

SOLO2018
Calcul des performances
d'une installation solaire
de production d'eau
chaude
-
Aide pour l'Outil en Ligne

Aide
V1.1

28 mai 2018 - Luc Greliche
luc@tecsol.fr

1. Introduction

Ce document fournit une aide à l'utilisation de l'outil SOLO2018 en ligne sur le site de TECSOL : <http://solo2018.tecsol.fr/>

Il ne présente pas la méthode SOLO2018 sur laquelle est basé cet outil, méthode décrite en détail dans le document : « SOLO2018 Principes et Algorithmes ».

L'outil en ligne se présente sous forme d'une page web sur laquelle l'utilisateur doit faire des choix et des saisies.

L'utilisateur peut d'abord donner un nom à son projet (ce n'est pas obligatoire).

La page web présente ensuite différentes rubriques permettant de définir l'installation et son contexte d'utilisation :

- ✓ Définition de la station météorologique
- ✓ Définition des besoins en eau chaude
- ✓ Définition du circuit hydraulique de l'installation
- ✓ Définition du stock solaire
- ✓ Définition du champ de capteurs solaires

Ces rubriques sont abordées ici dans l'ordre où elle se présentent sur la page web.

2. Définition de la station météorologique

L'outil SOLO2018 inclut une base de données de stations météorologiques. L'utilisateur doit sélectionner une station parmi celles disponibles. Pour cela, l'utilisateur doit sélectionner

- ✓ un pays
- ✓ uniquement dans le cas de la France : une région
- ✓ une station météorologique

The screenshot shows a web interface titled "Choix de la station météo". It contains two main sections: "Pays" and "Station".

- The "Pays" section has a dropdown menu with the following options: Burkina Faso, Cameroun, Chine, Chypre, Côte d'ivoire, Danemark, Egypte, Espagne, Finlande, and France. "France" is selected.
- The "Station" section has a dropdown menu with the following options: Bedarieux, Beziers, Carcassonne, Castelnaudary, Collioure, La Grand-Combe, and Lattes. "Languedoc-Roussillon" is selected.

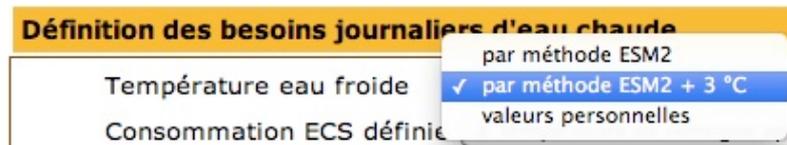
At the bottom of the interface, it displays "Station sélectionnée : Perpignan" and "Latitude : 42°43".

Il n'est pas possible de définir une station météorologique personnelle mais vous pouvez nous proposer l'ajout d'une station météorologique en nous fournissant les données nécessaires (pays, nom, latitude, températures mensuelles, ensoleillement journaliers mensuels).

3. Définition des besoins d'eau chaude

Il s'agit des besoins journaliers en moyenne mensuelle. Ces besoins sont définis par des températures (eau froide et eau chaude) et un volume (consommation journalière).

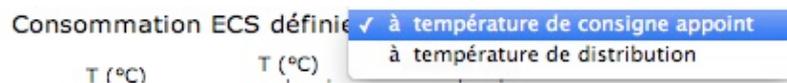
3.1. Température eau froide



L'utilisateur doit choisir entre 3 modèles de définition de la température eau froide. Les deux premiers modèles ne nécessitent aucune saisie supplémentaire :

- **Définition suivant modèle ESM2** : la température d'eau froide TEF est automatiquement calculée mois par mois à partir de la température extérieure TEXT (définie par la station météorologique) suivant la méthode ESM2 : $TEF(\text{mois}) = (\text{TEXT}(\text{mois}) + \text{TEXT}(\text{an})) / 2$
- **Définition suivant modèle ESM2+3°**. la température d'eau froide est calculée mois par mois en ajoutant 3°C à la valeur ESM2 (l'analyse des mesures a montré que la méthode ESM2 donnait souvent des valeurs plus faibles que les valeurs réelles constatées)
- **Définition personnalisée** : l'utilisateur saisit lui-même la température eau froide
 - ✓ soit une valeur annuelle constante (modèle pouvant être pertinent pour l'industrie),
 - ✓ soit les 12 valeurs mensuelles.

3.2. Température eau chaude et volume eau chaude



L'utilisateur doit choisir entre 2 modèles de définition des besoins. Les modèles diffèrent par le point du circuit hydraulique où ces besoins sont définis mais aboutissent tous deux à définir au final des besoins de production, soit directement, soit indirectement.

- **Définition des besoins en sortie production, à température de consigne appoint TSA**
Modèle classique et simple. 2 paramètres (en plus de la température d'eau froide) : le volume produit VECSP et la température TSA.
- **Définition des besoins en départ distribution, à température de distribution TDD**
3 paramètres (en plus de la température d'eau froide) : le volume distribué VECS D et la température TDD (consigne mitigeur typiquement), mais aussi la température de consigne de production TSA car elle permet de calculer le volume produit VECSP et donc les besoins de production associés aux besoins de distributions définis.

Le modèle 2 définit au final les mêmes données que le 1 mais présente cependant de l'intérêt :

- ✓ il permet l'utilisation directe de mesures éventuelles de volume portant sur l'eau mitigée et non sur l'eau chaude produite (cas rencontré parfois et pouvant conduire à des erreurs significatives si on confond volume produit et volume distribué)
- ✓ il facilite l'utilisation de ratios standardisés à température prédéfinie différente de la température de production (une définition à température d'utilisation, envisagée par la suite, serait encore plus efficace)
- ✓ il présente un grand intérêt pédagogique : en faisant varier la température TSA pour un même couple (TDD, VECS D) on verra que le choix de la consigne de production influe fortement sur la production solaire, toutes choses étant égales par ailleurs.

