

BRAZEYSOLAR



MEMOIRE TECHNIQUE

DESCRIPTIF DU PROJET ET DES TRAVAUX

Rév.	Date	Objet Révision	Rédacteur	Vérificateur	Approbateur
A	15/10/2024	Première émission	A. HARIVEL	B. MONE	V. BOUR

PROJET : EUR

REFERENCE :

Ce document est la propriété de NEWHEAT, il ne peut être utilisé, communiqué, ou divulgué sans son autorisation écrite préalable.

Newheat

10 Allées de Tourny, 33000 Bordeaux - www.Newheat.fr

Société par actions simplifiée au capital de 120 115 euros - RCS Bordeaux 815 176 128

1. SOMMAIRE

1. SOMMAIRE	2
2. Descriptif de l'installation solaire thermique	4
2.1 Généralités	4
2.2 Eléments constitutifs de l'installation solaire thermique	5
2.3 Les capteurs solaires thermiques	6
2.4 Les structures et fondations	6
2.5 Raccordement hydraulique du champ solaire	8
2.6 La station solaire	10
2.7 Cuve de stockage	11
2.8 L'aérotherme	12
2.9 Vase de recueil	13
2.10 Pompes à chaleur	13
3. Descriptif des travaux de construction	16
3.1 Généralités	16
3.2 Préparation du chantier	16
3.3 Tranchées et tuyauteries enterrées sur le champ solaire	16
3.4 Installation des capteurs solaires	17
3.5 Liaison hydraulique entre le champ solaire et la station solaire	19
4. Descriptif de la phase exploitation	20
4.1 Maintenance du site	20
4.2 Entretien de l'installation	20
4.3 Sécurité	20
5. Démantèlement	21

CONTEXTE

Le présent document a pour but de communiquer à l'administration en charge de l'instruction du dossier demande de cas par cas toutes informations connues à ce stade du projet, sur :

- la constitution de l'installation solaire thermique, et de son intégration au sein du site industriel SOUFFLET,
- les méthodes utilisées pour sa construction, son exploitation et son démantèlement.

2. Descriptif de l'installation solaire thermique

2.1 Généralités

Une installation solaire thermique permet de convertir directement le rayonnement solaire en énergie calorifique, grâce à la circulation de fluide caloporteur au sein des capteurs solaires thermiques. La chaleur est ensuite conduite jusqu'à une station solaire, où elle est stockée et/ou livrée directement aux différents points d'intégration du site industriel, via des échangeurs de chaleur.

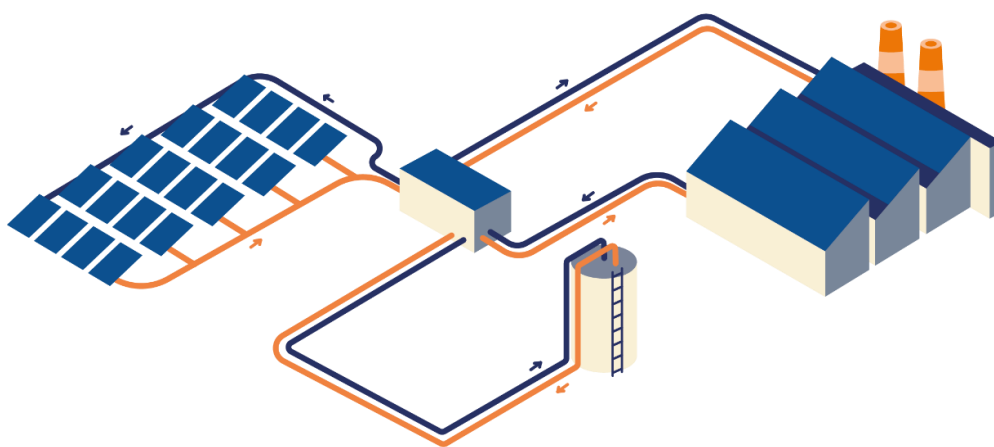


Figure 1 : Schéma de principe de l'installation solaire thermique

Le champ solaire sera localisé à l'extérieur de l'enceinte industrielle, tandis que les équipements thermo-hydrauliques, la cuve de stockage et les différents circuits hydrauliques alimentant les points de livraison seront situés au sein du site SOUFFLET.



