

# HTK

Refroidisseur sec hybride

La référence pour  
le refroidissement hybride

100 – 4000 kW



# JAEGGI – L'original

JAEGGI se consacre depuis 1929 au développement, à la production et à la commercialisation d'échangeurs de chaleur. Depuis 1995, l'entreprise fait partie du Groupe Güntner, fabricant de composants pour les systèmes de réfrigération et de climatisation et les applications industrielles présent dans le monde entier, avec près de 2 600 employés. Nos usines de production en Europe, en Amérique et en Asie assurent un accès direct au marché et un service de pièces de rechange dans le monde entier.

JAEGGI fait concorder rentabilité et protection de l'environnement. Avec nos produits et services, nous contribuons à réduire vos coûts d'exploitation et à préserver les ressources.

Nos refroidisseurs bénéficient d'une certification de qualité d'hygiène et font l'objet de contrôles en ce qui concerne la présence d'aérosols. Le système de gestion de la qualité est appliqué par l'Association suisse pour systèmes de qualité et management (SQS) conforme à la norme ISO 9001, garantit à nos clients, où qu'ils se trouvent, un niveau de qualité et de fiabilité optimal.

## Les refroidisseurs secs hybrides de JAEGGI

JAEGGI n'est pas seulement l'inventeur des refroidisseurs secs hybrides, mais aussi le leader de cette technologie.

Comme le démontrent des détails technologiques innovants, JAEGGI poursuit le développement de ses technologies intelligentes. Spécialiste du refroidissement hybride, disposant d'une grande compétence en matière de systèmes, JAEGGI offre un niveau de qualité exceptionnel et un excellent service.

## Refroidisseur sec hybride

Le refroidisseur sec hybride est une combinaison d'un refroidisseur sec et d'une tour de refroidissement humide à circuit fermé. Il combine ainsi les avantages du refroidissement sec standard et du refroidissement humide en un seul et même produit.

### Sélection du refroidisseur sec hybride

Un logiciel de sélection permet d'optimiser la sélection des refroidisseurs hybrides pour chaque type d'applications, en tenant compte de la température moyenne annuelle du site d'implantation et de la répartition du profil de charge.

Le résultat: un refroidisseur fonctionnant sans panache de vapeur visible, avec un niveau sonore très faible et une consommation d'eau et d'électricité minimale. Grâce au faible coût d'exploitation, le retour sur investissement est très rapide.

### Caractéristiques de fonctionnement du refroidisseur sec hybride

Les refroidisseurs secs hybrides JAEGGI peuvent être utilisés comme des refroidisseurs secs standard sans humidification des échangeurs de chaleur. La charge à évacuer est transmise à l'air ambiant uniquement par convection.

Pour des températures extérieures élevées ou pour des charges thermiques plus importantes, l'humidification des échangeurs de chaleur double, voire triple la puissance des refroidisseurs hybrides par rapport au fonctionnement en mode sec : ce sont alors la convection et l'humidification qui refroidissent le système.

Quel que soit le mode de fonctionnement, les performances de l'aéroréfrigérant sont élevées pour un faible encombrement et des coûts d'exploitation réduits. La limite de refroidissement, c'est-à-dire la température de refroidissement qu'il est théoriquement possible d'atteindre pour le refroidisseur sec hybride, correspond à la température du bulbe humide ambiant, plus 4 kelvin.

**Pour un fonctionnement silencieux :  
JAEGGI - L'original**

PAS D'ENCRASSEMENT  
DU CIRCUIT PRIMAIRE

FONCTIONNEMENT CONFORME AUX  
NORMES D'HYGIÈNE ET NÉCESSITANT  
PEU DE MAINTENANCE

TEMPÉRATURE DE L'EAU DE  
REFROIDISSEMENT FAIBLE

JUSQU'À 10 dB DE MOINS  
QU'UNE TOUR DE REFROIDISSEMENT

RETOUR SUR INVESTISSEMENT RAPIDE :  
COÛTS D'EXPLOITATION FAIBLES, BESOINS  
EN EAU MOINDRES, BESOIN ÉNERGÉTIQUE RÉDUIT

FUNCTIONNEMENT SANS  
PANACHE DE VAPEUR TOUTE L'ANNÉE

ENCOMBREMENT  
RÉDUIT







## Ensemble modulaire pour un montage simple sur site

- Entièrement assemblé
- Les appareils de grandes tailles sont livrés avec les ventilateurs à part.
- Livraison sur camion surbaissé
- Emballage sous film plastique en fonction des conditions météorologiques
- Déchargement sur site en quelques manœuvres de grue





# Fonctionnement sec ou humide

Les refroidisseurs hybrides JAEGGI peuvent être utilisés en mode sec ou humide.

