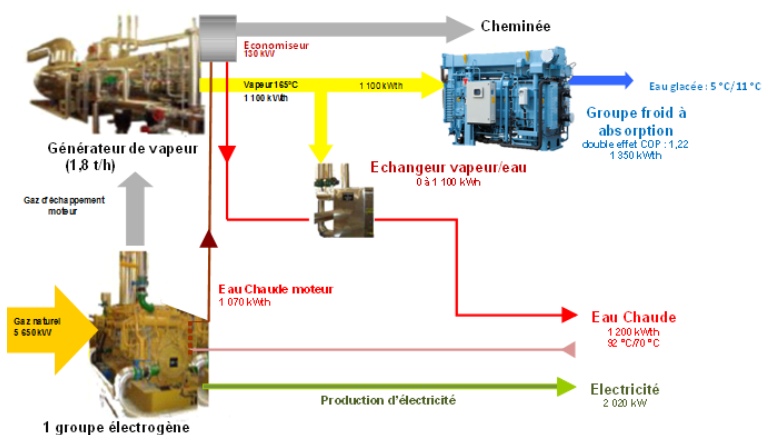




# La Centrale TRI-GENERATION du CNES à Toulouse

*Sous-Direction « Etablissement » - DNO/ET*  
*Service « Maintenance-Exploitation » - DNO/ET/MEX*

# SOMMAIRE



- La centrale trigénération
- Historique
- Le principe Général
- Le Groupe de Froid : faire du froid avec du chaud
- La trigénération et les besoins du CST
- Bilan énergétique et financier
- Retour d'Expérience

## La Centrale TRI-GENERATION sur le site de TOULOUSE

### Qu'est-ce qu'une Centrale TRI-GENERATION ?

**C'est une installation qui produit en simultanée trois énergies : de l'électricité, de la chaleur et du froid.**

- L'électricité est vendue à EDF OA
- La chaleur et le froid participent à la climatisation des bâtiments du CNES TOULOUSE. En hiver le froid est utilisé pour le maintien en température des locaux informatiques et des laboratoires

Sa période de production est hivernale (de début novembre à la fin du mois de mars), période où la demande en énergie est importante.

Sa durée de fonctionnement est identique à celle du contrat d'achat de l'énergie par EDF soit 12 ans.

## La Centrale TRI-GENERATION sur le site de TOULOUSE

### Pourquoi une Centrale TRI-GENERATION ?

- Réduire le coût global de la facture énergétique
- Rechercher la meilleure adéquation entre les besoins énergétiques du site et ses moyens de production
- Réduire les rejets de CO<sub>2</sub> dans l'atmosphère

sont les raisons principales qui ont amené en 2002 le CNES à installer sur le site de TOULOUSE une Centrale TRI-GENERATION.

## Bref Historique de la Centrale TRI-GENERATION

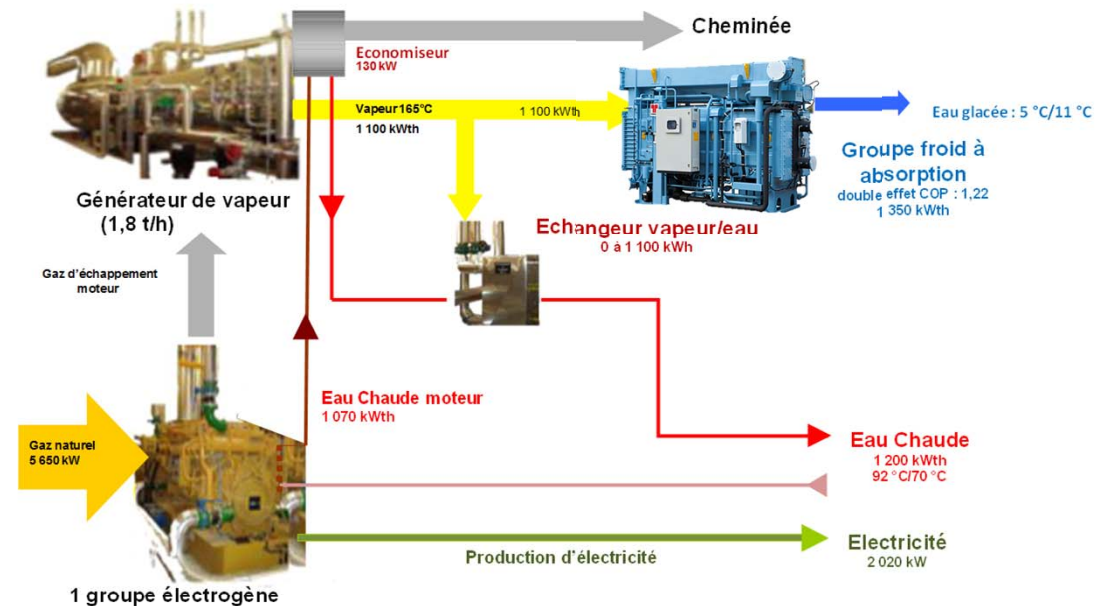
**La première installation**, composée de 2 groupes électrogènes pour la production d'électricité, a fonctionné de **février 2002** jusqu'en **mars 2013**, date à laquelle le premier contrat d'achat par EDF de l'électricité produite a pris fin.

