

Rendement

Énergie

Orientation

Paysage

Thermique

kWh/m²

GUIDE

SOLAIRE & HABITAT

l'intégration des équipements dans les Hautes-Alpes



Économie

Photovoltaïque



GUIDE

SOLAIRE & HABITAT

l'intégration des équipements
dans les Hautes-Alpes

Ce guide a été conçu et réalisé par :

RÉALISATION

Parc national des Écrins
Parc naturel régional du Queyras
Conseil Général des Hautes-Alpes
CAPEB

CONCEPTION ET RÉDACTION

Agnès Daburon, géographe - ethnologue
Jean-Christophe Fluhr, ingénieur thermicien
Arnaud Misse, architecte - graphiste
Bernard Naudot, architecte dplg

CONCEPTION GRAPHIQUE ET ILLUSTRATIONS

Arnaud Misse

PHOTOS

Parc national des Écrins,
Parc naturel régional du Queyras,
Conseil Général des Hautes-Alpes

Septembre 2011

Un guide par qui, pour qui, pourquoi ?

TROIS CENT JOURS DE SOLEIL PAR AN : plus qu'un argument choc de promotion pour ce département alpin, situé entre Provence et Dauphiné, c'est une chance de transformer ce fabuleux potentiel solaire en énergie, contribuant ainsi à cette nécessité de développer les énergies renouvelables.

Une volonté de changer d'énergie, une recherche d'économie pour certains, un acte militant pour d'autres, toutes les motivations sont légitimes quand elles participent à cette quête de sobriété, d'efficacité, et d'économie que représente aujourd'hui l'énergie solaire.

C'est pour amener une pierre à cet édifice, que le projet PERSIL (Performance Solaire et Industrie Locale) a vu le jour dans le cadre du programme INTERREG ALCOTRA.

Le Parc naturel régional du Queyras, le Parc national des Écrins et la Confédération de l'Artisanat et des Petites Entreprises du Bâtiment des Hautes Alpes (CAPEB 05) ont concentré leurs efforts autour du Conseil Général des Hautes-Alpes et du Parc Scientifique et Technologique Environment Park de Turin pour réaliser ce projet.

Il a fallu tout d'abord chasser les a priori, notamment sur les performances réelles des équipements solaires, sur la compétence des entreprises, sur les coûts des installations, sur le bon fonctionnement et les risques d'incident de ces projets. Sans compter la difficulté de bon nombre de collectivités locales à pouvoir répondre aux multiples demandes d'installations solaires et de manière plus pragmatique à la question récurrente de leur intégration architecturale et paysagère. Les retours d'expériences réalisées et mesurées ont livré beaucoup d'enseignements rassemblés dans ce guide.

Ce document s'adresse aux personnes qui envisagent soit de construire une maison individuelle soit d'installer des équipements solaires, thermiques et/ou photovoltaïques, voire de réhabiliter sa maison en y intégrant des dispositifs solaires passifs.

Pour cela il a été conçu comme un jeu de questions réponses qui permet d'inscrire le projet dans une démarche plus globale. Cette réflexion permettra aussi au porteur de projet de dialo-

guer avec son architecte, son constructeur ou le plus souvent avec son installateur dans le cadre d'un contact direct.

Cet ouvrage appréhende l'ensemble des notions couvrant le domaine de l'énergie solaire. Ainsi, il devrait susciter les bonnes questions sur les besoins réels en production d'énergie, et sur les économies substantielles qui peuvent être obtenues par une meilleure conception des maisons, notamment dans la prise en compte du site et de son potentiel solaire et dans la mise en œuvre d'une isolation thermique performante.

Sans donner de recettes, cet ouvrage doit aider à mieux appréhender les particularités de chacune de nos maisons, traditionnelle et patrimoniale, plus conventionnelle en périphérie des bourgs et hameaux ou carrément contemporaines sur une crête ou à l'adret d'une de nos montagnes.

De la tôle bac couleur gris lauze à la tuile canal, en passant par la tuile écaille et la lauze, c'est toute une palette de couleurs, de formes, de matières qu'il faut apprivoiser pour garantir l'intégrité de ces paysages emblématiques.

Des Écrins au Queyras, du Dévoluy à la Clarée, autant de lieux qui imposent leurs particularités, mais qui acceptent aussi des projets bien conçus, réfléchis adaptés au site, et réalisés par des artisans du territoire formés et compétents.

Le guide qui est entre vos mains est un outil de communication et de médiation pour l'ensemble des acteurs de ce territoire. Fortement ancré dans son histoire mais aussi résolument tourné vers l'avenir, notre département doit savoir conjuguer transmission et valorisation des patrimoines avec le développement durable au travers de l'innovation, l'expérimentation et l'accompagnement de tous ces projets.

Enfin, c'est un guide qui, nous l'espérons, devrait permettre d'effectuer la transition vers un futur intégrant de facto l'énergie solaire dans nos habitations, grâce à l'arrivée de nouveaux matériaux et matériels mieux « intégrables », à la prise en compte très en amont du projet des dispositifs et équipements solaires, à l'accroissement des compétences des différents acteurs ainsi que par la sensibilisation accrue de l'ensemble des publics concernés.

Christian Pichoud
PRÉSIDENT DU PARC NATUREL
DES ÉCRINS



Jean-Yves Dusserre
PRÉSIDENT DU CONSEIL GÉNÉRAL
DES HAUTES-ALPES

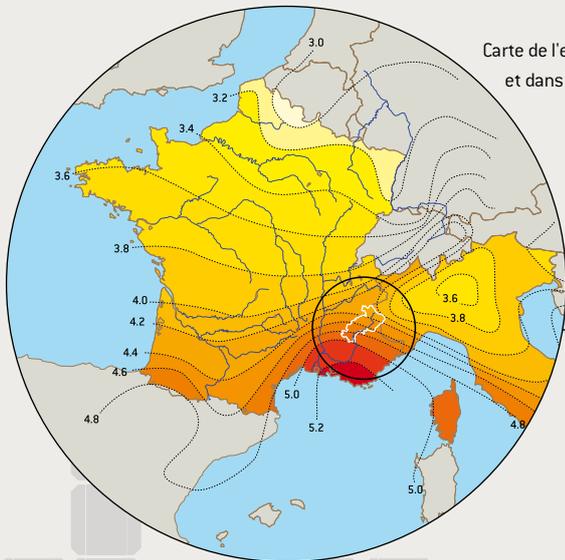


Yves Goïc
PRÉSIDENT DU PARC NATUREL
RÉGIONAL DU QUEYRAS



Didier Mercadet
PRÉSIDENT DE LA CAPEB



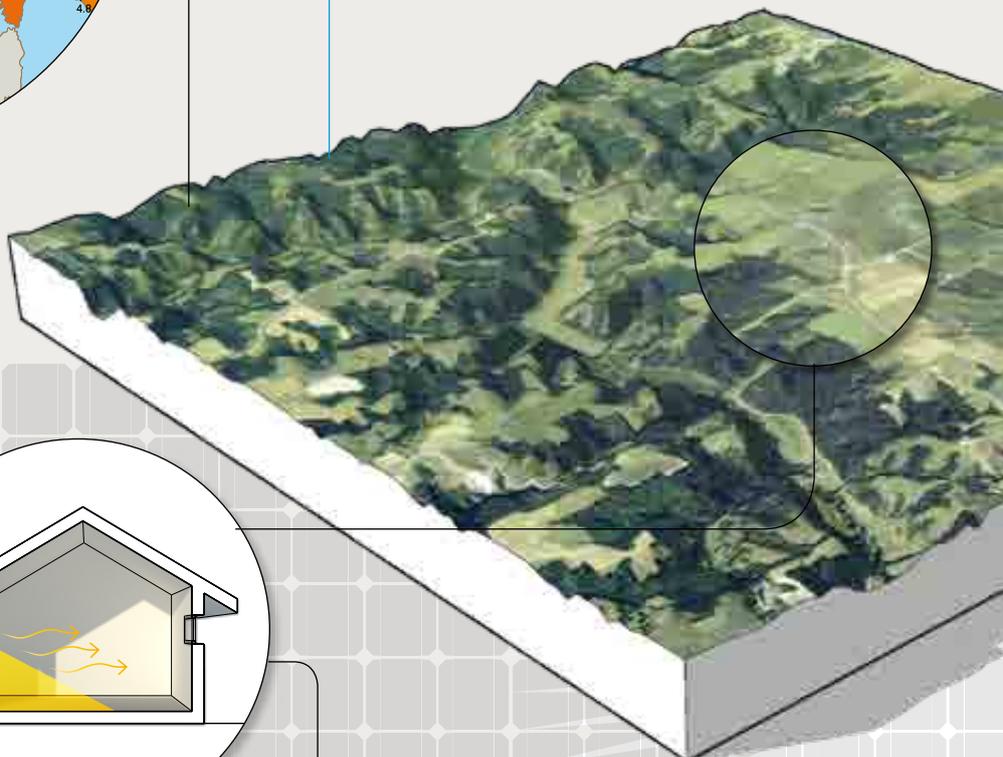


Carte de l'ensoleillement moyen en France, et dans les Hautes-Alpes (en kWh/m²/jour)

FICHE 1

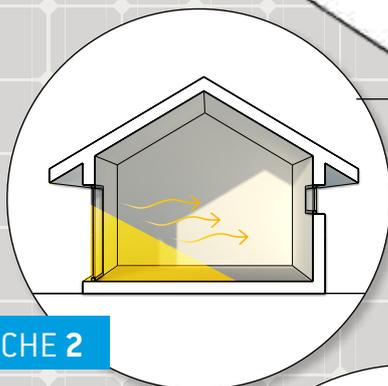
Dans quel territoire va s'intégrer mon projet ?

page 4



Aperçu

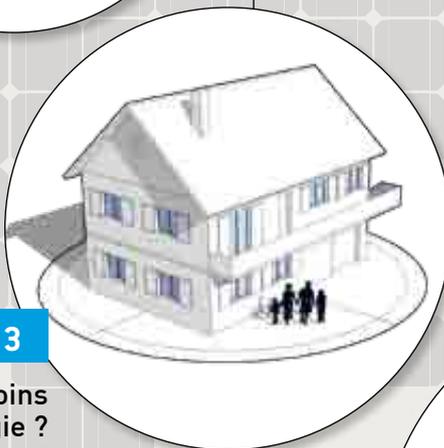
FICHE 0



FICHE 2

Que puis-je faire pour minimiser mes besoins en énergie ?

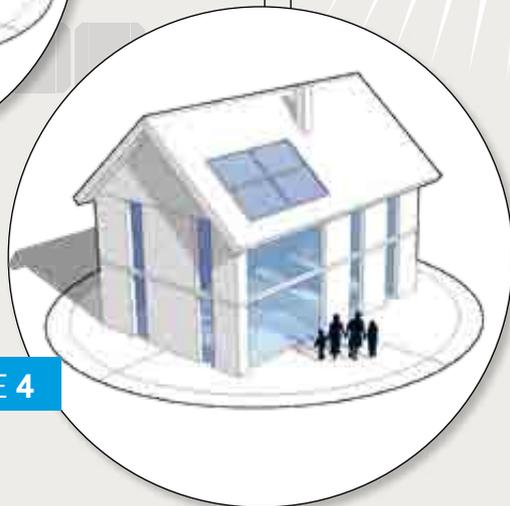
page 6



FICHE 3

Quels sont mes besoins en énergie ?

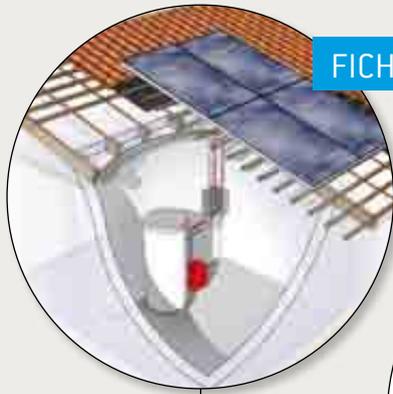
page 8



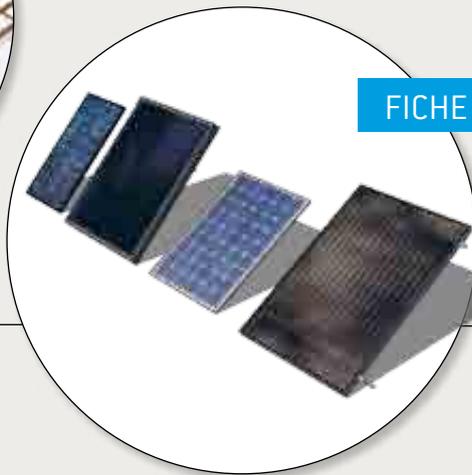
FICHE 4

Quelle place pour le solaire dans mon projet ?

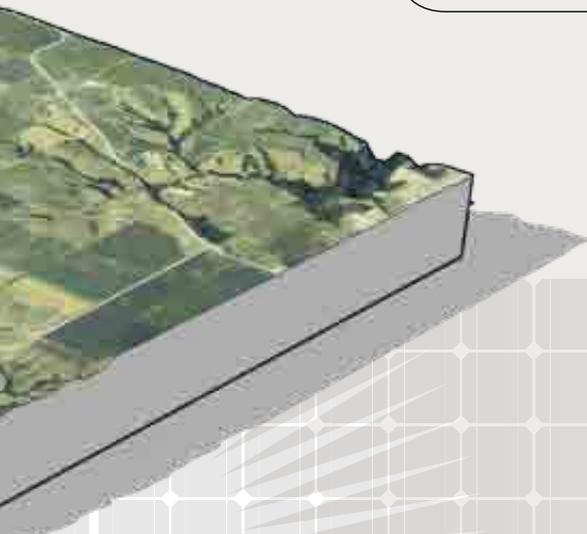
page 8



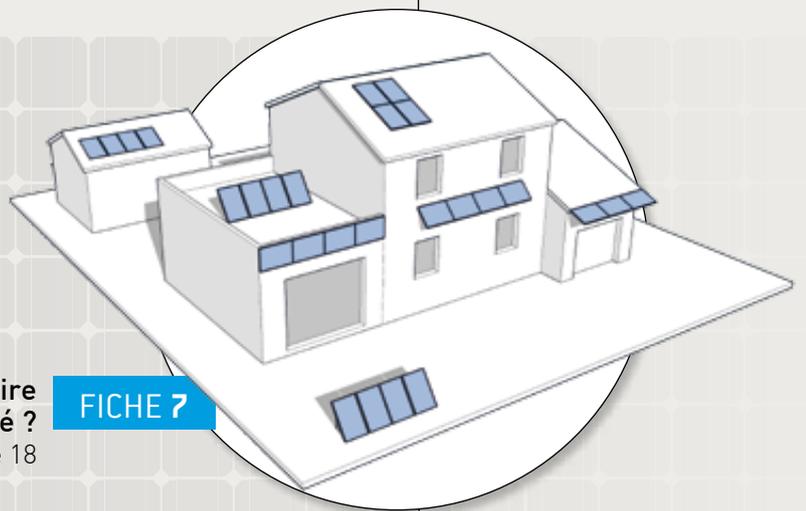
FICHE 10 Mes équipements solaires aujourd'hui, demain et dans 20 ans
page 26



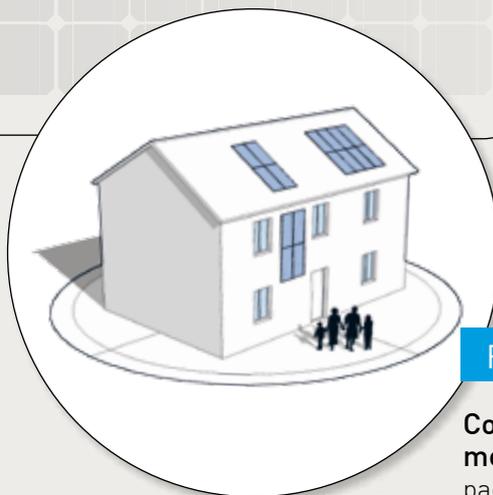
FICHE 9 Quel matériel choisir ?
page 24



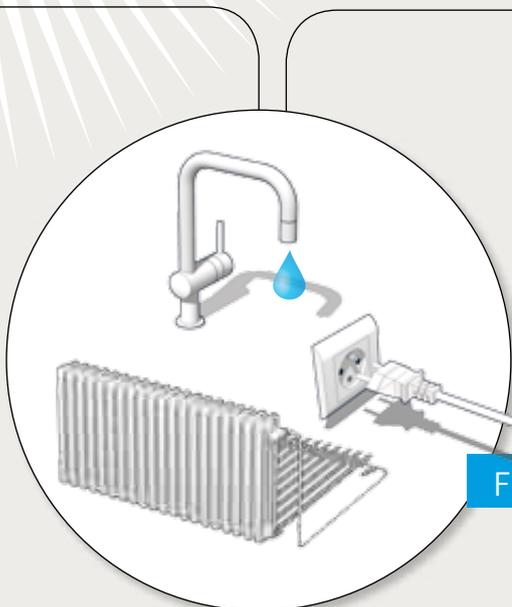
FICHE 8 À qui m'adresser ?
page 22



FICHE 7 Mon projet solaire sera-t-il bien intégré ?
page 18



FICHE 6 Comment installer mes équipements solaires ?
page 16



FICHE 5 Du solaire, mais quel solaire ?
page 12

GLOSSAIRE
page 28

ADRESSES UTILES
page 29



Serres : une harmonie de toitures intégrées au site



Dans quel **territoire** va s'intégrer mon **projet** ?