Ces valeurs peuvent être définies annuellement ou mensuellement. Il est naturel de définir les températures en valeur annuelle mais il faut en général définir les volumes en valeurs mensuelles car :

- ✓ pour un même volume consommé au robinet (eau mitigée à $\pm 40^{\circ}\text{C}$), la variation de la température d'eau froide entraîne mécaniquement une variation du volume d'eau produite (à $\pm 60^{\circ}\text{C}$) suivant le mois : mieux vaut en tenir compte ;
- ✓ les mois de juillet-août sont généralement atypiques en raison des congés.

3.3. Présentation finale des besoins

La page web SOLO2018 affiche en fin de définition les valeurs annuelle ou mensuelles des paramètres saisis et des paramètres qui s'en déduisent directement :

- Pour le premier modèle, l'affichage présente seulement les données des besoins de production, c'est à dire les données saisies (les deux dernières colonnes de la copie écran ci-dessous ne sont pas présentes dans ce modèle) :
 - ✓ la température eau froide ($^{\circ}\text{C}$),
 - ✓ la température d'eau chaude produite ($^{\circ}\text{C}$),
 - ✓ le volume d'eau chaude produite (l/j).
- Pour le deuxième modèle, l'affichage (exemple ci-dessous) présente les données des besoins de distribution, c'est à dire les données saisies, mais aussi les données des besoins de production, donc en plus les volumes de production calculés :
 - ✓ la température eau froide ($^{\circ}\text{C}$),
 - ✓ la température d'eau chaude produite ($^{\circ}\text{C}$),
 - ✓ le volume d'eau chaude produite (l/j),
 - ✓ la température d'eau chaude distribuée ($^{\circ}\text{C}$),
 - ✓ le volume d'eau chaude distribué (l/j).

Température eau froide		par méthode ESM2 + 3 °C			
Consommation ECS définie		à température de distribution			
	T ($^{\circ}\text{C}$) eau froide	T ($^{\circ}\text{C}$) eau chaude produite	Volume (l/j) eau chaude produite	T ($^{\circ}\text{C}$) eau chaude distribuée	Volume (l/j) eau chaude distribuée
saisie		Année		Année	Mois
moyenne an	18,45	60	4835	55	5500
Janvier	14,56		4894		5500
Fevrier	15,06		4888		5500
Mars	16,46		4868		5500
Avril	17,76		4848		5500
Mai	19,31		4824		5500
Juin	21,26		4790		5500
Juillet	22,61		4764		5500
Aout	22,46		4767		5500
Septembre	21,11		4792		5500
Octobre	18,81		4832		5500
Novembre	16,61		4866		5500
Decembre	15,11		4887		5500
Total an			m3/an 1765		m3/an 2007,5

4. Définition du circuit hydraulique

Circuit hydraulique

Schéma production ECS

Type installation  

Circuit primaire

Bouclage

Longueur totale <input type="text" value="435.15"/> m	Perte annuelle bouclage <input type="text" value="42.6"/> MWh/an
Perte linéique <input type="text" value="0,3"/> w/m/°C	

Il s'agit de définir l'installation de production ECS à l'exception des 2 composants principaux : les capteurs et le stock solaire. Cette rubrique intègre donc les sous-rubriques suivantes :

- ✓ définition du schéma de l'installation de production ECS,
- ✓ définition du schéma de l'installation solaire proprement dite,
- ✓ définition des caractéristiques du circuit primaire solaire,
- ✓ définition des caractéristiques de l'échangeur entre circuit primaire et stock solaire,
- ✓ définition éventuelle du circuit eau technique (pour les schémas concernés),
- ✓ définition de l'interaction éventuelle du solaire avec la boucle de distribution,
- ✓ définition des caractéristiques de la boucle de distribution.

4.1. Définition du schéma de production ECS

Il s'agit de choisir le schéma de production de l'eau chaude sanitaire (ECS).

Schéma production ECS

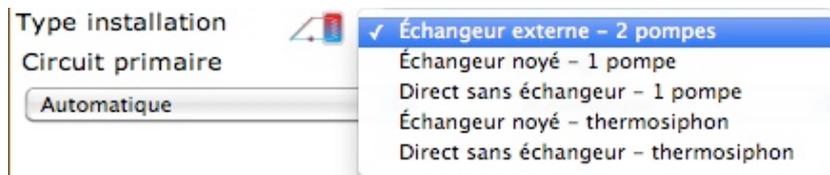
Il y a actuellement deux schémas de production reconnus explicitement, le CESC et le CESCET (CESC avec eau technique), à court terme, le schéma CESCII devrait être ajouté :

- ✓ **1. Collectif CESC :**
production, stock et appoint ECS collectifs
- ✓ **2. Collectif individualisé CESCII :**
production collective ETG (eau glycolée), stock & appoint ECS individualisé
- ✓ **3. Collectif eau technique CESCET :**
production, stock et appoint collectifs ET (eau technique), échangeur ET-ECS

4.2. Définition du sous-schéma solaire (type installation)

Chaque schéma de production admet plusieurs sous schémas-solaires ou types d'installation.

Le schéma CESC admet 5 sous-schémas solaires, les deux premiers étant les plus fréquents (quasi-exclusifs en métropole).



