

INDUSTRIE ÉLECTRONIQUE

L'importance de l'humidité dans la
production et le stockage

Humidification et déshumidification

 **condair**

Le besoin de déshumidification de l'air

déshumidification de l'air dans l'industrie électronique

Le stockage de composants électroniques et de produits finis est un "processus" exigeant, car les différents flux de travail sont très sensibles.

Cette sensibilité particulière se manifeste surtout lorsque de grandes quantités de composants électroniques sont stockées, souvent pendant de longues périodes. En effet, plus ils sont stockés longtemps, plus le risque est grand que des conditions de stockage défavorables, même minimales, les endommagent et les rendent inutilisables pour un usage ultérieur.

Pour éviter que les circuits imprimés et les composants sensibles ne soient endommagés, il est possible de les placer dans des sacs anti-humidité ou de les faire cuire au four de manière conventionnelle. La déshumidification sur mesure et contrôlée avec précision est donc l'un des facteurs clés d'un stockage sûr et réussi des composants et peut éviter aux entreprises des dommages coûteux.

Une humidité qui n'est pas contrôlée en permanence et qui n'est pas suffisamment basse peut, par exemple, entraîner les problèmes suivants :

Le risque de détérioration et d'oxydation des matériaux stockés commence à partir d'une humidité relative (HR) d'environ 50 %. À partir de cette valeur, la probabilité que l'oxygène et les condensats présents dans l'air réagissent avec les matériaux augmente - et avec elle le risque d'endommager la qualité des matériaux des composants et éventuellement leur fonctionnalité. Avec l'augmentation de l'humidité dans les pièces où sont stockés les composants électroniques, le risque de diffusion augmente également : les matériaux hygroscopiques des composants électroniques attirent et se mélangent à la condensation. Là encore, le matériau et la fonctionnalité peuvent subir des dommages importants.

Le contrôle et la gestion de l'humidité sont donc essentiels pour un stockage réussi des composants électroniques : Il est donc d'autant plus important que les opérateurs puissent s'appuyer sur des solutions fiables à 100 % !



Exemple pratique : Stockage à sec pour les composants électroniques

Pour augmenter la capacité de stockage et combiner des armoires de séchage décentralisées, une entreprise de fabrication industrielle a décidé de créer un nouveau système de stockage à plusieurs niveaux. Les appareils montés en surface (SMD) qui y sont stockés sont soumis à un niveau de sensibilité à l'humidité (MSL) et doivent donc être stockés en permanence dans un environnement où l'air a une humidité relative $\leq 5\%$ à une température d'environ $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Pour augmenter la capacité de stockage et combiner des armoires de séchage décentralisées, une entreprise de fabrication industrielle a décidé de créer un nouveau système de stockage à plusieurs niveaux. Les appareils montés en surface (SMD) qui y sont stockés sont soumis à un niveau de sensibilité à l'humidité (MSL) et doivent donc être stockés en permanence dans un environnement où l'air a une humidité relative $\leq 5\%$ à une température d'environ $15\text{ }^{\circ}\text{C}$.