FICHE 1

« Des champs de lavande aux neiges éternelles »,

c'est en ces termes qu'est en général évoqué le département des Hautes-Alpes. Même si les slogans sont réducteurs, ils évoquent des paysages d'exception, et de multiples façons d'habiter ce territoire essentiellement montagnard. De la vallée de la Durance au relief karstique du Dévoluy, du pays du Buëch aux sommets des Écrins, ou de Briançon à Saint-Véran, en fonction de leurs besoins, de leurs modes de vie, de leur culture, du terrain, du climat, des matériaux et techniques dont ils disposent, les Hommes habitent les vallées et la montagne des Hautes-Alpes depuis des millénaires. Leur empreinte architecturale varie suivant les lieux et les époques. Architecture rurale des fermes, habitat temporaire des chalets d'alpage, villas des années 1970-1980, villégiatures ou stations de ski créées ex-nihilo... illustrent la diversité des manières de « faire son nid » en un lieu donné.

Le bâti rural traditionnel révèle, de la part de ceux qui l'ont édifié, une connaissance extrêmement fine des sites, de leurs atouts et de leurs contraintes : savoir s'implanter dans la pente, profiter du soleil, se protéger du vent, des crues ou des avalanches, utiliser les matériaux disponibles localement, tout cela relève finalement d'une démarche de développement durable que l'on nomme désormais bioclimatisme.

Le milieu du XX^e siècle marque un bouleversement des modes de vie et la fin d'une culture essentiellement rurale.

L'importation de nouveaux matériaux, le développement de nouvelles activités, l'arrivée de nouveaux habitants se traduisent par une génération de constructions valorisant les modèles standardisés, sans réelle connexion avec le site.

Le premier choc pétrolier de 1973 fait prendre conscience du coût de l'énergie et engendre les premières réglementations thermiques sur le bâtiment pour économiser l'énergie. Depuis, elles évoluent régulièrement en visant à construire des bâtiments de plus en plus économes en énergie et ayant recours pour une part de plus en plus importante aux énergies renouvelables, dont le solaire qui apparaît privilégié dans le département des Hautes-Alpes.

Réhabiliter une ancienne ferme à Saint-Véran ou dans le Champsaur, réaménager une maison des années 1960 dans la vallée de Laragne, construire dans la pente près de Briançon ou dans les strates de la Méouge, relève de démarches différentes, mais toujours avec des choix architecturaux, techniques et énergétiques qui doivent constituer un projet global et cohérent en terme d'insertion paysagère, d'orientation, de volumétrie, d'aspect extérieur et de conception technique pour des bâtiments économes en énergie et utilisant le maximum d'apports solaires (passifs ou actifs).



La Grave : une implantation qui ne doit rien au hasard, profitant au mieux du soleil hivernal

Pierre-Grosse, Queyras : harmonie d'orientation des façades ouvrant en pignon

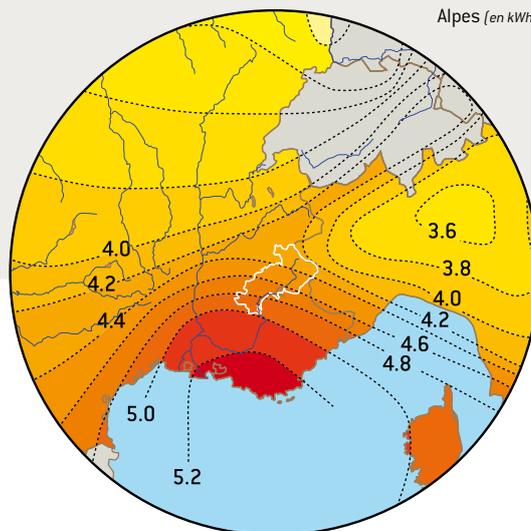


Des versants montagnards du nord du département à la plaine de Laragne en passant par la vallée du Büech, l'intégration paysagère des bourgs, villages et hameaux est fortement conditionnée par l'imbrication des volumes bâtis, les dégradés de toiture dans la pente, leur couleur et leurs matériaux. Cette harmonie est à prendre en compte dans tout projet d'intégration d'équipements solaires en prenant du recul par rapport à son bâtiment pour s'insérer dans une perception plus globale du paysage naturel et construit.

Puy-Saint-Vincent : ancienne ferme de la Vallouise, vastes galeries abritées face au sud
Saint-Véran : toitures à faible pente en lauzes, axes des faitages orientés



Carte de l'ensoleillement moyen des Hautes-Alpes (en kWh/m²/jour)

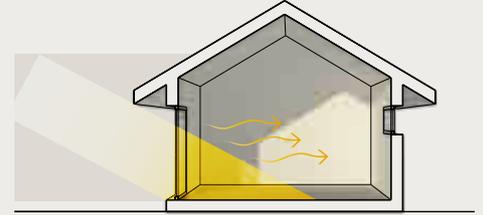


« 300 jours de soleil par an »

Avec ses 2500 heures d'ensoleillement moyen annuel, le département des Hautes-Alpes est un des plus ensoleillés de France. Un argument largement développé par tous les acteurs de la filière pour inciter à l'utilisation de l'énergie solaire, inépuisable, abondante et gratuite. L'argument est très séduisant, mais il relègue au second plan un point pourtant fondamental : dans votre projet, quelle part de la totalité de vos besoins en énergie pourra couvrir le solaire, en fonction de vos besoins réels et de la qualité thermique de votre bâtiment ?



La Roche-des-Arnauds : maison en construction à ossature bois intégrant les principes du bioclimatisme : compacité et façades vitrées bien exposées



CAPTER les calories gratuites fournies par le soleil : choisir la meilleure implantation possible en fonction du site, privilégier de larges ouvertures au sud,...

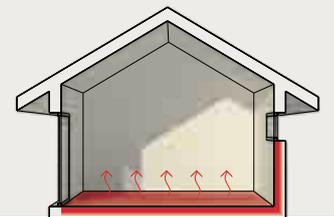
Que puis-je faire pour **minimiser** mes besoins en **énergie** ?

FICHE 2

L'énergie la moins chère est celle qu'on ne consomme pas.

Le slogan est d'actualité, car si minimiser mes besoins en énergie est un enjeu du développement durable, c'est aussi, compte tenu de l'évolution prévisible des ressources et des coûts des énergies fossiles ou de l'électricité, un enjeu économique majeur pour les prochaines années. À court ou moyen terme, la sobriété énergétique, l'efficacité énergétique, et l'utilisation des énergies renouvelables, telles que les définit la « démarche négaWatt » (cf. encadré) contribueront tout autant à votre bien-être au quotidien qu'à la plus-value de votre maison.

Les principes du bioclimatisme : s'insérer dans un site, souvent dans la pente dans le département, se protéger du vent et de la neige, profiter au mieux du soleil, autant de composantes qui vont orienter votre projet (dans tous les sens du terme !), dans sa forme générale et dans l'organisation des espaces intérieurs en vue d'une économie énergétique. Il s'agit, en saison froide, de capter-stocker-distribuer-conserver l'énergie, et en saison chaude de se protéger de la chaleur et/ou de pouvoir l'évacuer.



STOCKER les calories captées ou produites : inertie des dalles et des murs,...

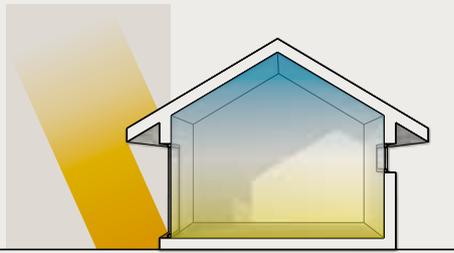


CONSERVER ET PROTÉGER en limitant les fuites thermiques : isolation et menuiseries performantes, étanchéité à l'air soignée, ...

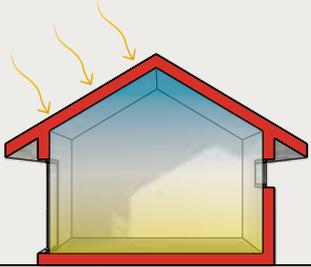


DISTRIBUER les calories captées ou produites de manière homogène : compacité, circulation verticale des flux,...

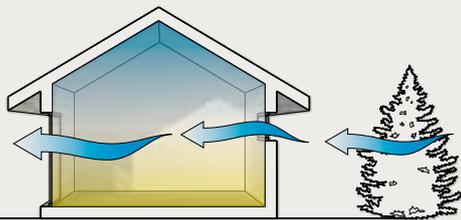
LES PRINCIPES DU BIOCLIMATISME →
STRATÉGIE DU CHAUD
DURANT LES PÉRIODES FROIDES



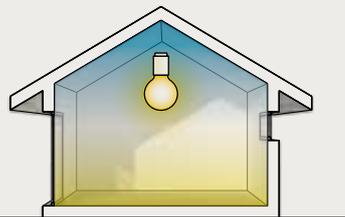
PROTÉGER des surchauffes par l'ensoleillement direct : mise en place de brise soleil fixe ou mobile, conception adaptée de la dépassée de toiture,...



ÉVITER les surchauffes par conduction des calories au travers de l'enveloppe : choix d'une isolation performante, ...



DISSIPER ET REFROIDIR la chaleur accumulée dans la construction : gestion de la circulation d'air et des ventilations,...



MINIMISER les apports de chaleur interne : achat d'équipements performants peu émetteurs de chaleur,...

Le facteur énergétique dans la conception du projet

Si les principes du bioclimatisme sont toujours les mêmes, il n'y a pas de « recette miracle » pour leur mise en œuvre. Chaque projet est unique ! Nécessairement, il faudra définir des priorités, fonction de multiples facteurs, liés au climat local, à la structure du bâtiment, aux usages recherchés, etc., et ce ne sont pas les mêmes suivant que l'on construit une maison, qu'on transforme une ancienne grange en habitation, ou qu'on réhabilite une maison des années 1960. Dans un projet de construction, tout est possible, dans le respect du site, de « l'esprit des lieux » et du règlement d'urbanisme de votre commune. Dans une réhabilitation, l'isolation des murs et de la toiture sont les interventions prioritaires à prévoir : mais les solutions sont multiples : l'isolation extérieure des façades, plus performante, est souvent peu adaptée au bâti traditionnel, surtout s'il présente une forte valeur patrimoniale, alors qu'elle est plus simple à mettre en œuvre sur des constructions plus récentes. Les larges baies, avec un vitrage performant, permettent de valoriser le solaire passif, mais il faudra penser à la gestion estivale de la chaleur pour une façade plein sud.

La prise en compte des principes du bioclimatisme est la clef d'une gestion énergétique « raisonnée ». Dans cette logique, l'énergie solaire, passive ou active (photovoltaïque ou thermique) prend tout son sens, parce qu'elle va permettre de répondre à des besoins bien identifiés et limités.

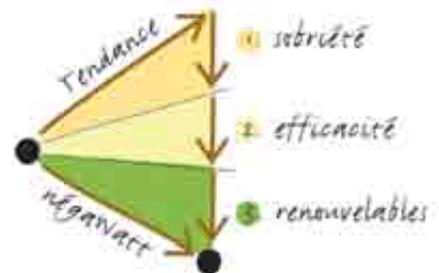
← LES PRINCIPES DU BIOCLIMATISME STRATÉGIE DU FROID DURANT LES PÉRIODES CHAUDES

LA DÉMARCHE «NÉGAWATT »

La « démarche négaWatt » est née des échanges et recherches conduites depuis 2000 par des experts et professionnels de la maîtrise de l'énergie et des énergies renouvelables. Elle propose de renverser notre regard habituel sur l'énergie, ce qui revient à nous interroger sur « comment mieux la consommer », avant de décider « comment en produire plus ». Les négaWatts caractérisent donc l'énergie non-consommée grâce à un usage plus sobre et plus efficace de l'énergie. Ainsi, la démarche négaWatt s'intéresse non pas à « l'offre », mais avant tout aux besoins énergétiques. Elle repose sur trois piliers indissociables : sobriété, efficacité, énergies renouvelables, qui forment les trois temps de la démarche :

- 1. la sobriété énergétique** consiste à supprimer les gaspillages et les besoins superflus,
- 2. l'efficacité énergétique** permet de réduire les consommations d'énergie par des solutions performantes,
- 3. les énergies renouvelables** répondent aux besoins énergétiques avec un faible impact sur l'environnement et une gestion décentralisée.

[source : Association Négawatt, www.negawatt.org]





Le Fontenil, Le Monétiér-les-Bains : Le enneigement important en altitude n'est pas un obstacle au fonctionnement des capteurs solaires

Quels sont mes **besoins** en **énergie** ?

Qui consomme ? La maison ou ses habitants ?

Connaître précisément l'ensemble de mes besoins en énergie est le préalable indispensable au choix des équipements les plus adaptés. De fait, les besoins énergétiques peuvent être répartis en deux grandes familles : ceux liés au chauffage de la maison, et ceux liés aux activités de la vie quotidienne des occupants (eau chaude, éclairage, appareils électriques... sans oublier les déplacements !).

Dans une maison mal orientée et/ou peu isolée, la part du chauffage peut être jusqu'à 10 fois supérieure à ce qu'elle serait dans une maison énergétiquement performante (type BBC-Effinergie).

Dans le premier cas, c'est la maison (« l'enveloppe ») qui est à l'origine de la plus grande part des dépenses énergétiques. Dans le second cas, la part liée aux activités et comportements des habitants est prépondérante sur celle du chauffage. L'habitant devient le véritable acteur de ses dépenses énergétiques : ses comportements et le choix de matériaux performants vont avoir un impact sensible sur le total des dépenses énergétiques annuelles de la famille.

Pour ce type de construction performante, un projet solaire prend tout son sens puisque la production énergétique qu'on peut en attendre devient significative par rapport au total des dépenses énergétiques.

Remarque : dans les schémas ci-après, les données chiffrées sont des estimations basées sur les moyennes nationales. Ces indications sont à moduler pour les projets situés dans les Hautes-Alpes, où les conditions climatiques varient du méditerranéen à l'alpin suivant les lieux et l'altitude.

AUTOSUFFISANCE OU AUTONOMIE ÉNERGÉTIQUE ?

Dans un projet autosuffisant, le but est de produire globalement autant d'énergie qu'il en est consommé, tout en restant connecté au réseau public, qui joue le rôle de « régulateur ».

Un projet autonome est basé sur un principe d'indépendance énergétique, et il n'y a donc pas de raccordement au réseau électrique. Il est impératif de produire au jour le jour toute l'énergie nécessaire, ce qui implique de combiner plusieurs types d'énergie (solaire, éolien, hydraulique, bois...) et de prévoir un stockage. C'est le cas en site isolé, sans accès au réseau électrique, comme par exemple pour certains refuges d'altitude.

Refuge du Pigeonnier, Valgaudemar : indépendance énergétique en site isolé



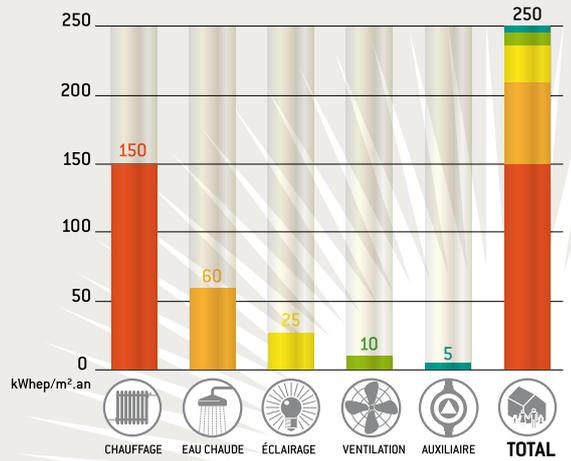
LES CONSOMMATIONS EN ÉNERGIE POUR 2 TYPES D'HABITAT 120 m² de surface habitable (Shab) et 4 occupants

HABITAT «CONVENTIONNEL»

réalisation type des années 1970 à 2000, isolation intérieure de 5 à 10 cm de laine minérale, comportement « standard » des habitants. Chaudière gaz pour la production du chauffage et de l'eau chaude sanitaire (ECS).