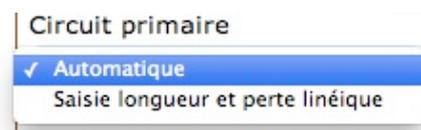
L'utilisateur doit choisir entre ces 5 cas :

- ✓ **Échangeur externe - 2 pompes** : le plus général pour les grosses installations,
- ✓ **Échangeur noyé - 1 pompe** : plutôt pour les petites installations et les individuelles,
- ✓ **Direct sans échangeur - 1 pompe** : utilisé dans les DOM/TOM surtout (pas antigel),
- ✓ **Échangeur noyé – thermosiphon** : installations individuelles essentiellement,
- ✓ **Direct sans échangeur – thermosiphon** : installations individuelles en DOM/TOM.

Le schéma CESCET admet seulement 3 de ces sous-schémas (les schémas à thermosiphon ne sont pas gérés car peu adaptés à des tailles importantes, domaine des CESCET).

4.3. Définition des caractéristiques du circuit primaire

Il s'agit de définir la qualité du circuit primaire par ses pertes, plus précisément sa conductance globale. L'utilisateur doit choisir entre deux modèles :

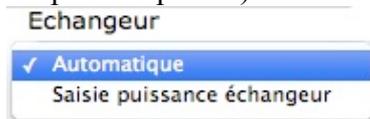


- **Automatique** : ce modèle ne nécessite aucune saisie. Les caractéristiques du primaire sont calculées automatiquement en fonction de la surface de capteurs. Cette option est utilisable si le circuit primaire ne présente pas de spécificités de longueur ou d'isolation¹.
- **Saisie longueur et perte linéique** : ce modèle nécessite la saisie de 2 paramètres :
 - ✓ longueur totale du circuit primaire (m)
(**Attention** : il faudra modifier manuellement la longueur totale du circuit à chaque changement de surface de capteurs)
 - ✓ conductance linéique de perte moyenne des canalisations du primaire (W/m/°C)

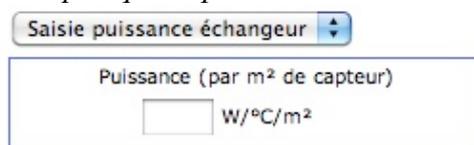
¹ Attention : la valeur par défaut est différente de celle de l'ancien SOLO. Les pertes sont supposées plus faibles.

4.4. Définition des caractéristiques de l'échangeur²

Il s'agit de définir la qualité de l'échangeur par sa conductance unitaire par m² de capteur (puissance unitaire par m² de capteur et par °C). L'utilisateur doit choisir entre 2 modèles :



- **Automatique** : ce modèle ne nécessite aucune saisie. Les caractéristiques de l'échangeur sont calculées automatiquement. Ce modèle est adapté dès que l'échangeur est dimensionné suivant les règles de bonne conception usuelles en solaire. Pour un échangeur externe, la valeur par défaut est de 100 W/m²/°C (attention : 50W/m²/°C dans l'ancien SOLO).
- **Saisie de la puissance échangeur** : ce modèle nécessite la saisie d'un seul paramètre :
 - ✓ la puissance de l'échangeur par m² de capteur solaire et par degré (W/°C/m²)
(le changement de surface de capteurs est automatiquement pris en compte même en cas de saisie manuelle puisque le paramètre saisi est défini par m² de capteur)



4.5. Définition du circuit Eau Technique (schémas CESCET seuls)

Il s'agit de préciser le circuit eau technique (ET). Conformément à la philosophie SOLO :

- ✓ le calcul privilégie la simplicité et la robustesse plutôt que la précision extrême,
- ✓ une définition par défaut de tous les aspects de ce circuit est intégrée dans l'outil,
- ✓ la définition par défaut suppose une conception correcte du circuit ET qui conduit normalement à limiter à 10 % ou moins la perte de production sur un CESC équivalent.

Attention. SOLO2018 repose sur une hypothèse essentielle. Toute la consommation ECS doit être « solarisable » : la pompe du circuit ET doit fonctionner dès qu'on a puisage³.

En termes de régulation, l'hypothèse implique qu'on est dans une des situations suivants :

- ✓ la pompe du circuit ET fonctionne en permanence
- ✓ la pompe du circuit ET fonctionne sur horloge et toute la consommation ECS se fait pendant les plages de fonctionnement de la pompe du circuit ET
- ✓ la pompe du circuit ET démarre dès qu'on a puisage.

Il est important de noter qu'en collectif, au vu des mesures, les périodes de puisage couvrent souvent plus de 75 % du temps, ce qui limite l'intérêt d'une régulation sophistiquée de la pompe compte tenu du risque de perte de production souvent bien supérieur à la consommation d'une pompe quelques heures par jour.

SOLO2018 fait une deuxième hypothèse en interne. Le débit horaire des pointes de consommation à 10' est supposé égal à la moitié de la consommation journalière, hypothèse cohérente avec les applications en logement collectif, en établissement de santé ou en hôtel.

- Si les débits de pointe sont nettement plus élevés, la production peut être significativement surestimée. Il peut donc y avoir des cas particuliers (rares) plus difficilement traitables.
- Si les débits de pointe sont plus faibles, la production peut être sous-estimée, mais de manière limitée, les résultats restent valides au niveau de précision de SOLO2018.

² Dans le cas d'un circuit sans échangeur les valeurs éventuelles ne sont bien sûr pas utilisées.

³ Si ce n'est pas le cas, on peut faire un calcul sur la base de la seule consommation ECS solarisable. Mais toute diminution de la consommation solarisable est à éviter car elle pénalise significativement la production solaire.

