

ETUDE DE FAISABILITE

PRODUCTION D'EAU CHAUDE SANITAIRE PAR ENERGIE SOLAIRE

OPERATION

Groupe Hospitalier Pellegrin

MAÎTRE D'OUVRAGE

CHU Bordeaux

Sébastien Dupré-Belarra
Conducteur de travaux plomberie & gaz médicaux

Groupe Hospitalier Pellegrin
Place Amélie Raba Léon
33000 Bordeaux

Tél : 05 57 82 03 95 / 06 18 20 44 81
Mail : sebastien.dupre-belarra@chu-bordeaux.fr



BUREAU D'ETUDES

TECSOL SA
Agence Nouvelle Aquitaine

Desbordes Moana
Chargé de projets solaires

Darwin Éco-système - Bat. A
87 quai des Queyries
33100 BORDEAUX

Tél : 07 48 15 83 38
Mail : moana.desbordes@tecsol.fr



DATE	VERSION	VERIFICATEUR
Juillet 2024	V2.0	ME / CG
REFERENCE OPERATION		
2023-330 TH FAISA CHU BDX		

SOMMAIRE

SOMMAIRE	2
PRINCIPE GENERAL D'UNE INSTALLATION DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE SOLAIRE	4
PRINCIPE GENERAL DU SOLAIRE APPLIQUE AUX PROJETS	4
PREAMBULE	5
RECAPITULATIF DES RESULTATS	5
1. PRESENTATION DE L'OPERATION	6
1.1. Renseignements généraux	6
1.2. Situation et données de bases	7
1.2.1. Situation	7
1.2.2. Données météorologiques	8
1.2.3. Masques solaires	9
1.2.4. Consommation d'eau	9
2. EQUIPEMENTS DE PRODUCTION D'ECS	10
3. EXAMEN DES POSSIBILITES D'IMPLANTATION DES MATERIELS SOLAIRES.....	11
3.1. Capteurs.....	11
3.2. Ballon solaire et local technique solaire	15
3.3. Cheminement des réseaux primaire et sanitaire	16
4. ETUDE DES INSTALLATIONS SOLAIRES	18
4.1. Bilan thermique	18
4.1.1. Méthode de calculs	18
4.1.2. Caractéristiques des composants.....	18
4.1.3. Présentation des résultats de calculs.	20
5. PRINCIPE D'INSTALLATION ET DE FONCTIONNEMENT.....	21
5.1. Principe de l'installation solaire	21
5.1.1. Capteurs	21
5.1.2. Stockage solaire.....	21
5.1.3. Raccordements hydrauliques.....	21
5.1.4. Principe de fonctionnement.....	21
6. TELECONTROLE ET SUIVI	22
6.1.1. Principe de régulation solaire et du télécontrôle.....	22
6.1.2. Fonction de télé-contrôle	22
6.1.3. Description des mesures	22
6.1.4. Suivis.....	22

<u>7.</u>	<u>BILAN ENVIRONNEMENTAL.....</u>	<u>23</u>
------------------	--	------------------

<u>10.</u>	<u>ANNEXES</u>	<u>30</u>
-------------------	-----------------------------	------------------

10.5.	Fiche bilan énergétique Pédiatrie.....	34
--------------	---	-----------

10.13.	Résultat SOLO – Pédiatrie	42
---------------	--	-----------

PRINCIPE GENERAL D'UNE INSTALLATION DE PRODUCTION D'EAU CHAUDE SOLAIRE

Le principe d'une installation solaire de production d'eau chaude consiste à en assurer son préchauffage, le complément pour atteindre la température de consigne (60°C) étant réalisé par la production existante ou à créer, qui devient ainsi une production d'appoint.

L'installation solaire, composée de capteurs plans et d'un stockage, se raccorde en amont de la production d'appoint. Son efficacité est d'autant plus importante que l'eau chaude est utilisée à basse température d'où l'importance de maintenir la température en sortie du ballon d'appoint au plus proche de la température de distribution.