250 kWhep/m².an

Soit **30 000 kWhep par an** pour cette construction



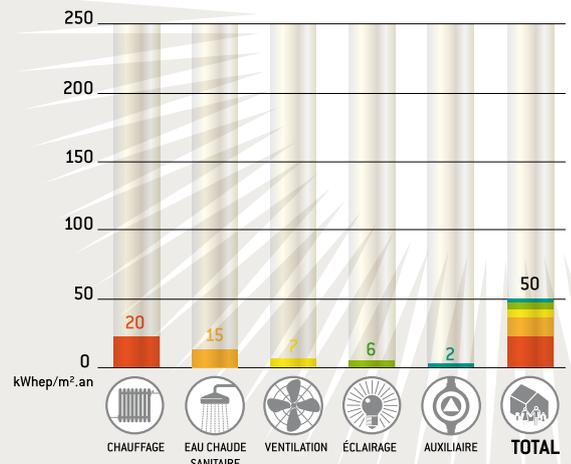
USAGE DE LA VOITURE

15 000 kWhep par an pour 20 000 km/an parcourus



50 kWhep/m².an

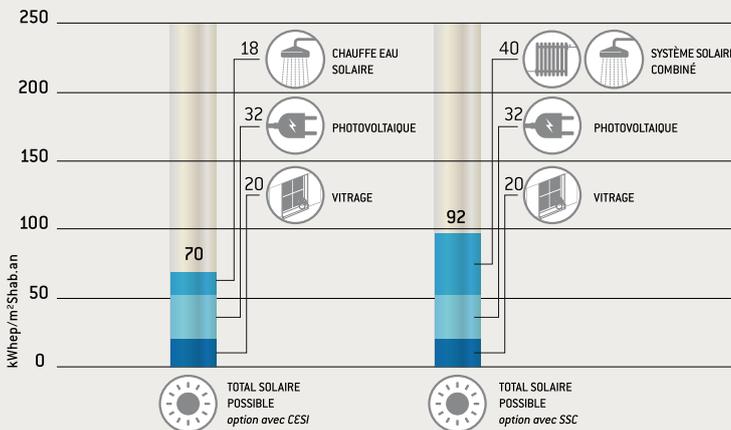
Soit **6 000 kWhep par an** pour cette construction



HABITAT «PERFORMANT»

type Bâtiment Basse Consommation enveloppe performante (respectant les principes du bioclimatisme, cf. fiche 2), équipements performants (dont une part d'énergies renouvelables) et comportement économe des habitants. Chaudière bois pour la production du chauffage et bois + solaire pour l'eau chaude sanitaire (ECS).

LA PRODUCTION EN ÉNERGIE SOLAIRE pour un habitat de 120 m² de surface habitable (Shab) et 4 occupants



LA PART ÉNERGÉTIQUE DU SOLAIRE peut devenir significative dans une construction performante, voire permettre l'autosuffisance, mais elle peut être modeste pour une construction avec des caractéristiques thermiques médiocres.

Vitrage : 8m² x 300 kWh/m²capteur.an / 120 m² Shab = 20 kWh/m² de Shab

PV : 24 m² x 160 kWh/m²capteur.an / 120 m² Shab = 32 kWh/m² Shab

ECS : 4 m² x 550 kWh/m²capteur.an / 120 m² Shab = 18 kWh/m² Shab

SSC : 12 m² x 400 kWh/m²capteur.an / 120 m² Shab = 40 kWh/m² Shab

Avec CESI 20 + 32 + 18 = 70 kWh/m² Shab

Avec SSC 20 + 32 + 40 = 92 kWh/m² Shab

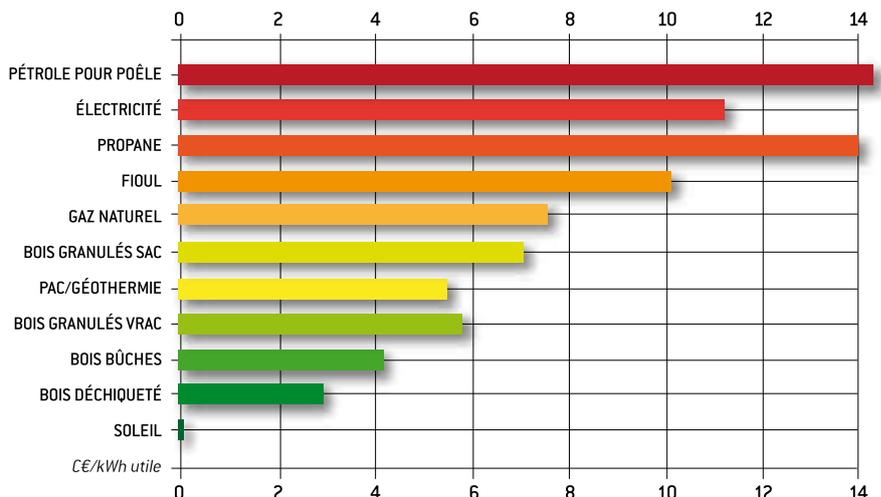
[NB : dans l'histogramme, la part du thermique et du photovoltaïque est indicative].

LE COÛT DE L'ÉNERGIE DE COMPLÉMENT

Quel que soit mon projet solaire, une énergie de complément sera nécessaire. Pour pouvoir comparer le coût des différents types d'énergie, on raisonne en centimes d'euro par kWh utile (C€/kWh) qui intègre le rendement des appareils, figuré sur le graphique par l'étalement des barrettes colorées. Par exemple, le rendement du bois bûches est différent suivant l'hygrométrie, et suivant qu'on l'utilise dans une cheminée à foyer ouvert ou dans une chaudière de classe 3.

Source AJENA, mise à jour mars 2011

NB : les hypothèses sont liées à la consommation d'une maison de 100m² située dans le Jura. Pour les détails des calculs, et leur mise à jour régulière, voir : http://www.ajena.org/page.php?page_id=82





Freissinières : valorisation du solaire passif dans la réhabilitation d'une ancienne ferme : pignon vitré, balcons à montants fins laissant passer le soleil

Quelle place pour le solaire dans mon projet ?

Une analyse « multicritères » est essentielle

Qu'il s'agisse d'une construction neuve ou d'une réhabilitation, de multiples facteurs entrent en compte dans un projet recherchant une grande performance énergétique. Les conditions du site, comme l'altitude, le climat, la localisation, etc. influent sur les choix et priorités à donner dans le traitement de « l'enveloppe » du bâtiment : orientation, isolation, ventilation, surfaces de vitrage... En interrelation avec ces multiples critères, il faudra trouver les « systèmes » techniques les plus adaptés, fonction des énergies disponibles et de leur coût, des modes d'habiter des occupants, des matériaux et techniques qu'il est possible de mettre en œuvre localement, et des compétences des différents acteurs professionnels.

Un subtil équilibre dans la prise en compte de l'ensemble de ces facteurs, qui fonctionnent en interrelation, est la clef de la performance énergétique d'un projet. Tout miser sur un seul facteur, au détriment de tel ou tel autre, peut être source de déséquilibre.

Dans cette démarche globale de projet, le solaire, qu'il soit passif ou actif, est à considérer comme un des éléments de réponse parmi d'autres. Le solaire ne suffit jamais à couvrir l'ensemble des besoins énergétiques d'une maison, même bioclimatique ; il intervient en interdépendance avec des énergies d'appoint nécessaires, et il faut donc l'utiliser là où il apporte une réelle plus-value. C'est dans cette logique qu'on peut se poser la question suivante :

mon projet mérite-t-il le solaire ?

LA RÉGLEMENTATION THERMIQUE

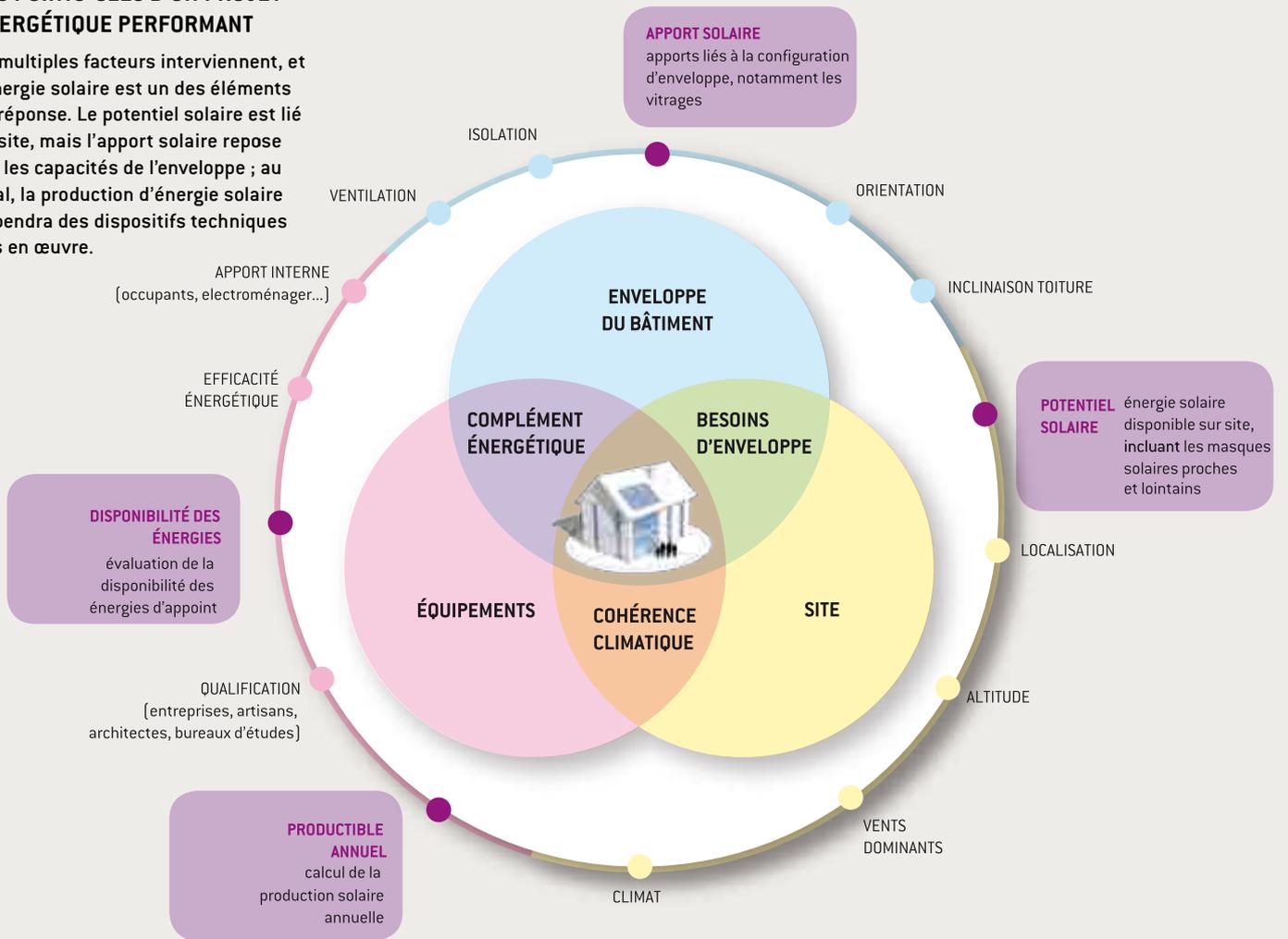
La réglementation thermique (RT) est un ensemble de règles à appliquer dans le domaine de la construction afin d'augmenter le confort des occupants tout en réduisant la consommation énergétique des bâtiments. La RT 2005, qui s'applique à tous les permis de construire (PC) déposés à partir du 1^{er} septembre 2006, fixe des performances à atteindre concernant la consommation d'énergie, la température atteinte en été, ainsi que pour une série de composants (isolation, ventilation, systèmes de chauffage, climatisation...).

La RT 2012 à venir [qui ne concerne que le bâtiment neuf, soit à peine 1% par an du parc existant] propose une approche plus globale : d'une part elle fixe un objectif de consommation d'énergie primaire inférieure à 50 kWh/m².an en moyenne pour tous les bâtiments neufs [c'est aujourd'hui le standard des bâtiments basse consommation]. D'autre part, elle prend en compte la qualité énergétique du bâtiment dès sa conception, avec un coefficient « Bbio », qui valorise notamment le niveau d'isolation, la compacité et la conception bioclimatique. À ce titre, elle impose, pour les maisons individuelles, 4 m² de panneaux solaires thermiques associés à un CESI.

Le point à retenir est que la production d'énergie solaire n'est pas un objectif en soi, mais une des composantes d'un projet global, dont le but est de limiter la consommation des énergies fossiles et la production de GES.

LES POINTS-CLÉS D'UN PROJET ÉNERGÉTIQUE PERFORMANT

De multiples facteurs interviennent, et l'énergie solaire est un des éléments de réponse. Le potentiel solaire est lié au site, mais l'apport solaire repose sur les capacités de l'enveloppe ; au final, la production d'énergie solaire dépendra des dispositifs techniques mis en œuvre.



PASSIVHAUS, MINERGIE, BBC-EFFINERGIE...

Ces labels permettent de certifier des bâtiments performants. Effinergie est le label français, PassivHaus est allemand, Minergie est suisse. Leurs niveaux d'exigences ne sont pas équivalents et ces labels varient dans le choix des critères pris en compte et les méthodes de calcul ; il est donc difficile de les comparer. Effinergie se décline en BBC-Effinergie (pour le neuf) ou BBC-Effinergie Rénovation (pour l'ancien). Le label français intègre dans ses calculs toutes les consommations énergétiques prises en compte dans la réglementation thermique (chauffage, refroidissement, eau chaude sanitaire, auxiliaires, ventilation, éclairage), alors que les labels suisse et allemand sont moins exhaustifs et sont très axés sur la qualité de l'enveloppe du bâtiment.

Thermogramme extérieur d'une maison : les points de faiblesse de l'isolation ou « ponts thermiques » qui occasionnent des fuites énergétiques apparaissent en rouge.

Test de "la porte soufflante" ou infiltrométrie permettant de mesurer la perméabilité à l'air d'un bâtiment.

Recherche de fuites à l'aide de fumées artificielles.



Guillestre : Solaire photovoltaïque et thermique en toiture et en couverture de véranda

Du **solaire**, mais **quel solaire ?**

Lorsqu'on parle d'énergie solaire, on imagine le plus souvent des capteurs solaires photovoltaïques ou thermiques. Il s'agit là d'équipements solaires dits « actifs ». Pourtant, le solaire « passif » est une composante tout aussi importante d'un projet solaire, car les surfaces vitrées apportent simultanément de la lumière naturelle et de la chaleur.

Qu'il s'agisse d'équipements solaires « actifs » ou de solaire passif, il est important d'avoir en tête ce qu'on peut en attendre en terme de production en kWh : passif (vitrage), capteurs photovoltaïques, ou capteurs thermiques peuvent apporter des quantités d'énergie qui varient du simple au triple, avec des principes de fonctionnement (production d'électricité ou de chaleur) et des usages bien différents : apports solaires directs par le vitrage, alimentation électrique pour l'éclairage ou autres usages, chauffe-eau solaire ou système solaire combiné (eau chaude sanitaire et chauffage).

EN MATIÈRE D'ÉNERGIE SOLAIRE, ATTENTION AUX IDÉES REÇUES :

Double ou triple vitrage ?

Un triple vitrage ultra performant assure une bonne isolation pour une baie en façade nord mais, en façade sud, il peut devenir contre productif en limitant les apports solaires passifs ; dans certains cas, un double vitrage performant peut garantir un bon équilibre entre apport solaire et déperdition.

Plus de capteurs, plus de chaleur ?

Une surface plus importante de capteurs thermiques améliore la couverture des besoins en eau chaude sanitaire mais à quel prix (cf. schéma ci-contre) ! Il n'est jamais possible de couvrir l'ensemble des besoins. Mais, avec une installation surdimensionnée, le risque de surchauffe estivale est important, et peut endommager gravement l'installation. En revanche, l'implantation verticale des panneaux aura un effet de lissage sur la courbe de production, grâce à un meilleur rendement hivernal, lorsque les rayons du soleil sont bas, et limitera le risque de surchauffe estival. De plus, dans les Hautes-Alpes, où l'enneigement peut être important, cette implantation verticale évite l'accumulation de la neige sur les capteurs, tout en bénéficiant du fort réfléchissement de la neige (albedo élevé) qui augmente leur rendement. Au plan technique, il est aussi plus facile et moins coûteux d'implanter des panneaux en façade qu'en toiture, et leur intégration architecturale est généralement meilleure.

LA PRODUCTION D'UN PROJET SOLAIRE (par m² de capteurs ou de vitrage, dans de bonnes conditions d'installation)

SOLAIRE "PASSIF"



VITRAGE plein sud
 Apports solaires annuels **300 kWh/m².an**
 Pour 8 m² d'un double vitrage plein sud dans la région de Gap, sans ombrage. Avec une période de chauffage de 220 jours, le gain annuel (apport solaire – déperditions liées au vitrage) est de 2400 kWh/an.

