



SOLCOOL

CLIMATISATION ET CHAUFFAGE PAR COMBI-SYSTEME

Rapport annuel 2007

Auteur et coauteur	S. Citherlet et C. Hildbrand
Institution mandatée	Haute Ecole d'Ingénierie et de Gestion du Canton de Vaud (HEIG-VD/LESBAT)
Adresse	Rte de Cheseaux 1
Téléphone, e-mail, site Internet	Tél.: 024 / 557 63 54, stephane.citherlet@heig-vd.ch
N° projet / n° contrat OFEN	152'645
Responsable OFEN du projet	Jean-Christophe Hadorn
Durée prévue du projet (de - à)	Octobre 2007 à décembre 2009
Date	20 décembre 2007

RÉSUMÉ

Dans le cadre de la Tâche 38 de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE), nous avons effectué durant l'année 2007 les points suivants :

- Finalisation du schéma de principe du banc d'essais qui sera installé au centre St-Roch de la HEIG-VD
- Acquisition de la machine à adsorption Sortech
- Conception de l'installation de cette machine sur le stand qui permettra de faire fonctionner le système de manière reproductive, ceci grâce à l'intégration de simulations TRNSYS dans la boucle de commande et d'acquisition.
- Participation aux séances de la Tâche 38 de l'AIE. Des contacts ont été pris pour les différents points traités par notre projet. En particulier, l'analyse environnementale (LCIA) de l'installation de climatisation solaire à adsorption qui sera comparée à une installation standard de climatisation. Des partenaires sont intéressés à utiliser le logiciel Eco-BAT développé par le LESBAT.

Buts du projet

La Tâche 38 de l'Agence Internationale de l'Energie (AIE) a été définie dans le cadre du programme Solar Heating and Cooling. Cette Tâche, intitulée *Solar Air-Conditioning and Refrigeration* (réfrigération et climatisation solaire), a comme principal objectif de mettre en œuvre des mesures pour une introduction accélérée sur le marché des systèmes de climatisation et de réfrigération solaires.

Notre projet a pour objectif de démontrer le potentiel d'une installation permettant de produire de l'eau chaude pour le chauffage et/ou l'ECS en hiver et pour la climatisation en été à partir d'un combi-système commercialisé et modifié sur lequel s'ajouterait une installation de froid par adsorption.

Un nouveau stand sera installé dans les nouveaux laboratoires du LESBAT à St-Roch. Le cœur du stand étant une machine à adsorption achetée à l'entreprise SORTECH (D). Cette machine sera raccordée à :

- 1 circuit émulant les capteurs solaires (puissance 20 kW)
- 1 circuit émulant le bâtiment (puissance 10 kW)
- 1 circuit d'évacuation de la chaleur avec aéro-refroidisseur (puissance 14.4 kW)

Le stand sera équipé d'éléments de mesures (débit, température) afin de pouvoir faire des bilans d'énergie selon des conditions météorologiques définies.

La participation du LESBAT à la Tâche 38 se fait au niveau des sous-tâches A (systèmes compacts), C (simulation) et D (écobilan).

La mise en place du stand, les mesures ainsi que l'analyse du fonctionnement entrent dans la sous-tâche A de la Tâche 38.

Notre participation à la sous-tâche C consistera à reprendre un modèle de simulation utilisé par le Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems ISE de Freiburg (D), et à l'adapter afin que nous puissions modéliser la machine Sortech.

Enfin, nous souhaitons apporter nos connaissances et notre expérience dans l'étude des impacts environnementaux des systèmes de climatisation solaire. Pour ce faire, nous participons à la sous-tâche D de la Tâche 38. Nous avons prévu d'analyser les impacts environnementaux d'une installation fonctionnant avec la machine Sortech et de comparer ces impacts à une installation fonctionnant avec un système de climatisation conventionnel (système à définir).

Pour 2007, il était prévu de :

- Terminer le schéma de l'installation
- Débuter l'installation de la machine Sortech sur le stand de mesures.