Le sujet présentant des points délicats (cf les paragraphes précédents), on entre ici un peu plus dans les détails techniques (valeurs par défaut en particulier) pour limiter les erreurs dans les cas spécifiques. Mais les situations classiques restent traitables simplement.

Dans SOLO2018, le circuit eau technique est défini sur 3 aspects (4 paramètres) :

- ✓ le débit du circuit ET (m^3/h),
- ✓ la conductance (puissance) de l'échangeur ET – ECS ($\text{W}/^\circ\text{C}$),
- ✓ les pertes du circuit ET en 2 paramètres : longueur (m) et perte linéique ($\text{W}/\text{m}/^\circ\text{C}$).

Chacun de ces 3 aspects peut être défini par défaut ou précisé manuellement.

L'écran suivant montre les saisies manuelles pour les trois aspects.

Les deux premiers aspects relèvent de choix de conception. Les valeurs par défaut sont liées au dimensionnement du champ de capteurs dans un cadre de bonne conception. Les données de mesure semblent montrer que les corrélations sont pertinentes dans nombre de cas d'installations solaires dimensionnées normalement. Pour une installation sous-dimensionnée, il vaut mieux prévoir des valeurs un peu supérieures (le débit de pointe ECS étant dans ce cas relativement élevé par rapport à la surface de capteurs).

- ✓ Par défaut, le débit du circuit ET est pris comme identique à un débit standard au primaire d'une installation solaire (40 litres/h/m² de capteur).⁴
- ✓ Par défaut, la puissance de l'échangeur est prise comme identique à la puissance par défaut de l'échangeur entre primaire et secondaire (soit 100 W/m²/°C donc 100xS ici).

Le troisième aspect (pertes) est défini par deux paramètres :

- ✓ longueur totale (aller et retour) du circuit ET (m),
- ✓ conductance linéique de perte du circuit ET ($\text{W}/\text{m}/^\circ\text{C}$).

Souvent, l'échangeur ET-ECS est situé en chaufferie à proximité immédiate du stock solaire et pour une installation bien conçue, la longueur et l'isolation du circuit ET sont quasi-indépendantes de la taille de l'installation solaire d'où les valeurs par défaut de SOLO2018 :

- ✓ longueur du circuit ET supposée égale à 10 m,
- ✓ conductance linéique de perte est supposée égale à 0,3 W/m/°C.

En conséquence pour un schéma CESCET avec échangeur en chaufferie, on a un circuit court :

- ✓ les pertes sont faibles en valeur relative sur une grosse installation
- ✓ ce n'est pas forcément le cas sur une petite installation.

Attention : il existe des installations CESCET avec des circuits ET longs (parfois plusieurs centaines de mètres). Les pertes ne sont plus négligeables même pour une grande installation et les valeurs par défaut inappropriées. Il est essentiel de saisir manuellement les bonnes valeurs des caractéristiques des pertes dans ce cas.

⁴ Pour une installation normalement dimensionnée, ce débit sera supérieur ou égal au débit de pointe ECS à 10'. Un débit eau technique inférieur au débit par défaut ou inférieur au débit de pointe ECS devrait être évité.

4.6. Définition de l'interaction entre production solaire et bouclage

Le solaire assure normalement le préchauffage de l'eau froide entrante, ie une partie du besoin « utile » : l'énergie nécessaire pour amener l'eau à la température de consigne de production (sortie appoint). Les besoins ECS comprennent le besoin utile mais aussi les pertes de bouclage qu'il est nécessaire de compenser. Suivant sa conception, une installation solaire peut ou non contribuer à la compensation des pertes de bouclage. SOLO2018, contrairement à l'ancien SOLO permet de gérer dans certains cas ces apports au bouclage.

4.6.1. Schémas traités explicitement

L'utilisateur peut choisir entre 2 modèles explicites : sans apport au bouclage ou avec apport indirect au bouclage (il n'y a pas de dispositif particulier permettant de fournir de l'énergie au bouclage mais le schéma classique autorise un apport indirect). Il n'y a pas pour l'instant de modèle explicite pour les installations spécifiquement conçues pour fournir directement de l'énergie solaire au bouclage. Nous décrivons ici les 2 modèles explicites ainsi que des éléments permettant d'utiliser, de manière limitée, SOLO2018 pour les schémas relevant normalement du modèle encore absent correspondant à la troisième situation.



- **Boucle indépendante, pas d'apport solaire possible** : l'installation solaire ne peut apporter d'énergie au bouclage, la production solaire est donc plafonnée par le besoin utile. C'est le modèle adopté par les versions antérieures de SOLO.
- **Retour boucle sur le stock appoint, apport solaire indirect** : les mesures montrent que sur la plupart des installations incluant un stock d'appoint en aval du stock solaire et un retour bouclage sur ce stock d'appoint, le solaire apporte indirectement de l'énergie au bouclage. En effet, dès que la température en sortie du stock solaire dépasse la température de consigne de l'appoint, on injecte dans l'appoint plus d'énergie que le besoin utile et ce surplus réduit l'énergie d'appoint nécessaire à la compensation des pertes de bouclage. Ce modèle intègre dans la production ces apports indirects. Il est applicable dès qu'on a un stock d'appoint (séparé ou intégré) et un retour de boucle sur le stock d'appoint (ou dans la partie haute « appoint » du stock avec appoint intégré).

Dans les CESC Le modèle 2 est souvent le plus pertinent mais on doit choisir le modèle 1 si les apports indirects sont impossibles (si on n'a pas de stock appoint par exemple).

