

Une gamme complète de Solutions de Refroidissement



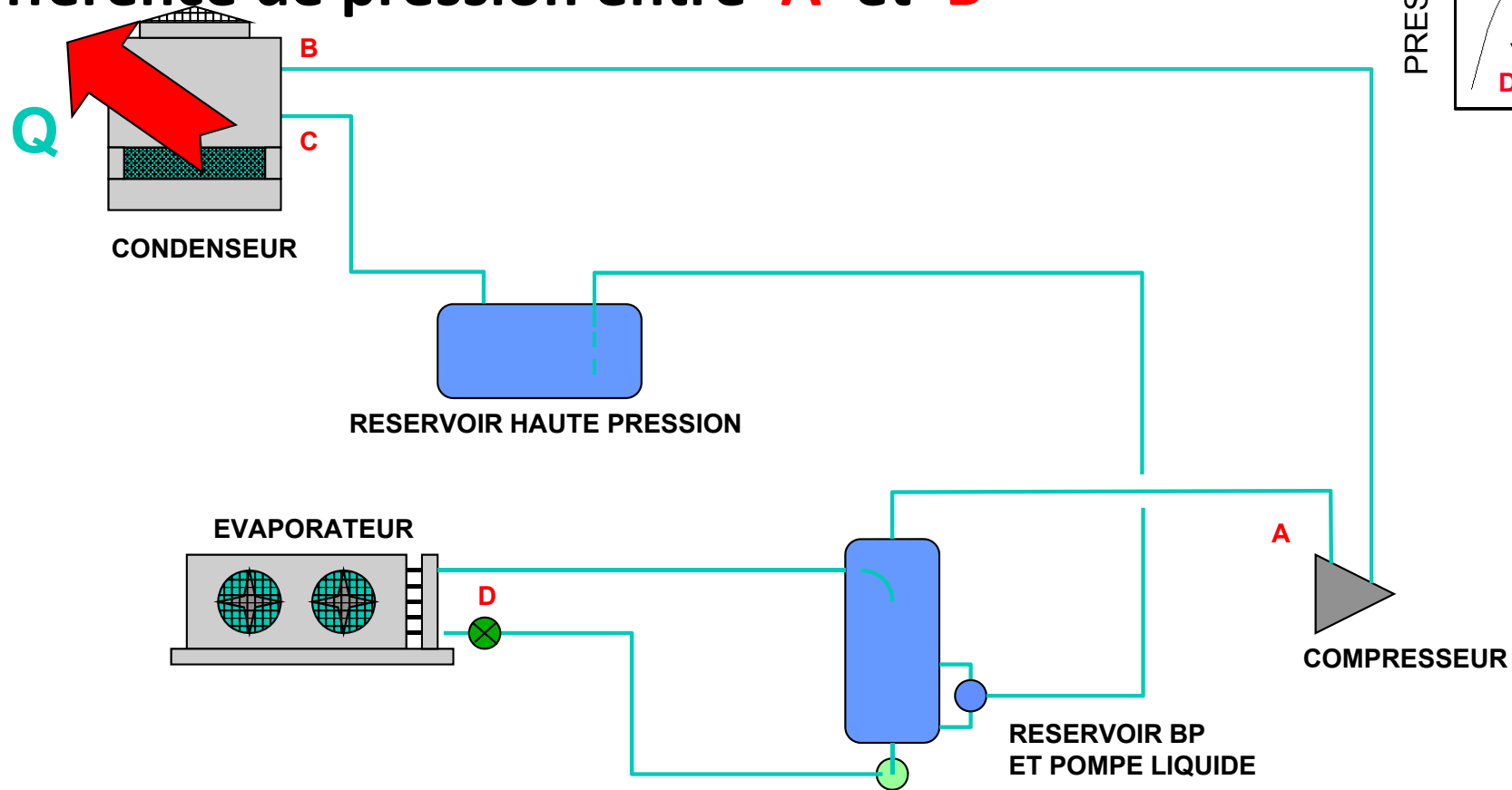
EVAPCO



***Systemes de condensation
frigorigifique à haute efficacité***

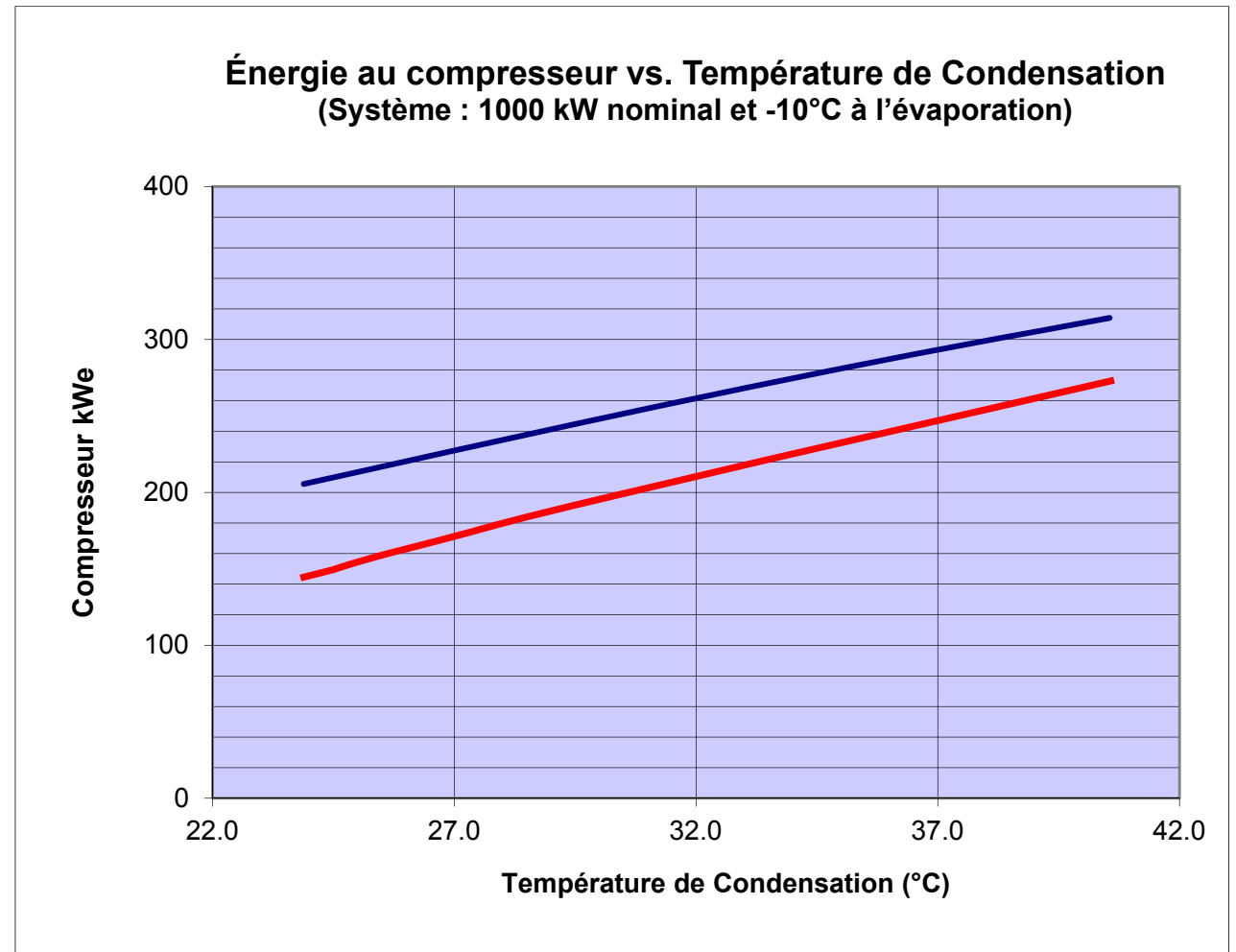
Circuit frigorifique : travail du compresseur

- Le travail du compresseur est proportionnel à la différence de pression entre 'A' et 'B'



Exemple de travail du compresseur

- Pour 1000 kW de réfrigération avec un compresseur à vis à -10°C
- Réduction du kWe en moyenne de 2,5% à 3% par $^{\circ}\text{C}$ de gagné.
- En HVAC la courbe est similaire mais plus basse



