



DOCUMENT DE TRAVAIL - PROVISOIRE

Plaquette SummerHeat
Solutions Techniques – Guide des bonnes pratiques



Intelligent Energy  Europe

Rhône-Alpes ^{Région}

The sole responsibility for the content of this [webpage, publication etc.] lies with the authors. It does not represent the opinion of the European Communities. The European Commission is not responsible for any use that may be made of the information contained therein.

Le contenu de cette [page web, publication, etc] n'engage que la responsabilité de son auteur et ne représente pas l'opinion de la Communauté européenne. La Commission européenne n'est pas responsable de l'usage qui pourrait être fait des informations qui y figurent.

Die alleinige Verantwortung für den Inhalt dieser [Webseite, Publikation usw.] liegt bei den AutorInnen. Sie gibt nicht die Meinung der Europäischen Gemeinschaften wieder. Die Europäische Kommission übernimmt keine Verantwortung für jegliche Verwendung der darin enthaltenen Informationen.

Présentation du projet :

Summerheat / « Chaleur d'été »

Faire du froid avec de la chaleur non valorisée en été

Le développement d'un service d'efficacité énergétique dans l'Union européenne est une nécessité pour réduire notre grande dépendance vis-à-vis des importations d'énergie et de l'augmentation des prix des énergies fossiles et pour tenir nos engagements pris pour protéger le climat. Par conséquent, le développement futur de technologies efficaces telles que la cogénération et la chaleur par les énergies renouvelables est un élément substantiel de la stratégie énergétique européenne.

Le principal obstacle à accroître l'utilisation de technologies qui nécessitent un gros investissement financier comme la cogénération et les incinérateurs (déchets, énergies renouvelables) dans les réseaux de chaleur est la faible charge du système pendant les mois d'été. En été, la majeure partie de la chaleur fatale produite par les cogénérations et les incinérateurs dans les réseaux de chaleur peut être utilisée comme source de chaleur pour la production de froid pour la climatisation (= chaleur d'été).

La généralisation de l'utilisation de la chaleur d'été améliorera la rentabilité de l'ensemble des centrales d'un réseau de chauffage en général et, en particulier, les installations de cogénération et les incinérateurs. De plus, la meilleure valorisation de la chaleur d'été sera plus efficace que les systèmes de refroidissement standard et participera à la réduction des gaz à effet de serre en Europe.

Dans le cadre de ce projet, des stratégies pour généraliser la chaleur d'été seront développées pour les régions concernées. Des propositions pour l'amélioration des conditions cadres seront élaborées et adressées aux décideurs. Un guide pour montrer d'une manière succincte les avantages de la « chaleur d'été » sera produit à destination des propriétaires de biens et aux bureaux d'étude.

Ce travail sera basé sur une analyse de marché approfondie des technologies d'approvisionnement et de la demande. Des études de faisabilité seront réalisées dans toutes les régions concernées pour démontrer les avantages potentiels de la « chaleur d'été » aux propriétaires de biens intéressés.

Le développement ciblé d'un cadre général plus positif, la diffusion de l'information et d'autres actions de support pour développer le marché de la « chaleur d'été » amélioreront la situation considérablement.

Donc, le consortium du projet a défini six cibles principales que la « chaleur d'été » devrait atteindre :

- Avoir une vue d'ensemble de la situation de la chaleur d'été en Europe et tout spécialement dans les pays participants.
- Spécifier les conditions générales dans les pays partenaires et mettre en évidence les barrières.
- Identifier les stratégies de mise en œuvre et de développement nécessaires pour accroître l'utilisation de cette technologie durable.
- Éliminer les barrières par des actions ciblées en s'adressant aux acteurs clés au niveau national et international (conseils pour développer une stratégie politique).

- Etablir une coopération étroite avec les acteurs clefs tels que les investisseurs, les municipalités et les gestionnaires des réseaux de chaleur.
- Etablir une stratégie de diffusion au niveau national et international pour encourager le développement de projets partout en Europe.

Les partenaires du projet sont les suivants :

- Agence de l'énergie de Berlin, Allemagne, coordinateur
- Agence nationale de l'énergie de l'Autriche
- Gestionnaire du réseau de chaleur de Vienne, Autriche
- Bureau d'études Cityplan, République tchèque
- Rhônalpénergie-Environnement, France
- Bureau d'étude Energy Consulting Network, Danemark
- Gestionnaire du réseau de chaleur de Copenhague, Danemark
- Agence nationale de l'efficacité énergétique, Pologne
- Euroheat & Power, association européenne pour les réseaux de chaleur et la cogénération, Belgique

Partenaires associés :

- Vattenfall Europe (réseaux de chaleur de Berlin et Hambourg), Allemagne
- Gestionnaire du réseau de chaleur de Szczecin, Pologne
- Compagnie de Chauffage de Grenoble, France

En France, l'accent sera mis sur le réseau de chaleur de Grenoble avec la Compagnie de Chauffage de Grenoble comme partenaire. D'autres acteurs intéressés et motivés (société d'exploitation d'un réseau de chaleur, collectivités ou BET) peuvent être associés ponctuellement au travail et à la diffusion des résultats du projet.