## Fonctionnement en mode sec

- Sans humidification des échangeurs de chaleur comme pour les refroidisseurs secs standards.
- L'énergie est transmise à l'air ambiant par convection

## Fonctionnement en mode humide

- Lorsque la température extérieure est élevée ou lorsque les charges de l'installation sont importantes
- Puissance doublée ou triplée grâce à l'humidification des échangeurs de chaleur
- Transfert d'énergie par convection et évaporation

Ces deux modes de fonctionnement permettent d'obtenir des performances de refroidissement très élevées pour un faible encombrement et des coûts d'exploitation réduits. Sur la base de la physique, la température d'eau à la sortie du refroidisseur *HTK Hybrid High Performance* est juste 4 Kelvin au-dessus de la température du bulbe humide de l'air.

## Profitez de notre expérience

Nos experts conçoivent le refroidisseur hybride en tenant compte de vos besoins et l'optimisent de manière à l'adapter à vos applications spécifiques.

Les éléments pris en compte :

- Les conditions climatiques sur le lieu d'installation
- La température annuelle moyenne
- Les caractéristiques de charge prévisibles de l'installation

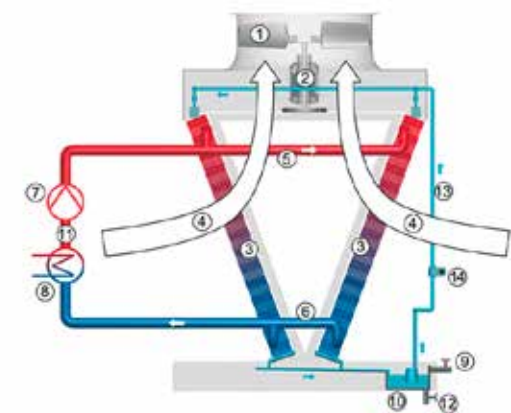
La prise en compte de ces éléments permet de dimensionner les refroidisseurs de manière optimale et de minimiser les coûts d'exploitation de l'installation complète. Par ailleurs, si vous le souhaitez, nous pouvons vous faire parvenir un calcul de rentabilité.

**Pour un fonctionnement efficace :  
JAEGGI - L'original**



Représentation d'un refroidisseur hybride standard

- |                              |                              |
|------------------------------|------------------------------|
| 1. Ventilateur               | 8. Source de chaleur         |
| 2. Moteur du ventilateur     | 9. Eau d'appoint             |
| 3. Échangeur de chaleur      | 10. Bac à eau                |
| 4. Flux d'air                | 11. Circuit primaire         |
| 5. Circuit allé              | 12. Déconcentration          |
| 6. Circuit retour            | 13. Circuit d'humidification |
| 7. Pompe du circuit primaire | 14. Mesure de conductivité   |





# Caractéristiques de fonctionnement du refroidisseur sec hybride

Les refroidisseurs secs hybrides évacuent de l'énergie thermique à l'environnement une majeure partie de l'année comme de purs refroidisseurs secs. Pour des charges thermiques importantes et des températures extérieures élevées, les batteries sont humidifiées. La chaleur est évacuée par évaporation de l'eau.

Tableau 1 représente une évolution annuelle de la température et les plages de fonctionnement du refroidisseur sec hybride. Dans la période de transition, le refroidisseur sec hybride passe, selon la charge, en fonctionnement humide.

Plus la charge de l'installation est importante, au plutôt l'énergie devrait être évacuée par évaporation de l'eau.

La position ainsi que la taille de la plage de transition dans l'évolution annuelle dépend du fonctionnement et de la sélection des appareils.

