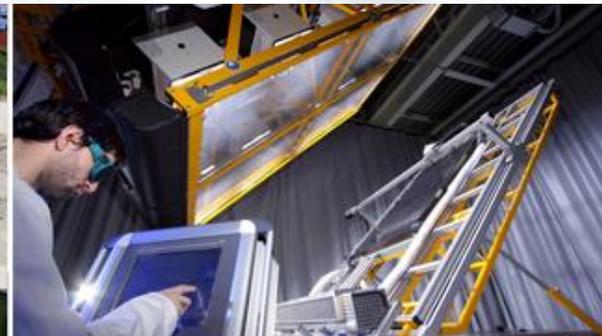


Pierre OBERLÉ
Expert solaire thermique et bâtiment
pierre.oberle@ines-solaire.org



Intégration du solaire thermique en réseaux de chaleur État des lieux de la pratique en France

Restitution de l'étude d'intégration du solaire thermique sur réseaux de chaleur des Hauts-de-France
Douai – 14/05/2019



- 1) Présentation de l'INES
- 2) Installations françaises
- 3) Outils d'aide à la conception
- 4) Formations
- 5) Groupes de travail
- 6) Questions

- 1) Présentation de l'INES**
- 2) Installations françaises
- 3) Outils d'aide à la conception
- 4) Formations
- 5) Groupes de travail
- 6) Questions

INES Plateforme Formation & Evaluation

► Formation

► Thématiques



Performance
énergétique des
bâtiments et
territoires



Solaire
photovoltaïque



Solaire
thermique

► Formats

Programme	Niveau	Qualification	Métier	Expertise	Durée
<ul style="list-style-type: none">• Sur catalogue (plus de 70)• Sur mesure	<ul style="list-style-type: none">• Formation initiale• Formation professionnelle• Formation de formateurs	<ul style="list-style-type: none">• Programmes professionnalisants• Programmes qualifiants	<ul style="list-style-type: none">• De la pratique du geste...• aux formations d'ingénierie	<ul style="list-style-type: none">• Des clés de la compréhension...• aux modules experts	<ul style="list-style-type: none">• D'une journée...• à plusieurs mois

► Moyens pédagogiques



Plateau
Solaires



Plateau
Bâtiment



Démonstrateur
Armadillo Box



Plateforme
e-learning

► Depuis 2004, plus de 12 000 personnes formées et 1 800 entreprises partenaires :

ADEME, CCCA BTP, ENSAM, CEA, MASEN, Cluster Solaire, Sunna Design, EDF, ENGIE, Vinci, Idex, Habitat Marseille Provence, Groupe Le Carré, Afabra, ST Microelectronics, Saint Gobain, Schneider Electric, Veolia, Dalkia, Cofely, OK Wind, Education Nationale, ENSAG...

► Évaluation

► Thématiques



Performance
énergétique des
bâtiments et
territoires



Solaire
photovoltaïque



Solaire
thermique

► Missions

Suivis instrumentés

- Contrôle de bon fonctionnement
- Analyse simplifiée
- Analyse détaillée

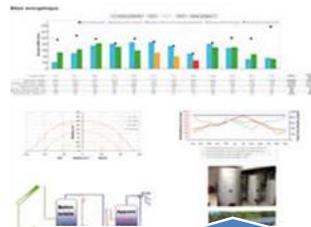
AMO

- Analyse de documents techniques
- Conseil
- Diagnostic
- Accompagnement au commissionnement

Expertise

- Études spécifiques
- Sapitage
- Rédaction de guides
- Collaboration à des instances nationales

► Exemples en solaire thermique



TélésuiWeb



SySTHEff



RCS Voreppe

- Depuis 2004, près de 150 installations suivies ponctuellement (12 programmes), et 400 suivies en continu : EvalSSC, Combisol, SolCombi2, GOSPELS, CESI optimisés, Maisons BBC, SySTHEff, SSC SolisArt, Emergence, EneRB'Alpes...

- 1) Présentation de l'INES
- 2) Installations françaises**
- 3) Outils d'aide à la conception
- 4) Formations
- 5) Groupes de travail
- 6) Questions

Installations françaises

► Grandes installations solaires thermiques

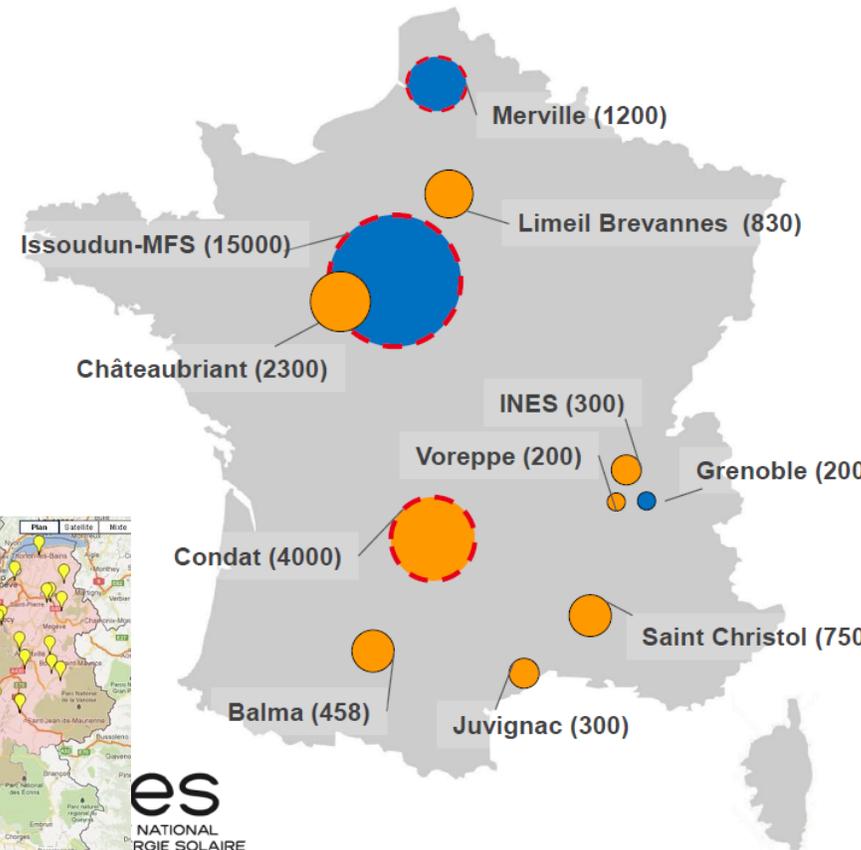
LSTS: Large Solar Thermal Systems (SDH and SHIP)

