débit-pression de l'installation dont une pompe en secours permanent,
- Pompe d'irrigation de la chaudière bois assurant le recyclage demandé par le constructeur,
- Toute la robinetterie et accessoires nécessaires :
- Soupapes de sécurité,
- Vannes d'isolement,
- Thermomètres,
- Pressostat,
- Manomètres,
- Vase d'expansion,
- Fourniture d'équipements de sécurité.

### **4.3.4- Comptage**

Sous-stations : compteurs d'énergie,

Chaufferie : compteur électrique,  
compteur tour de vis ou coup de pousoirs (quantité de combustible),  
compteur d'énergie.

## 5- RESEAU DE CHALEUR ET SOUS STATIONS

---

### 5.1- Réseau de chaleur

Le réseau de chaleur (**annexe 1**) sera constitué de tuyauteries pré-isolées souples en Polybutène ou équivalent.

	<b>Scénario 1</b>	<b>Scénario 2</b>
<b>Longueur du réseau</b>	920 ml	380 ml

### 5.2- Sous stations

Le réseau de chaleur arrivera sur un échangeur de chaleur d'où partiront les réseaux intérieurs. Chaque sous-station sera équipée de compteurs d'énergie et de vanne de réglage afin d'équilibrer le circuit hydraulique.

## 6- INSTALLATIONS INTERIEURES

---

Par installations intérieures, on entend les différents réseaux de radiateurs à mettre en place et à connecter aux sous-stations. Les bâtiments anciennement non équipés en radiateurs ou équipés en radiateurs électriques, devront être équipés de radiateurs à eau chaude pour le chauffage.

## 7- ANALYSE ECONOMIQUE ET FINANCIERE

L'analyse économique et financière du projet a été scindée en 2 parties :

- Le bilan d'exploitation de la chaufferie centrale, le réseau de chaleur et les sous-stations qui seront gérés par la mairie comme une entité à part entière. La chaufferie fournira l'énergie aux bâtiments communaux, HLM...
- Le bilan d'exploitation de tous les bâtiments.

### 7.1- Chaufferie centrale, réseau de chaleur et sous stations

#### 7.1.1- Investissements

Le tableau ci-dessous détaille les investissements imputables aux travaux à réaliser.

	<b>scénario n° 1</b> <b>Solution bois + fuel</b> <b>1000+1000 kW</b>	<b>scénario n° 2</b> <b>Solution bois + fuel</b> <b>500+500 kW</b>
<b>Total génie civil VRD</b>	<b>190 750</b>	<b>138 400</b>
chaudière bois	<b>190 000</b>	<b>105 000</b>
chaudière fod	<b>50 000</b>	<b>35 000</b>
hydraulique chaufferie et compteur	<b>45 000</b>	<b>35 000</b>
réseaux extérieurs	<b>204 000</b>	<b>96 000</b>
sous stations	<b>80 600</b>	<b>63 600</b>
<b>Total production de chaleur</b>	<b>760 350</b>	<b>473 000</b>
<b>TOTAL TRAVAUX</b>	<b>760 350</b>	<b>473 000</b>
<b>Divers travaux 5%</b>	<b>38 018</b>	<b>23 650</b>
<b>Frais d'ingénierie</b>	<b>112 604</b>	<b>76 398</b>
inclus : MO, AMO, BC, SPS, géomètre et étude de sol		
<b>TOTAL HT</b>	<b>910 972</b>	<b>573 048</b>
TVA (19,6%)	178 550	112 317
<b>TOTAL TTC</b>	<b>1 089 522</b>	<b>685 365</b>

## 7.1.2- Bilan économique global de la chaufferie centrale

Un taux de subvention de 80 % (taux maximum) est retenu dans l'étude. Ce taux sera à valider par les financeurs.

Le tableau suivant présente le bilan économique de la chaufferie en considérant que le prix de revente de la chaleur permettra d'obtenir un bilan d'exploitation équilibré (pas de bénéfices).

