



Installation de capteurs solaires thermiques
Projet Maison de repos 110 chambres

Sans contrat Opticare

Dossier technique Sunoptimo

Introduction

Société spécialisée dans les grandes installations solaires thermiques, Sunoptimo étudie, conçoit et commercialise l'ensemble du matériel destiné aux grandes installations solaires en drainback (drainage gravitaire). Fort de son expérience, elle dimensionne et décrit des installations sur mesure pour tous chantiers collectifs en Europe. Ses partenaires distributeurs et installateurs, soigneusement sélectionnés, fournissent un travail de qualité pour garantir au client final une installation délivrant les meilleures performances. Découvrez ici le principe du Dimensionnement Optimum™.

La production solaire optimisée selon un raisonnement économique est la priorité de Sunoptimo. L'objectif est d'utiliser au mieux les surfaces de toitures disponibles pour optimiser les apports énergétiques délivrés par les capteurs. Les ballons de stockage seront également dimensionnés de façon optimum en fonction de la surface des capteurs sur le toit. Le système a été considéré dans son ensemble pour maximiser la fourniture d'énergie gratuite et donner la plus grande satisfaction aux utilisateurs.

Explication générale du fonctionnement de notre système

Fonctionnement hydraulique global du circuit primaire solaire

L'installation solaire fonctionne selon le principe du drainage gravitaire. Ce système à vidange est conçu de sorte que, en cas de température trop élevée ou trop faible dans les capteurs, la totalité du fluide caloporteur soit vidangée. Les tuyauteries, robinetteries et autres accessoires ne sont donc pas soumis à des conditions de températures et de pressions aussi contraignantes que dans un système classique dit "sous pression". L'installation est également conçue de telle sorte que, lors du remplissage, la pompe soit capable de remplir le circuit, le fluide caloporteur puisse remplir la totalité du réseau et l'air contenu dans le réseau puisse s'évacuer vers un réservoir prévu à cet effet. Lorsque le système s'arrête, la totalité du fluide caloporteur redescend par gravité vers un réservoir, l'air remonte et remplace le fluide dans les capteurs naturellement sans formation de bulles d'air dans l'eau ou de bulles d'eau dans l'air.

Nos capteurs solaires sont spécialement conçus pour optimiser ce fonctionnement. Des collecteurs sont inclus dans nos capteurs. Ils font partie intégrante de l'absorbeur et permettent de minimiser les tuyauteries en toiture et donc les pertes thermiques s'y afférant. Les liaisons inter-capteurs sont prévues pour absorber toute les dilatations des tuyauteries dans chaque capteur. Les capteurs sont fixés à la toiture via un système d'accroche propre et faisant partie intégrante du cadre aluminium constituant leur caisson. Les tuyauteries de liaison entre les capteurs et les ballons sont donc limitées à deux canalisations de faible diamètre assurant le transfert d'énergie des capteurs aux ballons d'eau chaude.

Dimensionnement Optimum

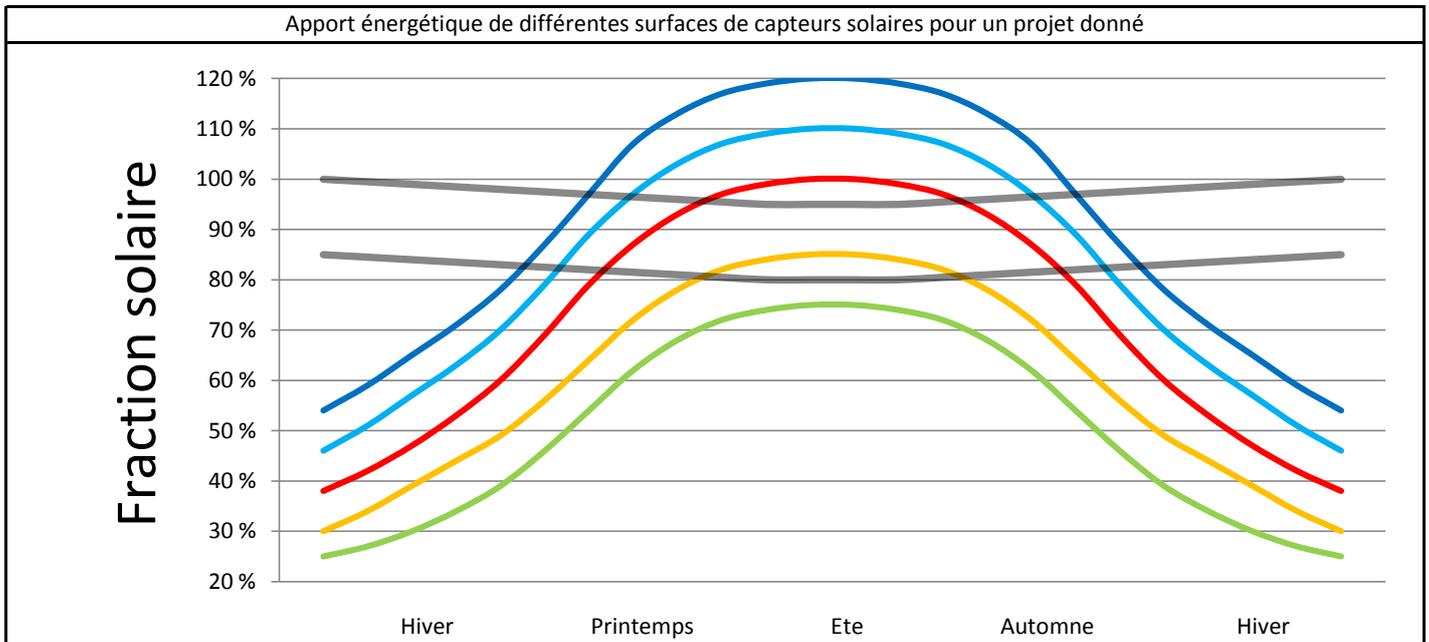
Pour une installation solaire donnée, il est possible de placer plus ou moins de capteurs solaires. Le drainback (auto-vidange) permet d'éviter la surchauffe en été (garantissant ainsi une plus grande longévité à l'installation). Affranchi de cette contrainte technique importante, il permet une approche révolutionnaire du dimensionnement de l'installation solaire. Grâce au Dimensionnement Optimum™, vous pourrez économiser de 70 % à 95% de vos besoins énergétiques pour chauffer l'eau pour toutes applications collectives, combinées ou industrielles.