► État des lieux

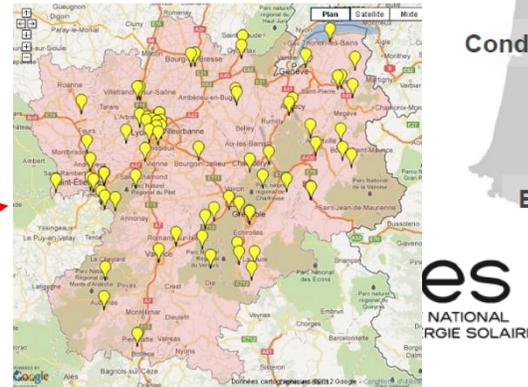
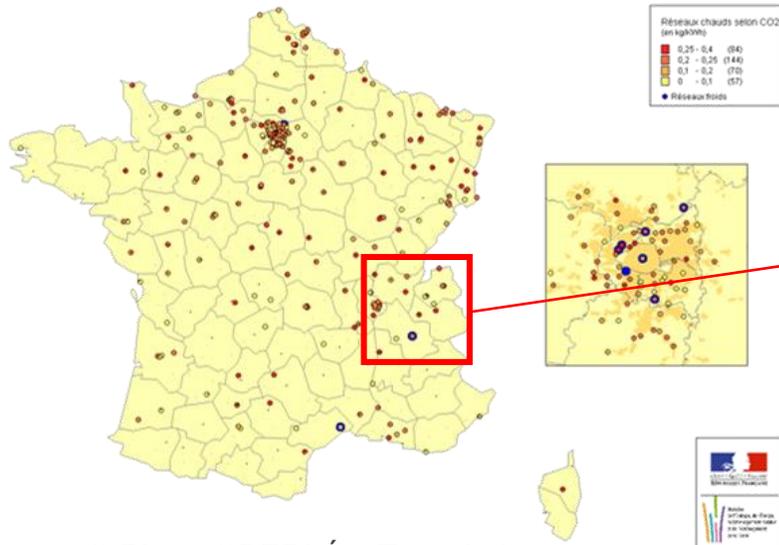
- 8 en service + 2 en construction
- Plusieurs en projet
- Forte dynamique depuis 2014 !

► Potentiel

- 830 réseaux de chaud > 1 MW recensés
- Plusieurs centaines de réseaux chaud > 1 MW



YEAR	UNIT [m²]
2014	458
2015	758
2016	1588
2017	1888
2018	9138
In Construction	+16400
Planned	+23000



Installations françaises

► Juvignac

► Projet

- Eco-quartier de 1 300 logements (majorité BBC)
- 1er habitants en 2013, \approx 4 500 habitants sur 10 ans
- Agglomération de Montpellier
- Objectif de couverture biomasse + solaire de 80% des besoins chauffage + ECS

COFELY
GDF SUEZ

CLIPSOL
GDF SUEZ



► Réseau existant

- Longueur = 1,6 km
- Consommations (2014) : \approx 3,5 GWh/an
- Chaudière bois 1,25 MW avec stockage 24 m³ + chaudière gaz d'appoint 2 MW
- Régime température = 75°C - 65°C toute l'année