TABLE DES MATIERES

| | | |
|------------|--|-----------|
| 1 | Avantage de la « chaleur d'été » | 8 |
| 2 | Solutions Techniques | 9 |
| 2.1 | Production de froid | 9 |
| 2.1.1 | Rappel sur la typologie des réseaux | 9 |
| 2.1.2 | Machines à absorption | 10 |
| 2.1.2.1 | Principe de fonctionnement | 10 |
| 2.1.2.2 | Caractéristiques | 11 |
| 2.1.2.3 | Utilisation | 11 |
| 2.1.3 | Machines à adsorption | 12 |
| 2.1.3.1 | Principe de fonctionnement | 12 |
| 2.1.3.2 | Caractéristiques | 12 |
| 2.1.3.3 | Utilisation | 12 |
| 2.1.4 | Machines à dessiccation | 13 |
| 2.1.4.1 | Principe de fonctionnement | 13 |
| 2.1.4.2 | Caractéristiques | 13 |
| 2.1.4.3 | Utilisation | 13 |
| 2.1.5 | Le Condenseur | 14 |
| 3 | Guide des bonnes pratiques | 16 |
| 3.1 | Aéroport de Bordeaux Mérignac - Gironde | 16 |
| 3.1.1 | Description | 16 |
| 3.1.2 | Aspects financiers | 16 |
| 3.1.3 | Aspects énergétiques et environnementaux | 16 |
| 3.1.4 | Contact | 16 |
| 3.2 | Trigénération de la mairie de Montpellier sur réseau de chaleur | 17 |
| 3.2.1 | Description | 17 |
| 3.2.2 | Aspects financiers | 18 |
| 3.2.3 | Aspects énergétiques et environnementaux | 18 |
| 3.2.4 | Contact | 18 |
| 3.3 | Le centre du CNES à Toulouse – Midi-Pyrénées | 19 |
| 3.3.1 | Description | 19 |
| 3.3.2 | Aspects financiers | 20 |
| 3.3.3 | Aspects énergétiques et environnementaux | 20 |
| 3.3.4 | Contact | 20 |
| 3.4 | Monaco SMEG | 21 |
| 3.4.1 | Description | 21 |
| 3.4.2 | Aspects financiers | 21 |
| 3.4.3 | Aspects énergétiques et environnementaux | 21 |
| 3.4.4 | Contact | 21 |
| 3.5 | Trelleborg industrie | 22 |
| 3.5.1 | Description | 22 |
| 3.5.2 | Aspects financiers | 22 |
| 3.5.3 | Aspects énergétiques et environnementaux | 22 |
| 3.5.4 | Contact | 22 |

Ce document propose d'offrir une présentation des technique permettant le recours à la chaleur résiduelle d'été pour des usages de climatisation ainsi une fiche synthétique sur l'ensemble des réalisations faisant appel à des machines à absorption sur le territoire français.

1 Avantage de la « chaleur d'été »

Les avantages pour le client de recourir à une solution de climatisation via un réseau de chaleur sont multiples :

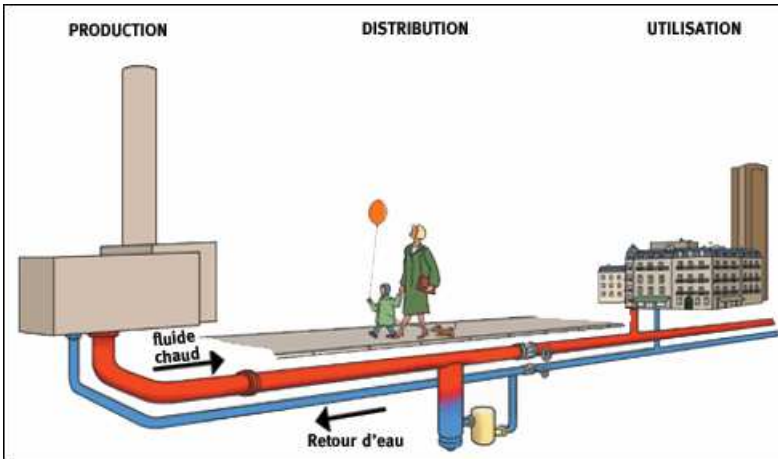
- Elimination des systèmes de production de froid et de « recooling » du client → libération de place, influence positive sur l'architecture
 - Conduite et maintenance par des professionnels ou une équipe spécialisée
 - Besoin de main d'œuvre moindre pour l'entretien des équipements
 - Pas de coûts de maintenance pour les systèmes de production et les périphériques du client
 - Fiabilité et confort → ces paramètres deviennent de plus en plus importants
 - Elimination de l'investissement dans des unités de froid de la part du client → avantageux pour la détermination des loyers dans un marché de biens immobiliers hautement compétitif
 - Pic de demande électrique moindre
 - Réfrigérant des machines à absorption = eau
 - Pas de CFC, HCFC et d'impacts environnementaux liés
- => Cette solution est par conséquent indépendante de la réglementation sur le sujet de plus en plus restrictive (interdiction légale d'utilisation)
- Coûts transparent et calculable pour la production de froid
 - Intégration facilitée de différentes solutions techniques de froid → free cooling
 - Potentiel fort dans les zones urbaines denses, spécialement dans des bâtiments avec de forte demande de froid
- => Grands bâtiments de bureau, hôpitaux, hôtels, bâtiments commerciaux et centres commerciaux

2 Solutions Techniques

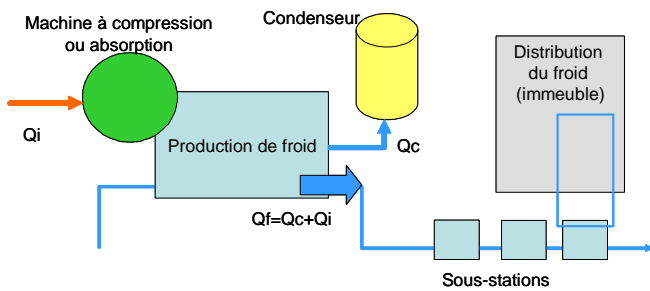
Cette partie décrit les possibilités techniques pour produire du froid à partir du raccordement à un réseau de chaleur.

2.1 Production de froid

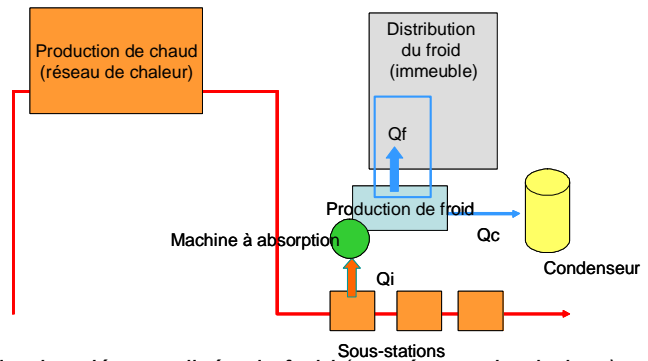
2.1.1 Rappel sur la typologie des réseaux



On distingue les solutions de type « centralisé » et « décentralisé ». Dans la solution « centralisée », la machine frigorifique est éloignée du point de consommation et produit de l'eau glacée dans un circuit qui la distribue ensuite aux différents bâtiments à climatiser. Dans la solution « décentralisée », les bâtiments sont reliés au réseau de chaleur et les machines frigorifiques produisent de l'eau glacée à partir de l'eau chaude qui arrive au pied de chaque bâtiment.