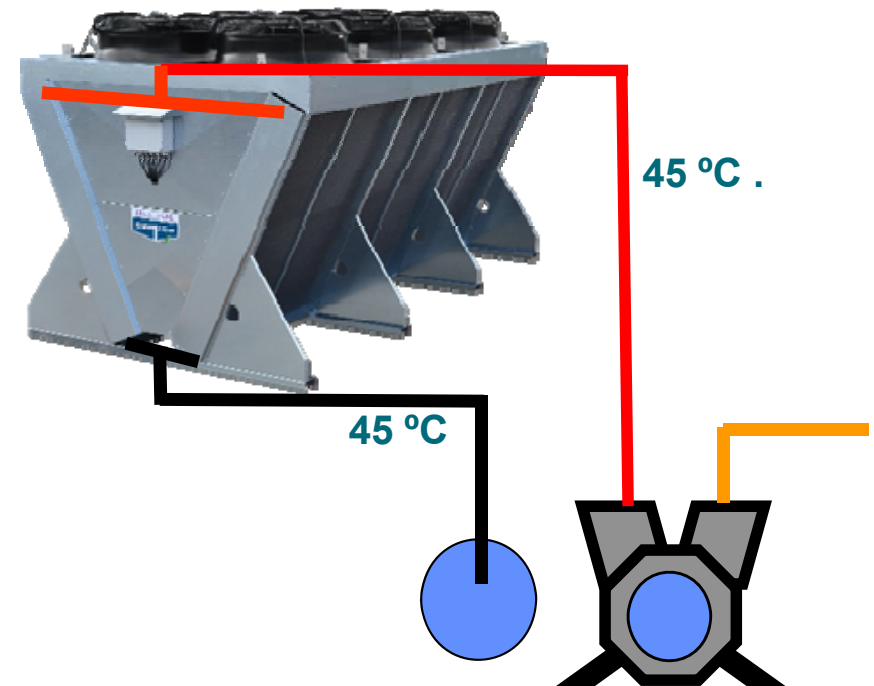
Comparaison

- L'objectif est de comparer l'efficacité de cinq types de condensation frigorifique sur système NH_3
- Trois condensations directes : Condenseur à air sec - Condenseur adiabatique à Médias - Condenseur évaporatifs
- Deux systèmes indirects avec un condenseur à plaques soudées NH_3/EG et un circuit glycolé refroidit par un Aéroréfrigérant Adiabatique à Médias ou une Tour évaporative à circuit fermé. (Le système indirect permet de limiter la charge de NH_3 ou de confiner celle-ci à l'intérieur)
- Cela pour un même besoin de refroidir 1 000 kW à -10°C NH_3 , par conditions extérieures 32°C sec et 21°C BH.

