

## Contexte

Région : Bretagne à proximité de Brest.

Une maison ancienne constituée de deux parties. L'une dédiée au salon, cuisine au RDC et chambres à l'étage, l'autre en RDC pour SDB, Bureau toilette et arrière cuisine.

Il n'est question ici que de la partie SDB, toilette et bureau, les espaces à chauffer et de l'eau chaude sanitaire (ECS).

Les apports solaires directs sont négligeables.

## Observations

L'inertie des murs est telle qu'il faut 2 à 3 jours pour monter ou descendre en température. Seule la SDB est chauffée à l'électricité, il y fait 18°. Dans le bureau et les toilettes il fait 14 à 15° l'hiver.

Avec un Wattmetre j'ai mesuré les apports électriques pour l'ECS et le chauffage de la SDB

Chauffe eau 200 litres : 5kWh/jour en moyenne (3kWh pour la consommation d'eau chaude et 2kWh/jour pour compenser les pertes du ballon)

Chauffage de la SDB : 4,8 kWh/j en moyenne

## Objectif

Gagner en confort (chauffage des toilettes) et avoir un apport solaire pour l'ECS et le chauffage de la SDB et donc diminuer la consommation électrique.

## Contraintes

Il y a de fortes contraintes de place pour l'installation (pas de place pour un ballon tampon et un petit ballon d'ECS par exemple. Les capteurs seront sur le toit, incliné de 35° et orienté sud+20°. Je n'ai pas d'autres alternatives (pas possible au sol ou verticalement sur un mur).

## Approche

La rénovation de la salle de bain est l'occasion d'améliorer l'isolation et d'installer un CESI pour l'ECS et le chauffage.

Les apports solaires pour l'ECS en hiver ne sont possibles que les jours ensoleillés où la température dans les capteurs pourra monter au dessus de la température dans le ballon. L'idée est donc d'utiliser les matins et les soirs ainsi que les jours avec un ensoleillement plus faible (les cas avec une température des capteurs plus faible) pour chauffer un mur entre la SDB et les toilettes.

## Les besoins :

En ECS, l'actuel chauffe eau mal isolé perd 2kWh par jour. J'espère limiter ces pertes à 1kWh avec un ballon bien isolé ou sur-isolé. Ainsi mes besoins quotidiens en ECS seraient de  $3+1 = 4$ kWh. (3 personnes)

Les besoins en chauffage de la SDB vont diminuer avec une meilleure isolation mais il y a un nouveau besoin pour les toilettes. Je considère que les besoins ne vont pas changer = 4,5 kWh/jour.

# Besoins

PARAMETRES D'ENTREE			
G	1,3	temp int	18 °
DJU BREST	2300 deg J unifiés	temp ext	-2 °
		Nbre jour de c	232 jours

Unité	m	m	m	m3	Watt	kWh/an	kWh/jour
Variable	H	L	l	Volume	Déperdition	Bch	Besoin moyen journalier
SDB	2,5	2,7	2	13,5	351	969	4,2
Toilette	2,5	2	0,8	4	104	287	1,2

Source : livre de P. Amet and Co

Source : livre de P. Amet and Co

Remarque :  
En février le chauffage électrique de la SDB consomme 4,8kWh/jour pour maintenir 18°. Un G à 1,4 semble donc cohérent mais la rénovation inclus une amélioration de l'isolation. Je choisis G = 1,3

	L	°	°		kWh/an	kWh/jour
	Besoin Journalier	Temp eau froide	Temp ECS		Besoin/an	Besoin moyen/j
ECS	60	12	55		1092	3,0
perte ECS					365	1
TOTAL ECS					1457	4,0