SOLAIRE ÉQUIPEMENTS "ACTIFS"



THERMIQUE, chauffe-eau solaire individuel (CESI)
 Productible annuel **550 kWh/m².an**
 Une installation courante est composée de 4 m² de capteurs pour une famille de 4 personnes soit une production annuelle de 2 200 kWh/an
 Cette production permet de couvrir environ 60% des besoins annuels en eau chaude.

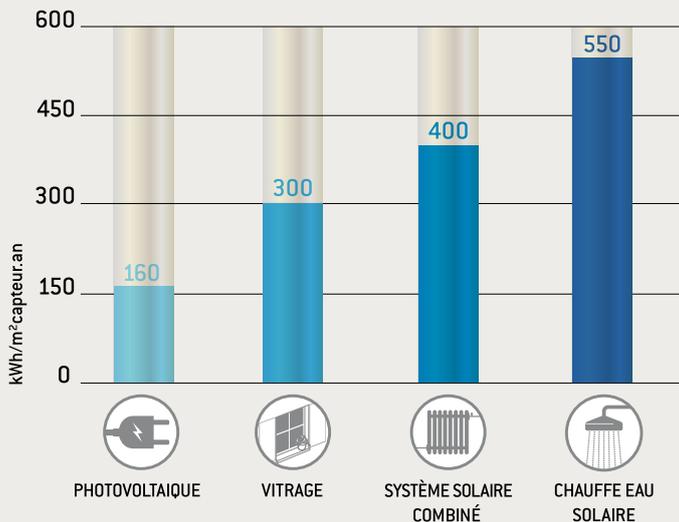


THERMIQUE, Système Solaire Combiné (SSC)
 Productible annuel **400 kWh/m².an**
 Une installation courante est composée de 1 m² de capteurs pour 10 m² de surface habitable, pouvant couvrir 50% en moyenne des besoins en chauffage et en eau chaude sanitaire. Dans les Hautes-Alpes, le thermique est plus développé pour le chauffage que dans d'autres régions.



PHOTOVOLTAIQUE
 Productible annuel **160 kWh/m².an**
 Une installation solaire de 20 m² à 25 m² de capteurs pourra garantir une production annuelle allant jusqu'à 4000 kWh/an.
 Cette production peut couvrir la consommation électrique annuelle d'une famille de 4 personnes (hors chauffage et eau chaude).

COMPARATIF DU PRODUCTIBLE ANNUEL PAR M² DE CAPTEUR



EAU CHAUDE SANITAIRE ET CHAUFFAGE : BESOINS ET PRODUCTION

Comparaison entre besoins annuels et production, exemple pour une installation solaire (CESI et SSC) à Gap, influence de l'inclinaison et la surface des capteurs

Besoins en ECS
 Pour 4 personnes : 200l/jour à 55°C soit **3 600 kWh/an**

Énergie d'appoint ECS

L'écart entre la courbe des besoins (en rouge) et celle de l'installation solaire correspond aux besoins à couvrir avec une énergie d'appoint.
 Les besoins varient au cours de l'année en fonction de la température de l'eau froide.

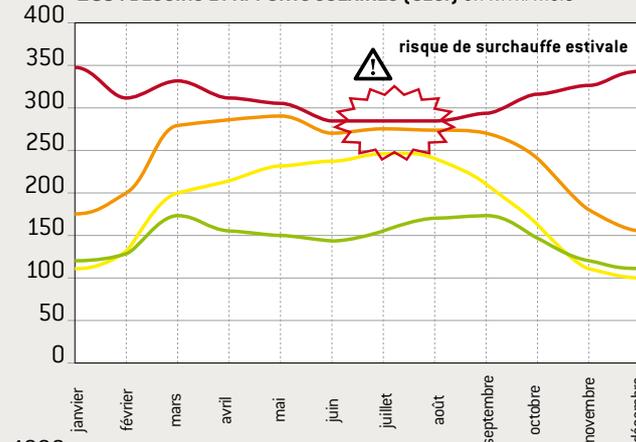
Besoins en SSC
 Pour 4 personnes : besoin en ECS et chauffage pour une maison performante de 120 m² soit **13 000 kWh/an**.

Installation de référence
 4 m² / inclinaison de 30° / plein sud
 optimum théorique, surchauffe possible si non consommation en été.
PRODUCTIVITÉ 550 kWh/m²capt.an

Variante surface x 2
 8 m² / inclinaison de 30° / plein sud
 Risque de surchauffe en été, baisse de productivité au m², coût plus élevé de l'installation.
PRODUCTIVITÉ 363 kWh/m²capt.an = -35 %

Variante verticale
 4 m² / inclinaison de 90° / plein sud
 Meilleure concordance entre besoins et production, rendement amélioré avec l'effet de l'albedo de la neige, simplicité de montage.
PRODUCTIVITÉ 437 kWh/m²capt.an = -20%

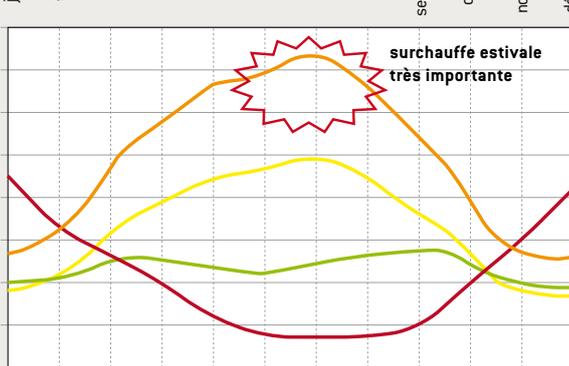
ECS : BESOINS ET APPORTS SOLAIRES (CESI) en kWh/mois



Installation de référence
 12 m² / inclinaison de 30° / plein sud
PRODUCTIVITÉ 400 kWh/m²capt.an
"économie solaire" 4700 kWh/an

Variante surface x 1,5
 18 m² / inclinaison de 30° / plein sud
 Surchauffe en été, baisse de productivité au m², coût plus élevé de l'installation.
PRODUCTIVITÉ 340 kWh/m²capt.an
"économie solaire" 6100 kWh/an

Variante verticale
 12 m² / inclinaison de 90° / plein sud
 Meilleure concordance entre besoins et production, rendement amélioré avec l'effet de l'albedo de la neige, simplicité de montage.
PRODUCTIVITÉ 400 kWh/m²capt.an
"économie solaire" 4700 kWh/an

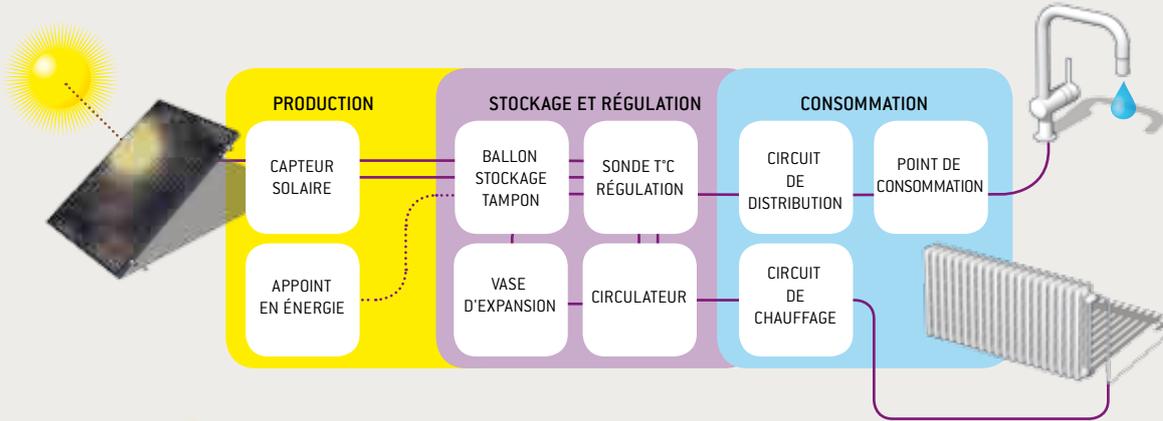


CHAUFFAGE : BESOINS ET APPORTS SOLAIRES (SSC) en kWh/mois



Installation solaire thermique

SCHÉMA DE PRINCIPE D'UN CHAUFFE-EAU SOLAIRE OU D'UN SYSTÈME COMBINÉ



TROIS FONCTIONS

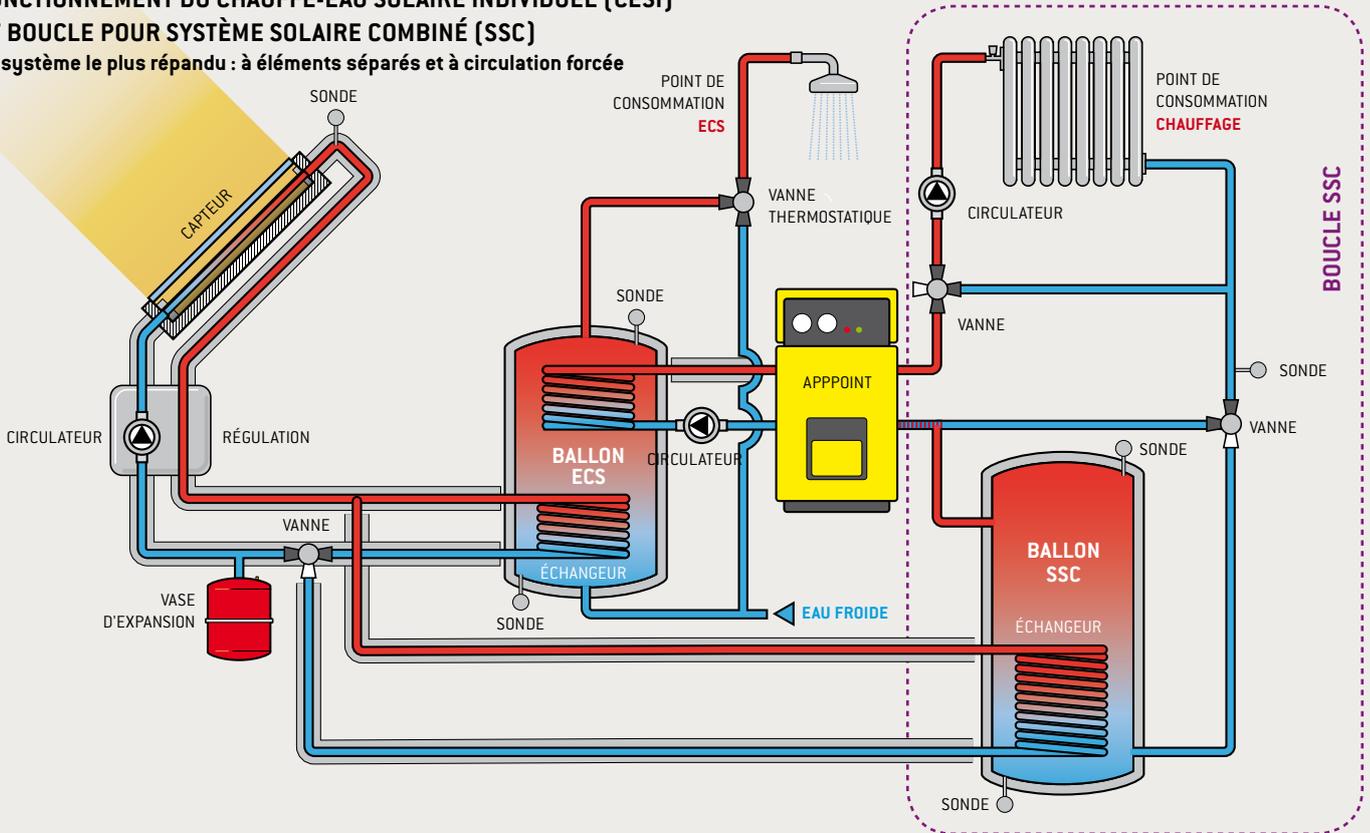
La production de "chaud" : solaire et énergie d'appoint pour couvrir les besoins.

Le stockage "thermique" et la régulation : un ballon de stockage associé aux systèmes de circulation et de sécurité.

La consommation : eau chaude sanitaire simplement pour le chauffe-eau solaire individuel, ou associée au chauffage dans le cas d'un système combiné (SSC).

FONCTIONNEMENT DU CHAUFFE-EAU SOLAIRE INDIVIDUEL (CESI) ET BOUCLE POUR SYSTÈME SOLAIRE COMBINÉ (SSC)

Le système le plus répandu : à éléments séparés et à circulation forcée



PRINCIPAUX COMPOSANTS



CIRCULATEUR

Il assure la circulation du fluide caloporteur dans le réseau entre les capteurs et l'échangeur.



BALLON STOCKAGE TAMPON

Intégrant l'échangeur de chaleur, il assure la production et le stockage et d'eau chaude sanitaire.



SOUPEPE DE SÉCURITÉ

Elle permet de protéger le circuit d'une montée de pression dangereuse en laissant le fluide surcomprimé s'échapper.



VASE D'EXPANSION

Il absorbe les variations de volume liées à la température du fluide et protège le circuit.

LE VOLUME DE L'INSTALLATION

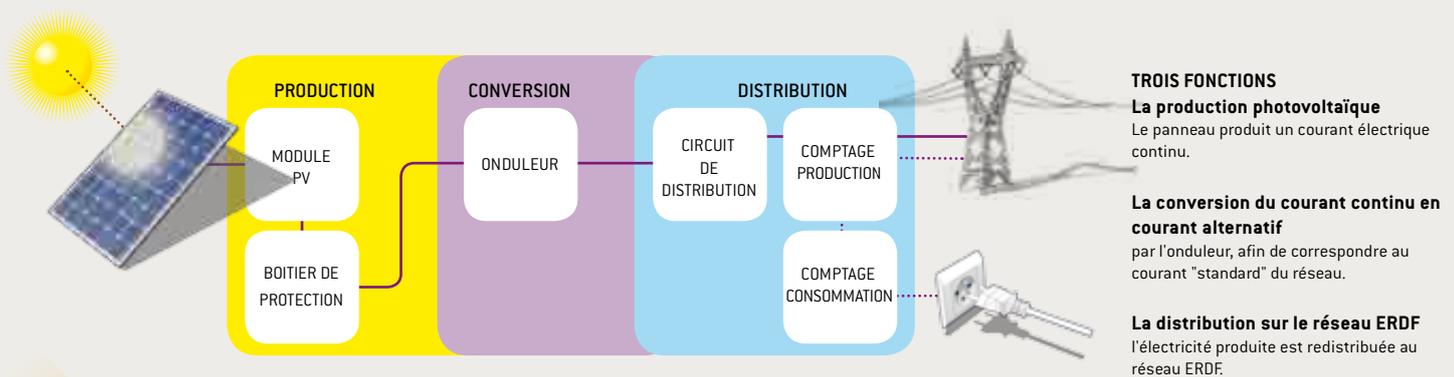
Relativement peu encombrante dans les systèmes photovoltaïques, elle peut être plus contraignante dans les différents systèmes thermiques. Pour un CESI, le ballon est dimensionné en fonction des besoins. La règle est de 50 litres/jour par habitant (4 habitants = ballon de 200 litres). Il faut prévoir quelques m² dans la construction. Les installations type SSC ont des ballons qui dépassent couramment les 1000 litres. Elles nécessitent un espace important et une accessibilité suffisante pour l'installation et la maintenance.



