

Guide des bonnes pratiques

# **LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA RÉNOVATION**

---

RETOURS D'EXPÉRIENCES EN SOLAIRE THERMIQUE,  
SOLAIRE HYBRIDE ET RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE.



# **LES ÉNERGIES RENOUVELABLES DANS LA RÉNOVATION**

---

Introduction .....	3
Intégration d'installations solaires en site classé .....	5
Le solaire thermique en rénovation .....	6
Le solaire hybride en rénovation .....	8
La récupération d'énergie sur eaux grises en rénovation.....	11
Étude de cas : Solaire thermique à Marseille .....	13
Étude de cas : Solaire hybride à Nantes .....	15
Ressources disponibles.....	17
Remerciements .....	19

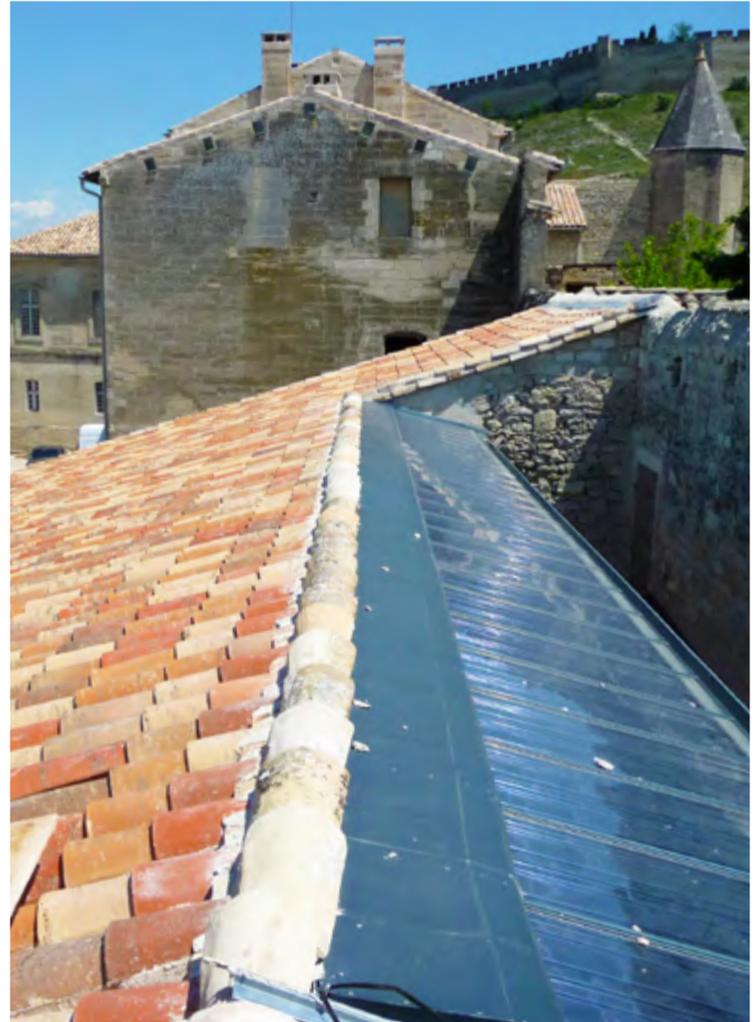
## INTRODUCTION

En 2020, EnvirobatBDM met sur pied un groupe de travail (GT) sur le thème de l'intégration des énergies renouvelables et de récupération (EnR&R) dans les projets de rénovation de bâtiments tertiaires et d'habitat collectif. En effet, si la rénovation est l'enjeu majeur d'une filière bâtiment qui s'inscrit dans une démarche de développement durable, intégrer des énergies renouvelables dans un projet de rénovation suppose des spécificités propres, différentes du neuf. Adhérent-e-s et expert-e-s ont ainsi été mobilisés pour partager leurs retours d'expérience et faciliter à terme la décision de mise en œuvre d'une solution d'énergie renouvelable dans les projets de rénovation. Pour mener à bien ce travail, EnvirobatBDM a missionné le bureau d'études Eginov (ex winergia) pour l'accompagner dans son travail d'animation et de recueil de données.

Trois sessions de travail d'une demi-journée ont été consacrées à ce sujet. Elles ont permis de spécifier les orientations du GT, les technologies et enjeux prioritaires. Chaque réunion de travail a regroupé entre 9 et 17 participants.

Ce travail de groupe a été restitué le 24 novembre 2020 à l'occasion d'un EnviroDEBAT qui a réuni plus de 80 participants.

*La Chartreuse - Villeneuve-lez-Avignon*  
© Olivier Cadart



## INTRODUCTION

À l'issue de la première session, les participants du groupe de travail ont retenu quatre enjeux et technologies prioritaires liés à l'intégration d'énergies renouvelables dans les projets de rénovation et pour lesquelles des difficultés persistent au moment de faire adhérer les décideurs.

### Constats des participants du groupe de travail pour les technologies retenues

<b>Solaire thermique et photovoltaïque</b>	Avis défavorable des Architectes des Bâtiments de France (ABF) très fréquent sur les projets de rénovation intégrant des installations photovoltaïques en toiture en zone protégée, bâtiment tertiaire ou de logement.
<b>Solaire thermique</b>	De nombreuses installations ont été mises en œuvre ces 15 dernières années, mais de nombreux problèmes d'exploitation ont conduit les MOA à douter de l'intérêt de la technologie.
<b>Solaire hybride</b>	Malgré l'ancienneté de cette technologie, peu de visibilité de la part des participants sur la performance réelle de ces installations et sur les contraintes d'exploitation. Difficulté à la valoriser et à proposer une approche en coût global aux MOA.
<b>Récupération de chaleur sur eaux grises</b>	Le modèle économique pour le déploiement des solutions de récupération d'énergie sur eaux grises est méconnu ; beaucoup de systèmes existent, mais certains ont des coûts induits masqués. Dans le même temps, le manque de retours d'expérience des bureaux d'études quant aux précautions de mise en œuvre et à la performance réelle de ces installations en freine la prescription.

