



---

# **SICTOM du Pays de Fougères**

*Réalisation d'un centre technique et  
administratif*

*Service Déchets*

*Programme Technique et*

*Programme environnemental*

---

**Jan. 2007**

---

---

**L'objectif d'une réalisation à énergie positive est attendu par le SICTOM.**

**Les besoins et consommations énergétiques seront optimisés et compensés par la production d'ENR sur le site.**

**Le comptage et équipements de suivi des consommations et températures sera inclus dans les équipements de conduite.**

Les principes de conception permettant d'atteindre ce niveau de performance sont détaillés ci-dessous :

### IMPLANTATION

Compte tenu du programme et de ces extensions possibles, on veillera à ne pas induire de masque entre les bâtiments. En effet, les espaces de travail de la recyclerie et des locaux administratifs nécessiteront un éclairage naturel optimal ainsi que le droit à la vue et au soleil. Les caractéristiques de la parcelle permettent d'envisager pour ces locaux de larges ouvertures du Sud Est au Sud Ouest permettant de bénéficier des apports solaires passifs et de la vue.

### ENVELOPPE

Une réflexion devra être menée afin de proposer une enveloppe compacte et de très bonne qualité thermique tout en maintenant un niveau d'éclairage naturel élevé. Les dispositions suivantes pourront être prises :

- **Parois opaques** : Les caractéristiques thermiques des parois seront choisies au-delà de la RT2005 avec un objectif global de  $U_{bat} < U_{bat\ ref} - 20\%$ . Ceci pourra être atteint par le respect des épaisseurs d'isolant suivant :

*Coefficients U globaux en  $W/m^2 \cdot ^\circ C$*

<u>Bâtiment</u>	U en $W/m^2 \cdot ^\circ C$ maximal	Épaisseur équivalente indicative*
Sols	0,20	Dépend de la forme du bâtiment
Toitures	0,15	26 cm
Murs	0,20	19 cm

\* Pour calculer l'épaisseur équivalente, l'isolant pris a une conductivité minimale  $\lambda = 0,04$  (laine verre, laine de chanvre,...)...

De plus, afin de limiter les ponts thermiques au droit des planchers et des murs, l'isolation par l'extérieur sera avantageusement privilégiée.

### Objectifs des besoins de chauffage ramenés aux degrés jours en Wh/m<sup>2</sup>.DJU

Destination	Besoins en Wh/m <sup>2</sup> .DJU
Tertiaire - Bureau	12

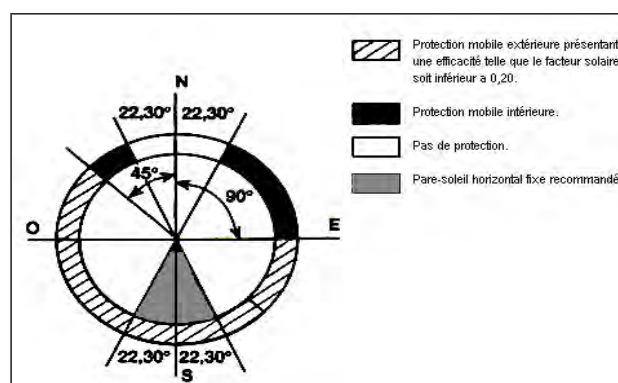
Ce qui correspond à des besoins d'énergie de chauffage < 30 kWh/m<sup>2</sup>.an

- **Parois translucides** : Les parois translucides sont des capteurs de lumière et d'énergie. Elles sont aussi la source principale des déperditions thermiques et des surchauffes de chaleur. Ainsi, les menuiseries extérieures seront positionnées avec parcimonie en respectant les principes suivants :
  - Le bâtiment pourra être largement ouvert en façade Sud Est à Sud Ouest (vue, soleil), en introduisant des dispositifs de masques horizontaux (« casquettes »), privilégiant les apports d'hiver et réduisant les surchauffes d'été.
  - Au Nord, les ouvertures seront plus cadrées et dimensionnées à leur strict nécessaire pour les besoins d'éclairage naturel. Cet éclairage pourra par ailleurs se faire par la mise en place de second jour en fond de pièce sur des circulations éclairées naturellement.
  - A l'Est et surtout à l'Ouest, les ouvertures seront limitées afin d'éviter les risques de surchauffes.

