

# Dimensionnement d'installations à capteurs solaires

## 1 Introduction

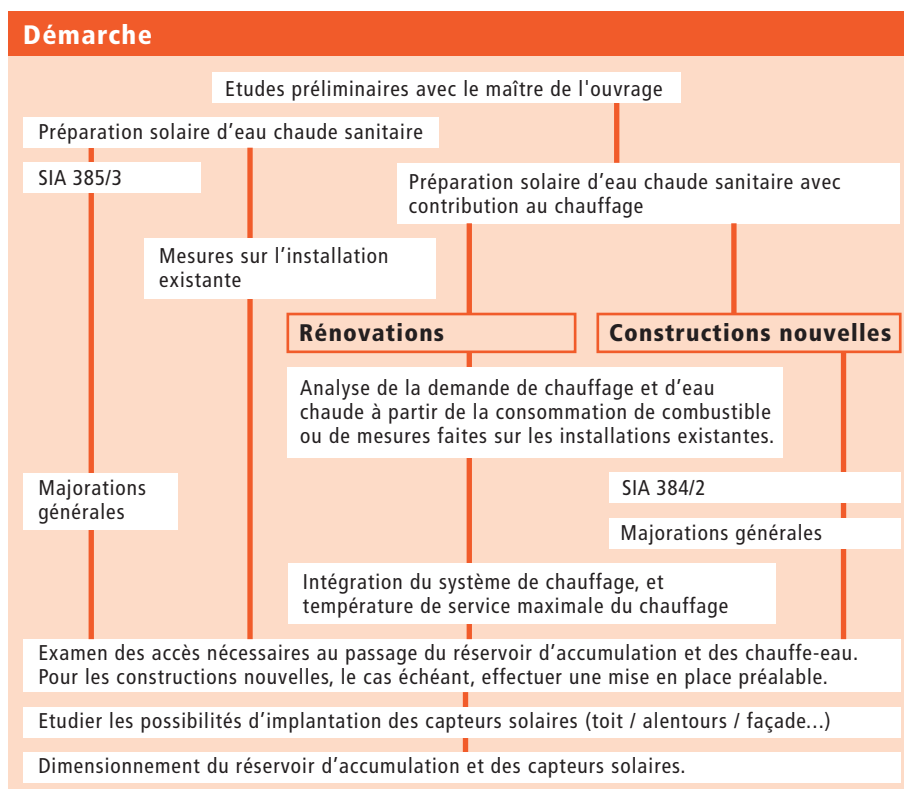
Lorsqu'il est fait dans les règles de l'art, le dimensionnement d'installations à capteurs solaires permet de faire fonctionner écologiquement des systèmes de préparation d'eau chaude sanitaire et de chauffage. C'est une importante contribution à l'utilisation rationnelle de l'énergie dans les bâtiments.

Les installations solaires nécessitent un générateur de chaleur à titre d'appoint.

La présente fiche technique s'adresse en premier lieu aux spécialistes de la branche du chauffage et des installations sanitaires.

## 2 Marche à suivre

Le schéma ci-dessous illustre la marche à suivre dans le dimensionnement d'installations solaires servant à préparer de l'eau chaude, sans contribution au chauffage, puis avec.



## 3 Données de base pour l'utilisation thermique de l'énergie solaire

### 3.1 Réalisation d'une installation solaire thermique

Les installations solaires thermiques servent à préparer de l'eau chaude sanitaire, à chauffer des locaux ou à des fins industrielles (séchage, déshydratation, etc.). Elles comportent les trois groupes suivants:

- production de chaleur
- accumulation de chaleur
- transport de chaleur

**La production de chaleur** se fait au moyen de capteurs solaires, dans lesquels circule habituellement un liquide. Comme les bons capteurs peuvent atteindre des températures de 200 °C, il est généralement nécessaire de prendre des mesures afin d'éviter toute surchauffe. Il est fréquent, par exemple, que les jours de beau temps, le réservoir d'accumulation atteigne une température supérieure à la valeur de consigne, pour se refroidir durant la nuit du fait

de la circulation du liquide dans le champ de capteurs. Le vase d'expansion doit donc être dimensionné de manière à pouvoir absorber le contenu des capteurs (au cas où le fluide caloporteur s'évaporerait).

**L'accumulation de chaleur** se fait dans un récipient dont le rôle est de conserver la chaleur entre le moment où elle est produite et celui où elle est consommée. D'habitude, ce genre de récipient stocke la chaleur correspondant à un à deux jours de consommation. L'accumulateur de chaleur, y compris les raccords et les brides, devrait être bien isolé, et toutes les conduites de raccordement être équipées d'un siphon.