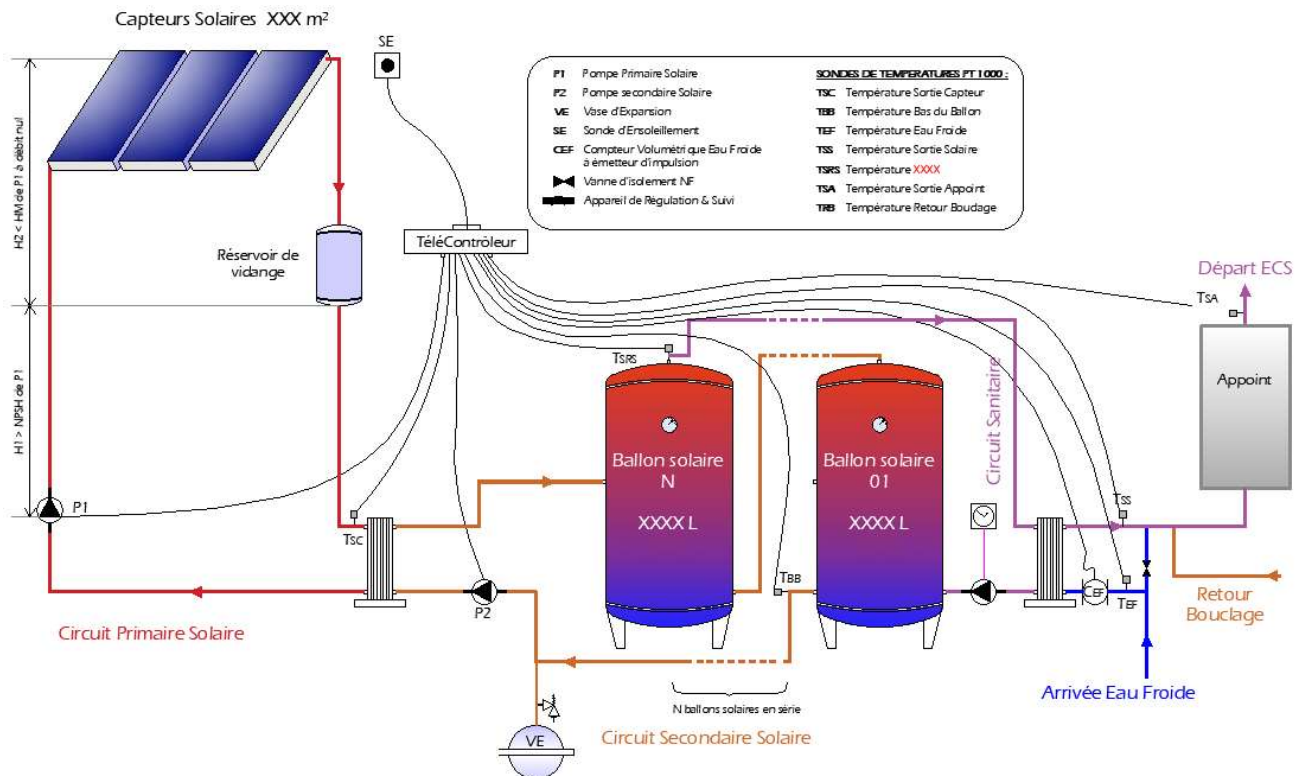
Le dimensionnement des installations solaires (surface capteurs/volume de stockage) est réalisé à partir des besoins moyens journaliers correspondant, dans le meilleur des cas, à des mesures (relevés de compteurs sur la production existante), sinon établis sur la base de ratios en fonction de paramètres tels que le type d'équipements utilisant l'eau chaude, le nombre d'utilisateurs, la périodicité d'utilisation... Et en tenant compte des contraintes d'installation.

PRINCIPE GENERAL DU SOLAIRE APPLIQUE AUX PROJETS

Le principe retenu dans le cadre de chacun des bâtiments étudiés ici sera du type « **Chauffe-Eau Solaire Collectif Eau Morte Auto vidangeable** » comprenant :

- Des capteurs plans avec circuit solaire remplis en fluide antigel alimentaire, installés en toiture ;
- Un réservoir d'auto-vidange pouvant accueillir le volume de fluide présent dans les panneaux ;
- Un échangeur thermique intégré au stockage solaire, permettant le transfert de l'énergie solaire des capteurs vers le stockage ;

Cette production solaire sera raccordée en amont de la production d'appoint d'eau chaude.



Principe général des installations solaires thermiques préconisées

PREAMBULE

La présente étude a pour objet de déterminer la faisabilité technique et économique de la mise en place d'installations solaire thermiques pour le préchauffage d'eau chaude sanitaire sur différents bâtiments du Groupe Hospitalier Pellegrin.

L'objectif est de mettre en avant la meilleure solution technique, économique et environnementale permettant de diminuer les consommations d'énergie d'appoint. Ce rapport comprend les éléments suivants :

- Présentation des bâtiments,
- Description des installations de productions d'ECS prévue,
- Estimation des besoins en eau chaude sanitaire,
- Etude des systèmes solaires les mieux adaptés, compte tenu des contraintes de chaque bâtiment : dimensionnement, schéma de principe, bilan énergétique, bilan économique et financement du projet.

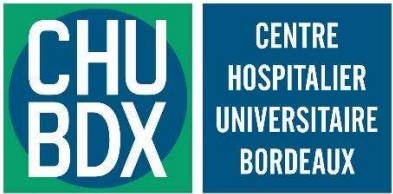
RECAPITULATIF DES RESULTATS

Les principaux résultats de l'étude sont synthétisés dans le tableau suivant :

RECAPITULATIF		TRI	CFXM A & B	CUI	PED	MAT	UND	BTE	INT	CFXM C
Nombre de capteurs	U	94	77	69	52	47	40	24	13	9
Surface de capteurs	[m²]	219	179	161	121	110	93	56	30	21
Volume de stockage solaire	[L]	12000	9000	8000	6000	5500	5000	2 750	1500	1000
Production énergétique (solaire)	[MWh/an]	141	104.5	94.9	78	57	57.9	33.1	17.5	13
Productivité annuelle utile	[kWh/m².an]	644	582	590	644	521	621	592	578	620
CO ₂ évité	[t/an]	95	71	65	53	39	39	23	12	9
Besoins annuels ECS	[kWh/an]	273	173	160	140	107	107	57.2	31.9	23.4
Taux de couverture annuel	[%]	52.7	61.6	60.5	56.8	54.6	55.4	59.1	58.9	56.7
Investissement total	[€TTC]	230 600	156 600	178 800	113 700	111 900	114 500	76 500	40 640	38 940

