



# CHAUFFAGE EAU CHAUDE PAR COUPLAGE ÉNERGIE SOLAIRE ET GAZ

Production d'énergie décentralisée

FICHE TECHNOLOGIQUE

ADEME



Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

## REMERCIEMENTS

L'ADEME remercie GRDF pour la contribution à la réalisation de ce document.

## CITATION DE CE RAPPORT

Ce document a été réalisé par l'ADEME, en collaboration avec GRDF, à partir d'une étude réalisée par ENEA Consulting et le CETIAT. 2017, Production d'énergie décentralisée - Fiche technologique Chauffage eau chaude par couplage énergie solaire et gaz, 16 pages. [www.ademe.fr/mediatheque](http://www.ademe.fr/mediatheque)

## Ce document est édité par l'ADEME

### ADEME

20, avenue du Grésillé  
BP 90406 | 49004 Angers Cedex 01

**Coordination technique :** Léo Playoust, ADEME, Service Entreprises et Dynamiques Industrielles

**Rédacteurs :** Enea Consulting & CETIAT (intervenants multiples).

**Crédits photo et schémas :** THERMIGAS, CETIAT, INES – Plateforme Formation & Évaluation

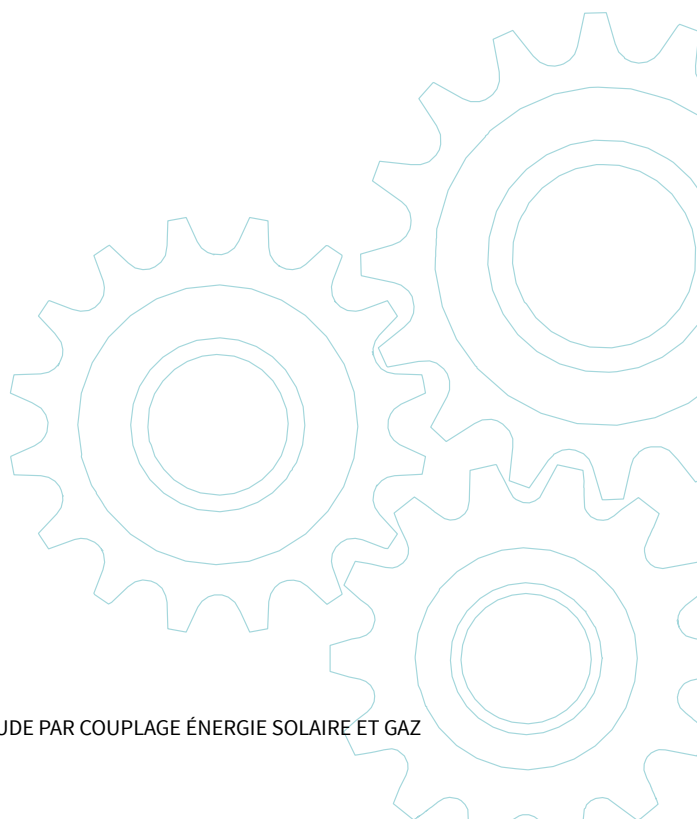
**Création graphique :** Dialectica Communication

**Brochure réf. 8860**

**ISBN :** 979-1-02970-919-7 - Septembre 2017

**Dépôt légal :** ©ADEME Éditions, septembre 2017

Toute représentation ou reproduction intégrale ou partielle faite sans le consentement de l'auteur ou de ses ayants droit ou ayants cause est illicite selon le Code de la propriété intellectuelle (Art L 122-4) et constitue une contrefaçon réprimée par le Code pénal. Seules sont autorisées (Art L 122-5) les copies ou reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective, ainsi que les analyses et courtes citations justifiées par le caractère critique, pédagogique ou d'information de l'œuvre à laquelle elles sont incorporées, sous réserve, toutefois, du respect des dispositions des articles L 122-10 à L 122-12 du même Code, relatives à la reproduction par reprographie.



# TABLE DES MATIÈRES

<b>1 • Introduction</b> .....	4
1.1 - Principe général.....	4
<b>2 • Description de la technologie</b> .....	4
2.1 - Généralités.....	4
2.2 - Les énergies entrantes et vecteurs utiles.....	5
2.3 - Caractéristiques techniques .....	5
2.3.1 Les types de capteur .....	5
2.4 - Caractéristiques indicatives.....	9
2.5 - Maturité de la technologie .....	9
2.6 - Avantages et inconvénients .....	10
<b>3 • Applications sectorielles</b> .....	10
<b>4 • Exemple de réalisation</b> .....	11

## TABLE DES FIGURES

<b>Figure 1</b> : Schéma de principe.....	4
<b>Figure 2</b> : Principaux capteurs solaires thermiques .....	5
<b>Figure 3</b> : Schéma d'un capteur plan vitré .....	5
<b>Figure 4</b> : Exemples raccordement en préchauffage d'eau froide.....	7
<b>Figure 5</b> : Exemples raccordement direct sur procédé utilisant de l'eau chaude .....	7
<b>Figure 6</b> : Installation solaire en complément de chauffage procédé.....	8
<b>Figure 7</b> : Schéma de l'installation.....	11