**Le transport de chaleur** se fait généralement au moyen d'un liquide (le fluide caloporteur). Comme les capteurs solaires sont exposés à de basses températures ambiantes, le caloporteur

2] teur (eau) est additionné d'un produit antigel. Dans le cas des chauffages à air chaud ou des installations de séchage ou de déshydratation, le fluide caloporteur peut aussi être de l'air. Les capteurs à air ne nécessitent pas de protection antigel, mais ils sont trop peu efficaces pour préparer de l'eau chaude. Le caloporteur est mis en mouvement par une pompe de circulation, elle-même mise en marche ou arrêtée au moyen d'une commande thermostatique à température différentielle: la pompe se met en marche lorsque la sonde du capteur enregistre une température plus élevée que la sonde implantée dans la partie inférieure de l'accumulateur. Les conduites et les vannes doivent être isolées conformément aux prescriptions des cantons. Les conduites et l'isolation thermique devraient supporter des températures de 130 °C (voire plus à la sortie des capteurs).

Pour que l'énergie solaire captée durant la journée ne se perde pas pendant la nuit via les capteurs, on met en place un dispositif anti-refoulement. Habituellement, la conduite est équipée d'un siphon à l'endroit de son raccordement avec l'accumulateur, et une vanne de retenue est montée dans le système de conduites.

### 3.2 Conseils pour la conception d'un circuit de capteur

Les **échangeurs de chaleur** devraient être dimensionnés pour une différence de température de 10 – 15 K environ à la puissance maximale du capteur (700 W/m<sup>2</sup>). Valeurs indicatives pour les échangeurs de chaleur intérieurs: tube lisse env. 0,15 – 0,25 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de surface d'absorbeur, resp. tube à ailettes env. 0,3 – 0,5 m<sup>2</sup>/m<sup>2</sup> de surface d'absorbeur.

Déterminer la **concentration de glycol** en fonction des températures extérieures les plus basses possibles (Plateau suisse env. –20 °C; 1000 m. env. –25 °C; 2000 m. env. –30 °C; températures plus basses dans des endroits exposés). Le mélange eau/glycol doit être réalisé avant le remplissage des tubes. L'installation, y compris le dispositif de remplissage, doit être réalisée de manière à ce qu'il soit possible de la vidanger parfaitement.

Les  **pompes de circulation** dans le circuit solaire doivent être dimensionnées en fonction de la concentration de glycol à une température de service d'env. 40 °C (viscosité plus élevée que l'eau). Valeur indicative des débits env. 30–40 l/m<sup>2</sup> de surface utile de capteur (système lowflow env. 15–20 l/m<sup>2</sup>).

Les **vases d'expansion** doivent être dimensionnés de manière à pouvoir absorber le contenu total des capteurs (pour le cas où le fluide caloporteur s'évaporerait).

Les **conduites, les vannes et l'isolation thermique** doivent résister à des températures d'au moins 130 °C (env. 150 °C pour les raccords des capteurs).

### 3.3 Les capteurs thermiques et leur champ d'application

On utilise des capteurs dans les systèmes nécessitant un apport de chaleur (eau chaude, chauffage, etc.). En revanche, lorsqu'une application finale demande du courant électrique (éclairage, véhicule électrique, radio, etc.), on se sert de cellules photovoltaïques (production de courant par effet photoélectrique). Les installations photovoltaïques (installations de production d'électricité au moyen de l'énergie solaire) sont inadaptées à la préparation d'eau chaude.

#### Quelques types de capteurs et leur champs d'application

Capteurs non vitrés: p.ex. nattes en plastique	chauffage de piscines de plein air appoint aux installations géothermiques (serpentins et sondes).
Capteurs non vitrés avec revêtement sélectif:	chauffage de piscines couvertes préchauffage d'eau chaude
Capteurs vitrés:	préparation d'eau chaude sanitaire chauffage d'appoint
Capteurs à tubes sous vide:	chauffage d'appoint / chaleur industrielle / eau chaude sanitaire (en circulation directe, convient aussi pour une implantation horizontale ou verticale)

Le montage des capteurs sur un toit exige que les mesures de sécurité nécessaires soient prises (selon EN 12975). Seuls devraient être utilisés des capteurs ayant subi avec succès les examens de qualité. Consulter la liste des capteurs homologués [5].

### 3.4 Préparation solaire d'eau chaude ou eau chaude avec appoint au chauffage?

Avant de concevoir une installation, il faut s'assurer avec le maître de l'ouvrage si l'énergie solaire servira uniquement à préparer de l'eau chaude sanitaire ou si elle servira également d'appoint au chauffage.