Les exigences minimales thermiques à respecter sont les suivantes :

Bâtiment	U en W/m <sup>2</sup> .°C maximal
Ensemble menuisé (menuiserie+vitrage)	1,5

Les protections solaires seront réparties de la manière suivante :



### Confort d'été

## CHAUFFAGE

- Production de chaleur

Les locaux administratifs et recyclerie seront chauffés. Pour ce, et compte tenu de l'activité de la recyclerie pouvant à terme produire des déchets de bois, on pourra s'orienter avantageusement vers une solution bois énergie. Un silo de stockage du bois de 30 à 40 m<sup>3</sup> devra être positionné proche de la chaufferie et accessible par des camions 6 roues.

La production de chaleur à partir du bois permettrait de couvrir 80% des besoins de chauffage, et d'Eau Chaude Sanitaire (ECS), et de diminuer d'autant les émissions de gaz à effet de serre générées par les bâtiments.

- Emission de chaleur

Les systèmes d'émission devront être adaptés à la volumétrie des bâtiments et à l'intermittence d'occupation des différents locaux. Ils devront de plus permettre une valorisation maximale des apports passifs (apports solaires + apports internes des occupants et des équipements)

## **VENTILATION**

La ventilation des différents locaux revêt un caractère essentiel pour ce projet. D'un point de vue énergétique elle représente plus de 50% des besoins de chauffage. De plus, la proximité du bâtiment avec une entreprise d'équarrissage engendre des nuisances olfactives. Par ailleurs, les activités programmées et la proximité du projet aux voies de circulation seront sources de nuisances acoustiques. Pour ces différentes raisons, on s'orientera vers un système double flux avec récupération de chaleur. Cette solution permettrait en plus de rafraîchir le bâtiment par surventilation nocturne (free cooling) et d'assurer le confort thermique d'été des occupants.

On limitera les consommations d'énergie de la ventilation par la réduction des pertes par manque d'étanchéité des réseaux de ventilation par l'arrêt programmé des systèmes de ventilation de certaines pièces en fonction de la présence ou non d'un membre du personnel

## **ECLAIRAGE**

Une attention particulière sera portée sur l'éclairage des locaux, notamment dans la zone recyclerie, pour lesquels les travaux de remplacement seront plus délicats à traiter. On privilégiera des lampes à longue durée de vie et de forte efficacité énergétique (supérieure à 90 lm/W) de type tubes T5 fluorescents à ballast électronique ou lampes extérieures à Leds.

## **PILOTAGE –REGULATION**

On utilisera des systèmes permettant de réduire la demande à ce qui est juste nécessaire aux différents usages (systèmes de programmation ou d'intermittence pour optimiser le confort thermique, ventilation naturelle assistée mécaniquement, détecteur de présence, système d'asservissement pour l'éclairage artificiel en fonction de l'éclairage naturel, ...),

## **GESTION**

La gestion de l'énergie sera simple et permettra aux utilisateurs la détection des anomalies, la régulation des températures et le suivi des consommations. Pour ce dernier point, des compteurs d'énergie seront prévus par type d'usage (éclairage, chauffage, auxiliaire de ventilation) et par bâtiment, et regroupés en un même lieu pour faciliter leur gestion.

## **EAU CHAUDE SOLAIRE**

L'installation solaire thermique est un équipement complémentaire qui s'ajoute à la chaufferie. Ce type d'installation est constitué généralement de capteurs plans vitrés placés en toiture et raccordés à un ballon de stockage disposé en série avec un ballon d'appoint. Cet appoint est nécessaire pour garantir la température de consigne et la permanence de la

fourniture d'eau chaude. Il peut être électrique ou au bois. On estime les besoins d'eau chaude sanitaire des bâtiments à plus de 700 l/jour. La surface de capteurs permettant d'assurer 100% des besoins d'eau chaude en été est de l'ordre de 20/25 m<sup>2</sup>.

## AUTRES ÉNERGIES RENOUVELABLES

D'autres pistes d'énergies renouvelables seront nécessaires compte tenu de l'objectif de bâtiment à énergie positive et de l'activité : photovoltaïque, micro-éolien, bardage solaire, géothermie ... Dans tous les cas, le choix du Maître d'œuvre devra être justifié par une étude technico économique en coût global.