# 1 Introduction

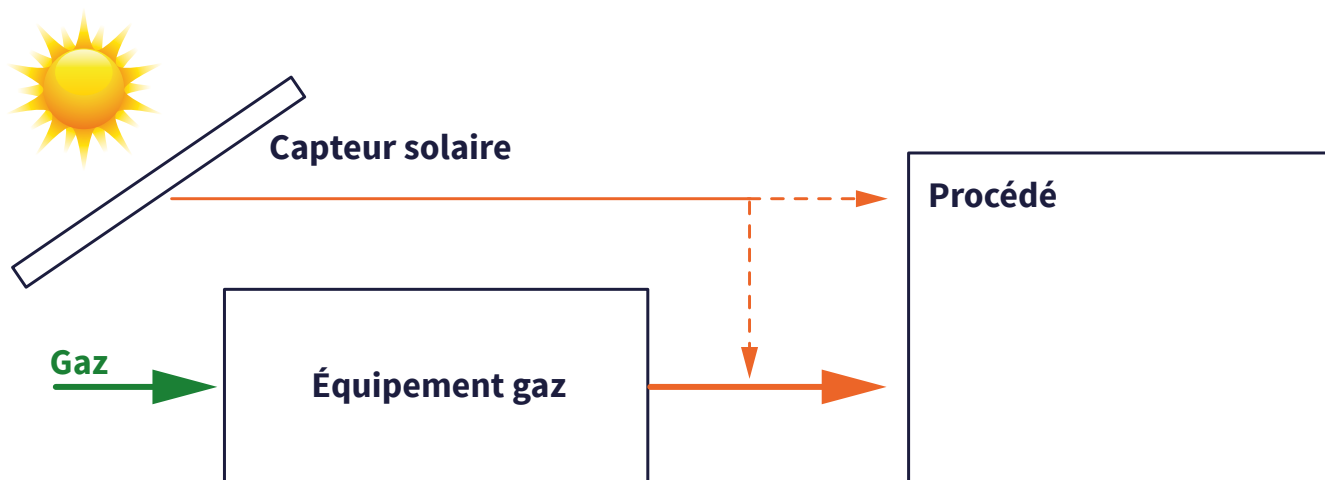
## 1.1 • PRINCIPE GÉNÉRAL

Un système solaire absorbe l'énergie via un réseau de capteurs solaires dans lesquels circule un fluide caloporteur, le plus souvent de l'eau avec ou sans glycol. Le glycol est utilisé dans les capteurs pour garantir la protection contre la corrosion et le gel. Ainsi, un échangeur de chaleur est nécessaire pour séparer la boucle solaire du circuit principal de chaleur. Par conséquent, un système solaire est composé de deux circuits distincts.

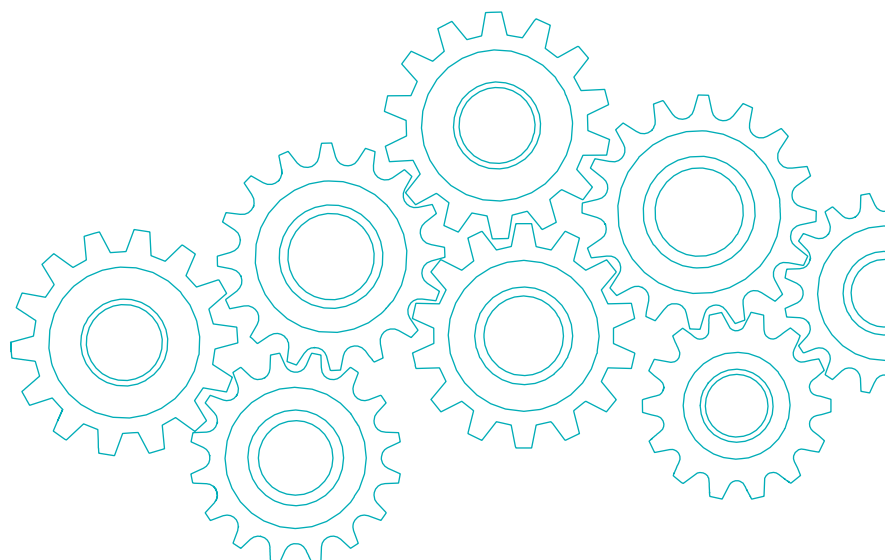
Les typologies des capteurs sont nombreuses ainsi que les usages thermiques potentiels. De par le caractère aléatoire de la disponibilité de la source d'énergie solaire, il est généralement fait appel à une ou plusieurs sources d'énergie complémentaires (couplage) pour assurer la continuité de la fourniture d'énergie vers l'usage ou le procédé. **Le présent document traite du dispositif de production thermique couplage énergie solaire/énergie gaz pour assurer le fonctionnement de procédés industriels utilisant de l'eau chaude à basse pression ( $T < 100\text{ °C}$ ).**

Dans ce type d'installation, le solaire apporte l'énergie de base et l'appoint est apporté par les moyens de chauffage gaz (chaudière, hydro-accumulateur, tube immergé compact...). Le taux de couverture du besoin thermique sur une année par l'équipement solaire sera fonction de la surface de capteurs installée. L'équipement fonctionnant au gaz (brûleur, chaudière, etc.) est dimensionné pour couvrir la totalité du besoin thermique du procédé en considérant l'installation solaire comme à l'arrêt.

Figure 1 : Schéma de principe



Source : CETIAT

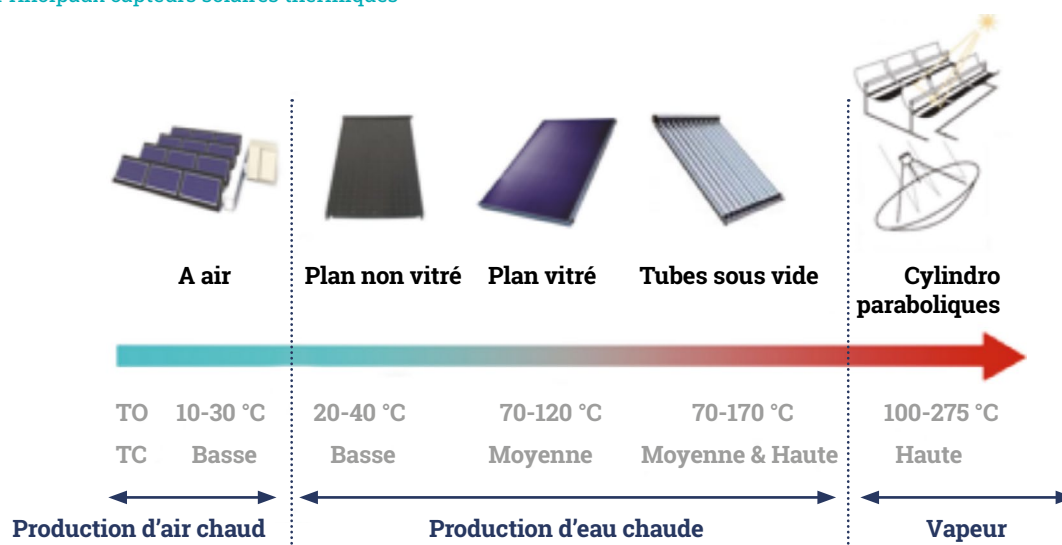


## 2 Description de la technologie

### 2.1 • GÉNÉRALITÉS

Le type de capteurs est généralement choisi en fonction du niveau de température nécessaire. Souvent, plus le niveau de température est élevé, plus les technologies mises en œuvre sont évoluées et plus les coûts de production sont élevés. Les principales technologies de capteurs solaires thermiques existant sur le marché sont les suivantes :

Figure 2 : Principaux capteurs solaires thermiques



Source : Thermigas

La majorité des besoins en eau chaude industrielle se situent à des niveaux de températures compris entre 40 et 100 °C. Les capteurs plans à couverture (vitrage) standard et les capteurs à tubes sous vide sont donc les technologies les plus adaptées. De plus, l'énergie gaz venant en appoint, les capteurs plans peuvent souvent être suffisants pour répondre aux besoins de l'industriel.