\*\*\*\* application optimale  
 \*\*\* application adéquate  
 \*\* acceptable  
 \* inadéquat

	eau chaude sanitaire	eau chaude sanitaire et chauffage d'appoint
Villa	**** installations compactes *** système avec chauffe-eau solaire ** petits accumulateurs combinés	**** installations à accumulation combinée ** accumulateur + chauffe-eau solaire
Maison de 2–4 appartements	**** installations compactes de taille moyenne **** système avec chauffe-eau solaire ** système pour préchauffage	*** installations à accumulation combinée *** accumulateur + accumulation combinée ** accumulateur + chauffe-eau solaire
Immeuble locatif (5–30 appart.)	**** système avec chauffe-eau à accumulateur **** système de préchauffage avec installation compacte *** système de préchauffage avec chauffe-eau	*** accumulateur combiné ** accumulateur + chauffe-eau solaire ** accumulateur + accumulateur combiné
Gros consommateur d'eau chaude (locatifs, industrie, etc.)	**** système de préchauffage avec chauffe-eau *** système de préchauffage avec installation compacte ** Système avec chauffe-eau à accumulateur	*

### 3.5 Implantation des capteurs

#### Sur une toiture inclinée:

C'est souvent une bonne solution parce que le toit peut difficilement avoir un autre usage (vérifier l'ombre portée). En outre, les capteurs plats peuvent servir de couverture.

#### Sur un toit plat:

Excellente solution: l'orientation et l'inclinaison des capteurs peut être choisie de manière optimale.

#### En façade / contre un parapet de balcon:

Mauvais rendement si les capteurs sont placés verticalement, en particulier au printemps et en été. Un angle de 15 – 20° environ améliore sensiblement le rendement (solution adéquate pour le chauffage d'appoint).

#### Sur un talus / jardin:

Solution acceptable lorsque le champ de capteurs ne se trouve pas dans la zone de l'ombre portée (bâtiments, arbres, bosquets, etc.).

#### Précisions:

Les capteurs plans demandent une inclinaison d'environ 15 – 20° au minimum (se renseigner auprès du fabricant).

Les capteurs tubes évacués avec absorbeur orientable permettent des corrections d'inclinaison ou d'orientation allant jusqu'à 30° environ.

### Angle d'inclinaison et orientation

Orientation (secteur)	Inclinaison	Usage: préparation d'eau chaude	Usage: préparation d'eau chaude et chauffage d'appoint
sud sud-ouest sud-est	0 – 20°	**	*
	20 – 30°	****	***
	30 – 50°	****	****
	50 – 75° 75 – 90°	*** *	**** **
ouest est	0 – 20°	**	*
	20 – 30°	***	**
	30 – 50°	***	**
	50 – 75°	**	*
	75 – 90°	*	*

\*\*\*\* application optimale  
 \*\*\* application appropriée  
 \*\* acceptable  
 \* inappropriée

## 4 | 4 Préparation solaire d'eau chaude sanitaire

### 4.1 Consommation d'eau chaude (selon SIA 385/3)

Type de bâtiment	Affectation remarques:	Consommation d'eau chaude en litres à 60°C/jour valeurs moyennes par unité			
		unité	1	2	3
<b>Logements et analogues</b>					
Villa	équipement simple	P	30	35	40
Appartements en PPE	équipement moyen	P	35	40	50
	équipement élevé	P	40	50	60
Immeuble résidentiel	logement simple	P	30	35	45
	logement de luxe	P	35	40	50
<b>Immeubles de bureaux</b>	minimiser les prises d'eau chaude, év. les supprimer entièrement. Sans restaurant du personnel	P	2	3	4
<b>Cuisines professionnelles</b>	cuisson, rinçage, vaisselle				
Bars à café	occupation faible	PA	15	20	30
Tea-rooms	forte occupation	PA	20	30	40
Cafés-restaurants	occupation faible	PA	10	15	25
Restaurants	occupation moyenne	PA	20	25	35
	forte occupation (matin 1/6, midi 2/6, soir 3/6)	PA	25	30	45
<b>Auberges / hôtels / «Apparthôtels»</b>	équipement (sans cuisine ni buanderies)				
	simple (chambre avec douche)	L	30	40	50
	de 2 <sup>e</sup> catégorie (chambre avec douche)	L	40	50	70
	de 1 <sup>re</sup> catégorie	L	60	80	100
	de luxe	L	80	100	150
	majoration: chambre à lessive (par kg linge sec)		3	4	5
<b>Homes d'enfants</b>	demande totale y c. cuisine et buanderie				
<b>Maisons de retraite</b>	équipement simple	L	40	50	60
<b>Etablissements</b>	équipement simple	L	30	40	50
<b>médico-sociaux</b>	équipement simple	L	40	50	65
<b>Hôpitaux</b>	équipements médico-techniques				
<b>Cliniques</b>	simples	L	50	60	80
	moyens	L	70	80	100
	importants	L	100	120	150

Unités: P = personne L = lit PA = place assise

Pour calculer la consommation totale d'eau chaude et d'énergie, ajouter les pertes (20 - 30 % pour les pertes de chaleur et celles du réservoir d'eau chaude) aux chiffres indiqués.

- 1 **Valeur minimale** à respecter lors du dimensionnement de l'installation.
- 2 **Valeur moyenne** servant de base au calcul de la demande annuelle totale d'eau et d'énergie thermique.
- 3 **Valeur de pointe** servant de base au calcul du volume et de la puissance des chauffe-eau.

