



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Département fédéral de l'environnement, des transports,  
de l'énergie et de la communication DETEC  
**Office fédéral de l'énergie OFEN**

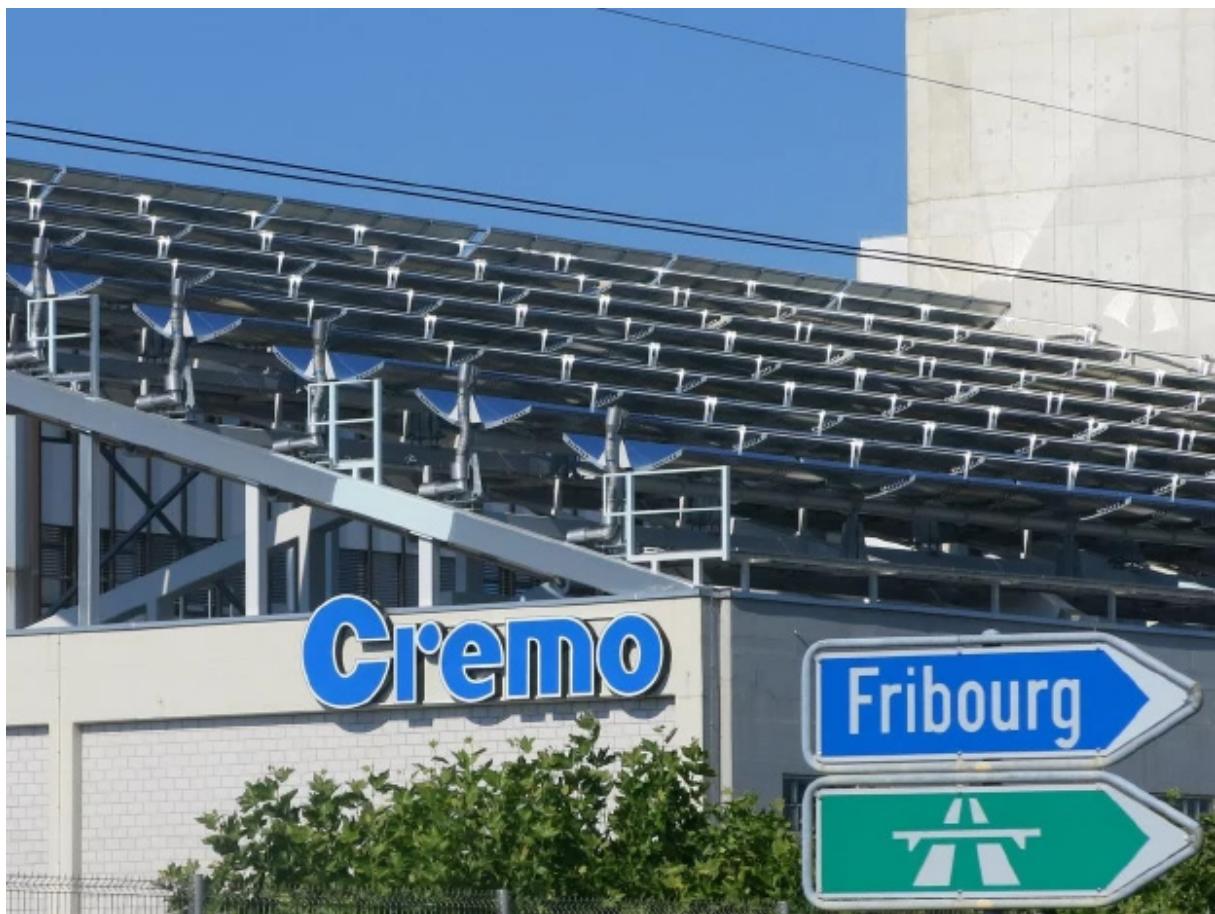
## Rapport final

---

# CST pilot plant at Cremo

## Installation solaire industrielle à haute température

---



Source: Cremo SA / NEP Solar

Fribourg, 4. Février 2014

**Mandant:**

Office fédéral de l'énergie OFEN  
Programme de recherche Utilisation industrielle de l'énergie solaire  
CH-3003 Berne  
[www.ofen.admin.ch](http://www.ofen.admin.ch)

**Cofinancement:**

Cremo SA, Rte de Moncor 6, 1752 Villars-sur-Glâne  
Etat de Fribourg, Service de l'énergie SdE, Bd de Pérolles 25, 1701 Fribourg

**Mandataire:**

Cremo SA  
Rte de Moncor 6  
1752 Villars-sur-Glâne  
[www.cremo.ch](http://www.cremo.ch)

**Auteurs:**

Pascal Achermann, Cremo SA, [pascal.achermann@cremo.ch](mailto:pascal.achermann@cremo.ch)

**Responsable de domaine de l'OFEN:** Stefan Oberholzer  
**Chef du programme de l'OFEN:** Pierre Renaud  
**Numéro du contrat de l'OFEN:** SI/500664-01

**Le ou les auteurs sont seuls responsables du contenu et des conclusions de ce rapport.**

## Résumé

Cremo SA, est une entreprise agroalimentaire majeure en Suisse. La minimisation de l'utilisation de l'énergie est l'une des priorités essentielle de sa stratégie de management. Ayant toujours un regard sur l'évolution technologique, à la fin 2010 Cremo SA décide d'évaluer la faisabilité d'une installation de production d'eau chaude par paraboles solaires. Après qu'une étude de faisabilité effectuée par le SPF ait démontré que le projet de production d'eau chaude à haute température destinée à la stérilisation de crème à café était tout à fait réalisable, Cremo SA a décidé de réaliser ce projet.

L'entreprise NEP Solar, spécialiste dans le développement de collecteurs paraboliques destinés aux applications industrielles a été choisie pour la fourniture de l'installation.