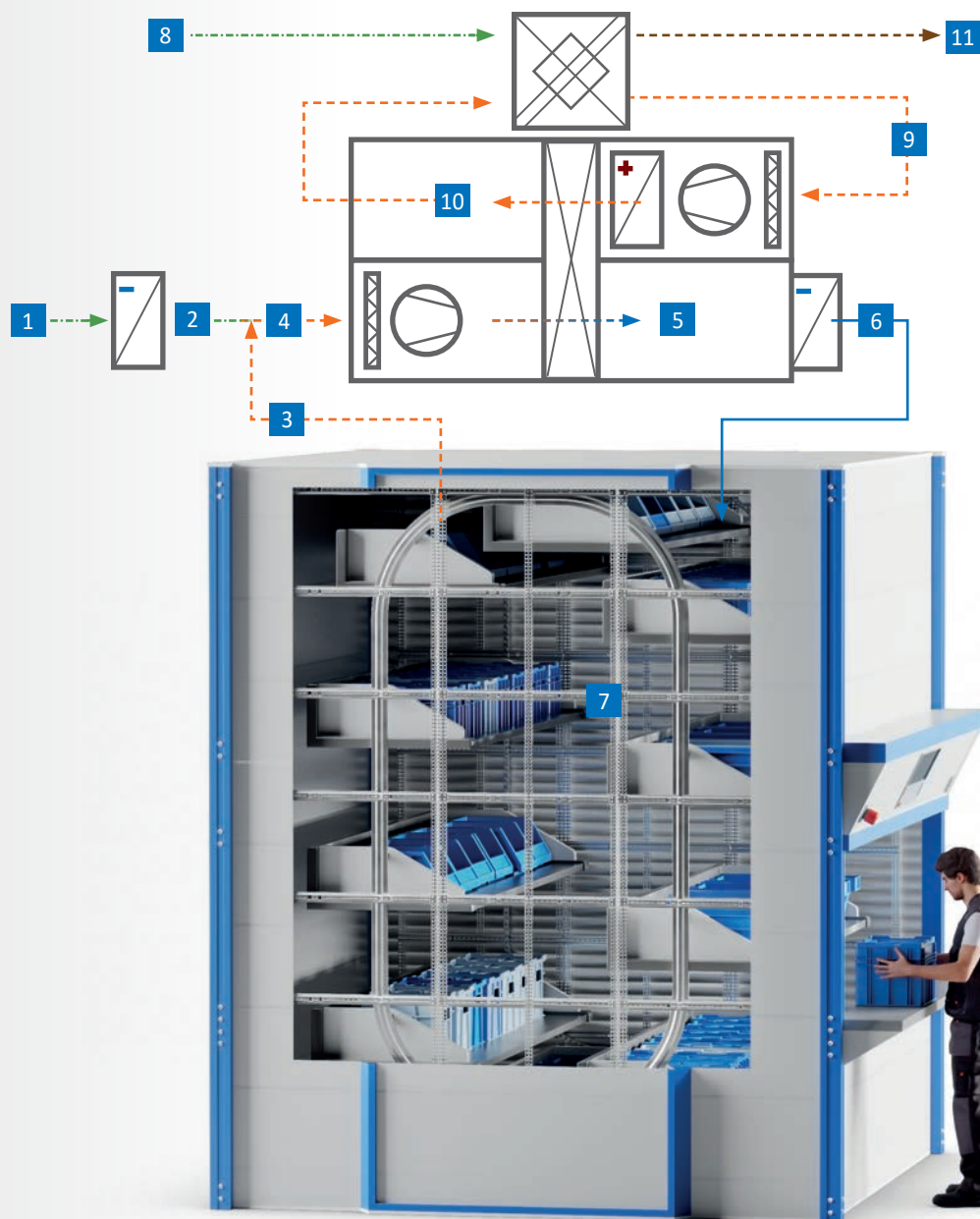
Dans la zone de stockage de 70 m^3 , le dessiccateur utilisé pour le séchage de l'air a une capacité d'air totale de $1\,400\text{ m}^3/\text{h}$. Une proportion constante de 10% d'air extérieur est ajoutée à l'air de recirculation (air évacué de la salle de stockage) à un débit de $1\,260\text{ m}^3/\text{h}$. Au cours de ce processus, la portion d'air extérieur est pré-refroidie et pré-séchée, passant de $35\text{ }^{\circ}\text{C}$ et 45% d'humidité relative à $12\text{ }^{\circ}\text{C}$ et presque 100% d'humidité relative. Ce processus

de prétraitement de l'air extérieur absorbe les pics d'humidité élevés de l'été et il est plus efficace sur le plan énergétique de gérer l'air par refroidissement mécanique que par sorption dans le sécheur à sorption.

En mélangeant l'air de recirculation et l'air extérieur, on obtient un flux d'air d'une température de $14,7\text{ }^{\circ}\text{C}$ et d'une humidité relative de 16% . Celui-ci s'écoule dans le sécheur par adsorption où il atteint une température de $26\text{ }^{\circ}\text{C}$ et une humidité absolue de $0,255\text{ g/kg}$ à la sortie du sécheur. Cela correspond à un point de rosée sec négatif de $-29\text{ }^{\circ}\text{C}$. L'air maintenant séché est ensuite refroidi dans un refroidisseur secondaire jusqu'à la température cible de $+15\text{ }^{\circ}\text{C}$ avant d'être introduit dans la salle de stockage.