**En 2011**, avec la prévision de séparation des sites d'ASTRIUM/INTESPACE, la rentabilité de l'installation a été analysée. Il a donc été décidé de rénover la Centrale en diminuant les puissances pour répondre au nouveau périmètre d'utilisation.

Les travaux se sont déroulés en 2013 et l'installation de TRI GENERATION rénovée a été **remise en service au 1<sup>er</sup> novembre 2013**.

## Le principe général

- **Production d'électricité** revendue EDF OA
- **Récupération de la chaleur** du circuit de refroidissement du moteur et valorisation sous forme d'eau chaude
- **Valorisation de la chaleur** des fumées d'échappement du moteur à partir d'un générateur vapeur permettant d'alimenter en vapeur un groupe de production de froid à absorption et un échangeur de chaleur vapeur/eau



## Le Groupe de Froid : faire du Froid avec de la chaleur ....

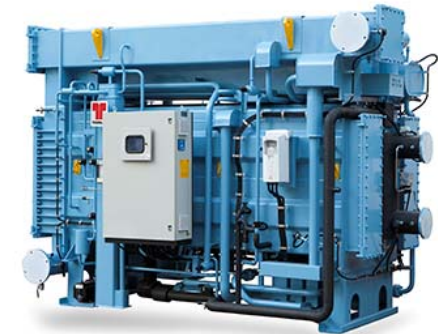
A la différence des groupes à compression qui ont besoin d'électricité, les groupes à absorption permettent de produire du froid en utilisant une source de chaleur

### ➤ **Groupe au Bromure de lithium**

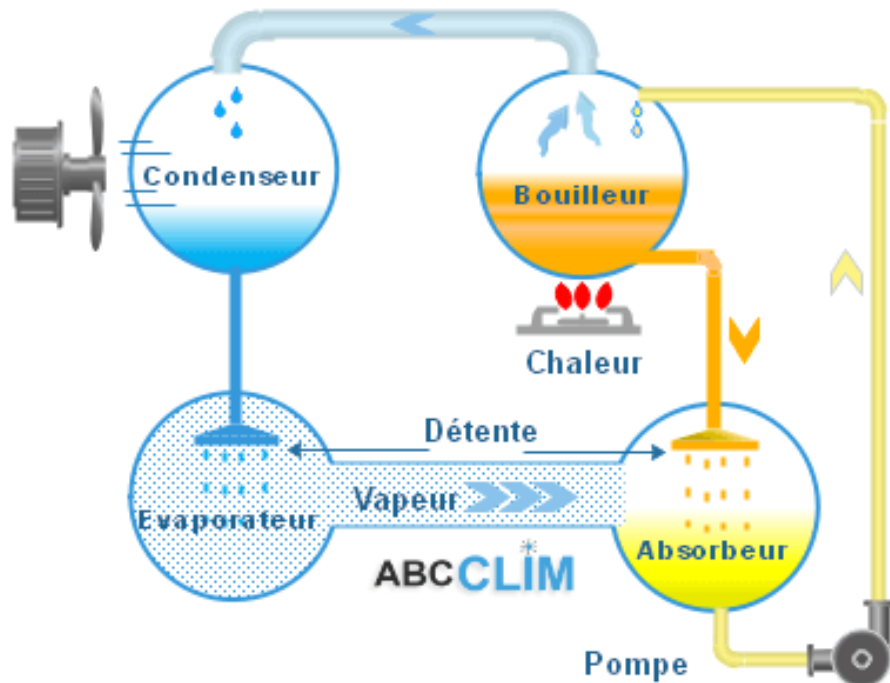
Le fluide frigorigène est de l'eau et l'absorbant est une solution aqueuse de bromure de lithium

Ces unités sont opérées sous un vide poussé (pression de 10 à 100mbars absolus)