1. PRESENTATION DE L'OPERATION

1.1. Renseignements généraux

MAITRE D'OUVRAGE	
	CHU de Bordeaux Groupe Hospitalier Pellegrin Place Amélie Raba Léon 33000 Bordeaux Contact : M Sébastien Dupré-Belarra Conducteur de travaux plomberie & gaz médicaux ☎ : 05 57 82 03 95 / 06 18 20 44 81 ✉ : sebastien.dupre-belarra@chu-bordeaux.fr
BUREAU D'ETUDES SOLAIRE	
	TECSOL SA Agence Nouvelle Aquitaine Darwin Éco-système - Bat. A 87 quai des Queyries 33100 BORDEAUX Contact : M Moana Desbordes Chargé d'études ☎ : 07 48 15 83 38 ✉ : moana.desbordes@tecsol.fr
SITE CONCERNE	
	Groupe Hospitalier Pellegrin

1.2. Situation et données de bases

1.2.1. Situation

Le projet concerne différents bâtiments appartenant au Groupe Hospitalier Pellegrin à Bordeaux.
L'ensemble des bâtiments initialement concernés par le projet sont listés ci-après :

Bâtiments	Acronyme
Atelier 2	2AT
Administration	ADM
Bâtiment D	BAT_D
Bloc Technique	BTE
Crèche	CRE
Cuisine	CUI
Ecole des sage-femmes	ESF
Club des internes	INT
Maternité	MAT
Neurologie (Hoffman-Martinot)	NEU
Pédiatrie	PED
Pharmacie	PHA
Centre François Xavier	POU - A&B
Centre François Xavier	POU - C
Services Généraux	SGE
Tripode	TRI
Urgence Néphrolyse	UND
Urgence Réanim Bloc	URB

Le tableau ci-après résume les bâtiments faisant l'objet d'une implantation de capteurs solaires thermiques en toiture et indique les sous-stations sur lesquelles seront raccordés les capteurs.

Toitures étudiées	Sous-stations raccordées
Club des internes	Club des internes
Maternité	Maternité
Pédiatrie	Pédiatrie
Centre François Xavier – Bâtiment A	Centre François Xavier - Bâtiments A, B
Centre François Xavier – Bâtiment B	Centre François Xavier - Bâtiment C
Urgence néphrolyse (UND)	UND – Sous-station 17 / 17 bis / UNV Tripode – SELF Tripode – 3 ^{ème} / 9 ^{ème} / 13 ^{ème} étage Bloc technique Cuisine

Le plan de situation ci-dessous permet d'appréhender l'emplacement de chaque bâtiment qui sera équipé en toiture.



1.2.2. Données météorologiques

Les valeurs utilisées pour cette étude sont celles de la station météorologique de Bordeaux, désignée dans la suite du texte par le terme « station de référence ».

Températures extérieures :

Les valeurs conventionnelles de référence seront les valeurs moyennes journalières issues du Mémorial de la Météorologie Nationale. Elles sont données ci-dessous (en °C) :

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
T. ambiante (°C)	5,4	6,2	9,5	11,7	14,7	18	19,5	19,6	17,5	13,1	8,7	5,9

Irradiation solaire :

Les valeurs conventionnelles de référence seront calculées à l'aide de la méthode citée ci-avant, à partir des irradiations solaires globales sur une horizontale ou, à défaut, des heures d'ensoleillement, issues de la station de référence. L'irradiation pour un plan horizontal en kWh/m².jour pour une orientation de 16° Sud-Est est détaillé pour

tous les mois de l'année (voir tableau page suivante). Pour les toitures ayant une orientation différente, l'irradiation correspondante a été pris en compte.

1.2.3. Masques solaires

Sur la toiture concernée, aucun obstacle susceptible de faire de l'ombre aux capteurs n'est présent.

Il n'y a également aucune végétation ou obstacle susceptible d'être considéré comme un masque proche. Par conséquent, aucun ombrage n'a été considéré dans la simulation.

Le tableau ci-dessous donne les valeurs d'éclairement incident sur le plan horizontal et sur le plan des capteurs pour chaque mois de l'année.

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Energie incidente plan horizontal (Wh/m ² .jour)	1344	2110	3534	4684	5465	6146	6421	5130	4059	2868	1479	1009
Energie incidente plan capteurs 30° (Wh/m ² .jour)	1970	2802	4331	5048	5459	5952	6311	5346	4727	3910	2056	1398

Valeurs du rayonnement incident sur un plan horizontal et sur le plan des capteurs

1.2.4. Consommation d'eau

Eau froide :

Les valeurs conventionnelles de température d'eau froide de référence seront les valeurs moyennes journalières calculées au moyen de la méthode EMS2+3°C.

Elles sont données ci-dessous (en °C) :

	Janv	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août	Sept	Oct	Nov	Dec
Temp. eau froide (°C)	11,9	12,3	14	15,1	16,6	18,2	19	19	18	15,8	13,6	12,2

Eau chaude :

La température moyenne de référence de l'eau chaude au départ de la distribution est fixée à 60°C.

Les calculs de dimensionnement des installations solaires de production d'eau chaude sanitaire s'établissent, mois par mois, à partir de consommations moyennes journalières. Ces valeurs de consommation correspondent soit à des relevés sur compteurs lorsqu'ils existent, soit à des estimations établies en fonction :

- Du type d'utilisation (hôtellerie, restauration, lavage...),
- Des équipements sanitaires alimentés en eau chaude,
- Du nombre d'utilisateurs,
- Du taux d'occupation moyen mensuel.