Production centralisée de froid



Production décentralisée de froid (sur réseau de chaleur)



Exemple d'une chaufferie



Echangeur d'une sous station d'immeuble

2.1.2 Machines à absorption

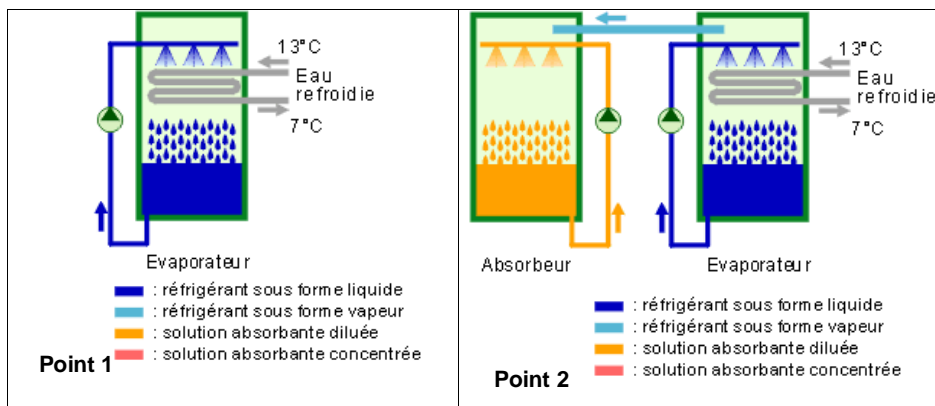
2.1.2.1 Principe de fonctionnement

La machine frigorifique à absorption se divise en quatre composants principaux :



- l'évaporateur,
- l'absorbeur,
- le concentrateur,
- le condenseur.

Dans l'**évaporateur (point 1)**, le réfrigérant (ici de l'eau) est pulvérisé dans une ambiance à très faible pression. L'évaporateur est parcouru par un circuit à eau. En s'évaporant, le réfrigérant soustrait sa chaleur à cette eau qui est ainsi refroidie. Une partie du réfrigérant pulvérisée ne s'évapore pas et tombe dans le fond de l'évaporateur où elle est pompée pour être à nouveau pulvérisée.

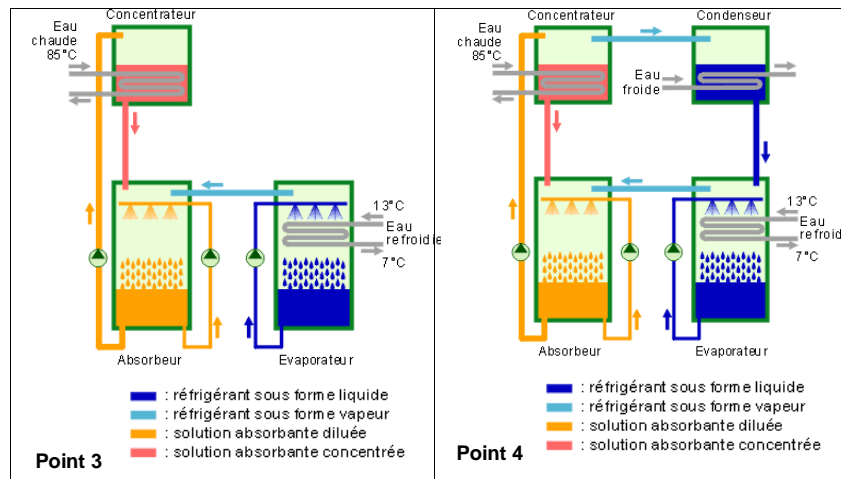


Source : CD Energie + d'énergie Wallonie

La vapeur d'eau (point 2) créée dans l'évaporateur est amenée à l'**absorbeur**. Il contient la solution absorbante (LiBr) qui est continuellement pompée dans le fond du récipient pour y être pulvérisée. Le LiBr absorbe la vapeur d'eau hors de l'évaporateur et y maintient ainsi la basse pression nécessaire à la vaporisation du réfrigérant.

Au fur et à mesure qu'elle absorbe la vapeur d'eau (point 3), la solution absorbante est de plus en plus diluée. Elle finirait par être saturée et ne plus rien pouvoir absorber.

La solution est donc régénérée dans le **concentrateur**. Elle est réchauffée, par une batterie à eau chaude (environ 85°C) et une partie de l'eau s'évapore. La solution régénérée retourne à l'absorbeur.



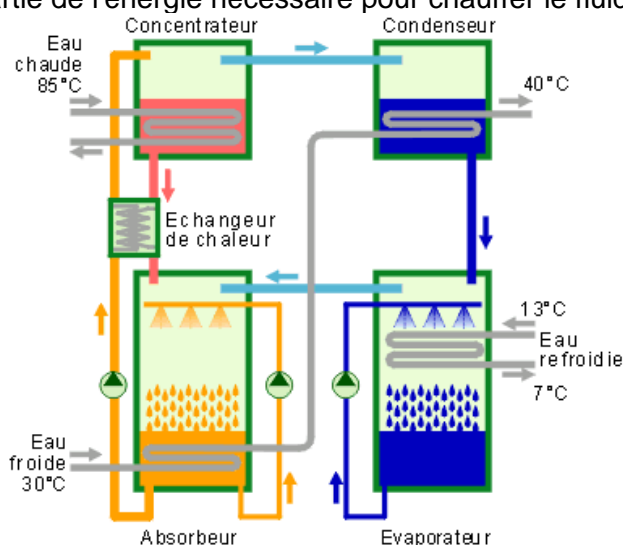
Enfin (point 4), la vapeur d'eau extraite du concentrateur est amenée dans le **condenseur**, où elle est refroidie par une circulation d'eau froide. L'eau condensée retourne à l'évaporateur.

Deux compléments au système augmentent son efficacité :

Une circulation d'eau froide dans l'absorbeur. Le phénomène d'absorption génère de la chaleur. La circulation d'eau froide dans le fluide absorbant évite sa montée en température, ce qui diminuerait son efficacité.

Remarque : l'eau de refroidissement de l'absorbeur peut ensuite passer dans la batterie de refroidissement du condenseur.

Un échangeur de chaleur sur le circuit du fluide absorbant. Le fluide chaud sortant du concentrateur qui retourne à l'absorbeur préchauffe le fluide qui va vers le concentrateur, économisant ainsi une partie de l'énergie nécessaire pour chauffer le fluide à régénérer.