Le Dimensionnement Optimum™ permet

- * Plus de capteurs
- * Plus d'énergie verte gratuite produite
- * Plus d'autonomie
- * Plus d'économie

Fort de nombreuses années d'expérience dans le solaire, le team Sunoptimo a développé une méthode unique de dimensionnement des installations solaires thermiques. Le principe en est simple : combiner une technologie qui évite les problèmes de surchauffe avec une surface de capteurs optimisée pour fournir une énergie solaire maximale toute l'année. Sur base des paramètres du projet, un logiciel calcule le nombre de capteurs idéal à installer pour atteindre un optimum économique. Cet optimum est calculé sur base de la consommation d'eau chaude, de la surface en toiture disponible et de ce que vous recherchez précisément dans un système solaire. L'installation pourra ainsi dépasser la limite traditionnelle des 45% de fraction solaire annuelle préconisée par les prescripteurs pour éviter la surchauffe des installations sous pressions en été.

Plus on place de capteurs, plus le système solaire permettra de couvrir une partie importante du besoin énergétique pour le chauffage de l'eau (fraction solaire). On remarque sur le graphe suivant que les systèmes sous pressions sont en général dimensionnés pour combler 85 % des besoins théoriques calculés au meilleur moment de l'année (ligne jaune). L'installation sous pression qui atteindrait 100 % du besoin théorique au meilleur moment de l'année (ligne rouge) pourrait subir de graves dégradations. Ce phénomène de surchauffe n'arrivant pas dans les installations à drainback, celles-ci peuvent être dimensionnées plus largement pour atteindre une fraction solaire beaucoup plus importante et par conséquent aboutir à une économie globale plus grande.



Sur ce graphique et les suivants:

- le point jaune exprime le système classique (dit "sous pression"),
- le point bleu clair exprime un système drain back avec Dimensionnement Optimum,
- le point bleu foncé exprime le Dimensionnement Optimum maximum.

Etude du projet

Maison de repos 110 chambres

Attention! Cette étude se base sur des estimations issues des paramètres connus de votre établissement et des statistiques du secteur. Elle peut être facilement adaptée sur base des précisions que vous pourrez apporter afin de l'optimiser.