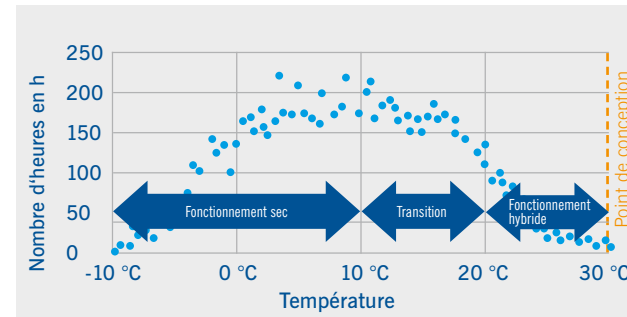


Tableau 1 : Évolution moyenne annuelle de la température (Zurich Metronom 1995 – 2005)



# Refroidisseur sec hybride à la place d'une tour de refroidissement

## Vos avantages

- Température de l'eau de refroidissement faible
- Encombrement réduit
- Pas d'encrassement du circuit primaire
- Jusqu'à 10 dB de moins qu'une tour de refroidissement
- Fonctionnement conforme aux normes d'hygiène et nécessitant peu de maintenance
- Très bonne accessibilité pour l'inspection et la maintenance
- Fonctionnement sans panache de vapeur toute l'année

## Possibilité d'adapter la conception aux caractéristiques de la construction

- Gammes modulaires avec différentes longueurs et hauteurs
- Hauteurs : 2 à 5 m
- Longueur : 3 à 12 m
- Plage de puissance : 100 à 4.000 kW



	Tour de refroidissement fermée	Refroidisseur sec hybride
Puissance totale	1,000 kW	1,000 kW
Fluide	30 % glycol/70 % eau	30 % glycol/70 % eau
Température du fluide	34/29 °C	34/29 °C
Conditions extérieures	34 °C/31.3 %	34 °C/31.3 %
Température de bascule sec/humide	-	18 °C
Facteur de concentration	3	3
Besoin en électricité kWh par année	47,877	47,877
Coûts liés à l'eau d'appoint en €/m³	3	3
Coûts liés aux eaux usées €/m³	1	1
Prix de l'électricité en €/kWh	0.1	0.1
Coûts d'investissement	35,000 €	120,470 € <b>investissement 3,4 fois supérieur</b>
Coûts de l'approvisionnement en eau par an	41,068 €	3,884 € <b>économie de 84 %</b>
Coûts d'exploitation par an*	53,434 €	25,736 € <b>économie de 56 %</b>

\*Les coûts d'exploitation comprennent des coûts de l'approvisionnement en eau et de l'électricité selon la conception de l'appareil et des coûts de maintenance et des frais d'amortissement habituels

# HTK optimisé pour le fonctionnement économe en ressources

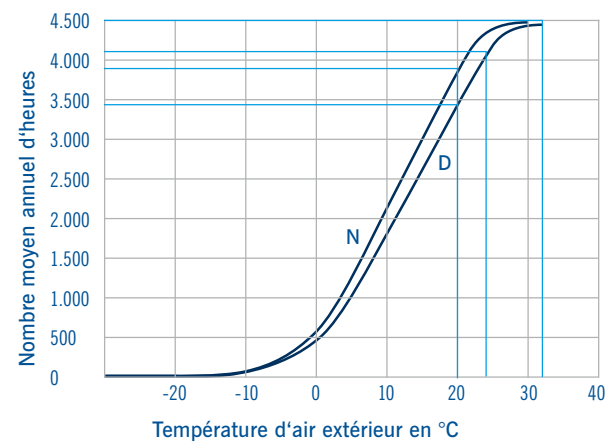
Les installations de refroidissement sont dimensionnées pour des conditions d'installations définies (lieu d'installation, température de sélection et humidité). Comme le montre l'évolution des températures à la page 10, ces conditions n'interviennent que quelques heures par an. C'est pourquoi un comparatif significatif des appareils ou des installations en fonction des conditions de sélection n'est pas possible.

Pour évaluer les coûts annuels d'exploitation, il est nécessaire de considérer les conditions de températures

extérieur effectivement présentes ainsi que la consommation d'eau et d'électricité des composants utilisés.

Le tableau 1 représente d'une façon simple et claire la fréquence des températures. Le nombre moyen annuel d'heures est présenté pour les températures réelles extérieures. Il s'agit d'une autre représentation graphique de l'évolution annuelle de la température (voir page 10 tableau 1).

