

# énergivie

PROGRAMME

L'Alsace dit oui à l'éco-logis !

## Appel à projets bâtiments économies en énergie

Cette fiche a été réalisée dans le cadre de l'appel à projets « bâtiments économies en énergie » lancé en mars 2007 par l'ADEME et la Région Alsace. Il s'agit des principaux indicateurs techniques et économiques retenus par le maître d'ouvrage à la suite de la simulation confiée à un bureau d'études spécialisé. Ce bâtiment fait partie des lauréats choisis par le jury de l'appel à projets pour ses qualités en terme d'efficacité énergétique.

### Projet 1

## Logement collectif Ecologis

rue de Lunéville à Strasbourg (quartier Neudorf)

Maître d'ouvrage : **Indivision Eco-Logis**  
c/o Irma Vogel  
21 rue de Dorlisheim - 67200 Strasbourg  
Contact : bruno.parasote@wanadoo.fr

Architecte : **Gies Architekten BDA**  
Erwinstr. 10 - 79102 Freiburg  
Bureau d'études : **Solares Bauen**  
bouchon@solares-bauen.fr

#### Composition du bâtiment

- 1 espace commun pour les habitants du bâtiment
- 1 parking sous-terrain
- 11 logements sur 3 niveaux plus 1 niveau attique
- Des accès aux logements situés côté nord
- Des balcons situés au sud

#### Structure du bâtiment

Sous-sol : béton  
Etages : structure en bois massif



ÉLÉVATION SUD  
1-200  
GIES ARCHITEKten BDA

Espace extérieur sud  
Jardin soleil - Pergola collective  
Potagers - Terrasses privatives niveau + 1

Clôture végétalisée

Toit terrasse  
Panneaux solaires en option

Balcons - Structure légère désolidarisée du noyau de l'immeuble avec :  
 - balcons "salon" 2m40 de profondeur, cadrés par des "piliers végétals"  
 - balcons "couloir" 1m de profondeur, brises-soleil, brise-vue, balcon de nettoyage des vitrages  
 - armoires-balcon cloisonnement extérieur, rangement.

Pour l'ensemble du bâtiment, sont présentées une variante réglementaire RT 2005, réglementation thermique applicable sur les bâtiments neufs depuis le 1/11/06 et une variante BBC, Bâtiment Basse Consommation  $\geq 65 \text{ kWh/m}^2.\text{an}$  (chauffage, eau chaude solaire, eau chaude, ventilation, rafraîchissement).



## Enveloppe thermique

Les solutions « basse énergie » n'influent pas sur la conception architecturale du bâtiment. Par contre, l'enveloppe thermique a été réétudiée, en particulier les épaisseurs d'isolation.

Tout le bâtiment est isolé par l'extérieur, y compris le sous-sol. L'enveloppe thermique est composée de la manière suivante, pour toutes les variantes « basse énergie » étudiées :

| N°. Élément de construction                   | Composition   | Coef U<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] | Garde fous U<br>[W/(m <sup>2</sup> K)]        |
|---|---|----------------------------------|---|
| 1 Dalle sur terre plein                       | Polystyrène : 12 cm ( $\lambda = 0.04 \text{ W/(K.m)}$ )<br>Béton : 200 mm                      | 0,31                             | R Isolant<br>$> 1,7 \text{ W/(m}^2.\text{K)}$ |
| 2 Toit  | Plancher bois massif KLH 95 mm<br>Polystyrène : 24 cm ( $\lambda = 0.035 \text{ W/(K.m)}$ )     | 0,13                             | 0,28  |
| 3 Toiture sous loggia                         | Plancher bois massif KLH 95 mm<br>Polyuréthane : 10 cm ( $\lambda = 0.025 \text{ W/(K.m)}$ )    | 0,21                             | 0,28  |
| 4 Plancher bas contre air                     | 20 cm Béton + 20 cm Polystyrène ( $\lambda = 0.04 \text{ W/(K.m)}$ )                            | 0,19                             | 0,4   |
| 5 Plancher bas sur garage                     | 20 cm Béton + 20 cm Polystyrène ( $\lambda = 0.04 \text{ W/(K.m)}$ )                            | 0,18                             | 0,36  |
| 6 Mur extérieur étage                         | Panneau bois massif KLH 95 mm<br>Ouate de cellulose : 24cm ( $\lambda = 0.04 \text{ W/(K.m)}$ ) | 0,15                             | 0,45  |
| 7 Mur extérieur sous-sol contre air extérieur | 20 cm Béton + 20 cm Polystyrène ( $\lambda = 0.04 \text{ W/(K.m)}$ )                            | 0,19                             | 0,45  |
| 8 Mur donnant sur le garage                   | 20 cm Béton + 20 cm Polystyrène ( $\lambda = 0.04 \text{ W/(K.m)}$ )                            | 0,19                             | 0,45  |
| 9 Mur ext sous-sol contre terre               | 20 cm Béton + 12 cm Polystyrène ( $\lambda = 0.04 \text{ W/(K.m)}$ )                            | 0,31                             | 0,45  |