### 2.2 • LES ÉNERGIES ENTRANTES ET VECTEURS UTILES

Les énergies entrantes utilisées sont :

- gaz propane (GPL) ou gaz naturel (GN),
- énergie solaire,
- électricité pour l'alimentation des équipements (pompes de circulation notamment).

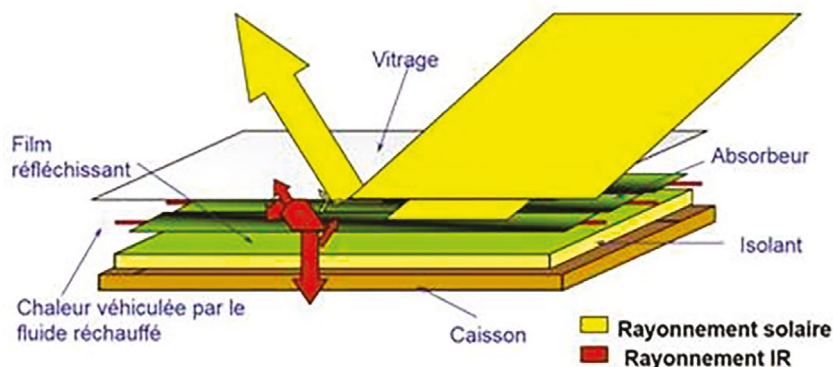
Le vecteur de transport de la chaleur est unique pour le cas considéré. Il s'agit de l'eau.

### 2.3.1 Les types de capteur

#### 2.3.1.1 Capteurs plans vitrés

Les capteurs solaires de type plan vitré correspondent au domaine d'utilisation le plus courant : c'est-à-dire des températures d'utilisation généralement inférieures à 80 °C. C'est le capteur le plus utilisé en Europe car il s'intègre assez facilement au bâtiment et possède le meilleur rapport performance/prix pour le chauffage de l'eau chaude.

Figure 3 : Schéma d'un capteur plan vitré



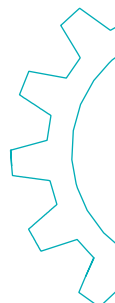
Source : INES – Plateforme Formation & Évaluation

#### 2.3.1.2 Capteurs à tubes sous vide

Un capteur à tubes sous vide est composé d'une série de tubes transparents en verre de 5 à 15 cm de diamètre. Dans chaque tube, il y a un absorbeur pour capter le rayonnement solaire et un tube pour transmettre de l'énergie thermique au fluide caloporteur en circulation.

En supprimant l'air entourant l'absorbeur, cette technologie permet d'éliminer les pertes par convection et conduction. Pour être efficace, le vide doit être poussé (pression inférieure à 10<sup>-2</sup> Pa). La pression étant extrêmement réduite, le système doit donc résister à cette forte contrainte, ce qui explique sa forme cylindrique. Un tube devient inutile s'il n'est pas totalement hermétique et il faut le changer pour préserver la performance de l'ensemble du capteur.

En réduisant considérablement les déperditions de chaleur, ce capteur atteint ainsi des températures plus élevées et une meilleure efficacité thermique qu'un capteur plan standard. Ce capteur peut ainsi produire plus d'énergie que le capteur plan par unité de surface. Sa fabrication est toutefois difficile à cause des liaisons verre/métal nécessaires pour la circulation du fluide caloporteur (eau), ce qui explique son prix de vente plus élevé que celui du capteur plan.



### 2.3.2 Dimensionnements et schémas hydrauliques

Les montages hydrauliques de couplage solaire/gaz proposés aux industriels sont multiples. Nous indiquons ci-après quelques schémas de principe très simplifiés susceptibles d'être employés. D'une manière générale, le montage hydraulique sera conçu pour favoriser au mieux le rendement thermique de l'installation solaire. En conséquence, l'ensemble solaire sera monté ou installé prioritairement du côté le plus « froid » du procédé, par exemple sur le « retour froid » d'une cuve de traitement ou « l'alimentation en eau froide » d'un préparateur d'eau chaude de lavage. **En effet, l'efficacité ou le rendement thermique d'une installation solaire sera d'autant meilleur que le niveau de température de l'eau circulant dans les capteurs sera bas.**

Le moyen de chauffage au gaz pourra être dit « déporté », c'est-à-dire externe au procédé ou « intégré » au procédé. Le couplage d'un système solaire avec une installation standard de production de chaleur peut être effectué avec ou sans stockage. **Le montage avec stockage est beaucoup plus courant.**

- Lorsque le process utilise un mode de fonctionnement continu, il n'y a pas besoin de stockage de l'énergie solaire, le fluide provenant des capteurs va directement fournir son énergie calorifique au procédé de chaleur via un échangeur (le plus souvent en préchauffage). Cela permet au système d'avoir un coût relativement réduit. Toutefois, un système permettant d'évacuer l'énergie solaire en cas d'arrêt du process doit être prévu.
- Un système avec stockage doit obligatoirement être considéré pour un couplage avec un procédé ayant des variations de demande de chaleur (pic de demande, interruption d'opération...). Le dimensionnement des ballons dépendra de la quantité d'eau chaude utilisée quotidiennement, de la surface des capteurs et du taux de couverture solaire recherché.