Installation thermique de type SSC

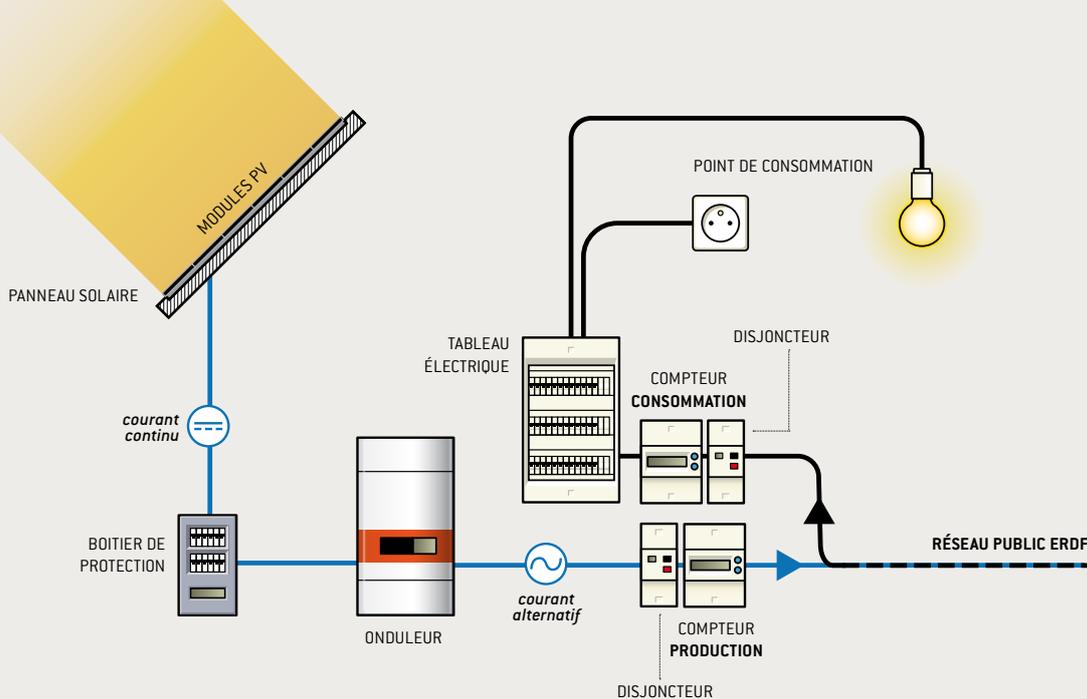
Installation solaire photovoltaïque

SCHEMA DE PRINCIPE D'UNE INSTALLATION CONNECTÉE AU RÉSEAU



FONCTIONNEMENT D'UNE INSTALLATION PHOTOVOLTAÏQUE

Le système le plus répandu : installation connectée au réseau



PRINCIPAUX COMPOSANTS



ONDULEUR

Il assure la conversion d'un courant électrique continu en courant alternatif.



CONNECTEUR ET CÂBLES

Ils assurent la liaison entre les différentes composantes de l'installation.



PROTECTION

Dispositifs permettant de protéger l'installation contre les surtensions transitoires (type parafoudre).



SUIVI DE PRODUCTION

Compteur permettant de suivre la productivité de l'installation.



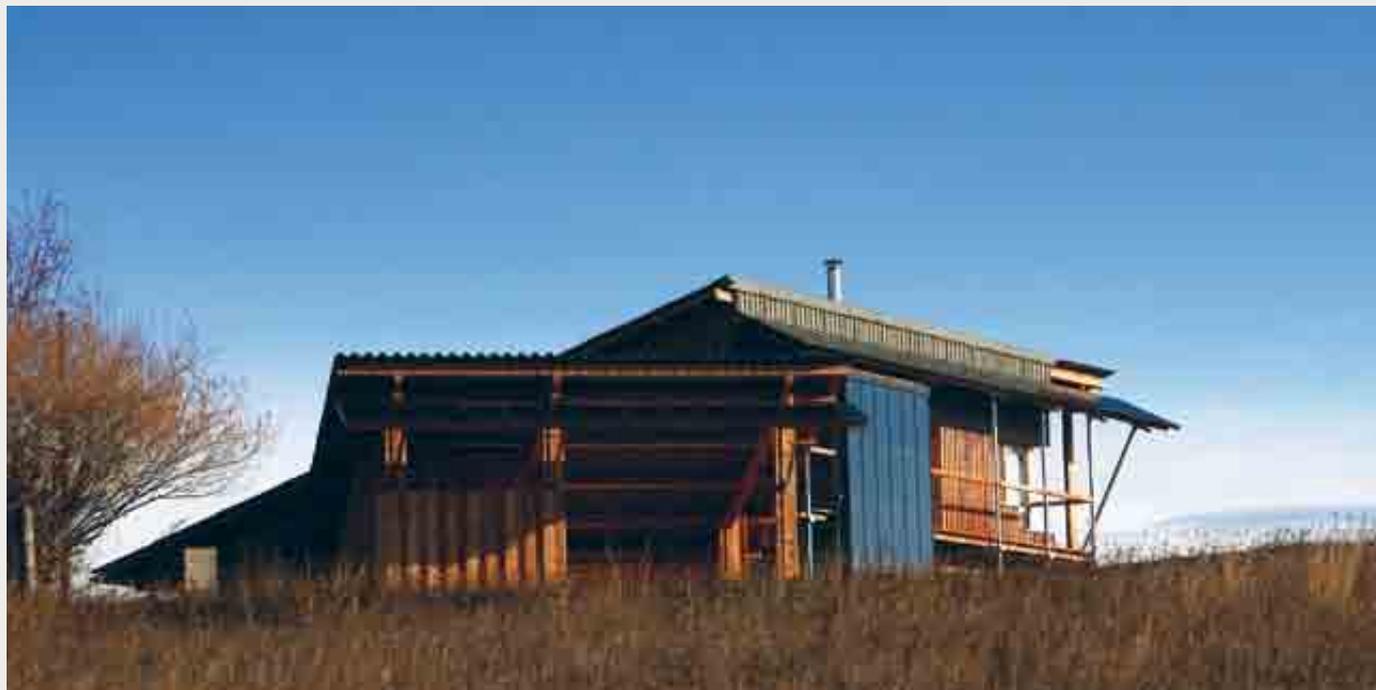
LIAISON ENTRE CAPTEUR ET BALLON

Tout aussi importante que l'implantation et l'orientation des capteurs, leur distance avec l'installation et notamment le ballon de stockage doit être réduite au maximum pour éviter les déperditions et limiter les pertes de charges (consommation électrique du circulateur).



PRÉCAUTIONS À PRENDRE

Une attention toute particulière doit être apportée à l'étanchéité et la calorifugation des tuyauteries de liaison. Leur implantation doit permettre en outre une maintenance et une vérification aisées par une accessibilité en tous points de raccordement. Un soin particulier doit être apporté au cheminement des câbles et réseaux pour une bonne intégration au bâtiment et pour en garantir la longévité.



Basse Corréo, La Roche-des-Arnauds : capteurs solaires verticaux, et en auvent avec une fonction de brise-soleil

Comment **installer** mes **équipements** solaires ?

FICHE 6

Dimensionnement, positionnement et masques : trois points essentiels

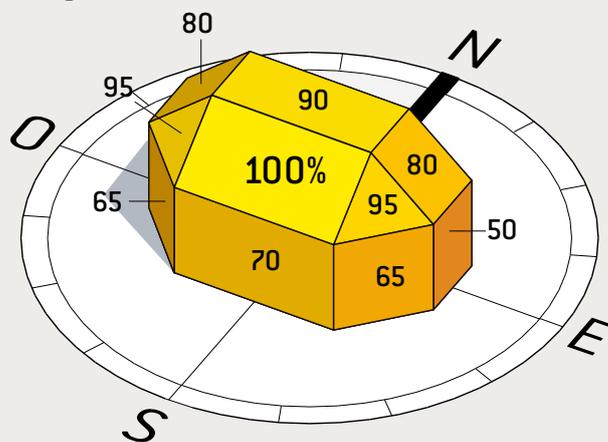
Trois points sont déterminants pour l'installation des équipements solaires : leur dimensionnement, leur positionnement, et la prise en compte des masques. Au final, il faudra trouver un équilibre entre performance technique des panneaux, surface, inclinaison, et orientation.

Le dimensionnement des capteurs thermiques ou photovoltaïques est fonction de la part des besoins énergétiques à couvrir et des caractéristiques techniques des équipements (performance, dimensions des modules, etc. voir fiche 9). Quelques ordres de grandeur :

- Pour le thermique, une installation de 2 à 4 m² de capteurs peut couvrir environ 50 % des besoins en eau chaude sanitaire d'une famille de quatre personnes. Compte tenu des risques de surchauffe estivale, il n'est jamais possible de les couvrir à 100 % par l'énergie solaire (cf. fiches précédentes).
- Pour le photovoltaïque, en habitat individuel, la puissance de 3kW crête est en général le maximum recherché, soit une surface de 20 à 25 m² de capteurs (ce seuil correspond également à des demandes d'autorisation et des aides différentes). Cette surface de capteurs peut produire (dans les Hautes-Alpes) jusqu'à 4000 kWh/an, correspondant à peu près à la consommation en électricité domestique d'une famille de quatre personnes (hors chauffage et eau chaude sanitaire).

Le positionnement des capteurs

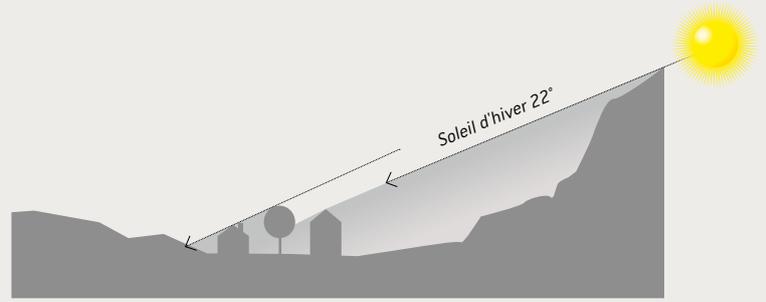
Une orientation plein sud assure un rendement annuel maximum des capteurs solaires. L' inclinaison optimum pour le photovoltaïque est de 35 à 40° dans la région. Pour les solutions thermiques, un rendement maximal peut être recherché en fonction des besoins saisonniers. Ainsi l'inclinaison optimisée, par rapport au sol, pour l'hiver sera de 70° à 90°, et de 30° à 50° pour l'été. Dans la réalité, la morphologie du bâtiment, son orientation, la pente de toiture et son environnement n'offrent que très rarement cette possibilité. D'autres inclinaisons et orientations restent cependant possibles sans pertes significatives de rendement.



Impact de l'orientation et de l'inclinaison des panneaux solaires sur le productible annuel (en %). L'inclinaison influe de manière plus déterminante que l'orientation.

Les masques

Qu'elle soit l'effet d'un « automasque », d'un masque proche lié aux constructions voisines ou à la végétation, ou d'un masque lointain dû aux reliefs, une ombre portée sur les capteurs, même partiellement, entraîne une baisse de productivité (particulièrement pour les panneaux solaires photovoltaïques). C'est pourquoi il est très important d'analyser finement ces phénomènes, en établissant par exemple un diagramme solaire, qui va permettre de calculer précisément la durée d'ensoleillement des panneaux.

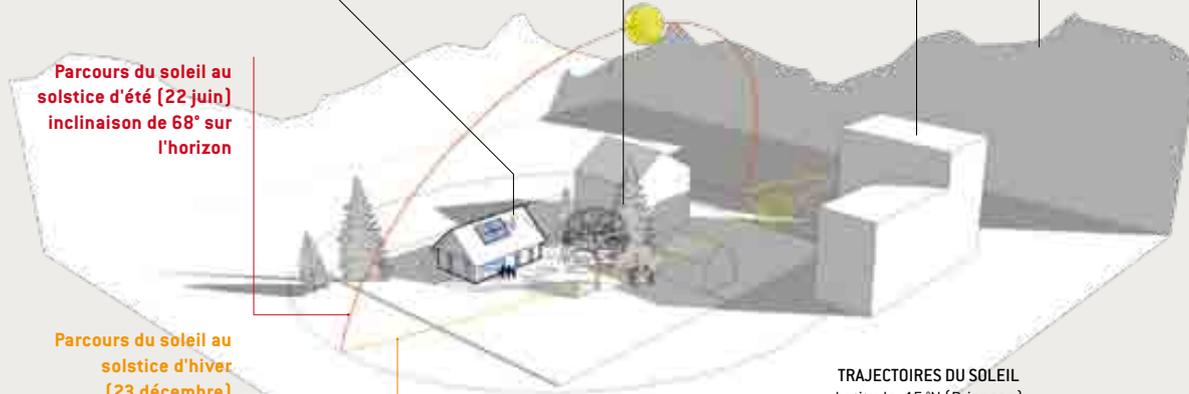


Masques propres ou "automasques"
Éléments du bâtiment comme les cheminées créant un ombrage même partiel des panneaux solaires, ou ombre portée par les panneaux solaires sur eux-mêmes.

Masques proches
Importance des plantations d'arbres et de leur développement au fil des ans

Masques proches
Souvent constitués par les constructions voisines

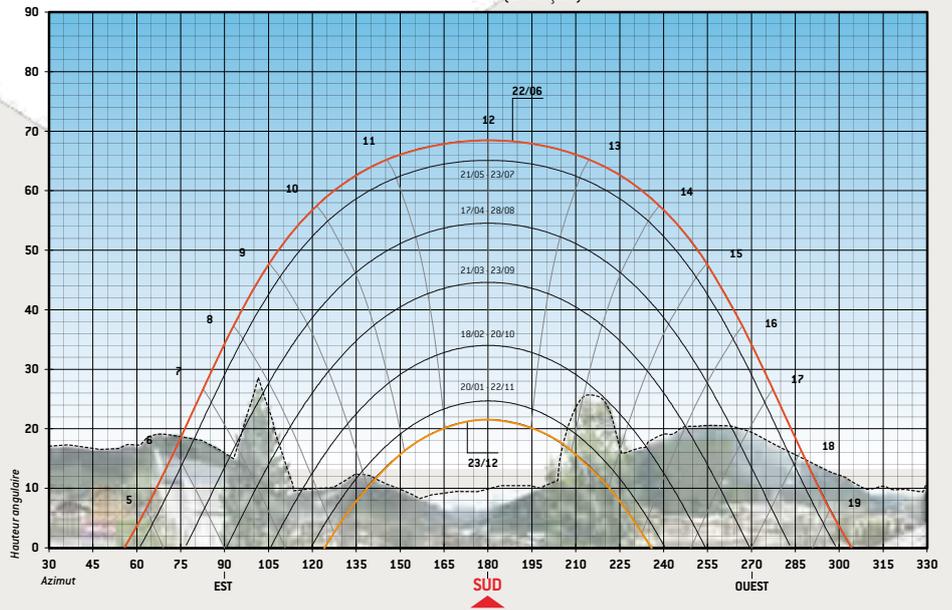
Masques lointains
Reliefs, lignes de crêtes...



Parcours du soleil au solstice d'été (22 juin)
inclinaison de 68° sur l'horizon

Parcours du soleil au solstice d'hiver (23 décembre)
inclinaison de 22° sur l'horizon

TRAJECTOIRES DU SOLEIL
Latitude 45° N (Briançon)



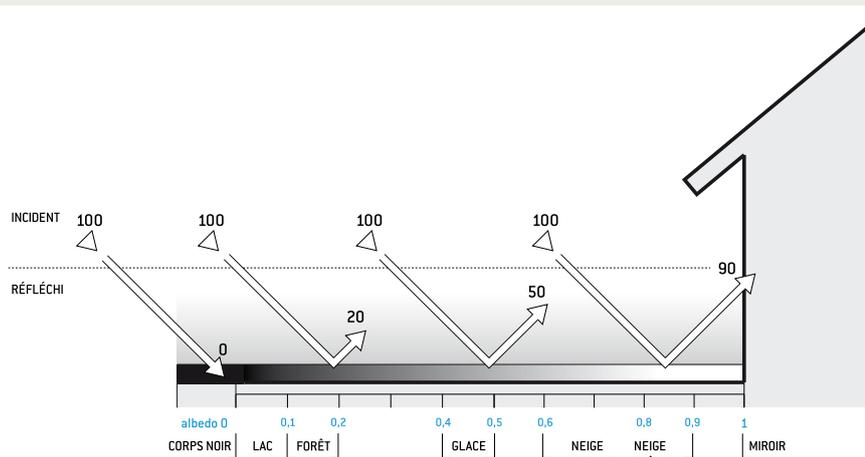
MASQUES LOINTAINS, PROCHES ET AUTOMASQUES

Diagramme solaire représentant la course du soleil et les masques proches et lointains

Ceux-ci apparaissent sous le pointillé noir : montagnes, bâtiments, végétations, etc. Ici, jusqu'à 50 % du soleil disparaît au solstice d'hiver derrière des « masques »

L'ALBEDO

L'enneigement important du département des Hautes-Alpes provoque une réverbération du soleil sur la neige qui influe sur les apports passifs traditionnels. Elle favorise notamment un positionnement vertical des capteurs en façade. Cette disposition peut être très intéressante pour les systèmes thermiques CESI et SSC.





Veynes : impact des percements en toiture sur la perception du village

Fressinières : solaire passif avec protection estivale par large dépassée de toiture

Mon **projet solaire** sera-t-il **bien intégré** ?

Comment réussir l'intégration paysagère et architecturale des équipements solaires ?

En neuf comme en rénovation, les équipements solaires doivent s'intégrer à la conception générale du projet, pour faire partie intégrante du bâtiment et de ses abords et ne pas apparaître comme des éléments rapportés.

Cette intégration tient à la fois à la typologie de la construction, aux teintes du bâtiment et de son environnement et à la surface de capteurs nécessaire pour un chauffe-eau seul, un chauffage solaire ou une production d'électricité photovoltaïque.

Dans les constructions neuves, l'installation solaire fait partie intégrante du bâtiment et ne pose généralement pas de problème.

Les maisons construites dans les années 1960 à 1980 peuvent recevoir, après amélioration de l'isolation thermique du bâtiment, des équipements incorporés dans la couverture.