## 4.2 Chauffe-eau

Le chauffe-eau sert à stocker de la chaleur jusqu'à son utilisation (autres informations, voir le classeur ENS [2], chap. 5.4.4).

Comme l'énergie solaire n'est disponible que de manière discontinue, les chauffe-eau implantés dans des installations solaires doivent disposer de deux zones d'utilisation.

- a** zone servant au (pré)chauffage solaire
- b** zone servant au chauffage d'appoint (électrique ou à partir du système de chauffage)

Dans le cas des installations de petite taille et de taille moyenne, il est possible de placer ces deux zones l'une sur l'autre dans un même récipient.

Des chauffe-eau de série (boilers solaires) sont commercialisés avec ou sans échangeur de chaleur intégré, en acier émaillé ou plastifié, ou en acier inoxydable (CrNi).

Les accumulateurs combinés (accumulateur avec réservoir d'eau sanitaire incorporé) offrent une solution intéressante. Ils ont une capacité d'accumulation solaire relativement grande tout en permettant de renouveler relativement vite l'eau sanitaire. Ce système facilite le raccordement ultérieur de l'installation solaire au réseau de chauffage.

Un échangeur de chaleur interne est très indiqué pour les installations comportant une surface solaire utile allant jusqu'à 30 m<sup>2</sup> environ. Les installations plus grandes nécessitent plusieurs chauffe-eau solaires ou un échangeur externe.

Les systèmes de circulation d'eau chaude devraient fonctionner avec des quantités de fluide aussi faibles que possible afin que la stratification thermique à l'intérieur de l'accumulateur demeure la plus régulière possible (év. implanter des vannes thermostatiques dans la conduite de retour).

Les installations dites **lowflow** offrent d'excellentes performances. Il leur suffit d'assez peu de fluide en circulation pour créer une différence de température relativement grande dans le circuit lorsque le rayonnement solaire est intense. Pour la transmission de la chaleur dans le chauffe-eau, il est indispensable que la chaleur soit dégagée aussi bien en haut qu'en bas. Lorsque le rayonnement est faible, la chaleur solaire ne doit être injectée que dans la partie inférieure de l'accumulateur à chargement par stratification. Il faut donc veiller à choisir des capteurs appropriés (les modèles ne sont pas tous compatibles avec le système lowflow).

Les bons systèmes lowflow améliorent le rendement des installations.

Il est possible que la température d'accumulation de 65 °C soit parfois dépassée. En guise de protection contre les échaudures, il est donc recommandé d'intégrer un thermo-mélangeur entre le chauffe-eau et les prises d'eau.

## 6 | 4.3. Dimensionnement: chauffage solaire de l'eau

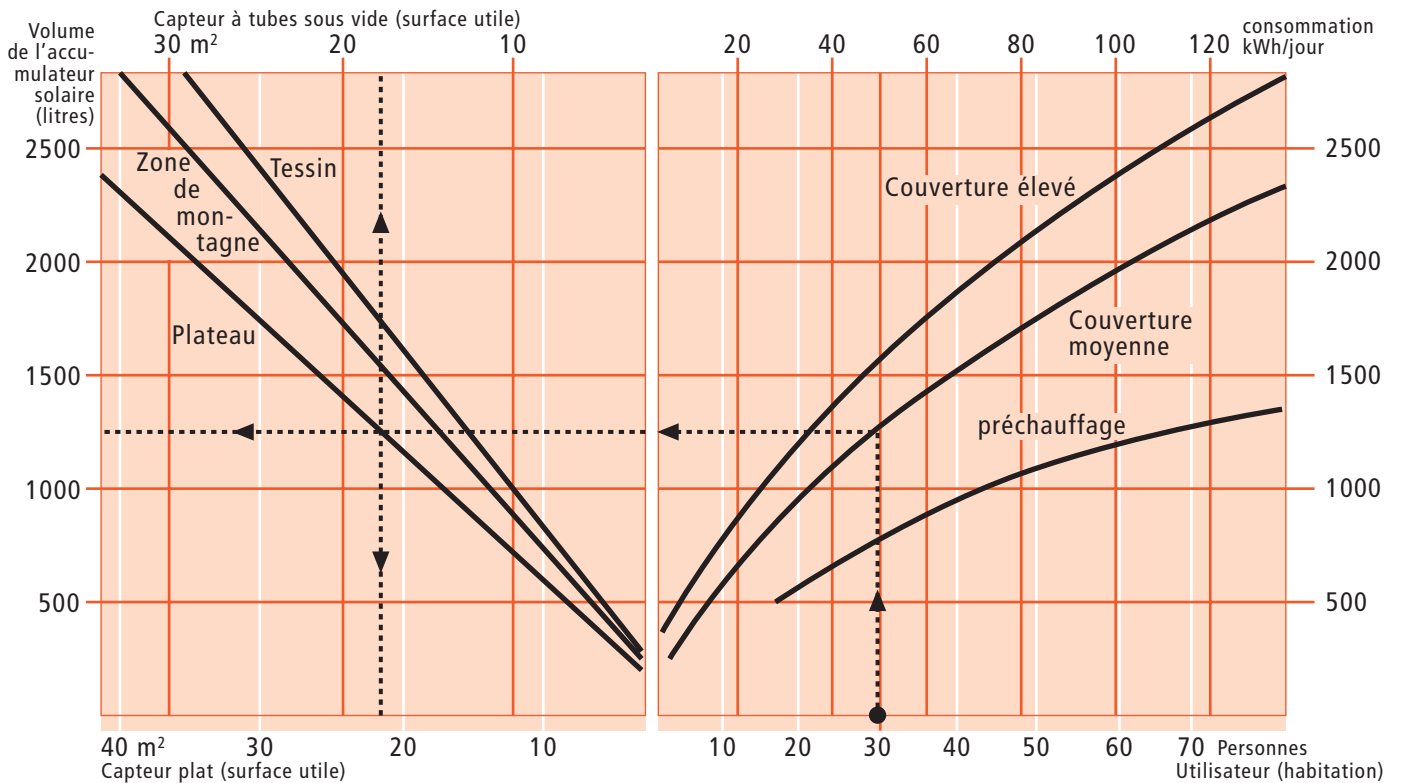
Valeurs indicatives pour la surface utile de capteur et le volume de l'accumulateur.