Dans notre cas, la consommation de référence a été estimée à partir des relevés des compteurs ECS déjà présents sur sites.

Bâtiment	Consommation moyenne (m ³ /j)
Bloc technique	3,03
Cuisine	6,61
Club des internes	1,89
Maternité sous station 64 bis	5,67
Pédiatrie	7,42
CFXM Bât A & B	4,68
CFXM Bât C	1,24
Tripode SELF	1,37
Tripode 3eme étage	3,27
Tripode 9eme étage	5,43
Tripode 13eme étage	4,4
UND sous station 17	2,17
UND sous station 17 bis	2,94
UND UNV	0,54

Etant donné les besoins réguliers en eau chaude sanitaire, la même consommation d'eau chaude a été appliquée constante sur l'année.

2. EQUIPEMENTS DE PRODUCTION D'ECS

Chaque bâtiment possède une ou plusieurs sous-stations dédiées à sa production d'ECS.

La production d'ECS s'effectue par un réseau de chaleur fonctionnant grâce à une centrale biomasse et un appoint gaz. La centrale biomasse permet de couvrir en moyenne sur l'année 82% des besoins, avec un maximum à 100% sur les mois d'été.

Le réseau primaire actuel montre beaucoup de fuites et de pertes, principalement dû au retour de bouclage. Afin d'estimer les pertes du réseau de chaleur, un Qecs moyen a été estimé par la maîtrise d'ouvrage à 0.169 kWh/m³.

Pour chaque bâtiment, la sous-station concernée contient suffisamment de place pour contenir les différents organes techniques de l'installation solaire thermique. Certaines sous-stations devront faire l'objet d'aménagements spécifiques détaillés au point 3.2.

Ces équipements techniques sont les suivants :

- Préparateurs ECS en acier avec échangeur à plaque externe ;
- Un réservoir de vidange des capteurs, sur le circuit primaire ;
- Un échangeur à plaques externe entre le ballon solaire et l'appoint ;
- Un ensemble de régulation de la température ECS ;
- Un dispositif de sécurité sur le départ ECS ;
- Les protections, commandes et alimentation électrique, depuis l'armoire du local technique de l'ensemble préparateur et pompes.
- L'installation sera prévue pour le traitement par choc thermique contre la légionellose (par exemple élévation quotidienne de la température à 70°C).

3. EXAMEN DES POSSIBILITES D'IMPLANTATION DES MATERIELS SOLAIRES

3.1. Capteurs

Le choix de l'implantation des capteurs doit tenir compte des paramètres suivants :

- Orientation la plus voisine possible du Sud,
- Absence d'ombre portée,
- Facilité de pose,
- Accessibilité pour l'entretien,
- Distance la plus courte du ballon de stockage.

Selon ces contraintes, le nombre de capteurs pouvant être installés en toiture est présenté dans le tableau suivant.

Bâtiment	Type de toiture	Nombres de capteurs
Tripode	-	94 (sur UND)
CFXM Bât A & B	Gravillonnée	77
Cuisine	-	69 (sur UND)
Pédiatrie	Gravillonnée	52
Maternité	Joint debout	47
Urgence Nephrolyse (UND)	Membrane EPDM	40
Bloc technique	-	24 (sur UND)
Club des internes	Gravillonnée	13
CFXM Bât C	Gravillonnée	9

Les capteurs solaires seront ainsi installés dans l'axe des toitures. Les systèmes de fixations dépendront de la nature du complexe de couverture.

Toiture gravillonnée : Les capteurs solaires seront installés sur châssis métallique. Les châssis triangulés métalliques reposeront sur des plots métalliques pré-isolés, eux même fixés sur la dalle, en pénétration de l'étanchéité et de l'isolant. Un espace libre de 1 mètre minimum sera conservé en périphérie des garde-corps et des contours de la terrasse.



Illustration du système de supportage

Toitures concernées : Centre François Xavier, Club des internes, **Pédiatrie**



3.2. Ballon solaire et local technique solaire

La bonne configuration consiste à positionner le ou les ballons à proximité à la fois de la production d'appoint et des capteurs. En cas d'impossibilité, la proximité de la production d'appoint prime sur celle des capteurs.

Pour chaque sous-station étudiée, les ballons solaires pourront être installés dans les sous-stations correspondantes.

Les ballons considérés dans l'étude sont des ballons de stockage primaire type PRIMAPACK, avec intérieur en acier sans revêtement intérieur pour une utilisation en circuit fermé exclusivement.

Bâtiment	Volume de stockage
Tripode	12 000 L
CFXM Bât A & B	9 000 L
Cuisine	8 000 L
Pédiatrie	6 000 L
Maternité	5 500 L
Urgence Nephrolyse (UND)	6 000 L
Bloc technique	2 750 L
Club des internes	1 500 L
CFXM Bât C	1 000 L

Avec :

- η_0 : efficacité optique du capteur
- a_1 : en $W/m^2/K$, coefficient de déperdition thermique du premier degré dépendant principalement de l'isolation du capteur en faces arrière et latérale, ainsi que des phénomènes de convection à l'intérieur de la lame d'air supérieure. Constante comprise entre 2 et 6.
- a_2 : en $W/m^2/K^2$, coefficient de déperdition thermique du second degré dépendant principalement de l'émissivité de l'absorbeur (autours de 5%) et de la variation de performance de l'isolation avec la montée en température (les caractéristiques isolantes des laines minérales sont sensiblement influencées par la température d'utilisation).