Source livre de P. Amet and Co

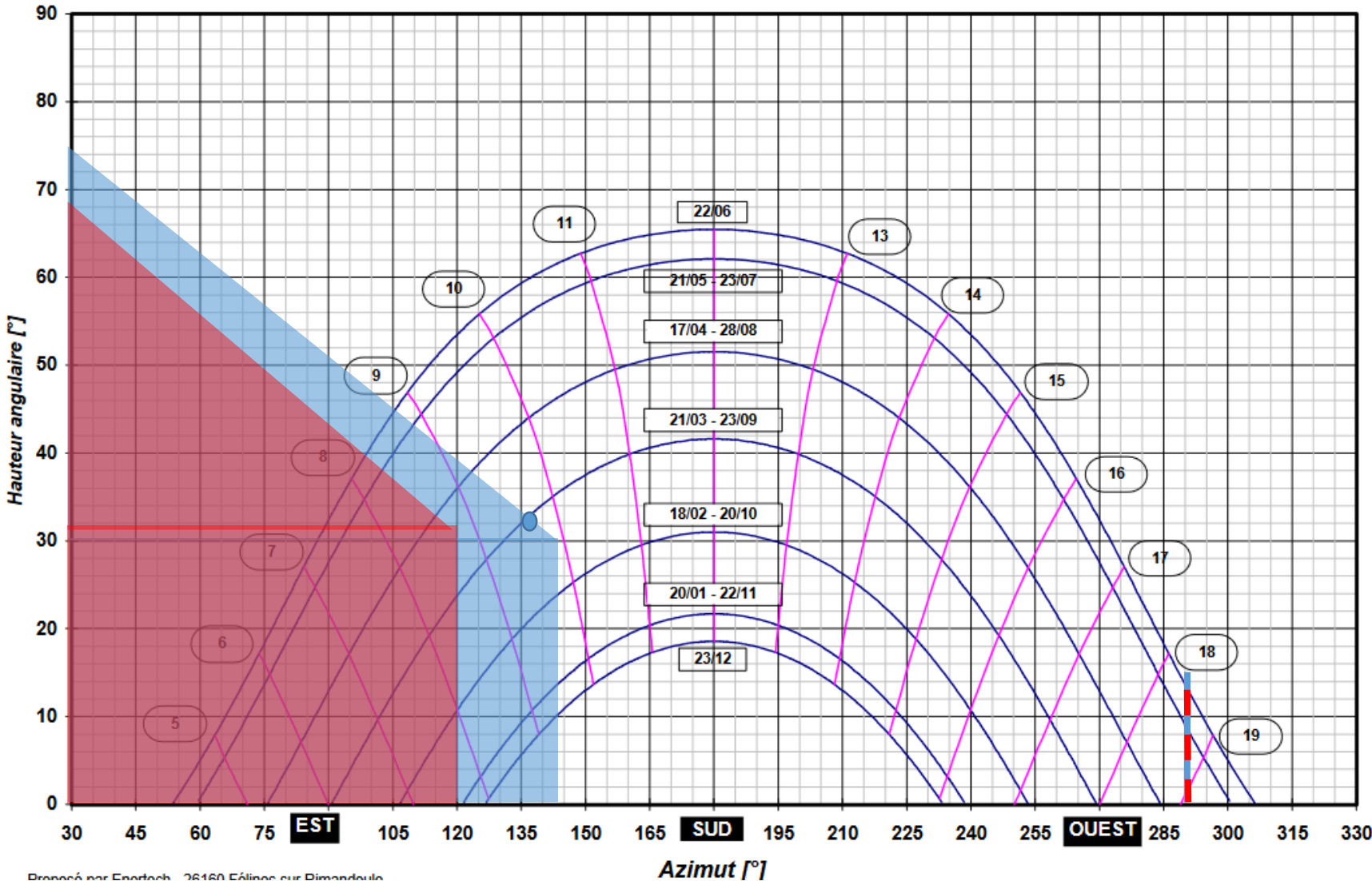
A titre de comparaison j'ai fait des mesures avec un Wattmetre : avec 3 personnes, en février le chauffe eau actuel consomme 3kWh/ jour en moyenne + 2kWh/jour de pertes (car mal isolé)