2.1.2.2 Caractéristiques

Les caractéristiques de ces équipements sont les suivantes :

| | Absorption simple effet | Absorption double effet |
|----------------------------|----------------------------|-------------------------|
| Source chaude | Eau chaude 70/80°C 90°C | Eau surchauffée 150°C |
| COP | 0,6 – 0,7 | 1,1-1,2 |
| Gamme de puissance (MW) | 0,1 – 5,8 | 0,1 – 5,3 |
| Surface m ² /kW | 0,01 – 0,03 | 0,01 – 0,03 |
| Poids kg/kW | 8,5 – 22 | 8,5 – 22 |

Les machines à triple effet existent et sont viables techniquement cependant leur coût d'investissement ne les rend pas encore commercialisables. Elles fonctionnent avec une température en entrée de 180°C et ont un COP voisin de 1,5.

Les solutions décentralisées de production de froid par absorption sur réseau de chaleur devraient majoritairement conduire à de l'absorption simple du fait d'un niveau de température moins élevé de la source chaude. Une production centralisée permettrait plus facilement l'utilisation d'absorbeur double effet avec un meilleur rendement.

2.1.2.3 Utilisation

L'eau chaude fournie par un réseau de chaleur en été avoisinant les 90°C, seules les machines simple effet pourront être utilisées dans le cas de la climatisation.

| | | |
|-----------|-------------|--|
| Puissance | Utilisation | |
|-----------|-------------|--|

| | | |
|-----------------|---|--|
| 35 kW à 150 kW | Solution en pied de bâtiment | |
| 150 kW à 300 kW | Solution en pied de bâtiment, besoins plus importants | |
| 300 kW à 500 kW | Solution décentralisée avec mini réseau de froid (plusieurs bâtiments) | |
| > 500 kW | Solution décentralisée avec mini réseau de froid (plusieurs bâtiments), besoins plus important. | |

2.1.3 Machines à adsorption

2.1.3.1 Principe de fonctionnement

Les systèmes disponibles sur le marché utilisent l'eau comme réfrigérant et le silica-gel comme adsorbant. La machine comprend deux compartiments remplis d'adsorbant, un évaporateur et un condenseur.

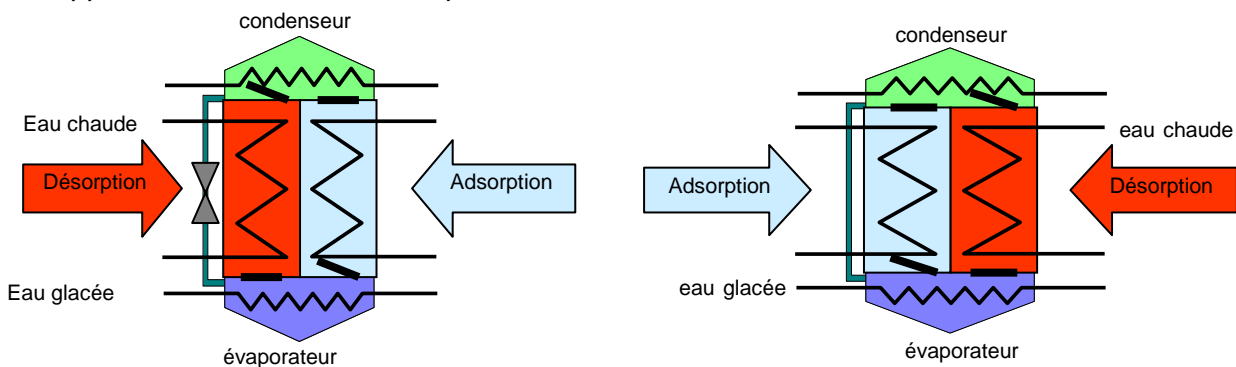


L'adsorbant du premier compartiment est régénéré par chauffage (phénomène de désorption), la vapeur d'eau ainsi générée étant envoyée dans le condenseur où elle se condense. L'eau liquide, via une vanne de détente, est envoyée à basse pression dans l'évaporateur où elle s'évapore (phase de « production de froid »).

L'adsorbant du compartiment 2 maintient la basse pression en adsorbant cette vapeur d'eau. Ce compartiment doit être refroidi pour entretenir le processus d'adsorption.

Lorsque la «production de froid» diminue (saturation de l'adsorbant en vapeur d'eau), les fonctions des deux compartiments sont permutées par ouverture et fermeture de clapets. Actuellement, seuls quelques fabricants asiatiques proposent ce type de machines à adsorption.

Dans ce type de machine, le sorbant est solide et ne peut pas être déplacé. Dès lors, il n'y a pas de pompe de circulation de sorbant et les consommations électriques de la machine sont réduites par rapport à une machine à absorption.



2.1.3.2 Caractéristiques

Les caractéristiques de ces équipements sont les suivantes :

| | Adsorption |
|----------------------------|--------------------|
| Source chaude | Eau chaude 55-70°C |
| COP | 0,55 – 0,65 |
| Gamme de puissance | 50-430 kW |
| Surface m ² /kW | Taille élevée |
| Poids kg/kW | Poids élevé |

Constructeurs Mycom ou Nishiyodo

2.1.3.3 Utilisation

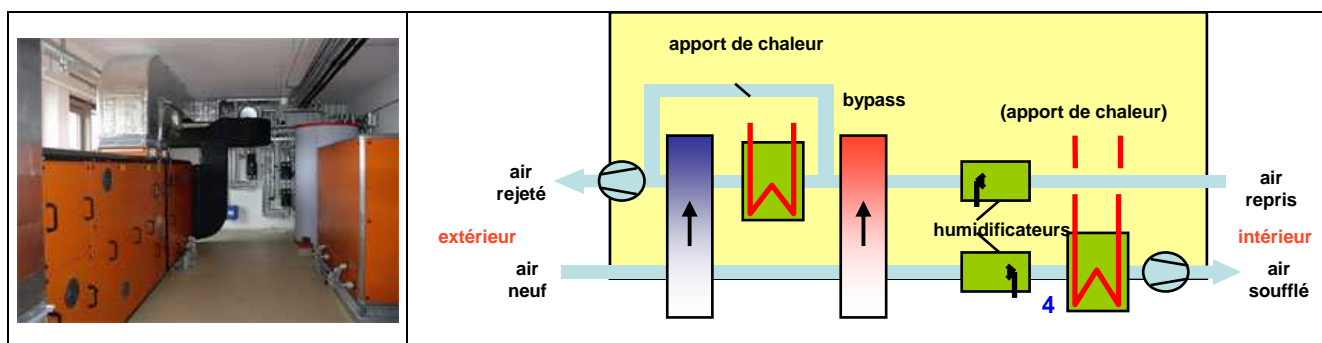
| Puissance | Utilisation | |
|-----------------|--|--|
| 50 kW à 150 kW | Solution en pied de bâtiment | |
| 150 kW à 300 kW | Solution en pied de bâtiment, besoins plus importants | |
| 300 kW à 450 kW | Solution décentralisée avec mini réseau de froid (plusieurs bâtiments) | |

Pas d'exemple connu en France.