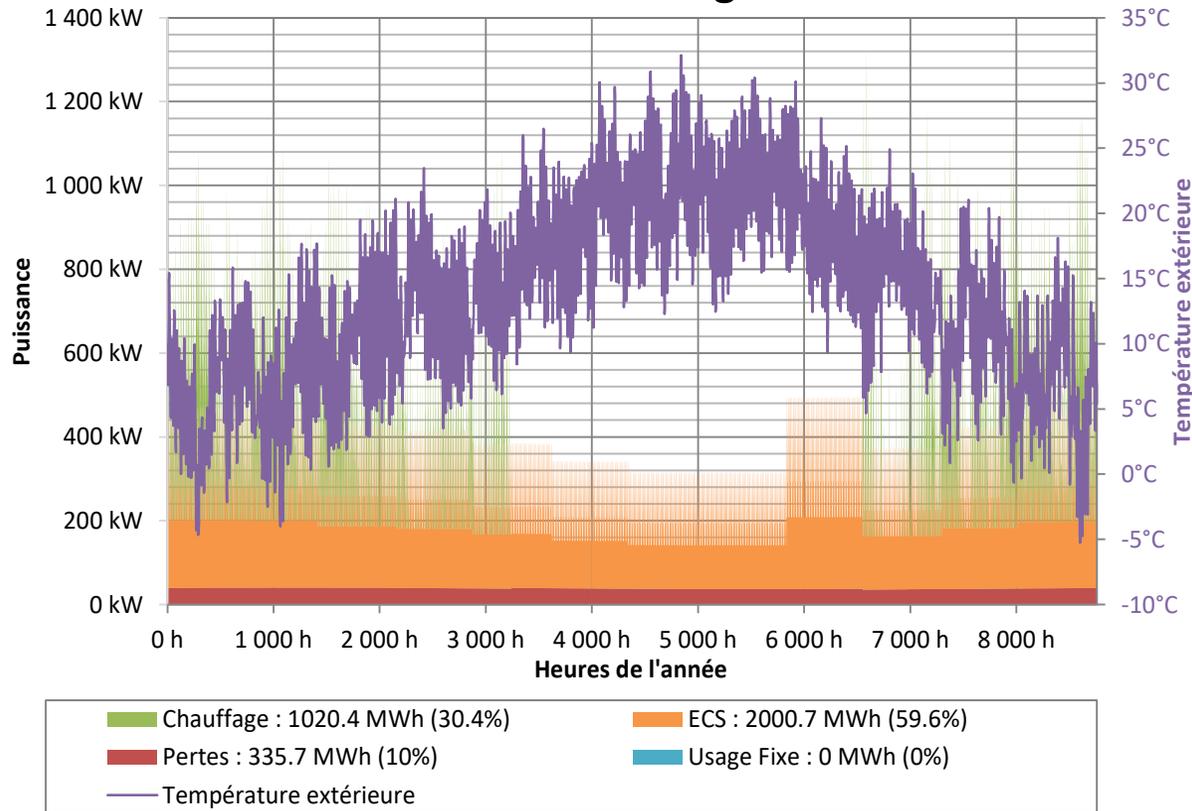


Installations françaises

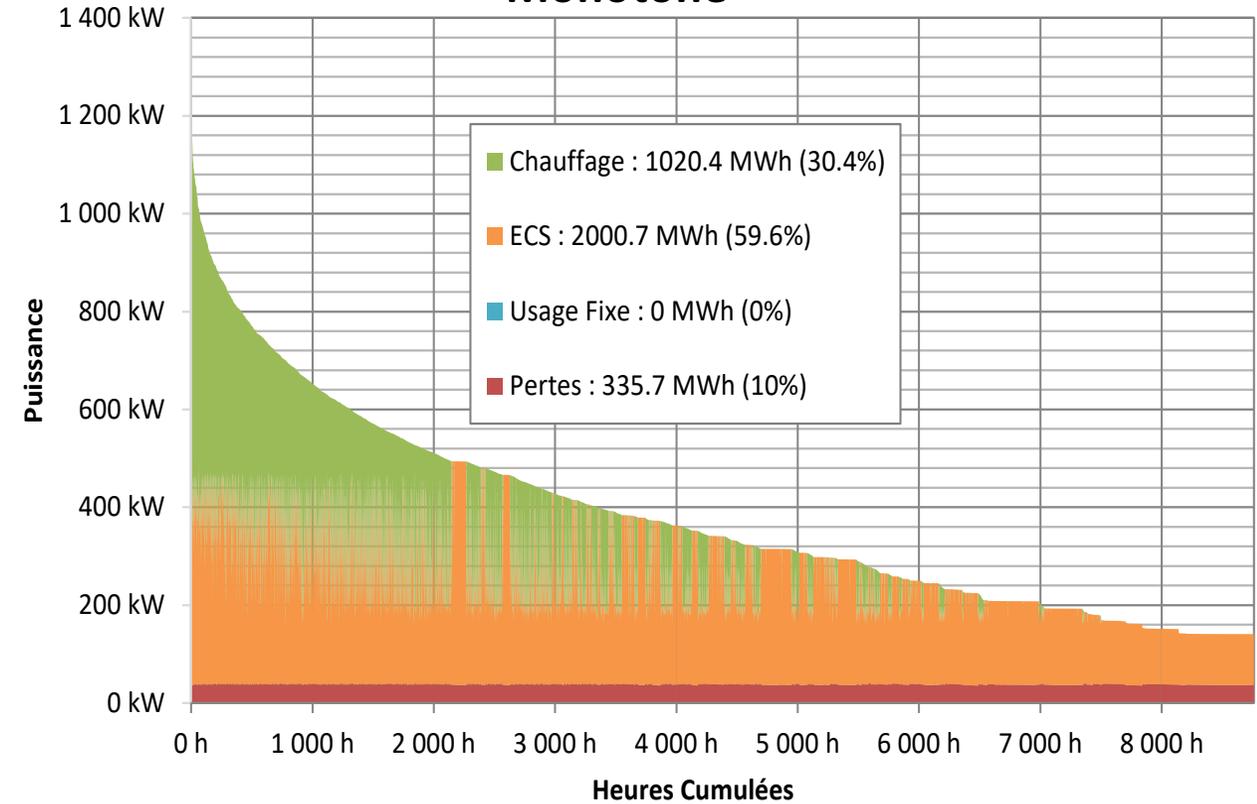
► Juvignac

► Besoins existants

Profil de charge

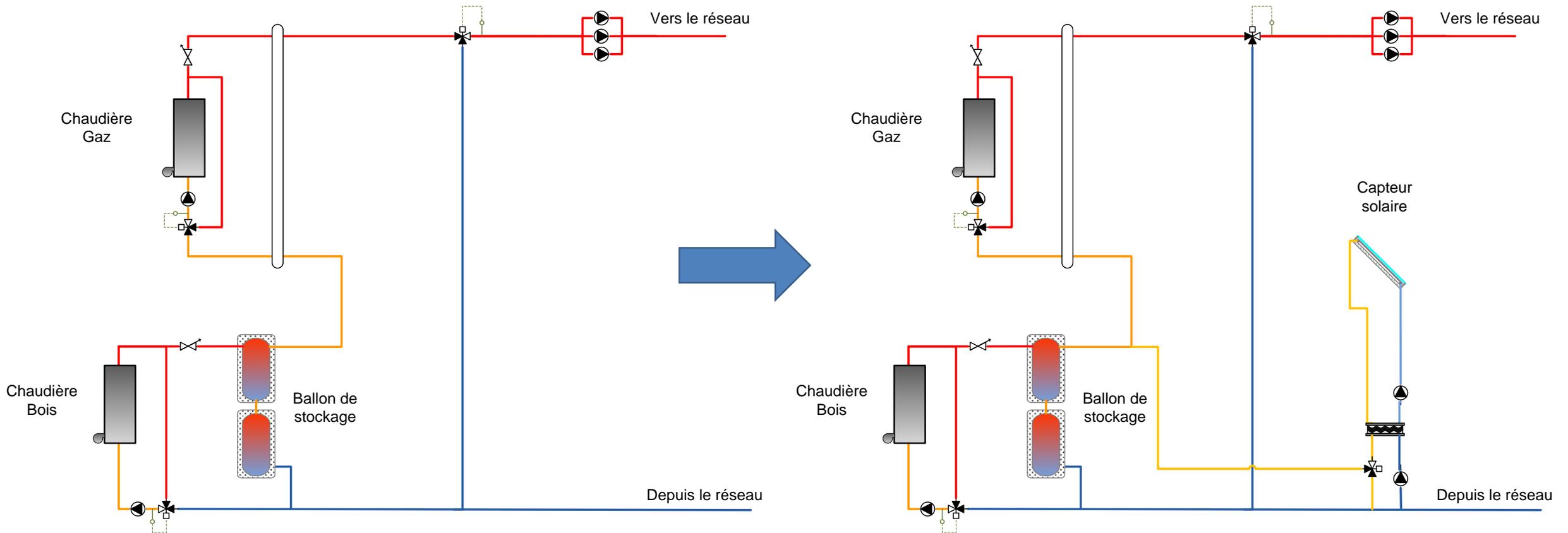


Monotone



► Juvignac

► Installation solaire

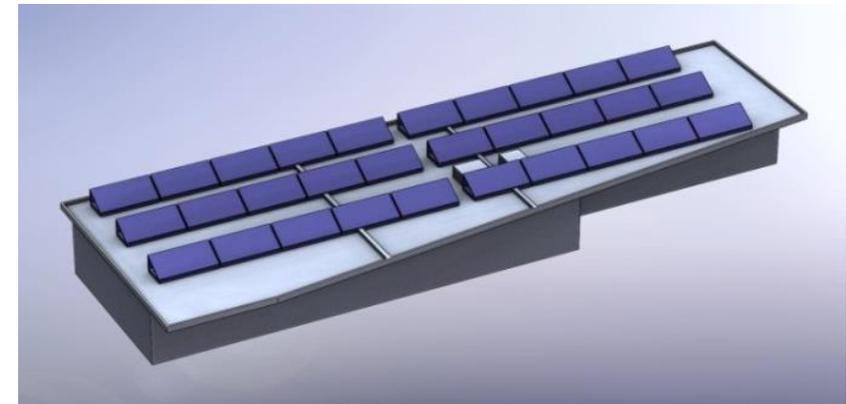


Installations françaises

► Juvignac

► Installation solaire

- 292 m² de capteurs plans inclinés à 30°, orientation 30°sud-est
- Installation en toiture sur la chaufferie
- Intégration retour-retour
- Irradiation Montpellier = 1 765 kWh/m²/an