<b>BILAN ECONOMIQUE</b>		
<b>En euros</b>		
	<b>Scénario 1</b>	<b>Scénario 2</b>
	<b>1000 kW</b>	<b>500 kW</b>
<b>1) LES INVESTISSEMENTS</b>		
Investissement total (€HT)	910 972	573 048
Investissement subventionné (€HT)	910 972	573 048
subvention en %	<b>80</b>	<b>80</b>
<b>Emprunt montant (€)</b>	<b>182 194</b>	<b>114 610</b>
Taux	4.5	
Durée	20	
Annuité	14 006	8 811
<b>2) LES COUTS DE FONCTIONNEMENT</b>		
<b>2-1 LES COMBUSTIBLES</b>		
<i>Bois tonnes/an</i>	441	234
coût tonne bois (€TTC)	64	64
en MWh	1 456	772
<b>€TTC</b>	<b>28 245</b>	<b>14 972</b>
<i>fod hiver</i>		
total hiver L/an	6 106	3 237
en MWh	59	31
coût (€TTC/kWh)	0.056	0.056
<b>en €TTC</b>	<b>3 292</b>	<b>1 745</b>
<i>Electricité</i>		
conso chaufferie en kWh	21 846	11 580
Total élec en €TTC	2 311	1 225
<b>total 2-1</b>	<b>33 849</b>	<b>17 943</b>
<b>2-2) ENTRETIEN COURANT</b>		
en €TTC	<b>5 097</b>	<b>2 702</b>
<b>2-3) PROVISIONS GROSSES REPARATIONS</b>		
en €TTC	<b>2 549</b>	<b>1 351</b>
<b>TOTAL COUT DE FONCTIONNEMENT</b>	<b>4 1495</b>	<b>21 996</b>
<b>3) TOTAL COUT GLOBAL</b>		
(annuité+coûts fonctionnement)		
en €TTC	<b>55 501</b>	<b>30 807</b>
en c€TTC/kWh utile après échangeur	<b>4,86</b>	<b>5,09</b>

Le matériel sera amorti sur 20 ans à un taux de 4,5%. Le prix de revient de l'énergie sera de 4,8 c€/kWh à 5,09 c€/kWh.

## **7.2- Bilan économique des bâtiments**

### **7.2.1- Scénario1**

### 7.2.1.1- Solution de référence

Bâtiment	Conso utile (kWh)	Conso PCI (kWh)	prix Energie (c€/kWh PCI)	Coût combustible (€TTC)	Coût élec auxiliaire (pompe, chaudière) (€ TTC)	P1 (€ TTC)	P2 (€ TTC)	P3 (€ TTC)	Investissement (€ HT)	P4 (€ HT)	Coût total énergie (€ TTC/an)	Prix moyen (c€ TTC/kWh utile)
Maison de retraite	285 495	353 554	6,08	21 496	262	21 758	571	285	0	0	22 353	7,83
Extension maison retraite	31 546	39 067	6,08	2 375	29	2 404	63	32	0	0	2 470	7,83
14 Logements HLM	85 570	105 969	6,08	6 443	78	6 521	171	86	0	0	6 700	7,83
7 pavillons	43 376	43 376	10,58	4 589	32	4 621	22	11	0	0	4 622	10,66
15 pavillons HLM	61 778	61 778	10,58	6 536	46	6 582	31	15	20 000	1 538	8 120	13,14
Ecole	52 833	65 428	5,6	3 664	48	3 712	600	300	0	0	4 563	8,64
1 logement communal	14 866	18 410	5,6	1 031	14	1 045	66	33	0	0	1 130	7,60
2 Logements communaux	29 732	29 732	10,58	3 146	22	3 168	15	7	0	0	3 168	10,66
Usine Annic	412 683	206 341	8	16 507	153	16 660	1 032	516	0	0	18 055	4,38
Extension usine	123 805	61 902	8	4 952	46	4 998	310	155	0	0	5 416	4,38
<b>TOTAL</b>	<b>1 141 685</b>	<b>985 558</b>		<b>70 740</b>	<b>730</b>	<b>71 470</b>	<b>2 880</b>	<b>1 440</b>	<b>20 000</b>	<b>1 538</b>	<b>76 597</b>	<b>6,71</b>

Le coût du gaz propane est pris égal à 6,08 c€/kWh PCI. Le coût de l'électricité de 10,58 c€/kWh PCI, le fuel 5,6 c€/kWh PCI. L'usine Annic dispose d'une pompe à chaleur pour le chauffage et la climatisation. Nous n'avons pu obtenir d'informations sur ce système de production (année, type, puissance). Nous avons considéré un coût de l'électricité moyen de 8 c€/kWh (tarif jaune) avec un COP (Coefficient de performance de 2). Le prix de revient de l'énergie (poste P1) est donc de 4c€/kWh ce qui est très faible.

Globalement d'après le tableau précédent, le prix de revient de l'énergie de l'ensemble des bâtiments (Poste P1, P2, P3, P4) est de 6,7 c€/kWh.