Avec un ballon bien isolé, j'espère diviser les pertes par 2

TOTAL							9,4
-------	--	--	--	--	--	--	-----

Masque solaire Coin Nord Est et Coin Sud Ouest des panneaux orientés Sud + 20°

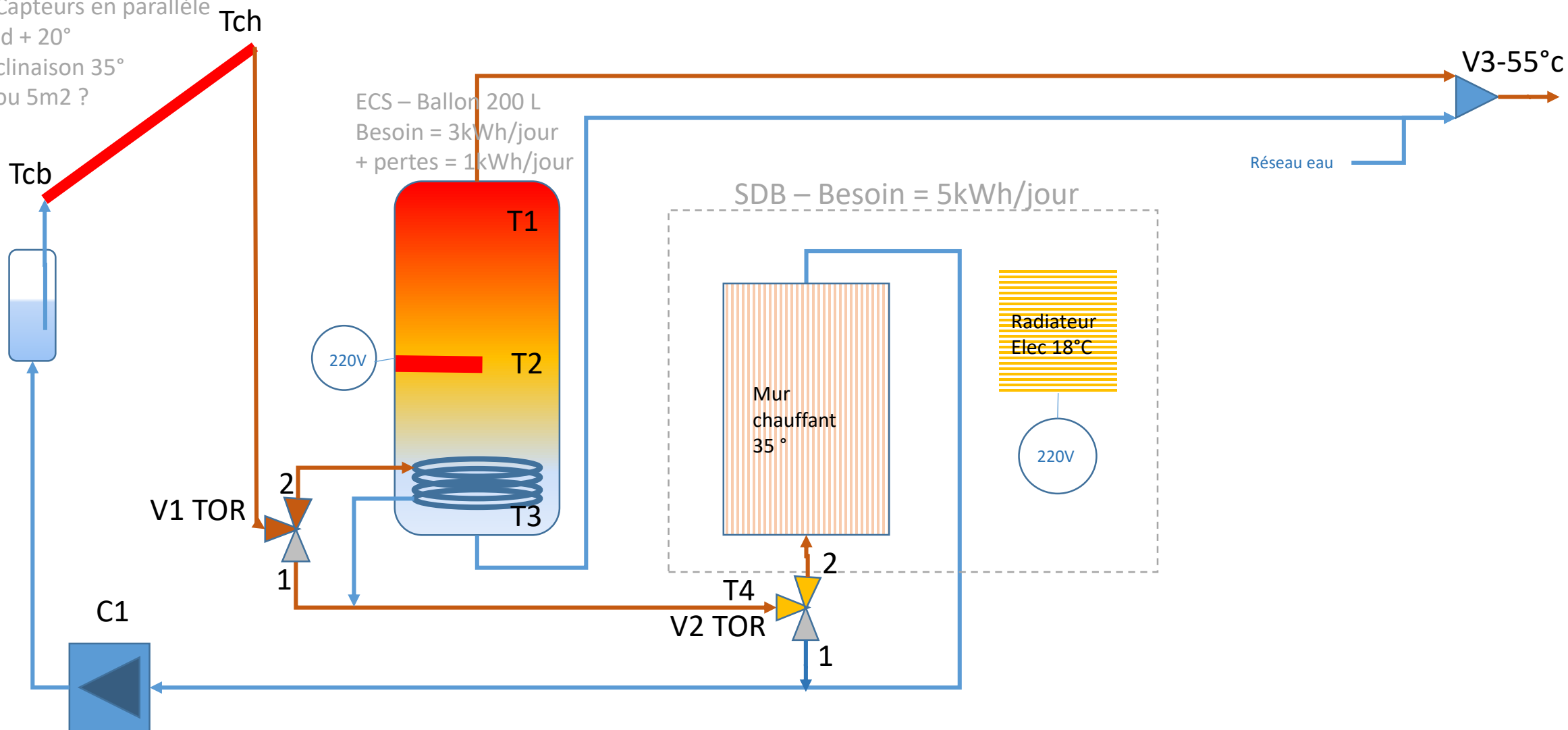
**TRAJECTOIRES DU SOLEIL**  
(Latitude = 48 °N)