Pour les bâtiments anciens à forte valeur patrimoniale, la pose d'équipements solaires est souvent plus délicate. Elle doit être étudiée en fonction à la fois de l'architecture propre de la maison mais aussi de son environnement isolé ou au sein d'un village dans lequel l'homogénéité de toitures constitue une perception paysagère essentielle.

Dans la partie nord du département, les toitures très inclinées et dans les tons gris des bacs acier, bardeaux de mélèze ou lauzes posent peu de problèmes d'intégration par la couleur. Par contre au sud, les toitures à faible pente en tuiles canal se prêtent moins à l'insertion de capteurs, à la fois par leur

inclinaison, leur morphologie et leur teinte. Compte tenu des types de capteurs aujourd'hui commercialisés, une bonne insertion dans une toiture en tuile canal n'est pas toujours possible. Des solutions sont actuellement en développement et laissent espérer des innovations intéressantes pour l'avenir.

En fonction du site et du volume bâti, différentes implantations peuvent être envisagées, selon des critères à la fois énergétiques et architecturaux, dont il faut mesurer les avantages et inconvénients :

- sur le terrain, déconnecté de la construction,
- en toiture, de la maison principale ou d'annexes, d'appentis, d'auvent,... ou plus généralement sur les parties les plus hautes de la construction,
- sur les murs de façades, les garde-corps des balcons et terrasses.

La performance sera recherchée mais pas au détriment des qualités esthétiques du projet.



À gauche, la solution la plus satisfaisante, les capteurs sont encastrés dans la couverture. Au centre, leur pose en saillie les rend beaucoup plus visibles et soumis à la pression de la neige. À droite, les installations techniques volumineuses (type tubes) sont à étudier au cas par cas, pour résoudre des problèmes de productivité, ou d'orientation.



Molines : capteurs intégrés dans une couverture en bardeaux de mélèzes. La partie neuve en mélèze va griser rapidement



Ribeyret : toitures en tuiles canal du sud du département avec différentes orientations

En toiture inclinée

Les toitures des Hautes-Alpes, notamment en zone de montagne, présentent des pentes importantes (environ 45°).

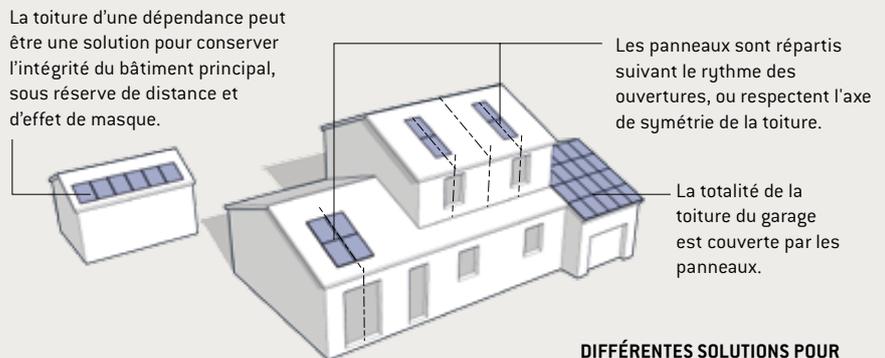
De ce fait, les panneaux peuvent être intégrés dans la pente du toit sans perte significative de rendement et sans support incliné pour correction d'inclinaison.

La pose encastrée dans la couverture est préférable à la surimposition, à la fois visuellement et pour minimiser l'impact de la poussée de la neige.

A noter que les capteurs thermiques plans s'intègrent de ce fait mieux que les tubes.

Selon la surface à installer (photovoltaïque ou thermique, eau chaude seule ou système combiné (chauffage + ECS), une harmonie est à rechercher avec le rythme des ouvertures en façade ou en toiture.

Cette conception d'équipements solaires peut également permettre de s'intégrer ou de créer des décalages de volumes : auvent, véranda, abri voiture, dépendances, quitte à privilégier la couverture d'un pan entier de toiture



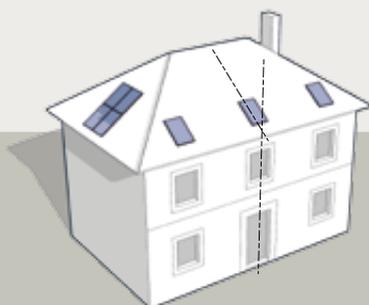
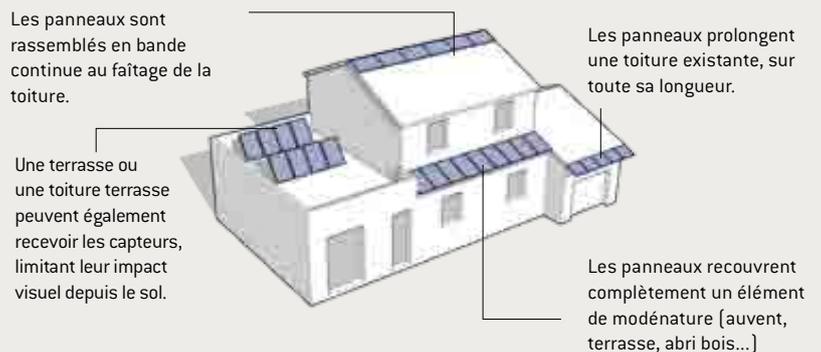
DIFFÉRENTES SOLUTIONS POUR UNE MEILLEURE INTÉGRATION DES CAPTEURS

AVANTAGES :

- intégration dans la surface de la couverture,
- installation parfois (souvent) non visible depuis l'espace public car en hauteur,
- proximité de l'espace habitable, donc moins de pertes du réseau hydraulique.

INCONVÉNIENTS :

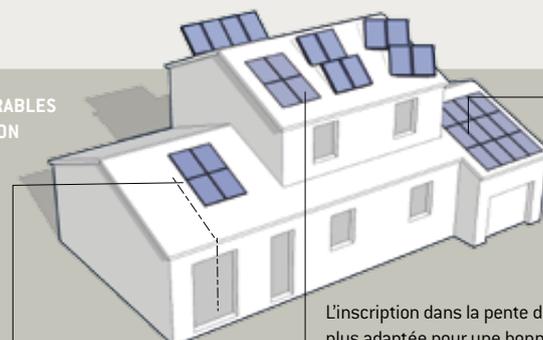
- intervention parfois lourde sur la toiture,
- impact visuel important dans certains sites patrimoniaux.



Les toitures à 4 pans ou avec des formes non régulières posent souvent plus de problèmes pour une bonne intégration. Respecter la symétrie ou le rythme des ouvertures, éviter, comme sur la partie gauche de la toiture, des surfaces qui ne sont pas en rapport avec celles du pan, ou trop proche des extrémités.

DISPOSITIONS PEU FAVORABLES À UNE BONNE INTÉGRATION

Attention aux implantations ne respectant pas la conception du bâtiment : pente de toiture, alignement et proportions des ouvertures.



Attention aux distances minimales à respecter en fonction des éléments de couvertures : rives, faitage...
L'inscription dans la pente du toit reste la plus adaptée pour une bonne intégration, d'autant que la recherche d'une inclinaison et d'une orientation optimales n'a pas une influence considérable sur le rendement de l'installation [cf fiche 6].

COULEUR & INTÉGRATION

La teinte de la structure métallique des capteurs est prépondérante pour leur intégration. Une teinte en aluminium naturel va avoir un impact visuel important et souligner le dessin et le format des capteurs, ce qui peut être un avantage dans le cadre d'une construction neuve conçue sur une trame régulière. Une teinte sombre (dans le ton des capteurs) va au contraire favoriser l'intégration par une perception plus uniforme et donc discrète sur des toitures existantes.



En façade

Même si l'inclinaison optimale n'est pas respectée dans ce cas, la pose verticale de panneaux en façade permet de contribuer à l'expression architecturale du bâtiment en créant ou s'adaptant à des modénatures : balcons, loggias, garde-corps, ...

Ils constituent alors un élément de structure à part entière, source d'économie par rapport à des éléments rajoutés.

Là encore la trame des panneaux doit être adaptée au rythme des pleins et des vides de la façade et des éventuels décalages de profondeur.

AVANTAGES :

- participation à l'expression architecturale du bâtiment,
- intégration à la structure propre de la construction,
- limitation des risques de surchauffe pour le thermique.

INCONVÉNIENTS :

- inclinaison verticale moins performante en terme de rendement, en particulier pour le photovoltaïque,
- réseaux à intégrer dans la structure du bâtiment.

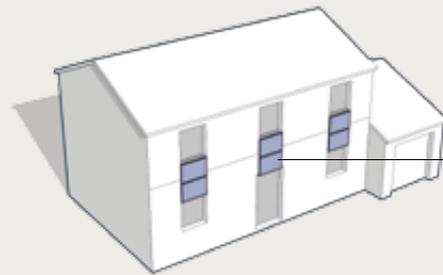
Saint-Martin-de-Queyrières : capteurs solaires en "casquette" pare-soleil sur une école



Puy-Saint-Vincent :

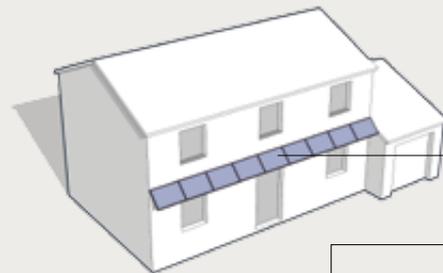
l'orientation du toit de la maison ne permet pas l'implantation des capteurs solaires thermiques, mais leur intégration sur l'abri voisin est très judicieuse.

Les panneaux en toiture ne doivent pas conserver la neige, mais attention à la décharge d'un important volume de neige qui serait dangereux pour les personnes, ne pas négliger cette question!

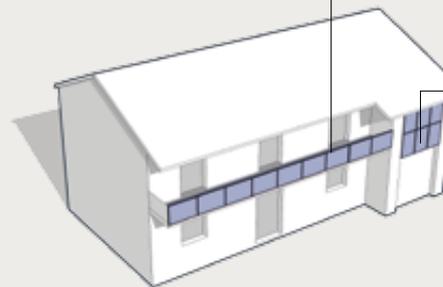


Les mêmes règles s'appliquent en façade et en toiture : respect de la composition, symétrie et rythme.

Les panneaux peuvent être, par exemple, implantés en allège de fenêtres.

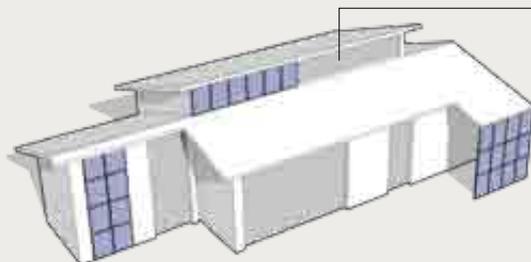


Ils peuvent constituer un auvent ou un élément architectural type brise soleil.



Les panneaux peuvent prendre place en garde-corps des balcons et terrasses, ce qui constitue souvent une implantation très discrète.

Ils peuvent être regroupés sous forme d'un grand panneau vertical, s'il s'intègre dans la composition de la façade.



Les constructions contemporaines, dès leur conception, prévoient l'emplacement des éléments solaires, ils constituent un des éléments de l'expression architecturale du bâtiment.



Influence de la couleur
sur l'intégration
du meilleur compromis
à la solution la moins
satisfaisante



Au sol

Cette solution peut être envisagée lorsque des murets de soutènement existent ou doivent être construits, surtout si leur visibilité depuis l'espace public ne nuit pas à la perception globale du hameau ou du village.

Elle se justifie moins dans les constructions neuves, où il est préférable d'intégrer les équipements solaires à la conception globale du volume de la maison.

Techniquement, veillez à ce que l'implantation des capteurs ne soit pas trop éloignée du ballon de stockage pour ne pas perdre en réseaux ce que l'on gagne en orientation.

AVANTAGES :

- intégration au paysage et aux abords de la construction,
- coût souvent inférieur car pas d'intervention sur l'enveloppe du bâtiment,
- orientation optimale,
- entretien facile.

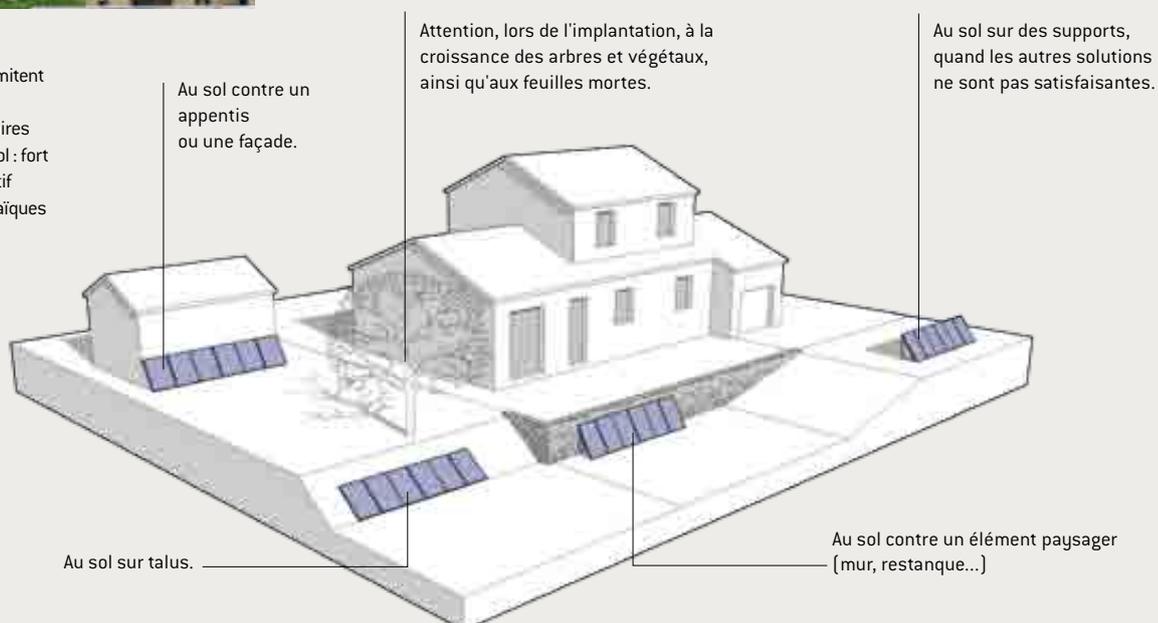
INCONVÉNIENTS :

- problème des masques actuels ou futurs liés à la végétation environnante,
- distance par rapport à l'installation intérieure,
- risque de chocs et dégradations matériels,
- risque de salissures : poussières, feuilles morte, salissures liées au rejaillissement de l'eau sur le sol.

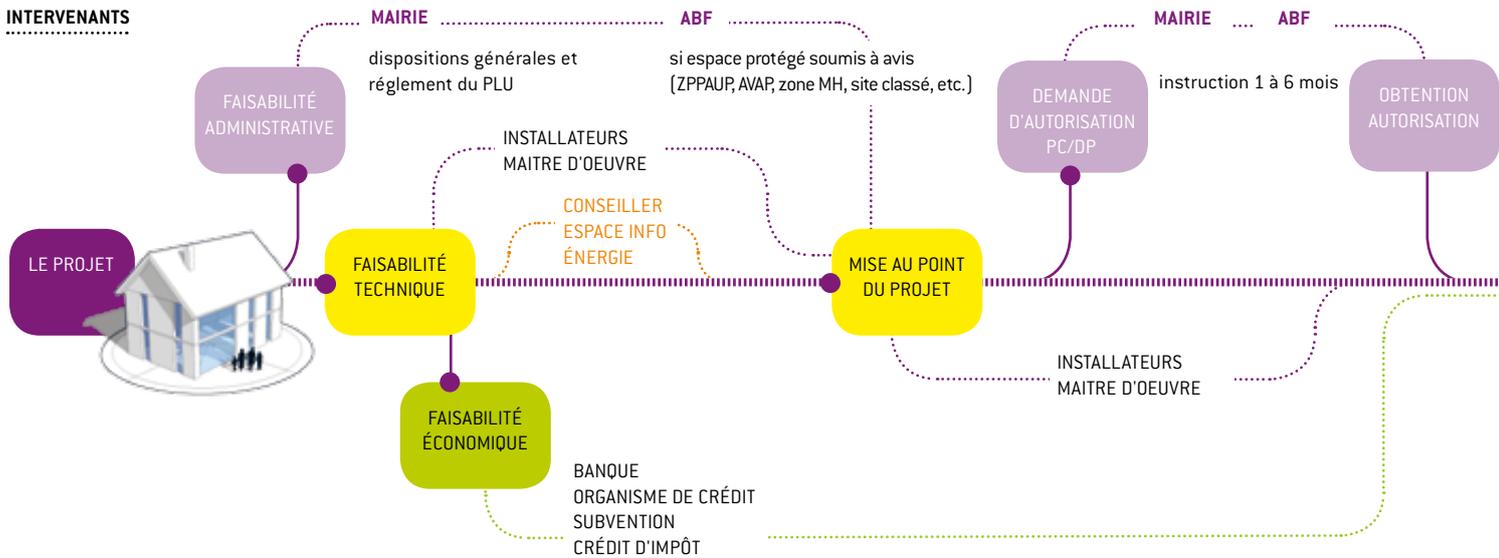
Rabou, le Serre : les capteurs sont installés contre l'abri voiture et délimitent la terrasse

Sud du département : capteurs solaires thermiques et photovoltaïques au sol : fort impact paysager sur le terrain privatif

Abries : capteurs solaires photovoltaïques au sol, intégrés dans la pente



INTERVENANTS



ÉTAPE 1 FAISABILITÉ | ÉTAPE 2 CONCEPTION

À qui m'adresser ?