### 7.2.1.2- Solution Réseau de chaleur

Bâtiment	Conso utile (kWh)	Conso PCI (kWh)	prix Energie (c€/kWh)	Coût combustible (€TTC)	Coût élec auxiliaire (pompe, chaudière) (€ TTC)	P1* (€ TTC)	P2** (€ TTC)	P3** (€ TTC)	Investissement (€ HT)	P4*** (€ HT)	Coût total énergie (€ TTC/an)	Prix moyen (c€ TTC/kWh utile)
Maison de retraite	285 495	285 495	4,86	13 879	106	13 985	57	29	1 500	115	14 080	4,93
Extension maison retraite	31 546	31 546	4,86	1 534	12	1 545	6	3	1 500	115	1 658	5,26
14 Logements HLM	85 570	85 570	4,86	4 160	32	4 192	17	9	3 000	231	4 416	5,16
7 pavillons	43 376	43 376	4,86	2 109	16	2 125	9	4	50 900	3 913	6 035	13,91
15 pavillons HLM	61 778	61 778	4,86	3 003	23	3 026	12	6	62 500	4 805	7 827	12,67
Ecole	52 833	52 833	4,86	2 568	20	2 588	11	5	1 500	115	2 700	5,11
1 logement communal	14 866	14 866	4,86	723	6	728	3	1	1 500	115	842	5,67
2 Logements communaux	29 732	29 732	4,86	1 445	11	1 456	6	3	16 600	1 276	2 730	9,18
Usine Annic	412 683	412 683	4,86	20 062	153	20 215	83	41	3 000	231	20 416	4,95
Extension usine	123 805	123 805	4,86	6 019	46	6 064	25	12	3 000	231	6 286	5,08
<b>TOTAL</b>	<b>1 141 685</b>	<b>1 141 685</b>		<b>55 501</b>	<b>423</b>	<b>55 924</b>	<b>228</b>	<b>114</b>	<b>145 000</b>	<b>11 147</b>	<b>66 991</b>	<b>5,87</b>

Dans le cas d'un raccordement au réseau de chaleur, certaines modifications des installations intérieures seront nécessaires. Nous en avons tenu compte dans les investissements (Poste P4).

Le prix de revient de l'énergie de l'ensemble des bâtiments (Poste P1, P2, P3, P4) est de 5,87c€/Wh.

\* Poste P1 correspond à l'achat de l'énergie aux réseaux de chaleur à 4.86 c€/kWh et à la consommation de l'électricité des pompes de circulation du réseau intérieur aux bâtiments.

\*\* Poste P2 et P3 correspondant à l'entretien, la conduite et le renouvellement du matériel du réseau intérieur aux bâtiments.

\*\*\* Poste P4 correspond aux remboursements des investissements des installations intérieures.

### 7.2.1.3- Comparaison référence/RDC

Bâtiment	Prix moyen (c€ TTC/kWh utile) - Référence	Prix moyen (c€ TTC/kWh utile) - Scénario 1	Dif
Maison de retraite	7,8	4,9	-37%
Extension maison retraite	7,8	5,3	-33%
14 Logements HLM	7,8	5,2	-34%
7 pavillons	10,7	13,9	31%
15 pavillons HLM	13,1	12,7	-4%
Ecole	8,6	5,1	-41%
1 logement communal	7,6	5,7	-25%
2 Logements communaux	10,7	9,2	-14%
Usine Annic	4,4	4,9	13%
Extension usine	4,4	5,1	16%
<b>TOTAL</b>	<b>6,7</b>	<b>5,9</b>	<b>-13%</b>
<b>Coût total énergie (€ TTC/an)</b>	<b>76 597</b>	<b>66 991</b>	<b>9 606</b>

La solution réseau de chaleur est plus intéressante que la solution de référence (9 600 € d'économie par an sur le poste énergie). Cependant, si l'énergie est revendue au même prix à tous les consommateurs, le prix de revient de l'énergie pour l'usine Annic est plus faible actuellement que pour une solution réseau de chaleur.

### 7.2.2- Scénario2

Le raisonnement est le même que précédemment et les résultats sont synthétisés dans le tableau suivant.

Bâtiment	Prix moyen (c€ TTC/kWh utile) - Référence	Prix moyen (c€ TTC/kWh utile) - Scénario 1	Dif
Maison de retraite	7,8	5,2	-34%
Extension maison retraite	7,8	5,5	-30%
14 Logements HLM	7,8	5,4	-31%
7 pavillons	10,7	14,1	33%
15 pavillons HLM	13,1	12,9	-2%
Ecole	8,6	5,3	-38%
1 logement communal	7,6	5,9	-22%
2 Logements communaux	10,7	9,4	-12%
<b>TOTAL</b>	<b>8,8</b>	<b>6,9</b>	<b>-22%</b>
<b>Coût total énergie (€ TTC/an)</b>	<b>53 125</b>	<b>41 674</b>	<b>11 451</b>

Bien que le prix de revient de l'énergie vendue à partir de la centrale dans le scénario 2 soit moins intéressant que le scénario 1, la comparaison par rapport à la solution de référence est elle plus avantageuse. En effet, le réseau de chaleur permettrait de réduire de 22 % les charges dues à l'énergie.