Le sécheur par adsorption est contrôlé en permanence car la charge d'humidité fluctue fortement en fonction de la fréquence d'accès et de la teneur en humidité de l'environnement. Le système de stockage comporte plusieurs capteurs qui sont évalués en fonction de la valeur maximale et qui déterminent et ajustent la capacité du sécheur par adsorption. En outre, l'humidité et la température de l'air extérieur qui traverse un échangeur de chaleur à plaques à flux croisé influencent directement le processus de régénération. Ce processus nécessite d'autant moins d'énergie que le taux d'humidité de l'air extérieur extrait est faible.

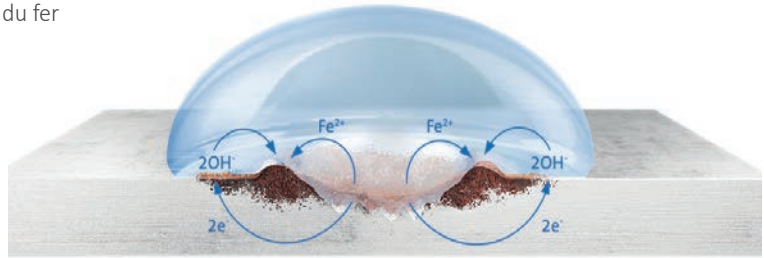
Le diagramme ci-joint illustre le concept du système de l'exemple pratique ci-dessus ; les volumes d'air et les conditions correspondants sont clairement résumés dans le tableau.



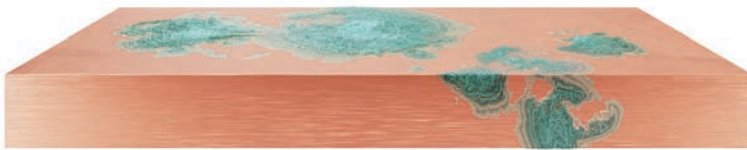
Point de données	Volume d'air	Température	Humidité relative	Humidité absolue	
	[m³/h]	[°C]	[% RH]	[g/kg]	
1	Part de l'air extérieur ODA	140	35	45	16
2	Prérefroidissement ODA	140	12	95	8.7
3	Recirculation de l'air dans le local de stockage RCA	1,260	15	8.6	0.9
4	Point de fusion RCA & ODA	140 + 1,260	14.7	15.7	1.69
5	Processus de séchage	1,400	26	1	0.255
6	Post-refroidissement de l'air soufflé SUP	1,400	15	2	0.255
7	Air intérieur IDA	1,400	15	≤ 5	≤ 0.5
8	ODA pour la régénération	400	35	45	16
9	Air de régénération On HR	400	60	13	16
10	Air humide Sortie avant HR	400	90	4	21.1
11	Air de retour humide après HR	400	58	18	21.1

Lorsque l'humidité n'est pas souhaitable

Oxydation du fer



Oxydation du cuivre



Comparé au fer, par exemple, le cuivre est beaucoup moins sujet à la rouille. Bien que le cuivre puisse également se corroder au contact de l'eau ou d'une humidité élevée, ce phénomène s'arrête généralement très rapidement.

Une couche d'oxyde fermée se forme- la patine noire verdâtre- qui protège le cuivre sous-jacent de la corrosion. Toutefois, cela empêche sérieusement l'utilisation et la transformation du cuivre en composants électroniques de haute qualité.

D'autre part, d'autres matériaux tels que les plastiques, les adhésifs, les matériaux de soudure et l'isolation utilisés dans la production de composants électriques et électroniques sont dans certains cas beaucoup plus sensibles à l'humidité excessive et peuvent causer des dommages irréparables aux composants finis en raison de l'oxydation et de la diffusion.

Ces effets négatifs sont moins susceptibles de se produire au cours du processus de production proprement dit, mais ils peuvent survenir pendant le stockage, souvent très long, des matières premières et des produits finis.