2.1.4 Machines à dessiccation

2.1.4.1 Principe de fonctionnement

Les systèmes à dessiccation sont des systèmes ouverts dont le principe de fonctionnement repose sur le refroidissement par évaporation. La technologie la plus courante fait appel à des roues à dessiccation rotatives contenant un matériau hygroscopique tel que le silica gel ou le chlorure de lithium.



En mode rafraîchissement : l'air entrant chaud et humide est déshumidifié et réchauffé par la roue contenant le silica gel (phénomène d'adsorption), refroidi dans un échangeur avec l'air extrait (refroidissement évaporatif indirect) et enfin humidifié et donc refroidi dans un humidificateur (refroidissement évaporatif direct). L'air repris dans le volume rafraîchi est humidifié jusqu'à saturation pour optimiser le refroidissement dans l'échangeur avec l'air entrant. Le matériau de la roue à dessiccation est régénéré par une source chaude (par exemple des capteurs solaires thermiques).

Pour le chauffage, lorsque les besoins sont faibles, la récupération de chaleur sur l'air sortant est suffisante. Lorsqu'ils sont plus importants, l'énergie solaire et une énergie d'appoint sont nécessaires.

2.1.4.2 Caractéristiques

| | Dessiccation |
|----------------------------|--|
| Source chaude | Eau chaude 45-90 °C |
| COP | Env. 1 |
| Gamme de puissance | 5 – 350 kW |
| Surface m ² /kW | Taille élevée liée à la circulation de l'air |
| Poids kg/kW | Poids plus faible |

2.1.4.3 Utilisation

| Puissance | Utilisation | |
|-----------------|---|--|
| 5 kW à 50 kW | Petites installations | |
| 50 kW à 150 kW | Solution en pied de bâtiment | |
| 150 kW à 350 kW | Solution en pied de bâtiment, besoins plus importants | |

Une réalisation est présente à l'Association Savoyarde pour le Développement des Energies Renouvelable (7 kW avec 16 m² capteur plan). (www.asder.asso.fr)

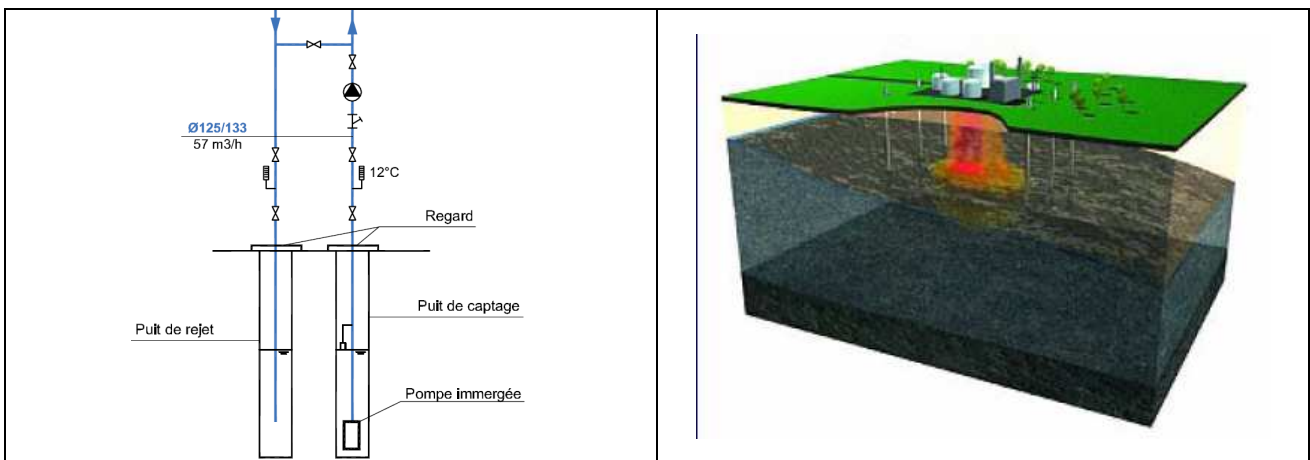
2.1.5 Le Condenseur

La chaleur extraite des machines à absorption ou adsorption doit être évacuée. L'échange de chaleur peut s'effectuer, directement avec l'air extérieur, à l'aide de l'évaporation d'eau ou solution moins fréquente en s'appuyant sur l'eau de la nappe phréatique.

Refroidissement sur nappe

Le refroidissement peut s'effectuer à l'aide de la nappe phréatique si sa proximité et son débit offrent des conditions compatibles avec l'installation envisagée. Les techniques utilisées sont de deux types :

- à un seul forage : Ici l'eau de nappe prélevée est rejetée dans un plan d'eau ou une rivière si ce rejet est toléré
- à deux forages : Ici le deuxième forage sert à injecter l'eau prélevée par le premier. Bien que plus coûteux que précédemment, cette solution présente l'avantage de ne pas prélever d'eau à la nappe phréatique.



Comme l'illustre cette image, cette solution crée « un point chaud » dans l'écoulement de la nappe phréatique. De plus si la nappe est affleurante, une remontée de celle-ci peut se produire au point de refoulement.

Tour de refroidissement

| Aéro-refroidisseur | Tour de refroidissement fermée | Tour de refroidissement ouverte |
|--|--|---|
| <i>L'eau est directement refroidie par l'air</i> | <i>Le circuit est fermé. De l'eau extérieure au circuit est pulvérisée</i> | <i>L'eau est directement pulvérisée</i> |
| | | |

La tour ouverte est le système énergétiquement le plus efficace. C'est aussi celui qui est source de la plus grande corrosion des matériaux.