Au final, ce sont 9 collecteurs cylindro-paraboliques NEP SOLAR Poly Trough 1800 qui ont été commandés. La surface représentée équivaut à 581 m<sup>2</sup> et le potentiel d'énergie généré est estimé à 197 MWh/an.

Stériliser de la crème à café au moyen d'eau surchauffée (150°C) produite par l'énergie issue du rayonnement solaire, voici un projet innovant qui bénéficie du soutien de la confédération (OFEN) et le canton de Fribourg.

## Zusammenfassung

Cremo SA ist ein bedeutendes Schweizer Lebensmittelunternehmen. Die Verringerung des Energieverbrauchs ist eine der wichtigsten Prioritäten seiner Management-Strategie. Da die Cremo SA schon immer die technische Entwicklung im Blick hatte, hat sich das Unternehmen Ende 2010 dazu entschlossen, die Machbarkeit einer Anlage für die Warmwassererzeugung durch Solarkollektoren zu prüfen. Nachdem eine Machbarkeitsstudie des SPF gezeigt hatte, dass das Projekt zur Erzeugung von heißem Wasser für die Sterilisation des Kaffeeraums durchaus realisierbar war, entschied sich die Cremo SA, dieses Projekt in die Tat umzusetzen.

Das Unternehmen NEP Solar, das auf die Entwicklung von Rinnenkollektoren für industrielle Anwendungen spezialisiert ist, wurde ausgewählt, die Anlage zu liefern.

Schliesslich wurden 9 Rinnenkollektoren vom Typ NEP SOLAR Poly Trough 1800 bestellt. Sie haben eine Oberfläche von 581 m<sup>2</sup> und das erzeugte Energiepotenzial wird auf 197 MWh/Jahr geschätzt.

Die Sterilisation des Kaffeeraums mit Hilfe der Energie der Sonneneinstrahlung auf 150 °C erhitzten Wassers ist ein innovatives Projekt, das vom BFE und dem Kanton Freiburg gefördert wird.

## Riassunto

Cremo SA è un'importante società agroalimentare svizzera. La minimizzazione del consumo energetico rappresenta una delle sue principali priorità. Sempre attenta al progresso tecnologico, alla fine del 2010 Cremo SA decide di valutare la possibilità di realizzare un impianto di produzione di acqua calda da parabole solari. Dopo che uno studio di fattibilità eseguito da SPF ha dimostrato la piena realizzabilità del progetto di produzione di acqua calda a temperatura elevata da utilizzare nella sterilizzazione della panna per caffè, Cremo SA decide di attuarlo.

Per la fornitura dell'impianto è stata scelta l'azienda NEP Solar, specializzata nella progettazione e produzione di collettori parabolici per applicazioni industriali.

In totale sono stati ordinati 9 collettori cilindro-parabolici NEP SOLAR Poly Trough 1800. La superficie rappresentata equivale a 581 m<sup>2</sup> e il potenziale di energia generato è stimato in 197 MWh/anno.

Sterilizzare la panna per caffè con acqua surriscaldata (150°C) prodotta con l'energia derivante dall'irraggiamento solare, è un progetto innovativo che beneficia del sostegno della confederazione (UFE) e del cantone di Friburgo.

## **Contexte**

Cremo, société anonyme fondée en 1927, fabrique et commercialise une palette de produits laitiers variés et de qualité constante. Equipée d'installations ultra-modernes, elle répond aux normes techniques et hygiéniques internationales les plus sévères et fait appel aux technologies de pointe. La minimisation de l'utilisation de l'énergie est l'une des priorités essentielles de sa stratégie de management. Ayant toujours un regard sur l'évolution technologique, et fin 2010 Cremo SA décide d'évaluer la faisabilité d'une installation de production d'eau chaude par paraboles solaires.

Soutenue par Cleantech Fribourg et le SPF (Institut für Solartechnik, Rapperswil) Cremo SA initie un projet visant à installer sur le toit du frigo de l'usine de Villars-sur-Glâne 581 m<sup>2</sup> de paraboles solaires afin de produire de l'eau à haute température (150°C) destinée à la stérilisation de la crème à café.

La simulation a démontré que l'apport énergétique annuel de cette installation est évalué à 197 MWh/an équivalents à 20'000 litres de mazout extra léger.

## **Objectif**

L'objectif du projet est de produire l'énergie nécessaire à la stérilisation de la crème à café et au nettoyage de l'installation au moyen d'énergie solaire. Pour ce faire, il est nécessaire de produire de l'eau surchauffée à une température de 150 °C.

Les collecteurs paraboliques d'une surface équivalente à 581 m<sup>2</sup> installés doivent apporter un apport énergétique estimé à 197 MWh/an.

## **Procédure / méthodologie**

A l'origine, le projet avait été planifié comme suit :

- |                                                                                                                                       |                    |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------|
| - Plans de détail et permis de construire                                                                                             | : fin octobre 2011 |
| - Livraison des collecteurs solaires 5 mois dès réception de la commande (la commande suivra la délivraison du permis de construire). | : mi mars 2012     |
| - Installation et raccordement hydraulique                                                                                            | : fin avril 2012   |
| - Commande + installation électrique                                                                                                  | : fin avril 2012   |
| - Mise en service                                                                                                                     | : début mai 2012   |
| - Installation en service                                                                                                             | : fin mai 2012     |

Le permis de construire ayant été délivré seulement en fin janvier 2012, les délais ont été repoussés en conséquence car Cremo SA avait décidé de ne pas commander le matériel avant son obtention.