Dans les CESCET, on doit choisir le modèle 1 dans le cas fréquent où l'appoint fournit de l'énergie à l'ECS par un échangeur comme le solaire. Mais dans le cas où on aurait un stock ECS pour l'appoint, le modèle 2 pourrait être adapté. C'est à étudier au cas par cas..

Le choix d'un modèle n'implique aucune saisie supplémentaire.

Par contre, il faut noter que dans le modèle 2 (apport solaire indirect), *la température maximale autorisée dans le stock solaire fixe une borne supérieure aux apports indirects et influe donc fortement sur les résultats*. C'est l'impact de cette température qui différencie au final les schémas avec apport solaire indirecte explicitement traités et les schémas avec apport solaire direct prévu qui ne le sont pas encore. Ce point est précisé au paragraphe suivant.

4.6.2. Autre schéma : Retour boucle régulé sur le stock solaire, apport solaire direct

Les fabricants proposent parfois des schémas dans lesquels le retour de boucle s'effectue sur le stock solaire dès que la température du stock le justifie (retour boucle régulé) afin d'utiliser explicitement le solaire pour compenser les pertes de boucle.

SOLO2018 n'inclut pas encore de modèle adapté à cette situation car le traitement de la régulation pose des problèmes et qu'on manque de mesures sur ces installations.

Mais le modèle avec apport solaire indirect permet une approche de ces schémas bien meilleure que dans SOLO classique.

- L'utilisation directe du modèle avec apport solaire indirect fournit déjà pour ces schémas une approche de la production solaire, certes conservative, mais bien plus réaliste que le modèle sans apport solaire de SOLO classique
- En prenant des précautions, on peut tester une approche moins conservative abordée dans la suite de ce paragraphe. **Attention : on est hors du cadre officiel SOLO : c'est à l'utilisateur de vérifier la pertinence de ce qu'il fait. En cas de doute, rester sur l'utilisation standard du modèle avec apport solaire indirect.**

Comme signalé à la fin du paragraphe précédent, dans les schémas avec apport solaire indirect, le stock solaire monte en température, c'est la condition expresse des apports indirects. Dans les schémas avec apport solaire direct, le stock solaire monte moins en température puisque l'arrivée d'eau plus froide (retour bouclage) va limiter fortement cette montée en température. Cette différence de hausse de la température du stock entraîne une différence de performances pour deux raisons :

- ✓ le rendement des capteurs baisse lorsque la température du stock monte
- ✓ l'installation s'arrêtera par sécurité surchauffe si la température du stock monte trop

SOLO2018 tient compte des 2 aspects et tend à sous-estimer la production d'une installation solaire à apport direct au bouclage bien régulée dont la température du stock monte moins.

Il faudra un modèle explicite pour corriger le premier point. SOLO2018 est forcément conservatif sur cet aspect pour les installations avec apport solaire direct bien régulées.

Par contre, on peut jouer sur le deuxième point en augmentant fictivement la température maximale autorisée pour le stock lorsqu'on veut simuler un schéma avec apport solaire direct au bouclage. En effet :

- ✓ En gros, SOLO2018 définit l'énergie maximale qui peut être fournie au bouclage comme l'énergie permettant de passer de la température de consigne à la température maximale autorisée (car le stock atteint alors sa température limite).
- ✓ En apport direct, le calcul n'est plus valide car l'énergie est évacuée du stock solaire en partie indépendamment du puisage.
- ✓ Fixer une température maximale autorisée supérieure à la contrainte du ballon (et de la régulation) permet d'augmenter le productible et peut être réaliste.

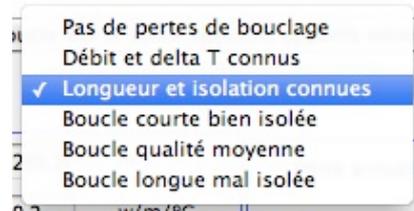
Nous avons évoqué cette possibilité pour permettre aux utilisateurs avertis d'envisager des cas mais nous rappelons qu'il s'agit là d'une astuce qui ne doit être utilisée qu'avec la plus grande prudence. En règle générale, le modèle avec apports indirect au bouclage, beaucoup plus sûr donnera des résultats certes parfois un peu sous-estimés mais beaucoup plus sûrs. Et on rappelle que la robustesse fait partie des qualités premières de SOLO.

4.7. Définition des pertes de bouclage

SOLO2018 introduit une définition simple des pertes de bouclage afin de permettre d'une part la gestion des éventuels apports indirects au bouclage, d'autre part de fournir des résultats supplémentaires importants intégrant la distribution ECS :

- ✓ les besoins de bouclage
- ✓ les besoins globaux de l'installation ECS
- ✓ le taux d'économie d'énergie (production solaire/besoins globaux)

L'utilisateur doit choisir parmi 6 modèles : 1 sans pertes, 2 permettant une définition personnalisée des pertes, 3 une simple définition qualitative de ces pertes :



- **Pas de pertes de bouclage** : en général parce qu'on n'a pas de boucle (individuel, CESCO en attendant un traitement spécifique de ces schémas, etc.). Avec ce modèle, on n'aura évidemment pas d'apport indirect au bouclage (même si on choisit le modèle correspondant). Le taux d'économie d'énergie sera égal au taux de couverture et le besoin total au besoin utile.
- **Débit et delta T connus**⁵ : la boucle est définie par son comportement en pratique. Ce modèle est adapté pour une installation ECS existante sur laquelle les paramètres nécessaires peuvent parfois être connus par mesure. Il peut aussi être utilisable pour une installation neuve mais le modèle suivant sera souvent plus adapté dans ce cas. L'utilisateur doit saisir :
 - ✓ débit de la boucle (m³/h)
 - ✓ ΔT de la boucle (°C) : écart de température entre départ et retour de la boucle