Les calculs ont été effectués avec un capteur plan sélectif de 2.33 m^2 de surface utile unitaire, avec avis technique du CSTB, dont les caractéristiques sont les suivantes :

DIMENSIONS CAPTEUR VITOSOL 100-FM SV1F		
DIMENSIONS	1 056 x 2 380	mm
SURFACE UTILE	2,33	m^2
COEFF η_0	0,75	
COEFF. a_1	4.14	$W/m^2.^{\circ}C$
COEFF. a_2	0,01	$W/m^2.^{\circ}C^2$
VOLUME	1,83	L/Capteur

Une des règles principales de dimensionnement d'une installation solaire de production d'ECS est d'obtenir un taux de **couverture maximal inférieur à 85% pour le mois le plus chaud de l'année**. Cela permet d'éviter les surchauffes en période estivale, principale source de détérioration prématurée des équipements. En effet, installer plus de capteurs en toiture aurait mené à des taux de couverture trop élevés.

Cependant, dans le cas d'une installation autovidangeable, il est possible de dépasser ce taux maximal car les risques de surchauffes sont limités.

Compte tenu de cette information et des possibilités d'implantation du matériel (masques solaires, obstacles), le nombre de batteries de capteurs et le nombre de capteurs sont détaillés dans le tableau suivant.

Bâtiment	Type de toiture	Nombres de capteurs	Détails des batteries (batterie x capteur)
Tripode	-	94 (sur UND)	2x10 + 8x8 + 2x5
CFXM Bât A & B	Gravillonnée	77	9x8 + 1x5
Cuisine	-	69 (sur UND)	4x9 + 2x8 + 1x7 + 2x5
Pédiatrie	Gravillonnée	52	1x10 + 2x8 + 3x6 + 4x5
Maternité	Joint debout	47	4x9 + 2x8
Urgence Nephrolyse (UND)	Membrane	40	3x10 + 1x7 + 2 x6
Bloc technique	-	24 (sur UND)	2x7 + 1x8 + 1x4
Club des internes	Gravillonnée	13	3x4 + 1x5
CFXM Bât C	Gravillonnée	9	1x6 + 1x7

On considère généralement un volume de stockage égal à 50 L/m^2 de capteurs, ce qui est cohérent et confirme le dimensionnement.

Caractéristiques

Les principales caractéristiques des équipements mis en œuvre sont synthétisées dans les tableaux ci-dessous :

Bâtiment	Volume Unitaire (L)	Nombre de Ballon (u)	Dimension Ø x HT (hors jaquette) (mm)	Pertes Statiques
Tripode	3 000	4	1250 x 2785	175
CFXM Bât A & B	3 000	3	1250 x 2785	175 / 137
Cuisine	2 000 / 3000	1 / 2	1980 x 2055 / 1250 x 2785	69
Pédiatrie	3 000	2		137
Maternité	1 500 / 2 000	1 / 2	1000 x 2310 / 1980 x 2055	137 / 126
Urgence Nephrodyalise (UND)	1 000 / 2 000	1 / 2	800 x 2255 / 1980 x 2055	137
Bloc technique	750 / 2000	1 / 1	800 x 1945 / 1250 x 2055	96 / 126
Club des internes	1 500	1	1000 x 2310	126
CFXM Bât C	1 000	1	800 x 2255	113

4.1.3. Présentation des résultats de calculs.

Les résultats détaillés (Fiches SOLO) figurent en **annexe**. Les principaux résultats sont récapitulés ci-après :

Bâtiment	Conso. L/jour	Nb. capteurs	Surface (m²)	V. stock. (L)	Prod Solaire (MWh/an)	Prod solaire utile (kWh/m².an)	Taux de couverture (%)		
							Moyen	Min	Max
Tripode	14 468	94	219	12 000	141	644	52,7	16,6	80,6
CFXM Bât A & B	9 158	77	179	9 000	105	582	61,6	20,6	89,5
Cuisine	8 475	69	161	8 000	95	590	60,5	20,1	88,4
Pédiatrie	7 420	52	121	6 000	78	644	56,8	18,4	84,9
Maternité	5 670	47	110	5 500	57	521	54,6	12,8	89,7
Urgence Nephrodyalise	5 646	40	93	5 000	58	621	55,4	17,6	83,8
Bloc technique	3 030	24	56	2 750	33	592	59,1	19,5	87,1
Club des internes	1 260	13	30	1 500	18	578	58,9	17,4	94,6
CFXM Bât C	1 240	9	21	1 000	13	620	56,7	18,4	84,9

Le taux de couverture moyen de l'ensemble des 9 sites est de 58%. La productivité solaire utile minimale est de **521 kWh/m².an**, ce qui est très correct comme productivité.

5. PRINCIPE D'INSTALLATION ET DE FONCTIONNEMENT

5.1. Principe de l'installation solaire

5.1.1. Capteurs

Les capteurs de surface hors-tout de 2.5 m² (sous avis technique) seront installés sur rails aluminium ou châssis triangulés selon la nature de la toiture. Les capteurs seront assemblés en batteries compactes raccordées en parallèle au moyen de flexibles et de vannes de réglage aux collecteurs cuivre extérieurs.