Un bilan énergétique complet sera réalisé par l'équipe de Maîtrise d'œuvre (énergie thermique et électricité).

Le taux de couverture par les énergies renouvelables retenues sera également présenté. L'objectif étant d'obtenir un bâtiment à énergie positive.

## GESTION DE L'EAU

### EQUIPEMENTS

Par l'utilisation d'appareils sanitaires économes de ce type, il est possible de réduire, pour un coût d'investissement limité, les consommations d'eau potable de l'ordre de 20 à 30 %. Cette mesure est simple à mettre en œuvre et n'induit plus aujourd'hui de coûts supplémentaires pour l'achat de ces équipements.

Utilisation **d'appareils économes** tels que ceux décrits ci-dessous :

- Robinets temporisés ou à détection,
- Limiteurs de débits et dispositifs mousseurs (effet venturi)
- Chasses d'eau double commande,
- Réducteurs de pression.

### RÉCUPÉRATION DES EAUX DE PLUIE

Une utilisation de **l'eau de pluie pour alimenter les chasses d'eau des sanitaires, le surpresseur de lavage des BOM, l'arrosage des espaces verts** est envisagée dans ce projet. Cette solution imposera la mise en œuvre d'un bassin et/ou d'une cuve de récupération dimensionnée en fonction des besoins et de la surface de captage, ainsi qu'une distribution distincte et un dispositif de by-pass ou de réalimentation de la cuve en cas de période sèche. Un schéma de principe permettant de présenter la solution sera soumis à approbation de la DDASS avant la dépose du Permis de construire.

### MATÉRIAUX

Dans les critères de choix des produits de construction, les concepteurs veilleront à respecter deux nouveaux critères : l'impact sanitaire et l'impact environnemental. Ces critères pourront être contradictoires dans différents cas (on peut citer l'amiante qui est un matériau naturel donc consommant peu d'énergie lors de son processus de fabrication mais très dangereux pour la santé). Ainsi, afin d'arbitrer différents conflits, un critère prépondérant sera choisi en fonction de la destination des matériaux, de leur volume mis en œuvre et de leur possibilité de contact avec l'air intérieur des locaux.

De façon schématique, on conservera les principes suivants :

	<b>Impacts sanitaires</b> Matériaux en contact avec l'air intérieur. Faible volume	<b>Impacts environnementaux</b> Matériaux en contact avec l'extérieur. Volume important
VRD, Structure		
Couverture		
Menuiseries extérieures		
Cloisons, isolation		
Revêtements intérieurs		
Ameublement		

## IMPACT ENVIRONNEMENTAL

Il convient de limiter, par le choix judicieux des procédés et produits de construction, les impacts environnementaux à toutes les étapes, de l'extraction jusqu'à l'élimination. On respectera les principes suivants :

- **Utilisation du bois** : Outre sa faible énergie grise, le bois a l'avantage d'être un stock de dioxyde de carbone. Cette propriété est très intéressante à une époque où de nombreux efforts sont entrepris pour réduire les émissions de gaz à effet de serre. On préférera des essences naturellement durables qui, par la conception même du bâtiment, ne nécessitent pas de produits de traitement du bois, et auront ainsi une bonne recyclabilité, ainsi que des essences européennes, limitant le transport et les pratiques d'exploitation des forêts peu respectueuses.
- **Utilisation de matériaux locaux** : Préférer des matériaux issus de productions locales pour réduire la part générée par les transports des matières premières et des produits finis vers le chantier.

## IMPACT SANITAIRE

Durant la vie en œuvre et surtout la mise en œuvre, le choix des matériaux doit pouvoir garantir le maintien d'un environnement sain. Le critère santé est prépondérant à ces stades du cycle de vie des matériaux. Cet aspect doit intervenir dans le choix des matériaux et des procédés de construction.

- **Isolant** : On évitera la mise en œuvre d'isolant fibreux en contact avec l'air intérieur. On préférera le choix de procédés de construction permettant de disposer ces isolants fibreux à l'extérieur du bâtiment, soit par isolation par l'extérieur des murs et des planchers hauts.
- **Peintures** : On utilisera de préférence les peintures « sans solvant » de type alkyde en émulsion. Dans le cas contraire, les peintures, vernis et produits connexes devront répondre à la norme NF environnement ou à l'Ecolabel européen ou au label Ange Bleu (Allemand). Ces certifications garantissent la limitation des teneurs et d'émissions de COV.
- **Produits de traitements du bois** : Dans la mesure où un traitement est effectivement nécessaire, on s'attachera à choisir un produit certifié CTB-P+ garantissant son faible impact sur la santé et l'environnement.