Débit de bouclage	<input type="text"/>	m ³ /h
DeltaT max bouclage	<input type="text"/>	°C

- **Longueur et isolation connues** : la boucle est définie par ses caractéristiques géométriques et matérielles. Ce modèle est adapté pour une installation neuve si l'on dispose du dossier technique de l'installation. L'utilisateur doit saisir :
 - ✓ longueur totale de la boucle (m)
 - ✓ conductance linéique de perte de la boucle (W/m/°C)

Longueur totale	<input type="text" value="450"/>	m
Perte linéique	<input type="text" value="0,3"/>	w/m/°C

Les 3 derniers modèles permettent une définition qualitative simple du bouclage lorsqu'on n'a pas les données techniques. Ils utilisent en fait le modèle (longueur, isolation) en estimant les valeurs de ces paramètres. La longueur de la boucle est estimée à partir de la moyenne annuelle de la consommation ECS. Cette estimation est orientée logement, elle reste applicable dans l'hôtellerie ou la santé. pourvu que les besoins soient réguliers La précision est bien sûr limitée. Ces modèles prédéfinis ne devraient pas être utilisés si les consommations

⁵ En toute rigueur, le ΔT devrait être défini mensuellement car les mesures montrent que les pertes de bouclage varient un peu suivant les mois (comme la température ambiante). Mais compte tenu de la précision des données, ce raffinement serait illusoire et compliquerait la saisie.

sont très irrégulières dans l'année : la longueur de boucle basée sur la consommation moyenne risquant d'être sous-évaluée. Les pertes de bouclage varient de 1 à 4 entre les modèles extrêmes, montrant bien l'importance que peut avoir la qualité du bouclage.

- **Boucle courte bien isolée** : la boucle est courte et l'isolation est de bonne qualité, modèle qui devrait être applicable pour les bâtiments modernes bien réalisés mais à utiliser seulement si on a des éléments probants sur la qualité du bouclage.
- **Boucle qualité moyenne** : cas standard d'une installation « moyenne », modèle à privilégier pour un bâtiment récent sur lequel on manque d'informations et ne présentant pas de défaut flagrant sur le bouclage.
- **Boucle longue mal isolée** : bouclage de mauvaise qualité (longueur et/ou isolation), modèle souvent approprié pour les bâtiments anciens.

Attention : il existe des bâtiments anciens ou des bâtiments mal réalisés où même le modèle prédéfini « boucle longue mal isolée » est trop optimiste. Une définition personnalisée peut s'imposer dans ce cas (et des travaux d'amélioration du bouclage sont bien sûr à envisager).

Informations complémentaires disponibles :

Vous pouvez accéder à partir de la page « conception » du site internet de SOCOL (<https://www.solaire-collectif.fr/fr/conception.htm>) à une fiche qui présente plus en détail toute la problématique relative au bouclage dans les installations solaires de production ECS. Cette fiche, très utile, est téléchargeable actuellement sur le lien :

https://www.solaire-collectif.fr/ftp/article/686/180312_bouclage-VF.pdf

5. Définition du stock solaire

Stockage solaire

Extérieur

Données globales du stock

Volume total litres

Constante refroidissement Wh/jour.°K

T° Maxi °C

T (°C) autour du stock

Anné

Cette rubrique permet de définir les caractéristiques du stock :

- ✓ sa situation, et donc son environnement qui influe sur les pertes
- ✓ son dimensionnement et ses caractéristiques
- ✓ la température maximale autorisée (cf plus bas)

Situation du stock

Afin de connaître la température autour du stock solaire, l'utilisateur doit préciser sa situation en cochant ou non la case « Extérieur » :

- **Stock extérieur** : aucune saisie supplémentaire n'est nécessaire, la température autour du stock solaire sera la température extérieure définie par la station météorologique
- **Stock intérieur** : l'utilisateur doit saisir la température autour du stock solaire, soit une valeur constante annuelle (par défaut 19°C), soit les valeurs mensuelles.

Caractéristiques du stock solaire

L'utilisateur peut définir le stock solaire suivant deux modèles :

- **Données globales** : si l'utilisateur dispose des données techniques du fabricant des ballons, l'utilisateur doit saisir deux paramètres :
 - ✓ volume total du stock solaire (l)
 - ✓ constante de refroidissement du stock solaire (Wh/l/j/°C)
- **Données détaillées** : si l'utilisateur n'a pas les données du fabricant, en particulier la constante de refroidissement, l'utilisateur saisit les données élémentaires qui permettront à SOLO2018 de calculer la constante de refroidissement en faisant des hypothèses sur la géométrie des ballons (supposés cylindriques). :
 - ✓ volume unitaire des ballons (l)
 - ✓ nombre de ballons, supposés tous identiques (-)
 - ✓ conductivité (lambda) de l'isolant (W/m/°C)
ou choix d'un isolant prédéfini (laine de roche ou polyuréthane)

Extérieur

Données détaillées du stock

Volume total litres

Constante refroidissement Wh/jour.°K

T° Maxi °C

T (°C) autour du stock

Anné

Données détaillées du stock

Volume unitaire litres

Nbre ballons

Isolation

Laine de roc

Lambda isolant W/m/K

Epaisseur isolant cm

6. Définition du champ de capteurs solaires

Cette rubrique permet de définir :

- ✓ les caractéristiques des capteurs solaires
- ✓ les caractéristiques du champ de capteurs

Capteurs solaires
?