3 Guide des bonnes pratiques

3.1 Aéroport de Bordeaux Mérignac - Gironde



3.1.1 Description

C'est une opération pionnière puisque son exploitation a débuté en 1995. Elle se compose de deux moteurs à gaz Caterpillar pour une production électrique de 2 MWe, d'une production thermique de 2,5 MW et une production de froid de 0,5 MW. Ce dernier étant produit par une par un groupe à absorption simple effet alimenté par la récupération de chaleur des fumées. Un groupe complémentaire 1 MW alimenté par un brûleur au gaz naturel est aussi présent.

3.1.2 Aspects financiers

Le montant de 4 M€ TTC d'investissement à permis d'effectuer des économies sur l'exploitation qui au cours des quatre premières saisons ont toujours été supérieures à 200 k€ HT. Ainsi le temps de retour sans subvention est de 16 ans. La tarification de rachat de l'électricité produite par cogénération impose un fonctionnement durant les périodes hivers d'EDF.

3.1.3 Aspects énergétiques et environnementaux



Machine à absorption de 500 kW raccordée sur la cogénération.

Le rendement global de l'installation est de 70 % et supérieur sur les premières années de mise en service.

3.1.4 Contact

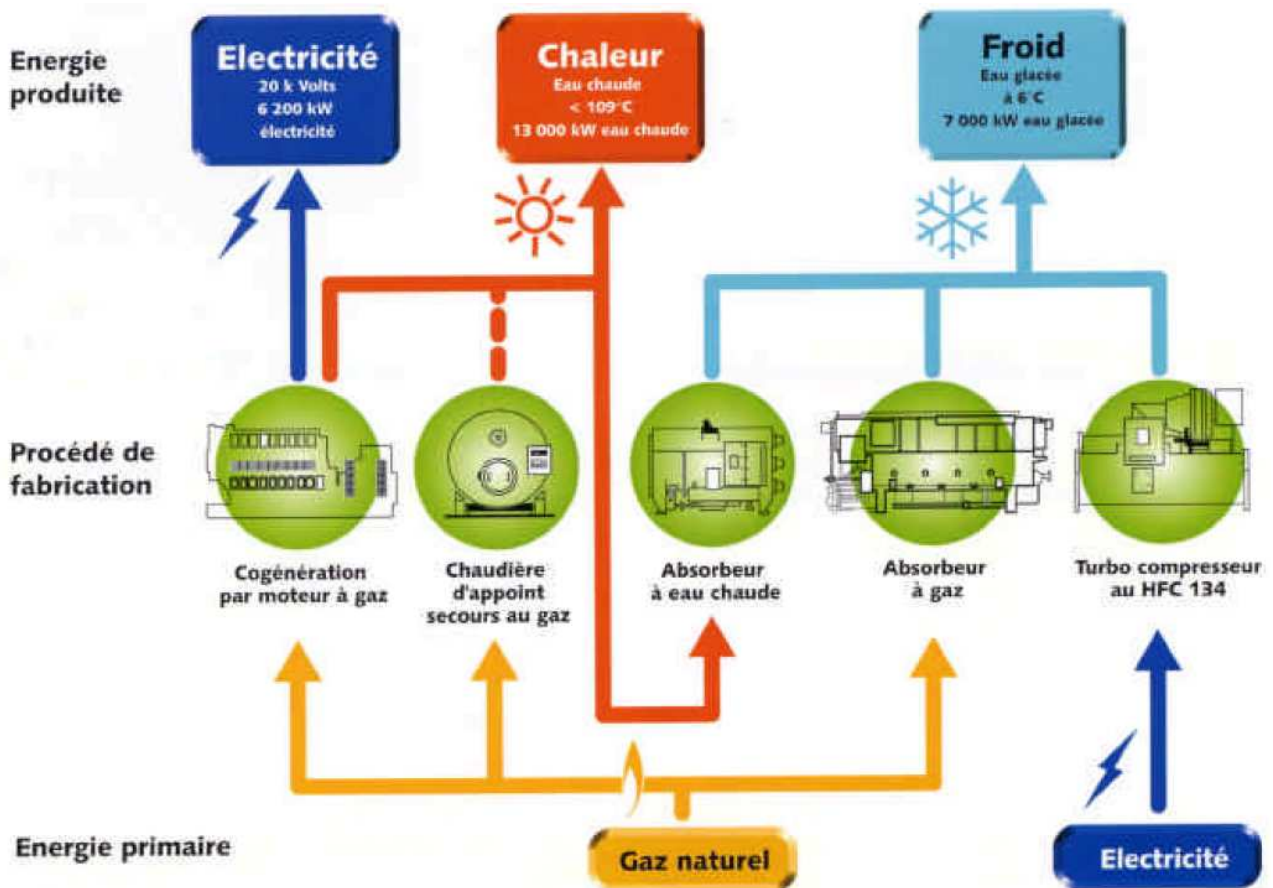
Climat SARL : www.climat-energies.com

Aéroport de Bordeaux 05 56 34 51 02

3.2 Trigénération de la mairie de Montpellier sur réseau de chaleur



3.2.1 Description

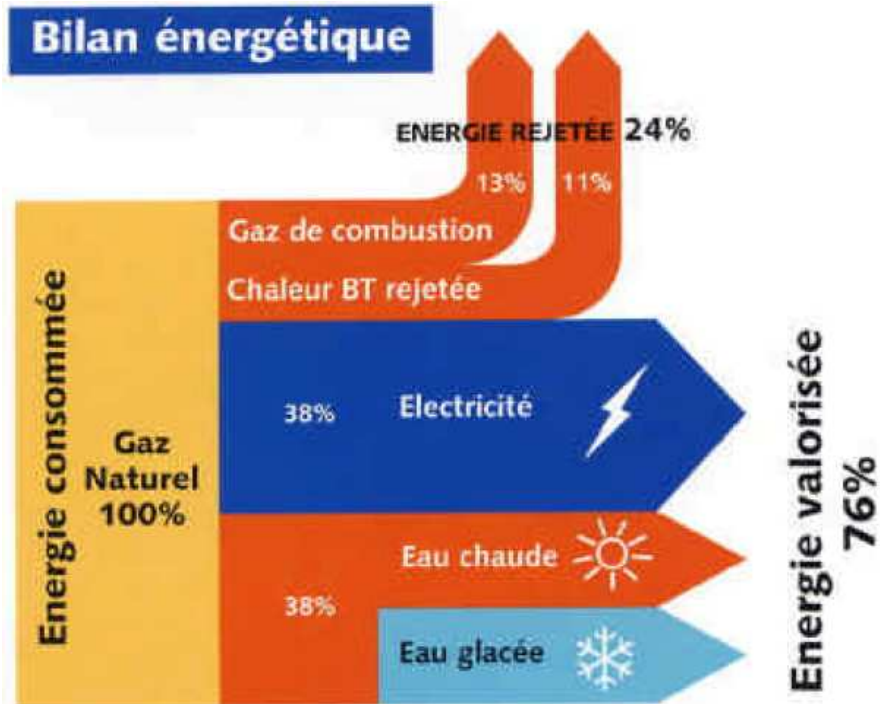


Cette trigénération mise en service en décembre 2000 dans le cadre de la rénovation de la chaufferie est intégrée à la mairie de Montpellier et est la seule en France à être reliée à un réseau de chaleur urbain. Ce réseau alimente 250 000 m² de bureau, 7 000 équivalent logement ainsi que de nombreux éléments du patrimoine bâti de la ville. L'installation est composée de deux moteurs à gaz couplés à des alternateurs. Une partie de la chaleur produite alimente l'absorbteur à eau chaude. Dès lors la capacité totale est de 6,2 Mwe, 13,3 MW de chaleur et 11,1 MW de froid. L'installation bénéficie du tarif de rachat de l'électricité 97-1. Cette installation regroupe deux types de machines à absorption, l'une alimentée par la chaleur et l'autre directement sur gaz.