Travaux effectués et résultats acquis

1) Le schéma de principe de l'installation complète a été terminé (cf. Figure 1). Il contient la machine Sortech et son circuit de refroidissement, l'émulateur du bâtiment, l'émulateur solaire, et le combi-système Arpège. L'annexe 1 donne quelques informations concernant la machine Sortech.

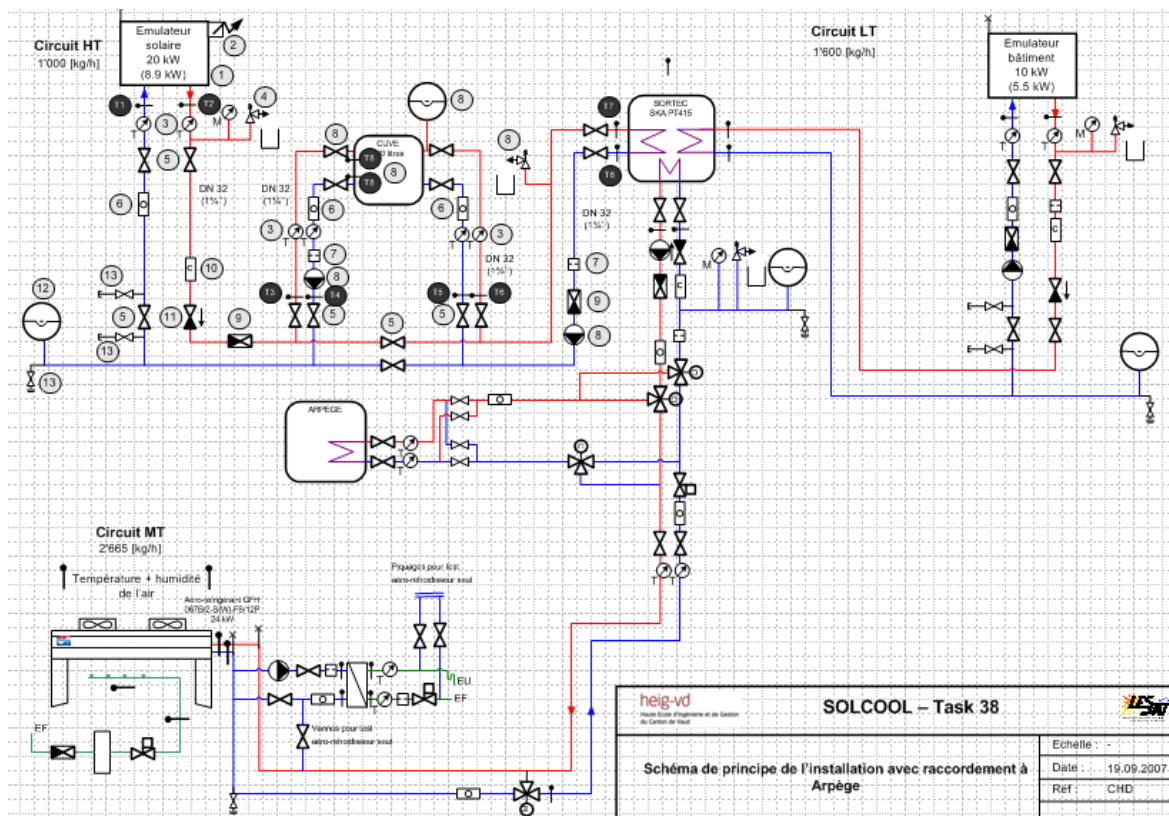


FIGURE 1 SCHEMA DE L'INSTALLATION

Comme nous pouvons le voir sur ce schéma, la machine Sortec est branchée sur 3 groupes distincts que nous décrivons dans l'annexe 2, dont le but est de pouvoir effectuer des mesures reproductives, indépendamment du climat extérieur. L'annexe 2 donne plus de détails sur le fonctionnement de l'installation.