Nombre de consommateurs	m <sup>2</sup> de surface utile de capteurs	taille du chauffe-eau
< 20 personnes	1.0 – 1.5 m <sup>2</sup> /personne	80 – 120 l/personne
20 – 100 personnes	0.5 – 1.1 m <sup>2</sup> /personne	60 – 90 l/personne
> 100 personnes	0.4 – 0.8 m <sup>2</sup> /personne	40 – 70 l/personne

Le dimensionnement des capteurs solaires et des accumulateurs peut aussi se faire à l'aide du nomogramme suivant.

### Dimensionnement du dispositif de chauffage solaire d'eau

Volume total de l'accumulateur = volume de l'accumulateur solaire + volume du chauffage d'appoint



#### Exemple:

Immeuble résidentiel de 8 appartements abritant 30 personnes à Aarau, couverture moyenne, chauffage d'appoint par chaudière à gaz.

Volume de l'accumulateur solaire 1250 l (+ vol. chauffage d'appoint env. 750 l = total 2000 l). Capteurs plats env. 22 m<sup>2</sup> (en bas), ou capteurs à tubes sous vide env. 18 m<sup>2</sup> (en haut). Majorations pour orientation et inclinaison non optimales ou pour ombre portée (voir plus bas).

### Augmentation de la surface des capteurs en cas d'ombre portée partielle (part de l'ombre portée: max. 25 %):

Période d'ombre:	novembre – janvier	majoration	0 %
	hiver et entre-saison	majoration	env. 10 %
	toute l'année	majoration	env. 20 %

### Augmentation de la surface des capteurs suivant leur orientation et leur inclinaison:

Orientation	Inclinaison	Majoration pour capteurs plats	Majoration pour capteurs à tubes sous vide
<b>sud, sud-ouest, sud-est</b>	0 – 15°	inapproprié	env. 10 %
	15 – 25°	env. 10 %	0
	25 – 60°	0	0
	60 – 75°	env. 10 %	0
	75 – 90°	30 – 50 %	15 – 25 %
<b>ouest, est</b>	0 – 15°	inapproprié	10 – 15 %
	15 – 30°	15 – 20 %	15 – 20 %
	30 – 50°	20 – 30 %	20 – 30 %
	50 – 75°	30 – 50 %	30 – 40 %
	75 – 90°	50 – 80 %	40 – 60 %

Dans les régions de montagne, les capteurs solaires ne devraient pas rester couverts de neige pendant des périodes prolongées. On les placera donc de manière à ce que la neige n'y adhère pas (inclinaison min. 45°, pas d'arrête-neige en dessous), ou bien on prendra les mesures nécessaires pour pouvoir évacuer la neige.

### Rendements caractéristiques des capteurs

(rendement annuel par m<sup>2</sup> de surface utile de capteur)

Standard d'utilisation	Implantation sur le Plateau suisse	Implantation en zone alpine
taux de couverture solaire élevé ( $\geq 60$ %)	350 – 450 kWh/m <sup>2</sup> a	400 – 500 kWh/m <sup>2</sup> a
taux de couverture solaire moyen (30 – 60 %)	400 – 550 kWh/m <sup>2</sup> a	500 – 600 kWh/m <sup>2</sup> a
Préchauffage ( $\leq 30$ %)	450 – 650 kWh/m <sup>2</sup> a	600 – 700 kWh/m <sup>2</sup> a

Les rendements sont env. 10 – 30 % plus élevés pour les installations à capteurs à tubes sous vide.