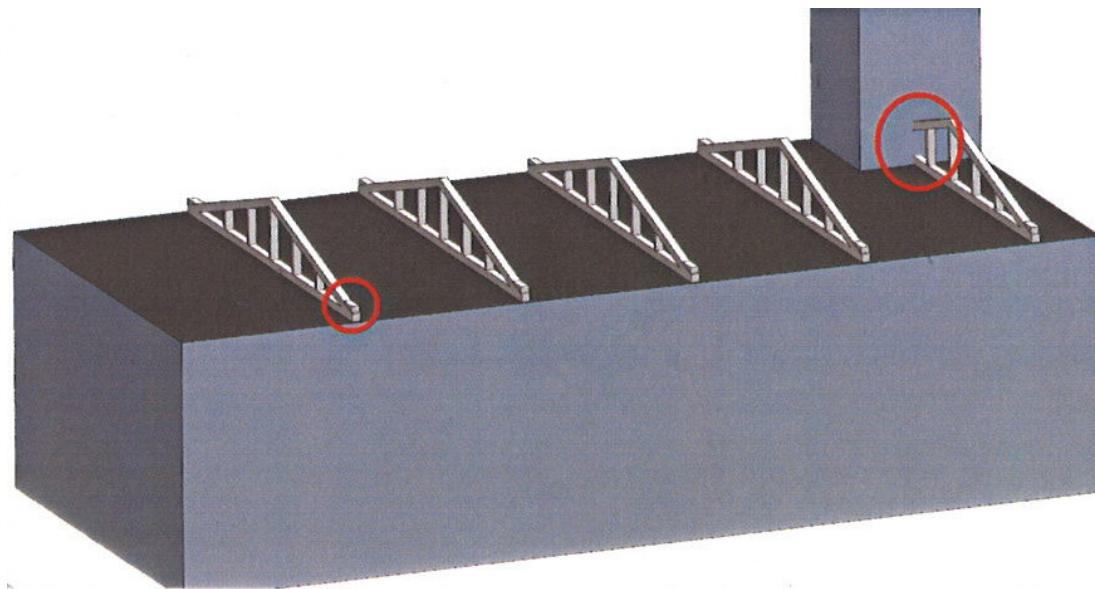
Finalement, les collecteurs ont été commandés le 14 février 2012 et livrés le 27 septembre 2012.

L'installation provenant d'Australie ne répondait pas à certaines normes SIA en vigueur en Suisse. La structure supportant directement les collecteurs solaires a dû être adaptée sur place avant de débuter le montage afin de mettre l'installation en conformité avec ces normes. Ces travaux, imprévus, ont également entraînés des retards conséquents.