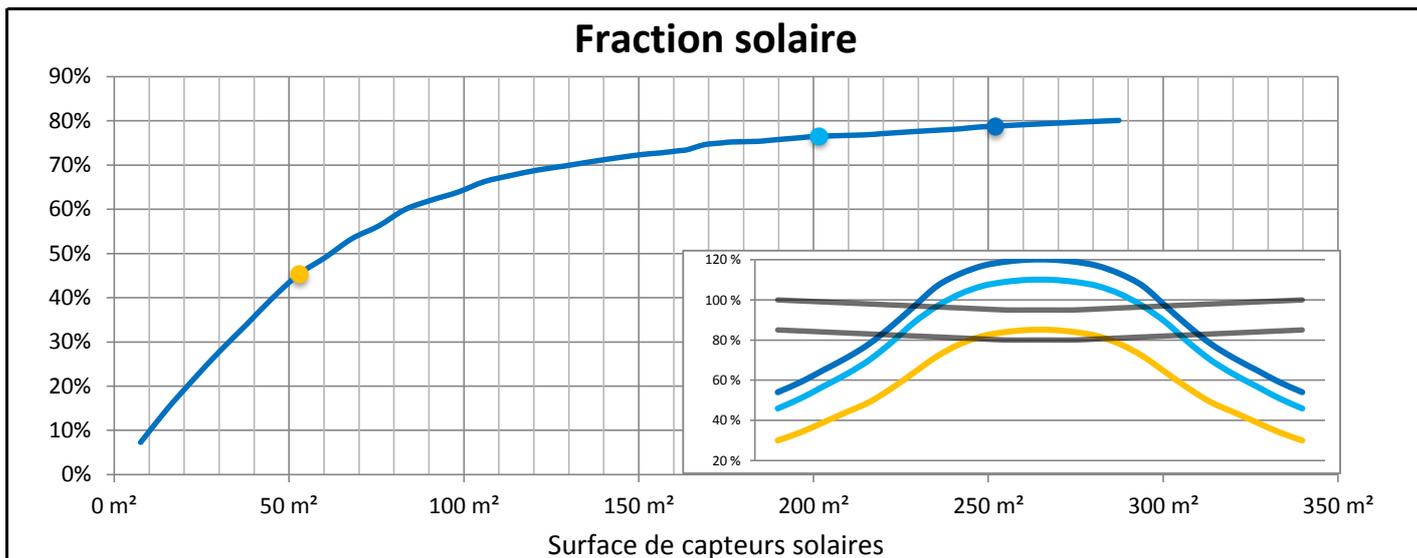
Données du projet :

Consommation journalière	3.300 litres		à	60 °
Type, coût actuel, unité d'appoint	mazout	0,80 €	Litres	
Inclinaison des capteurs solaires	45 °	Impôt des sociétés		33,99%
Orientation des capteurs solaires	0 °/Sud	Nombre d'unité de logement		110
Déduction fiscale pour investissement?	OUI	Taux de TVA non récupérable		6,0%
Déduction fiscale ENR (Inv. x 14,50% x 33,99%)	14,5%	Besoin total kWh		66.133 kWh th
Amortissement (nombre d'années)	8 ans	Amortissements (Inv. x 33,99%)		OUI
		Type d'amortissement		Degressif

Simulations: afin de déterminer le dimensionnement idéal, des simulations sont réalisées. Voici les différents résultats obtenus pour ce projet:

Nombre de capteurs	Surface de capteurs solaires	Production solaire	Fraction solaire	Prix kWh solaire net sur 20 ans	Volume Stockage	Apport solaire total annuel
3	7,56 m ²	636 kWh/m ² .an	7%	0,032 €	500 litres	4.809 kWh th
6	15,12 m ²	646 kWh/m ² .an	15%	0,022 €	800 litres	9.769 kWh th
9	22,68 m ²	627 kWh/m ² .an	22%	0,018 €	1.000 litres	14.230 kWh th
12	30,24 m ²	611 kWh/m ² .an	28%	0,015 €	1.250 litres	18.475 kWh th
15	37,80 m ²	593 kWh/m ² .an	34%	0,016 €	1.500 litres	22.411 kWh th
18	45,36 m ²	583 kWh/m ² .an	40%	0,014 €	2.000 litres	26.460 kWh th
21	52,92 m ²	567 kWh/m ² .an	45%	0,013 €	2.500 litres	30.003 kWh th
24	60,48 m ²	538 kWh/m ² .an	49%	0,013 €	2.500 litres	32.526 kWh th
27	68,04 m ²	519 kWh/m ² .an	53%	0,012 €	3.000 litres	35.304 kWh th
30	75,60 m ²	492 kWh/m ² .an	56%	0,013 €	3.000 litres	37.183 kWh th
33	83,16 m ²	477 kWh/m ² .an	60%	0,012 €	4.000 litres	39.642 kWh th
36	90,72 m ²	453 kWh/m ² .an	62%	0,012 €	4.000 litres	41.055 kWh th
39	98,28 m ²	430 kWh/m ² .an	64%	0,013 €	4.000 litres	42.247 kWh th
42	105,84 m ²	414 kWh/m ² .an	66%	0,013 €	5.000 litres	43.818 kWh th
45	113,40 m ²	395 kWh/m ² .an	68%	0,014 €	5.000 litres	44.737 kWh th
48	120,96 m ²	376 kWh/m ² .an	69%	0,015 €	5.000 litres	45.539 kWh th
51	128,52 m ²	359 kWh/m ² .an	70%	0,015 €	6.000 litres	46.131 kWh th
54	136,08 m ²	344 kWh/m ² .an	71%	0,016 €	6.000 litres	46.778 kWh th
57	143,64 m ²	330 kWh/m ² .an	72%	0,016 €	6.000 litres	47.365 kWh th
60	151,20 m ²	317 kWh/m ² .an	72%	0,017 €	6.000 litres	47.893 kWh th
62	156,24 m ²	308 kWh/m ² .an	73%	0,017 €	7.500 litres	48.116 kWh th
64	161,28 m ²	300 kWh/m ² .an	73%	0,018 €	7.500 litres	48.431 kWh th
65	163,80 m ²	297 kWh/m ² .an	73%	0,018 €	7.500 litres	48.585 kWh th
67	168,84 m ²	292 kWh/m ² .an	75%	0,018 €	8.000 litres	49.348 kWh th
69	173,88 m ²	285 kWh/m ² .an	75%	0,018 €	8.000 litres	49.615 kWh th
70	176,40 m ²	282 kWh/m ² .an	75%	0,019 €	8.000 litres	49.746 kWh th
73	183,96 m ²	271 kWh/m ² .an	75%	0,019 €	9.000 litres	49.838 kWh th
74	186,48 m ²	268 kWh/m ² .an	76%	0,019 €	9.000 litres	49.952 kWh th
75	189,00 m ²	265 kWh/m ² .an	76%	0,020 €	9.000 litres	50.071 kWh th
76	191,52 m ²	262 kWh/m ² .an	76%	0,020 €	9.000 litres	50.186 kWh th
77	194,04 m ²	259 kWh/m ² .an	76%	0,020 €	9.000 litres	50.292 kWh th
78	196,56 m ²	256 kWh/m ² .an	76%	0,020 €	9.000 litres	50.402 kWh th
80	201,60 m ²	251 kWh/m ² .an	77%	0,020 €	9.000 litres	50.608 kWh th
85	214,20 m ²	237 kWh/m ² .an	77%	0,022 €	10.000 litres	50.805 kWh th
87	219,24 m ²	233 kWh/m ² .an	77%	0,022 €	10.000 litres	50.984 kWh th
89	224,28 m ²	228 kWh/m ² .an	77%	0,022 €	10.000 litres	51.156 kWh th
91	229,32 m ²	224 kWh/m ² .an	78%	0,023 €	10.000 litres	51.327 kWh th
92	231,84 m ²	222 kWh/m ² .an	78%	0,023 €	10.000 litres	51.404 kWh th
94	236,88 m ²	218 kWh/m ² .an	78%	0,023 €	10.000 litres	51.559 kWh th
96	241,92 m ²	214 kWh/m ² .an	78%	0,024 €	10.000 litres	51.715 kWh th
98	246,96 m ²	210 kWh/m ² .an	79%	0,024 €	12.000 litres	51.979 kWh th
100	252,00 m ²	207 kWh/m ² .an	79%	0,024 €	12.000 litres	52.119 kWh th
102	257,04 m ²	203 kWh/m ² .an	79%	0,025 €	12.000 litres	52.253 kWh th
103	259,56 m ²	202 kWh/m ² .an	79%	0,026 €	12.000 litres	52.321 kWh th
105	264,60 m ²	198 kWh/m ² .an	79%	0,029 €	12.000 litres	52.448 kWh th
107	269,64 m ²	195 kWh/m ² .an	79%	0,031 €	12.000 litres	52.571 kWh th
109	274,68 m ²	192 kWh/m ² .an	80%	0,033 €	12.000 litres	52.690 kWh th
110	277,20 m ²	190 kWh/m ² .an	80%	0,034 €	12.000 litres	52.751 kWh th
112	282,24 m ²	187 kWh/m ² .an	80%	0,036 €	12.000 litres	52.864 kWh th
114	287,28 m ²	184 kWh/m ² .an	80%	0,038 €	12.000 litres	52.973 kWh th

Il est intéressant de remarquer l'évolution de la fraction solaire en fonction du nombre de m² de capteurs installés suivant une courbe spécifique non linéaire (voir ci-dessous). A partir d'un certain nombre de capteurs, un tassement du gain solaire s'opère et le fait d'ajouter des capteurs additionnels devient de moins en moins intéressant. L'important est de déterminer jusqu'où le projet reste économiquement intéressant.



Pour ce projet, le dimensionnement classique permettrait de réaliser une fraction solaire de 45%. Le dimensionnement Optimum Safe en drainback permettrait quant à lui de réaliser une fraction solaire de 77%. Tandis que le dimensionnement Optimum maximum ira jusqu'à une fraction solaire de 79%.