Préparé par Energetech 26160 Égligny sur Birmantouls

# Installation pour ECS et Mur Chauffant.

2 Capteurs en parallèle  
Sud + 20°  
Inclinaison 35°  
4 ou 5m<sup>2</sup> ?



ECS – Ballon 200 L  
Besoin = 3kWh/jour  
+ pertes = 1kWh/jour

SDB – Besoin = 5kWh/jour

Radiateur  
Elec 18°C

Mur  
chauffant  
35 °

220V

220V

En été : V2 toujours en position 1. V1 est toujours en position 2.  
Des que  $T_{ch} > T_3 + 10$ , C1 se met en route jusqu'à  $T_{ch} > T_3 + 5$   
 $T_1 = 80^\circ$   
Si  $T_2 < 55^\circ$  à 19h alors chauffe resistance jusqu'à  $T_2 = 55^\circ$ . puis arret  
jusqu'à 19h le lendemain.

En hiver et mi saison :

Des que  $T_{ch} > 25^\circ$  C1 se met en route. V1 est positionné en 1, V2 en position 2. Le mur recoit de la chaleur.

Si  $T_4$  est trop chaud pour le mur, C1 s'arrete.

Quelque soit la situation dès que  $T_{ch} > T_3 + 10$ , V1 passe en position 2 jusqu'à  $T_{ch} > T_3 + 5$  ou  $T_2 > 55^\circ$ . V2 peut être piloté en position 1 ou 2 selon la valeur de temperature  $T_4$ . Si le chauffe eau est plein ou que  $T_{ch}$  n'est pas suffisant on rebascule V1 en position 1 puis V2 en position 2

Si  $T_2 < 55^\circ$  à 18h alors chauffe resistance jusqu'à  $T_2 = 55^\circ$ . puis arret jusqu'à 19h le lendemain.

# Apports – Approche annuelle

## Apports

PARAMETRES D'ENTREE			
Gisement solaire	1300	kWh/an/m <sup>2</sup>	
rendement	0,37		
Surface capteur	5	m <sup>2</sup>	

**Rendement des capteurs de 50% Source :  
livre de P. Amet and Co page 9  
Je choisis un rendement global de  
l'installation entre 35 et 40%**

## Approche par estimation annuelle

Apport annuel	2405	kWh
Apport journalier moyen	6,6	kWh

# Apports – Approche mensuelle N°1

## Approche N° 1 par estimation mensuelle

Avec pente 35° et orientation 200°

Irradiation moyenne selon Calsol sur site web Tecsol

Estimation grossière faite avec la fraction solaire.  
 exemple de janvier :  
 si en moyenne 24% de la durée du jour est ensoleillée  
 (irradiation >120 W/m2) alors 24% des jours du mois  
 sont ensoleillés  
 Ca se confirme par la production de PV

En bleu : calculé sur les moyennes mensuelles des PV et des X  
 jours les plus ensoleillés.  
 Exemple : en janvier, les 7 jours les plus forts représentent  
 50% de la production mensuelle des PV.  
 Calcul fait pour Nov, Déc, Janv et Février = 0,5. Extrapolation  
 aux autres mois = 0,5

	moyenne Irradiation / m2 capt /j  Wh/m2.j	moyenne Irradiation / j des capteurs  kWh/surface Totale.j	Apport espéré  kWh (avec rendement)	Nombre jour soleil/mois  jours	% de la radiation mensuelle sur les X jours de soleil	apport espéré par jour de soleil  kWh/jour ensoleillé	BESOIN journalier  kWh	Les jours de soleil, les apports couvrent ils les besoins ?	rendement mensuel : Apport/Besoin  %	Fraction solaire  % de soleil dans la journée
Janvier	1195	6,0	2,2	7	0,5	5	10	non	23	0,24
Fevrier	2193	11,0	4,1	10	0,5	6	10	non	43	0,32
Mars	3208	16,0	5,9	11	0,5	8	10	non	62	0,37
Avril	4269	21,3	7,9	13	0,5	9	7	oui	113	0,42
Mai	4944	24,7	9,1	14	0,5	10	4	oui	229	0,46
Juin	5320	26,6	9,8	14	0,5	10	4	oui	246	0,47
Juillet	5375	26,9	9,9	14	0,5	11	4	oui	249	0,47
Août	4564	22,8	8,4	14	0,5	9	4	oui	211	0,47
Septembre	3865	19,3	7,2	14	0,5	8	4	oui	179	0,46
Octobre	2712	13,6	5,0	12	0,5	6	7	non	72	0,39
Novembre	1532	7,7	2,8	8	0,5	5	10	non	30	0,28
Décembre	1159	5,8	2,1	7	0,5	4	10	non	23	0,24