*Ces orientations reflètent l'intérêt des participants au moment de la discussion et ne revêt en aucun cas un jugement de valeur sur la pertinence d'autres énergies renouvelables et de récupération. Le sujet de la biomasse identifié dans un premier temps a été abandonné car il faisait l'objet d'un travail simultané dédié de la part des Communes Forestières. Ce travail devrait être disponible courant 2021. Par ailleurs la [Mission régionale bois énergie](#) propose de nombreuses ressources et appui au développement de projets bois énergie collectif.*

En dehors du sujet administratif spécifique au solaire, le groupe de travail a travaillé selon deux axes :

- ① La conception technique, en s'appuyant sur des bonnes et mauvaises pratiques identifiées par les participants sur leurs projets ;
- ② La performance énergétique et économique effective, en travaillant sur des indicateurs. Pour cette seconde partie, l'appel à contributions lancé auprès des adhérents d'EnvirobatBDM a recueilli un faible volume de réponses. En conséquence, le volume de données analysé est limité et les ordres de grandeur doivent être maniés avec la prudence requise.

La suite du document présente la synthèse par sujet des conclusions du groupe de travail.

# INTÉGRATION D'INSTALLATIONS SOLAIRES EN SITE CLASSÉ

Malgré l'enjeu du dérèglement climatique, l'avis négatif des Architectes des Bâtiments de France (ABF) donne parfois l'impression d'être systématique lorsqu'il s'agit d'installations solaires. Les maîtrises d'œuvre et d'ouvrage deviennent réticentes à formuler un projet intégrant ces équipements.

Cependant, **des expériences positives** ont été identifiées et présentées par les participants au groupe de travail, notamment à **Moustiers-Sainte-Marie (04)** où l'ABF a mené une étude paysagère afin d'identifier les possibilités d'intégration d'installations solaires dans le village. À **Ville-neuve-lès-Avignon (30)**, c'est le bâtiment de la Chartreuse qui accueille 15 m<sup>2</sup> de capteurs thermiques. Leur mise en œuvre plein sud a été possible notamment du fait de l'absence de covisibilité. Dans chaque cas, les facteurs de réussite résident dans l'anticipation des attentes de chacun et des capacités de dialogue. Un constat que partage la FNCCR, Fédération Nationale des Collectivités Concédantes et Régies, dans son [guide Solaire et patrimoine protégé](#) présenté à l'EnviroDEBAT<sup>1</sup> où elle met également en avant le rôle majeur des collectivités au regard de leurs nouvelles compétences en matière d'énergie.

Lors de son intervention pendant l'EnviroDEBAT, le représentant de la DRAC PACA, Direction Régionale des Affaires Culturelles, a présenté **trois guides** et démarches d'intégration notamment du [STAP de l'Aube](#), d'[Enerplan](#) ou de [la commune Barcelonnette](#) qui offrent des pistes pour envisager la mise en œuvre de panneaux solaires en périmètre classé.

---

1. Tous les supports de présentation et documents évoqués lors de l'EnviroDEBAT sont disponibles sur le site ressource d'EnvirobatBDM, [l'EnviroBOITE](#).

## Bonnes pratiques

---

- Intégrer les qualités existantes du bâtiment pour l'améliorer plutôt que de réhabilitation plutôt que de rénovation.
- Veiller à ce que les solutions envisagées soient compatibles avec le patrimoine existant.
- Produire une étude paysagère pour valider l'implantation d'une installation.
- Faire de l'ABF une partie prenante de la définition du projet et discuter des solutions possibles pour aboutir à un projet qui satisfasse les 2 parties.
- En plus des aspects techniques, anticiper l'intégration architecturale avec des perspectives.
- Intégrer la collectivité concernée aux échanges et s'assurer de son appui pour favoriser la discussion.
- Impliquer l'ABF et lui demander de formuler les contraintes imposées au projet avant de projeter la conception. Intégrer cette étape au planning de conception.
- Rester discret dans l'intégration des équipements en travaillant ton sur ton.

## À éviter

---

- Passer outre l'ABF et lui soumettre un projet établi avant d'avoir échangé avec lui.
- Sous-estimer le volet architectural par rapport à la notice technique.
- Croire que tout projet est éligible de fait.

# LE SOLAIRE THERMIQUE EN RÉNOVATION

La filière solaire thermique souffre d'une image dégradée. De nombreux audits menés depuis des années ont mis en avant les nombreux dysfonctionnements de la filière au travers d'installations défectueuses. Effets d'aubaine, limites des formations, faiblesses dans l'exploitation, autant d'écueils qui ont contribué à dégrader l'image d'une technologie dont pourtant tous s'accordent à défendre les qualités et la pertinence.

## Retours sur l'approche technique

A partir de ses retours d'expérience, l'ensemble du groupe de travail a permis d'identifier des projets de rénovation sur lesquels l'intérêt de la technologie solaire thermique n'a pas été démenti. Cela passe notamment par la mise en œuvre de pratiques pragmatiques.

Lors de l'EnviroDEBAT, l'entreprise [Ecogia a présenté le travail de reprise d'une installation mené dans une copropriété marseillaise](#)<sup>2</sup> mettant en avant l'importance de la conception et d'une exploitation anticipée (voir également la fiche retour d'expérience p.13).

La littérature technique et les différents retours d'expérience exposés en session de travail ont mis en avant l'intérêt majeur de pouvoir approcher un profil de consommation d'ECS réel. Un écart entre les hypothèses de dimensionnement et la réalité de la consommation peut en effet nuire à la longévité de l'installation: surdimensionnement et surchauffe, sous-dimensionnement par rapport au réseau d'ECS et sollicitation excessive de l'appoint.