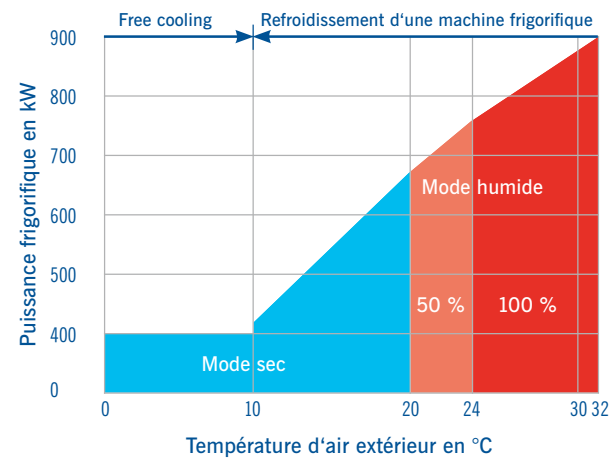
## Fréquence de température (Europe Centrale)



J = heures de jour 7 – 19 heure  
N = heures de nuit 19 – 7 heure

Figure 1: Fréquence de température

## Caractéristiques de fonctionnement d'un refroidisseur sec hybride JAEggi (exemple)

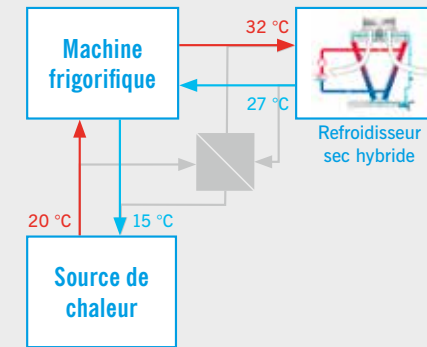


**Free cooling** : Mettre temporairement à l'arrêt la machine frigorifique permet d'économiser considérablement l'électricité.

Tableau 2 : Exemple de caractéristiques de fonctionnement d'un refroidisseur sec hybride JAEggi

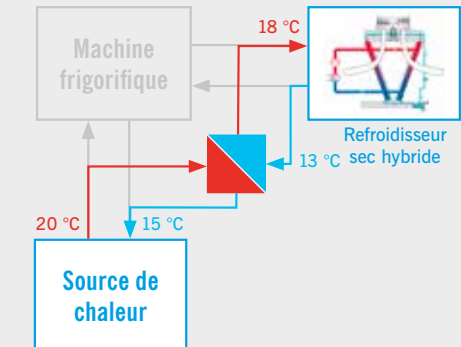
## Installation en fonctionnement/mode machine frigorifique

- Températures extérieur élevées
- Refroidissement efficace de la machine frigorifique
- Économie d'énergie en fonctionnement/mode machine frigorifique
- Économie d'énergie au refroidissement par évaporation
- Le refroidisseur sec hybride consomme moins d'eau
- Water savings by hybrid dry cooler



## Installation en fonctionnement/mode free cooling

- Température extérieure faible
- Refroidissement économisant l'énergie
- Machine frigorifique désactivée