3.2.2 Aspects financiers

Le coût de l'opération a été de 6,45 millions d'euros. L'ADEME a accordé 70 000 € de subvention équivalent à 20% du surcoût lié à la production de froid par absorption. Les économies d'exploitation et d'entretien permettent d'envisager un temps de retour de 6 à 8 ans. Cette durée est inférieure à la durée du contrat de rachat de l'électricité qui est de 12 ans.

3.2.3 Aspects énergétiques et environnementaux



Le rendement global de l'installation est de 76 % sur la saison de chauffe 2001-2002, en conformité avec les prévisions initiales. La diminution de la consommation d'énergie induit une diminution des émissions de CO² de 7000 t/an. L'utilisation de machine à absorption permet de diminuer le recours aux fluides frigorigènes de type CFC. La diminution des fuites, de l'ordre de 0,25 t/an de ce puissant gaz à effet de serre – pouvoir de réchauffement de 1500 – permet de diminuer l'impact sur les changements climatiques et de participer à réduire les impacts sur la couche d'ozone.

3.2.4 Contact

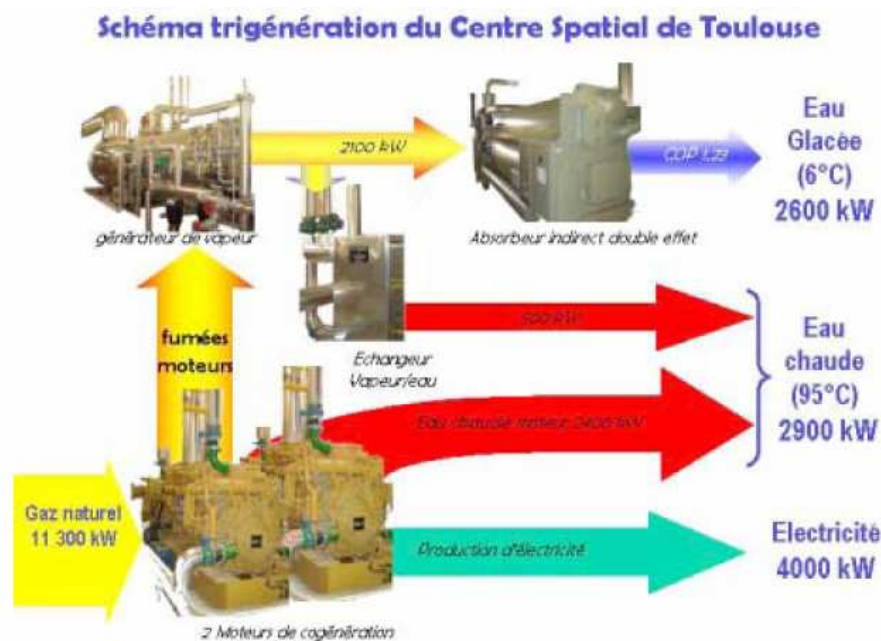
SERM Montpellier : 04 67 13 63 00

ADEME : 04 67 89 79

3.3 Le centre du CNES à Toulouse – Midi-Pyrénées



3.3.1 Description



Le centre spatial de Toulouse est à ce jour le plus important complexe technique européen de recherche spatiale. Le site s'étend sur 56 hectares et plus de 60 bâtiments abritent 140 000 m² de surface et 1750 employés.

Les installations nécessitent une production simultanée d'eau chaude (95°C) et d'eau glacée (6°C) durant toute l'année. La production est centralisée et la distribution s'effectue au travers de deux réseaux totalisant 8 km de canalisations.

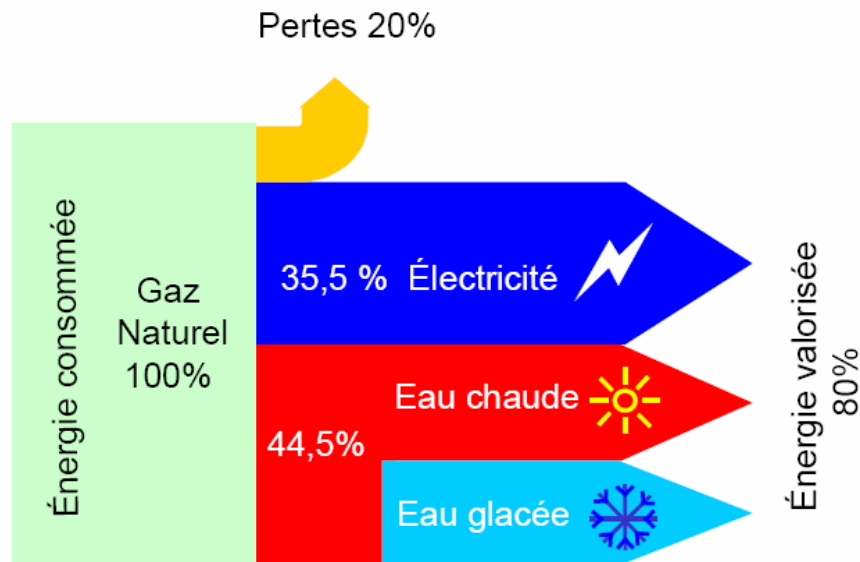
La trigénération inauguré le 24 octobre 2002 à une puissance électrique de 4 MW, d'eau chaude de 2,9 MW et de froid de 2,6 MW. La machine à absorption installé de type Trane ATBF 750 à double effet est alimenté par de la vapeur issue des fumées des moteurs.