Besoin journalier basé sur le calcul : de  
 novembre à mars : Chauffage SDB,  
 Toilette, Bureau et ECS, Avril et octobre  
 50% de l'hiver et de Mai à septembre  
 seulement ECS

Fraction Solaire : Rapport entre la durée  
 d'ensoleillement et la durée du jour. La durée  
 d'ensoleillement est mesurée par un héliographe avec un  
 seuil de 120 watts par mètre carré sur l'intensité du  
 rayonnement lumineux.  
 source :  
[http://ines.solaire.free.fr/dataclim\\_1.php#](http://ines.solaire.free.fr/dataclim_1.php#)

moyenne	3361	17	6,2
---------	------	----	-----

# Apports – Approche mensuelle N°2

Simulation des apports mensuels avec [www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr)

J'ai ajusté le volume (75 litres/jour) pour simuler un besoin mensuel de 110 à 120kWh/mois (c'est-à-dire les 4 kWh/jour, le besoin en ECS)

Version pour impression	Brest, Latitude: 48°27	17/03/2022
-------------------------	------------------------	------------

## Donnees meteo

Mois	Janv	Fev	Mars	Avr	Mai	Juin	Juil	Aout	Sept	Oct	Nov	Dec
T° exterieure	6,1	6	8,1	9,3	11,7	14,4	15,7	16,1	14,8	12	8,9	6,9
T° eau froide	8,5	8,4	9,5	10,1	11,3	12,6	13,3	13,5	12,8	11,4	9,9	8,9

T° eau froide : Methode ESM2

## Installation

Capteurs		Stockage	
Surface	5 m2	Situation	Interieur (16 °C)
Générique - (2 x m²)		Temperature ECS	55 °C
Inclinaison	35 °/Horiz	Volume de stockage	200 Litres
Orientation	20°/Sud	Cste de refroidissement	0,2765Wh/jour.l.°C
(°)Coefficient B	0,75	Type d'installation	Circulation forcee, echangeur separe
(°)Coefficient K	4,5W/m2.°C		

	Irradiation capteurs (Wh/m2.jour)	Besoins (kWh/mois)	Apports (kWh/mois)	Apports (kWh/jour)	Taux (%)	Volume (litres)
Janvier	1195	126	42	1,4	33,5	75
Fevrier	2193	114	59	2,1	51,8	75
Mars	3208	123	89	2,9	72,2	75
Avril	4269	117	103	3,4	87,3	75
Mai	4944	118	111	3,6	93,6	75
Juin	5320	111	106	3,5	95,9	75
Juillet	5375	113	108	3,5	96,2	75
Aout	4564	112	104	3,4	93,1	75
Septembre	3865	110	94	3,1	84,7	75
Octobre	2712	118	76	2,4	64,4	75
Novembre	1532	118	48	1,6	40,6	75
Decembre	1159	125	39	1,3	31,6	75

Taux couverture solaire	69,7	%	Apport solaire annuel	979	kWh/an
Besoin annuel	1405	kWh/an	Productivite annuelle	196	kWh/m2.an

(°) données Tecsol validée par -  
calcul realise sur [www.tecsol.fr](http://www.tecsol.fr)

# Apports – Approche quotidienne

## Simulation des apports journaliers

Je dispose d'une série de données de ma production de panneaux photovoltaïques de fin août 2021 à fin janvier 2022. Ils se situent sur le toit de la maison principale avec les mêmes orientation et inclinaison que les futurs capteurs thermiques et un masque très similaire.