## Caractéristiques de fonctionnement des machines frigorifique – free cooling

Plage de température de l'air (état de fonctionnement)		% RH	Heures de fonctionnement [h]	Mode de fonctionnement du refroidisseur		Eau de refroidissement		Rpm ventilateur	Consommation d'eau		Consommation électrique [kWh]	Puissance frigorifique [kw]	Capacité frigorifique du HTK [kWh]	Consommation d'électricité de la machine frigorifique sans free cooling [kWh]
de [°C]	à [°C]			sec	humide	Entrée [°C]	Sortie [°C]		Eau douce [m³]	Eaux usées (E = 3) [m³]				
-16	-14	0	14	1	0	18	13	42	0	0	20	1'000	0	2'324
-14	-12	0	39	1	0	18	13	45	0	0	68	1'000	0	6'474
-12	-10	0	53	1	0	18	13	48	0	0	115	1'000	0	8'798
-10	-8	0	105	1	0	18	13	53	0	0	292	1'000	0	17'430
-8	-6	0	227	1	0	18	13	58	0	0	831	1'000	0	37'682
-6	-4	0	329	1	0	18	13	64	0	0	1'648	1'000	0	54'614
-4	-2	0	500	1	0	18	13	72	0	0	3'572	1'000	0	83'000
-2	0	0	527	1	0	18	13	83	0	0	5'689	1'000	0	87'482
0	2	0	632	1	0	18	13	97	0	0	11'151	1'000	0	104'912
2	4	82	764	0	1	18	13	72	802	266	6'475	1'000	0	126'824
4	6	79	666	0	1	18	13	81	786	260	7'738	1'000	0	110'556
6	7	0	296	1	0	34	29	52	0	0	818	1'000	49'136	49'136
7	9	0	695	1	0	34	29	57	0	0	2'472	1'000	115'370	115'370
9	11	0	721	1	0	34	29	63	0	0	3'428	1'000	119'686	119'686
11	13	0	682	1	0	34	29	70	0	0	4'487	1'000	113'212	113'212
13	15	0	682	1	0	34	29	79	0	0	6'511	1'000	113'212	113'212
15	17	0	643	1	0	34	29	92	0	0	9'531	1'000	106'738	106'738
17	18	0	297	1	0	34	29	100	0	0	5'648	1'000	49'302	49'302
18	19	64	180	1/2	1/2	34	29	74	191	63	1'532	1'000	29'880	29'880
19	21	62	323	1/2	1/2	34	29	81	378	126	3'490	1'000	53'618	53'618
21	23	53	179	1/2	1/2	34	29	87	238	79	2'401	1'000	29'714	29'714
23	25	52	144	1/2	1/2	34	29	99	215	72	2'788	1'000	23'904	23'904
25	25.1	51	4	1/2	1/2	34	29	100	5	2	69	1'000	664	664
25.1	27	46	45	0	1	34	29	53	88	29	190	1'000	7'470	7'470
27	29	41	10	0	1	34	29	55	21	7	46	1'000	1'660	1'660
29	31	39	3	0	1	34	29	58	7	2	16	1'000	498	498
			8'760							2'731	906	81'026	814'064	1'051'444

Fonctionnement/Mode free cooling

Fonctionnement/Mode machine frigorifique



Économies de **23 %**



## HYBRIMATIC – Commande intelligente pour des coûts d'exploitation réduits

L'exploitation efficace de refroidisseurs secs hybrides dépend en grande partie du niveau d'intelligence de la régulation. Avec une régulation propre à chaque refroidisseur, l'ensemble des paramètres importants est contrôlé en continu et le mode d'exploitation est automatiquement adapté à l'état de fonctionnement de l'installation. Ceci permet de garantir le fonctionnement efficace et sans interruption des appareils et d'obtenir ainsi les valeurs de consommation prévues.

La régulation *HYBRIMATIC* est un contrôleur logique programmable et permet :

- La régulation de la température de sortie du refroidisseur
- La gestion de l'eau de mouillage
- L'affichage des messages d'erreur et de service
- La communication avec la GTC

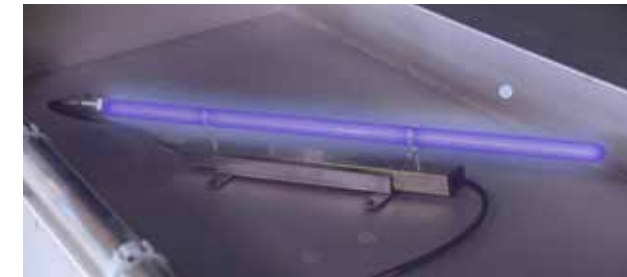
Par ailleurs, la commande *HYBRIMASTER* régule les refroidisseurs hybrides installés en parallèle pour un maximum d'efficacité énergétique et d'économie d'eau et vous aide ainsi à réduire les coûts d'exploitation.

### Les avantages de notre régulation pour les clients

- Exploitation optimisée de chaque appareil
- Interconnexion optimisée d'un maximum de 8 appareils
- Configuration simple pour une utilisation optimale dans diverses applications
- Coûts d'exploitation réduits
- Intégration simple dans le contrôle centralisé grâce à la transmission de messages de service par contact ou système de bus
- Installation simple grâce à la livraison d'un système prêt à être raccordé
- Compact, flexible et évolutif



## Équipements en option pour votre HTK



### Désinfection par UV

Pour minimiser le développement d'organismes biologiques dans le bac à eau. Une alternative aux biocides.



### Filtres à pollen

Pour minimiser la pénétration d'impuretés biologique dans l'échangeur de chaleur et le bac à eau



### Silencieux pour ventilateurs

Pour réduire les émissions sonores



### Registres de fermeture

- Pour limiter l'encrassement
- Pour limiter la puissance de chauffage de secours pour les appareils non protégés contre le gel

### Épingle de chauffage du bac à eau

- Pour étendre le mode de fonctionnement humide aux températures plus basses.