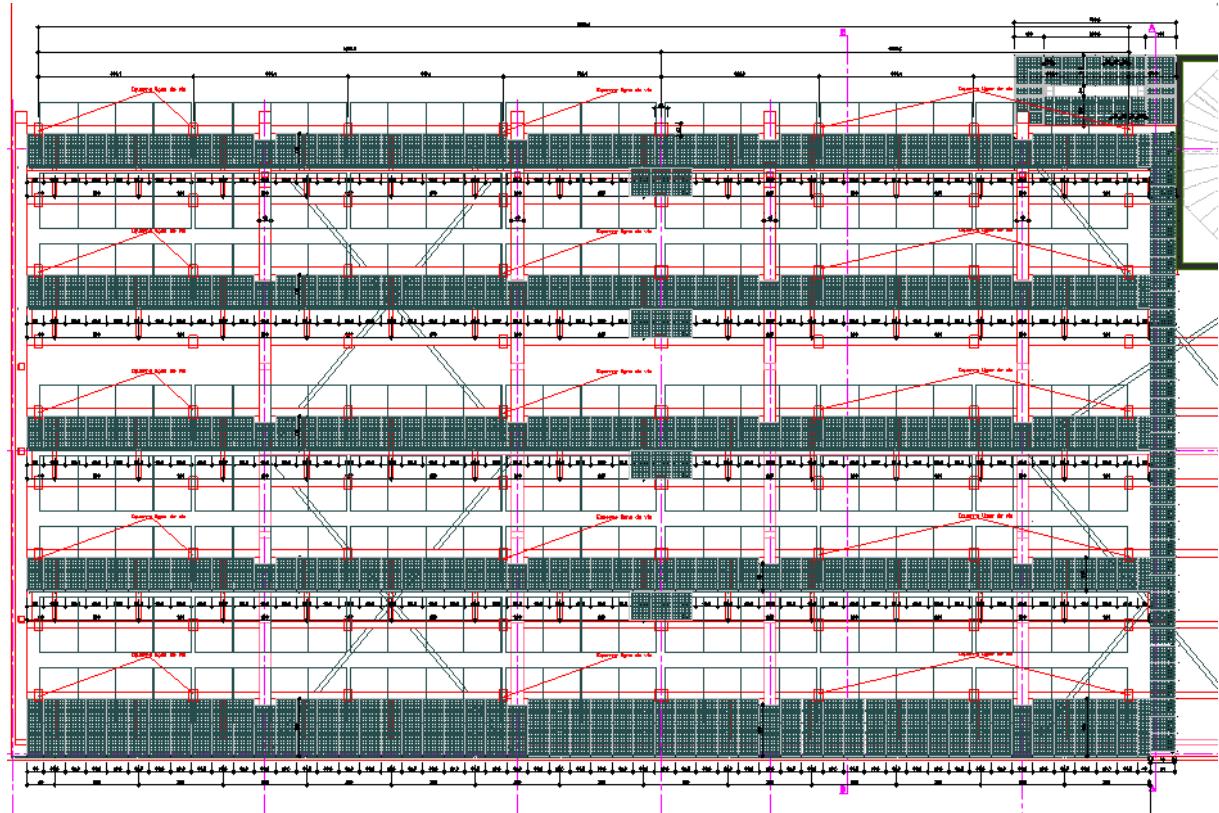
## La construction

### La charpente métallique

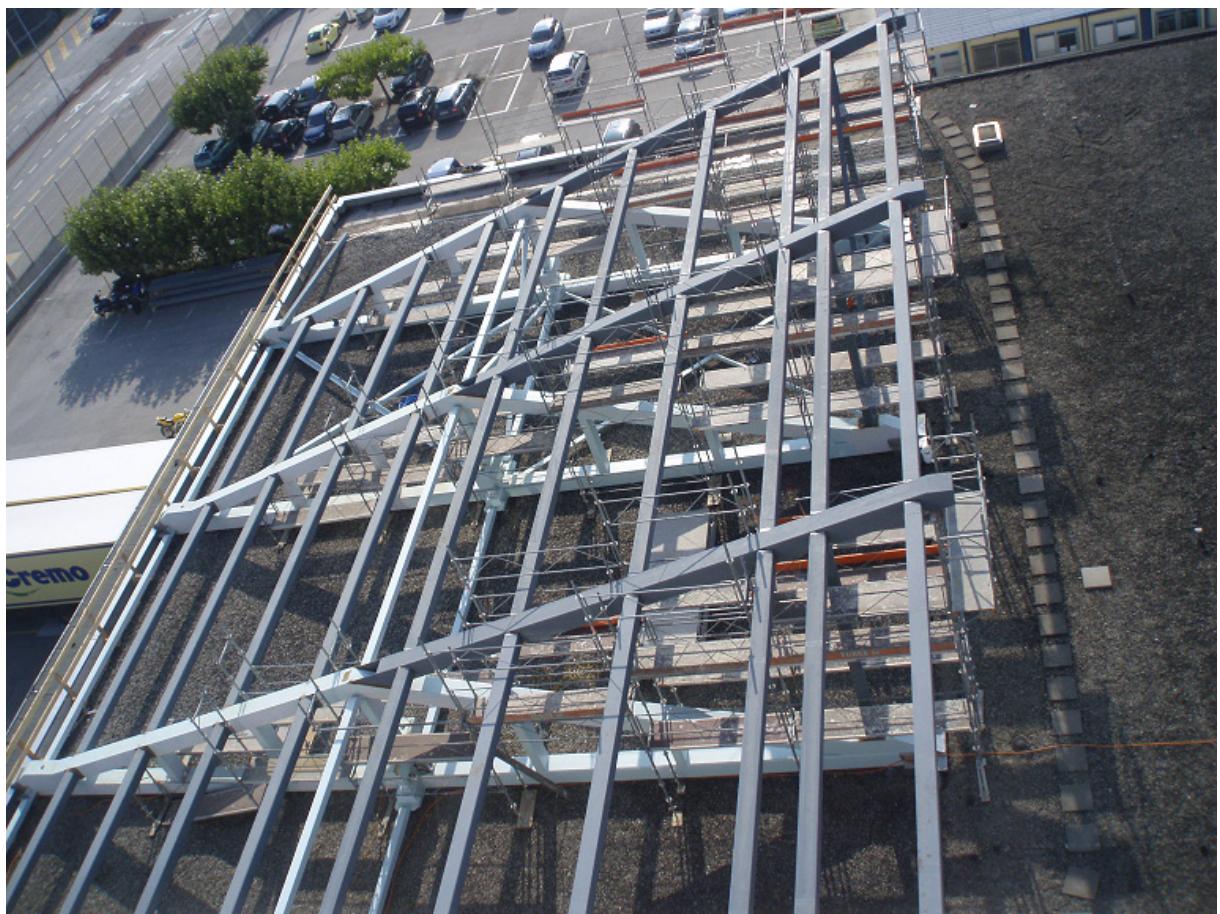
La charpente métallique supportant les collecteurs a été construite la base d'une structure existante servant à soutenir la toiture d'une halle de stockage réfrigérée.



Esquisse de la structure existante d'origine qui a été modifiée pour l'installation des collecteurs paraboliques.



Plan de la charpente métallique



Montage de la charpente métallique

### **Les collecteurs paraboliques**

L'installation est composée de 9 collecteurs paraboliques d'une longueur de 36.5 mètres équivalent à une surface de 64.6 m<sup>2</sup> chacun.