**Les projets de rénovation permettent d'avoir connaissance d'un état initial basé sur des consommations effectives. Un état des lieux, réalisé au démarrage de la phase de conception peut permettre de mieux maîtriser le dimensionnement de l'installation solaire, et est donc primordial.**

## Bonnes pratiques

---

- Favoriser des solutions simples : plus de stockage (surstockage).
- Anticiper l'exploitation: compétences, dimensionnement de la mission d'exploitation / maintenance et budget.
- Intégrer une solution et une prestation de suivi simple permettant d'identifier spécifiquement la production voire une solution de supervision.
- Intégrer au planning de travaux la formation de l'exploitant en fin de chantier.
- Valoriser la prestation de maintenance au sein des groupements et lui attribuer du budget, dans le cadre des CREM par exemple.
- Intégrer des solutions autovidangeables.
- Travailler sur les régimes de températures afin de privilégier l'énergie solaire dans le mélange énergétique final.
- Favoriser un angle d'installation permettant d'éviter les surchauffes en été.
- Dimensionner sur un taux de couverture le plus constant possible.
- Impliquer les usagers en leur permettant de participer au suivi des installations.

## À éviter

---

- Ne pas prévoir de comptage.
- Sous estimer le dimensionnement de la prestation de maintenance.
- Sous-dimensionner la formation à l'exploitation.

---

2. Tous les supports de présentation et documents évoqués lors de l'EnviroDEBAT sont disponibles sur le site ressource d'EnvirobatBDM, [l'EnviroBOITE](#).

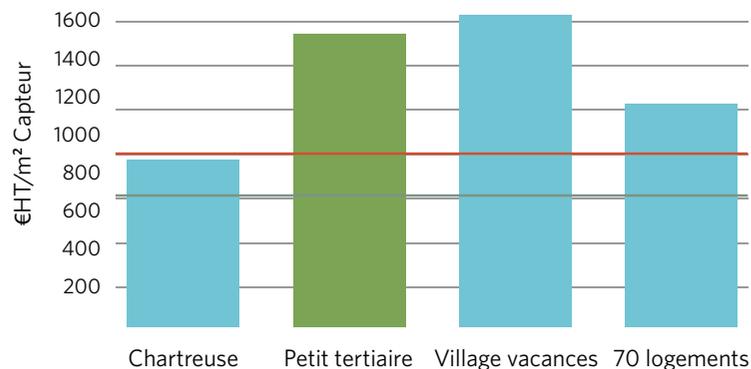
# LE SOLAIRE THERMIQUE EN RÉNOVATION

## Retours d'expérience en chiffres

Les retours d'expérience partagés par les participants ont permis de comparer la réalité économique des projets de rénovation présentés :

- **Chartreuse:** projet de 2009 à Villeneuve-lès-Avignon. La rénovation a permis la réhabilitation de la Chartreuse en résidence d'artistes comptant 8 chambres et 4 studios. L'installation solaire thermique compte 13m<sup>2</sup> de capteurs plan complétés par une chaudière gaz pour le chauffage et un appoint électrique pour l'ECS où le solaire agit en préchauffage. Le budget n'intègre que la fourniture et pose des capteurs solaires. *Source O. Cadart*
- **Petit tertiaire:** installation de 6m<sup>2</sup> sur le bâtiment d'une collectivité, pour l'alimentation d'une installation d'ECS (douches). L'installation était intégrée à un marché global de performance en 2018. Le budget n'intègre que la fourniture et pose de l'installation solaire. *Source Sol.A.I.R*

### Coût unitaire des installations d'ECS solaire sur les projets de rénovation présentés dans le cadre du GT



- **Résidence vacances:** projet d'intégration d'une installation d'ECS solaire à des logements de type T2 et T3 d'un village vacances en Corse, réalisé en 2019. L'installation a consisté en 1,5m<sup>2</sup> de capteurs solaires par logement, avec un système de production centralisée. Le coût intègre tous les frais rattachés à l'installation (fourniture et pose des capteurs, appoint, modification du tarif électrique entre autres). *Source Sol.A.I.R*
- **70 logements:** projet d'intégration d'une installation ECS solaire à un bâtiment de logements collectifs des années 80 à Toulon, réalisé en 2011. L'installation compte 60m<sup>2</sup> de capteurs autovidangeables et 4,5m<sup>3</sup> de stockage. Le coût intègre l'ensemble des frais rattachés à l'installation d'ECS solaire. Des contraintes spécifiques d'accès au local technique ont obligé l'assemblage du ballon de stockage sous la forme de neuf ballons de 500 litres. 60% du montant d'investissement de la copropriété a été couvert par des financements de l'ADEME et de la Région. Ce montant n'a pas été déduit sur le graphique qui suit. *Source Ecogia*

### COMMENTAIRES

La ligne rouge correspond à la valeur haute calculée par SOCOL<sup>3</sup>, et la ligne grise la valeur basse - Les histogrammes bleus concernent des projets de logements et les verts des projets tertiaires.

Les valeurs d'investissement constatées sur 3 des 4 projets de rénovation exposés ici sont supérieures aux valeurs communiquées par SOCOL, qui varient en fonction de la taille de l'installation (900€ HT/m<sup>2</sup> pour 50m<sup>2</sup> d'installation, stockage inclus). Pour les 4 projets, la moyenne est autour de 1275€ HT/m<sup>2</sup>. Pour le projet de tertiaire et de village vacances, la faible taille des installations peut expliquer en partie la différence. Pour les 70 logements, l'écart de 20% ne peut s'expliquer par la seule contrainte liée au local technique. D'autres retours seraient nécessaires pour analyser ces écarts.

3. SOCOL : SOLAIRE COLLECTIF - initiative lancée en 2009 par le syndicat des professionnels de l'énergie solaire ENERPLAN

## LE SOLAIRE HYBRIDE EN RÉNOVATION

Le solaire hybride permet d'allier productions solaires photovoltaïque et thermique et donc d'optimiser l'espace disponible et les productions respectives de chacune des énergies. Il y a cependant encore peu de retours d'expérience en région. Pour pallier ce manque, EnvirobatBDM a invité DualSun, fournisseur de solutions, à partager son expertise dans le cadre de la troisième session de travail.