### Rideau d'hivernage manuel ou automatique

- Pour limiter l'encrassement en cas d'arrêts prolongés
- Pour limiter la capacité de chauffage de secours pour les appareils non protégés contre le gel

### Collecteurs calorifugés

- Pour réduire la capacité thermique des appareils non protégés contre le gel

### Version vidangeable

- Destinée aux circuits qui doivent être vidangés en cas d'urgence (arrêt de l'installation, risque de gel ...)

### Chauffage antigel

- Destiné aux circuits frigorifiques qui n'utilisent pas de protection antigel et qui doivent être chauffés en cas d'urgence



# Un investissement extrêmement rentable

## Préserve le porte monnaie, préserve l'environnement

Contrairement aux tours de refroidissement ouvertes habituellement utilisées, le refroidisseur *HTK* de JAEGGI est un appareil qui offre une utilisation raisonnée des ressources et dont l'investissement est vite rentabilisé.

Il permet d'économiser de 70 à 90 % d'eau par rapport aux tours de refroidissement ouvertes habituellement utilisées. Ces coûts doivent être pris en compte dans le cas de produits à longue durée de vie. Afin de proposer une comparaison représentative entre une tour de refroidissement humide et un refroidisseur sec hybride de JAEGGI, une charge annuelle constante de 1'000 kW a été appliquée dans un atelier de production de Munich fonctionnant en continu en 3x8. L'eau était refroidi de 38 à 28 °C.

Aux heures les plus froides de l'année ou en mode à charge partielle, les refroidisseurs fonctionnent entièrement à sec grâce à la commande *HYBRIMATIC* de JAEGGI. Dans ce cas, la transmission de chaleur à l'air ambiant se fait par convection. C'est seulement lorsque la température de l'eau froide requise n'est plus atteinte en mode sec que

le circuit d'humidification est automatiquement activé. Dans cet exemple, la température de bascule du mode sec à humide est de 18 °C

Sur le site de Munich, la consommation annuelle d'eau du refroidisseur sec hybride (évaporation et déconcentration, facteur de concentration de 3) s'élève à 1'720 m<sup>3</sup> et le volume des eaux usées est de 571 m<sup>3</sup>. Avec une tour de refroidissement humide, la consommation d'eau douce serait de 15'431 m<sup>3</sup> et le volume des eaux usées serait de 5'144 m<sup>3</sup>. Le refroidissement sec hybride permet dans cet exemple de réduire la consommation d'eau de plus de 90 %.

### Conclusion

L'acquisition d'un refroidisseur sec hybride permet non seulement à l'exploitant de faire d'importantes économies, mais contribue également à préserver l'environnement et nos ressources, l'eau étant une matière première de plus en plus rare. Dans cet exemple, l'investissement pour l'achat d'un *HTK* est amorti au bout de 2 années seulement.