Montage des supports des collecteurs paraboliques





Installation prête pour la mise en place des collecteurs paraboliques

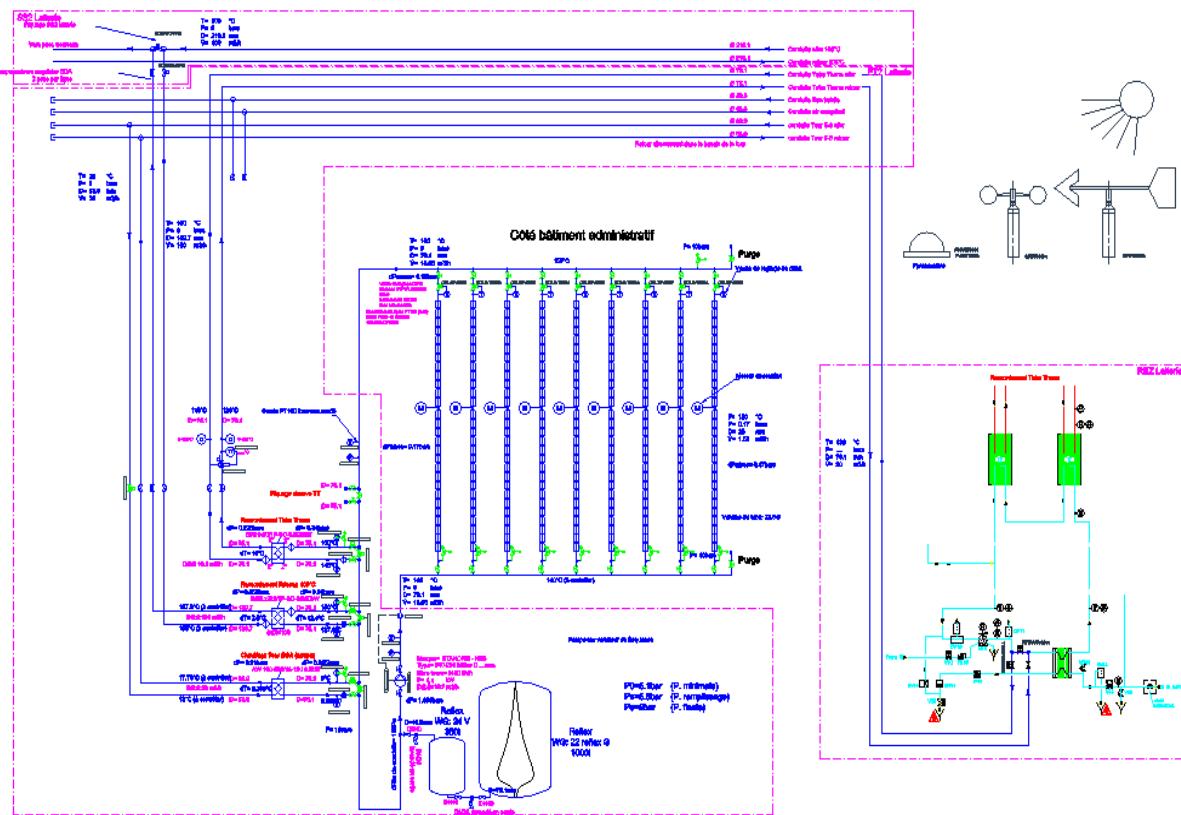


## Le circuit hydraulique

Le circuit hydraulique est composé d'un surpresseur puis d'un vase d'expansion. L'énergie produite par les collecteurs est récupérée au moyen de deux échangeurs, en fonction du besoin.

- Le premier sert à valoriser l'énergie pour la stérilisation de la crème à café. Température de fonctionnement : 150 °C.
  - Le deuxième est utilisé pour la valorisation de l'énergie produite dans le réseau d'eau chaude process de l'usine (nettoyage des installations, traitement thermiques sur les produits). Température de fonctionnement : 105 °C

Un troisième échangeur sert à réchauffer l'installation. En effet, pour des raisons de compatibilité avec le domaine alimentaire, nous avons décidé d'utiliser uniquement de l'eau comme fluide caloporteur. En cas de risque de gel, il est impératif de réchauffer le circuit. Pour ce faire, nous récupérons l'énergie des compresseurs de froid qui est dissipée par les tours de refroidissement de l'usine.



### **Le schéma hydraulique de l'installation.**



Le système d'échangeurs permettant la récupération de l'énergie en cours de réalisation



Système d'échangeurs servant à la récupération de l'énergie terminé



Gaine technique contenant les conduites de transport d'énergie

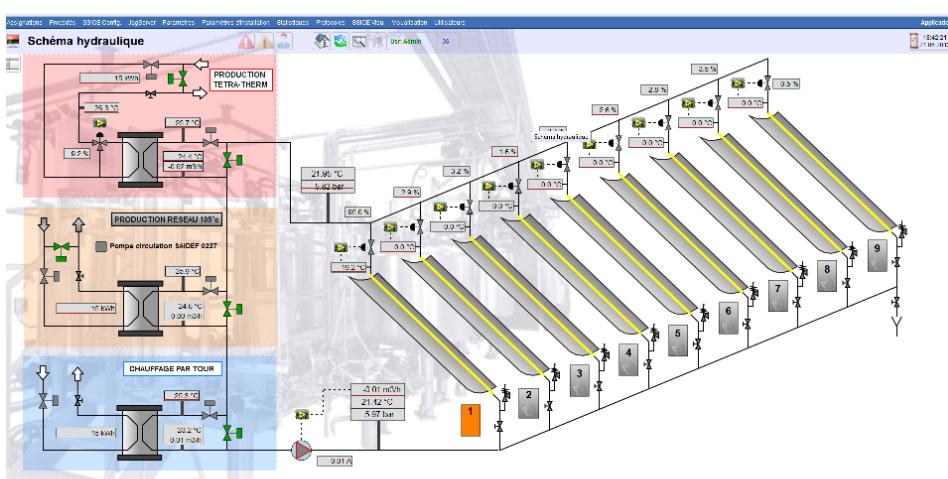
### La commande

Les collecteurs choisis sont livrés avec un système de commande permettant uniquement le pilotage et le positionnement des collecteurs paraboliques. A cette commande, il est nécessaire d'ajouter, au frais du client, un système permettant la supervision et la gestion de l'installation ainsi que d'en assurer l'acquisition des données pour les statistiques.

Toute la partie commande à mettre en place pour le pilotage des éléments du circuit hydraulique ainsi que la fourniture d'une alimentation de secours qui permettra de mettre les collecteurs en position de repos en cas de coupure de l'alimentation électrique est également au frais du client.