### Retours sur l'approche technique

Les participants au groupe de travail n'ont pas identifié de contraintes techniques spécifiques à l'intégration de la technologie hybride sur un projet de rénovation, en plus de celles déjà exposées pour le solaire thermique et photovoltaïque.

Trois sujets ont été abordés principalement : le dimensionnement à partir de la production thermique, la maîtrise des surchauffes, le couplage à des productions thermodynamiques.

#### Dimensionnement à partir de la production thermique

Il est ressorti que la technologie doit être considérée avant tout comme une solution de production solaire thermique pour le dimensionnement de l'installation hybride. D'après Laetitia Brottier, cofondatrice de DualSun, producteur français de solution hybride basé à Marseille, la puissance de base d'un module hybride est d'environ « 758W thermique pour un besoin à 30°C et la puissance photovoltaïque de 250Wc électrique dans des conditions extérieures standards (STC) de 1000W/m<sup>2</sup> avec une température ambiante de 25°C »<sup>4</sup>.

L'observation de Mme Brottier a confirmé que « les températures moyennes atteintes au niveau des modules sont supérieures à 45°C pendant la moitié de l'année et permettent un préchauffage du ballon sanitaire ».

Pour éviter toute contrainte supplémentaire sur le dimensionnement des locaux techniques, point sensible des projets de rénovation, il est important de pouvoir installer la partie électrique en toiture ou en comble. Cela rend la solution hybride plus adaptée aux projets de rénovation de bâtiment disposant d'une toiture-terrasse. Sur ces projets, l'emprise de locaux techniques sur la surface du bâtiment est conforme à celle des projets de solaire thermique.

#### Maîtrise des surchauffes

La thèse de Mme Brottier, qui repose notamment sur le suivi de 28 installations sous des climats différents, souligne que le risque de surchauffe au niveau du capteur est très limité, avec « une température de stagnation du concept DualSun de l'ordre de 75°C pour un ensoleillement de 1000W/m<sup>2</sup> et une température ambiante de 30°C ».

À la lumière des incertitudes relatives aux consommations réelles d'ECS, qui peuvent être source de désordre comme cela a été évoqué pour le solaire thermique, cette résilience face aux surchauffes est un avantage important de la technologie hybride.

---

4. Laetitia Brottier. *Optimisation biénergie d'un panneau solaire multifonctionnel : du capteur aux installations in situ*. Mécanique [physics.med-ph]. Université Paris-Saclay, 2019. Français. NNT : 2019SACLN009, page 4

# LE SOLAIRE HYBRIDE EN RÉNOVATION

## Couplage à des productions thermodynamiques

Dans le cadre de rénovation de bâtiments ayant une production d'ECS centralisée, le couplage solaire hybride / production thermodynamique est pertinent. En effet, les surfaces de locaux techniques rendus disponibles avec le curage de chaufferies fioul ou gaz permettent souvent l'implantation de ces solutions. La pompe à chaleur permet une réhausse importante du niveau de température du réseau d'eau, adaptée à de la production d'ECS ou à l'alimentation d'un réseau de chauffage existant (si l'installation existante était commune à l'ECS et au chauffage).

Il est donc pertinent de coupler cette technologie à un appoint thermodynamique dans le cadre de projets de rénovation. Cela permet de valoriser la production thermique de l'installation solaire tout au long de l'année avec des régimes de température plus bas qu'en préchauffage direct, et d'amortir le coût électrique de fonctionnement de la pompe à chaleur grâce à la production photovoltaïque. Dans [l'étude de cas du foyer la Marseillaise à Nantes présentée par Pouget consultants lors de l'EnviroDEBAT<sup>5</sup>](#) (voir également p.15), les résultats montrent une couverture énergétique équivalente à 80% des besoins annuels d'ECS, énergies thermiques et électriques confondues.

## Bonnes pratiques

---

- Dimensionner l'installation à partir des besoins thermiques.
- Envisager le couplage à une production thermodynamique.

## À éviter

---

- Sous-évaluer le dimensionnement des locaux techniques.

*NB: les pratiques présentées sont à compléter de celles présentées pour le solaire thermique qui sont également pertinentes pour le solaire hybride.*

---

5. Tous les supports de présentation et documents évoqués lors de l'EnviroDEBAT sont disponibles sur le site ressource d'EnvirobatBDM, l'[EnviroBOITE](#).

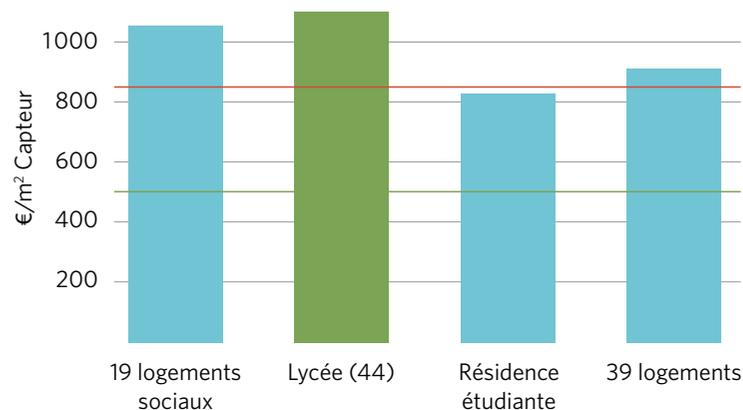
# LE SOLAIRE HYBRIDE EN RÉNOVATION

## Quelques retours chiffrés

Les données chiffrées partagées dans le cadre de la troisième session du groupe de travail par DualSun concernent pour moitié des projets de bâtiments existants et pour l'autre moitié des projets neufs.