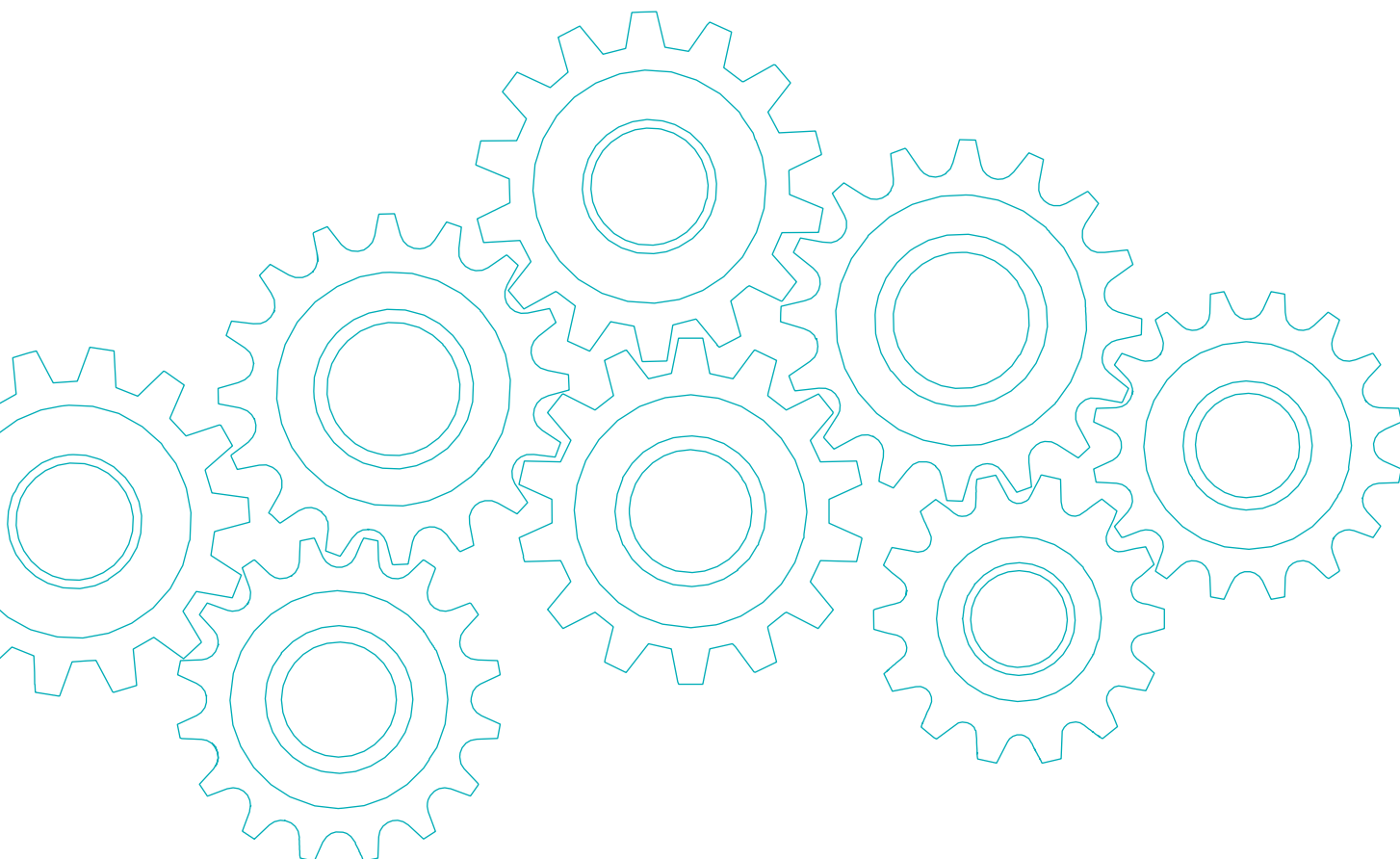
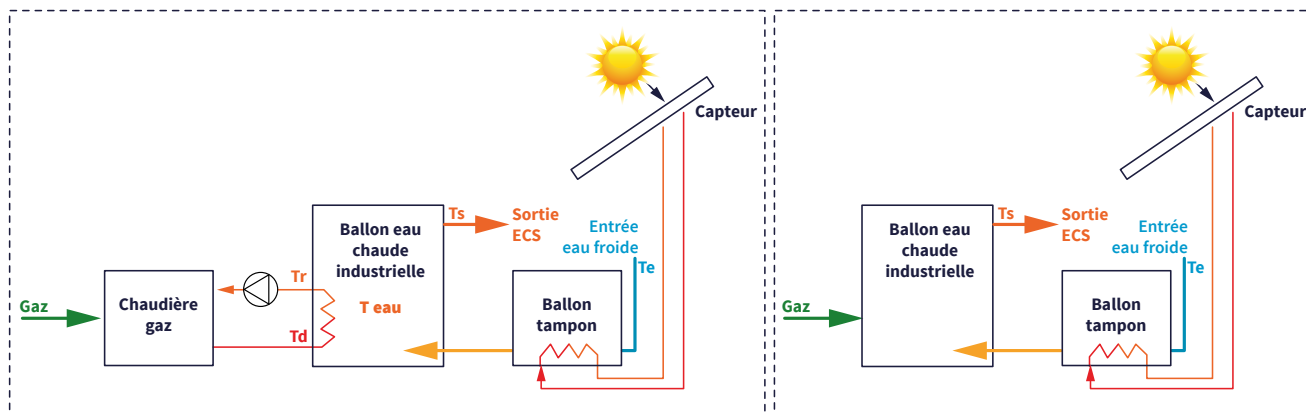
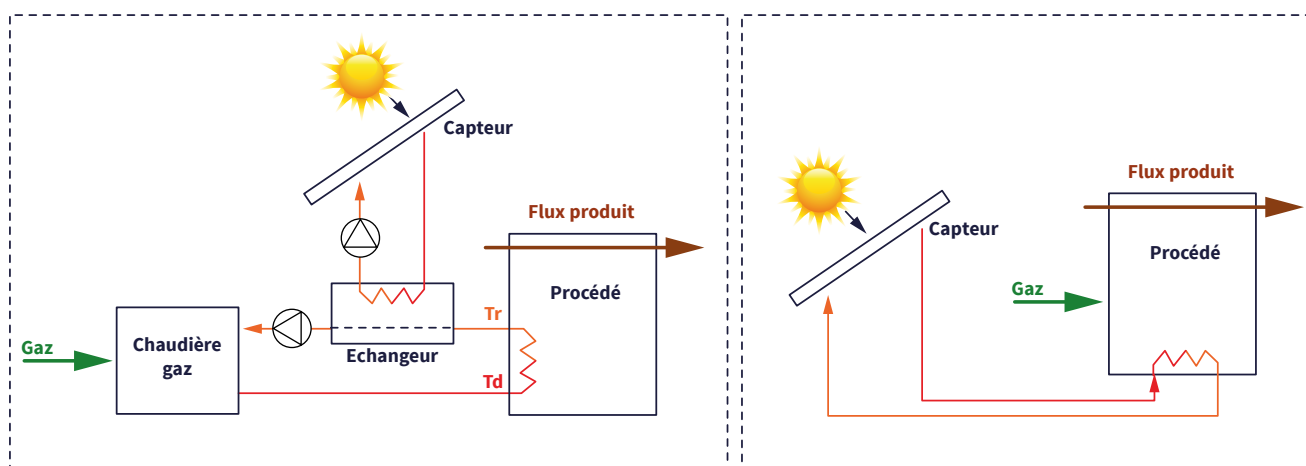