Figure 2 : Implantation prévisionnelle du projet BRAZEYSOLAR

2.2 Eléments constitutifs de l'installation solaire thermique

Le champ de solaire est constitué de capteurs solaires thermiques, de structures métalliques supportant les capteurs solaires, de flexibles reliant les capteurs solaires entre eux, et de tuyauteries enterrées conduisant le fluide caloporteur jusqu'à la station solaire.

La station solaire abrite tous les organes nécessaires à la distribution de la chaleur aux différents points d'intégration : pompes, vannes, échangeur, instrumentation, ...

Newheat

10 Allées de Tourny, 33000 Bordeaux - www.Newheat.fr

Société par actions simplifiée au capital de 120 115 euros - RCS Bordeaux 815 176 128

La cuve de stockage est située à proximité de la station solaire. Son rôle est de conserver les calories produites par l'installation solaire, en vue de leur livraison, en fonction des besoins du site. Les besoins en chaleur du site peuvent être déphasés de la production de chaleur, c'est pourquoi le rôle de la cuve est primordial et permet d'augmenter le taux de couverture.

Des conduites au sein du site assurent la distribution de la chaleur aux différents points d'intégration. La livraison de la chaleur est réalisée grâce à des échangeurs (eau/eau ou air/eau en fonction du process adressé).

2.3 Les capteurs solaires thermiques

Le capteur solaire thermique est constitué d'un cadre ; sur sa face avant, d'une plaque de verre, puis d'un absorbeur dont le rôle est de transformer l'irradiation solaire en chaleur et de la transmettre au fluide caloporteur qui circule dans les canaux en serpentin. De l'isolant est installé en face arrière pour minimiser les déperditions thermiques.

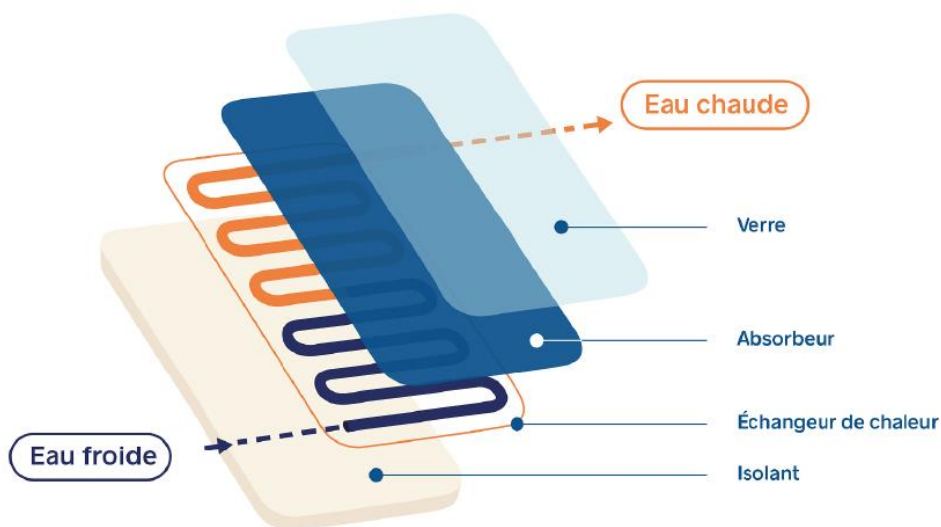


Figure 3 : schéma de principe d'un capteur solaire thermique plan

Les capteurs auront à minima les caractéristiques suivantes :

- Technologie : absorbeur aluminium, verre solaire de sécurité trempé 3,2 mm,
- Température maximale admissible : 220°C
- Pression maximale admissible : 10 bars relatifs.

Le choix définitif quant aux capteurs solaires sera réalisé lors des phases de préparation à la construction.

2.4 Les structures et fondations

Les capteurs solaires seront installés sur des pieux supports. La différence de hauteur hors-sol des pieux supports donnera l'inclinaison des capteurs (30°).



Figure 4 : Photo illustrant les pieux supports des capteurs

Les pieux seront en acier galvanisés, et seront dimensionnés de façon à résister aux charges de vent et de neige. Préalablement à la construction, des études géotechniques seront réalisées pour définir précisément le dimensionnement des fondations (type de profilés et profondeur d'ancrage).