Un contrat de rachat de l'électricité a été conclu avec EDF pour une durée de 12 ans.

3.3.2 Aspects financiers

Le montant global du projet a été de 3 850 000 €. Le montant lié à la production de froid ne représentant que 24% du total, il n'est qu'un faible surcoût par rapport à un fonctionnement en cogénération seul. Le gain d'exploitation est de 668 000 €/an basé sur les consommations d'hiver comparées. Ainsi la centrale de trigénération est amortie en 6 ans. Pour son aspect démonstratif, cette réalisation a bénéficié de 457 000 € de l'ADEME et 152 000 € du conseil régional Midi-Pyrénées.

3.3.3 Aspects énergétiques et environnementaux



L'installation du CNES valorise 80% de l'énergie qu'elle consomme alors que le parc moyen de production centralisé d'électricité affiche des rendements de l'ordre de 37%. Elle participe ainsi à réduire la pression sur les ressources et à lutter contre l'aggravation du réchauffement climatique. Par rapport à un cycle combiné gaz de rendement 53%, l'économie d'énergie primaire est de 500 TEP/an et la diminution des émissions de CO₂ de 19 000 tonne par an sur 12 ans. Une partie de cette diminution – 5000 t – étant liée à la substitution des gaz frigorigènes des groupes à compression électrique. En effet les machines à absorption ne contiennent pas de tels gaz.

3.3.4 Contact

CR Midi-Pyrénées : 05 61 33 50 50 Gaz de France : 05 61 11 07 96 ADEME : 05 62 24 35 36

3.4 Monaco SMEG



Réseau
d'alimentation
en eau chaude

Réseau
d'alimentation
en eau froide

Chaudière vapeur : 12 000 kW

Echangeurs de chaleur : 21 400 kW

Production de froid : 14 000 kW

22 ha desservis (quartier de Fontvieille)

27 postes de livraison

3.4.1 Description

Depuis 1987, la SMEG exploite une centrale de production et des réseaux urbains de chaleur et de froid qui alimentent le quartier de Fontvieille gagné sur la mer. En 2000/2001 cette centrale a été rénovée et accueille désormais des machines à absorption.

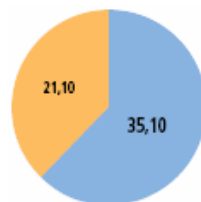
Le contexte méditerranéen de la ville de Monaco implique des besoins en climatisation aussi importants qu'en chauffage. Cette considération augmente l'intérêt de produire une troisième énergie le froid. La production de froid est une manière de valoriser la chaleur issue de l'usine d'incinération de la principauté. Ainsi la vapeur issue des fours alimente un turboalternateur de 3 Mwe, trois échangeurs d'une puissance totale de 20,2 MW et deux machines à absorption de 2 MW/unité. Tout ceci alimente un réseau de chaleur (95°C) et un réseau de froid (6°C). Ils comportent 26 stations de livraison et s'étendent sur 22 ha. L'électricité qui n'est pas auto-consommée (72%) est revendue sur la base du tarif Vert haute tension d'EDF

3.4.2 Aspects financiers

Aucune information financière sur cet exemple.

3.4.3 Aspects énergétiques et environnementaux

Ainsi la répartition de la vente de chaleur et de froid pour 2005 en GWh est la suivante.



3.4.4 Contact

MONACO : SMEG, 10 av. de Fontvieille, BP 633 - MC 98013 Monaco cedex

Tel : +377 92 05 05 00

Web : <http://www.smeg.mc/>

Mail : smeg@smeg.mc

3.5 Trelleborg industrie



Moteur à gaz



Groupe frigorifique à absorption

3.5.1 Description

Le groupe suédois TRELLEBORG a opté pour la trigénération au gaz naturel pour son usine de Palport à Clermont-Ferrand, spécialisée dans la fabrication de tuyaux caoutchouc de grandes dimensions. Cette installation constitue la première application en région Auvergne d'une technologie encore peu répandue et qui associe la production simultanée de trois types d'énergie : électricité, chaleur et froid. Conçue et exploitée en collaboration avec IDEX & Cie, la centrale de trigénération se compose principalement d'un moteur à gaz, d'une chaudière et d'un groupe frigorifique, fonctionnant sur le principe suivant : le moteur à gaz entraîne un alternateur qui produit l'énergie électrique (puissance 3,7 MW_e), laquelle est revendue à EDF ; Une double récupération thermique, sur les gaz de combustion et sur le circuit de refroidissement du moteur, permet de produire de la vapeur et de l'eau chaude, utilisées pour des besoins thermiques de l'usine (chauffage et process) et l'alimentation d'un groupe frigorifique à absorption ; l'eau glacée produite par ce groupe frigorifique alimente le circuit fermé de refroidissement du process.

3.5.2 Aspects financiers

Le projet global totalise 4 070 000 € d'investissements, cofinancés par IDEX & Cie et TRELLEBORG. Son caractère innovant et ses performances énergétiques et environnementales lui ont valu de bénéficier d'un montant total d'aides publiques de 770 000 € (Agence de l'Eau Loire-Bretagne + ADEME + FEDER).

3.5.3 Aspects énergétiques et environnementaux

Prévue pour fonctionner 5 à 6 mois par an (période de rachat de l'électricité par EDF), cette installation a permis à TRELLEBORG d'obtenir : une réduction de 20 % de sa consommation d'énergie primaire, la suppression des émissions d'oxyde de soufre et l'abattement de 40 % des rejets d'oxyde d'azote, la division par trois de la consommation d'eau du site.

3.5.4 Contact

ADEME délégation Auvergne Annick Desgouttes 04 73 31 52 94
Mail : annick.desgouttes@ademe.fr