Figure 4 : Exemples raccordement en préchauffage d'eau froide



Source : CETIAT

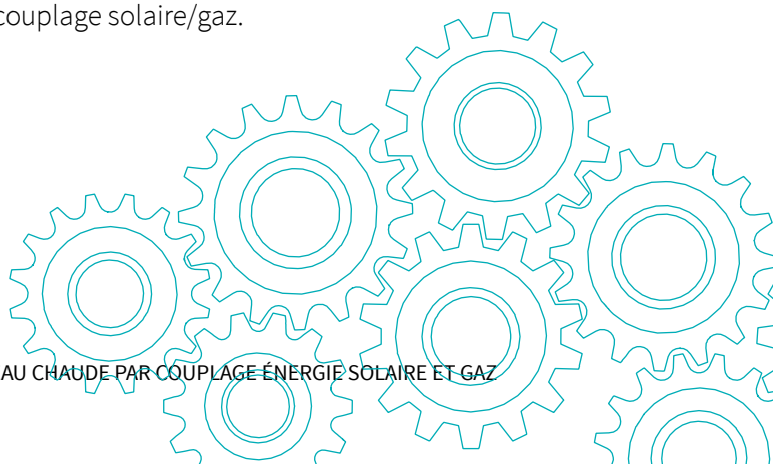
Figure 5 : Exemples raccordement direct sur procédé utilisant de l'eau chaude



Source : CETIAT

L'installation solaire comprend généralement les équipements suivants :

- Un **ensemble de captage** comprenant l'ensemble « pompes - capteurs solaires - réseau hydraulique primaire traité antigel ». Il intégrera, dans la mesure du possible, un **système d'auto-vidange** pour prévenir les risques de surchauffe et de vaporisation des capteurs en cas de non utilisation. Un dispositif d'expansion adapté sera également prévu,
- Un **échangeur ou un ballon tampon solaire**. L'utilisation d'un ballon tampon sera conditionnée à l'intermittence des usages thermiques continus ou intermittents du procédé dans la journée. Un soin particulier sera apporté au dimensionnement du ballon tampon. Notamment, l'industriel cherchera à identifier le plus précisément possible ses besoins thermiques journaliers en eau chaude pour déterminer la capacité de stockage nécessaire. L'industriel pourra, par exemple, prévoir un ballon tampon qui permettra de valoriser le flux d'énergie solaire disponible pendant les périodes de WE, lorsque le procédé n'est pas sollicité,
- Un **ensemble de distribution** connecté soit au procédé, soit au chauffage au gaz conventionnel. Il comprend l'ensemble « pompes - réseau hydraulique »,
- Le **dispositif de régulation** permettant la gestion du couplage solaire/gaz.





### 2.3.3 Fonctionnement de la régulation

La stratégie d'asservissement entre le dispositif de chauffage au gaz et l'installation solaire visera deux objectifs : prioriser le fonctionnement de l'installation solaire et la faire fonctionner à son efficacité thermique maximale (c'est-à-dire en privilégiant une utilisation des capteurs à basse température).

- **Dans le cas où l'installation solaire assure un préchauffage d'eau froide** entrante (cas d'un préparateur d'eau chaude industrielle), l'installation solaire pourra être sollicitée tant que la température d'eau préchauffée sera inférieure à la température de la boucle solaire ou tant que la réserve thermique du ballon tampon le permettra. Les apports thermiques solaires seront valorisés quel que soit le niveau de température du ballon tampon solaire.

Exemple d'une préparation d'eau chaude industrielle de lavage à 60 °C :

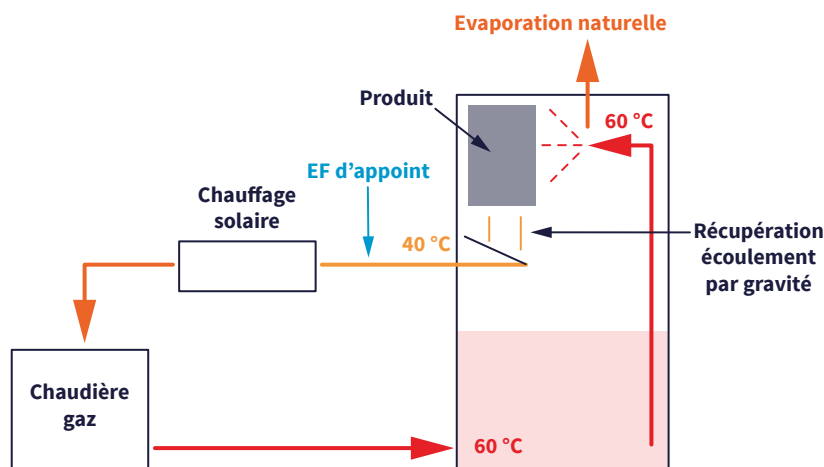
- T entrée eau procédé = 10 °C
- Température d'eau procédé à la sortie du ballon tampon solaire = 30 °C
- $\Delta T$  solaire (travail thermique de l'installation solaire = 30 °C – 10 °C = 20 °C)
- Température d'eau procédé à la sortie du moyen de chauffage au gaz (température de service = 60 °C)
- $\Delta T$  gaz (travail thermique de l'installation gaz = 60 °C – 30 °C = 30 °C)

**Le taux de couverture du besoin thermique par l'installation solaire est dans ce cas de  $20\text{ °C}/(60\text{ °C} - 10\text{ °C}) = 40\%$ .**

- **Dans le cas où l'installation solaire assure un complément de chauffage en réseau fermé** (cas d'une cuve de lavage ou de traitement), de la même façon que pour le cas précédent, l'installation solaire pourra être sollicitée tant que la température de retour (côté froid) sera inférieure à la température de la boucle solaire ou tant que la réserve thermique du ballon tampon le permettra.