**COP : environ 1,3 en version un double effet**



## Le Groupe de Froid : faire du Froid avec de la chaleur ....



Source : ABC Clim

<https://www.abcclim.net>

**Au bouilleur :** la solution est portée à ébullition via la vapeur ce qui engendre une vaporisation du fluide – l'eau. Le fluide frigorigène se sépare de l'absorbant – le bromure

**Au condenseur :** l'eau est condensée vers 45°C, avant d'être retournée à l'évaporateur.

**A l'évaporateur :** l'eau provenant du condenseur est pulvérisée sur les tubes de l'échangeur à l'intérieur desquels circule le fluide à réfrigérer

**A l'absorbeur :** la vapeur d'eau est absorbée – **action hygroscopique** - dans une solution aqueuse à 60% de bromure de lithium. La variation de concentration est de 4 à 5%.



## TRI-GENERATION et besoin d'électricité du CST

### ELECTRICITE



**Besoin en électricité du CST**      **25 000 000 kWh élec/an**

**soit 28 % du besoin  
annuel du CST**

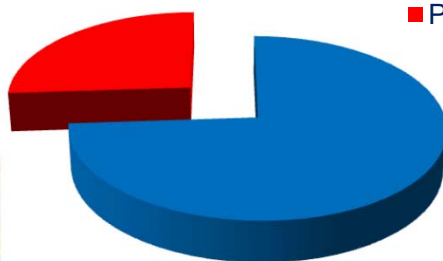
**Production électricité  
de la TRI GENERATION**      **7 200 000 kWh élec/an**

**et environ 900 000 €  
de recette/an**

# TRI-GENERATION et besoin en climatisation/chauffage du CST

## EAU CHAUDE

■ Besoin annuel Eau Chaude  
■ Production Trigénération



**Besoin en chaud  
du CST**

**12 000 000  
kWh th/an**

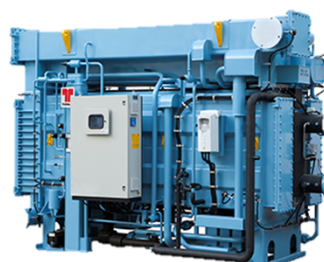
**Récupération eau  
chaude de la  
TRI GENERATION**