Pour le vitrage, nous avons uniquement fait varier la qualité du vitrage (double vitrage basse émissivité ou triple vitrage). Dans tous les cas, nous avons utilisé des menuiseries en bois. Les surfaces et les orientations des vitrages n'ont pas été modifiées. Voici les caractéristiques du vitrage dans le cas des variantes avec triple vitrage :

| N°. Élément de construction | Composition    | Coef U<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] | Garde fous U<br>[W/(m <sup>2</sup> K)] |
|-----------------------------|----------------|----------------------------------|--|
| 10 Vitrage                  | Triple vitrage | 1,18                             | 2,60                                   |



## Ponts thermiques

La structure bois isolée par l'extérieur permet de diminuer fortement les ponts thermiques des étages.

De cette manière, c'est le sous-sol qui comporte les plus grands ponts thermiques. Les ponts thermiques sont identiques dans la variante RT 2005 et dans les variantes « basse énergie ».

| Description  | Longueur [m] | $\Psi$ [W/(m.K)] |
|--|--------------|------------------|
| <b>Sous-sol</b>  |              |                  |
| Liaison Plancher bas sur air / mur extérieur                       | 35,70        | 0,23 1,0         |
| Angle sortant entre 2 murs donnants sur l'extérieur                | 15,00        | 0,11 1,0         |
| Angle rentrant entre 2 murs donnants sur l'extérieur               | 5,00         | 0,03 1,0         |
| Liaison plancher bas sur garage / mur intérieur contre garage      | 33,00        | 0,03 1,0         |
| Liaison plancher bas sur terre plein / mur extérieur               | 29,30        | 0,11 1,0         |
| Liaison plancher bas sur terre plein / mur intérieur contre garage | 27,20        | 0,73 1,0         |
| Liaison plancher bas sur garage / mur extérieur                    | 36,60        | 0,36 1,0         |
| Refend en T dans local chauffé                                     | 17,50        | 0,07 1,0         |
| <b>Etages</b>  |              |                  |
| Liaison plancher intermédiaire / mur extérieur                     | 201,80       | 0,12 1,0         |
| Liaison balcon / mur extérieur                                     | 15,40        | 0,03 1,0         |
| Angle sortant entre 2 murs donnants sur l'extérieur                | 60,00        | 0,07 1,0         |
| Angle rentrant entre 2 murs donnants sur l'extérieur               | 20,00        | 0,09 1,0         |
| Liaison mur extérieur / plancher haut                              | 135,20       | 0,03 1,0         |
| Liaison mur extérieur / plancher intermédiaire niveau attique      | 40,20        | 0,07 1,0         |

## → Etanchéité à l'air

→ Le taux de renouvellement d'air utilisé est de 1 volume par heure pour une différence de pression de 50 Pa.

Le bâtiment Ecologis est conçu afin d'être le plus imperméable au passage de l'air. Un test d'étanchéité à l'air est fortement recommandé en phase chantier avant que l'habillage intérieur ne soit réalisé.