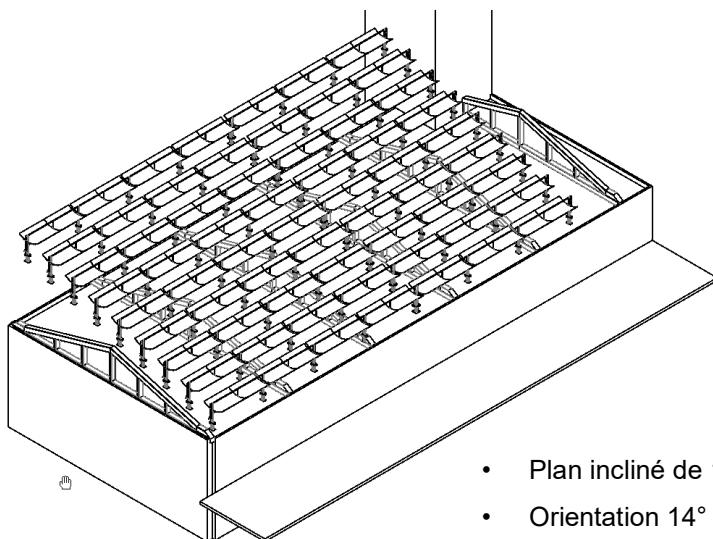


#### Armoire de commande de l'installation



## Système de visualisation

## Description de l'installation



- Plan incliné de 16°
- Orientation 14° axe E-W
- Installation de 9 collecteurs Cylindro-paraboliques d'une longueur de 36.5 mètre et de 64.6 m<sup>2</sup> pour une surface totale de 581.4 m<sup>2</sup>
- Température max. 220°C, utilisation prévue à 150°C
- Gain énergétique estimé : 197 Mwh /an
- Equivalent : 24'500 litres d'huile de chauffage
- Economie de 64.5 t de CO<sub>2</sub> rejetée dans l'atmosphère



## Paramètres mesurés

Les différents mesurés le sont au par l'intermédiaire de l'automate programmable qui enregistre, à intervalle de 10 minutes, toutes les valeurs analogiques. Les différents capteurs, étalonnés et certifiés, sont raccordés directement à l'automate.

Les données enregistrées, générées sous forme de fichiers au format \*.csv, sont exploitables avec des tableurs usuels (Excel, ...).

Sont mesurés et enregistrés les paramètres suivants :

Données globales : Date et heure  
Puissance fournie par l'installation

<u>Données météorologiques :</u>	Température extérieure
	Humidité extérieure
	Vitesse du vent
	Orientation du vent
	Radiation solaire (DNI) globale
	Radiation solaire (DNI) diffusée
	Radiation solaire (DNI) directe

Données collecteurs (9x) : Température de sortie du collecteur  
Consigne ouverture vanne régulation sortie collecteur

<u>Données circuit hydraulique:</u>	Débit pompe circulation
	Consigne débit pompe circulation
	Vitesse pompe circulation (0-100%)
	Température circuit entrée collecteurs
	Température circuit sortie collecteurs
	Pression circuit entrée collecteurs
	Pression circuit sortie collecteurs

<u>Données échangeurs (3x) :</u>	Température entrée échangeur Température sortie échangeur Débit sortie échangeur Puissance absorbée / restituée par l'échangeur
----------------------------------	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

La puissance totale produite est également protocolée journalièrement et annuellement.

**Nous nous octroyons le droit de modifier et d'adapter les paramètres enregistrés en fonction des besoins et des expériences cumulées.**

## Résultats / enseignements

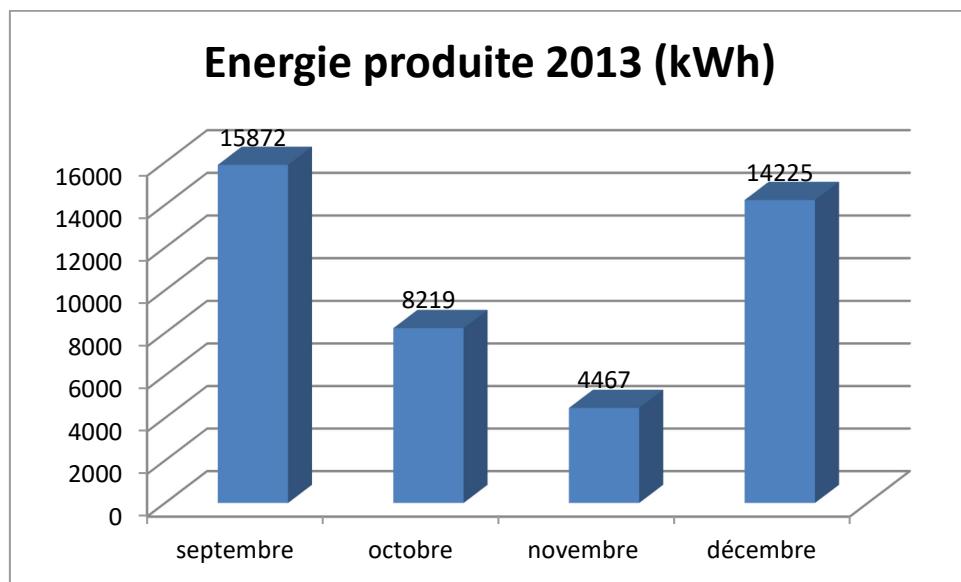
L'installation ayant été mise en service durant les mois de juillet et d'août 2013, de nombreuses coupures liées à des problèmes techniques relatifs à la mise au point de l'installation faussent les données et de ce fait je ne vais pas mentionner ces deux mois dans le rapport.

En rédigeant ce rapport, je me rends compte qu'il est très difficile d'effectuer une évaluation précise du rendement de l'installation sur des saisies de valeurs effectuée à un intervalle de temps fixe et ce, en raison des phases de préchauffage et de refroidissement de l'installation durant lesquelles l'énergie absorbée est restituée avec un décalage dans le temps, faussant le ratio puissance délivrée par l'installation / puissance théorique donnée par le pyranomètre.

Pour remédier à ce problème je vais modifier la programmation afin d'avoir un ratio énergétique journalier entre le potentiel d'énergie et l'énergie effectivement délivrée par l'installation avec un temps d'intervalle entre les saisies de valeurs beaucoup plus rapproché (style compteur d'énergie).