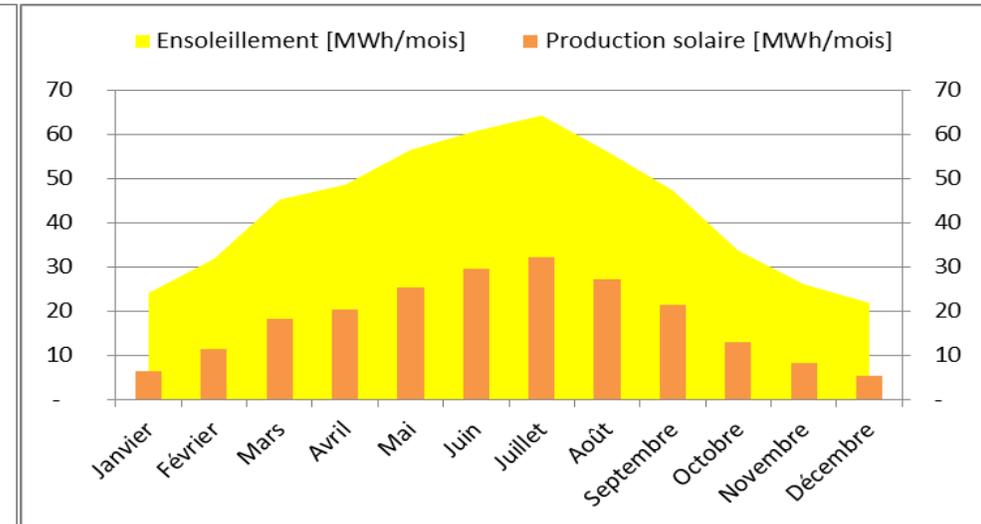
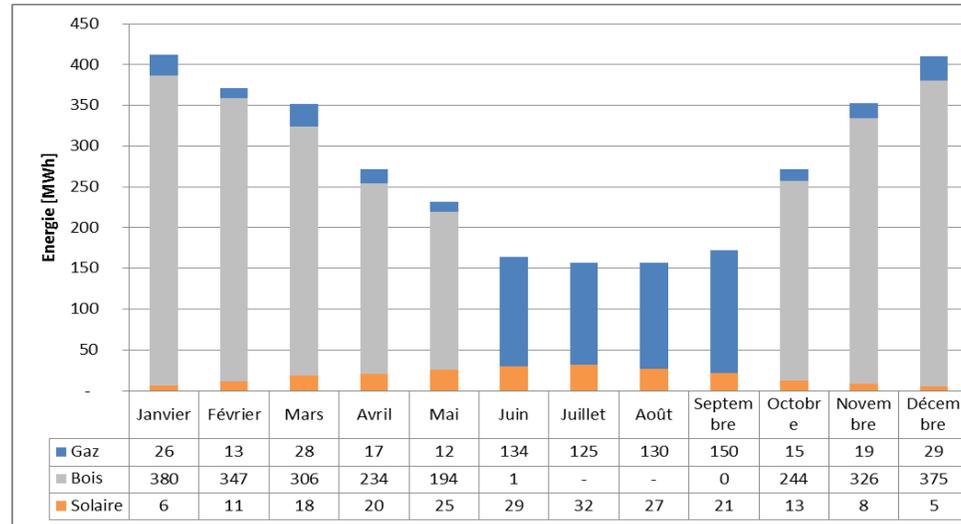


Installations françaises

► Juvignac

► Bilans attendus

- Couverture
Bois = 72,5 %
Gaz = 21 %
Solaire = 6,5 %



- LCOH
Actualisation = 4 %
Durée de vie installation solaire = 20 ans
Taux d'intérêt du prêt = 3,75 %

Surface de capteurs	292,5 m²
Productivité solaire	745 kWh/m²/an
Investissement (CAPEX)	146 k€
Hors TVA	500 €/m ²
Exploitation (OPEX)	2,3 k€/an
Hors TVA	
LCOH sans aide	61,0 €/MWh
Hors TVA	

Installations françaises

► Châteaubriant

► CHATEAUBRIANT

- **Collector area:** 2300 m²
- **Technologie:** double-glazed flat with serpentine
- **Storage:** 3x50 m³
- **Forecasted Solar Cover Rate:** 3.6%
- **Network temperature:** 75-95°C
- **Production source network:** wood, cogeneration, gas