## → Description des lots techniques

**Les lots techniques permettent d'influer sur le confort ainsi que sur les consommations en énergie primaire et les émissions de gaz à effet de serre.**

Ces équipements permettent de réduire les consommations pour le chauffage ou pour l'eau chaude sanitaire, qui sont les postes principaux dans la valeur du coefficient C. (Performances globales du bâtiment)

Voici les différents éléments qui ont été modélisés selon les variantes :

### → Chaudière gaz à condensation

L'utilisation d'une chaudière gaz à condensation, grâce à un rendement meilleur qu'une chaudière gaz standard, permet de limiter les consommations en énergie primaire ainsi que les émissions de CO<sub>2</sub>.

### → Pompe à chaleur

La pompe à chaleur eau/eau sur nappe phréatique, grâce à un coefficient de performance de 4 et une compression électrique, permet de diminuer fortement les besoins en énergie primaire et les rejets en équivalent CO<sub>2</sub>. L'utilisation d'une PAC sur nappe phréatique nécessite un forage de petite profondeur (environ 10m).

### → Solaire thermique

Le solaire thermique permet d'utiliser le rayonnement solaire pour réchauffer l'eau chaude sanitaire, ce qui est un moyen de limiter les consommations d'énergie primaire et les émissions de CO<sub>2</sub>.

### → VMC Hygroréglable

La ventilation simple flux hygroréglable de type B permet de réguler le renouvellement d'air selon l'humidité de l'air. Ce type de VMC offre de meilleurs résultats qu'une VMC simple flux traditionnelle. Les valeurs des débits d'air utilisés pour le calcul des consommations dans le cas d'une VMC simple flux hygroréglable de type B ont été calculés selon le type d'appartement dans l'étude thermique.

## → Chauffage

**La puissance de chauffage à installer est 36 kW.**

### → Emetteur de chaleur

Le chauffage est assuré par radiateurs. Tous les locaux sont chauffés par ce système. Les radiateurs sont alimentés par une température maximale de 50°C. La régulation sera individuelle pour chaque radiateur, par l'intermédiaire de robinets thermostatiques.

### → Distribution d'eau chaude sanitaire

La distribution d'ECS bénéficiera d'une isolation renforcée afin de limiter les déperditions calorifiques. L'épaisseur d'isolation est égale au diamètre de la conduite.

De plus, toute la distribution du chauffage et de l'ECS ainsi que le stockage de l'ECS se situe en zone chauffée.

## → Ventilation

**Les ventilateurs seront alimentés en courant continu et à entraînement direct.**

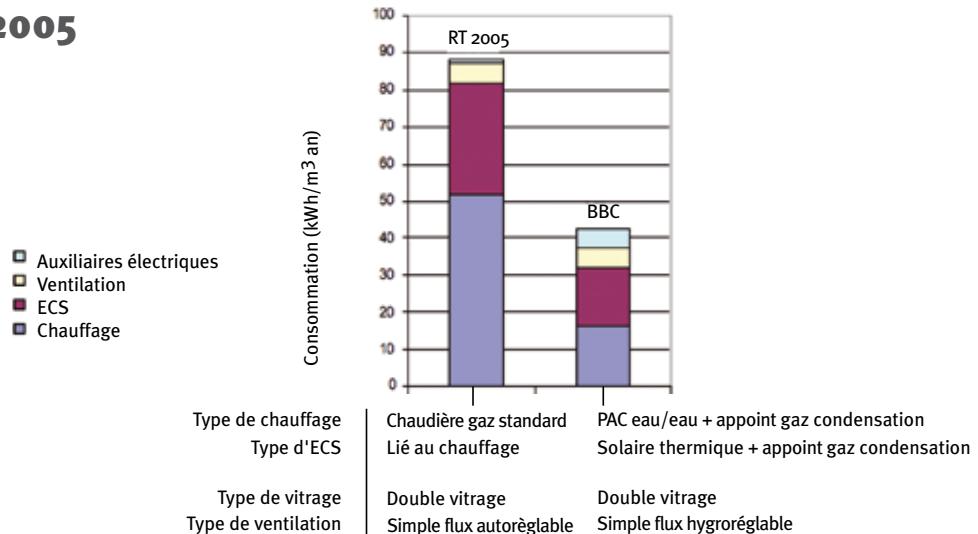
## • Auxiliaires électriques pour la pompe à chaleur

Une pompe à chaleur eau/eau nécessite l'utilisation d'une pompe de captage. Cette pompe puisera l'eau de la nappe phréatique pour alimenter l'évaporateur de la pompe à chaleur.