## ANNEXE 6.5 - PROGRAMME ENERGETIQUE

---

### AVERTISSEMENT

Une étude énergétique a été faite en aide à la décision du maître d'ouvrage, pour la réalisation d'une opération (niveau RT2005) ; le maître d'ouvrage a souhaiter une performance énergétique nettement supérieure.

Cette étude n'est plus actuelle dans le cadre d'un ensemble de bâtiment à énergie positive et n'est fournie qu'à titre indicatif (rappelant le cheminement de la démarche environnementale engagée sur cette opération).

La Direction Régionale de l'Environnement de Bretagne a fixé en 2003 des objectifs de recours aux énergies renouvelables et le développement des économies d'énergie.

Divers solutions énergétiques sont étudiées pour le projet tranche 1. le choix du site, ses potentialités de surface et de raccordement seront bien évidemment à prendre en compte pour finaliser ces choix.

### CHAUFFERIE BOIS

La filière bois énergie de la Bretagne est en pleine expansion à travers la mise en œuvre du programme Bois énergie Bretagne 2000-2006.

#### Présentation de la solution :

Le futur centre technique et administratif nécessitera une production d'énergie pour le chauffage des locaux et la production d'eau chaude sanitaire. La chaufferie pourra être au bois, au fioul, au gaz naturel ou gaz propane.

#### Filière bois énergie :

La filière bois énergie est déjà bien développée dans la Région de Bretagne. Une des 4 plates-formes régionales de conditionnement, de mélange et de stockage de bois énergie, est située à moins de 20 km du projet : société Bois 2R à St-Hilaire des Landes (35).

Le combustible envisagé ici devra être adapté aux technologies des chaudières à vis, équipements les mieux placés économiquement dans la gamme de puissance considérée. Nous retiendrons ici l'hypothèse d'un coût moyen du combustible bois de 60 € TTC/T livrée à la chaufferie soit un coût de **0.018 € TTC/kWh**.

#### Implantation :

Dans le cas d'une chaufferie au bois, un silo de stockage est à prévoir à proximité de la chaudière. L'accessibilité du silo est à prendre en compte, la livraison de bois s'effectue par des camions de 30 ou 80 m<sup>3</sup>. Par rapport au projet actuel d'une déchetterie recyclerie, l'accessibilité du site à des camions sera réalisée. Donc l'accès au silo de la chaufferie et ce type de solution sont compatibles avec le projet.

#### Dimensionnement :

La chaudière bois (ou gaz naturel) assurera l'ensemble des besoins d'énergie annuel.

##### Stockage :

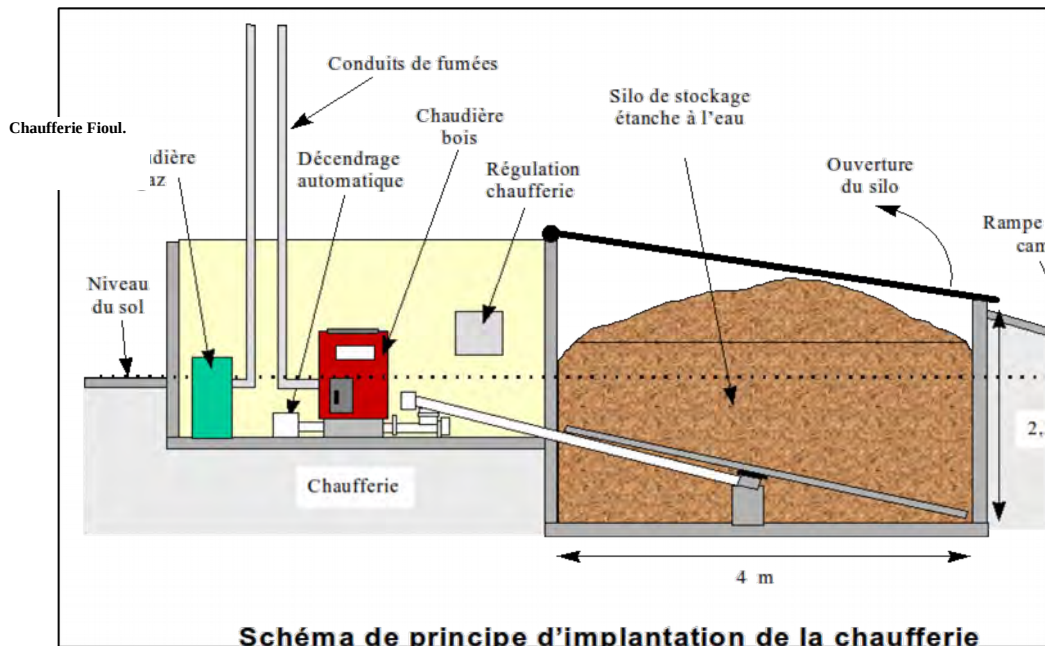
Le combustible bois sera stocké dans un silo maçonné enterré d'un volume total de 30 m<sup>3</sup> soit 10 m<sup>2</sup> au sol (l'autonomie de l'installation sera d'une dizaine de jours durant les périodes les plus froides).