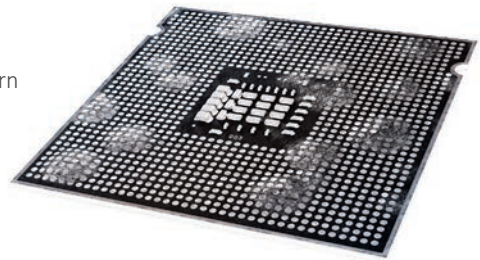
Influence de l'humidité sur les résultats de brasage

Le brasage par refusion de composants semi-conducteurs CMS ayant absorbé une humidité (trop) élevée peut entraîner des défauts et des fissures ainsi qu'un décollement des matériaux attachés. Plus la température augmente pendant le processus de soudage, plus le risque de délamination augmente. Ce phénomène a été exacerbé par l'interdiction des soudures au plomb et la nécessité de travailler à des températures plus élevées, supérieures à 250 °C. L'augmentation de volume due à l'évaporation soudaine de l'humidité stockée à la surface et dans le substrat peut provoquer un effet pop-corn.

Même des écarts apparemment minimes dans le profil de soudure peuvent conduire à des écarts négatifs par rapport au résultat souhaité.

Un séchage préventif adéquat avant le processus de brasage est donc absolument nécessaire pour garantir la qualité du produit ; il permet également d'éviter des processus de séchage autrement nécessaires, qui sont souvent longs, coûteux et nuisibles !

Effet pop-corn



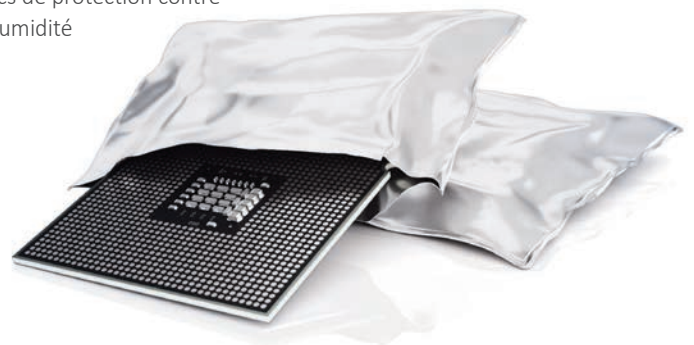
Sacs de protection contre l'humidité- ou stockage dans un environnement sec ?

Le niveau de sensibilité à l'humidité (MSL) définit le seuil de sensibilité à l'humidité des composants électriques. La classification des MSL, leur manipulation et leur utilisation sont définies dans les normes industrielles IPC/JEDEC J-STD-020 et IPC/JEDEC J-STD-033.

Cette dernière permet de considérer que- si les composants semi-conducteurs CMS des classes MSL jusqu'à 5a sont stockés à une humidité ambiante de $\leq 5\%$ HR- cette procédure équivaut à un stockage dans des sachets étanches à l'air et résistants à la diffusion (MBB) avec une durée de conservation indéfinie et que les composants peuvent être stockés indéfiniment.

En outre, la durée de vie des pièces sensibles à l'humidité peut être réinitialisée lorsqu'elles sont exposées à l'air ambiant humide. Pour les pièces MSL de classe 4, 5 et 5a avec un temps d'exposition de 8 heures ou moins, un stockage ultérieur dans un environnement sec de $\leq 5\%$ HR et une période de stockage égale à 10 fois le temps d'exposition peuvent réinitialiser la durée de vie au sol.

Sacs de protection contre l'humidité



Sacs de protection contre l'humidité

Comme le montre la brochure, la déshumidification doit relever plusieurs défis. En fonction du type de production, du traitement ultérieur et du stockage des matières premières, le spectre s'étend de "haute température avec faible humidité" à "basse température avec faible humidité".