## 8 | 5 Appoint au chauffage et eau chaude au moyen de l'énergie solaire

### 5.1 Demande d'eau chaude et puissance de chauffage à installer dans les bâtiments existants

#### 5.1.1 Chaudière à mazout ou à gaz existante

La puissance de chauffe nécessaire peut être calculée selon Weiersmüller [1] sur la base de la consommation annuelle de combustible et de l'application des formules adéquates, lesquelles correspondent au diagramme et au disque de dimensionnement selon Weiersmüller. Les calculs sont fondés sur une température ambiante de 20 °C. Ils donnent de bons résultats, particulièrement dans le cas d'habitations dont la puissance de chaudière n'excède pas 100 kW.

#### 5.1.2 Mesures de travail

Les mesures de travail effectuées sur une installation en service livrent des indications plus différenciées pour le dimensionnement de chaudières (caractéristique énergétique). Cela en particulier dans les cas où il n'est pas judicieux de déterminer la puissance de la chaudière à partir de la consommation annuelle de combustible.

Pour pouvoir faire une estimation plus précise, il faudrait enregistrer pendant environ deux semaines le régime du brûleur en fonction de la température de l'air extérieur, en vérifiant que la mesure soit aussi peu influencée que possible par les heures d'ensoleillement. Cette méthode s'applique surtout dans les bâtiments d'une certaine taille dotés d'installations de plus de 100 kW (écoles, hôpitaux, bâtiments industriels, bâtiments administratifs, etc.). La démarche détaillée peut être tirée de la publication sur le dimensionnement et le choix des chaudières [2].

### 5.2 Demande d'eau chaude et de chauffage dans les constructions nouvelles

#### 5.2.1 Puissance de chauffage à installer selon la Recommandation SIA 384/2 *Puissance thermique à installer dans les bâtiments [4]*

A l'aide de cette méthode, on peut déterminer pour les constructions nouvelles, mais aussi dans le cas de rénovations thermiques complètes de bâtiments, la puissance thermique demandée par chacune des pièces chauffées. Les calculs sont indispensables pour le dimensionnement des corps de chauffe ou du chauffage par le sol. A partir des différentes pièces, on détermine ensuite la puissance de chauffage demandée par l'ensemble du bâtiment.

#### 5.2.2 Calcul de la puissance de chauffage à installer à partir de la recommandation SIA 380/1 *L'énergie dans le bâtiment [4]*

Puissance de chauffage à installer => Surfaces des éléments de construction x valeurs U x différence maximale de température

#### 5.2.3 Majorations générales pour la puissance de chauffage $\dot{Q}_h$

Par majorations générales, on entend les éléments suivants:

- puissance thermique nécessaire pour la préparation d'eau chaude
- réserve pour la remise en route du chauffage après une baisse de la température de l'air ambiant
- couverture des pertes dues à la distribution de chaleur
- puissance thermique nécessaire pour les installations de ventilation ou pour la chaleur de industrielle

#### Majoration de la puissance de chauffage calculée:

	Classique	Standard Minergie
Villa	env. 15 – 25 %	env. 25 – 35 %
Immeuble résidentiel	env. 20 – 40 %	env. 30 – 50 %
Immeuble de services	env. 5 – 10 %	env. 10 – 15 %



### 5.3 Accumulateur de chaleur

Il existe deux possibilités pour stocker l'eau du circuit de chauffage et l'eau chaude sanitaire:

- accumulateur combiné, c.-à-d. accumulateur de chauffage avec un chauffe-eau intégré
- accumulateur et chauffe-eau séparés.

L'accumulateur combiné présente les avantages suivants: faible encombrement, peu de pertes thermiques, bon renouvellement de l'eau sanitaire, commande simple à partir de l'installation solaire (un seul circuit sortant) et bonne intégration de l'installation de chauffage.

Accumulateur et chauffe-eau sanitaire séparés est une solution qui a l'avantage des petites dimensions. Ce système est un peu plus efficace lorsque le rayonnement est faible et que la demande d'eau chaude est forte. Mais le fait qu'il faut alimenter deux postes d'utilisation à partir de l'installation solaire rend la régulation un peu plus complexe. Cette solution présente en outre l'inconvénient d'engendrer des pertes thermiques plus importantes et des coûts plus élevés.

La conduite de retour du chauffage devrait arriver dans l'accumulateur à basse température car plus la température de service de l'installation solaire est basse, plus le rendement est élevé. Les mesures possibles à cet effet sont: équiper tous les corps de chauffe, sans exception, de vanes thermostatiques, puissance de circulation minimale, éventuellement, introduire un retour séparé dans différents groupes de chauffage et éviter tout by-pass dans le système de chauffage.