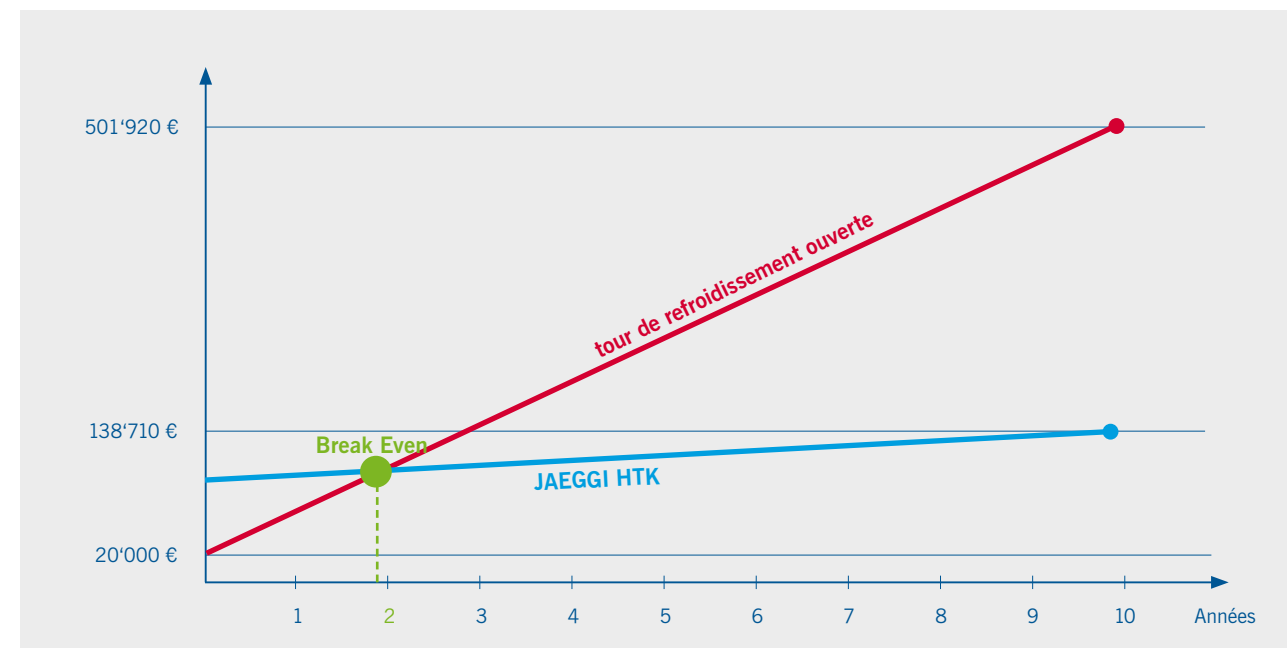
## Caractéristiques de fonctionnement sur une année

Plage de température de l'air (état de fonctionnement)			Heures de fonctionnement	Mode de fonctionnement du refroidisseur		Température entrée sortie d'eau		Rpm ventilateur	Consommation d'eau		Consommation électrique [kWh]	Puissance frigorifique <i>HTK</i> [kw]
de [°C]	à [°C]	HR %		sec	humide	Entrée [°C]	Sortie [°C]		Eau douce [m <sup>3</sup> ]	Eaux usées (E = 3) [m <sup>3</sup> ]		
-17	-14	0	0	1	0	38	28	29	0	0	0	1'000
-14	-11	0	8	1	0	38	28	31	0	0	4	1'000
-11	-8	0	48	1	0	38	28	33	0	0	32	1'000
-8	-5	0	101	1	0	38	28	36	0	0	84	1'000
-5	-2	0	459	1	0	38	28	39	0	0	488	1'000
-2	4	0	1'854	1	0	38	28	47	0	0	3'435	1'000
4	7	0	1'142	1	0	38	28	52	0	0	2'938	1'000
7	10	0	1'156	1	0	38	28	59	0	0	4'370	1'000
10	13	0	1'068	1	0	38	28	70	0	0	6'498	1'000
13	16	0	1'087	1	0	38	28	85	0	0	12'092	1'000
16	18	0	594	1	0	38	28	100	0	0	10'688	1'000
18	19	66	226	1/2	1/2	38	28	79	226	75	2'156	1'000
19	22	58	497	1/2	1/2	38	28	91	586	194	7'183	1'000
22	23.5	53	189.5	1/2	1/2	38	28	100	244	81	3'542	1'000
23.5	25	50	136.5	0	1	38	28	52	248	83	537	1'000
25	28	41	130	0	1	38	28	55	265	88	563	1'000
28	31	44	57	0	1	38	28	64	131	44	345	1'000
31	34	32	7	0	1	38	28	64	18	6	42	1'000
34	35	32	0	0	1	38	28	67	0	0	0	1'000
			8'760						1'720	571	54'997	