## 7.3- Incidence macro économique

	SCENARIO 1	SCENARIO 2
1) FOURNITURE COMBUSTIBLE		
tonnes/an	441	234
h/ tonne pour 1 personne	1,85	1,85
nombre heures pour 1 personne	816	433
nombre semaines pour 1 personne	23,3	12,4
2) ENTRETIEN CHAUFFERIE		
Nbr d'H	164,4	87,2
ACTIVITE GENEREE (nbr d'h)	981	520
3) BUDGET INJECTE DANS L'ECONOMIE LOCALE		
Construction chaufferie		
VRD et génie civil	190 750	138 400
hydraulique chaufferie (main d'oeuvre)	13 500	10 500
réseaux extérieurs (main d'oeuvre)	61 200	28 800
installations intérieures	43 500	41 700
sous station (main d'oeuvre)	24 180	19 080
total	333 130	238 480
combustible bois (€TTC/an)	28 245	14 972
entretien courant ( €TTC/an)	5 097	2 702
4) IMPACT ENVIRONNEMENTAL		
ratio : nbr d'ha/tonne consommée	0,04	0,04
Nbr d'ha entretenu annuellement	18	9
CO2 évité (t/an)	145	129
tep subs	135	77

## 8- CONCLUSION

---

Par rapport à l'étude menée, le scénario 2 nous apparaît être plus intéressant que le scénario 1 pour les raisons suivantes :

- bien que gros consommateur, l'usine Annic est à une distance assez importante (500 m) du reste des clients,
- grâce à sa PAC, l'usine Annic bénéficie déjà d'un tarif très intéressant sur le poste énergie (inférieur au prix de revient de la solution réseau de chaleur),
- l'économie par rapport à la référence est plus intéressante dans le scénario 2 (- 22%),
- enfin, le scénario 2 ne concerne que des bâtiments publics qui apportent donc plus de sécurité quant à la consommation d'énergie.

Le projet de chaufferie bois et de réseau de chaleur est plus avantageux que la solution actuelle (tout électrique/fuel/propane) pour plusieurs raisons :

- D'un point de vue économique, la solution bois énergie (scénario 2) permet de dégager environ 11 000€ par an d'économie pour l'ensemble des bâtiments raccordés.
- Participation au développement local en réinjectant :
  - ✓ Un chiffre d'affaires auprès de l'approvisionnement local en combustible de 15 000 €/an ;
  - ✓ Un budget travaux de 240 000 €.
- Environnemental : participation à l'entretien des forêts du département (9 ha/an).
- Réduction des émissions polluantes : 129 t de CO2 évitées par an.

Au vu des différentes conclusions, le projet s'inscrit pleinement dans le cadre du plan de développement du bois-énergie. Il devra cependant être nécessaire de vérifier et d'affiner ces premières conclusions avec une étude de faisabilité plus complète.