Nous avons considéré que cette pompe nécessite une puissance de 500W. La durée de fonctionnement a été estimée en divisant les besoins annuels pour le chauffage par la puissance de la pompe à chaleur.

## • Méthode RT 2005

### • Consommation d'énergie primaire selon RT 2005



## • Fiche Variante Basse énergie BBC

### • Surfaces

Surface Hors œuvre nette (SHON) : 1287,59 m<sup>2</sup>  
Surface Habitable (SHAB) : 1051,3 m<sup>2</sup>

Le coefficient **U** est le coefficient moyen caractérisant les déperditions thermiques réelles d'un bâtiment par transmission à travers les parois et les baies. Il est exprimé en W/m<sup>2</sup>.K

| Enveloppe                                   |                        |
|---|------------------------|
| Composition parois                          | U [W/m <sup>2</sup> K] |
| Dalle sur terre plein                       | 0,31                   |
| Toit  | 0,23                   |
| Toiture sous loggia                         | 0,21                   |
| Plancher bas contre air                     | 0,36                   |
| Plancher bas sur garage                     | 0,34                   |
| Mur extérieur étage                         | 0,43                   |
| Mur extérieur sous-sol contre air extérieur | 0,36                   |
| Mur donnant sur le garage                   | 0,35                   |
| Mur extérieur sous-sol contre terre         | 0,37                   |
| Vitrage                                     | Double (1,48)          |

| Équipements |   |
|-------------|---|
| Chauffage   | PAC eau/eau sur nappe phréatique 20 W + Chaudière gaz à condensation 20kW               |
| Froid       | -   |
| Ventilation | Ventilation simple flux hygroréglable de type B   |
| ECS         | 23 m <sup>2</sup> solaire thermique (capteurs plans) + appoint chaudière à condensation |

## ➊ Résultats avec la méthode de calcul RT 2005 (Th-C2005)

|  | Consommation d'énergie primaire calculée |          |                             |          |                          |     |
|--|--|----------|-----------------------------|----------|--------------------------|-----|
|  | solution RT 2005                         |          | solution Basse Consommation |          | économies                |     |
|  | [kWh/m <sup>2</sup> .an]                 | [kWh/an] | [kWh/m <sup>2</sup> .an]    | [kWh/an] | [kWh/m <sup>2</sup> .an] |     |
| Chauffage  | 78,08                                    | 79299    | 61,59                       | 21 237   | 16,49                    | 73% |
| ECS  | 43,24                                    | 35 462   | 27,54                       | 20 219   | 15,70                    | 43% |
| Ventilation  | 11,01                                    | 7 387    | 5,74                        | 6 780    | 5,27                     | 8%  |
| Coef. C hors Auxiliaires électriques et hors éclairage | 0,1                                      | 95       | 0,07                        | 37       | 0,03                     | 61% |
| Déférence  | 132,43                                   | 122 243  | 94,94                       | 48 273   | 37,49                    | 61% |

## ➋ Etude du confort d'été par simulation dynamique

Le tableau suivant définit les paramètres qui ont été analysés lors des simulations dynamiques.