- **19 logements sociaux:** projet de bâtiment neuf de 2019 situé à Voreppe (38). L'énergie thermique produite est valorisée pour la production d'ECS. L'installation compte 20 panneaux Dualsun Spring 310M isolés, couplés à un stockage de 1m<sup>3</sup>. Le prix comprend la fourniture et pose de ces éléments.
- **Lycée:** construction neuve du lycée de Carquefou (44) inaugurée en 2017. L'énergie thermique produite est valorisée pour la production d'ECS. L'électricité produite est autoconsommée à l'échelle du bâtiment. L'installation compte 90 panneaux DualSun Spring 280M non isolés couplés à un stockage de 5m<sup>3</sup> et à deux pompes à chaleur de 12kW. Le prix comprend la fourniture et pose de ces éléments.
- **Résidence étudiante:** projet sur un bâti ancien, réalisé en 2019 aux Pays-Bas. L'énergie thermique produite est valorisée pour la production d'ECS. L'installation compte 303 panneaux DualSun Spring 280M non isolés couplés à un stockage de 10m<sup>3</sup> et une pompe à chaleur de 150kW. Le prix ne comprend que la fourniture et la pose des panneaux hybrides.
- **39 logements:** projet de rénovation d'un bâtiment situé à Nantes (44), réalisé en 2018. L'énergie thermique produite est valorisée pour la production d'ECS. L'énergie électrique est consommée soit au niveau du bâtiment, soit par un bâtiment voisin raccordé à l'installation dans le cadre du projet. L'installation compte 66 m<sup>2</sup> de panneaux solaires hybrides couplés à un stockage de 2m<sup>3</sup> et une pompe à chaleur eau / eau de 8kW. Le prix comprend la fourniture et la pose de ces éléments.

## Coût unitaire des installations solaires hybrides sur les projets présentés dans le cadre du GT



### COMMENTAIRES

La ligne rouge correspond à la valeur haute donnée par DualSun<sup>6</sup>, et la verte la valeur basse. Les histogrammes bleus concernent des projets de logements, les verts des projets tertiaires.

Les valeurs d'investissement dans les projets de rénovation communiquées par DualSun, ne concernent que la fourniture et pose des panneaux solaires hybrides. Et l'ordre de grandeur semble confirmé sur les projets présentés. Pour le projet de rénovation de 39 logements à Nantes, le coût est d'environ 910€/m<sup>2</sup> de capteurs équivalent à une solution solaire thermique standard.

Le manque de données spécifiques à des projets de rénovation ne permet pas une analyse plus fine des coûts. La compilation de retours d'expérience sur des installations solaires hybrides en rénovation doit se poursuivre pour permettre d'avoir une meilleure maîtrise de l'économie de projet sur cette technologie.

6. DualSun est un fabricant français de panneaux solaires hybrides, implanté à Marseille.

# LA RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SUR EAUX GRISES EN RÉNOVATION

Le poste de consommation ECS devenant le plus important dans le neuf comme dans les projets de rénovation performante; c'est aussi sur ce poste que se concentrent les plus grands gisements d'énergie. Il y a cependant encore peu de retours d'expérience en région. Pour pallier ce manque, EnvirobatBDM a invité Evolsys, fournisseur de solutions, à partager son expertise dans le cadre de la seconde session de travail. Seules les solutions dites « passives » i.e sans couplage à une pompe à chaleur ont été abordées.

## Retours sur l'approche technique

Les solutions de récupération de chaleur sur eaux grises sont simplement des échangeurs de chaleur à contre-courant. L'absence de mécanique en fait une solution facile à mettre en œuvre dans le cadre des projets de rénovation. Pour qu'une telle solution soit performante, il est donc nécessaire d'optimiser la conception du système de façon à maximiser le potentiel de récupération d'énergie, donc la température des eaux grises au point d'échange. L'emplacement des solutions de récupération d'énergie sur le réseau d'évacuation d'eaux grises est déterminant. Les deux principaux choix offerts aux projets de rénovation sont :

- Une récupération de chaleur sur eaux grises individualisée: au plus proche des points de puisage afin de profiter d'un potentiel thermique des eaux grises plus important.
- Une récupération de chaleur centralisée à l'échelle du bâtiment: au niveau de la collecte de l'ensemble des eaux grises. Cette dernière solution nécessite donc la séparation des eaux grises et des eaux vannes, ce qui est rarement le cas dans l'existant.

## Pratiques reproductibles sur des projets d'installations de récupération sur les eaux grises

### Bonnes pratiques

---

- Séparer les réseaux eaux grises des réseaux d'eaux vannes au niveau des chutes d'eau.
- Pour les rénovations lourdes, privilégier la récupération d'énergie individuelle.
- En rénovation légère (pas de reprise des évacuations de douche), privilégier un récupérateur central.

### À éviter

---

- Travailler sur une récupération de chaleur sur les eaux-vannes - rendement dégradé.

# LA RÉCUPÉRATION D'ÉNERGIE SUR EAUX GRISES EN RÉNOVATION

## Quelques retours chiffrés

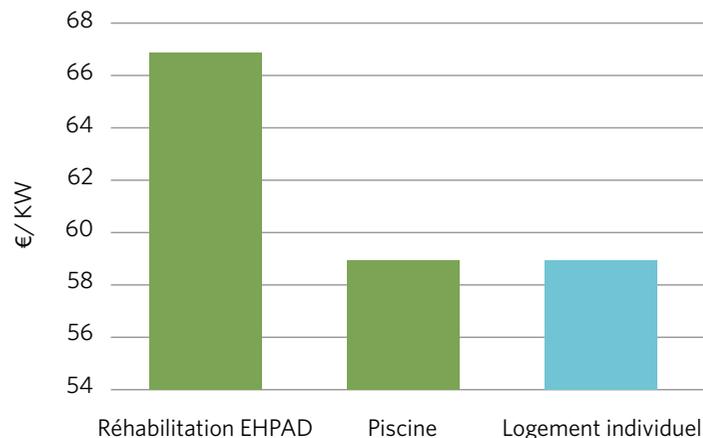
D'après ses retours d'expérience, Evolsys estime le potentiel d'efficacité énergétique à :

- 30% d'économie d'énergie sur la production d'ECS, pour une solution de type centralisée.
- 40% d'économie d'énergie sur la production d'ECS, pour une solution individualisée.