Calcul du prix de l'énergie (en kWh) sur 20 ans

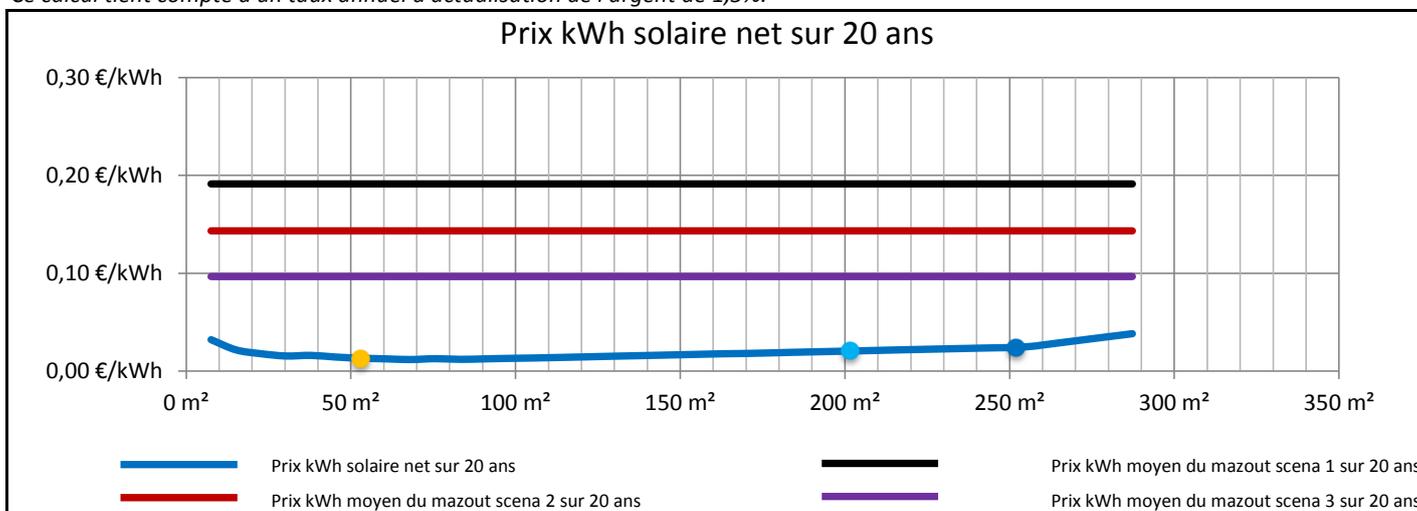
Le prix des énergies fossiles ne cesse d'augmenter. Afin de déterminer les tendances futures du prix de l'énergie, nous avons étudié l'évolution du prix de l'énergie fossile durant les 15 dernières années. Considérons donc trois scénarios bien distincts :

Scénario 1 (équivalent aux 15 dernières années) : évolution du prix du mazout de 9,3% par an (ligne noire sur le graphique ci-dessous). Soit un prix moyen sur 20 ans de 0,19 €/kWh.

Scénario 2 (intermédiaire) : évolution du prix du mazout de 6,9% par an (ligne rouge sur le graphique ci-dessous). Soit un prix moyen actualisé sur 20 ans de 0,14 €/kWh.

Scénario 3 (conservateur) : évolution du prix du mazout de 3,5% par an (ligne mauve sur le graphique ci-dessous). Soit un prix moyen actualisé sur 20 ans de 0,10 €/kWh.

Ce calcul tient compte d'un taux annuel d'actualisation de l'argent de 1,5%.