5.1.2. Stockage solaire

Les ballons seront en acier sans revêtement intérieur, avec jaquette isolante 100 mm, équipé d'un coffret électrique de commande et de protection, et d'un ensemble d'accessoires installés à proximité du ballon.

Les installations solaires ne possédant qu'un seul ballon seront équipées d'un échangeur noyé. Les installations avec plus d'un ballon solaire seront équipées d'un échangeur à plaque externe.

5.1.3. Raccordements hydrauliques

- Le circuit primaire solaire de liaison des capteurs à l'échangeur primaire sera réalisé en tubes cuivre écroui, calorifugé par gaine mousse à cellules fermées, avec protection par coquilles PVC série EP ou aluminium si cheminement par l'extérieur. Le circuit primaire devra être équipé en série d'un réservoir d'autovidange. Son volume devra être dimensionné de telle sorte qu'il puisse accepter le volume des capteurs et le volume de dilatation du fluide, avec un surdimensionnement de sécurité.
- Le circuit secondaire : Liaison entre l'échangeur primaire et les ballons réalisée en tubes acier inox isolés par gaine mousse à cellules fermées, avec protection par coquilles PVC.
- Le circuit tertiaire : Liaison entre les ballons solaires et l'échangeur de décharge pour le préchauffage de la production ECS. Il sera réalisé en tubes acier inox isolés par gaine mousse à cellules fermées, avec protection par coquilles PVC.

5.1.4. Principe de fonctionnement

Production solaire

L'installation solaire assurera toute l'année le préchauffage de l'eau sanitaire. La production d'appoint assure, quant à elle, sa distribution à la température de consigne de 60°C.

La production d'eau chaude sanitaire d'appoint sera raccordée en série sur le stockage solaire. La régulation et le télécontrôle de l'installation solaire seront assurés par un seul et même appareil spécialement conçu à cet effet.

Pour chaque installation solaire, la régulation solaire sera composée :

- D'une sonde d'ensoleillement installée dans le plan des capteurs et qui pilotera la pompe primaire avec sa mise en route lorsque l'intensité solaire reçue sera supérieure à 150 W/m² et arrêt lorsque l'intensité solaire reçue sera inférieure à 120 W/m²,
- De deux sondes avec l'une sur la canalisation d'arrivée des capteurs (TSC) à l'échangeur solaire et l'autre au bas du premier ballon solaire (TBB) qui piloteront la mise en route de la pompe secondaire lorsque TSC sera supérieure de 6 à 7°C à TBB et arrêt lorsque TBB sera inférieure de 1°C à 2°C à TSC.

Si la température du bas du ballon atteint 85°C (faible puisage d'eau chaude) les pompes s'arrêtent et ne sont autorisées à se remettre en service que lorsque cette température redescend en dessous de 70°C.

Production d'appoint

La production d'appoint sera conservée et assurera le complément d'énergie nécessaire au réchauffage de l'eau à la température de distribution soit 60°C.

L'installation solaire assurera toute l'année le préchauffage de l'eau chaude sanitaire, et les productions d'appoint la distribution à la température de consigne. La production d'eau chaude sanitaire d'appoint sera raccordée en série et en aval du stockage solaire.

6. TELECONTROLE ET SUIVI

6.1.1. Principe de régulation solaire et du télécontrôle

La régulation et le télécontrôle de l'installation solaire seront assurés par un seul et même appareil spécialement conçu à cet effet.

6.1.2. Fonction de télécontrôle

La fonction d'un télécontrôleur interrogeable à distance est double :

- Assurer un contrôle permanent des performances de l'installation solaire et du fonctionnement de tous ses organes,
- Informer immédiatement le responsable d'exploitation de toutes défaillances ou mauvais fonctionnement de l'un des appareils de l'installation.

Il est, de ce fait, l'outil essentiel à l'obtention des résultats.

6.1.3. Description des mesures

Le matériel installé pourra être raccordé à une ligne téléphonique, ou bien équipé d'une carte SIM qui transmettra les informations chaque nuit.

Les fonctions proposées seront les suivantes :

- Mesure de l'énergie ECS solaire "utile" au moyen d'un compteur volumétrique à émetteur d'impulsions sur l'arrivée d'eau froide et de deux sondes, l'une sur l'eau froide et l'autre sur le départ vers l'appoint, avec :
 - Mesure du débit de puisage,
 - Mesure de la température eau froide (TEF),
 - Mesure de la température eau chaude départ solaire (TSS),
 - Mesure de la température eau chaude départ production d'appoint (TSA),
 - Mesure de la température d'arrivée des capteurs à l'échangeur (TSC),
 - Contrôle de la durée de fonctionnement des circulateurs (primaire, secondaire, sanitaire).

Il n'est pas nécessaire de suivre d'autres paramètres pour le télécontrôle de cette installation solaire.

6.1.4. Suivis

Dans le cas où TECSOL assurera la mission de suivi, TECSOL s'engage à fournir chaque mois un bilan de fonctionnement de l'installation définissant la consommation d'eau chaude, la production solaire réelle, la production solaire de référence pour le mois considéré. En fonction des résultats, il pourra émettre une alarme signalant un dysfonctionnement de l'installation.