Le combustible sera extrait au moyen de ressorts racleurs associés à une vis d'extraction ce qui suppose que le produit soit bien calibré.

##### Chaufferie :

D'une surface minimale de 15m<sup>2</sup>, avec une hauteur sous plafond de 3 m, le local comprendra :

- Une chaudière bois de 90 kW
- Les équipements hydrauliques associés



### Analyse économique :

Les coûts liés à la solution bois sont :

- Les VRD spécifiques,
- Le génie civil du silo et sa couverture,
- Le système d'extraction du combustible bois,
- La chaudière bois avec ses périphériques associés.

	Unit é	Solution Bois	Solution Gaz *
Investissement	€ <sup>HT</sup>	70 000	10 000
Subventions 60%		42 000	0
Dépense nette	€ <sup>HT</sup>	<b>28 000</b>	<b>10 000</b>
Fonctionnement	€ <sup>HT</sup>	<b>3 500</b>	<b>5 000</b>
TRB solution bois/	an		<b>&lt;15</b>

\* cas le plus favorable d'un site raccordé.

Pour un projet, dont les surcoûts seraient subventionnés à hauteur de 60% par l'ADEME et la Région Bretagne, l'investissement serait de **70 000 € H.T et le temps de retour avec subventions <15 ans par rapport au gaz naturel.**

Cette analyse est réalisée avec les prix de l'énergie d'août 2005. Ils ont déjà fortement évolués (+25% dans les 6 derniers mois). Leur variation est à prendre en compte dans cette analyse.

### Analyse environnementale :

La solution de chaufferie bois permet d'éviter chaque année l'émission de **30 tonnes de gaz à effet de serre** par rapport à une chaufferie au gaz.



Evolutions possibles :

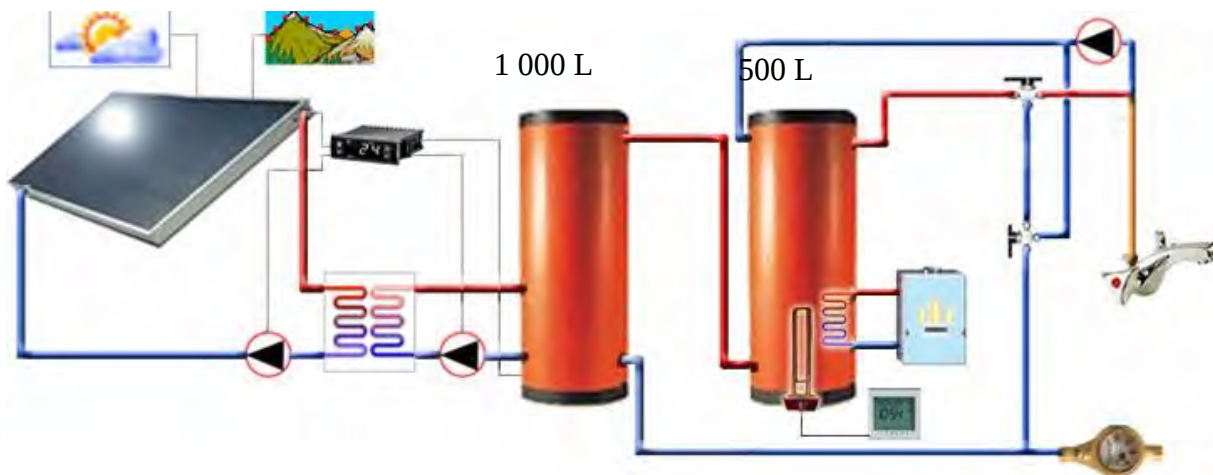
A terme, la déchetterie pourrait valoriser le bois non traité et les tailles collecté pour produire du combustible pour sa chaudière bois. Un broyeur permettra de transformer les déchets en combustibles. Un hangar de stockage serait également à prévoir pour permettre les 6 mois de séchage des copeaux avant