Différentes méthodes de condensation

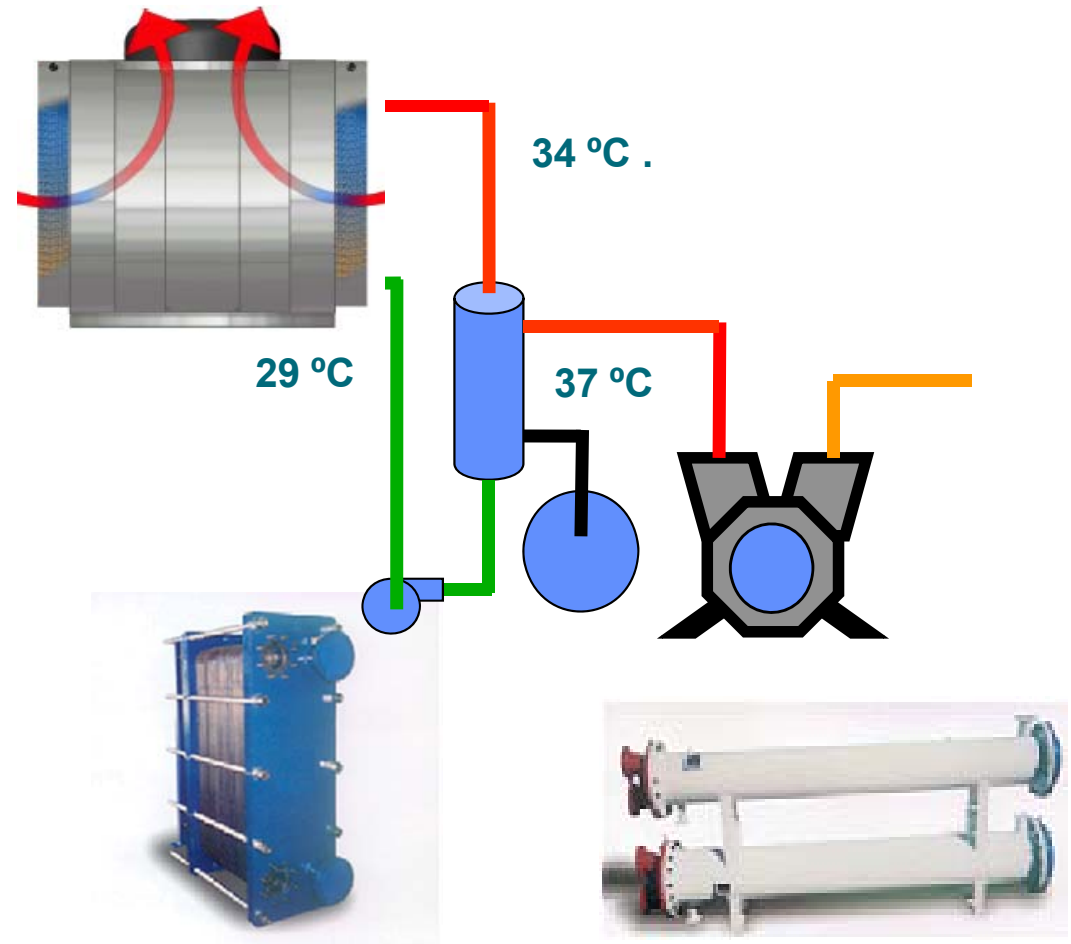
■ Condenseur à air sec

- Limité par la température ambiante (air 32° à 35°C) et les dérives caniculaires
- Condensation entre 47° et 40°C au mieux.
- Grande surface au sol
- Non soumis à ICPE 2921
- Contrainte confinement NH₃ éventuelle.



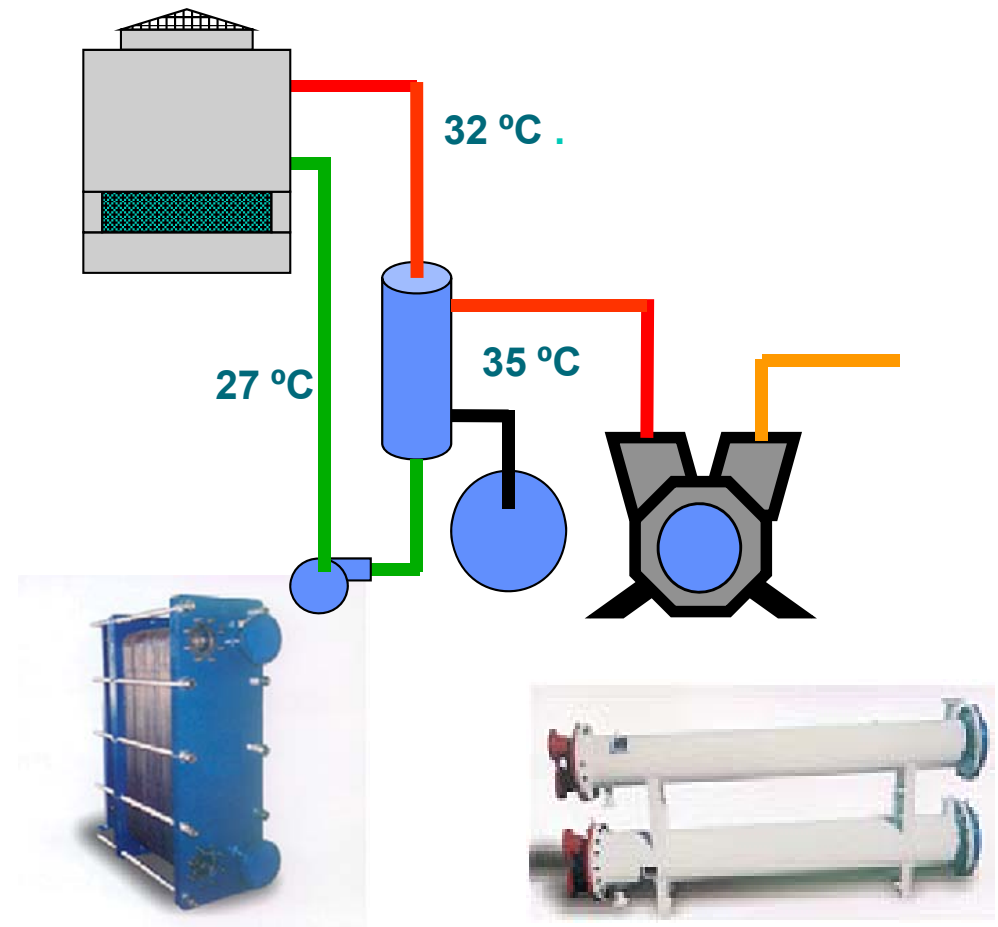
Différentes méthodes de condensation

- **Refroidisseur adiabatique + échangeur condenseur**
 - Températures de condensation plus basse, jusqu'à 37°C au compresseur
 - Gain de place au sol
 - Faible conso d'eau brute non traitée.
 - Non soumis à ICPE 2921