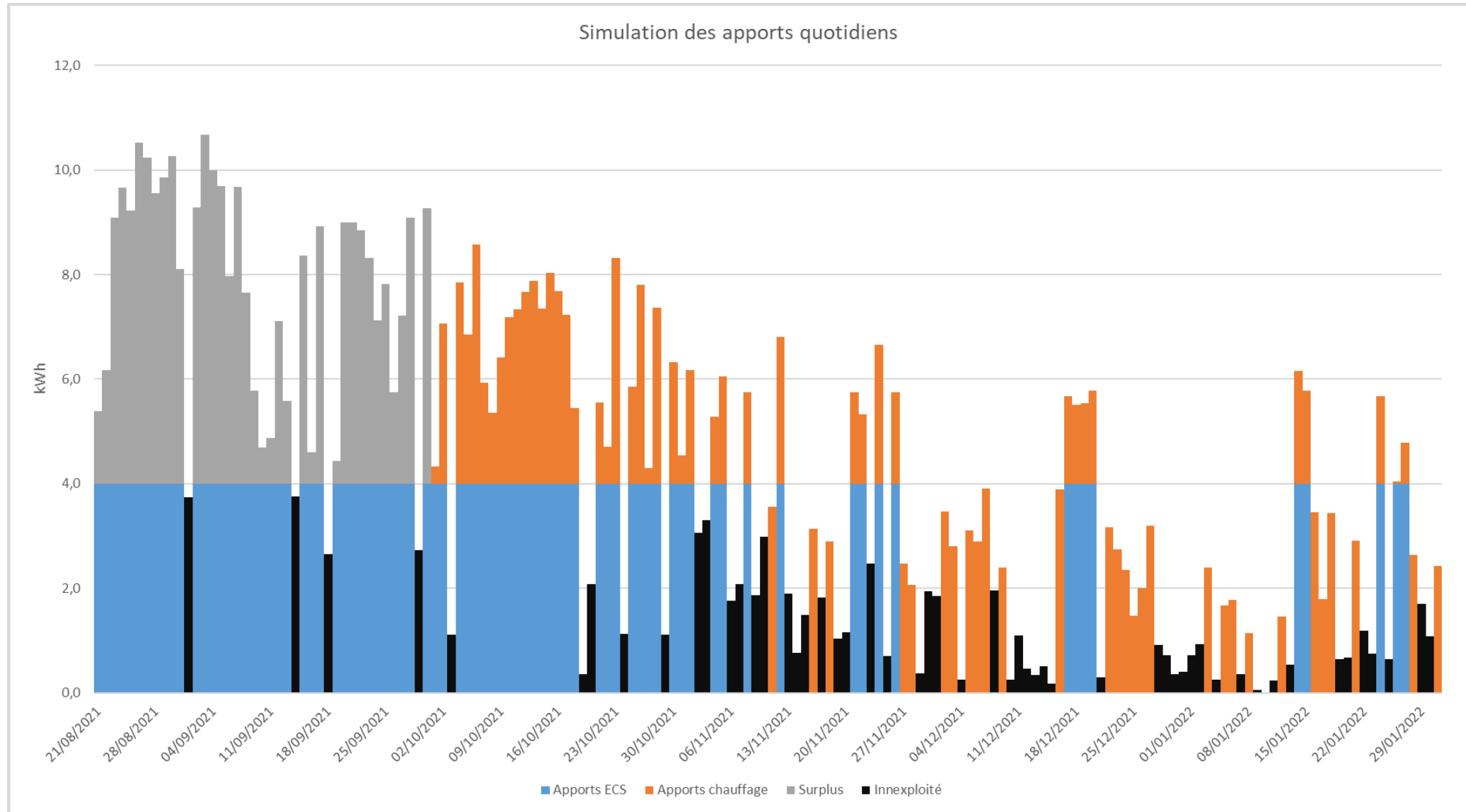
L'irradiation mensuelle donnée par Tecsol associée à la production mensuelle de mes panneaux photovoltaïques donne la relation (linéaire) entre les deux.