Les profilés utilisés pourront par exemple être ceux-ci :

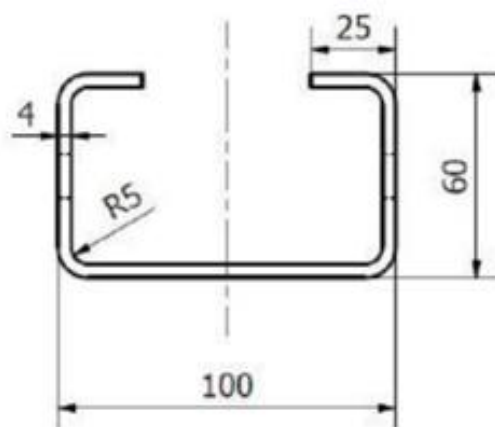


Figure 5 : Exemple de profilé mis en œuvre

Les capteurs seront orientés en direction du sud pour optimiser la surface disponible en épousant la forme du site.

Newheat

10 Allées de Tourny, 33000 Bordeaux - www.Newheat.fr

Société par actions simplifiée au capital de 120 115 euros - RCS Bordeaux 815 176 128

Les capteurs seront de couleur bleu-mat et les vitrages sont traités anti-reflet.
680 capteurs seront implantés pour une surface totale de capteurs de 11 000 m².



Figure 6 : Capteurs SavoSolar 15 SG montés sur leurs structures fixes en acier galvanisé – Source : NEWHEAT

Le bas des tables solaire se situera à 50 cm du sol et le point haut se trouvera à 1.90 m.

Les rangées de tables seront espacées de 1.76 m.

Le champ solaire sera clôturé par un grillage soudé de teinte verte de 2 m de hauteur, sur toute sa périphérie (830 m).

2.5 Les pistes au sein du champ solaire

Le champ solaire sera équipé d'une piste de circulation interne, nécessaire à la maintenance et à la défense incendie. Cette piste sera empierrée et couvrira une surface totale de 2 780 m².

2.6 .Raccordement hydraulique du champ solaire

Le champ solaire sera irrigué et raccordé à la station solaire située dans le site industriel Soufflet, par un ensemble de tuyauteries enterrées.

Newheat

10 Allées de Tourny, 33000 Bordeaux - www.Newheat.fr

Société par actions simplifiée au capital de 120 115 euros - RCS Bordeaux 815 176 128

La tuyauterie est enterrée sur tout le tracé y compris au niveau du site industriel avec un passage sous le canal via un forage dirigée.

Les tuyauteries de liaison entre le champ solaire et la station solaire sont prévues pour être en DN200, le diamètre des tuyauteries au sein du champ solaire sera ajusté en fonction des débits volumiques afin de minimiser la perte de charge, le coût de la tuyauterie et le volume de liquide caloporteur de la boucle solaire.

Les tuyauteries seront pré-isolées, livrées en tronçons de 12 m maximum, soudés sur site.



Figure 7 : Exemple de tronçons de tuyauterie pré-isolée

Sur le champ solaire, les capteurs seront raccordés en série, appelée rangée. Chaque rangée de capteurs comptera entre 6 et 15 capteurs, en fonction de la configuration du site et du matériel finalement retenu. Les capteurs au sein de la rangée seront raccordés par un flexible inter-capteurs, puis à chaque extrémité, la rangée sera connectée aux réseaux de tuyauteries enterrées, appelés collecteurs, par le biais de risers.

Les collecteurs mailleront le terrain et alimenteront en fluide « froid » chaque extrémité amont de rangée de capteurs, et recueilleront le fluide chauffé lors de son passage dans les capteurs, en aval.



Figure 8 : illustration du riser : raccordement d'une extrémité de capteur au collecteur enterré

Les collecteurs enterrés seront ensuite regroupés pour n'avoir plus qu'un seul collecteur chaud et un froid et chemineront jusqu'à la station solaire.

La boucle solaire utilisera un mélange d'eau adoucie, de mono propylène glycol (MPG) et d'additifs permettant la tenue du réseau à la corrosion. Le taux de MPG sera de 20% afin de permettre une tenue statique au gel du fluide de -7°C. La boucle solaire sera dimensionnée et conçue avec ce fluide.

2.7 La station solaire

La station solaire sera localisée dans l'enceinte industrielle. Elle abrite les équipements nécessaires à la distribution et au comptage des calories produites par le champ solaire : pompes, échangeurs, vannes, filtres, instrumentation (sondes de température, de pression, débitmètres, compteurs d'énergie), organes de sécurité (soupapes, vases d'expansion), armoire de puissance et armoire de commande.