Les trois retours d'expérience présentés à la suite sont donc issus de l'expérience du fournisseur de solutions sur des projets de rénovation.

- **Réhabilitation EHPAD:** récupération de chaleur individualisée sur douches à l'italienne de type Showerdrain mise en œuvre au niveau de chaque bac à douche des chambres de l'EHPAD. Au total, la puissance d'échangeur installée était de 150 kW. L'appoint pour la production de l'ECS est assuré par une chaudière gaz. L'installation a été mise en œuvre en 2019.
- **Piscine:** récupération de chaleur centralisée (type SPX) mise en œuvre sur l'évacuation des eaux usées des douches de la piscine. Au total, la puissance d'échangeur installée était de 102 kW. L'appoint pour la production de l'ECS est assuré par une chaudière gaz. L'installation a été mise en œuvre en 2020.
- **Logement individuel:** récupération de chaleur centralisée de type Showerpipe mise en œuvre sur l'évacuation des eaux usées des douches d'un logement. Au total, la puissance d'échangeur installée était de 17 kW. L'appoint pour la production de l'ECS est assuré par un ballon électrique. L'installation a été mise en œuvre en 2020.

## Coût unitaire des installations de récupération de chaleur sur eaux grises sur les projets de rénovation présentés par Evolsys



### COMMENTAIRES

Les histogrammes bleus concernent des projets de logements et les histogrammes verts des projets tertiaires.

Les tarifs fournis posés de la solution de récupération d'énergie sur eaux grises présentés sont homogènes avec une variation de l'ordre de 10% maximum. La solution de type caniveau de douche, intégrable directement aux bacs à douche est la plus coûteuse.

Le manque de données hors fournisseur de solutions ne permet pas une analyse plus fine des coûts. La compilation de retours d'expérience sur des installations de récupération de chaleur sur eaux grises doit se poursuivre pour permettre d'avoir une meilleure maîtrise de l'économie de projet sur cette technologie.

# ÉTUDE DE CAS

## SOLAIRE THERMIQUE À MARSEILLE

Données fournies par Ecogia, entreprise chargée de la réhabilitation de l'installation solaire défectueuse, puis de l'exploitation / maintenance de l'installation rénovée.

### Fiche d'identité du bâtiment existant

- Bâtiment de 280 logements, situé à Marseille.
- Installation solaire thermique datant de 2014.
- 230 m<sup>2</sup> de capteurs soit 0,8 m<sup>2</sup> de capteur / logement.
- Appoint gaz avec 2 chaudières de 115 kW unitaires pilotées en cascade.
- Schéma de stockage eau technique dit « eau morte ».
- Production ECS à la demande via station échangeur à plaques.
- Stockage de 15 m<sup>3</sup>, soit 50% du besoin journalier en ECS.
- Nombreux dysfonctionnements constatés :
  - Insuffisance ECS aux heures de pointes
  - Usagers se plaignant de fluctuations de la température d'eau de douche
  - Dégradations accélérées des équipements de production d'ECS et pannes récurrentes
  - Ouvertures d'un dossier Dommages Ouvrages DO



Copropriété Ilot 18 - Marseille. © ECOGIA

# ÉTUDE DE CAS

## SOLAIRE THERMIQUE À MARSEILLE

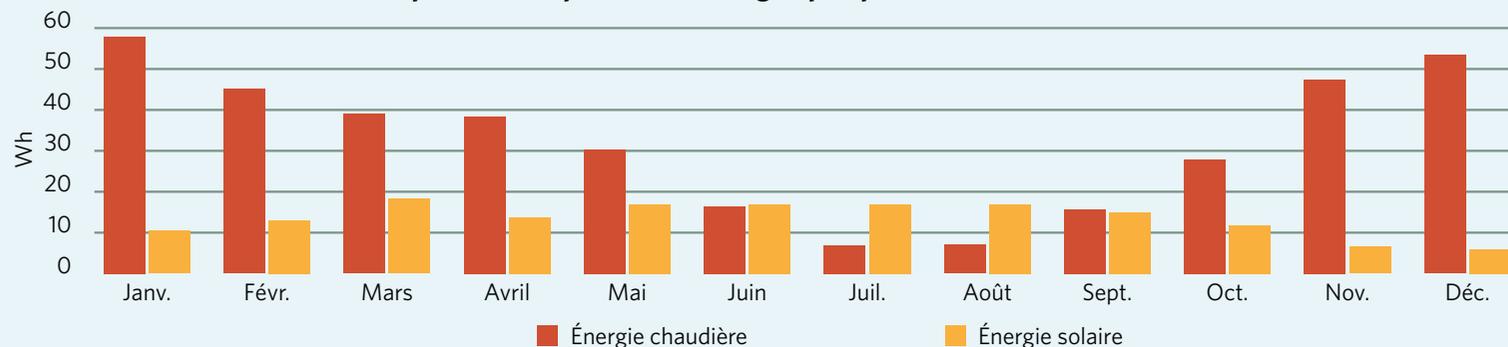
### Travaux réalisés sur le solaire thermique

- 2017: L'offre d'Ecogia imposant 20k€ de travaux et s'engageant sur 7000€ d'économies annuelles est retenue
- 25 k€ investis en 2018 pour que l'entreprise puisse reprendre installation:
  - Modification hydraulique pour optimiser le schéma
  - Mise en place de comptages multiples d'énergie pour permettre le suivi en exploitation de l'installation
  - GTC pour pilotage centralisé de la chaufferie
  - Remplacement d'un détendeur d'un facteur 10

### Retour d'expérience

- Débit de pointe de puisage pour l'ECS réel mesuré: 5,5 m<sup>3</sup>/h, contre 19 m<sup>3</sup>/h pour le bâtiment d'après le DTU
- Persistance des problèmes de distribution liée à variation de pressions EF / ECS
- 8 000€ d'économie annuelle après la refonte des installations solaires de 2018
- 139 MWh d'énergie solaire valorisée en plus par rapport au fonctionnement initial

Répartition des productions énergétiques pour l'eau chaude (2018)



# ÉTUDE DE CAS

## SOLAIRE HYBRIDE À NANTES

Données fournies par Pouget Consultants, bureau d'études en charge de la maîtrise d'œuvre technique du projet et du suivi d'exploitation sur 18 mois.