**4 300 000  
kWh th/an**

**soit 35 %  
du besoin  
annuel du CST**

## EAU GLACEE

■ Besoin annuel Eau Glacée  
■ Production Trigénération



**Besoin en froid  
du CST**

**18 000 000  
kWh frigo/an**

**Récupération  
eau glacée de la  
TRI GENERATION**

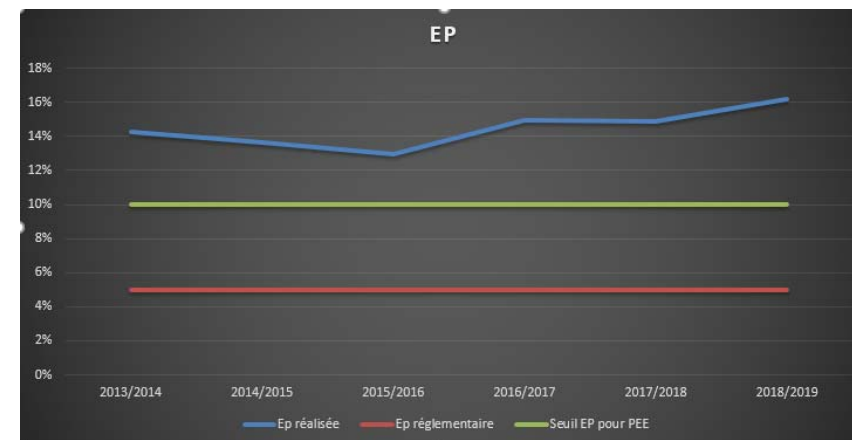
**4 500 000  
kWh frigo/an**

**soit 25%  
du besoin  
annuel du CST**

## Bilan énergétique

**Le suivi est réalisé au moyen du coefficient Ep :  
il est conforme aux attentes**

**Il est à noter que le comptage de l'énergie pour le GF est  
réalisé en Amont de ce dernier**



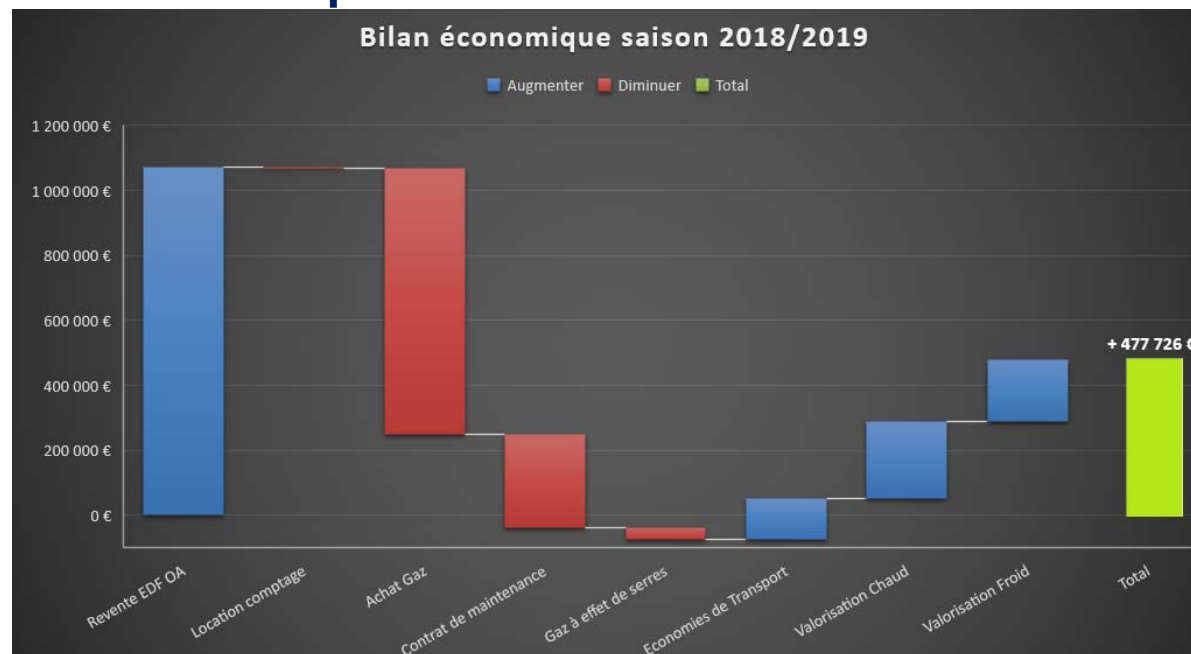
### Bilan Saison 2018/2019

| Désignation                          | Contrat travaux | Contrat maintenance | Réalisé        |
|--------------------------------------|-----------------|---------------------|----------------|
| Production électricité               | 7 099 000 kWh   | 7 098 906 kWh       | 7 252 266kWh   |
| Production eau chaude (vapeur et EC) | 5 565 000 kWh   | 5 043 216 kWh       | 4 460 590 kWh  |
| Production eau glacée (vapeur)       | 3 760 000 kWh   | 3 810 454 kWh       | 3 752 016 kWh  |
| Consommation Gaz en PCS              | 22 218 000 kWh  | 22 218 249 kWh      | 22 345 156 kWh |
| COP moyen du GF                      | 1,39            | 1,2                 | 1,301          |
| Ep (coefficient de performance)      | 16 %            | 14,5 %              | 16,18 %        |

**Le tableau récapitule les données  
retenues dans les différentes  
phases**

## Bilan économique

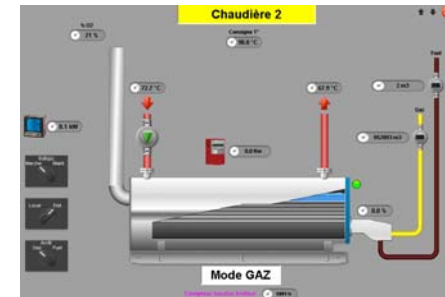
- Investissement initial → **1 485 190 €**  
→ Temps de retour en **moins de 3,5 ans**  
**481 000 € / an** pour **336 000 €** estimé lors des études



Nota : le bilan économique est réalisé en comparant la Trigénération par rapport à des moyens de productions classiques

## Retour d'expérience

- De nombreuses démarches administratives et de texte réglementaire
-  Bilan énergétique et économique positif ➔ Obtention de la prime énergétique annuelle
- Disponibilité de système pour la production électrique (> à 95% vis-à-vis d'Enedis)
  - Intégration dans des systèmes existants



**Attention particulières sur le groupe de Froid**  
Technologie particulière  
Suivi spécifique

## Fin de la présentation ....



© CNES 2013 - Illustration David DUCROS  
© CNES/IR/DUCROS David, 2013

**Merci pour votre écoute**

**Questions**



© ESA/IR/DUCROS David, 2018

.... Visite de la Trigénération



© CNES/L'Oeil du Chat/, 2018

## ANNEXE : synoptique de principe