Le suivi des performances s'accompagne d'un protocole d'entretien dont le contenu est précisé dans le tableau ci-dessous :

TACHE - Production solaire	Semestrielle	Annuelle
<i>Vérification de la concentration de glycol</i>		X
<i>Manœuvre rapide de la soupape de sécurité du circuit primaire</i>	X	
<i>Mesure de la pression différentielle du circulateur primaire</i>	X	
<i>Mesure du débit du circuit primaire</i>		X
<i>Lecture des tp° à l'échangeur (entrée/sortie primaire et secondaire et des tp° des ballons)</i>	X	
<i>Contrôle des purgeurs d'air automatique</i>	X	
<i>Manœuvre des soupapes à l'entrée de chaque ballon</i>	X	
<i>Absence de fuite et bon fonctionnement de tous les organes</i>	X	
<i>Vérification des chasses de tous les ballons</i>	X	

7. BILAN ENVIRONNEMENTAL

L'installation solaire permettra de réaliser des économies d'énergie.

Le chauffage de l'eau s'effectue grâce à chaudière biomasse et un appoint gaz. La chaudière biomasse permet de couvrir 82% des besoins du site.

Les émissions pour la centrale biomasse ont été estimées à 0.35 t. éq. CO₂/MWh selon les données « Facteurs d'émission CO₂ et pouvoirs calorifiques inférieurs (PCI) nationaux (valeurs par défaut) par type de combustible ». Cette valeur est également cohérente selon les données indiquées dans le dossier de presse Dalkia « inauguration de la chaufferie biomasse du CH C Perrens et du CHU de Bordeaux » du 14 décembre 2015 et de l'inventaire du bilan carbone du CHU de Bordeaux en date de 2012.

Etant donné les pertes importantes sur le réseau actuel (fuites, bouclage, etc.), l'apport solaire utile a été considéré avec une répartition à 60% sur le chauffage ECS et 40% en compensation de pertes sur la partie distribution, soit un Q_{ECS} de 0,0870.

La valeur du Q_{ECS} fournit par la maîtrise d'ouvrage est de 0.169. Le rendement global des installations ECS a donc été estimés à 51,5%.

Bâtiment	Production solaire (MWh)		Economie d'énergie (MWh)		Emissions de CO ₂ évitées (tonnes)	
	1 an	20 ans	1 an	20 ans	1 an	20 ans
Tripode	141	2 820	274	5 478	95	1 908
CFXM Bât A & B	105	2 090	203	4 060	71	1 414
Cuisine	95	1 898	184	3 687	64	1 284
Pédiatrie	78	1 560	152	3 030	53	1 056
Maternité	57	1 140	111	2 214	39	771
Urgence Nephrolyse	58	1 158	112	2 249	39	784
Bloc technique	33	662	64	1 286	22	448
Club des internes	18	350	34	680	12	237
CFXM Bât C	13	260	25	505	9	176
TOTAL	597	11 938	1 159	23 190	404	8 078

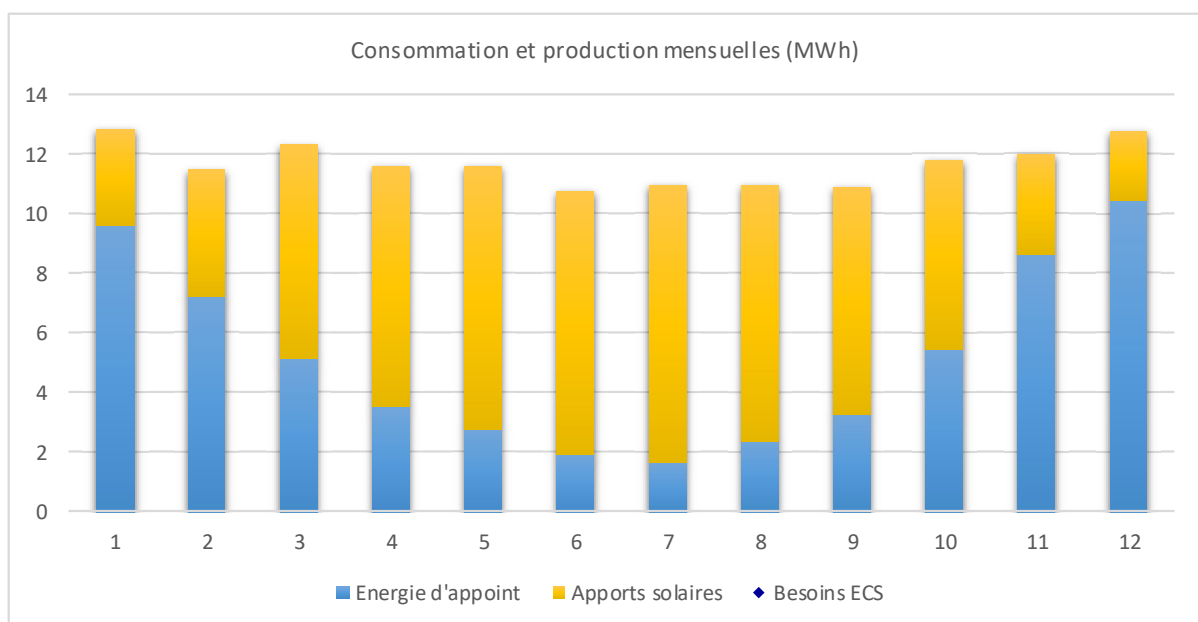
10.5. Fiche bilan énergétique Pédiatrie

CAPTEUR SOLAIRE		
Surface unitaire utile	m ²	2,33
Nombre de capteurs	u	52
Surface Totale utile	m ²	121,16