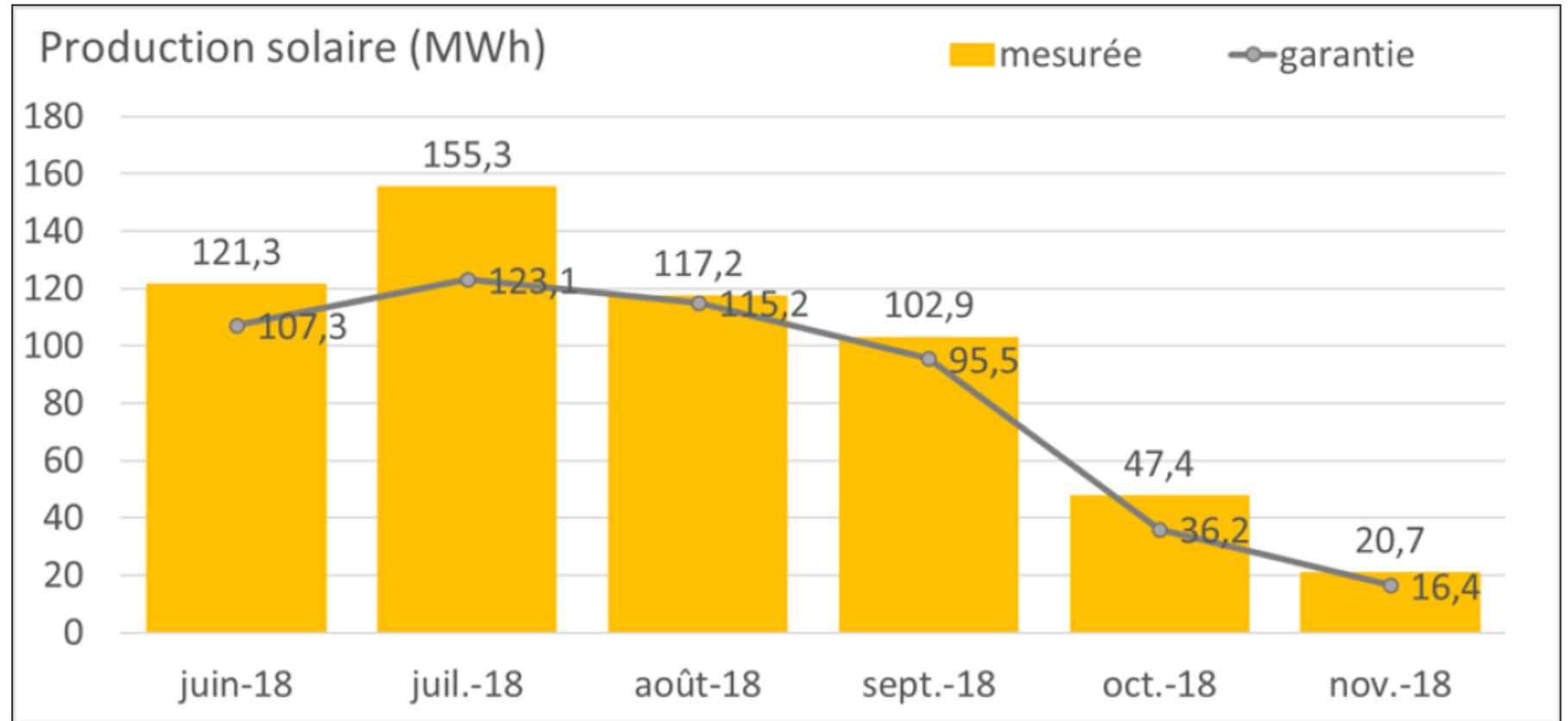
Started in June 2018

*« Large Thermal Solar
Installation laurate »
ADEME*



Installations françaises

► Châteaubriant



Production solaire cumulée du 07/06/2018 au 30/11/2018 : 564,8 MWh

► Condat

► CONDAT

- **Collector area** : 4000 m²
- **Panels**: Savosolar + tracker 1 axis
- **Solar Production**: 3900 MWh annual
- **SHIP** : paper mill
- **Temperatures**: 60 – 80°C
- Largest plant in France



newHeat

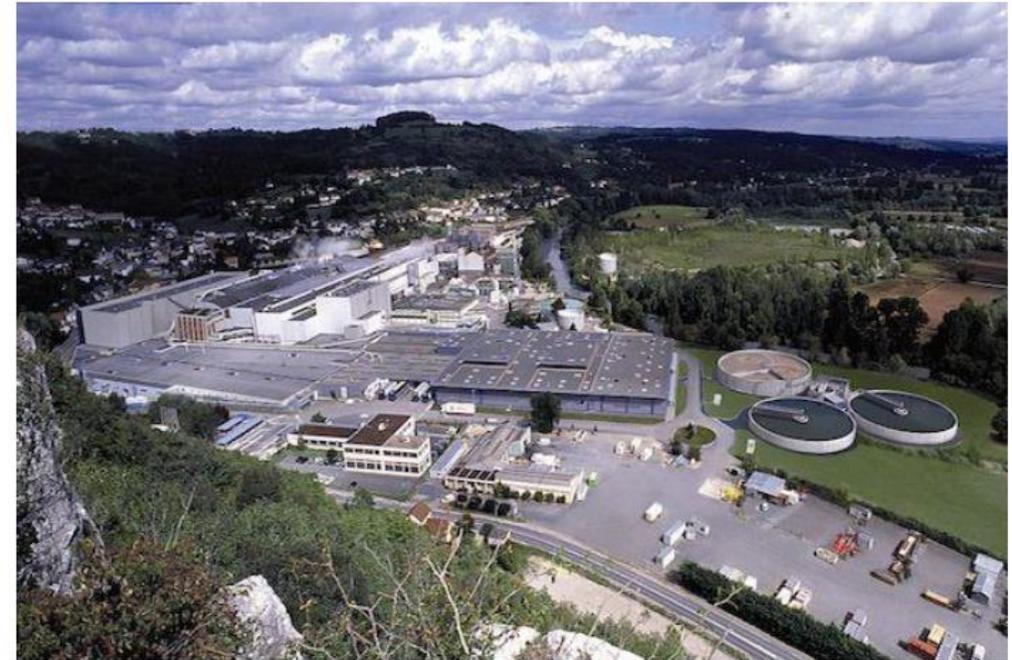
solar heat generation for industrial applications



« Large Thermal Solar
Installation laureate »
ADEME

Started beginning of 2019

Commissioning on-going



Press release in 2 weeks

Installations françaises

► Grenoble

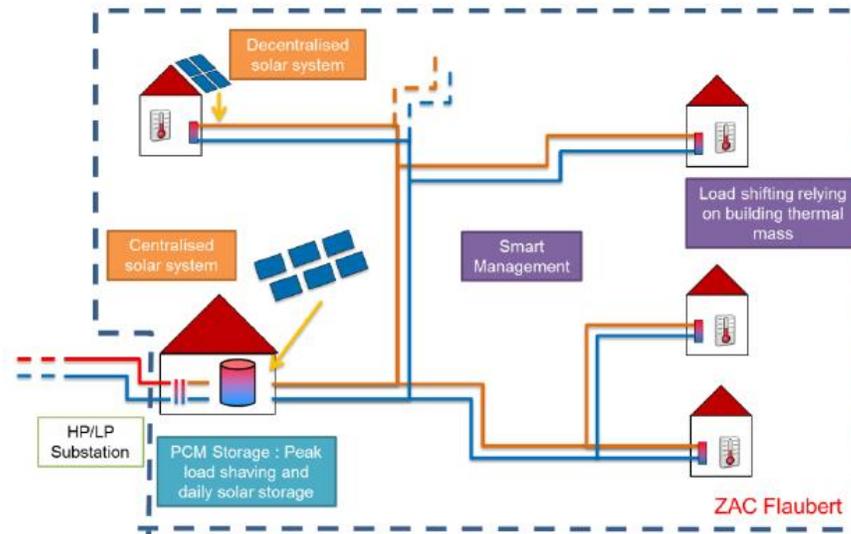
► GRENOBLE

- **Collector area** : 200 m²
- **Solar Production**: 100 MWh/yr
- **Auxiliary energy** : Main high pressure district heating
- **Innovative demonstrator** connected to a low pressure district heating:
 - solar energy,
 - PCM storage
 - smart control