Cette machine est en cours d'installation au centre St-Roch (bâtiment de la HEIG-VD proche de la gare d'Yverdon-les-Bains).

Collaboration nationale

Aucune pour l'instant.

Collaboration internationale

Durant 2007, nous avons participé aux activités suivantes :

1) Meetings de la Tâche 38 :

- Du 23 au 25 avril 2007 à Aix-les-Bains
- Du 15 au 17 octobre 2007 à Barcelone

2) Conférence internationale

- Du 18 au 19 octobre 2007 à Tarragone : 2nd International Conference Solar Air-Conditioning

Durant ces réunions, différents contacts ont été établis afin de partager des expériences dans le domaine des mesures, de la simulation et de l'analyse environnementale. Nous pouvons citer :

- Hans-Martin Henning, ISE (D)
- Thomas Nunez, ISE (D)
- Maurizio Cellura, Uni. De Palerme (I)
- Daniel Mugnier, Tecsol (F)

Évaluation de l'année 2007 et perspectives pour 2008 et 2009

Les objectifs pour l'année 2007 sont dans l'ensemble atteints. Un léger retard a été pris sur le planning lié principalement à de la logistique interne pour obtenir la place nécessaire pour le déménagement du LESBAT à St-Roch et plus particulièrement pour nous mettre à disposition les locaux prévus. Ce point étant réglé, le LESBAT a actuellement la place nécessaire pour le développement de ses activités présentes et futures dans le cadre de ce mandat.

Pour 2008 :

- Finalisation de l'installation de la machine Sortech
- Analyse des performances de cette machine
- Déménagement d'Arpège de Cheseaux à St-Roch (automne)
- Programme de simulation
- LCIA

Pour 2009 :

- Couplage de l'installation Sortech avec Arpège
- Mesure des performances de l'installation couplée
- Programme de simulation
- LCIA

Références

- [1] (WO/2007/017015) LAYER COMPOSITE AND PRODUCTION THEREOF
- [2] Documentation Sortech
- [3] T. Pittet, J. Bony, P. Dind. Optimisation d'installations solaires combinées, OFEN, décembre 2002.
- [4] S. Citherlet et J. Bony. CoSyPCM : Combi-Système avec Matériaux à Changement de Phase, OFEN, Rapport annuel décembre 2005
- [5] Hans-Martin Henning, SOLAR ASSISTED AIR CONDITIONING OF BUILDINGS – AN OVERVIEW Heat SET 2005, Heat Transfer in Components and Systems for Sustainable Energy Technologies, 5-7 April 2005, Grenoble, France.

Annexe 1 Description de la machine Sortech

La machine SORTECH ACS 05 est une machine frigorifique à adsorption fonctionnant avec le couple silicagel-eau d'une puissance frigorifique nominale de 5.5 kW. Le modèle que nous avons obtenu est un modèle fabriqué à quelques unités qui ne se trouve pas sur le marché.



FIGURE 2 : MACHINE SORTECH, RECEPTIONNEE DANS LES LOCAUX DE ST-ROCH.

Sortech a déposé un brevet [1] sur la technique de recouvrement de l'échangeur par l'adsorbant (silicagel). Cette mise en forme de l'adsorbant détermine en grande partie les performances de la machine. Le processus utilisé est le collage du silicagel avec une résine d'époxy sur le tube de l'échangeur de chaleur comme le montre la photographique de la **Figure 3**.



FIGURE 3 : ECHANGEUR DE CHALEUR SITUE DANS LA MACHINE SORTECH (TIRE DE WWW.SORTECH.DE)

Les caractéristiques techniques de la machine se trouvent dans le tableau de la **Figure 4**.