---

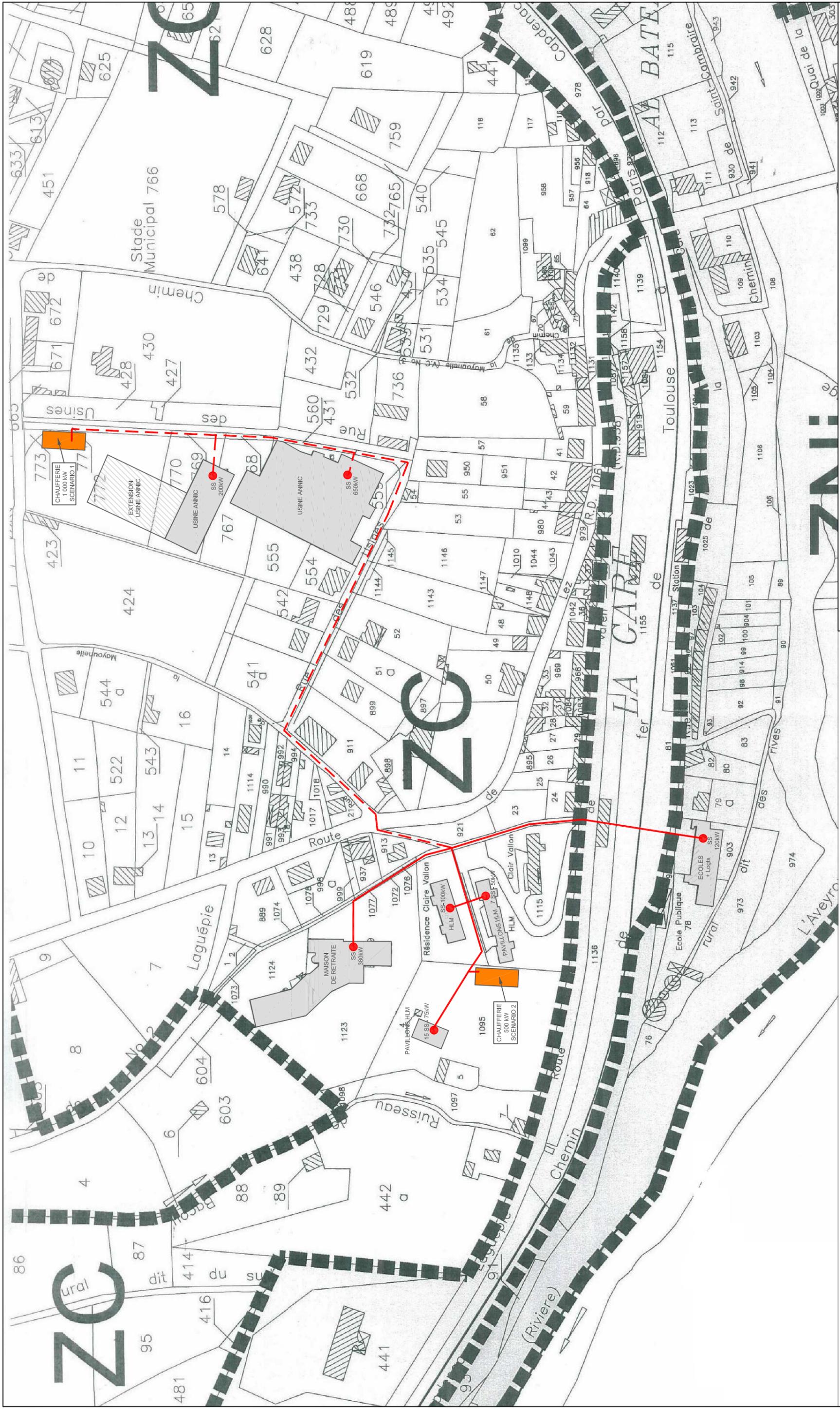
---

## **ANNEXES**

---

---

**Annexe 1 : Bâtiments concernés par le projet, plan de réseau et implantation de la chaufferie**



**TRIVALOR Sud-Ouest**  
 9 rue Paulin Talabot - Immeuble Le Toronto  
 31 100 TOULOUSE  
 Tél:05.61.43.66.72 / Fax:05.61.43.66.75

<b>Avril 2005</b>
Ech 1/2000
TSO527-JT-SJ

—+— Réseau de chaleur Scénario 1 = 920 ml  
 — Réseau de chaleur Scénario 2 = 383 ml

**PLAN RESEAU DE CHALEUR**  
 COMMUNE DE LAGUEPIE

---

---

**ANNEXE 6 :**

**DETAIL DE CALCUL DU POTENTIEL SOLAIRE**

---

---

Les établissements consultés sont les suivants :

- l'hôpital de Caussade (établissement de santé n°1)
- la maison de retraite de Saint Antonin Noble Val (établissement de santé n°2)
- la maison de retraite de Laguépie (établissement de santé n°3)
- la maison de retraite des 3 lacs à Montclar de Quercy (établissement de santé n°4)
- l'hôpital/maison de retraite de Négrepelisse (établissement de santé n°5)
- la maison de retraite spécialisée de Négrepelisse (établissement de santé n°6)
- la piscine municipale de Saint Antonin Noble Val
- la piscine municipale de Négrepelisse
- le bassin de natation de Caylus
- la piscine municipale de Montpezat de Quercy
- la piscine municipale de Monclar de Quercy
- la piscine municipale de Caussade

### **1- Estimation du potentiel dans les établissements de santé**

Pour les établissements de santé, les résultats de l'enquête sont résumés dans le tableau ci-dessous :

<b>Etablissement de santé n°</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>Nombre de lits</b>	178	55	61	58	100	36
<b>Nombre de repas par jour</b>	534	110	183	174	220	40
<b>Lavage des couverts</b>	oui	oui	oui	oui	oui	oui
<b>Lavage du linge</b>	oui	oui	oui	oui	oui	non
<b>Nombre de kilos de linge lavés par jour</b>	280	70	110	105	250	-
<b>Nombre de toilettes au lavabo par semaine</b>	1246	385	427	406	700	250
<b>Nombre de douches par semaine</b>	178	55	122	116	70	20
<b>Nombre de bains par semaine</b>	0	0	0	0	20	60
<b>Production actuelle d'eau chaude</b>	Gaz naturel	Electrique	Propane	Electrique	Fioul + 48 m <sup>2</sup> de capteurs solaires en cours d'installation	Fioul

Sachant que nous ne connaissons pas les consommations réelles en eau chaude de chaque établissement, les données récoltées dans ce questionnaire vont permettre d'estimer ces besoins.