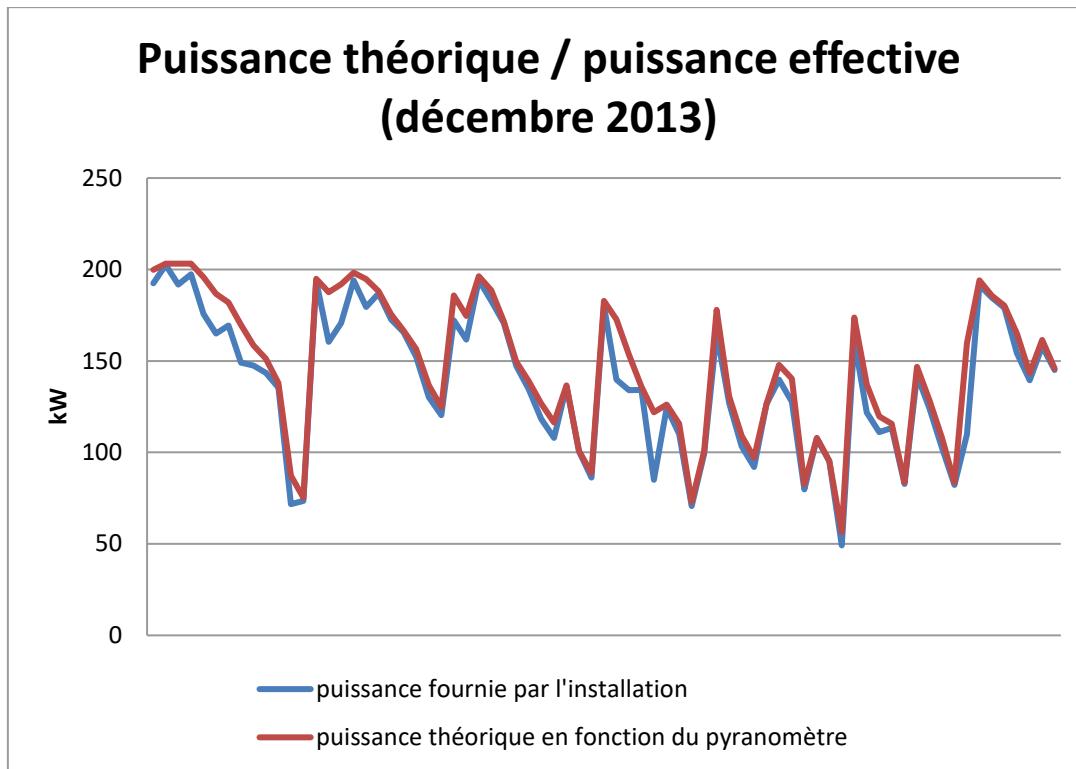
Etant encore en phase de mise en service, avec de nombreuses interruptions, le données 2013 sont à prendre avec prudence et reflètent très approximativement l'état réel de l'installation.

**L'énergie produite par l'installation en 2013 est de 89127 kWh (juillet à décembre).**



Comme mentionné ci-dessus, toutes les fonctions n'étaient pas implémentées lors de la mise en service d'où l'impossibilité d'avoir des détails sur la production d'énergie des mois de juillet et d'août.

## Discussion / évaluation des résultats / enseignements



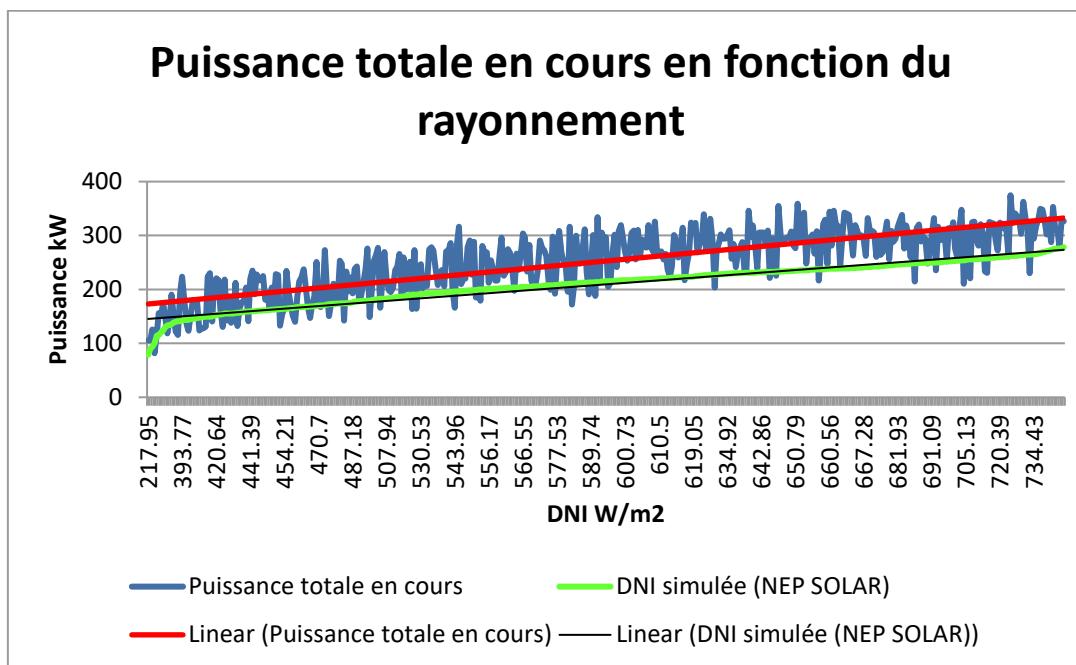
Le graphique ci-dessus nous montre la puissance fournie par l'installation en fonction de la valeur donnée par le pyranomètre.

La puissance calculée de l'installation en fonction de la DNI était la suivante :

700 W/m<sup>2</sup> DNI: 249 kW thermique

800 W/m<sup>2</sup> DNI: 289 kW thermique

900 W/m<sup>2</sup> DNI: 329 kW thermique



Le graphique ci-dessus nous montre que les résultats effectifs sont plus favorables que les prévisions.