Exemple du maintien d'une cuve d'eau chaude à 60 °C (cuve de lavage par pulvérisation) :

Figure 6 : Installation solaire en complément de chauffage procédé



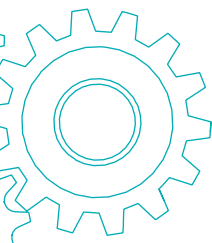
Source : CETIAT

- T retour eau procédé = 40 °C
- Température d'eau procédé à la sortie du dispositif solaire = 45 °C
- $\Delta T$  solaire (travail thermique de l'installation solaire = 45 °C – 40 °C = 5 °C)
- Température d'eau procédé à la sortie du moyen de chauffage au gaz (température de service = 60 °C)
- $\Delta T$  solaire (travail thermique de l'installation gaz = 60 °C – 45 °C = 15 °C)

**Le taux de couverture du besoin thermique par l'installation solaire est ici de  $5\text{ °C}/(60\text{ °C} - 40\text{ °C}) = 25\%$**

Concernant l'installation solaire elle-même, les dispositifs de régulation utilisés sont proches des techniques de régulation de chauffage. Le fonctionnement de l'installation solaire sera conditionné à la mise en route et l'arrêt des pompes (circuit primaire), généralement commandées par un régulateur de température différentiel :

- une sonde mesurera la température dans l'environnement proche du capteur (voire intégrée au capteur),
- une sonde mesurera la température en général dans le bas du ballon tampon ou en sortie de l'échangeur.



## 2.4 • CARACTÉRISTIQUES INDICATIVES

L'investissement est de l'ordre de **400 à 800 € HT/m<sup>2</sup> de panneaux solaires installés** selon la technologie retenue : capteurs plan ou capteurs tubes sous vide. Les caractéristiques indiquées ci-dessous sont issues des données du marché.

Caractéristiques	Valeurs types
<b>Dimensionnement en puissance</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Energie moyenne récupérable sur 24h : <b>2 kWh/ m<sup>2</sup></b> de surface installée pour des capteurs plans</li> <li>Surface d'un panneau de capteurs solaires : 2,35 m<sup>2</sup></li> <li>Poids d'un panneau solaire : 30 à 40 Kg</li> </ul>
<b>Efficacité moyenne en fonction des technologies</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capteur plan revêtement sélectif <math>\eta = 48 \%</math></li> <li>Capteur tube sous vide <math>\eta = 55 \%</math></li> </ul>
<b>Taux de couverture du besoin thermique annuel</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Les taux de couverture en énergie (gains d'énergie brut) des installations solaires existantes varient de 15 à 30 % du besoin thermique annuel du procédé</li> </ul>

## 2.5 • MATURITÉ DE LA TECHNOLOGIE

Niveau de maturité	Justification
<p><b>Mature et faiblement diffusée</b></p> <p><b>Technologie bien maîtrisée</b></p> <p><b>Technologie encore peu diffusée en France dans le secteur industriel : quelques installations seulement</b></p>	<p>Si les capteurs sont des dispositifs relativement pointus sur le plan technique (notamment les tubes sous vide), les installations hydrauliques associées aux capteurs sont relativement simples à concevoir par des entreprises qualifiées et ayant de l'expérience dans ce domaine. Les durées de vie atteignent aisément 20 ans et plus. Elles nécessitent en général peu d'entretien.</p> <p>Toutefois, les coûts d'investissements restent encore très importants en regard des coûts actuels de l'énergie en France. Nous notons une implantation bien meilleure en Allemagne, en Autriche et plus généralement dans les autres pays européens.</p>

Ce descriptif de maturité repose sur les informations transmises par les fournisseurs et distributeurs interviewés au cours de l'étude. A titre indicatif, les échelles qualitatives suivantes sont utilisées :

### • Pour la maturité d'une technologie « énergie directe » :

- **Mature** : technologie déjà implémentée à plusieurs reprises, depuis plusieurs années
- **Faiblement mature** : technologie implémentée que récemment ou à une unique reprise
- **Non mature** : pas de référence industrielle pour cette technologie

### • Pour les taux de pénétration :

- **Bien diffusée** : technologie prédominante, en regard des solutions centralisées, dans au moins un secteur industriel, ou bénéficiant de parts de marché significatives dans plusieurs secteurs industriels
- **Moyennement diffusée** : technologie bénéficiant d'une part de marché importante dans un secteur industriel, ou de parts de marché non négligeables dans plusieurs secteurs industriels
- **Faiblement diffusée** : part de marché nulle ou anecdotique, tous secteurs confondus