Figure 9 : Exemple d'aménagement intérieur d'une station solaire

Un bâtiment spécifique sera construit pour la station solaire, d'une surface au sol de 350 m².

2.8 Cuve de stockage

Son rôle est d'emmagasiner les calories produites par l'installation solaire pour les redistribuer au moment opportun.

La cuve sera en acier carbone, nuance S235. Les dimensions de cette cuve de stockage sont les suivantes :

- Volume d'eau utile prévisionnel : 4000 m³
- Hauteur : 12 m (d'eau), et environ 13,5 m au total
- Diamètre : 22 m (externe, y compris isolant et revêtement extérieur)

Le fond est plat, d'épaisseur 6 mm, avec bordure annulaire et pot de vidange au centre (DN600). Il est isolé de la dalle par une épaisseur de 50 mm de foamglass.

Newheat

10 Allées de Tourny, 33000 Bordeaux - www.Newheat.fr

Société par actions simplifiée au capital de 120 115 euros - RCS Bordeaux 815 176 128



Figure 10 :Exemple de cuve de stockage

2.9 L'aérotherme

L'aérotherme est un organe de sécurité, chargé de dissiper la chaleur en cas de température trop élevée du liquide caloporteur dans la bouche solaire. Son fonctionnement sera occasionnel, limité au cours de l'année, lorsque l'enlèvement des calories est trop faible par rapport à la production et la capacité de stockage.

Les aérothermes seront installés à proximité de la station solaire. Ces aérothermes auront les caractéristiques suivantes :

- Aéroréfrigérant sec,
- Matière des tubes : Inox 316L ou Cuivre selon la technologie de capteur sélectionnée
- Matière des ailettes : Aluminium
- Matière caissons et structures : Acier peint,

Newheat

10 Allées de Tourny, 33000 Bordeaux - www.Newheat.fr

Société par actions simplifiée au capital de 120 115 euros - RCS Bordeaux 815 176 128

2.10 Vase de recueil

En cas de surchauffe de la boucle solaire (stagnation du fluide en présence d'irradiation), les soupapes de sécurité s'ouvriront. Le circuit hydraulique de la boucle solaire sera alors partiellement vidé dans le vase de recueil jusqu'à stabilisation de la pression du circuit sous un certain seuil. Le fluide sera réinjecté ultérieurement dans le circuit hydraulique lorsque la température du champ solaire sera redescendue. Ce transfert sera réalisé par la pompe de remplissage.

Le vase de recueil sera situé devant la chaufferie.



Figure 11 : Aérotherme et vase de recueil

2.11 Pompes à chaleur

Les pompes à chaleur (acronyme PAC) sont des équipements techniques qui permettent de transférer de l'énergie thermique d'un milieu à basse température vers un milieu à haute température. Son principe est de capter la chaleur extérieure de l'air, du sol ou de l'eau et de transférer cette énergie pour obtenir une température plus élevée pour chauffer un flux. Un apport d'énergie est nécessaire pour permettre ce transfert.

On parle de PAC à compression lorsque l'apport d'énergie se fait à partir de la compression d'un « fluide frigorigène ». Ce fluide est le vecteur de ce transfert d'énergie entre le milieu basse température – côté évaporateur – et le milieu haute température – côté condenseur – et cela est possible grâce à un changement de phase cyclique liquide-gaz :