FICHE 8

Comme pour toute démarche de projet, la faisabilité de mon projet solaire, thermique ou photovoltaïque, repose sur les trois points suivants

- **Réglementaire** : comment mon projet s'accorde-t-il avec les dispositions du Plan Local d'Urbanisme de ma commune et avec les éventuelles réglementations spécifiques si je me trouve dans un espace protégé, quelles autorisations dois-je demander ?
- **Technique** : une fois mes besoins déterminés, sur quels professionnels m'appuyer, avec quelles qualifications reconnues ?
- **Économique** : comment financer mon projet, de quelles aides puis-je disposer ?

Ces différents aspects, dont les étapes s'échelonnent durant la phase de conception, puis de réalisation du projet, sont connectés les uns aux autres : par exemple, l'obtention d'un crédit d'impôt suppose de faire appel à un installateur agréé, ou encore l'autorisation de travaux est une pièce à fournir à la demande de raccordement au réseau public.

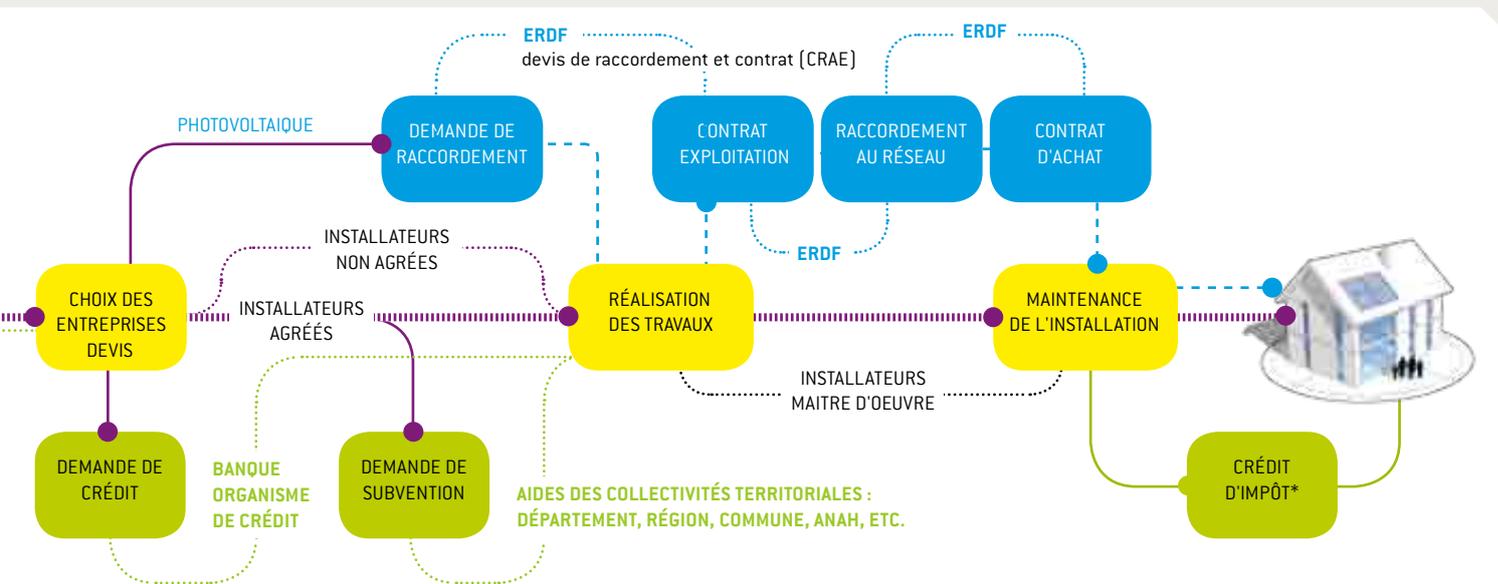
Gérer de front ces différentes questions est donc la clef de la réussite du projet. À chaque question, ses interlocuteurs spécifiques, qu'il est judicieux de contacter le plus à l'amont possible du projet.

Dans tous les cas, les maîtres mots sont l'anticipation et le dialogue avec les partenaires !

PLU et autorisations d'urbanisme

Le Plan Local d'Urbanisme présente le projet de territoire de la commune pour les années à venir. Ce projet est traduit dans un règlement, qui établit notamment des orientations concernant l'aspect extérieur des constructions. Comme tout autre élément qui pourrait modifier cet « aspect extérieur », les dispositifs solaires sont concernés. Pour une construction neuve, un permis de construire doit être déposé en mairie (délai d'instruction : 2 mois) et pour une construction existante, une déclaration préalable suffit (délai d'instruction : 1 mois). En secteur protégé (périmètre de monument historique, site classé, ZPPAUP ou AVAP...), les projets sont soumis à l'avis de l'Architecte des Bâtiments de France (ABF) : la principale question est celle de l'impact visuel du dispositif solaire, et/ou de sa co-visibilité avec le monument concerné, d'où l'importance d'une réflexion fine sur l'intégration des panneaux solaires au bâti.

➔ Rencontrer les services de la mairie, l'architecte conseiller du CAUE, et l'ABF en secteur protégé, pour leur expliquer votre projet, très à l'amont de votre réflexion, permet d'échanger sur les choix techniques et possibilités d'implantation des panneaux, pour rechercher les solutions les plus adaptées au lieu et au bâtiment. Dans un site à forte valeur paysagère ou patrimoniale, ces réflexions nécessaires, parfois perçues comme contraignantes, vont cependant apporter une réelle « valeur ajoutée » à votre projet.



ÉTAPE 3 RÉALISATION

LES BONS RÉFLEXES

→ La réglementation, les aides et les critères d'attribution ne cessent d'évoluer (aides des collectivités, « éco-prêts », crédits d'impôt, tarif de rachat...).

INFORMEZ-VOUS précisément auprès des Espaces Info Énergie (EiÉ) pour connaître les dernières évolutions réglementaires.

→ Quelles que soient les aides sollicitées, une règle d'or : **ANTICIPÉZ** et faites les demandes de subvention **AVANT** d'engager les travaux (et attendre les notifications d'aide). Les subventions ne sont jamais rétroactives !

LA LOI GRENELLE ET LE PRINCIPE DE NON OPPOSITION

La loi précise que le règlement du PLU ne peut s'opposer à l'utilisation « de dispositif favorisant la production d'énergie renouvelable correspondant aux besoins de la consommation domestique ». Cependant, les prescriptions destinées à assurer la bonne intégration architecturale du projet dans le bâti existant et dans le milieu environnant concernent les panneaux solaires, au même titre que tout autre élément d'architecture.

Cependant, l'article 12 de la loi prévoit que ce principe de non opposition à l'installation de panneaux solaires ne peut s'appliquer dans les espaces protégés (secteur sauvegardé, ZPPAUP, abords de monuments historiques, site inscrit, site classé, parc national) et aux éléments patrimoniaux (immeuble inscrit, immeuble classé, immeuble protégé au titre du L123-1-7e du code de l'urbanisme). Ce même article prévoit également la création, après avis de l'architecte des bâtiments de France et après enquête publique, de périmètres spécifiques où l'implantation de panneaux solaires peut être refusée au motif de la protection du patrimoine bâti ou non bâti, des paysages ou des perspectives monumentales et urbaines.

Les aides ou incitations financières

Le principe fondateur de toutes les aides proposées est de favoriser l'amélioration de la performance énergétique de la résidence principale.

Plusieurs dispositifs complémentaires sont mobilisables et sont sujet à des évolutions. Il est nécessaire de consulter régulièrement ou au moment d'un projet, notamment les sites internet indiqués à la fin de ce guide. A titre d'exemple, à la date de parution du guide, les aides suivantes sont mobilisables :

Le crédit d'impôt développement durable*

Il peut être accordé par l'État, par le biais de l'Ademe, pour l'achat de matériel. Les taux sont à la baisse, et varient suivant le matériel ; les dernières orientations concernant les dispositifs solaires vont dans le sens d'une plus grande exigence sur les critères qualitatifs d'intégration, y compris pour les installations de particuliers.

** sous réserve de la réglementation en vigueur*

Les « éco-prêts »

Le prêt rénovation « Éco-PTZ » est un prêt à taux 0 qui concerne les logements anciens (construits avant 1990). Le principe, pour accéder à ce prêt, est de réaliser un « bouquet de travaux », dont la combinaison (isolation thermique, remplacement du système de chauffage, intégration d'énergies renouvelables, etc.) se traduira par une amélioration de la performance énergétique de l'habitation.

La revente de l'électricité au réseau public

Un dossier de demande de raccordement au réseau électrique public doit être présenté. Les tarifs de rachat sont de moins en moins attractifs.

Les aides des collectivités

Le Conseil Général des Hautes-Alpes soutient les particuliers pour l'équipement en systèmes solaires.



Guillestre : installation de panneaux photovoltaïques sur une toiture en bac acier

Gap : intégration satisfaisante en toiture, panneaux intégrés à la couverture et cadres de couleur sombre

Quel matériel choisir ?

Pour ne pas se perdre dans la diversité des matériels proposés

Les fabricants et installateurs proposent aujourd'hui une grande diversité de matériels, dans les types de cellules photovoltaïques ou de capteurs thermiques, la morphologie et la dimension des modules, la diversité des vitrages pour le solaire passif... Ces matériels ont des coûts et des caractéristiques différents, en termes de rendement et de mise en œuvre. Les caractéristiques spécifiques de votre projet détermineront les choix techniques les plus appropriés. Ceux-ci seront liés, par exemple, au lieu d'implantation des panneaux en toiture, en façade ou au sol, à leur insertion dans la structure ou à leur superposition, à la nécessité d'avoir un fort rendement sur une surface réduite ou de disposer d'une surface peu contrainte...

Cette fiche propose quelques clefs de lecture sur les avantages, inconvénients, et points de vigilance lors de la mise en œuvre des matériels, afin de vous aider à choisir les plus adaptés, et tout au moins vous permettre d'engager des échanges « en connaissance de cause » avec vos interlocuteurs.



DES FORMATIONS POUR LES ENTREPRISES DES HAUTES-ALPES

La CAPEB des Hautes-Alpes propose aux entreprises qui interviennent dans le solaire, un panel de formations qui vont de la spécialisation technique à une approche globale de l'utilisation des énergies renouvelables dans le bâtiment.

Celles-ci concernent le dimensionnement, l'entretien, le dépannage des installations solaires photovoltaïques (raccordées au réseau, en site isolé, intégrées au bâti) ou thermiques (chauffe-eau solaires et systèmes solaires combinés).

Sur une durée de deux années 350 entreprises se sont impliquées dans des formations liées au solaire.

Les entreprises (formées) sont structurées en réseau avec des animateurs de terrains qui assurent la relation clients-entreprises, traitent des aspects réglementaires et planifient les interventions.

Les artisans peuvent être mobilisés à partir de plusieurs sites :

www.entreprises-du-batiment.fr

www.pser05.fr

www.artisanedconfiance.fr

www.pole-artisan-patrimoine.fr

www.savoir-legno.com

www.performance-energie-solaire.com

SOLAIRE THERMIQUE : MATÉRIELS EXISTANTS

TYPES DE CAPTEURS



1. PLAN VITRÉ

Intégré à la toiture ou en applique. Les dispositifs intégrés offrent une meilleure solution architecturale et paysagère.



2. TUBES SOUS VIDE à caloduc ou « direct »

Offrent un très bon rendement. Le système à caloduc limite les risques de surchauffe estivale. Ces capteurs offrent la possibilité d'optimiser l'inclinaison de la partie capteur. Leur intégration architecturale est délicate.



3. MOQUETTE

Adaptée au chauffage basse température type piscine. Faible coût au m².

PERFORMANCE DES CAPTEURS POUR ECS ET CHAUFFAGE

1. Capteur vitré sélectif (25°C à 75°C)

2. Capteur sous vide (60°C à 150°C)

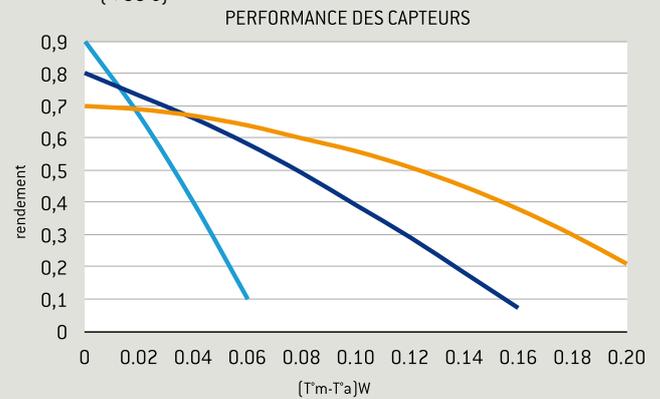
3. Capteur sans vitrage type moquette (< 30°C)

On choisira le type de capteur qui correspond au niveau de température auquel on désire fonctionner.

Capteur moquette : piscine

Capteur plan vitré : ECS & chauffage

Capteur sous-vide : ECS & climatisation



Évolution du rendement en fonction de la différence de température entre le fluide dans les capteurs [T_m] et la température ambiante [T_a].

SOLAIRE PHOTOVOLTAÏQUE : MATÉRIELS EXISTANTS

TYPES DE CELLULES



1. POLYCRISTALLINE

Couleur bleu foncé non-uniforme

RENDEMENT

16%

Wc/m² : 120

Wc/cellule : 1,46 à 3,85



2. MONOCRISTALLINE

Couleur foncée et uniforme
Dimension : 156x156 / 125x125

RENDEMENT

18%

Wc/m² : 130

Wc/cellule : 2,60 à 4,02



3. MONOCRISTALLINE HAUT RENDEMENT

Couleur foncée et uniforme
Dimension : 125x125

RENDEMENT

22%

Wc/m² : 155

Wc/cellule : 1,90 à 2,20



4. MONOCRISTALLINE SEMI TRANSPARENTE

Couleur foncée/ laisse filtrer la lumière
30% de transparence
Dimension : 125x125

RENDEMENT

17%

Wc/m² : 105

Wc/cellule : 1,90 à 2,20



5. COUCHE MINCE SILICIUM AMORPHE (aSi)

Couleur grise ou marron
Dimension : 576x946

RENDEMENT

5%

Wc/m² : 50

Wc/cellule : 32



6. CUIVRE INDIUM SELENIUM (CIS)

Pas de silicium,
Film souple comme support
Dimension : variable

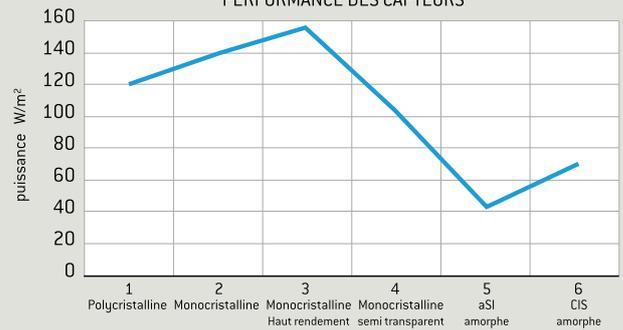
RENDEMENT

10%

Wc/m² : 70

Wc/cellule : variable

PERFORMANCE DES CAPTEURS



TYPES DE CAPTEURS

MODULES

Intégrés à la toiture ou en applique. Le rendement des modules baisse avec la température. Les capteurs intégrés ont un rendement inférieur à ceux en applique mais sont plus satisfaisants en terme d'intégration architecturale.



TUILES SOLAIRES

Unitaires ou grand format. Elles proposent une très bonne intégration architecturale et paysagère. Coût plus élevé que les autres solutions



MEMBRANE

Plutôt destinée à de grandes surfaces de captation, de type toiture industrielle, tertiaire, etc. Utilise des capteurs amorphes moins sensibles à l'accroissement de la température sur leur rendement.



BI-VERRE

Solution laissant passer la lumière. Intéressante en toiture de serre ou de véranda.