|    | Taxe de renouvellement d'air jour | Taxe de renouvellement d'air nuit | Protection solaire | Structure | Habillage mur intérieur   | Rafraîchissement |
|----|-----------------------------------|-----------------------------------|--------------------|-----------|---------------------------|------------------|
| V1 | 0,5                               | 0                                 | non                | Bois      | Habillage plâtre 13 mm    | 0                |
| V2 | 0,5                               | 0                                 | oui                | Bois      | Habillage plâtre 13 mm    | 0                |
| V3 | 0,5                               | 2                                 | non                | Bois      | Habillage plâtre 13 mm    | 0                |
| V4 | 0,5                               | 2                                 | oui                | Bois      | Habillage plâtre 13 mm    | 0                |
| V5 | 0,5                               | 2                                 | oui                | Bois      | Habillage Fermacell 30 mm | 0                |
| V6 | 0,5                               | 2                                 | oui                | Bois      | Habillage Fermacell 30 mm | oui : 30 W/m     |
| V7 | 0,5                               | 6                                 | oui                | Bois      | Plâtre                    | 0                |
| V8 | 0,5                               | 0                                 | oui                | Bois      | Plâtre                    | 0                |
| V9 | 0,5                               | 2                                 | oui                | Béton     | Plâtre                    | 0                |

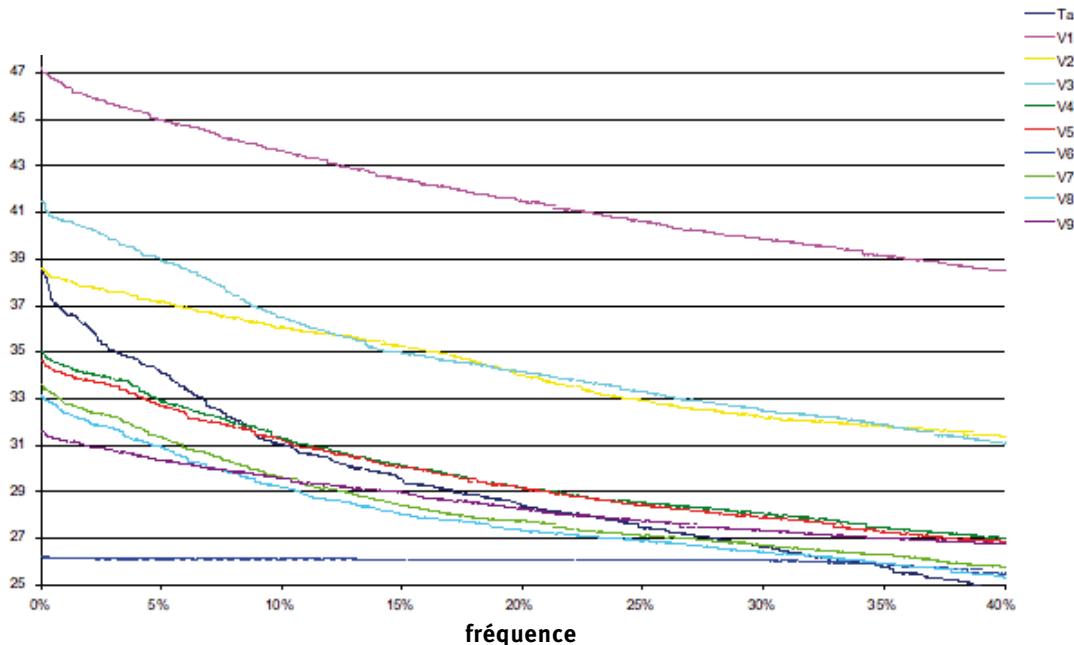


## Résultats sur une zone

### Zone 1

Cette zone est située au sud. Elle est donc particulièrement sensible au rayonnement solaire. Le graphique suivant représente les fréquences cumulées des températures intérieures de la zone 1 pour la période Juillet - Août. (hypothèse : données météorologiques de Fribourg en 2003)