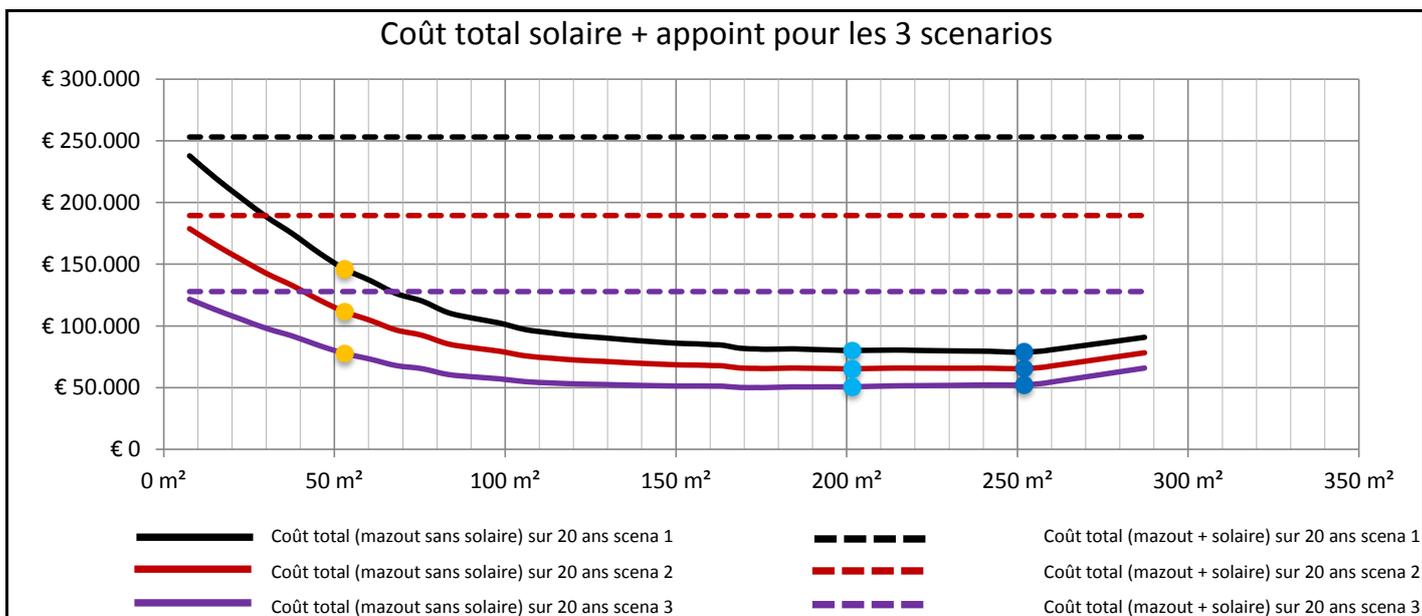


Dans un premier temps, en augmentant la surface de capteurs, on diminue le coût du kWh solaire. C'est principalement grâce à la diminution du prix au m² de capteurs, associée à une production d'énergie importante. Ensuite, la perte de productivité n'est plus compensée par la diminution du prix au m². Par contre, le prix de l'énergie des deux dimensionnements en drainback restent en dessous du prix moyen sur 20 ans même du scénario le plus conservateur. Il est donc intéressant d'aller un peu plus loin dans l'analyse de ces données.

Calcul du coût total de l'énergie avec et sans capteurs solaires :

Le besoin énergétique annuel est estimé à 66.133 kWh pour chauffer l'eau sanitaire. Sur 20 ans, cela représente un budget de 383.566 € Brut sur base du premier scénario.

Sur l'illustration suivante, le coût de l'installation solaire est additionnée au coût du mazout encore nécessaire sur 20 ans pour chauffer l'eau. Chaque courbe atteint un seuil minimum qui correspond au Dimensionnement Optimum™ économique de ce projet pour les trois scénarios envisagés.



Les lignes horizontales pointillées déterminent le coût total en mazout nécessaire au chauffage de l'eau chaude sanitaire sur 20 ans selon les 3 différents scénarios envisagés et sans solaire.

Les courbes situées en dessous montrent l'intérêt de placer une installation solaire et cumulent deux données :

1. Le coût total de l'installation solaire net,
2. le coût résiduel de mazout encore nécessaire pour assurer l'appoint.

La différence entre la ligne horizontale et la courbe correspond à l'économie net réalisée grâce au système solaire.

Résultats chiffrés de l'étude :

Scénario 1	Sans Solaire	Système classique	Dimensionnement Optimum	Dimensionnement Optimax
Surface de capteurs solaires	0,00 m ²	52,92 m ²	201,60 m ²	252,00 m ²
Nombre de capteurs	0	21	80	100
Volume stockage	0 Litres	2500 Litres	9000 Litres	12000 Litres
Litres de stockage par m ²	0 L/m ²	47 L/m ²	45 L/m ²	48 L/m ²
Fraction solaire	0,0%	45,4%	76,5%	78,8%
Energie solaire produite/économisée par an	0 kWh th	30.003 kWh th	50.608 kWh th	52.119 kWh th
Equivalent Litres de mazout	0	3.750 Litres	6.326 Litres	6.515 Litres
Coût total de l'installation solaire (matériel + mo)	0 €	55.093 €	178.996 €	217.881 €
Total primes et économies fiscales	0 €	47.185 €	158.279 €	192.664 €
Coût net système solaire	0 €	7.908 €	20.717 €	25.217 €
Prix kWh solaire net sur 20 ans	0,000 €	0,013 €	0,020 €	0,024 €
Coût total (mazout sans solaire) sur 20 ans	253.192 €	138.323 €	59.437 €	53.653 €
Coût total (mazout + solaire) sur 20 ans	253.192 €	146.230 €	80.154 €	78.871 €
Economie totale réalisée sur 20 ans	0 €	114.870 €	193.755 €	199.539 €
Economie net réalisée sur 20 ans	0 €	106.962 €	173.038 €	174.322 €
% Economie avec Solaire	0%	-42%	-68%	-69%
Scénario 2	Sans Solaire	Système classique	Dimensionnement Optimum	Dimensionnement Optimax
Surface de capteurs	0,00 m ²	52,92 m ²	201,60 m ²	252,00 m ²
Nombre de capteurs	0	21	80	100
Volume stockage	0 Litres	2500 Litres	9000 Litres	12000 Litres
Litres de stockage par m ²	0 L/m ²	47 L/m ²	45 L/m ²	48 L/m ²
Fraction solaire	0,0%	45,4%	76,5%	78,8%