Une option pour la déshumidification est l'utilisation d'unités de ventilation avec des refroidisseurs d'eau intégrés. Dans ce cas, l'air extérieur aspiré dans l'appareil de ventilation est fortement refroidi dans le refroidisseur, c'est-à-dire déshumidifié, puis introduit dans la pièce. Toutefois, par temps humide, ce type de déshumidification ne suffit souvent qu'à gérer les pics de consommation. En outre, d'un point de vue économique, les valeurs d'humidité qui peuvent être atteintes ne correspondent souvent pas aux conditions cibles requises et nécessitent une déshumidification supplémentaire. Pour réduire considérablement les coûts d'exploitation de la déshumidification, on utilise généralement des unités de déshumidification secondaires. Ils déshumidifient un débit d'air partiel requis ou sont installés directement dans la pièce. Ils y aspirent en permanence l'air ambiant, qui est filtré, déshumidifié puis réinjecté dans la pièce sous forme d'air d'alimentation sec. Les deux types de déshumidification présentent des avantages et des inconvénients et doivent être testés et évalués pour chaque application.

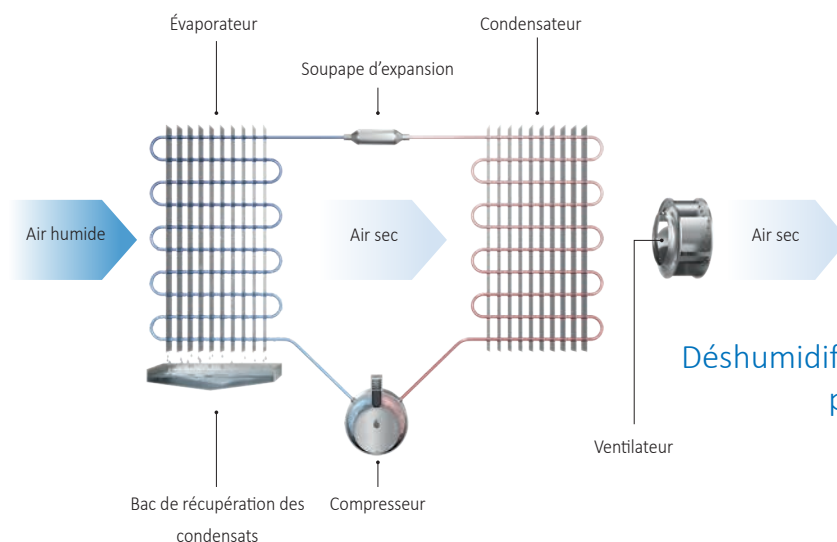
Dans le cas d'une installation directe dans une pièce, outre la charge d'humidité interne, la charge d'humidité externe, provenant par exemple de la ventilation mécanique estivale, doit également être prise en compte.

Les déshumidificateurs utilisés à cette fin sont disponibles sous forme de déshumidificateurs à condensation et de déshumidificateurs à adsorption.

Déshumidificateurs à condensation

sont des unités prêtes à l'emploi pour les processus de déshumidification standard où une humidité relative allant jusqu'à 40 % doit être maintenue à une température ambiante comprise entre 5 et 35 °C.

Les unités contiennent un refroidisseur avec compresseur, évaporateur et condenseur. Comme le montre l'illustration ci-dessous, le ventilateur aspire l'air ambiant humide dans l'unité, le filtre et le fait passer à travers l'évaporateur. Un réfrigérant liquide circule dans cet évaporateur, extrayant la chaleur de l'air et l'évaporant au cours du processus. L'air est ainsi refroidi, sa température passe sous le point de rosée et de l'eau se condense dans l'air. Plus la température de l'évaporateur est basse, plus la quantité d'eau condensée est importante. L'eau est recueillie dans un bac à condensats et évacuée vers l'égout. Ensuite, l'air désormais déshumidifié mais frais traverse le condenseur du refroidisseur. Il y est réchauffé par la chaleur de condensation et retourne dans la pièce sous forme d'air d'alimentation déshumidifié. La continuité de ce processus signifie que l'air ambiant est constamment déshumidifié au niveau souhaité.