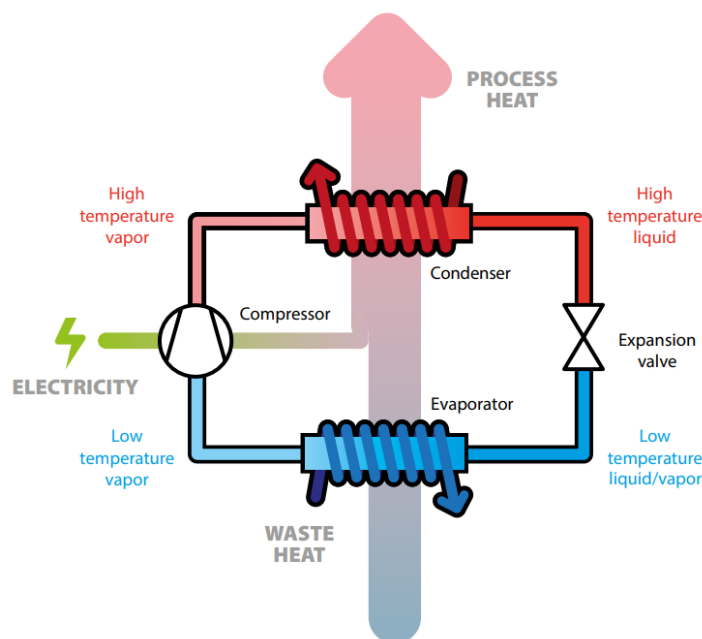


Figure 12 : Schéma de principe d'une PAC

Dans le cadre de notre projet, une pompe à chaleur basse température et une PAC haute température seront installées pour répondre aux besoins spécifiques de chauffage et de refroidissement du procédé industriel.

Ces équipements seront intégrés dans la salle des machines située dans le local technique, qui abritera également la station solaire. Leur installation sur skid au sein de la salle des machines et le raccordement hydraulique des différents modules du skid de ces deux PAC seront réalisés par un fournisseur spécialisé dans le domaine des PAC.

Elles présenteront respectivement les caractéristiques suivantes :

- Type : PAC à compression, puissance unitaire : 2,2 MW, configurée en système eau-eau puisque l'énergie côté évaporateur et côté condenseur sont sous forme d'eau (ou d'eau glycolé pour éviter le gel). Cela est gage de performances élevées.
- Fluide frigorigène : fourniture et mise en place d'un groupe frigorifique à l'ammoniac. Le groupe frigorifique sera monté sur châssis pour constituer un skid. Le choix s'est porté sur l'ammoniac (NH_3) en raison de sa performance mais aussi du fait de son potentiel de réchauffement global (PRG) et de son potentiel d'appauvrissement de la couche d'ozone (PACO) tous deux nuls.
- L'installation sera conçue de manière à rester en dessous du seuil du régime d'autorisation fixé à 1 500 kg d'ammoniac.
- Alimentation : Compresseurs électriques

Une salle des machines sécurisée sera construite pour accueillir les PAC et leurs accessoires.

Les pompes à chaleur seront conformes aux règles de l'art et aux réglementations en vigueur, notamment

- Directive européenne des équipements sous pression (2014/68/UE).
- Directive "Machines" (2006/42/CE).
- Norme NF EN 378-2 §6 concernant le dimensionnement.
- Norme NF C 15-100 pour les installations électriques basse tension.

Newheat

10 Allées de Tourny, 33000 Bordeaux - www.Newheat.fr

Société par actions simplifiée au capital de 120 115 euros - RCS Bordeaux 815 176 128

- Règles de sécurité définies par le Code du Travail.
- Dispositions générales relatives à la prévention des risques des installations frigorifiques à l'ammoniac.
- DTU n° 67-1 : Isolation thermique des circuits frigorifiques.
- DTU n° 45.1 : Isolation thermique des bâtiments frigorifiques et locaux à ambiance régulée.
- Norme EN 378 pour la rubrique ICPE relative aux installations frigorifiques.

La nouvelle installation frigorifique sera conforme à la directive DESP (Directive 2014/68/UE), avec une classification en **catégorie IV**.

L'utilisation de l'ammoniac comme fluide frigorigène impose des mesures strictes pour garantir la sécurité des intervenants et prévenir les incidents.

Plusieurs dispositifs seront mis en place pour garantir la protection des intervenants et prévenir tout incident :

- **Ventilation de la salle des machines**
- **Ventilation mécanique d'urgence** : Prévue en cas de fuite accidentelle de NH_3 , avec un débit d'air calculé conformément à la norme EN 378-3:2008.
- **Centrale de détection** : Une centrale MX32 (4 voies, IP66), installée à l'extérieur et à proximité de la salle des machines, garantissant une accessibilité facile et sécurisée.
- **Transmetteurs de détection pour zone ATEX** : toxicométrique et explosimétrique,
- **Signalisations sonores et visuelles** : mise en place de combinés sirène/flash rouge
- **Des équipements de protection et de sécurité** : douche, rince-yeux, ...
- **Mesures de pH** : sur chacun des circuits de distribution côté MEG et EAU, au niveau des échangeurs à plaques, afin de pouvoir détecter la fuite éventuelle d'ammoniac (NH_3).