Expected mid 2019



Co-funded by the European Union's Seventh Programme for research, technological development and demonstration



Installations françaises

► Issoudun

► MFS ISSOUDUN

- **Collector area:** around 15 000 m²
- **Technology:** flat plate collector
- **Storage :** 3 000 m³
- **SHIP : Malting plant**
- **Temperatures :** 50 - 70 °C
- **Solar production :** around 8 400 MWh



**Planned
beginning of 2020**



newHeat
solar heat generation for industrial applications

*« Large Thermal Solar
Installation laurate »
ADEME*



Installations françaises

► Projets aidés par l'AAP ADEME GIST

► Au 14/05/2019

- 19 projets déposés
- 6 porteurs de projet distincts
- 9 lauréats
- 63 000 m² aidés
- ≈12 M€ d'aides

► Edition 2018

	Industrie	Réseaux
Surfaces [m ²]	2 500 – 15 000	1 700 – 5 000
CAPEX [€/m ²]	350 - 540	450 - 700
LCOH hors aide [€/MWh]	45 - 95	70 - 80
% d'aide sur l'assiette éligible	52 - 59	50 - 58
TRI "conventionnel" ADEME	4 - 9%	5 - 10%

	2015	2016	2017 (total)	2018
Nombre de projets déposés	5	5	4 (dont 2 sur le même site)	6
Usage	<ul style="list-style-type: none"> • Logement social • Copropriété • RCU 	<ul style="list-style-type: none"> • RC • Prison • Agriculture (serres) 	<ul style="list-style-type: none"> • Industrie (papeterie + agroalimentaire) 	<ul style="list-style-type: none"> • RCU • Industrie (Agroalimentaire)
Nombre de projets lauréats	2	0 (manque de maturité des projets)	3	4
Nombre de m ² déposés	5 500 m ²	7070 m ²	20800 m ²	30 094
Montant d'aide engagé	1 300 k€	0 €	4 913 k€ (+500k€ d'AR)	5 642 k€

► Perspectives AAP ADEME GIST

► Dossiers à venir

- Clôture AAP le 24/05/2019

► Aides ADEME

- Aujourd'hui
 - 50-65% d'aides
 - 17-40 €/MWh d'aides
 - LCOH → 35-40 €/m²
- Valeur de 25 €/MWh annoncée dans les prochaines années

- 1) Présentation de l'INES
- 2) Installations françaises
- 3) Outils d'aide à la conception**
- 4) Formations
- 5) Groupes de travail
- 6) Questions

Outils d'aide à la conception

► Outils de calcul existants

► Spécifiques réseaux de chaleur solaire

Name	Developer	Availability	Short description
Dedicated SDH tools			
F-easy	PlanEnergi	Free download: www.solarkey.dk/f-easy/f-easy.xlsx	Yearly base, provides pre-sizing and economical figures to integrate solar in existing DH
Fjernsol-II (v145)	PlanEnergi	Free download: www.solarkey.dk/software.htm (only in Danish)	Hourly based calculations for Danish locations. Monthly based outputs, presizing + economical figures, comparison between several collectors
SOLID Concept tool	SOLID	Not in the full version	Monthly based, solar yield prediction + economical figures, comparison between several collectors
SDH Online Calculation Tool	SOLITES	Online application	Simple online tool for opportunity studies ; 2 types of solar integration: centralized and distributed
SUNSTORE-4	CIT Energy Management	Free	Feasibility Evaluation Tool Yearly base, provide pre-sizing and economical figures

► Génériques

Generic tools			
ENERGY PRO	EMD International A/S	Free demo version (no saving ability and "demo" printed on output pages) www.emd.dk/energyPRO	SDH system model to be created (The modules "DESIGN" and "FINANCE" are the main ones necessary.)
POLYSUN®	VelaSolaris	Free demo version on the website	SDH system model to be created
TRNSYS	University of Wisconsin Madison, USA	http://www.trnsys.com/	Dynamic Simulation tool SDH system deck to be created
RETSCREEN	Natural Resources Canada	Free download French and English version	Excel based SDH model has to be created

- Plus d'informations : <http://solar-district-heating.eu/ServicesTools/SDHcalculationtools.aspx>

Outils d'aide à la conception

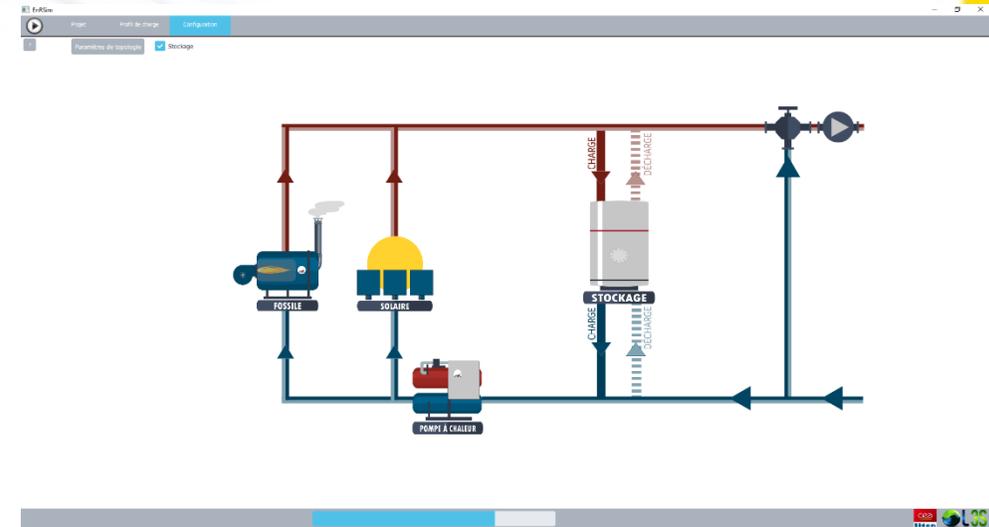
► EnRSim

► Contexte

- Projet R&D soutenu par l'ADEME
- INES CEA / INES PFE / INDDIGO

► Contenu

- Aide à la conception et au dimensionnement
- Simulation dynamique (horaire) de sources EnR sur réseau
- Outil gratuit, diffusion publique le 25/09/2019