## Problèmes généraux rencontrés

- Les conditions météorologiques hivernales peuvent s'avérer particulièrement défavorables. L'installation des collecteurs a du parfois être suspendue pour des raisons de sécurité.



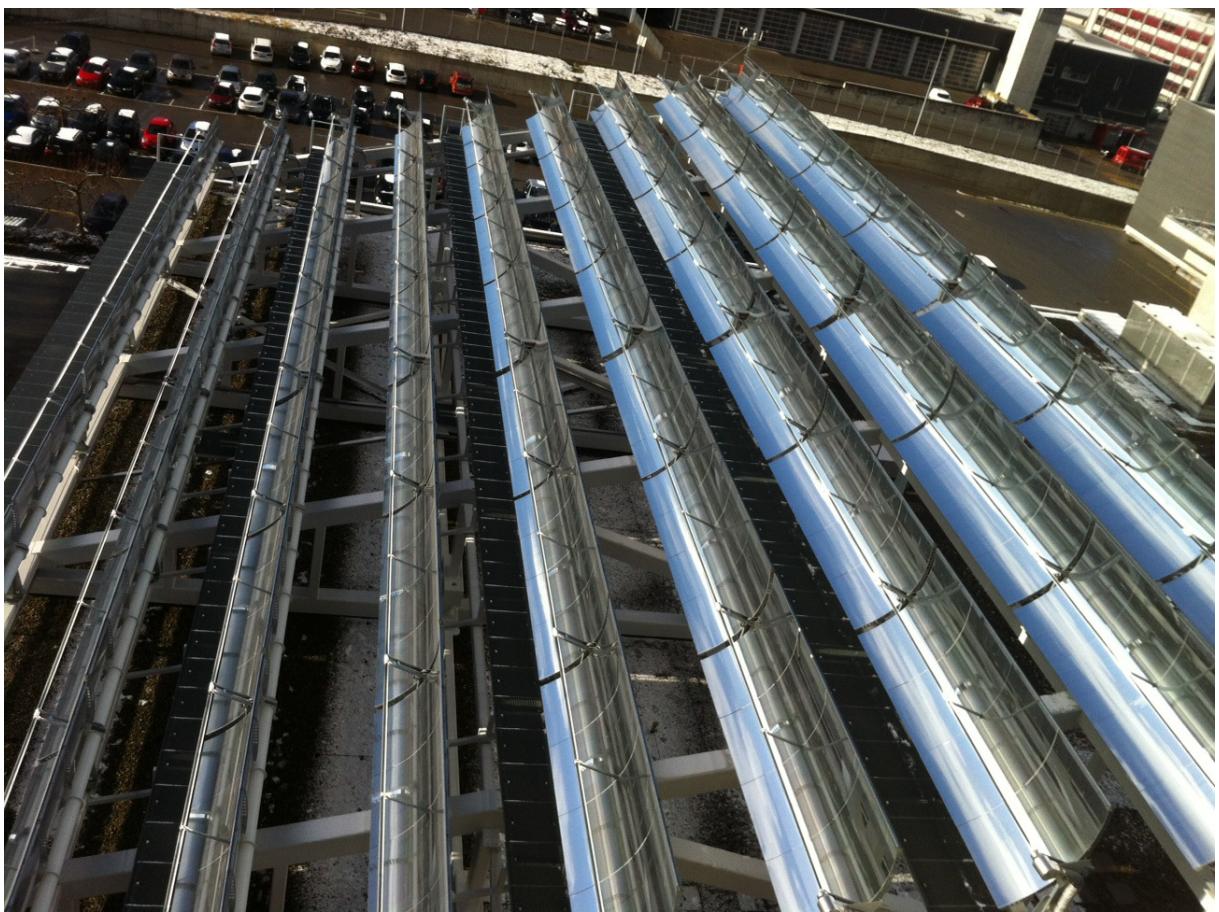
*Situation au 14.12.2012*

- Le montage des collecteurs s'apparente à la réalisation d'un gigantesque mécano à adapter sur place. Une grande partie des éléments délivrés par le fournisseur des collecteurs a dû être adaptée sur le site afin qu'ils puissent être assemblés. Plans incomplets, inadaptés à la situation.



- Planification du temps de réalisation des tâches de montage des collecteurs sous-estimée (temps, personnel, matériel nécessaire).
- Incompétence totale du fournisseur des collecteurs (suisse) en matière de programmation et de mise au point des automatismes. Programmeur étant en Australie d'où difficultés de soutien et collaboration efficace dues au décalage horaire.
- Manque de sérieux et de rigueur de la part du fournisseur des collecteurs solaires.
- Collecteurs = prototype = beaucoup de mauvaises surprises = budget initial faussé.
- Un problème lié à la qualité de l'eau du réseau solaire a provoqué un entartrage des vannes de régulation.

**Mais aujourd'hui ...**



## Conclusion et perspectives

En conclusion l'on peut écrire qu'aujourd'hui, le montage d'une telle installation, bien que très enrichissante, reste une aventure très fastidieuse, pleine d'inconnus et d'incertitudes pas à la portée de tout en chacun.

Les fournisseurs de collecteurs font part d'un certain « amateurisme » qui n'est pas toujours compatible avec la rigueur du milieu industriel actuel.

L'entreprise Cremo SA est cependant très contente d'avoir pu mettre en œuvre et réaliser ce projet qui prouve que l'énergie solaire, plus particulièrement le solaire thermique, a une place à jouer au sein des entreprises industrielles.



Cremo SA

P. Achermann, le 4 février 2014

[pascal.achermann@cremo.ch](mailto:pascal.achermann@cremo.ch)