Avantages	
Rendement et facture énergétique	<ul style="list-style-type: none"> <li>• L'énergie solaire, gratuite, peut apporter un <b>gain de consommation de 20 à 40 % sur une installation en fonction du taux de couverture</b>. Une Garantie ou des engagements de résultats seront exigés auprès de l'ensemblier ou du bureau d'étude.</li> </ul>
Facilité de mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <b>Technologie bien maîtrisée</b> dans la mesure où l'installation est réalisée par des entreprises qualifiées dans ce domaine.</li> <li>• Maintenance des capteurs solaires et du réseau hydraulique relativement simple et peu onéreuse.</li> <li>• Réseaux hydrauliques peu complexes et aisés à intégrer. Les installations solaires peuvent être intégrées sur des procédés neufs et déjà existants, <b>avec tout type d'équipement gaz de production d'eau chaude</b> (chaudière, hydro-accumulateur, tube immergé compact).</li> <li>• Technique bien adaptée au chauffage de liquides quels qu'ils soient.</li> </ul>
Inconvénients et points de vigilance	
Conception	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Pour assurer la bonne intégration du solaire, les réseaux hydrauliques doivent rester simples.</li> <li>• <b>Risque de surchauffe (détérioration) des capteurs en cas de surdimensionnement de l'installation solaire : l'installation doit être dimensionnée sur 10 à 30 % de la puissance totale pour toujours évacuer l'énergie solaire (risque de détérioration). L'installation solaire doit intégrer des dispositifs de sécurité de vidange automatique des capteurs.</b></li> <li>• Risque lié à la légionnelle si la température est trop basse : la régulation doit prévoir périodiquement un réchauffage du ballon à 60 °C pour tuer les légionnelles.</li> </ul>
Facilité de mise en œuvre	<ul style="list-style-type: none"> <li>• La mise en œuvre de panneaux solaires <b>nécessite de disposer d'une surface disponible importante</b>, bien exposée au soleil (orientée au sud) et sans obstacle masquant le soleil (arbres, bâtiments, relief).</li> </ul>
Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Une <b>surveillance</b> adaptée et suffisante est requise afin d'anticiper et d'éviter de futurs problèmes opératoires (encrassement). Renouvellement du glycol, par exemple. L'installation solaire se « laisse oublier » du fait que le chauffage gaz peut assurer la totalité du besoin thermique.</li> </ul>

### 3 Applications sectorielles

Ce type d'équipement (couplage solaire/gaz) est utilisé pour réaliser du chauffage de liquide ( $T < 100$  °C), en disposant d'une surface suffisante pour l'implantation des capteurs

Type de secteur industriel	Usages correspondants
Secteur agroalimentaire	Bacs d'échaudages, tunnels de lavage, eau chaude sanitaire, application pour du séchage
Secteur textiles	Bains de teinture, lavage de tissus, lavage de laine, etc.
Secteurs mécanique	Bains de traitement de surfaces : décapage, dégraissage, passivation, phosphatation, anodisation, rinçage.
Tous secteurs	Réchauffage et/ou maintien en température de liquides en procédés industriels (cuves, réservoirs, bacs, marmites de cuisson, échaudage, etc.).



## 4 Exemple de réalisation

Contexte	Description
Nature de l'opération	<p>Industrie agroalimentaire : blanchiment d'artichauts</p> <p>Mise en place <b>d'une installation solaire thermique (collecteurs tubes sous vide) de 30 m<sup>2</sup></b> en complément d'un tube immergé compact existant fonctionnant au gaz propane pour alimenter une cuve de blanchiment d'artichauts de 3 m<sup>3</sup> La température de la cuve est de 98 °C.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Puissance thermique gaz existante : TIC de 90 kW</li> <li>• Puissance solaire installée environ 21 kW</li> <li>• Irradiation solaire moyenne : 3,5 kWh/m<sup>2</sup>/jour</li> </ul>

Une des étapes clés de la préparation des artichauts pour cette entreprise est leur blanchiment. Ce procédé de conditionnement consiste à tremper les artichauts dans un bain d'eau à une température entre 90 °C et 100 °C sur une période de 10 à 20 minutes.

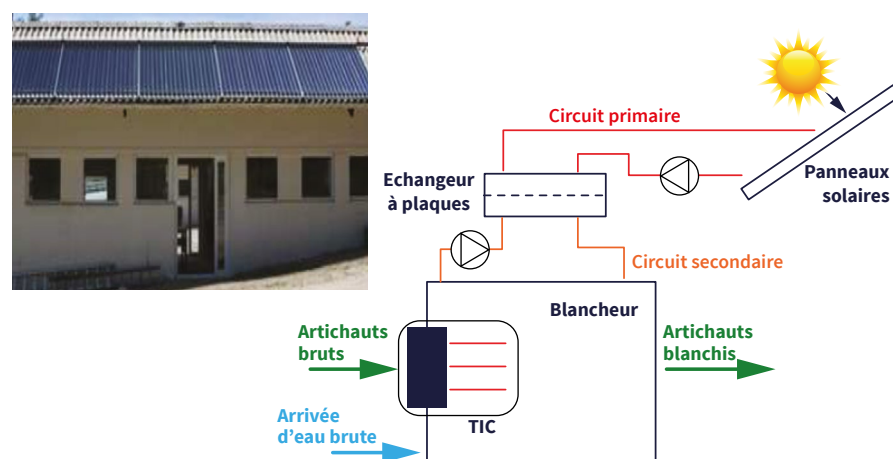
Jusqu'à l'installation de panneaux solaires thermiques, le blanchiment d'artichauts de cette société était alimenté en chaleur par un TIC alimenté au propane de 90 kW intégré au procédé. Une installation solaire a donc été couplée à l'ensemble via un échangeur de chaleur à plaque.

La technologie de panneaux solaires retenue pour le couplage est la technologie dite « Sydney ». Le capteur de type « Sydney collector » est une technologie répandue qui est basée sur le principe du capteur à tubes sous vide.

Ainsi, une surface de 30 m<sup>2</sup> de panneaux a été installée pour alimenter en complément le blanchiment. Les panneaux solaires sont utilisés dans ce procédé comme un appoint. De manière générale, le TIC est utilisé comme source de chaleur principale et unique (il réalise la montée et le maintien du bain en température), mais lorsque le circuit primaire des panneaux solaires atteint une température suffisante (97 °C-98 °C) pour maintenir la température du bain, alors la pompe du circuit secondaire s'actionne et la puissance fournie par le TIC diminue (Cf. schéma ci-dessous).

### Contexte et objectif de l'opération

Figure 7 : Schéma de l'installation



Le couplage solaire/gaz venant en appoint du système de chauffage au gaz déjà en place sur le procédé, en conséquence, les gains annoncés ci-après viennent en déduction de la consommation de gaz économisée en substitution du fonctionnement du TIC.