## SOLAIRE THERMIQUE

L'ADEME, au travers du plan Soleil, apporte des aides pour permettre au maître d'ouvrage de financer plus facilement la conception et la réalisation d'installation solaire thermique. Il convient de mettre en relation les besoins des bâtiments et les apports solaires disponibles. Les bâtiments seront utilisés toute l'année. Les besoins d'eau chaude l'été permettront de valoriser l'importante production estivale d'une installation solaire.

Présentation de la solution :

L'installation solaire thermique est un suréquipement qui s'ajoute à la chaufferie. Ce type d'installation est constitué généralement de capteurs plans vitrés placés en toiture et raccordés à un ballon de stockage disposé en série avec un ballon d'appoint. Cet appoint est nécessaire pour garantir la température de consigne et la permanence de la fourniture d'eau chaude. Il peut être électrique, au gaz ou au bois.



source :  
Simsol

Implantation :

L'installation pourra être intégrée en toiture. Pour une efficacité optimale les capteurs seront orientés Sud et inclinés à 45°. On cherchera une implantation des capteurs la plus proche possible de la chaufferie pour limiter les longueurs de tubes et les pertes de chaleur.

Dimensionnement :

On estime les besoins d'eau chaude sanitaire des bâtiments à 700 l/jour. La surface de capteurs assurera 100% des besoins d'eau chaude en été. Une étude de dimensionnement à l'aide du logiciel Simsol développé par l'ADEME et le CSTB permet d'obtenir une surface de capteurs de 20 m<sup>2</sup>. De juin à septembre la totalité de l'eau chaude sera produite par l'installation solaire. La chaudière d'appoint pourra ainsi être mise à l'arrêt. Une résistance électrique assurera les compléments de chaleur éventuels lors des périodes peu ensoleillées

**Stockage :**

L'énergie solaire produite tout au long de la journée sera stockée dans un ballon d'eau chaude spécifique au solaire. Le volume d'eau chaude stocké devra permettre 1,5 jour d'autonomie sans soleil. Au vu des consommations journalières, le ballon de stockage présentera un volume de 1 000 l.

### Chaufferie :

Un système de monitoring de l'installation permettra de suivre son bon fonctionnement et de souscrire à une Garantie de Résultat Solaire. Ce système permet au Maître d'ouvrage de s'assurer d'une production solaire minimum pendant 5 ans. Il est dédommagé dans le cas où la production solaire n'est pas atteinte.

### Analyse économique :

Les coûts liés à la solution solaire sont :

- 20 m<sup>2</sup> de capteurs solaires thermiques,
- un ballon de stockage de 1 000 l,
- Un monitoring de l'installation solaire,
- Les périphériques associés en chaufferie (échangeur, régulation, purgeur...

	Unit é	20 m <sup>2</sup>
Investissement	€ <sup>HT</sup>	17 000
Subventions 350 €/m <sup>2</sup>		7 000
Dépense nette	€ <sup>HT</sup>	<b>10 000</b>
Economie/gaz	€/an	300
Economie/élec	€/an	900
TRB/gaz	an	> 30
TRB/élec	an	> 10

Pour un projet, dont les surcoûts seraient subventionnés à hauteur de 350 €/m<sup>2</sup> de capteurs installés par l'ADEME, l'investissement serait pour une installation de 20 m<sup>2</sup> de **10 000 € H.T et le temps de retour >10 ans par rapport à une solution tout électrique.**

Cette analyse est réalisée avec les prix de l'énergie d'août 2005. Ils ont déjà fortement évolués. Leur variation est à prendre en compte dans cette analyse.