### Confort d'été Zone 1 - 3 ème étage Sud



- Variante 1 : Sans protection solaire et sans ventilation nocturne appropriée, la température maximale atteint 47 °C pour 38,5°C extérieur.
- Variante 2 : Avec une protection solaire mais sans ventilation nocturne, la température maximale est de 38°C.
- Variante 3 : Sans protection solaire mais avec une ventilation nocturne (2 Volumes / heure), la température maximale atteint 41 °C
- Il est primordial que toutes les fenêtres soient occultées de l'extérieur et que les logements soient correctement ventilés la nuit ou tôt le matin sous peine d'avoir une température dans les logements supérieure à la température extérieure.
- Variante 4 et 5 : Lorsque le bâtiment est correctement protégé du soleil et correctement ventilé, la température maximale dans les logements est de 35°C. La température de confort 27°C est dépassée pendant 40 % du temps. Le remplacement de la couche de plâtre par deux couches de Fermacell n'a pas une grande influence sur le confort thermique.
- Variante 6 : L'utilisation d'un plancher rafraîchissant alimenté par l'eau de la nappe phréatique sans utilisation de la pompe à chaleur permettrait de refroidir correctement le bâtiment quelque soit la température extérieure. Une puissance de rafraîchissement de 30 W, c'est à dire celle d'un plancher rafraîchissant suffirait à limiter la température à 26°C pour 38°C extérieur.

Le remplacement de la structure en bois par une structure en béton a une influence certaine sur le confort estival.

- Variante 7 : L'augmentation du taux de renouvellement d'air à 6 volumes / heure, ce qui correspond à l'ouverture de la moitié des fenêtres, permet d'abaisser la température maximale à 33 °C, soit 5°C de moins que la température extérieure. La température de confort 27°C est dépassée pendant 25 % du temps, ce qui est très important.

- Variante 8 : L'ouverture de toutes les fenêtres pendant la nuit (10 vol/h) ne permet pas d'abaisser la température significativement par rapport à l'ouverture de la moitié des fenêtres.

Sans rafraîchissement, la température maximale en période caniculaire peut atteindre 33°C dans les logements. Le seuil de confort est dépassé pendant plus de 25% du temps en été. Cela rend les logements particulièrement inconfortables lors des canicules sans rafraîchissement supplémentaire.

- Variante 9 : Sans rafraîchissement, avec une structure en béton la température maximale est de 31°C pour une ventilation nocturne de 2 volume / heure, soit 7°C de moins que la température extérieure. Ce qui est bien meilleur qu'une structure bois même avec des taux de renouvellement d'air nocturne cinq fois plus élevés. Le comportement thermique pourrait être encore bien meilleur avec un renouvellement d'air nocturne plus important. Une structure massive permet de diminuer de plus de 3°C la température maximale par rapport à un structure bois (V9 par rapport à V5)



## Comparaison des coûts RT 2005 et Bâtiments Basse Consommation

Le tableau suivant détaille le coût des lots chauffage, production d'ECS et ventilation pour les variantes RT 2005 et la variante « basse énergie ».

| Chauffage + production d'ECS + ventilation              | Option Basse énergie avec chaudière gaz à condensation + PAC + solaire | Option RT 2005 avec chaudière gaz standard |
|---|--|--|
| Chaudière gaz standard (62 kW)                          |  | 7.100 €                                    |
| Chaudière gaz à condensation (20 kW)                    | 5.000 €  |  |
| Pompe à chaleur (20 kW)                                 | 9.500 €  |  |
| Cheminée  | 1.500 €  | 1.500 €                                    |
| Emission  | 50.500 €   | 40.500 €                                   |
| Production d'ECS + stockage                             | 20.880 €   | 2.000 €                                    |
| Ballon tampon   | 3.000 €  |  |
| Divers  | 4.000 €  | 1.000 €                                    |
| <b>TOTAL CHALEUR</b>                                    | <b>94.380 €</b>  | <b>52.100 €</b>                            |
| Ventilation simple Flux traditionnelle                  |  | 10.000 €                                   |
| Ventilation simple Flux hygroréglable                   | 15.000 €   |  |
| Total ventilation                                       | 15.000 €   | 10.000 €                                   |
| Total H.T Chauffage + production d'ECS + ventilation    | 109.380 €  | 62.100 €                                   |
| Total T.T.C. Chauffage + production d'ECS + ventilation | 130.818 €  | 74.272 €                                   |
| <b>Surcoût</b>  | <b>56.547 €</b>  |  |

Le surcoût lié aux équipements techniques de la variante V5 par rapport à la variante RT 2005 est de 56.547 €