Les systèmes de chauffage par le sol possèdent un volume d'accumulation relativement grand. Il est souvent judicieux de tirer parti de cette capacité de stockage. Cela nécessite soit l'intervention du maître d'œuvre, soit la mise en place d'une régulation de confort. Si les capteurs solaires et l'accumulateur ont été conçus pour fonctionner en lowflow, ce genre de système est aussi judicieux comme chauffage d'appoint (voir chap. 4.2.) Il est possible que la température de 65 °C soit parfois dépassée dans le chauffe-eau. En guise de protection contre les échaudures, il est donc recommandé d'intégrer un thermo-mélangeur entre le chauffe-eau et les prises d'eau

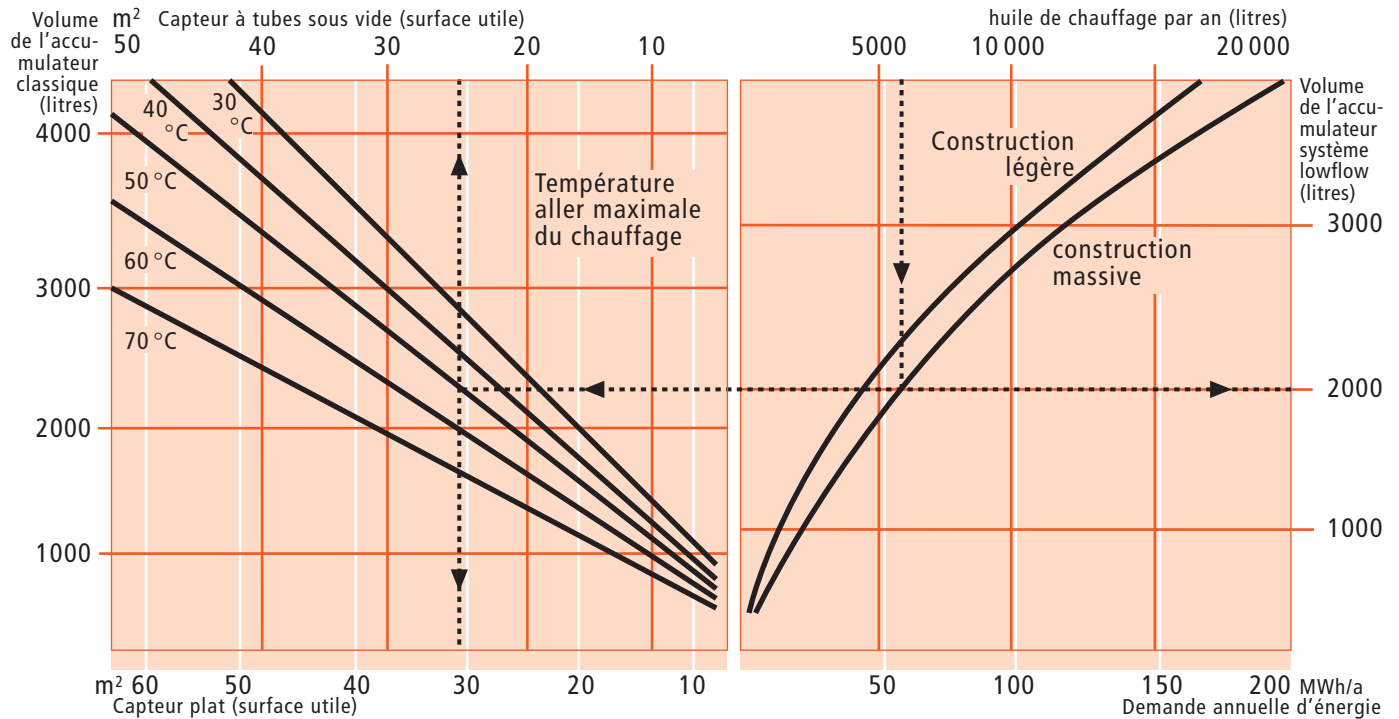
### 5.4 Dimensionnement: chauffage solaire de l'eau et chauffage d'appoint

Valeurs indicatives pour la surface de capteur nécessaire et le volume de l'accumulateur.

Demande annuelle d'énergie chauffage + eau chaude	m <sup>2</sup> surface utile de capteur	Taille du chauffe-eau
Maison 1 – 3 appartements	0.5 – 1.0 m <sup>2</sup> /(MWh/a)	60 – 100 l/m <sup>2</sup> surface de capteur
Bâtiment locatif	0.4 – 0.6 m <sup>2</sup> /(MWh/a)	30 – 60 l/m <sup>2</sup> surface de capteur

10 | Le dimensionnement des capteurs solaires et des accumulateurs peut aussi se faire à l'aide du nomogramme ci-après.

### Dimensionnement chauffage solaire de l'eau et appoint au chauffage



#### Exemple:

Immeuble existant, comportant 3 appartements, consommant 6000 l de mazout par an pour l'eau chaude et le chauffage (construction massive). Chauffage par le sol avec une température aller maximale de 50 °C. Prévu: système solaire lowflow.

Volume de l'accumulateur pour le système solaire lowflow: env. 2000 l (p.ex. accumulateur combiné), env. 31 m<sup>2</sup> de capteurs plats (en bas) ou env. 25 m<sup>2</sup> capteurs à tubes sous vide (en haut).