Déshumidification par condensation — principe de fonctionnement

Sécheurs par adsorption

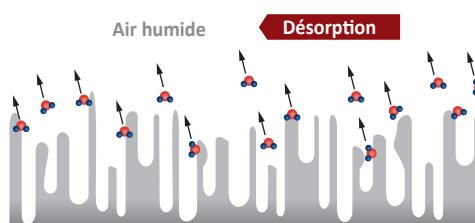
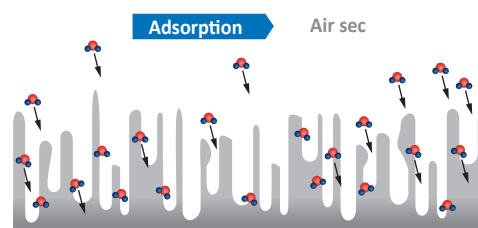
sont utilisés lorsqu'une faible humidité inférieure à 10 % HR doit être produite à des températures souvent très basses. Étant donné que la déshumidification de l'air par abaissement de la température bien en dessous du point de rosée, par exemple avec un déshumidificateur à condensation, serait à la fois trop coûteuse et trop gourmande en énergie, les propriétés du gel de silice sont utilisées pour le séchage avec des déshydratants.

Un sécheur par adsorption se compose d'un échangeur de chaleur rotatif, de filtres à air, de deux ventilateurs pour le transport de l'air de traitement et de l'air de régénération, d'un réchauffeur pour le chauffage de l'air de régénération et de la commande associée (voir figure ci-dessous).

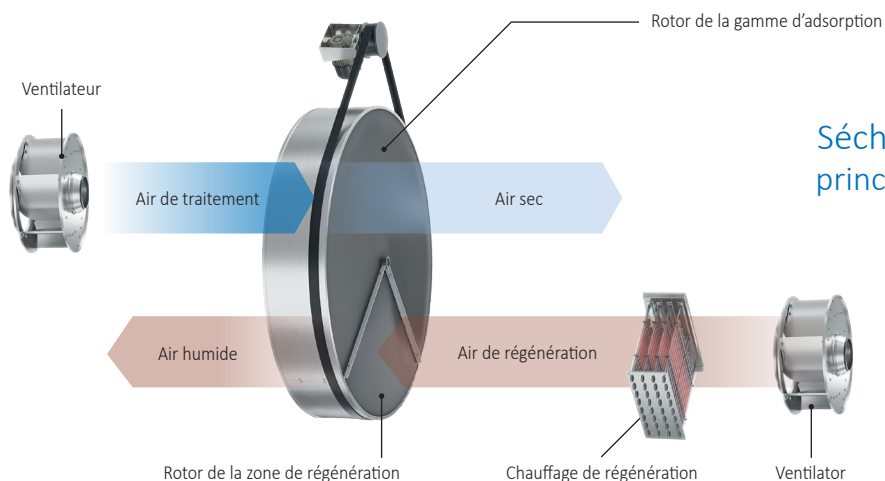
Le ventilateur d'air de traitement transporte l'air à sécher dans l'unité. Après avoir traversé un filtre à air, l'air atteint le moteur du carter qui tourne lentement. Ce dernier se compose de plus de 82 % de gel de silice sur une structure en nid d'abeille en fibre de verre perméable à l'air.

Le gel de silice est très hygroscopique en raison de sa très grande surface intérieure, qui peut atteindre 800 m² par gramme. Il peut donc absorber de grandes quantités d'eau de l'air de traitement à sa surface et la stocker dans sa structure interne.

Lorsque l'air traverse le moteur déshydratant, deux processus se déroulent simultanément : L'air de traitement peut être fortement déshumidifié. Cependant, en fonction de l'intensité de la déshumidification, la température de l'air peut augmenter de manière significative. Il est donc souvent nécessaire de refroidir l'air déshumidifié mais chaud avant de le renvoyer dans la pièce.



Pour que ce processus de déshumidification fonctionne, l'absorbant doit être régénéré en permanence : L'humidité stockée dans le gel de silice doit donc en être constamment retirée. Pour ce faire, de l'air de régénération provenant de l'autre côté et circulant à contre-courant dans le moteur du carter est utilisé. L'air de régénération est chauffé et donc séché jusqu'à une humidité relative suffisamment basse pour que l'eau soit expulsée du gel de silice et se retrouve dans l'air sous forme de vapeur (désorption). L'air de régénération, désormais humide, quitte le sécheur par sorption et est soufflé à l'extérieur, si nécessaire après récupération supplémentaire de chaleur. Les moyens utilisés pour chauffer l'air de régénération sont l'eau chaude, la vapeur, les brûleurs à gaz ou l'énergie électrique.