Gap : installation solaire sur les toitures d'une copropriété

Mes équipements solaires aujourd'hui, demain et dans 20 ans

Comme pour tout équipement, il est utile de s'interroger, en phase de projet, sur « l'énergie grise » qu'a nécessité la réalisation du dispositif choisi, et sur le fondement des motivations « écologiques » ou autres qui ont présidé à ce choix. Et quelques années plus tard, il conviendra également de s'interroger sur le devenir des matériaux et leur recyclage potentiel. Car si l'énergie du soleil est gratuite et non polluante, qu'en est-il des matériaux qui composent les équipements mis en place ?

Au-delà de ces questions autant techniques qu'éthiques ou philosophiques pour lesquelles il n'y a pas de réponse simple, et maintenant que mon système est en place, comment va-t-il se comporter dans le temps ?

La vie de mon installation photovoltaïque

Le dispositif est un système qui intègre d'une part les modules solaires, mais aussi leur mode de fixation au support, leur raccord dans une toiture, le câblage, l'onduleur... Les garanties applicables varient suivant ces éléments :

- la garantie décennale s'applique sur **l'installation** (par exemple dans le cas d'une fuite de toit due à une intégration défectueuse des panneaux),
- les modules sont garantis 2 à 5 ans (c'est la garantie « produit », variable selon les fabricants, avec parfois des extensions possibles) ; les onduleurs sont en général garantis 5 ans,
- la **garantie constructeur** concerne la puissance des panneaux dans la durée (c'est la garantie « puissance » : par ex. 90% de la puissance initiale des modules au bout de 10 ans et 80% au bout de 20 à 25 ans).

MAINTENANCE RÉGULIÈRE : N'OUBLIEZ PAS CES GESTES SIMPLES INSTALLATIONS PHOTOVOLTAÏQUES raccordées au réseau

CONTRÔLE PÉRIODIQUE ANNUEL (installateur)

- Vérifier l'état général des modules
- Nettoyer la surface vitrée pour garantir le bon rendement des modules
- Vérifier l'état de la connectique (oxydation)
- Vérifier le bon fonctionnement des onduleurs (surchauffe = dysfonctionnement de l'installation)

La maintenance est réduite, mais il est important de suivre la production réelle par rapport à la production théorique (détection de dysfonctionnement)

SOLAIRE THERMIQUE

CONTRÔLES PÉRIODIQUES SEMESTRIELS (utilisateur)

- Vérifier l'absence de fuites et de bruits anormaux
- Vérifier la pression du circuit primaire
- Manoeuvrer la soupape de sûreté du circuit primaire
- Manoeuvrer les vannes

CONTRÔLES PÉRIODIQUES ANNUELS (installateur)

- Vérifier l'état général des capteurs (vitrage, joints étanchéité, connexions)
- Contrôler la purge des capteurs
- Vérifier les vannes d'équilibrage

De fait, un module photovoltaïque, s'il n'a pas été dégradé (averse de grêle ou autre) peut fonctionner plus de 20 ans, avec au moins 80 % de sa puissance initiale. Mais il sera nécessaire de remplacer les onduleurs, qui ont une durée de vie d'une dizaine d'années.

Au-delà de ces paramètres, le meilleur moyen de suivre le bon fonctionnement du système est de vérifier régulièrement sa production d'électricité, par exemple par des relevés mensuels au compteur de production en les comparant aux relevés précédents. Des variations limitées dans le temps peuvent être liées à une mauvaise météo, mais dans la durée, elles peuvent indiquer un fonctionnement défectueux. N'oubliez pas également que les arbres poussent vite, et peuvent créer des effets de masques qui n'existaient pas au moment de la mise en marche du système.

Gap : panneaux photovoltaïques installés en pare-soleil, collège de Fontfreyne



VERS LES NOUVEAUX MATÉRIAUX R&D

Alors que la plupart des modules proposés aujourd'hui doivent être fixés sur un support (toiture ou autre), les produits qui se développent visent à être utilisés directement comme éléments de structure : « tuiles » ou « ardoises » photovoltaïques, matériaux semi transparents de « vitrage », etc.

Le développement de ces matériaux rendra peut-être un jour obsolète la question de l'intégration architecturale des panneaux !

À plus long terme, les recherches portent sur des matériaux organiques qui pourraient un jour se substituer au silicium des panneaux, dont la mise en œuvre est coûteuse. La principale question à résoudre est celle du rendement de ces matériaux.

Développement de panneaux photovoltaïques pour une meilleure intégration en toiture : sur des toits en tuiles canal à gauche ou en lauzes à droite



La vie de mon installation solaire thermique

Pour un chauffe-eau solaire, la garantie constructeur est en général de 10 ans pour les capteurs, et de deux ans pour les autres composants. Un certain nombre de contrôles doivent être effectués régulièrement, par le propriétaire (suivant les indications données par l'installateur), ou dans le cadre d'un contrat de maintenance, qui peut être couplé avec celui de la chaudière. Comme pour toute installation, la partie électronique est la plus fragile (système de régulation), mais il faudra vérifier également le niveau et la pression du fluide caloporteur, le fonctionnement de la pompe de circulation et des sondes de température, l'isolation thermique des tuyaux, etc.

Cependant, lorsqu'un système d'énergie d'appoint est relié à celui du chauffe-eau solaire, on aura toujours de l'eau chaude au robinet : le risque est de ne pas détecter une panne, qui peut passer inaperçue. C'est pourquoi il est important que l'installation solaire dispose d'un voyant indicateur de fonctionnement. Par ailleurs, relever régulièrement les kWh produits permet de vérifier la productivité de l'installation et son évolution dans le temps.

En tout état de cause, l'optimisation d'un équipement solaire tout au long de sa « vie », reste pour une bonne part l'affaire de son propriétaire :

- par une estimation fine des besoins, clé du choix des équipements les plus adaptés,
- par un suivi régulier du fonctionnement et de la production des installations,
- par des comportements au quotidien qui vont permettre de limiter au maximum le déclenchement de l'énergie d'appoint,
- et, en fin de vie de l'installation, par une attention particulière portée au recyclage des matériaux.

INSTALLATIONS SOLAIRES : QUELLES PERFORMANCES ?

Le programme européen PERSIL, dont ce guide est une des composantes, comprend également l'instrumentation d'installations solaires thermiques et photovoltaïques représentatives des différentes techniques installées sur un panel de bâtiments des Hautes-Alpes. Il s'agit de suivre de façon précise le fonctionnement et les productions des installations équipées. Les mesures réalisées sont transmises toutes les trois heures par le réseau de téléphonie mobile, ce qui permet de suivre en direct les différentes installations sur un site internet dédié (accessible depuis www.cg05.fr). Outre les économies réalisées, il est possible de voir également des paramètres relatifs à la météo.



Le monitoring de l'installation présente deux intérêts majeurs : surveillance du bon fonctionnement de l'installation avec télémaintenance éventuelle et surveillance de la performance de l'installation

glossaire

UNITÉS DE MESURES DE PUISSANCE ET DE QUANTITÉ D'ÉNERGIE

Albédo : rapport de l'énergie solaire réfléchi par une surface sur l'énergie solaire incidente.

Ubat : coefficient moyen de déperdition thermique par transmission à travers parois et baies du bâtiment. Il doit être le plus faible possible. Il s'exprime en $W/m^2.K$.

Uw ($W/m^2.K$) : coefficient de transmission thermique caractérisant la performance thermique de l'ensemble vitrage / châssis.

Watt (W) ou kiloWatt (kW) : mesure de puissance (celle des appareils).

Watt-crête (Wc) : exprime la puissance crête des cellules photovoltaïques : c'est la puissance maximale qu'un m^2 de capteur peut délivrer dans les conditions optimales d'ensoleillement et de température : STC (standard test condition) : $1000 W/m^2$, $25^\circ C$, AM 1,5.

Watt-heure (Wh) ou kiloWattheure (kWh) : mesure de quantité d'énergie (ce que consomme un appareil).

kWhép (kilo Watt heure d'énergie primaire). Il sert notamment à mesurer la performance énergétique d'un bâtiment par unité de surface et par an ($kWhép/m^2.an$).

Énergie primaire, énergie finale, énergie utile :

Énergie primaire (ep) : produite à la source, non transformée (pétrole brut, bois...)

Énergie finale (eFi) : disponible chez l'utilisateur pour sa consommation finale (fioul, gaz « entrée chaudière », bois bûche, électricité aux bornes des appareils...).

Énergie utile (eU) : dont dispose l'utilisateur après passage dans ses propres appareils (rendement).

On passe de kWh_{eFi} (finale) au kWh_{eP} (équivalent énergie primaire) en lui affectant le coefficient de correction adéquat (1 pour le gaz ou le fioul, et 2,58 pour l'électricité : ainsi à 1 kWh ÉFi correspond 2,58 kWh ÉP).

SIGLES

ABF : architecte des bâtiments de France. a pour mission de veiller à l'application des législations sur l'architecture, les sites, les monuments historiques et leurs abords.

AVAP : aire de mise en valeur de l'architecture et du patrimoine (remplace la **ZPPAUP** : zone de protection du patrimoine architectural, urbain et paysager).

BBC : bâtiment basse consommation (dont la consommation énergétique est inférieure à $50 kWhép/m^2.an$).

Bbio : coefficient intégré à la future RT 2012, intégrant des paramètres de conception bioclimatique de l'habitat.

CAUE : conseil d'architecture, d'urbanisme et de l'environnement.

CESI : chauffe-eau solaire individuel.

DP : déclaration préalable (de travaux).

Effinergie : label français pour la certification des bâtiments énergétiquement performants (BBC).

ÉIÉ : espace info énergies.

ECS : eau chaude sanitaire.

GES : gaz à effet de serre.

Minergie : label suisse pour la certification des bâtiments énergétiquement performants.

PassivHaus : label allemand pour la certification des bâtiments énergétiquement performants.

PC : permis de construire.

PLU : plan local d'urbanisme.

PSD : plancher solaire direct. C'est un système combiné (associant eau chaude sanitaire et de chauffage) où le chauffage... à compléter.

QualiSol : label certifiant les installateurs de systèmes solaires thermiques.

QualiPV : label certifiant les installateurs de systèmes solaires photovoltaïques.

RT 2005 ou 2012 : réglementation thermique.

SSC : système solaire combiné (associant eau chaude sanitaire et de chauffage).

QUELQUES ORDRES DE GRANDEUR

PHOTOVOLTAÏQUE

Une famille de 4 personnes consomme 4000 à 5000 kWh par an d'électricité spécifique (hors chauffage et eau chaude sanitaire).

Une installation de 3 kWc nécessite 20 à 25 m^2 de capteurs.

Une installation de 1 kWc soit 8 à 10 m^2 de capteurs peut produire de l'ordre de 1500 kWh d'électricité par an soit environ 30 % des besoins en électricité spécifique.

THERMIQUE

Eau chaude sanitaire

Une famille de 4 personnes consomme de 200 à 250 l d'eau à 55° par jour.

Une installation de 2 à 4 m^2 de capteurs peut couvrir environ 60 % des besoins en eau chaude.

Chauffage solaire

Pour une habitation de 120 m^2 construite suivant le "standard" des années 2000, une installation solaire de 12 m^2 peut couvrir près de la moitié des besoins.

adresses utiles

PARC NATIONAL DES ÉCRINS

Domaine de Charance 05000 Gap
Tél. : 04 92 40 20 10
Fax : 04 92 52 38 34
www.ecrins-parcnational.fr

PARC NATUREL RÉGIONAL DU QUEYRAS

La ville 05350 Arvieux
Tél. : 04 92 46 88 20
Fax : 04 92 46 88 29
www.pnr-queyras.f

CONSEIL GÉNÉRAL DES HAUTES-ALPES

Hôtel du Département, Place Saint
Arnoux, BP159 - 05008 Gap Cedex
Contact : Mission énergie climat
Tél. : 04 92 40 38 00
www.cg05.fr

CAPEB DES HAUTES-ALPES

10, Avenue Guillaume Farel
Route de Veynes 05000 Gap
Tel. : 04 92 51 13 36
Fax : 04 92 51 51 81
www.capeb05.fr

AGENCE DÉPARTEMENTALE D'INFORMATION SUR LE LOGEMENT DES HAUTES-ALPES (ADIL)

1 rue de Valserras 05000 Gap
Tél. : 04 92 21 05 98
Fax : 04 92 20 48 23
www.anil.org

AGENCE NATIONALE DE L'HABITAT (ANAH)

Délégation locale des Hautes-Alpes
3 Place du Champsaur, BP 98
05007 GAP CEDEX
Tél. : 04 92 40 36 53
Fax : 04 92 40 35 83

CONSEIL D'ARCHITECTURE D'URBANISME ET DE L'ENVIRONNEMENT DES HAUTES-ALPES (CAUE 05)

L'Archevêché BP 55 05200 EMBRUN
Tél. : 04 92 43 60 31
Fax : 04 92 43 53 75
www.caue05.fr

ESPACES INFO ÉNERGIE DES HAUTES- ALPES À GAP ET BRIANÇON

ADELHA

2, Avenue Lesdiguières 05000 Gap
Tél. : 04.92.56.01.78

Courriel : eie.gap@eie05.org

CPIE HAUTE DURANCE

35 rue Pasteur 05100 Briançon
Tél. : 04.92.21.27.40

Courriel : eie.briancon@eie05.org
www.eie05.org

PACT HAUTES-ALPES (AMÉLIORATION ET RÉHABILITATION DE L'HABITAT)

Passage de la Citadelle 05005 GAP
Tél. : 04 92 51 53 34
Fax : 04 92 52 42 39
www.pact-habitat.org

RÉGION PROVENCE-ALPES-CÔTE D'AZUR

Service énergie, climat, air
Tél. : 04 88 10 76 90
www.regionpac.fr

SERVICE DÉPARTEMENTAL DE L'ARCHITECTURE ET DU PATRIMOINE DES HAUTES-ALPES (SDAP 05)

Cité Administrative Desmichels BP 1607
05016 Gap cedex
Tél. : 04 92 53 15 30
Fax : 04 92 53 15 31
www.culture.gouv.fr/culture/sites-sdaps/sdap05/

CHAMBRE D'AGRICULTURE DES HAUTES-ALPES

8 ter rue Capitaine de Bresson 05000 Gap
Tél. : 04 92 52 53 00
Fax : 04 92 52 53 09 ;
www.hautes-alpes.chambagri.fr

CHAMBRE DE COMMERCE & D'INDUSTRIE DES HAUTES-ALPES (CCI)

16 Rue Carnot BP 6 05001 Gap Cedex
Tel. : 04 92 56 56 05
www.hautes-alpes.cci.fr

SITES À CONSULTER

Le Projet PERSIL et ses partenaires

www.performance-energie-solaire.com

Performance Solaire et Industrie Locale

Les partenaires italiens

www.envipark.com

Environment Park

www.provincia.torino.it

La Provincia di Torino

www.ui.torino.it

L'Unione Industriale

Autres sites

www2.ademe.fr

Agence de l'environnement et de la
maîtrise de l'énergie

www.ajena.org

Association énergie et environnement en
Franche-Comté : à consulter pour l'argus

des énergies, et sa mise à jour régulière.

www.anah.fr

Agence Nationale de l'Habitat (ANAH)

www.anil.org

Agence nationale pour l'information sur le
logement (ANIL)

www.cler.org

Comité de liaison énergies renouvelables.
Association fédérant un réseau de 200
professionnels.

www.caue-isere.org

Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de
l'Environnement de l'Isère

www.hespul.org

Hespul est une association spécialisée
dans le développement des énergies
renouvelables et de l'efficacité énergétique.

www.ines-solaire.com

Institut national de l'énergie solaire
(INÉS). Il comprend deux pôles :
recherche développement, innovation
industrielle, et formation / évaluation.

www.negawatt.org

Association négaWatt, à l'origine de la
démarche négaWatt, et institut négaWatt,
qui propose un programme de formations

www.photovoltaique.info

Toute l'information sur le photovoltaïque
(partenariat Hespul / ADÉME).

www.pvcycle.org

Association des industriels du
photovoltaïque pour la mise en place
d'une pratique de recyclage des modules
photovoltaïques. Elle liste notamment
les points de collecte et précise des
engagements de recyclage pour 2015.

UN OUTIL

prédimensionnement photovoltaïque

PV GIS (photovoltaïc geographical
information system)

Ce logiciel, développé par le centre de
recherche de l'institut pour l'environnement
et le développement durable de la
commission européenne, permet
d'estimer l'irradiation solaire selon la
situation géographique et les paramètres
d'inclinaison et d'orientation des panneaux
photovoltaïques, et permet aussi de
calculer les masques.

<http://re.jrc.ec.europa.eu/pvgis/>



persil

Performance Solaire et Industrie Locale



Fonds européen de
développement régional



Programme ALCOTRA 2007-2013



Avec le soutien financier de :

Accord-cadre Etat-Région-ADEME 2007-2013