Choisir un capteur i

Fabricant ▼

Modèle

Slimsol
TGD Th

Définir un capteur par ses coefficients n_0 , a_1 et a_2

coefficient n_0 coefficient a_1 W/m²/K coefficient a_2 W/m²/K

Définir un capteur par ses coefficients B et K

coefficient B coefficient K W/m²/K

Inclinaison Capteur °/Horiz. ?

Orientation °/ Sud. ?

Afin de tenir compte de masques éventuels,
je veux saisir mes données d'ensoleillement dans le plan des capteurs

Slimsol

Surface Utile m²

Nbre de capteurs

Surface Entrée Totale m² ?

Caractéristiques des capteurs solaires

L'utilisateur peut définir les capteurs solaires suivant 3 modèles :

- **Capteur prédéfini** : Ce modèle évite la saisie des coefficients (et les erreurs éventuelles associées) en permettant à l'utilisateur de choisir un capteur dans la base de données intégrée à l'outil SOLO2018. La base de données est mise à jour régulièrement. Elle contient en principe tous les capteurs dotés d'un avis technique à jour ainsi que d'autres modèles. Le choix se fait en deux étapes :
 - ✓ choix du fabricant
 - ✓ choix du modèle

Pour prendre en compte un capteur non présent dans la base, l'utilisateur peut choisir un des deux autres modèles. Il peut aussi demander l'intégration de ce nouveau capteur dans la base en nous fournissant les documents indispensables (avis technique, solar keymark).

Choisir un capteur

Fabricant

Modèle

- **Coefficients n_0, a_1, a_2 (et surface unitaire)** : ce modèle (non disponible dans les anciennes versions de SOLO) utilise les coefficients définis dans les nouvelles normes et permet donc la prise en compte directe des capteurs récents, ces coefficients n_0, a_1, a_2 étant ceux maintenant définis dans les avis techniques et la solar keymark⁶

Saisie des coefficients n_0, a_1 et a_2 B et K

coefficient n_0 coefficient a_1 W/m²/K coefficient a_2 W/m²/K

- **Coefficients B,K (et surface unitaire)** : ce modèle permet la prise en compte des capteurs anciens, les documents les concernant fournissant ces coefficients B,K

Saisie des coefficients n_0, a_1 et a_2 B et K

coefficient B coefficient K W/m²/K

Caractéristiques du champ de capteurs

Inclinaison Capteur °/Horiz. 

Orientation °/ Sud. 

Afin de tenir compte de masques éventuels, je veux saisir mes données d'ensoleillement dans le plan des capteurs

Helioplan P

Surface Utile m²

Nbre de capteurs

Surface Entrée Totale  m²

L'utilisateur définit le dimensionnement et la disposition du champ par 3 ou 4 paramètres :

- **inclinaison par rapport à l'horizontale** (0°-90°)
- **orientation par rapport à l'équateur** (0°-180°)
 - ✓ par rapport au sud dans l'hémisphère nord, au nord dans l'hémisphère sud.
 - ✓ SOLO2018 ne distinguant pas l'orientation est ou ouest (valeur entre 0° et 180°).
- **nombre de capteurs**
- **surface unitaire de capteurs** : seulement dans le cas d'un capteur défini par l'utilisateur plutôt que choisi dans la liste des capteurs prédéfinis⁷

⁶ **Attention** : Lorsqu'une solar keymark concerne toute une famille de capteurs, une seule valeur des coefficients est souvent donnée. Il convient de consulter les fiches fabricant pour prendre les valeurs réelles du capteur considéré.

⁷ **Attention** : il doit y avoir cohérence entre définition de la surface unitaire et celle des coefficients : coefficients définis pour la surface **utile** => surface unitaire **utile**, définis pour la surface **hors-tout** => surface unitaire **hors-tout**

Gestion éventuelle des masques

Rappelons d'abord qu'en solaire thermique, l'impact des masques, en particulier des masques mineurs est beaucoup plus limité qu'en photovoltaïque. En effet, les ombres portées concernent en grande partie le début et la fin de journée, au moment où l'ensoleillement est faible et souvent en-dessous du seuil de production du solaire thermique. Même si l'apport contribue à préchauffer les capteurs, l'impact n'est clairement pas proportionnel à la perte d'ensoleillement induite par le masque.

SOLO2018 ne gère pas directement les masques. Mais si vous disposez d'un outil permettant de calculer l'ensoleillement sur la plan incliné des capteurs corrigé du masque, SOLO2018 vous permet de saisir directement ce résultat plutôt que d'utiliser le rayonnement incliné non corrigé du masque calculé par SOLO2018. Les résultats seront plus pertinents.

Il suffit pour cela de cocher la case correspondante dans la zone dédiée au champ de capteurs. Une zone permettant la saisie de l'ensoleillement « masqué » sur le plan incliné apparaît alors à droite (toujours des données journalières en moyenne mensuelle).

Cette saisie peut aussi être un moyen d'utiliser des données de rayonnement incliné obtenues par d'autres outils ou par mesure.

Capteurs solaires ?

Choisir un capteur i

Fabricant:

Modèle:

Définir un capteur par ses coefficients n_0 , a_1 et a_2

coefficient n_0 coefficient a_1 W/m²/K coefficient a_2 W/m²/K

Définir un capteur par ses coefficients B et K

coefficient B coefficient K W/m²/K

Inclinaison Capteur °/Horiz. ?

Orientation °/ Sud. ?