### Fiche d'identité du projet de rénovation

- Bâtiment de 1929 situé à Nantes, requalifié de bureaux à logements comptant 31 studios en logement social
- Projet de rénovation complète (enveloppe + lots techniques) avec la création d'un attique
- Performance visée: BBC Rénovation ; Ubat = Ubat,ref - 48%
- Autoconsommation individuelle et collective de l'électricité photovoltaïque avec le bâtiment voisin
- Chauffage électrique direct par émetteurs muraux
- ECS électrique par ballon thermo-solaire collectif, HelioPAC System+
  
- Outil de supervision technique mis en œuvre s'appuyant sur:
  - 170 compteurs électriques (comptage par usage par logement)
  - 45 sondes de température
  - Compteurs thermiques
  - Compteurs volumétriques d'eau



Bâtiment la Marseillaise - Nantes. © Vincent Braire.

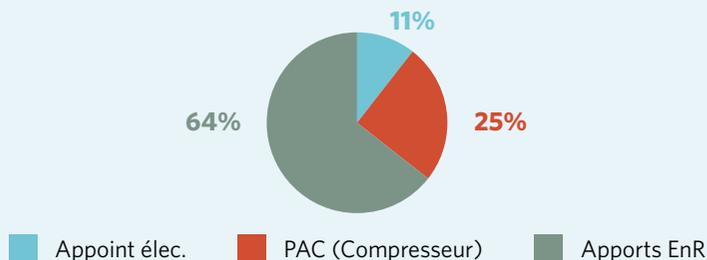
# ÉTUDE DE CAS

## SOLAIRE HYBRIDE À NANTES

### Travaux réalisés sur le solaire hybride

- 66 m<sup>2</sup> de panneaux solaires hybrides (sur un total de 165m<sup>2</sup>)
- **60 k€ investis en 2018** pour une solution couplant une pompe à chaleur à des panneaux solaires hybrides – solution HELIOPACsystem+®
- Comptage spécifique :
  - Énergie électrique produite par l'installation photovoltaïque complète (PV + hybride)
  - Énergie électrique absorbée par la pompe à chaleur
  - Énergie électrique absorbée par les thermoplongeurs
  - Énergie thermique produite par l'installation solaire
- Visualisation de la production d'ECS et de l'installation solaire sur l'outil de supervision
- Mission de suivi sur 18 mois d'exploitation confiée à Pouget Consultants :
  - Analyse des index de comptage
  - Suivi des températures (départ ECS, retour bouclage)

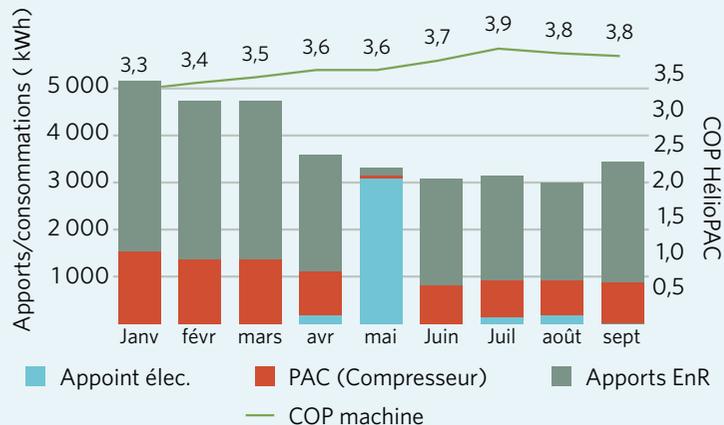
### Couverture des besoins totaux - Janvier à septembre 2020



### Retour d'expérience

- Recours appoint électrique :
  - Mai : fuite sur le réseau primaire; arrêt de la PAC fin avril
  - Juillet - Août : utilisation des épingles électriques lorsque le surplus d'électricité photovoltaïque > puissance épingle électrique et si Tstockage <62°C)
- Coefficients de performance : conformes aux valeurs théoriques
- 12,5 MWhélec + 22 MWhtherm produits par l'installation hybride et 12,9 MWhélec consommés par la pompe à chaleur et 3,7 MWhélec consommés par l'appoint électrique.

### Bilan Énergétique 2020 - HeliopAC



## RESSOURCES DISPONIBLES

### Installations solaires en sites classés

- Le guide de la FNCCR : Créer les paysages d'aujourd'hui en respectant l'héritage du passé : énergie solaire et patrimoine protégé  
<https://www.fnccr.asso.fr/article/guide-solaire-et-patrimoine-protége/>
- Le guide d'intégration architecturale des capteurs solaires du STAP de l'Aube  
[https://www.enviroboite.net/IMG/pdf/guide\\_integration\\_capteurs\\_solaires\\_stap\\_aube.pdf?3231/22492de283f16b0a04cbe354cc1c8404da76983c](https://www.enviroboite.net/IMG/pdf/guide_integration_capteurs_solaires_stap_aube.pdf?3231/22492de283f16b0a04cbe354cc1c8404da76983c)
- Le guide d'intégration architecturale des capteurs solaires d'Enerplan  
[https://www.enviroboite.net/IMG/pdf/guide\\_integration\\_architecturale\\_enerplan.pdf?3232/95451b5bf6920a65190cebe708b62de658e4937a](https://www.enviroboite.net/IMG/pdf/guide_integration_architecturale_enerplan.pdf?3232/95451b5bf6920a65190cebe708b62de658e4937a)
- L'étude complémentaire pour l'intégration architecturale de panneaux solaires photovoltaïques en secteur AVAP de la commune de Barcelonnette.  
[https://www.enviroboite.net/IMG/pdf/etude\\_complementaire\\_pour\\_integration\\_pv\\_barcelonnette.pdf?3230/ef6fee395bad715f6261091dc3aa3b46f5de798f](https://www.enviroboite.net/IMG/pdf/etude_complementaire_pour_integration_pv_barcelonnette.pdf?3230/ef6fee395bad715f6261091dc3aa3b46f5de798f)
- L'association Sites et Cités remarquables de France proposent de nombreuses ressources sur le traitement du patrimoine  
<https://www.sites-cites.fr>