Energie solaire produite/économisée par an	0 kWh th	30.003 kWh th	50.608 kWh th	52.119 kWh th
Equivalent Litres de mazout	0	3.750 Litres	6.326 Litres	6.515 Litres
Coût total de l'installation solaire (matériel + mo)	0 €	55.093 €	178.996 €	217.881 €
Total primes et économies fiscales	0 €	47.185 €	158.279 €	192.664 €
Coût net système solaire	0 €	7.908 €	20.717 €	25.217 €
Prix kWh solaire net sur 20 ans	0,000 €	0,013 €	0,020 €	0,024 €
Coût total (mazout sans solaire) sur 20 ans	189.495 €	103.524 €	44.484 €	40.155 €
Coût total (mazout + solaire) sur 20 ans	0 €	111.431 €	65.201 €	65.373 €
Economie totale réalisée sur 20 ans	0 €	85.971 €	145.011 €	149.340 €
Economie net réalisée sur 20 ans	0 €	78.064 €	124.294 €	124.122 €
% Economie avec Solaire	0%	-41%	-66%	-66%
Scénario 3	Sans Solaire	Système classique	Dimensionnement Optimum	Dimensionnement Optimisé
Surface de capteurs	0,00 m²	52,92 m²	201,60 m²	176,40 m²
Nombre de capteurs	0	21	80	70
Volume stockage	0 Litres	2500 Litres	9000 Litres	8000 Litres
Litres de stockage par m ²	0 L/m ²	47 L/m ²	45 L/m ²	45 L/m ²
Fraction solaire	0,0%	45,4%	76,5%	75,2%
Energie solaire produite/économisée par an	0 kWh th	30.003 kWh th	50.608 kWh th	49.746 kWh th
Equivalent Litres de mazout	0	3.750 Litres	6.326 Litres	6.218 Litres
Coût total de l'installation solaire (matériel + mo)	0 €	55.093 €	178.996 €	159.130 €
Total primes et économies fiscales	0 €	47.185 €	158.279 €	140.712 €
Coût net système solaire	0 €	7.908 €	20.717 €	18.418 €
Prix kWh solaire net sur 20 ans	0,000 €	0,013 €	0,020 €	0,019 €
Coût total (mazout sans solaire) sur 20 ans	127.773 €	69.804 €	29.995 €	31.660 €
Coût total (mazout + solaire) sur 20 ans	0 €	77.712 €	50.712 €	50.078 €
Economie totale réalisée sur 20 ans	0 €	57.969 €	97.778 €	96.113 €
Economie net réalisée sur 20 ans	0 €	50.061 €	77.062 €	77.696 €
% Economie avec Solaire	0%	-39%	-60%	-61%