### Surcoût Isolation

| Paroi   | surface [m <sup>2</sup> ] € | surcoût du [€ /m <sup>2</sup> ] | surcoût          |
|---|-----------------------------|---------------------------------|------------------|
| Toiture   | 361,9                       | 14                              | 5.211            |
| Plancher bas sur l'air  | 71,9                        | 12                              | 865              |
| Plancher bas donnant sur le garage                                | 179,4                       | 12                              | 2.158            |
| Mur extérieur cave contre air extérieur                           | 52,6                        | 12                              | 631              |
| Mur extérieur cave contre sol                                     | 36,7                        | 6                               | 220              |
| Mur extérieur bois massif   | 786,7                       | 54                              | 42.341           |
| Mur extérieur donnant sur le garage                               | 99,9                        | 12                              | 1.199            |
| <b>Le surcoût de l'isolation pour la variante V5 est estimé à</b> |                             |                                 | <b>52.626 €</b>  |
| <b>Au total le surcoût est estimé à</b>                           |                             |                                 | <b>109.173 €</b> |

| RT 2005                            | RT 2005        | BBC                                 |
|------------------------------------|----------------|-------------------------------------|
| <b>Surcoût d'investissement</b>    |                |                                     |
| Surcoût équipement technique T.T.C | 0 €            | 56.547 €                            |
| Surcoût isolation T.T.C            |                | 52.626 €                            |
| Total surcoût T.T.C                | 0 €            | 109.173 €                           |
| <b>Total</b>                       | <b>0 €</b>     | <b>109.173 €</b>                    |
| <b>Coût d'exploitation</b>         |                |                                     |
| Coût chauffage et ECS              | 7.208 €        | 2.654 €                             |
| Coût auxiliaire                    | 408 €          | 380 €                               |
| Coût entretien                     | 350 €          | 650 €                               |
| <b>Coût Total</b>                  | <b>7.966 €</b> | <b>3.684 €</b>                      |
| <b>Financement</b>                 |                |                                     |
| Apport personnel                   | 0 €            | 0 €                                 |
| Prêt                               | 0 €            | 109.173 €                           |
| Taux d'intérêt                     | 4,00 %         | 4,00 %                              |
| Durée de l'emprunt                 | 15             | 15                                  |
| Anuité                             | 0 €            | 9.819 €                             |
| <b>Dépense annuelle</b>            | <b>7.966 €</b> | <b>13.503 €</b>                     |
| <b>Temps de retour brut</b>        |                |                                     |
|                                    |                | 25 ans                              |
| <b>Coût global</b>                 |                |                                     |
| Taux d'actualisation               | 3 %            |                                     |
| Coûts sur 20 ans actualisé         |                |                                     |
| Cas 1                              | 159.322 €      | 190.900 €                           |
| Coûts sur 20 ans actualisé         |                |                                     |
| Cas 2                              | 218.339 €      | 218.193 €                           |
| Coûts sur 20 ans actualisé         |                |                                     |
| Cas 3                              | 304.345 €      | 257.967 €                           |
| <b>Temps de retour actualisé</b>   |                | <b>Temps de retour actualisé sé</b> |
| Cas 1                              | 29 ans         | 28 ans                              |
| Cas 2                              | 21 ans         | 20 ans                              |
| Cas 3                              | 17 ans         | 17 ans                              |
| <b>Temps de retour actualisé</b>   |                | <b>Temps de retour actualisé sé</b> |
| Cas 1                              | -19 %          | -20 %                               |
| Cas 2                              | -2 %           | 0 %                                 |
| Cas 3                              | 12             | 15 %                                |

- Cas1 : Coût sur 20 ans actualisé avec taux d'actualisation de 3% et hausse du coût de l'énergie de 3% par an
- Cas2 : Coût sur 20 ans actualisé avec taux d'actualisation de 3% et hausse du coût de l'énergie de 6% par an
- Cas3 : Coût sur 20 ans actualisé avec taux d'actualisation de 3% et hausse du coût de l'énergie de 9% par an

**énergivie** est un programme d'actions innovatrices initié par la Région Alsace pour développer l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables en Alsace, avec l'ADEME et l'Union européenne.