Les besoins ont été estimés selon deux méthodes :

- A partir d'un ratio de consommation moyen par lit pour les maisons de retraite qui est de **60 litres d'eau à 45°C/jour/lit.**
- A partir de ratios existants sur les types d'utilisation de l'eau chaude :

Type d'utilisation de l'eau chaude	Consommation moyenne à 45°C
Toilette	<b>2 litres/toilette</b>
Repas (cuisine + vaisselle)	<b>10 litres/repas</b>
Lessive machine	<b>8 litres/kg</b>
Douches	<b>30 litres/douche</b>
Bains	<b>100 litres/bain</b>

Les résultats pour les différents établissements sont estimés dans le tableau suivant. Nous considérerons que ces consommations sont régulières sur toute l'année car les lits sont occupés à 100% sur l'année.

Etablissement de santé n°	1	2	3	4	5	6
<b>Besoins en eau chaude journalier à partir du ratio global par lit</b>	10 680 litres	3 300 litres	3 660 litres	3 480 litres	6 000 litres	2 160 litres
<b>Besoins en eau chaude journalier à partir des ratios par usage</b>	8 700 litres	2 000 litres	3 355 litres	3 200 litres	5 000 litres	1 415 litres
<b>Besoins en eau chaude journalier moyen</b>	<b>9 700 litres</b>	<b>2 650 litres</b>	<b>3 500 litres</b>	<b>3 350 litres</b>	<b>5 500 litres</b>	<b>1 800 litres</b>

Le dimensionnement des installations solaires pour chaque établissement est fait à partir de la moyenne des besoins calculés par les 2 méthodes qui viennent d'être présentées.

Ce calcul est approximatif mais donne un bon ordre de grandeur du potentiel solaire du pays dans les établissements de santé. Un calcul plus précis devra être effectué dans le cadre d'études techniques spécifiques (campagne de mesure).

En termes de coût, les calculs effectués ont également permis de donner un ordre de grandeur des investissements à réaliser.

Les résultats apparaissent dans le tableau suivant :

<b>Etablissement n°</b>	<b>Volume stockage litres</b>	<b>Surface capteur m<sup>2</sup> utiles</b>	<b>Production solaire kWh/an</b>	<b>Montant opération Euros HT</b>	<b>Montant à financer Euros HT</b>	<b>Economie annuelle Euros HTVA</b>	<b>CO2 évité par an tonnes</b>
1	10 000	160	95 000	126 700	38 300	3 800	17
2	3 000	48	28 500	38 000	11 500	2 850	1
3	4 000	64	38 000	50 700	15 300	3 011	8
4	4 000	64	38 000	50 700	15 300	3 800	1
5	6 000	96	57 000	76 000	23 000	2 171	15
6	2 000	32	19 000	25 300	7 700	724	5
<b>Total</b>	-	<b>464</b>	<b>275 500</b>	<b>367 400</b>	<b>111 100</b>	<b>16 356</b>	<b>47</b>

N.B : En ce qui concerne les montants à financer, il a été fait l'hypothèse que 70% du coût des investissements est subventionné. Cette donnée sera à vérifier auprès des organismes subventionneurs (ADEME, Région Midi-Pyrénées...etc.)

Au bilan, il a été estimé que 464 m<sup>2</sup> de capteurs solaires pourraient être installés dans les établissements de santé du pays Midi-Quercy. Ceci engendrerait 275 MWh par an de production solaire soit une économie annuelle de 16356 euros sur les factures d'énergie et un gain environnemental de 47 tonnes de CO<sub>2</sub> par an.

Sachant que l'investissement global à réaliser est de l'ordre de 100 000 euros, le temps de retour sur investissement avec subventions s'élèverait à 7 années.

## **2- Estimation du potentiel dans les piscines**

Pour les piscines municipales, le potentiel a été évalué comme suit :

Les résultats de l'enquête sont résumés dans le tableau ci-dessous :

	<b>Période d'ouverture</b>	<b>Surface du bassin</b>	<b>Nombre de baigneurs moyens par jour</b>	<b>Chauffage de l'eau du bassin</b>	<b>Production actuelle d'eau chaude</b>
<b>Piscine de Saint Antonin Noble Val</b>	1 <sup>er</sup> juin au 1 <sup>er</sup> septembre (3 mois)	312.5 m <sup>2</sup>	≈100	Oui à 24-25°C	Fioul
<b>Piscine de Négrepelisse</b>	1 <sup>er</sup> juin au 31 septembre (4 mois)	300 m <sup>2</sup>	200	Non	Electrique
<b>Piscine de Caylus</b>	Juillet-Août	98 m <sup>2</sup>	≈50	Non	Electrique
<b>Piscine de Montpezat de Quercy (dans Parc de loisirs)</b>	Mi-juin à Fin Août	Environ 300 m <sup>2</sup>	≈100	Non	Electrique
<b>Piscine de Monclar de Quercy</b>	été	140 m <sup>2</sup>	≈50	Non	Pas de production
<b>Piscine de Caussade</b>	Juillet-Août	350 m <sup>2</sup>	≈50	Non	Electrique

Toutes les piscines sont en plein. Il n'y a pas utilisation de couverture isothermique la nuit.