La production journalière des panneaux photovoltaïques donne alors l'irradiation journalière sur la période août 2021-janvier 2022. Avec un rendement moyen de l'installation de 35 à 40%, je calcule l'apport journalier de l'installation.

Sur la période Août-Janvier, je peux alors estimer les jours ensoleillés, les jours moyens et les jours à faible irradiation et répartir les apports selon les besoins.

Résultats page suivante

# Simulation quotidienne des apports



Conclusion de cette approche par apport quotidien

Les jours de faibles apports sont considérés entièrement nuageux et donc sans apports (classés inexploités en noir sur le graphique)

Les quelques jours ensoleillés d'hiver, je peux espérer avoir plus de 4kWh pour les besoins en ECS et avoir un peu de surplus pour le chauffage. Mais je n'atteins jamais la totalité des besoins en ECS+chauffage (9 à 10 kWh)

Les jours moyennement ensoleillés d'hiver (15 jours/mois) je peux espérer 2 à 4 kWh pour faire de l'eau tiède suffisante pour le mur chauffant (qui n'aurait peut être pas été assez chaude pour l'ECS)

### Bilan mensuel des apports quotidiens

Bilan Mensuel	Besoin ECS	Besoin chauffage	Apport solaire ECS	Apport solaire Chauffage	Couverture ECS	Couverture Chauffage	Couverture totale	Fonctionnement ECS solaire	Fonctionnement Chauffage solaire
	kWh				%			jour	
Septembre	120	-	104	-	87	-	87	26	-
Octobre	124	93	104	69	84	74	80	26	26
Novembre	120	150	36	32	30	21	25	9	14
Décembre	124	155	16	44	13	28	21	4	17
Janvier	124	155	20	32	16	20	18	5	16

## Questions

Il y a-t-il bien cohérence de l'installation avec les objectifs et les attentes ?

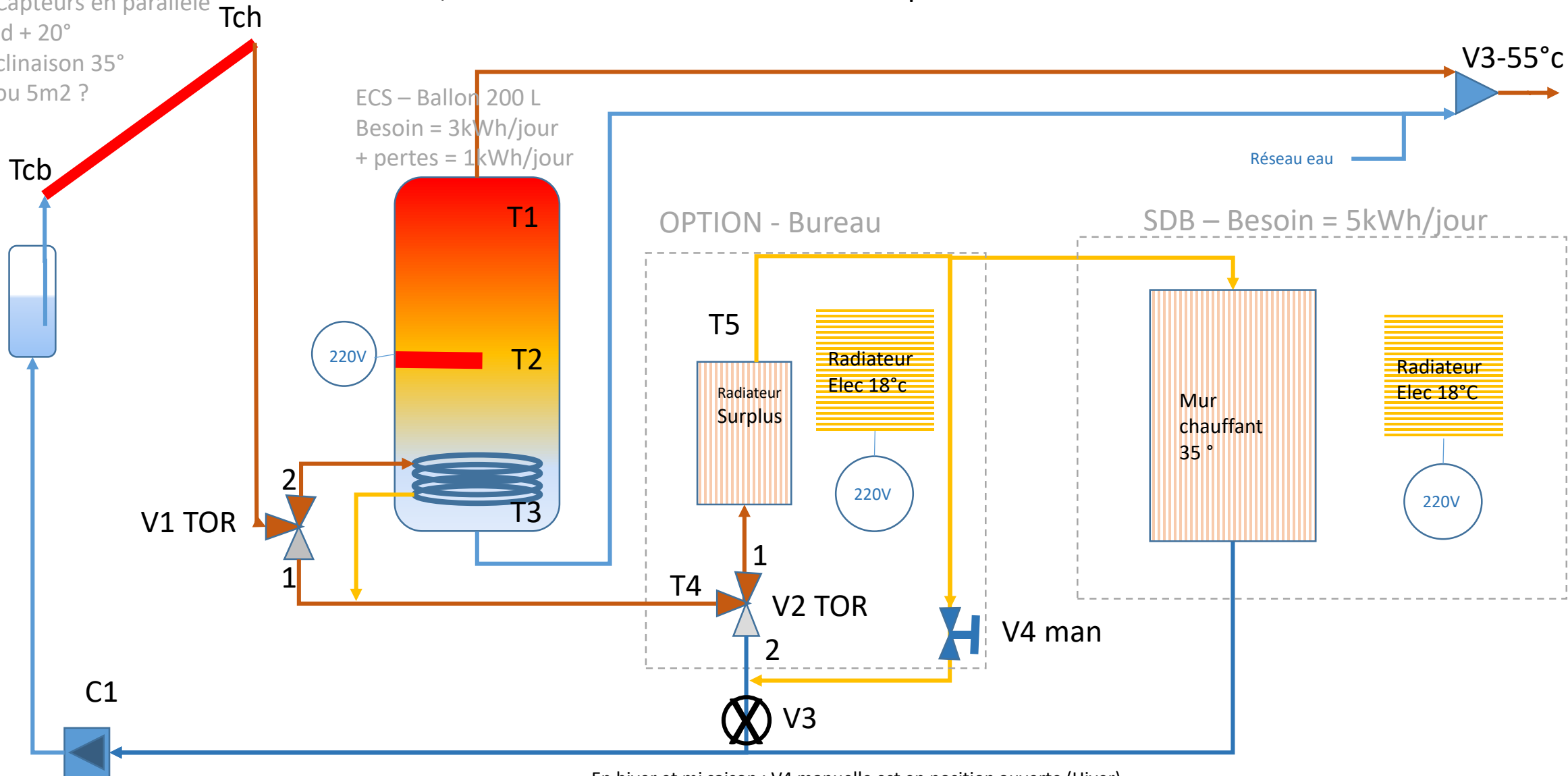
Quelle température peut on envoyer dans le mur ? De 25 à 40 ° ?