### Analyse environnementale :

La solution d'eau chaude solaire permettra une réduction de plus de 50% des émissions de gaz à effet de serre liées à la production d'eau chaude sanitaire. Le gain annuel d'une telle solution est de **1,5 tonne de gaz à effet de serre.**

	Jan	Fév	Mar	Avr	Mai	Jui	Jui	Aoû	Sep	Oct	Nov	Déc	Total
Besoins kWh	1389	1329	1192	1110	1014	786	771	801	880	1071	1212	1501	<b>13056</b>
Production solaire kWh	404	531	702	893	831	770	809	830	771	664	483	314	<b>8002</b>
Couverture solaire %	29	40	59	80	82	98	100	100	88	62	40	21	<b>61</b>
Pertes de distribution kWh	269	244	270	261	270	261	270	270	261	270	261	270	<b>3177</b>
Energie d'appoint hydraulique et	1613	1354	979	646	663	426	305	341	415	748	1174	1801	<b>10465</b>

**ANALYSE DES SOLUTIONS DE PRODUCTION D'ENERGIE**

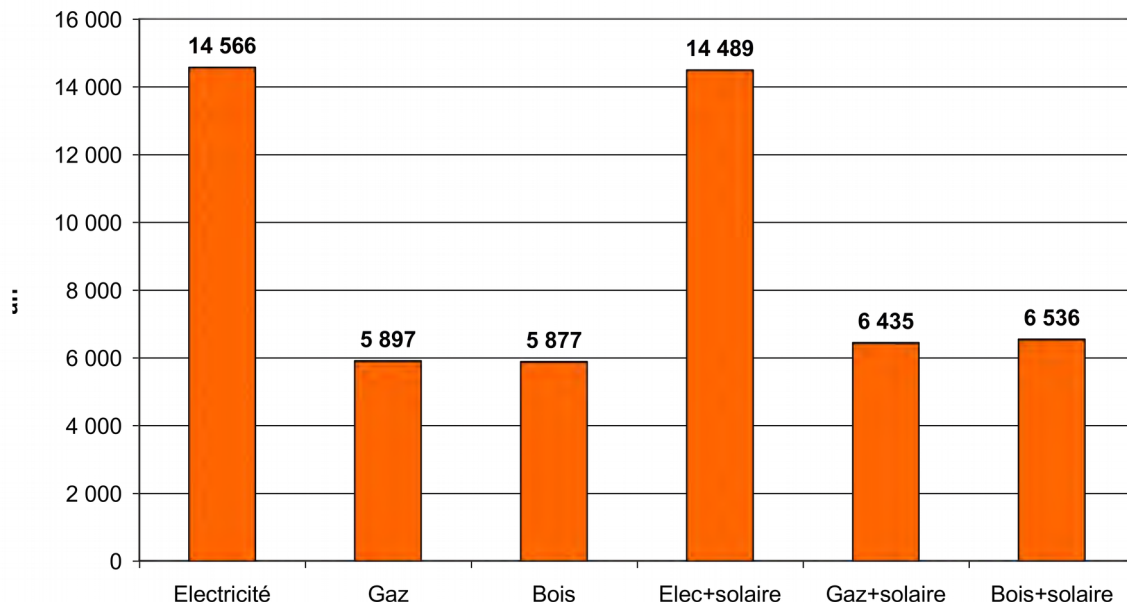
Les différentes solutions étudiées sont les suivantes :

- ✓ Electricité : chauffage et eau chaude tout électrique
- ✓ Gaz : chaudière gaz pour le chauffage et l'eau chaude
- ✓ Bois : chaudière bois pour le chauffage et l'eau chaude
- ✓ Chaque solution est associée à une production d'eau chaude solaire

Le coût annuel représente la somme de :

- ✓ l'annuité d'investissement de la solution (5% sur 20 ans)
- ✓ le coût de fonctionnement annuel (entretien/maintenance+énergie)

**Coût annuel des différentes solutions de production d'énergie**



Analyse économique :

La solution électrique présente le plus fort coût annuel du fait de son coût annuel de fonctionnement. Le prix du kWh des différentes énergies est présenté ci-après :

Prix du kWh	Electricité	Gaz naturel	Bois
c€	11	3,3	1,8

Du fait de son prix élevé du kWh, les coûts de fonctionnement de cette solution sont d'un montant trop important pour présenter un coût global comparable au solution bois ou gaz. Le mix électricité plus solaire thermique ne présente pas non plus un intérêt économique. Les besoins d'eau chaude ne représentent que 13% de l'énergie totale consommée et le solaire est utilisé uniquement pour la production d'eau chaude.