La piscine de Saint Antonin possède 1 bassin de 25 m × 12,5 m.

la piscine de Négrepelisse possède 2 bassins de 25 m × 10 m et 10 m × 5 m.

la piscine de Caylus possède 1 bassin de 14 m × 7 m et un petit bassin pour enfants.

la piscine de Montpezat de Quercy possède 1 bassin en forme de « poire ».

la piscine de Monclar de Quercy possède 1 bassin de 14 m × 7 m.

la piscine de Caussade possède 2 bassins de 25 m × 10 m et de 10 m × 10 m.

Ces données permettent d'estimer :

- les besoins journaliers en eau chaude de chaque piscine (pour les douches) sachant qu'en moyenne un baigneur utilise **15 litres d'eau à 45°C par jour**. Cela permettra d'en déduire la surface de capteurs plans vitrés à installer.
- la surface de « capteurs moquette » à installer sachant que cette surface représente environ **50% de la surface de la piscine**.

#### ↳ **Production d'ECS**

Par exemple, les besoins journaliers de la piscine de Saint Antonin sont estimés à 1500 litres par jour et ceux de la piscine de Négrepelisse sont estimés à 2000 litres par jour (Se référer au tableau ci-dessous pour les autres piscines).

	Volume stockage litres	Surface capteur plan m <sup>2</sup> utiles	Production solaire kWh/an	Montant opération Euros HT	Montant à financer Euros HT	Economie annuelle Euros HTVA	CO2 évité par an tonnes
<b>Piscine de Saint Antonin Noble Val</b>	1 500	20	5 300	18 000	11 000	200	1.5
<b>Piscine de Négrepelisse</b>	2 000	26	6 900	23 400	14 300	690	0.2
<b>Piscine de Caylus</b>	750	10	2 650	9 000	5 500	265	0.1
<b>Piscine de Montpezat de Quercy</b>	1 500	20	5 300	18 000	11 000	530	0.15
<b>Piscine de Monclar de Quercy</b>	750	10	2 650	9 000	5 500	-	-
<b>Piscine de Caussade</b>	750	10	2 650	9 000	5 500	265	0.1
<b>Total</b>	-	<b>96</b>	<b>25 450</b>	<b>86 400</b>	<b>52 800</b>	<b>1 950</b>	<b>2.1</b>

Au bilan, il a été estimé que 96 m<sup>2</sup> de capteurs solaires pourraient être installés dans les 6 piscines du Midi-Quercy. Ceci engendrerait 25.5 MWh par an de production solaire soit une économie annuelle de 1950 euros sur les factures d'énergie et un gain environnemental de 2.1 tonnes de CO<sub>2</sub> par an (pour un production électrique hors heure de pointe).

Sachant que l'investissement global à réaliser est de l'ordre de 52 800 euros, le temps de retour sur investissement avec subventions s'élèverait à 27 années.

↳ **Chauffage de l'eau des bassins**

	Surface capteur « moquette » m <sup>2</sup> utiles	Production solaire kWh/an	Montant opération Euros HT	Montant à financer Euros HT	Economie annuelle Euros HTVA	CO2 évité par an tonnes
<b>Piscine de Saint Antonin Noble Val</b>	155	64 000	25 500	16 500	<b>2 440</b>	<b>16.5</b>
<b>Piscine de Négrepelisse</b>	150	62 000	24 700	16 000	-	-
<b>Piscine de Caylus</b>	50	20 700	8 200	5 300	-	-
<b>Piscine de Montpezat de Quercy</b>	150	62 000	24 700	16 000	-	-
<b>Piscine de Monclar de Quercy</b>	70	29 000	11 500	7 500	-	-
<b>Piscine de Caussade</b>	175	72 300	28 800	18 800	-	-
<b>Total</b>	<b>750</b>	<b>310 000</b>	<b>123 400</b>	<b>80 100</b>	-	-

N.B 1 : Les remarques qui ont été faites au sujet des établissements de santé sont également vraies pour cette étude sur le potentiel solaire des piscines du Pays (à savoir que les calculs et les estimations des coûts sont des ordres de grandeur).

N.B 2 : En ce qui concerne les montants à financer, il a été fait l'hypothèse que 35% du coût des investissements est subventionné pour les moquettes solaires. Cette donnée sera à vérifier auprès des organismes subventionneurs (ADEME, Région Midi-Pyrénées...etc.)