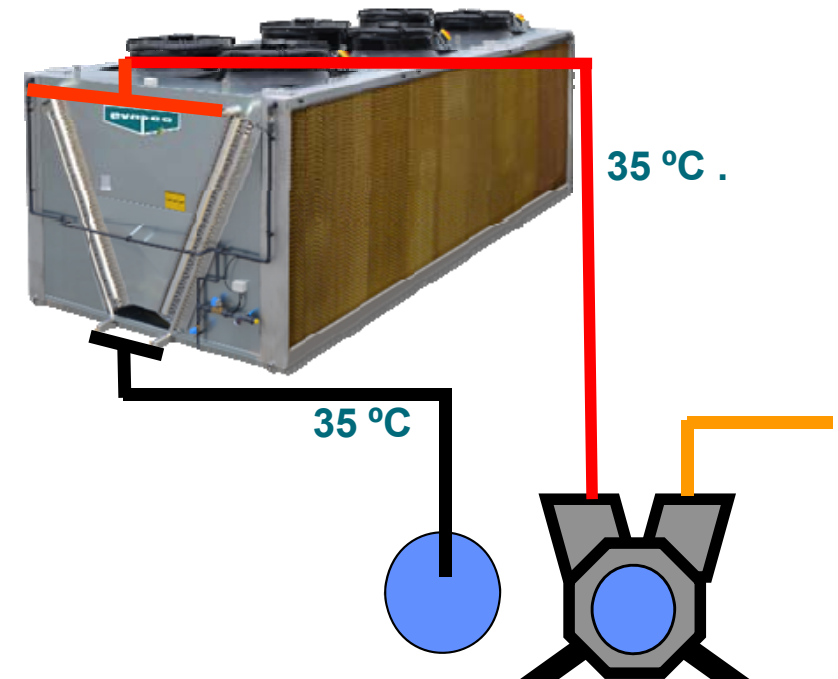
Différentes méthodes de condensation

- **Tour fermée évaporative + échangeur condenseur**
 - Utilise l'air humide pour sa sélection : température de condensation jusqu'à 35° à 33°C au mieux
 - Gain de place
 - Consommation d'eau et Traitement d'eau.
 - Contraintes ICPE 2921



Différentes méthodes de condensation

- Condenseur adiabatique à Médias
 - Températures de condensation plus basse, jusqu'à 33°C au compresseur
 - Gain de place au sol face au Dry
 - Faible conso d'eau brute non traitée.
 - Non soumis à ICPE 2921



Différentes méthodes de condensation

■ Condenseur évaporatif

- Plus basse température de condensation possible < 30°
- Plus fort gain de place
- Consommation d'eau et Traitement d'eau.
- Contraintes ICPE 2921
- Éventuellement contrainte confinement NH₃