Afin de tenir compte de masques éventuels,
je veux saisir mes données d'ensoleillement dans le plan des capteurs

Solar 7000 TV VK-140

Surface Utile m²

Nbre de capteurs

Surface Entrée Totale m² ?

Ensoleillement sur le plan des capteurs	
Mois	Ensoleillement
Janvier	1088
Fevrier	2018
Mars	3046
Avril	3921
Mai	4577
Juin	4800
Juillet	5013
Aout	4574
Septembre	3677
Octobre	2262
Novembre	1400

7. Calcul et résultats

Une fois les saisies effectuées, un clic sur le bouton valider affiche la page des résultats.

Version pour impression Perpignan, Latitude: 42°43 06/03/2018

Installation

Circuit hydraulique		Capteurs		Stockage		Bouclage	
Schéma ECS	collectif	Surface	69,59 m ²	Situation	Interieur (°C)	Apports solaires indirects au bouclage	
Système	Échangeur externe - 2 pompes	WTS F1 - K1 WEISHAUP SA (30 x 2,32 m ²)		Temperature ECS	60 °C	Boucle qualité moyenne	
Circuit primaire	Automatique	Inclinaison	45 °/Horiz	Volume de stockage	5000 Litres	Longueur boucle 435.15000000000003 m	
Échangeur	Automatique	Orientation	0°/Nord	Cste de refroidissement	0,1Wh/jour.l.°C	Perte linéique 0,3w/m	
T° EF	méthode ESM2 + 3 °C	Coefficient B	0,8151	T°C Maxi	80 °C	Pertes de bouclage 42,6 MWh/an	
		Coefficient K	4,58W/m ² .°C				

SOLO 2017													Distribution incluse		
	Global Horiz (Wh/m ² .jour)	Global Capteur (Wh/m ² .jour)	Global dispo (Wh/m ² .jour)	T° extérieure (°C)	T° env stock (°C)	Temp EF	Volume (litres)	Temp ECS	Besoins production (kWh/jour)	Production primaire (kWh/jour)	Production solaire (kWh/jour)	Taux couv solaire(%)	Pertes bouclages (kWh/jour)	Besoins totaux (kWh/jour)	Taux économie énergie (%)
Janvier	1738	3044	3009	7,7	19	14,56	4894	60	258,44	96,57	92,65	35,85	128,93	387,36	23,92
Février	2521	3713	3690	8,7	19	15,06	4888	60	255,28	126,19	117,79	46,14	127,36	382,64	30,78
Mars	3868	4864	4847	11,5	19	16,46	4868	60	246,31	168,75	156,22	63,42	122,97	369,28	42,3
Avril	5071	5273	5241	14,1	19	17,76	4848	60	237,97	188,57	173,77	73,02	118,9	356,87	48,69
Mai	5832	5368	5297	17,2	19	19,31	4824	60	228,1	194,71	178,63	78,31	114,04	342,14	52,21
Juin	6709	5818	5711	21,1	19	21,26	4790	60	215,63	207,71	189,56	87,91	107,93	323,57	58,58
Juillet	7049	6230	6141	23,8	19	22,61	4764	60	206,99	218,2	198,48	95,89	103,7	310,69	63,88
Aout	5601	5524	5482	23,5	19	22,46	4767	60	207,95	199,79	181,66	87,36	104,17	312,12	58,2
Septembre	4284	4940	4922	20,8	19	21,11	4792	60	216,56	178,77	163,08	75,3	108,4	324,96	50,18
Octobre	3092	4400	4373	16,2	19	18,81	4832	60	231,29	152,63	140,24	60,63	115,61	346,9	40,43
Novembre	1975	3342	3297	11,8	19	16,61	4866	60	245,36	111,34	103,39	42,14	122,5	367,86	28,11
Décembre	1547	2890	2835	8,8	19	15,11	4887	60	254,94	92,09	86,42	33,9	127,2	382,15	22,62
Total An	1502 kWh/m ² /an	1687 kWh/m ² /an	1670 kWh/m ² /an	-	-	-	1765m ³ /an	-	85,27 MWh/an	58,99 MWh/an	51,89 MWh/an	-	42,6 MWh/an	127,88 MWh/an	-
Moyenne An	4116 Wh/m ² /j	4622 Wh/m ² /j	4575 Wh/m ² /j	15,47°C	19°C	18,45°C	4835l/j	60°C	233,61 kWh/j	161,62 kWh/j	142,17 kWh/j	60,86%	116,71 kWh/j	350,36 kWh/j	42,43%

Productivité : Primaire: 847,7kWh/m²/an Productivité : 779,6 kWh/m²/an

calcul realise sur www.tecsol.fr

[retour saisie des données](#)

Si vous desirez recevoir les resultats par mail, cliquez [ici](#)

Depuis cette page, on peut :

- ✓ demander une version pour impression (bouton en haut à gauche)

[Version pour impression](#)

- ✓ revenir à la saisie des données conservées dans ce cas (bouton en bas au milieu)

calcul realise sur www.tecsol.fr

[retour saisie des données](#)

Attention : une fois de retour sur la page de saisie, attendez que les données soient bien affichées avant de modifier et revalider pour éviter d'avoir à resaisir certaines données.

- ✓ demander l'envoi par mail des résultats (tout en bas). Il faudra saisir vos coordonnées ensuite. L'envoi est fait immédiatement.

Si vous desirez recevoir les resultats par mail, cliquez [ici](#)

Envoyer le calcul réalisé sur Tecsol.fr

Votre email * :

Resaisissez votre email * :

* Champs obligatoires