J'aimerais ne perdre aucun apport solaire.... Or, il est fort probable que l'eau des capteurs soit parfois trop chaude pour le mur. Une belle journée de mars par exemple, L'ECS sera rapidement à 55° et j'aurai de l'eau trop chaude pour être envoyée dans le mur. Un radiateur dans le bureau permettrait d'absorber ce surplus d'eau chaude. C'est le schéma de la dernière page. Serait ce pertinent ? Peut être un option à prendre dans un deuxième temps, une fois que j'aurai 1 ou 2 ans de recul sur l'installation

ECS et mur chauffant en série ..... C'est techniquement possible mais quels sont les inconvénients, les problèmes prévisibles ?

# ECS, Mur Chauffant et Radiateur de surplus

2 Capteurs en parallèle  
Sud + 20°  
Inclinaison 35°  
4 ou 5m2 ?



ECS – Ballon 200 L  
Besoin = 3kWh/jour  
+ pertes = 1kWh/jour

OPTION - Bureau

SDB – Besoin = 5kWh/jour

V3-55°C

Réseau eau

220V

220V

220V

En été : V4 manuelle est en position fermée (été)  
V1 est toujours en position 2. V2 en position 2 et V3 ouverte  
Des que Tch>T3+10, C1 se met en route jusqu'à Tch>T3+5 ou T1=80°  
Si T2<55° à 19h alors chauffe resistance jusqu'à T2=55°. puis arret jusqu'à 19h le lendemain.

En hiver et mi saison : V4 manuelle est en position ouverte (Hiver)  
Des que Tch> 25° C1 se met en route. V1 est positionné en 1, V2 en position 2 et V3 fermée. Le mur recoit de la chaleur.  
Si T4 > 35° V2 bascule en position 1 vers le radiateur. Si T5 est toujours > 35, V3 s'ouvre sinon V3 reste fermée.  
Quelque soit la situation si, Des que Tch>T3+10, V1 passe en position 2 jusqu'à Tch>T3+5 ou T2>55°. Si le chauffe eau est plein ou que Tch n'est pas suffisant on rebascule V1 en position 1 puis V2 en fonction de T4  
Si T2<55° à 18h alors chauffe resistance jusqu'à T2=55°. puis arret jusqu'à 19h le lendemain.