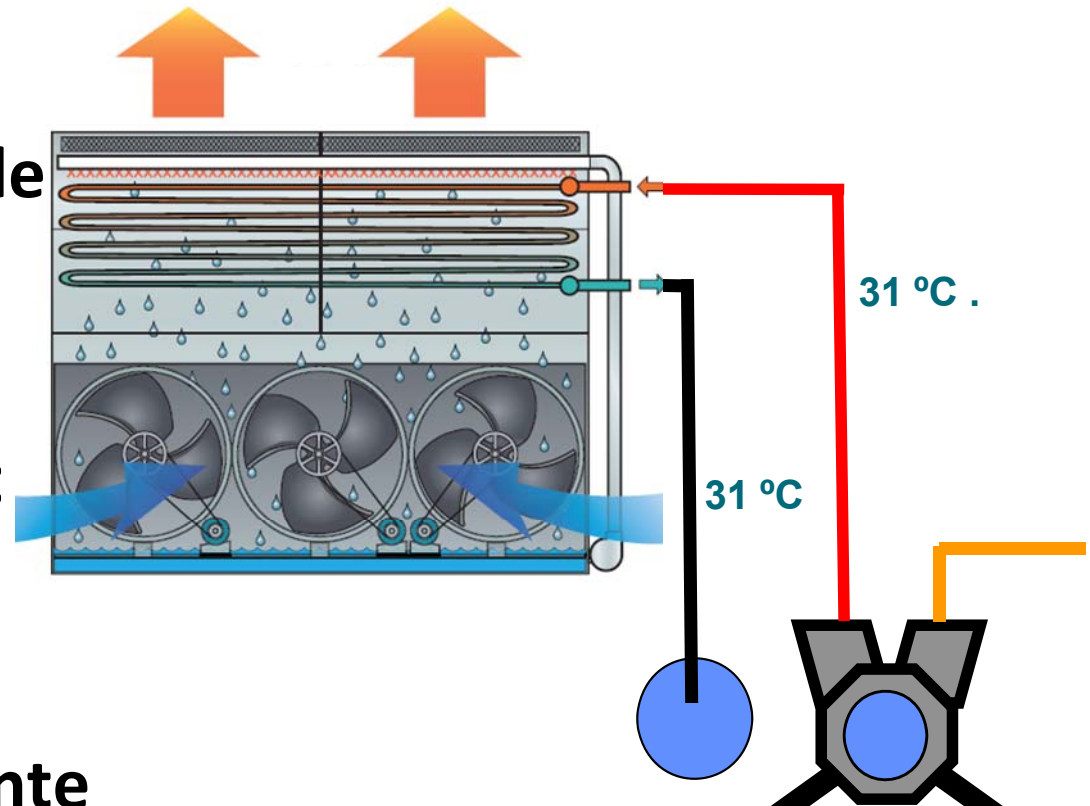


Tableau comparatif

- Le tableau suivant va vous présenter les cinq solutions côte-à-côte :
 - **Évaluation des CEE sur la condensation efficace** : chaque système est évalué en fonction de sa condensation et son écart par rapport à l'air sec ou à l'air humide, selon la fiche IND-UT-113 (ou BAT-EQ-130).
 - **Le Budget Achat et le Coût Total d'investissement** : Cela comprend le matériel et ses options de base y compris l'armoire de contrôle par VF, le circuit glycol pour les systèmes indirects et la panoplie de traitement d'eau pour les systèmes évaporatifs.
 - L'incidence du coût du compresseur frigorifique en fonction de la condensation n'est pas prise en compte. Cela peut être significatif sur la condensation à air sec.
 - **Valorisation des CEE** : les montants évalués en fonction de la tendance du marché sont déduits des achats.
 - Les CEE liés à d'autres fiches ne sont pas pris en compte, à savoir : la HP Flottante et/ou la Variation de vitesse sur moteurs ventilateurs AC.
 - **Total consommations par an** : Les consommations d'électricité et d'eau sont évaluées et valorisées pour chaque solution. Cela permet d'établir un classement et un RSI

Réjection pour GF Puissance froid 1000 kW à -10°C, sur NH₃

Condenseur à air sec



Refroidisseur Adiabatique à Médias et condenseur à plaques



TAR fermée et condenseur à plaques



Condenseur Adiabatique à Médias



Condenseur évaporatif



Régime de sélection

1 343 kW NH₃ Tc 45°, Air à 35°

1 294 kW EG 35/30°, Air à 35°

1 281 kW EG 32/27°, BH 21°

1 281 kW NH₃ Tc 35°, Air à 35°

1 281 kW NH₃ Tc 35°, BH 21°

Rubrique 2921 des ICPE

Hors ICPE 2921

Hors ICPE 2921

Soumis à ICPE 2921

Hors ICPE 2921

Soumis à ICPE 2921

Limite pour certains compresseurs

NH₃ confiné

NH₃ confiné

Évaluation CEE Condensation efficace selon Fiche IND-UT-113 - Base : Moteur plaqué 400 kW et Utilisation 3 x 8 (7j/7)

Référence pour CEE	Tc 45° soit Delta T 10° sec	Tc 37° soit Delta T 2° sec	Tc 35° soit Delta T 14° humide	Tc 35° soit Delta T 0° sec	Tc 35° soit Delta T 14° humide
CEE kWh cumac	2 352 000	7 392 000	6 048 000	9 072 000	6 048 000
Budget ACHAT	87 840 €	102 840 €	72 480 €	96 270 €	53 970 €
+ Condenseur à plaques et circuit EG		13 000 €	13 000 €		
+ Station Traitement d'eau			6 300 €		6 300 €
- CEE à 7 €/MWhcumac	16 464 €	51 744 €	42 336 €	63 504 €	42 336 €
Total investissement	71 376 €	64 096 €	49 444 €	32 766 €	17 934 €
Conso. Électrique kWh/an	2 250 000	2 061 600	1 951 800	1 878 000	1 754 700
Coût électricité €/an	202 500 €	185 544 €	175 662 €	169 020 €	157 923 €
Conso. d'eau m ³ /an	0	1900	14500	1900	14500
Coût eau d'appoint €/an	0 €	3 800 €	29 000 €	3 800 €	29 000 €
Coût traitement eau €/an	0 €	0 €	14 500 €	0 €	14 500 €
Total consommations/an	202 500 €	189 344 €	219 162 €	172 820 €	201 423 €

RSI : Retour sur investissement par rapport au Condenseur évaporatif

0.5 an(s)

Hypothèses: Bilan sur base 6000 heures équivalent pleine charge

Certificat d'Économie d'Énergie : CEE kWh cumac selon Fiches d'Opération standardisée IND-UT-113 du 24 décembre 2014 et BAT-EQ-130 (de 2016)

Électricité : 0.09 €/kWh (compresseur à 100% + ventilateurs à 50% par variation de vitesse + pompes pulvérisation et EG à 100%)

Eau : coût de l'eau non traitée : 2 €/m³ et supplément traitement d'eau et suivi risque légionnelle ICPE 2921 : 1 €/m³