Les solutions bois et gaz présentent un coût annuel équivalent. Le mix de ces solutions avec une installation solaire augmente ce coût de 700€.

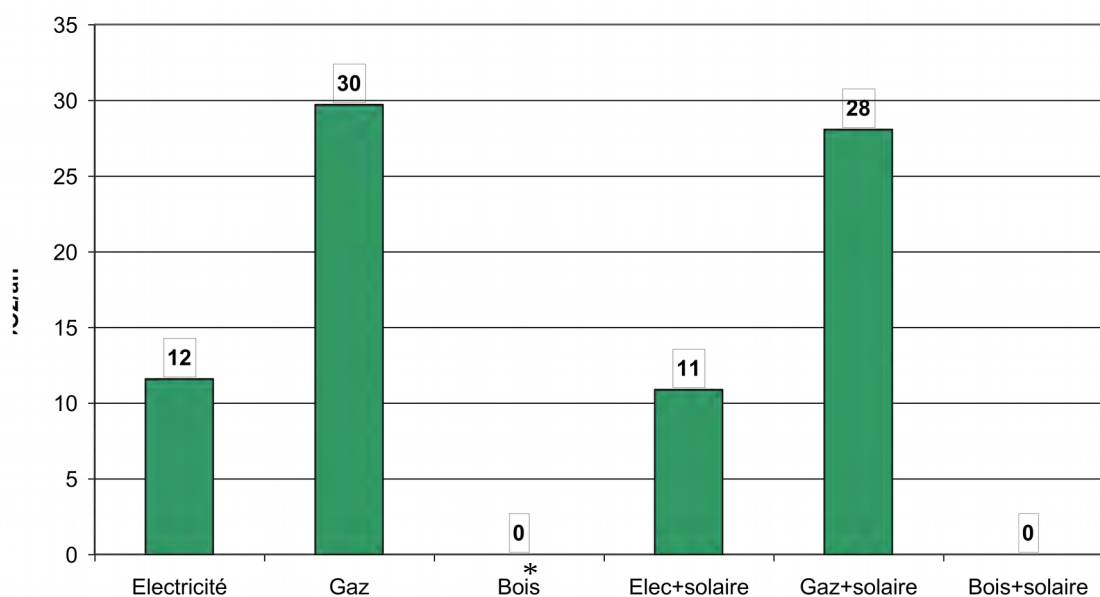
## Analyse environnementale :

Les émissions de gaz à effet de serre (GES) correspondant à la consommation d'un kWh en fonction des différentes sources d'énergie sont répertoriées dans le tableau ci-dessous :

	Electricité	Gaz naturel	Bois
gCO <sub>2</sub> /kWh	90	205	0

La combustion du bois, contrairement à celle des énergies fossiles, ne contribue pas au déstockage du carbone : la combustion du bois rejette du CO<sub>2</sub> qui s'inscrit dans le cycle normal du carbone, ce gaz étant repris par la croissance des arbres

**Bilan des émissions de GES des solutions de production d'énergie**



L'intérêt environnemental le plus fort est celui de la solution bois. La solution gaz présente le moins bon bilan d'émissions annuelles de gaz à effet de serre.

\* solution peu recommandée (faible besoin énergétique d'été pour l'eau chaude).

## Bilan

	Electricité	Gaz naturel	Bois
Intérêt économique	--	+	+
Intérêt environnemental	-	-	++

Le couplage de ces solutions avec une installation solaire présente l'intérêt de pouvoir mettre à l'arrêt la chaudière l'été. Son fonctionnement l'été, uniquement pour produire de l'eau chaude, est intermittent et présente de moins bons rendements du fait de la moindre consommation d'énergie. Ce qui permet d'améliorer sa durée de vie.