Au bilan, il a été estimé que 750 m<sup>2</sup> de capteurs « moquette » pourraient être installés dans les 6 piscines du Midi-Quercy. Ceci engendrerait 310 MWh par an de production solaire pour ces six piscines.

Pour la piscine de Saint Antonin (qui est aujourd'hui la seule qui chauffe l'eau de ces bassins), ceci représenterait une économie annuelle de 2400 euros sur les factures d'énergie et un gain environnemental de 16.5 tonnes de CO<sub>2</sub> par an. Sachant que l'investissement global à réaliser est de 16500 euros, le temps de retour sur investissement avec subventions s'élèverait à 7 ans seulement.

---

---

**ANNEXE 7 :**

**ENQUETE ENERGIE SOLAIRE AUPRES DES PISCINES**

---

---

Nom de l'établissement : \_\_\_\_\_

Adresse : \_\_\_\_\_

Code Postal : \_\_\_\_\_ Ville : \_\_\_\_\_

Tél : \_\_\_\_\_ Fax : \_\_\_\_\_

Personne responsable : \_\_\_\_\_

• Période d'ouverture de la piscine : Début (date) : \_\_\_\_\_ Fin : \_\_\_\_\_

• Type de piscine :  Piscine intérieure  Piscine plein air  
 Protection contre le vent  Pas de protection contre le vent

• Couverture isothermique :  Aucune  Existante

• Surface du bassin : \_\_\_\_\_ m<sup>2</sup>

• Nombre de baigneurs moyen par jour :  
- en été : \_\_\_\_\_ baigneurs/jour  
- en hiver : \_\_\_\_\_ baigneurs/jour  
- sur l'année : \_\_\_\_\_ baigneurs/jour

• Production d'eau chaude actuelle par :  Fioul  Gaz naturel  Biomasse  
 Réseau de chaleur  Energie électrique  
 Capteurs solaires

Nombre de m<sup>2</sup> de capteurs installés : \_\_\_\_\_

• Les bassins sont-ils chauffés :  Oui  Non  
- Si oui, par quel système de production ? :  Fioul  Gaz naturel  Biomasse  
 Réseau de chaleur  Energie électrique  
 Capteurs solaires

Nombre de m<sup>2</sup> de capteurs installés : \_\_\_\_\_

-Et à quelle température ? : \_\_\_\_\_ °C

---

---

**ANNEXE 8 :**

**ENQUETE ENERGIE SOLAIRE AUPRES  
DES ETABLISSEMENTS DE SANTE**

---

---



---

---

**ANNEXE 9 :**  
**COMPLEMENT ETUDE BOIS ENERGIE LAGUEPIE**

---

---

## **1. OBJET**

---

Variation du taux de subventions afin d'obtenir une économie par rapport à la référence de 0% et 10%.

## **2. BILAN ECONOMIQUE**

---

L'analyse économique et financière du projet est scindée en 2 parties :

- le bilan d'exploitation de la chaufferie centrale, le Réseau De Chaleur et les sous-stations qui seront gérés par la mairie comme une entité à part entière. La chaufferie fournira l'énergie aux bâtiments communaux, HLM...
- le bilan d'exploitation des bâtiments.

Pour obtenir ces résultats, nous avons pris les hypothèses suivantes :

- Prix du bois à 64 € TTC/t livrée ;
- Taux de subventions variables sur les investissements liés à la chaufferie centrale, le RDC et les sous-stations. Nous avons fait varier ce taux de 80 % à 50 % afin d'obtenir une économie sur la facture énergétique par rapport à la référence de 0 à 10% ;
- 0 % de subventions pour les installations intérieures (pour, par exemple, la mise en place d'un réseau de radiateurs dans les logements HLM) ;
- Emprunt 4,5 % sur 20 ans.

	Scénario1			Scénario2		
<b>CHAUFFERIE</b>						
<b>Investissement total chaufferie, RCD, sous station (sans subvention)</b>	911 k€ HT			573 k€ HT		
<b>Taux de subventions</b>	80 %	77 %	66 %	80 %	66 %	54 %
<b>Prix de vente de l'énergie à partir de la centrale (c€/kWh)</b>	4,86	5,04	5,72	5,09	6,11	6,98
<b>BATIMENTS</b>						
<b>Investissement installations intérieures (k€ HT)</b>	145 k€ HT			139 k€ HT		
<b>Prix de revient énergie référence (c€/kWh)</b>	6,7			8,8		
<b>Prix de revient énergie solution bois énergie (c€/kWh)</b>	5,9	6,1	6,7	6,9	7,9	8,8
<b>Economie / Référence</b>	-13%	-10%	0%	-22%	-10%	0%

Ainsi, il faut un taux de subventions de 54 % afin d'obtenir un prix de l'énergie similaire à la référence pour le scénario 2, et 66 % dans le scénario 1.