► ISoRC

► Contexte

- Projet R&D soutenu par l'ADEME
- Tecsol / NewHeat / LaTep (Université de Pau)

► Contenu

- Optimisation de la conception champ solaire et de l'exploitation
- Simulation dynamique, résolution par fonction objectif
- Outil non encapsulé, sortie prévue fin 2021



Outils d'aide à la conception

► Guide *Les réseaux de chaleur solaire dans les opérations d'aménagement*

► Contenu

- Opportunités, conseils et bonnes pratiques
- Outils simples d'aide à la pré-conception
- A destination des aménageurs

► Versions

- Guide « papier » : <http://eco-quartiers.fr/#!/fr/espace-infos/actualites/2015/10/smart-grid-solaire-thermique-238/>
- Outil interactif en ligne : *Développement en cours... bientôt sur le site de l'INES*

► Ressources projets *SDH* et *SDHp2m*

<http://solar-district-heating.eu>

► Contenu

- Études de cas
- Guides
- Outils de calcul
- Annuaire



This project is supported by:
INTELLECTUAL ENERGY
CLUSTER

- 1) Présentation de l'INES
- 2) Installations françaises
- 3) Outils d'aide à la conception
- 4) Formations**
- 5) Groupes de travail
- 6) Questions

► Formation *Grandes installations solaires thermiques - Réseaux de chaleur et process* www.ines-solaire.org/formation/!/formation/grandes-installations-solaires-thermique-reseaux-de-chaleur-et-process/

► Objectifs

- Connaître les règles de conception et dimensionnement des grands champs solaires

- Savoir identifier les valorisations potentielles du solaire thermique dans les process et réseaux de chaleur

- Savoir intégrer la chaleur solaire dans ces applications

- Disposer de critères pour choisir des équipements et configurations performants

► Public

Décideurs

- Maîtres d'ouvrage

Concepteurs

- Bureaux d'études

Opérationnels

- Installateurs
- Exploitants

► Format

- 2 jours
- Prochaine session en septembre 2019



► Formation *Grandes installations solaires thermiques - Réseaux de chaleur et process*

► Programme de la journée Réseaux de chaleur

1) Contextes français et international des RC

2) Techniques d'intégration du solaire sur le réseau

- Installations centralisées et décentralisées
- Stockages journaliers et intersaisonniers
- Injections départ/départ, retour/départ et retour/retour

3) Technologies de composants

- Capteurs
- Stockage en ballons
- Stockages en réservoirs, forages et nappes

4) Portfolio

5) Études de cas

- Réseaux de chaleur solaire français
- Prédimensionnement d'une installation solaire sur RC



Les réseaux de chaleur en France

- **Inventaire des réseaux de chaleur et de froid :**
 - 830 réseaux de chaud (>1MW)
 - 16 réseaux de froid (> 3MW)
 - De nombreux réseaux plus petits...

Stockage de l'énergie

- **Stockage moyen/long terme :**
 - Tank thermal energy storage (TTES) (60 to 80 kWh/m³)
 - Pit thermal energy storage (PTES) (50 to 80 kWh/m³)
 - Borehole thermal energy storage (BTES) (15 to 30 kWh/m³)
 - Aquifer thermal energy storage (ATES) (30 to 40 kWh/m³)

Le réseau de chaleur des Arcs 1600

- **Influence de la surface de capteurs solaires :**
 - 4 surfaces de capteurs solaires plan haute température
 - 600 m², 1000 m², 1500 m² et 2500 m²
 - 4 volumes de stockages (ajustés afin d'éviter les surchauffes du circuit solaire) :
 - 5 m³, 50 m³, 100 m³ et 300m³

	Plan HT 600 m ² -5 m ³	Plan HT 1000 m ² -50 m ³	Plan HT 1500 m ² -100 m ³	Plan HT 2500 m ² -300 m ³
■ Besoins réseau	7173	7174	7174	7174
■ Énergie solaire	298	407	743	1217
■ Apport réseau	6875	6667	6431	5957

Le réseau de chaleur solaire de Juvignac

- **Données techniques sur le réseau existant**
 - **Monotone du réseau :**
 - Chauffage : 1020.4 MWh (30.4%)
 - ECS : 2000.7 MWh (59.6%)
 - Usage Fixe : 0 MWh (0%)
 - Pertes : 335.7 MWh (10%)

Le réseau de chaleur des Arcs 1600

► **Impact de la surface de capteurs solaires :**

Plan HT	Plan HT 600 m ² -5 m ³	Plan HT 1000 m ² -50 m ³	Plan HT 1500 m ² -100 m ³	Plan HT 2500 m ² -300 m ³
■ Taux d'économie d'énergie solaire	~4.0%	~6.0%	~10.0%	~15.0%

Formation INES - 02/02/17

Installation solaire centralisée

Le réseau de chaleur solaire de Juvignac

Outil de Calcul Simplifié OCaSim SDH

► Formation *Intégration du solaire thermique en réseaux de chaleur*

► Objectifs

- Connaître contexte et enjeux de l'intégration du solaire sur RC
- Savoir réaliser une étude d'opportunité de RC solaire
- Maîtriser le dimensionnement d'une installation
- Être capable de concevoir une installation
- Connaître l'exploitation, l'entretien et la maintenance d'un RC solaire
- Savoir choisir et mettre en œuvre un suivi instrumenté d'installation
- Appréhender le commissionnement d'une centrale solaire sur RC

► Public

- Bureaux d'études expérimentés en RC et/ou ST
- Concepteurs débutants de réseaux de chaleur solaire

► Format

- 2 jours
- Intervention de pionniers européens et français des RCS
- Prochaine session fin 2019



SOLAIRE THERMIQUE SUR RESEAUX DE CHALEUR

ATOUTS DE LA FORMATION

- Intervention de spécialistes internationaux de solaire thermique et réseaux de chaleur
- Retours d'expériences françaises et européennes
- Présentations opérationnelles de leur savoir technique