Sélections techniques	EAVCD-9120ZA320P7-421AUSC02	EAVWA-9120ZA320P7-621AUCC02	ESWA 142-35K	EAVCA-9120PA320P7-521AUSC02	ATC-M373E
Dimensions L x l x H	mm 12 035 x 2 381 x 2 914	12 035 x 2 763 x 2 914	5 486 x 2 388 x 4 994	12 035 x 2 675 x 2 446	2 388 x 4 261 x 3 740
Empreinte au sol	m ² 28.6	33.3	13.1	32.1	10.2
Poids en opération	kg 6 323	10013	12 338	7 582	7 811
Prix de l'unité	€ 87 840	102 840	62 480	96 270	45 970
Armoire régulation	€ include EC	include EC	10 000	include EC	8 000
Énergies kW					
Compresseur P abs.	kW 343.0	294.0	281.0	281.0	281.0
Ventilateurs : total	kW 64.0	64.0	30.0	64.0	18.5
Pompe pulvérisation	kW 0.0	0.0	7.5	0.0	2.2
Pompe EG	kW 0.0	17.6	21.8	0.0	0.0
Total Pondéré *	kW 375.0	343.6	325.3	313.0	292.5
Consommation/an	kWh 2 250 000	2 061 600	1 951 800	1 878 000	1 754 700
*Pondération : Compresseur à 100% + Ventilateurs à 50% VF + Pompes à 100%					
Surcoût investissement	53 442 €	46 162 €	31 510 €	14 832 €	0 €
Surcoût consommation/an	29 680 €	16 524 €	46 342 €	0 €	28 603 €

RSI Retour sur investissement

0.5

Tableau dynamique

- Les variables que l'on peut modifier sont :
 - **Coût du circuit glycol** : avec son condenseur NH_3/EG soudé, la pompe EG, la tuyauterie et le vase d'expansion. Montant estimé à 1 000 €, mais qui peut être adapté ou mis à zéro en cas de remplacement avec récupération de l'existant.
 - **Coût de la station de traitement d'eau**, estimé à 6 000 € pour une panoplie classique avec pose et mise en service. En cas d'adoucisseur, le montant sera supérieur. En cas de récupération d'un existant, ce montant peut être mis à zéro.
 - **Valorisation des CEE** : actuellement à €/MWhc, mais qui a tendance à monter. Hors de France ce poste passe à zéro
 - **Coût de l'électricité en €/kWh**
 - **Coût de l'eau d'appoint en €/m³** (hors traitement d'eau)
 - **Coût du traitement de l'eau en €/m³**: estimé à 0.70 €/m³ pour les produits chimiques et une provision de 0.30 €/m³ pour le dossier de suivi, analyses mensuelles et rapports annuel des ICPE en France (soit provision de 3 600 €/an).
 - **Bilan sur base de 6000 heures en équivalent pleine charge** : cela correspond à un industriel qui tourne à l'année avec un foisonnement moyen de 70%.

Tableau dynamique

- Certains industriels peuvent tourner moins. Dans ce cas, en modifiant le nombre d'heures équivalent pleine charge cela recalcule les consommations électriques et les consommations d'eau en évaporatif au prorata (et non en adiabatique car c'est uniquement les après-midis chauds qu'il y a consommation d'eau)
- La consommation électrique est pondérée de la façon suivante :
 - Condensation constante à la valeur indiquée, et donc compresseur à 100%
 - Ventilation sur variation de vitesse et donc consommation moyenne à 50% à l'année
 - Pompe de pulvérisation et pompe circuit EG à 100%
 - Le tout multiplié par le nombre d'heures en équivalent pleine charge.
- Certaines installations tournent de plus en plus en HP flottante. Il ne faut pas oublier que dans ce cas toutes les solutions vont baisser sur des courbes parallèles, et les compresseurs seront pondérés de coefficients similaires (estimé à 0.80 à 0.75 - à valider). Par contre les ventilateurs vont tourner à pleine vitesse presque la moitié de l'année et donc leur coefficient de pondération remontera de 0.50 à 0.80 probablement. L'un dans l'autre, je vous propose de réduire le prix de l'électricité de 20% en cas de régulation par HP flottante pour valider un ordre de grandeur.

EVAPCO



MERCI

- Les valeurs et consommations sont données à titre indicatif, sur base des hypothèses énumérées, et ne sont pas contractuelles,
- Les consommations effectives d'un site varieront en fonction des charges réelles, du climat, de la régulations des équipements et du mode opératoire du site.



Voici un exemple de Condenseur NH_3 Adiabatique à Médias installé avec son enceinte de confinement côté collecteurs.