Product data	Technology	Adsorption, single-effect
	Model-type	Chiller/ heat pump
	Construction stage	Preseries / prototype
	Name	SKA xxx
	Working fluid	Water
	Working pair	Silica gel/ Water
	Nominal cooling capacity (kW)	5.5
Dimensions	Width (mm)	795
	Length (mm)	1'100
	Height (mm)	1'200
	Weight (kg)	ca. 300
Filling amount	hydraulic water (l)	17
	refrigerant (l)	20
Chilled water circuit (LT)	Cooling capacity (kW)	5.5
	Temperatures LT_IN (°C)	18
	Temperatures LT_OUT (°C)	15
	Acceptable range of temperatures LT_OUT (°C)	6...20
	Flow (l/h)	1'700
	Loss of head (bar)	0.35
	Hydraulic pressure nominal / max. (bar)	1.5 / 4.0
Heat rejection circuit (MT)	Re-cooling capacity (kW)	14.7
	Temperatures MT_IN (°C)	27
	Temperatures MT_OUT (°C)	32
	Acceptable range of temperatures MT_IN (°C)	20...35
	Flow (l/h)	2'700
	Loss of head (bar)	0.67
	Hydraulic pressure nominal / max. (bar)	1.5 / 4.0
Heat supply circuit (HT)	Heating capacity (kW)	9.2
	Temperatures HT_IN (°C)	75
	Temperatures HT_OUT (°C)	67
	Acceptable range of temperatures HT_IN (°C)	65...90
	Flow (l/h)	1'000
	Loss of head (bar)	0.25
	Hydraulic pressure nominal / max. (bar)	1.5 / 4.0
Electricity supply	Electric connection	230 V~ /50 Hz
	Power consumption (W)	57

FIGURE 4 : CARACTERISTIQUES DE LA MACHINE SORTECH [1]

La **Figure 5** montre le schéma interne de la machine Sortech. Celle-ci est composée de deux adsorbants, d'un condenseur et d'un évaporateur. Le circuit solaire (HT) va alternativement chauffer les adsorbants pour désorber l'eau contenu dans le silicagel. Les différentes commutations de vannes sont gérées grâce à une régulation interne de la machine.