Majorations pour orientation et inclinaison non optimales ou pour ombre portée (voir plus bas).

**Mieux: bonne isolation de l'enveloppe du bâtiment. Cela réduit la demande d'énergie et, partant, la surface de capteurs de 50 % environ.**

**Augmentation de la surface des capteurs en cas d'ombre portée partielle (part de l'ombre portée: max. 25 %):**

Période d'ombre:	majoration	
novembre – janvier	majoration	0 %
hiver et entre-saison	majoration	env. 20 %
toute l'année	majoration	env. 30 %

## Augmentation de la surface des capteurs suivant leur orientation et leur inclinaison:

Orientation	Inclinaison	Majoration pour capteurs plats	Majoration pour capteurs à tubes sous vide
<b>sud, sud-ouest, sud-est</b>	0 – 15°	inapproprié	15 – 25 %
	15 – 25°	20 – 30 %	env. 10 %
	25 – 60°	env. 10 %	0 %
	60 – 75°	0 %	0 %
	75 – 90°	20 – 40 %	env. 10 %
<b>ouest, est</b>	0 – 15°	inapproprié	15 – 20 %
	15 – 30°	25 – 35 %	20 – 25 %
	30 – 50°	35 – 45 %	25 – 35 %
	50 – 75°	45 – 60 %	35 – 50 %
	75 – 90°	60 – 100 %	50 – 80 %

Dans les régions de montagne, les capteurs solaires ne devraient pas rester couverts de neige pendant des périodes prolongées. On les placera donc de manière à ce que la neige n'y adhère pas (inclinaison min. 45°, pas d'arrêt-neige en dessous), ou bien on prendra les mesures nécessaires pour pouvoir évacuer la neige.

### Rendements caractéristiques des capteurs

(rendement annuel net par m<sup>2</sup> de surface utile de capteur)

Standard d'utilisation	Implantation sur le Plateau suisse	Implantation en zone alpine
Dimensionnement généreux	150 – 250 kWh/m <sup>2</sup> a	250 – 350 kWh/m <sup>2</sup> a
Dimensionnement moyen	200 – 300 kWh/m <sup>2</sup> a	350 – 450 kWh/m <sup>2</sup> a
Dimensionnement au plus juste	250 – 400 kWh/m <sup>2</sup> a	400 – 550 kWh/m <sup>2</sup> a

Les rendements sont env. 20 – 50 % plus élevés pour les installations à capteurs à tubes sous vide.

D'autres fiches techniques sont disponibles pour le dimensionnement des appareils de production de chaleur (6).

## 12 | 6. Bibliographie

---

- [1] Weiersmüller R.: Réduction du gaspillage d'énergie:  
Vérification de puissance de la chaudière au moyen  
du disque de dimensionnement.  
Ingénieurs et architectes suisses, 19/1981
- [2] Recommandations pour l'utilisation de  
L'ENERGIE SOLAIRE / ENS-classeur 1/97  
Pour commande:  
SWISSOLAR, Seefeldstrasse 5a, CH-8008 Zürich  
Hotline: 0848 000 104 (tarif interurbain CH);  
www.swissolar.ch; info@swissolar.ch
- [3] Dimensionnement et remplacement de chaudières.  
Office fédéral des questions conjoncturelles,  
Berne, 1988.  
Commande: Office central fédéral des imprimés et  
du matériel, 3000 Berne.  
N° de commande: 724.617 f, Fax 031 322 39 75
- [4] Société suisse des ingénieurs et architectes.  
– Recommandation 380/1 L'énergie dans le bâti-  
ment, 1988  
– Recommandation 384/2 Puissance thermique à  
installer dans les bâtiments, 1982  
– Norme 385/3 Alimentation du bâtiment en eau  
chaude sanitaire, 1991
- [5] Institut de technique solaire SPF, Rapperswil  
– SPF-Info-CD-ROM, Information sur la performance  
des capteurs solaires thermiques  
– Polysun, le software pour le dimensionnement des  
installations solaires thermiques  
à commander à Nova Energie GmbH  
tél. 062 834 03 00  
ou par Internet: www.solarenergy.ch
- [6] Office fédéral de l'énergie, Berne  
Fiches technique:  
*Dimensionnement des chaudières à mazout et à gaz*  
N° de commande: 805.161 f  
*Dimensionnement des des pompes à chaleur*  
N° de commande: 805.161.1 f  
*Dimensionnement des chauffage centrale au bois*  
N° de commande: 805.161.2 f  
Commande: Office central fédéral des imprimés et  
du matériel, 3000 Berne, Fax 031 322 39 75

### SuisseEnergie

Office fédéral de l'énergie OFEN, Worblentalstrasse 32, CH-3063 Ittigen · Adresse postale: CH-3003 Berne  
Tél. 031 322 56 11, Fax 031 323 25 00 · office @ bfe.admin.ch · www.suisse-energie.ch