Certificats d'économies d'énergie

Opération n° IND-UT-113

Systeme de condensation frigorifique à haute efficacité

1. Secteur d'application

Industrie.

2. Dénomination

Mise en place d'un système de condensation frigorifique sur une installation frigorifique permettant d'avoir une faible différence de température ΔT entre le fluide frigorigène à la pression de condensation et le medium de refroidissement (air ou eau) en entrée du condenseur.

Par système de condensation, on entend « condenseur plus tour », « condenseur seul » ou « tour seule » si celle-ci alimente un condenseur frigorifique à eau.

3. Conditions pour la délivrance de certificats

La mise en place est réalisée par un professionnel.

Les systèmes de condensation éligibles sont :

1/ système de condensation par rapport à l'atmosphère :

- à air sec avec un ΔT inférieur ou égal à 12°C :
 - condenseur à air sec ;
 - condenseur à eau plus aéroréfrigérant à air sec (adiabatique ou non).
- à air humide avec un ΔT inférieur ou égal à 22°C :
 - condenseur évaporatif ;
 - condenseur à eau plus tour ouverte (hybride ou non) ;
 - condenseur à eau plus tour fermée (hybride ou non).

2/ système de condensation à eau « seul » (sur nappe ou cours d'eau) avec un ΔT inférieur ou égal à 8°C.

La preuve de la réalisation de l'opération mentionne la mise en place d'un système de condensation sur une installation frigorifique et la valeur de ΔT .

À défaut, la preuve de réalisation de l'opération mentionne la mise en place d'un équipement avec ses marque et référence et elle est complétée par un document issu du fabricant indiquant que l'équipement de marque et référence installé est un système de condensation sur une installation frigorifique. Ce document précise la valeur de ΔT .

4. Durée de vie conventionnelle

15 ans.



5. Montant de certificats en kWh cumac

Mise en place d'un système de condensation à eau seul (sur nappe ou cours d'eau) permettant une différence ΔT entre la température de condensation du fluide frigorigène et celle de l'eau en entrée du condenseur, inférieure ou égale à 8°C :

ΔT en °C	Montant en kWh cumac par kW	X	Mode de fonctionnement du site industriel	Coefficient multiplicateur	X	Puissance électrique nominale de l'installation frigorigène en kW
8	680		1x8h	1		P
7	1 000		2x8h	2,2		
6	1 400		3x8h avec arrêt le week-end	3		
			3x8h sans arrêt le week-end	4,2		

Mise en place d'un condenseur à air sec (adiabatique ou non) ou d'un condenseur à eau et d'un aérateur à air sec (adiabatique ou non) permettant une différence ΔT entre la température de condensation du fluide frigorigène et celle de l'air sec, inférieure ou égale à 12°C :

ΔT en °C	Montant en kWh cumac par kW	X	Mode de fonctionnement du site industriel	Coefficient multiplicateur	X	Puissance électrique nominale de l'installation frigorigène en kW
12	790		1x8h	1		P
11	1 100		2x8h	2,2		
10	1 400		3x8h avec arrêt le week-end	3		
9	1 700		3x8h sans arrêt le week-end	4,2		
8	2 000					
7	2 400					
6	2 800					
5	3 100					
4	3 600					
3	4 000					
2	4 400					
1	4 900					
0	5 400					

Mise en place d'un condenseur évaporatif (hybride ou non) ou d'un condenseur à eau et d'une tour aérateur à air sec ouverte (hybride ou non) ou d'un condenseur à eau et d'une tour aérateur à air sec fermée (hybride ou non) permettant une différence ΔT entre la température de condensation du fluide frigorigène et celle de l'air au bulbe humide, inférieure ou égale à 22°C :



ΔT en °C	Montant en kWh cumac par kW
22	790
21	1 100
20	1 400
19	1 700
18	2 000
17	2 400
16	2 800
15	3 100
14	3 600
13	4 000
12	4 400
11	4 900
10	5 400

X

Mode de fonctionnement du site industriel	Coefficient multiplicateur
1x8h	1
2x8h	2,2
3x8h avec arrêt le week-end	3
3x8h sans arrêt le week-end	4,2

X

Puissance électrique nominale de l'installation frigorifique en kW
P

En cas d'utilisation d'un fluide frigorigène à « glissement », la température de condensation du fluide à retenir est celle au point de rosée.

Pour une valeur de ΔT du système de condensation ne figurant pas dans les tableaux ci-dessus, il convient de retenir la valeur de ΔT immédiatement supérieure.

La puissance électrique nominale à retenir est celle figurant sur la plaque signalétique de l'installation frigorifique ou, à défaut, celle indiquée sur un document issu du fabricant.