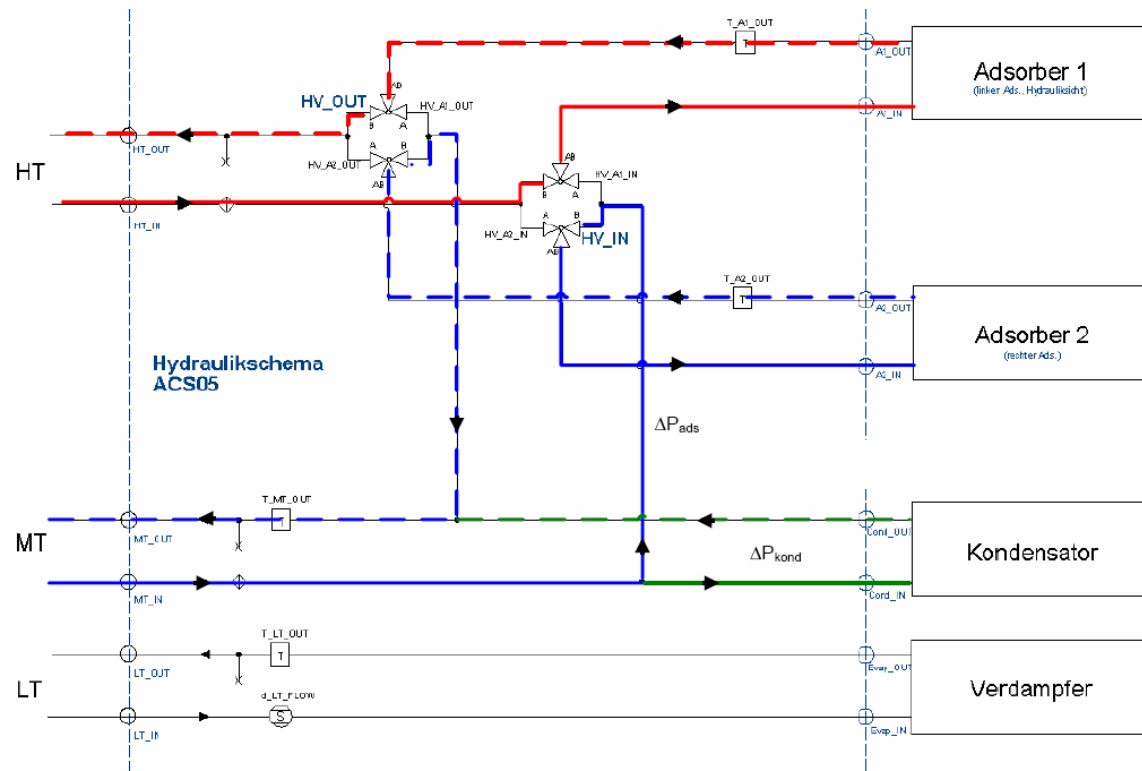


FIGURE 5 : SCHEMA DE PRINCIPE INTERNE DE LA MACHINE SORTECH [1]. DANS CE CAS, L'ADSORBEUR 1 EST EN PHASE DE CHAUFFE ALORS QUE L'ADSORBEUR 2 EST EN PHASE DE REFROIDISSEMENT

Annexe 2 Description de l'installation

Groupe "circuit solaire HT"

Le champ de panneaux solaires est remplacé par un système de corps de chauffe (réchauffeur de fluide en mouvement) d'une puissance de 20 kW. La puissance nominale demandée par Sortech est de 8.9 kW mais, il nous a semblé intéressant de mettre une marge sur cette puissance afin de pouvoir être libre de simuler une installation solaire surdimensionnée (dimensionnement pour la période de chauffe). Nous avons également inclus un stock sur ce circuit, ceci pour les raisons suivantes :

- Le stock évite les variations de puissance liées aux variations météorologiques. La température d'entrée dans l'adsorbeur sera de ce fait plus constante.
- Lors de la commutation entre les deux réacteurs, le stock évitera les grandes variations de température dans le réacteur durant les premières minutes de chauffe, ceci nuirait au rendement de l'installation.

Nous avons imaginé et dimensionné la connectique hydraulique afin de pouvoir tester le fonctionnement de la machine avec ou sans stock.

Le circuit HT sera rempli avec de l'antigel à 33 %.

Groupe "bâtiment LT"

La demande en froid du bâtiment sera émulé par un corps de chauffe électrique d'une puissance de 10 kW. Le circuit LT sera rempli avec de l'eau.

Groupe "recooler MT"

Un aéro-refroidisseur de marque Guntner a été fourni avec l'installation Sortech. Celui-ci sera installé à l'extérieur du bâtiment. Cet aérorefroidisseur a une puissance nominale de 24 kW sous une différence de température de 7 K (41-34 °C).



FIGURE 6 : PHOTOGRAPHIQUE DE L'AERO-REFROIDISSEUR

Afin de garantir une température constante de refroidissement à la sortie de recooler, un échangeur à plaques sera installé sur ce groupe. Le côté secondaire de l'échangeur sera alimenté par l'eau du réseau. Deux vannes seront prévues sur l'installation afin de pouvoir caractériser le recooler en fonctionnement seul (sans Sortech). Cette possibilité ne sera utilisée que si les performances du recooler diffèrent des estimations calculées. Signalons encore que le recooler possède une buse de sprayage afin de pouvoir refroidir encore plus le fluide durant les périodes estivales.

Le circuit MT sera rempli avec de l'antigel à 33 %.

Dans une seconde étape, il est prévu de raccorder le combi-système Arpège sur ce groupe. Ce raccordement permettra d'évaluer l'intérêt d'un refroidissement des réacteurs par l'eau froide se trouvant dans le bas de la cuve du combi-système. Un système de vannes permettra de tester plusieurs configurations d'alimentation de l'échangeur d'Arpège et de tester différents ordres d'alimentation :

- Sortech->Recooler->Arpège->Sortech
- Sortech->Arpège->Recooler->Sortech
- Sortech->Arpège->Sortech
- Sortech->Recooler->Sortech