Contexte	Description
<b>Coûts de l'investissement</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>La mise en place des 30 m<sup>2</sup> de panneaux solaires à tubes sous vide, de l'échangeur à plaque et des organes hydrauliques (circulateurs, réseau hydraulique,...) a généré un coût de 16 k€ hors subvention : (10 k€ taux subvention 60 %).</li> <li>Le coût moyen du mètre carré installé est généralement autour de 500 €/m<sup>2</sup>. Pour cette réalisation, on a un coût de 533 €/m<sup>2</sup> ce qui est légèrement élevé mais logique compte tenu de la technologie employée (capteurs à tubes sous vide CPC).</li> </ul>
<b>Gains énergétiques et financiers</b>	<p><b>Avec un taux de couverture estimé à 18 %</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gain d'énergie propane 15 MWh/an, soit environ 975 € d'économie annuelle</li> <li>Productivité solaire : 500 kWh/m<sup>2</sup></li> </ul> <p><b>Avec un taux de couverture mesuré de 30 %</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Gain d'énergie propane 25 MWh/an, soit environ 1625 € d'économie annuelle (875 € en utilisant du gaz naturel)</li> <li>Productivité solaire : 833 kWh/m<sup>2</sup></li> </ul>
<b>Comparaison des coûts de maintenance</b>	Les coûts de maintenance par rapport aux coûts d'exploitation sont estimés à 1 %.
<b>TRI (Temps de Retour sur Investissement) estimé</b>	<p>Initialement, le TRI était estimé à 10 années brutes – 5 ans en gain d'énergie CUMAC avec un taux de couverture de l'installation solaire dimensionné à 18 %.</p> <p>La société a annoncé un retour sur investissement sur cette opération de <b>moins de 5 ans</b>, avec un <b>taux de couverture de l'ordre de 30 %</b> des besoins énergétiques du procédé par les panneaux solaires.</p> <p>A noter que le TRI inclut une subvention de l'ADEME de l'ordre de 40 % de l'investissement, plus des aides régionales. De plus, l'énergie remplacée par le solaire thermique est le GPL, qui a un coût supérieur au gaz naturel, ce qui signifie que le temps de retour sur investissement serait plus long sur une installation initialement alimentée au gaz naturel (environ 6 ans).</p>
<b>Points de vigilance de la solution mise en place</b>	Le dispositif gaz conventionnel (TIC) est dimensionné pour assurer le besoin d'énergie thermique <b>maximum</b> du blancheur. Le taux de couverture du besoin thermique de l'installation solaire a été dimensionné à 18 % seulement afin de limiter les coûts d'installation et l'investissement consenti.

### Les hypothèses utilisées dans les calculs économiques précédents sont les suivantes :

#### Besoins usine

- Energie nécessaire pour le chauffage de la cuve de 3 m<sup>3</sup> : 85 MWh/an
- Température de bain autour de 97-98 °C

#### Caractéristiques installation solaire

- Choix de capteurs à tubes sous vide CPC de par la température du bain
- Taux de couverture installation solaire : 18 %
- Facteur de conversion des panneaux solaire : 700 W/m<sup>2</sup>
- Prix au kW des panneaux solaires : 760 €/kW

#### Prix des énergies

- Propane : 65 €/MWh PCS
- Gaz naturel : 35 €/MWh PCS



## L'ADEME EN BREF

L'Agence de l'Environnement et de la Maîtrise de l'Energie (ADEME) participe à la mise en œuvre des politiques publiques dans les domaines de l'environnement, de l'énergie et du développement durable. Elle met ses capacités d'expertise et de conseil à disposition des entreprises, des collectivités locales, des pouvoirs publics et du grand public, afin de leur permettre de progresser dans leur démarche environnementale. L'Agence aide en outre au financement de projets, de la recherche à la mise en œuvre et ce, dans les domaines suivants : la gestion des déchets, la préservation des sols, l'efficacité énergétique et les énergies renouvelables, les économies de matières premières, la qualité de l'air, la lutte contre le bruit, la transition vers l'économie circulaire et la lutte contre le gaspillage alimentaire.

L'ADEME est un établissement public sous la tutelle conjointe du ministère de la Transition Ecologique et Solidaire et du ministère de l'Enseignement Supérieur, de la Recherche et de l'Innovation.

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

 @ademe

### LES COLLECTIONS DE L'ADEME



#### ILS L'ONT FAIT

*L'ADEME catalyseur* : Les acteurs témoignent de leurs expériences et partagent leur savoir-faire.



#### EXPERTISES

*L'ADEME expert* : Elle rend compte des résultats de recherches, études et réalisations collectives menées sous son regard.



#### FAITS ET CHIFFRES

*L'ADEME référent* : Elle fournit des analyses objectives à partir d'indicateurs chiffrés régulièrement mis à jour.



#### CLÉS POUR AGIR

*L'ADEME facilitateur* : Elle élabore des guides pratiques pour aider les acteurs à mettre en œuvre leurs projets de façon méthodique et/ou en conformité avec la réglementation.



#### HORIZONS

*L'ADEME tournée vers l'avenir* : Elle propose une vision prospective et réaliste des enjeux de la transition énergétique et écologique, pour un futur désirable à construire ensemble.





# PRODUCTION D'ÉNERGIE DÉCENTRALISÉE

## CHAUFFAGE EAU CHAUDE PAR COUPLAGE ÉNERGIE SOLAIRE ET GAZ

La question d'utiliser une production centralisée d'énergie pour desservir plusieurs process ou de décentraliser cette production auprès de chaque usage mérite d'être posée.

Elle le mérite d'autant plus lors de la mise en service d'un nouveau process ou de l'extension d'un site industriel.

Souvent moins connues que la production centralisée d'énergie associée à un réseau de distribution, les solutions décentralisées peuvent pourtant générer des économies d'énergie substantielles dans certaines configurations.

Centralisé ou décentralisé ? En fonction des sites industriels, des process, des besoins, l'une ou l'autre de ces solutions sera plus pertinente, en termes de performance énergétique notamment. Le choix devra être étudié au cas par cas, site par site.

*Les fiches « Production d'énergie décentralisée » présentent 10 solutions technologiques et 10 secteurs industriels dans lesquels ces solutions peuvent répondre efficacement à un besoin en process. Elles apporteront aux industriels et aux bureaux d'études des éléments théoriques et pratiques permettant de cerner **en première approche** la pertinence de mettre en place des solutions décentralisées sur un site industriel.*

**ADEME**

Agence de l'Environnement  
et de la Maîtrise de l'Énergie

[www.ademe.fr](http://www.ademe.fr)

8660

ISBN : 979-1-02970-919-7

9 79102 9709197