### Installations solaires thermiques

- La présentation de l'étude de cas proposée par Ecogia sur une copropriété à l'occasion de l'EnviroDEBAT du 24 novembre 2020  
[https://www.enviroboite.net/IMG/pdf/envirodebat\\_enr\\_reno\\_ecogia\\_24-11-2020\\_1\\_.pdf?3227/255c78404d17f88d13d9d6751fe02346fe6a6a98](https://www.enviroboite.net/IMG/pdf/envirodebat_enr_reno_ecogia_24-11-2020_1_.pdf?3227/255c78404d17f88d13d9d6751fe02346fe6a6a98)
- Le site internet de SOCOL, initiative pour la promotion du solaire collectif, propose de nombreuses ressources comme des fiches opérations, des guides, des outils : [www.solaire-collectif.fr](http://www.solaire-collectif.fr)
- Le guide technique « Les installations solaires thermiques collectives en copropriété, comprendre et suivre son installation » - à destination des conseils syndicaux et des syndicats, de l'ALEC de Montpellier (2017)  
<https://alec-montpellier.org/wp-content/uploads/2017/09/Guide-SolThermique-Copro-ALE-Mtp-VF-09-2017.pdf>
- Le Journal des énergies renouvelables, hors-série sur le solaire thermique collectif d'avril 2017.  
<https://cegibat.grdf.fr/actualites/solaire-thermique--un-accompagnement-de-la-filiere>

## RESSOURCES DISPONIBLES

### Installations solaires hybrides

- Thèse de doctorat de Mme Laetitia Brottier « Optimisation biénergie d'un panneau solaire multifonctionnel : du capteur aux installations in situ » (2019)  
<https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-02133891>
- Présentation de Jean-Marie Drap de DualSun à l'occasion du groupe de travail du 20 octobre 2020  
[https://docs.google.com/presentation/d/1ubfW0GkrIPZfrtdzToDD-WjYRE1HPaHeoCfUNJ\\_E2Yhc/edit#slide=id.g84447e00dd\\_0\\_4752](https://docs.google.com/presentation/d/1ubfW0GkrIPZfrtdzToDD-WjYRE1HPaHeoCfUNJ_E2Yhc/edit#slide=id.g84447e00dd_0_4752)
- Présentation de l'étude de cas proposée par Pouget Consultants sur le bâtiment la Marseillaise à Nantes à l'occasion de l'EnviroDEBAT du 24 novembre 2020  
[https://www.enviroboite.net/IMG/pdf/envirodebat\\_enr\\_reno\\_la\\_marseillaise\\_pouget\\_24\\_11\\_2020.pdf?3229/0e289819e6b3b1aceea4a97c7a2f086a9b30d69e](https://www.enviroboite.net/IMG/pdf/envirodebat_enr_reno_la_marseillaise_pouget_24_11_2020.pdf?3229/0e289819e6b3b1aceea4a97c7a2f086a9b30d69e)

### Récupération de chaleur sur eaux grises

- Le dossier de la Revue CVC n°907 d'avril 2020, publiée par l'AICVF, Solutions ECS avec énergies renouvelables et récupération sur les énergies fatales. Pendant le confinement, la revue est accessible en ligne : <https://aicvf.org/la-revue-cvc/n907-avril-2020/>

### À voir aussi

- L'ensemble des présentations et documents présentés à l'occasion de l'EnviroDEBAT Energies renouvelables dans la rénovation du 24 novembre 2020 est disponible sur le centre de ressources EnviroBOITE  
<https://www.enviroboite.net/envirodebat-energies-renouvelables-dans-la-renovation?c=1>
- Le plan régional solaire ainsi que l'ensemble des dispositifs régionaux d'aides et appels à projets est disponible sur le site de l'ORECA  
<https://oreca.regionpaca.fr/>

## REMERCIEMENTS

Ils ont participé au groupe de travail, adhérents ou non, en partageant leurs retours d'expérience et en débattant, ils nous font avancer, on les remercie !

Anne-Marie Hautant (Ingeflux), Vivianne Estenne (Angelys engineering), Fabrice Santamaria (Unikalo), Vincent Hamann (Engie Solutions), Florence Yziquel (Fynergie), Thomas Mais (Bouygues Bâtiment sud est), Armand Dutreix (BiodynamiQE), Emilia Terrier (Project Ingénierie Conseil), Sophie Picard (Enercoop Paca), Olivier Cadart (Architecte), Christophe Pujol (Provence Habitat Energie), François Gondran (DRAC PACA), Lionel Guy (FNC-CR), Julien Pichot (Orange), Fabrice Kister (Orange), Arthur Goubet (EnvirobotBDM), Timothée Demont (Massilia Sun System), Augustin Cuq (Eqinov), Nathalie Uzzo (Zolpan), Jean Sobocinski (Evolsys énergie), Adam Kozlow (Sol.A.I.R), Rémi Jacquot (Engie solutions), Nicolas Guignard (EnvirobotBDM), William Mazoyer (Sol.A.I.R), Cécile Ponche (Oteis), Xavier Carlioz (GrDF), Yves Doligez (ingénieur), Maxime Repaux (Architecte), Jean-Marie Drap (DualSun), Thomas Meurville (Pouget Consultants), Hervé Carloz (Ecogia), Jean-Pierre Harinck (ADEME PACA), Judith Cazas (EnvirobotBDM).



ANGELYS GROUP

unikalo  
PRINTAGE BÂTIMENT

ENGIE  
Solutions



eqinov

ZOLPAN



envirobotbdm

Soutenu par