3. Descriptif des travaux de construction

3.1 Généralités

Cette partie du rapport s'attachera essentiellement à la description des travaux réalisés sur le champ solaire, à l'extérieur de l'enceinte du site Soufflet.

Les travaux relatifs à la distribution et au stockage des calories étant réalisés au sein du site industriel de Soufflet, déjà anthropisé, nous considérons que les éventuels impacts seront non significatifs.

Le chantier de construction du champ solaire se déroulera en différentes étapes réparties sur plusieurs mois (environ 9 mois).

3.2 Préparation du chantier

Lors de la préparation du chantier, les zones de travail seront délimitées strictement, conformément au Plan Général de Coordination. Un plan de circulation sur le site et ses accès sera mis en place de manière à limiter les impacts sur le site et la sécurité du personnel de chantier.

Cette phase concernera les travaux réalisation des accès, de la base vie, des pistes périphériques internes, de la clôture.

Une base vie sera mise en place dès le démarrage du chantier. Elle hébergera des bungalows de chantier pour accueillir tout le personnel du chantier (sanitaires autonomes, salle de réunion, ...) et constituera une zone de stockage du matériel.

Les pistes périphériques seront aussi réalisées lors du démarrage du chantier. Les pistes seront empierrées par ajout de graves compactées par couches pour supporter le passage des engins. Ces surfaces ne seront pas imperméabilisées.

3.3 Tranchées et tuyauteries enterrées sur le champ solaire

Une fois localisée et piquetée, les tranchées au sein du champ solaire seront réalisées selon les étapes suivantes :

- Ouverture de la tranchée à la pelle mécanique ou trancheuse si nécessaire. La largeur de la tranchée est fonction du diamètre des tuyauteries enterrées, elle pourra mesurer une largeur de l'ordre de 1m pour les diamètres de tuyau les plus grands.
- Les tuyauteries seront alors posées en fond de fouille, sur un lit de sable, et seront manchonnées entre elles. Le manchonnage sera réalisé par du personnel formé par le fabricant des tuyaux pré-isolés pour assurer leur bonne réalisation.
- Après la mise en place des tuyauteries et des fourreaux, elles seront recouvertes de sable puis un filet avertisseur sera mis en place.
- Enfin le remblaiement de la tranchée sera réalisé par couches successives compactées.

Les parois des fouilles seront aménagées de façon à prévenir les éboulements. Ces aménagements seront soit du talutage, soit du blindage en fonction de l'espace disponible.

Le talutage consiste à donner aux parois une inclinaison appelée « angle de talutage ». Cet angle varie avec la nature des terrains rencontrés :

Nature du terrain	Angle de frottement ϕ en terrain sec	Pente de talutage correspondante
Rocher dur	80 à 90°	6/1
Rocher tendre	55°	3/2
Débris rocheux	45°	1/1
Terre végétale	45°	1/1
Mélange sable et argile	45°	1/1
Argile + marne	40°	2/3
Gravier	35°	2/3
Sable fin	30°	1/2

Figure 13 : Inclinaison des parois de la tranchée en fonction de la nature du sol



Figure 14 : Exemples de réalisation de tranchée avec pose de la tuyauterie enterré

3.4 Installation des capteurs solaires

La phase suivante concerne l'installation des capteurs solaires.

Les fondations des structures seront installées selon la technique qui aura été préalablement définie lors des études géotechniques. A ce stade du projet, il est prévu des pieux enfoncés dans le sol grâce à une batteuse sur la très grande majorité du site. Facile à mettre en œuvre, ce type de fondation minimise les impacts environnementaux, permet d'ajuster aisément l'alignement des capteurs et présente également l'avantage de faciliter le démantèlement en fin d'exploitation.

Newheat

10 Allées de Tourny, 33000 Bordeaux - www.Newheat.fr

Société par actions simplifiée au capital de 120 115 euros - RCS Bordeaux 815 176 128



Figure 15 : Battage des pieux supports des capteurs

Une fois les pieux battus, des structures en acier sont fixées sur ces pieux pour servir de support aux capteurs solaires thermiques. Les capteurs solaires thermiques sont ensuite fixés sur ces supports métalliques préinstallés, à l'aide de grues mobiles.