Conclusions

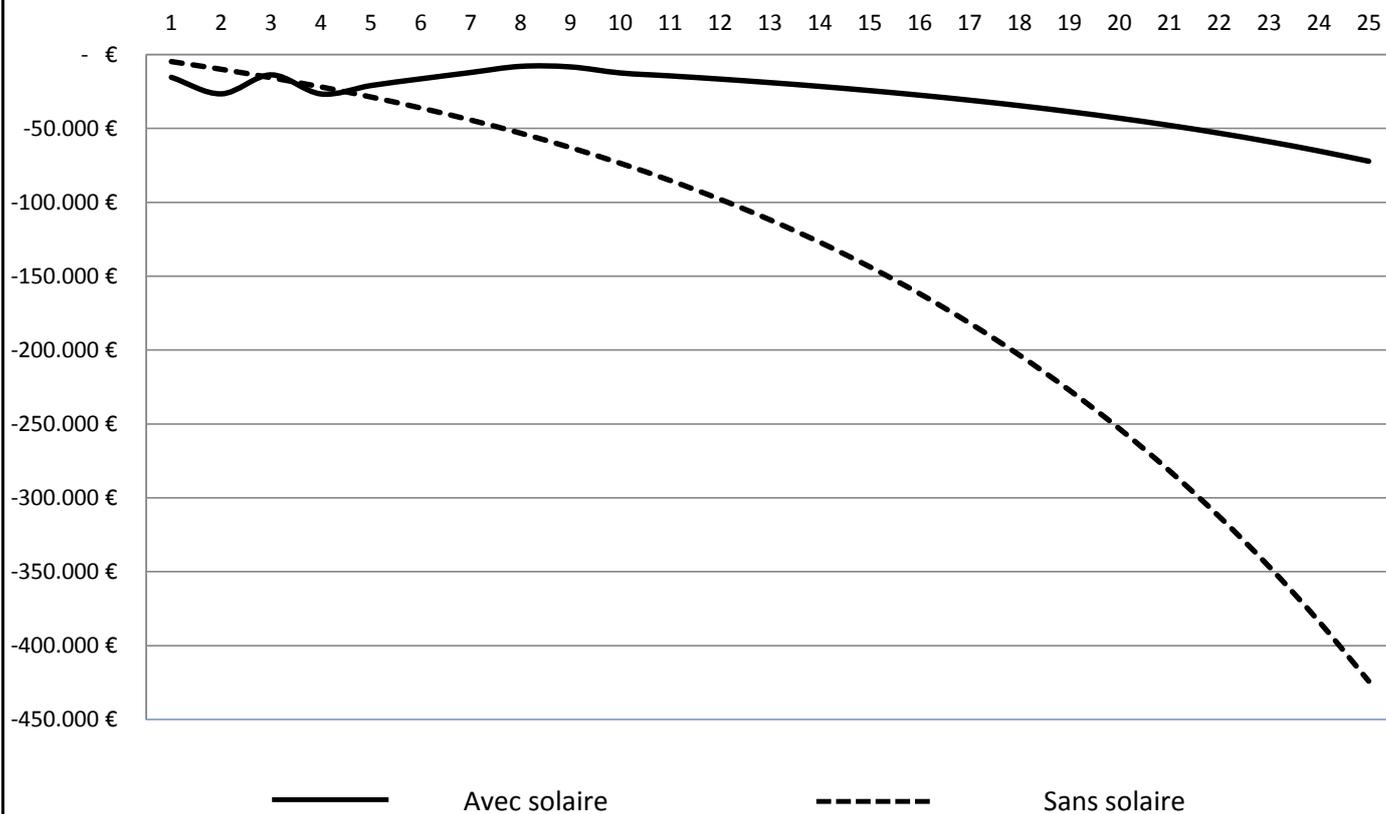
Les résultats de cette étude démontrent qu'avec une augmentation du mazout similaire aux 15 dernières années (Scenario 1), le Dimensionnement Optimax (économie maximum) comprend une surface de 252 m² de capteurs solaires, soit 100 capteurs, couplés à des ballons de stockage d'un volume total de 12.000 litres.

En tenant compte des différents paramètres pouvant influencer la rentabilité de l'investissement et sur base d'une analyse purement économique, Sunoptimo préconise le Dimensionnement Optimum permettant d'obtenir de nombreux avantages tout en limitant au maximum les risques liés aux paramètres non maîtrisables.

Pour ce projet, le Dimensionnement Optimum est de 80 capteurs solaires d'une surface totale de 202 m² optique, couplés à des ballons de stockage d'un volume total de 9.000 litres. Cette installation permettrait d'obtenir une fraction solaire de 76,5% ainsi qu'une économie actualisée sur 20 ans de 173.038 € après retour sur investissement, pour autant que le mazout continue à évoluer comme il l'a fait les 15 dernières années. (Scenario 1)

Pour ce projet, Sunoptimo préconise donc le placement de 80 capteurs, correspondant au Dimensionnement Optimum.

Comparaison du coût total pour le chauffage de l'eau année par année



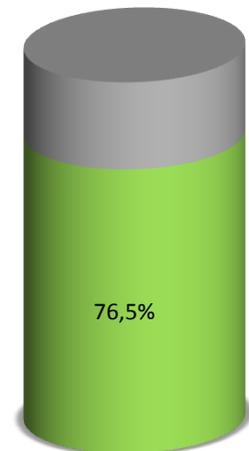
Résultats de l'installation

Nb capteurs Optisun	80	soit 201,6 m ²	Nb de ballon	3 pce(s)
Estimation L. tuyauterie	232,00 m au total		Volume d'un ballon	3.000 litres
Diamètre tuyauterie	44 mm		Diamètre de la cuve	120 cm
			Volume total:	9.000 litres

Remarques

Les résultats présentés ne sont que des approximations. En effet la méthode de calcul SOLO (développée par le CSTB) se base sur des calculs mensuels de la production solaire. De plus les pertes thermiques d'une éventuelle boucle de distribution ne sont pas prises en compte par cette méthode.

	Besoins (en kWh/mois)	Apports solaires (en kWh/mois)	Taux de couverture
Janvier	6.040	1.901	31,5%
Février	5.424	2.733	50,4%
Mars	5.838	5.220	89,4%
Avril	5.489	5.318	96,9%
Mai	5.482	5.375	98,0%
Juin	5.145	5.050	98,2%
Juillet	5.198	5.104	98,2%
Août	5.198	5.096	98,0%
Septembre	5.145	4.953	96,3%
Octobre	5.566	4.824	86,7%
Novembre	5.627	3.070	54,6%
Décembre	5.981	1.963	32,8%
TOTAL annuel	66.133 kWh	50.608 kWh	76,5% soit 251 kWh/m ² .an



Taux de couverture