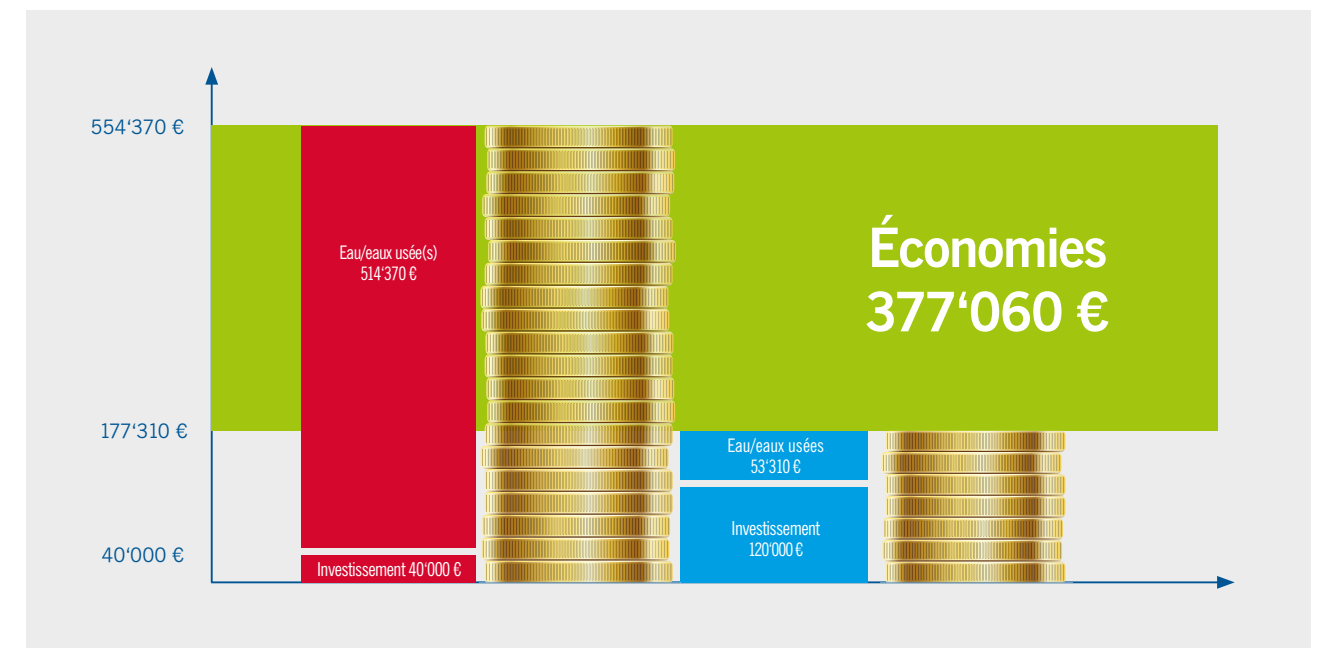
Caractéristique de fonctionnement : 1'000 kW, refroidissement de 38 à 28 °C pour BH = 21,5 °C

Coûts liés à l'eau d'appoint en €/m<sup>3</sup> 3  
 Coûts liés aux eaux usées en €/m<sup>3</sup> 1  
 Coûts liés à l'électricité en €/kWh 0,1

## Retour sur investissement rapide pour le JAEGGI HTK-SE

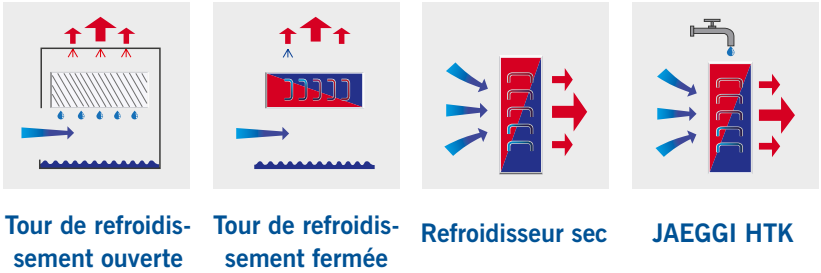


## 377'060 € d'économies en 10 ans



# Comparaison

Comparaison et évaluation selon différents critères des technologies de refroidissement disponibles :



	Tour de refroidissement ouverte	Tour de refroidissement fermée	Refroidisseur sec	JAEGGI HTK
Température de l'eau de refroidissement plus basse	++++	+++	+	+++
Aucune impureté	+	++++	++++	++++
Consommation d'énergie plus faible	+++	+++	++	++++
Consommation d'eau plus faible	+	+	++++	+++
Aucun aérosol/panache	+	+	++++	++++
Niveau sonore plus faible	+	+	++	+++
Coûts d'investissement	++++	+++	+	+

+    +    +    +    moins bon                      +    +    +    +    très bon



**JAEGGI Hybridtechnologie AG**

Hirschgässlein 11  
CH-4051 Bâle

[www.jaeggi-hybrid.ch](http://www.jaeggi-hybrid.ch)

Members of Güntner Group



**thermowave**  
PHE for process and industry

**basetec**  
products + solutions