STOCKAGE SOLAIRE		
Volume unitaire	L	3 000
Nombre de ballons	u	2
Volume Total	L	6 000

PERFORMANCES SOLAIRES	
Besoins ECS du site	140 028 kWh
Apports solaires annuels	77 960 kWh
Taux de couverture annuel	55,67 %
Productivité solaire annuelle	643 kWh/m ² .an

Mois	Global Dispo. (kWh/m ²)	Besoins ECS (kWh)	Pertes Bouclage (kWh)	Apports Solaires (kWh)	E. appoint (kWh)	Fraction solaire (%)
Janv	58,4	12 843	0	3 224	9 619	25,10
Févr	76,4	11 505	0	4 259	7 246	37,02
Mars	133,0	12 298	0	7 149	5 149	58,13
Avril	150,9	11 616	0	8 061	3 555	69,40
Mai	168,5	11 600	0	8 844	2 756	76,24
Juin	177,5	10 800	0	8 874	1 926	82,17
Juill	194,6	10 959	0	9 306	1 652	84,92
Août	165,2	10 946	0	8 599	2 347	78,56
Sept	141,1	10 866	0	7 554	3 312	69,52
Oct	119,0	11 814	0	6 364	5 450	53,87
Nov	59,1	12 003	0	3 372	8 631	28,09
Déc	40,9	12 778	0	2 353	10 425	18,41
Total	1 484	140 028	0	77 960	62 069	55,67
Moy. mensu	124	11 669	0	6 497	5 172	



10.13. Résultat SOLO – Pédiatrie

Bordeaux, Latitude: 44°49

Installation

Circuit hydraulique		Capteurs		Stockage		Bouclage
Schéma ECS	collectif	Surface	121,16 m ²	Situation	Interieur (°C)	aucun apport solaire même indirect au bouclage Pas de pertes de bouclage
Système	Échangeur noyé - 1 pompe	Vitosol 100-F SV1A et SH1A VISSMANN (x 2,33 m ²)		Temperature ECS	60 °C	
Circuit primaire	Automatique			Volume de stockage	6000 Litres	
Echangeur	Automatique			Cste de refroidissement	0,031Wh/jour.l.°C	
T° EF	méthode ESM2 + 3 °C	Inclinaison	30 °/Horiz	T°C Maxi	90 °C	
		Orientation	8°/Sud			
		Coefficient nO	0,75			
		Coefficient a1	4,13W/m ² .°K			
		Coefficient a2	0,01W/m ² .°K			

SOLO 2018													Distribution incluse		
	Global Horiz (Wh/m2.jour)	Global Capteur (Wh/m2.jour)	Global dispo (Wh/m2.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 bouclage (kWh/jour)	Besoins totaux (kWh/jour)	Taux économie énergie (%)
Janvier	1344	1992	1885	5,4	19,0	11,9	7420	60	414,3	104,9	104,0	25,1	0,0	414,3	25,1
Fevrier	2110	2828	2727	6,2	19,0	12,3	7420	60	410,9	154,1	152,1	37,0	0,0	410,9	37,0
Mars	3534	4366	4290	9,5	19,0	14,0	7420	60	396,7	234,7	230,6	58,1	0,0	396,7	58,1
Avril	4684	5071	5030	11,7	19,0	15,1	7420	60	387,2	273,8	268,7	69,4	0,0	387,2	69,4
Mai	5465	5471	5434	14,7	19,0	16,6	7420	60	374,2	291,0	285,3	76,2	0,0	374,2	76,2
Juin	6146	5959	5917	18,0	19,0	18,2	7420	60	360,0	302,1	295,8	82,2	0,0	360,0	82,2
Juillet	6421	6321	6278	19,5	19,0	19,0	7420	60	353,5	306,7	300,2	84,9	0,0	353,5	84,9
Aout	5130	5364	5328	19,6	19,0	19,0	7420	60	353,1	283,4	277,4	78,6	0,0	353,1	78,6
Septembre	4059	4759	4703	17,5	19,0	18,0	7420	60	362,2	257,0	251,8	69,5	0,0	362,2	69,5
Octobre	2868	3950	3839	13,1	19,0	15,8	7420	60	381,1	209,1	205,3	53,9	0,0	381,1	53,9
Novembre	1479	2077	1969	8,7	19,0	13,6	7420	60	400,1	113,8	112,4	28,1	0,0	400,1	28,1
Decembre	1009	1412	1318	5,9	19,0	12,2	7420	60	412,2	76,3	75,9	18,4	0,0	412,2	18,4
Total An	1349 Kwh/m2/an	1510 Kwh/m2/an	1484 Kwh/m2/an	-	-	-	2708m3/an	-	140,0 MWh/an	79,4 MWh/an	78,0 MWh/an	-	0 MWh/an	140,0 MWh/an	-
Moyenne An	3696 Wh/m2/j	4138 Wh/m2/j	4067 Wh/m2/j	12,5°C	19,0°C	15,5°C	7420l/j	60°C	384 kWh/j	218 kWh/j	214 kWh/j	55,7%	0 kWh/j	384 kWh/j	55,7%
Productivité Solaire Primaire: 655kWh/m2/an								Productivité Solaire Utile: 643 kWh/m2/an							