Newheat

10 Allées de Tourny, 33000 Bordeaux - www.Newheat.fr

Société par actions simplifiée au capital de 120 115 euros - RCS Bordeaux 815 176 128



Figures 6 : Elingage Installation des capteurs thermiques sur pieux supports

3.5 Liaison hydraulique entre le champ solaire et la station solaire

Ce tracé sera effectué par forage dirigé sous le Canal de Bourgogne, conformément aux recommandations des Voies Navigables de France, exprimées lors d'un échange de présentation du projet qui s'est tenu le 6 juillet 2023 en présence de la Mairie. Une prochaine rencontre est à prévoir pour valider la solution et compléter le formulaire de demande d'autorisation de travaux.

Le forage dirigé est une technique de traversée souterraine qui permet de poser des canalisations ou câbles sous des infrastructures, sans nécessiter de tranchées en surface. Cette méthode consiste à forer un trou pilote sous le canal, puis à l'élargir progressivement pour y insérer la conduite. Elle présente de nombreux avantages, notamment la préservation de l'environnement et l'absence de perturbation du trafic sur le canal. Flexible et efficace, elle s'adapte à divers types de terrains tout en minimisant les impacts et les coûts liés aux travaux, évitant ainsi toute perturbation de l'environnement de surface.

Une fois la traversée du canal réalisée, le cheminement de ces tuyauteries se fera sur le site industriel, soit en rack aérien, soit enterré.

Newheat

10 Allées de Tourny, 33000 Bordeaux - www.Newheat.fr

Société par actions simplifiée au capital de 120 115 euros - RCS Bordeaux 815 176 128

4. Descriptif de la phase exploitation

Un suivi régulier des indicateurs de performance sera effectué grâce à la supervision qui sera installée.

4.1 Maintenance du site

Les actions prévues au titre de la maintenance préventive sont les suivantes :

- Entretien normal des matériels (maintenance systématique) et petits consommables ;
- Visites simples : Inspection visuelle de l'état de fonctionnement de chaque équipement de la centrale ;
- Visites complètes : Contrôle poussé des paramètres de fonctionnement de la centrale (équilibrage des vannes, nettoyage des filtres, graissage pompes...) ;
- Actions ponctuelles selon les indications de la supervision ;
- Etalonnage des compteurs (le contrôle du bon fonctionnement de ceux-ci étant inclus) ;
- Contrôles réglementaires (contrôles électriques, vérification des moyens de protection contre l'incendie...) ;
- L'entretien des Echangeurs.

4.2 Entretien de l'installation

Il est prévu des opérations de nettoyages sur les capteurs en phase exploitation. Ces nettoyages seront réalisés à l'eau (citerne mobile) sans aucun additif à l'aide d'un robot brosse. Il n'y a pas de récupération/lessivage des effluents, car il s'agit seulement de poussières du champ ou du voisinage portées par le vent et la pluie. Par expérience et au vu de la localisation du projet, nous envisageons un nettoyage une fois tous les 3 à 4 ans, selon l'encrassement qui sera constaté sur les capteurs.

A l'issue des travaux, une végétation herbacée basse reprendra au droit des capteurs. Cette couverture végétale fera l'objet d'une fauche régulière, planifiée en fonction de la repousse de la végétation. Une solution de type éco-pâturage est à l'étude.

4.3 Sécurité

Le site ne sera pas ouvert au public. Ainsi la totalité du champ solaire sera grillagée. Des portails permettront l'accès au site pour le personnel de maintenance.

5. Démantèlement

A l'issue de la durée de vie de l'installation solaire, le champ solaire sera démantelé selon les conditions réglementaires en vigueur ou à venir.

Le démantèlement du champ solaire aura la même durée que le chantier de construction et les techniques de démantèlement seront adaptées à chaque sous ensemble

- Chaque capteur est déboulonné de ses structures par chariot télescopique, chargement sur camions plateau et envoyé en filière de recyclage (les capteurs étant composés d'acier, de cuivre ou d'aluminium et de laine de roche),
- Les pieux en acier sont retirables du sol et l'acier est récupérable dans les filières de recyclage adaptés,
- Les tuyauteries enterrées en acier et câbles en cuivre/aluminium sont récupérables en réouvrant les tranchées, les matériaux métalliques sont récupérables dans les filières de recyclage adaptés