OBJECTIFS

- Connaître contexte et enjeux de l'intégration du solaire sur réseaux de chaleur
- Savoir réaliser une étude d'opportunité de réseaux de chaleur solaire
- Maîtriser le dimensionnement d'une installation
- Être capable de concevoir une installation
- Connaître l'exploitation, l'entretien et la maintenance d'un réseau solaire
- Savoir choisir et mettre en œuvre un suivi instrumenté d'installation
- Appréhender le commissionnement d'une centrale solaire sur réseaux de chaleur

PUBLIC

- Bureaux d'études expérimentés en réseaux de chaleur et/ou solaire thermique
- Concepteurs débutants de réseaux de chaleur solaire

PREREQUIS

- Maîtriser les fondamentaux de la conception des installations solaires thermiques
- Connaître les bases de fonctionnement des réseaux de chaleur

INTERVENANTS

- Wimold GEMET - Ingénieur Réseau de Chaleur - INECCO (France)
- Armand LE SOHN - Chef de projet solaire - TRECOT (France)
- Jan Erik NIELSEN - Expert solaire - PlanEnergy (Danemark)
- Carlo PAULI - Ingénieur Réseau de Chaleur Solaire - CEA INES (France)
- Mark SCHUBERT - Chef de projet solaire - S O L I D (Autriche)

METHODES PEDAGOGIQUES

- Exposés théoriques
- Études de cas
- Retours d'expériences
- Logiciels de calcul

VALIDATION

- Attestation de stage
- Tout de validation des acquis

DUREE

- 2 jours / 14 heures

LIEU

- INES Plateforme Formation & Qualibat - Séminar-Helios
- 60 avenue Luc Léman 73070 LE BOURGET DU LAC

700 € nets de taxes

SOLAIRE THERMIQUE SUR RESEAUX DE CHALEUR

PROGRAMME - JOUR 1

HEURE	PROG	INTERVENANT
08:00 - 09:00	Accueil	
09:00 - 09:30	CONTEXTE ET ENJEUX	CEA INES
09:30 - 10:45	ÉTUDE D'OPPORTUNITÉ	INECCO
	<ul style="list-style-type: none"> Choix du type d'intégration Éléments dimensionnels, aperçu des coûts Mode d'intégration et sa production dans une production existante Spécification et contractual Éléments environnement 	
10:45 - 11:00	Pause	
11:00 - 11:30	RETOUR D'EXPERIENCE DE CHATEAUBRIANT (17)	Tecsol
	<ul style="list-style-type: none"> Étude d'opportunité 	
11:30 - 12:30	CAS D'ÉTUDES AU DANEMARK	PlanEnergy
	<ul style="list-style-type: none"> De l'étude d'opportunité au permis de construire Analyse de l'impact 	
12:30 - 13:00	Pause déjeuner	
13:00 - 13:30	DIMENSIONNEMENT D'INSTALLATION (12)	PlanEnergy
	<ul style="list-style-type: none"> Méthode Données nécessaires Coûts de charge Appréhension multifonctionnelle Coût de la chaleur, ses incertitudes 	
13:30 - 13:45	RETOUR D'EXPERIENCE DE CHATEAUBRIANT (20)	Tecsol
	<ul style="list-style-type: none"> De la consultation des entreprises à la garantie de résultats solaires 	
13:45 - 13:50	Pause	
13:50 - 14:30	DIMENSIONNEMENT D'INSTALLATION (22)	PlanEnergy
	<ul style="list-style-type: none"> Étude de cas détaillée avec 2 scénarios 100 % de couverture solaire et stockage intersaisonnier Exercices sur l'outil de calcul EnerPro® Appréhension techniques de base de dimensionnement 	
14:30 - 15:00		

700 € nets de taxes

- 1) Présentation de l'INES
- 2) Installations françaises
- 3) Outils d'aide à la conception
- 4) Formations
- 5) Groupes de travail**
- 6) Questions

Groupes de travail

► Tâches AIE

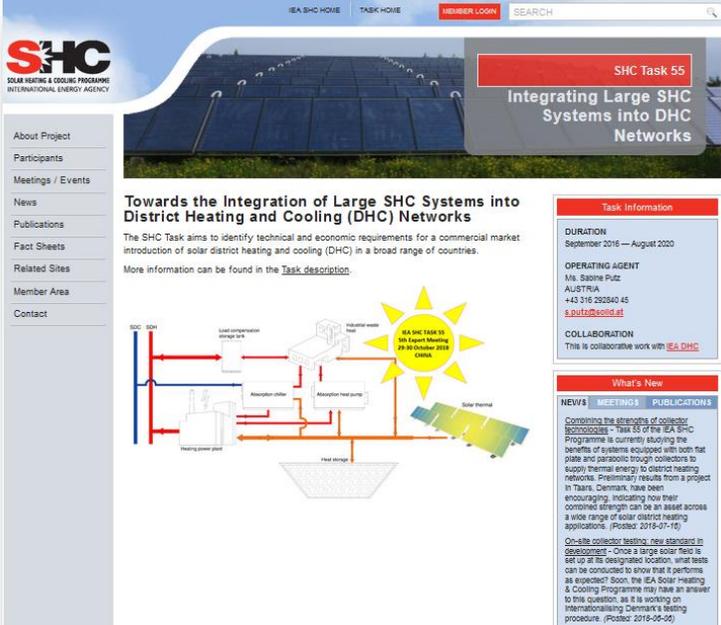
<http://task55.iea-shc.org/>

► Contributions

- Groupes de travail international SHC
- Participation d'acteurs français
- Contributions bienvenues, adossables à des projets soutenus par l'ADEME

► Contenu

- Travaux sur les volets technique, économique, politique et communicationnel
- Tâche 55 (RCS), tâche 62 (gestion de l'eau)...



The screenshot shows the website for SHC Task 55, titled "Integrating Large SHC Systems into DHC Networks". The page features a navigation menu on the left with links for "About Project", "Participants", "Meetings / Events", "News", "Publications", "Fact Sheets", "Related Sites", "Member Area", and "Contact". The main content area includes a header with the SHC logo and the task title, followed by a sub-header "Towards the Integration of Large SHC Systems into District Heating and Cooling (DHC) Networks". Below this is a brief description of the task's goals and a link to the "Task description". A central diagram illustrates the integration of solar thermal systems with district heating and cooling networks, showing solar collectors, storage tanks, and distribution pipes. On the right side, there is a "Task information" box with details on duration (September 2016 - August 2020), operating agent (Ms. Sabine Putz, Austria), and collaboration with IEA DHC. Below this is a "What's New" section with news and publications.

► Journée ADEME 25/09/2019

- Séminaire sur le retour terrain des premières installations solaires





Merci de votre attention