Séchage par adsorption—
principe de fonctionnement

Sécheurs par adsorption

Condair série DA

Les sécheurs par dessiccation Condair de la série DA sont utilisés partout où une très faible humidité est nécessaire, par exemple dans les processus de séchage industriels ou dans les processus à très basses températures. Le moteur déshydratant recouvert de gel de silice ne s'use pratiquement pas dans des conditions de fonctionnement optimales et permet un fonctionnement sûr jusqu'à des températures de -30 °C. Il permet un fonctionnement sûr jusqu'à des températures de -30 °C, en atteignant même les niveaux d'humidité les plus bas. Le gel de silice utilisé comme moyen de séchage ne réagit pas et est ininflammable.

En plus des 30 modèles standard avec des capacités de déshumidification de 0,6 à 182 kg/h pour des débits d'air de 120 à 27 000 m³/h, les sécheurs DA sont également

disponibles dans une gamme de modèles spéciaux. Par exemple, les batteries de pré et/ou post-refroidissement et les modules d'échange de chaleur ou de condensation peuvent être installés dans les unités dès l'usine. En particulier, le post-refroidissement souvent nécessaire de l'air de traitement séché, mais donc chauffé, doit être pris en compte dès le début du processus de planification. Outre la sélection de différents procédés de régénération, il est également possible d'utiliser des fluides existants tels que la vapeur ou l'eau chaude.

En les combinant avec le chauffage électrique de régénération intégré à l'unité, il est possible de réaliser d'importantes économies sur les coûts d'exploitation, en

En fonction des conditions de fonctionnement actuelles, tous les processus du sécheur par dessiccation sont contrôlés par l'ICA sur site ou, en option, par l'automate programmable installé dans l'unité, afin d'atteindre les conditions cibles de l'air d'alimentation.



Condair DA 160 – 440

Sécheurs par adsorption compacts et efficaces. Sécheurs par adsorption dans un boîtier résistant en acier inoxydable. Pour une utilisation dans des espaces réduits, tels que les laboratoires, les sous-sols et les archives.

Capacité de séchage nominale**
0.6–1.4 kg/h.



Condair DA 210 – 450

Sécheurs par adsorption puissants et compacts pour les entreprises industrielles et commerciales. Conception robuste et facile d'entretien dans un boîtier en acier inoxydable AISI304.

Capacité de séchage nominale**
0.6–2.2 kg/h.



Condair DA 500 – 9400

Le sécheur par adsorption peut être configuré de différentes manières pour répondre aux besoins individuels de nos clients, en particulier pour une utilisation dans les zones de production et les grandes salles.

Capacité de séchage nominale**
3.3–54 kg/h.

**à 20 °C- 60 % HR

Déshumidificateurs à condensation

Condair série DC

Bien que les sécheurs à sorption soient principalement utilisés dans les zones de production extrêmement sensibles de l'industrie électronique en raison du système, il existe de nombreuses tâches de déshumidification en dehors de la production réelle qui peuvent être résolues de manière sûre et efficace avec des déshumidificateurs à condensation. Avec la série DC, Condair propose une large gamme de déshumidificateurs industriels à condensation de différentes capacités et modèles. La déshumidification de l'air par condensation est basée sur un processus de refroidissement. Une basse température est générée par le refroidisseur, qui condense la vapeur d'eau de l'air, déshumidifiant ainsi l'air. Ces déshumidificateurs sont particulièrement adaptés à des niveaux d'humidité compris entre 40 et 60 % HR.

Les déshumidificateurs à condensation Condair peuvent être configurés de différentes manières pour répondre

aux besoins individuels de nos clients. Avec des capacités de déshumidification de 75 à 930 l/24 h pour des débits d'air de 800 à 8 500 m³/h, les dix modèles standard couvrent déjà un large éventail d'applications. Ils peuvent être autonomes ou configurés pour une utilisation mobile et peuvent même être raccordés au réseau de gaines d'air pour assurer une distribution optimale de l'air déshumidifié. Cela signifie que l'humidité de très grands objets peut également être contrôlée avec un seul ou quelques appareils. En outre, il existe des modèles et des séries pour le montage au mur, à l'arrière du mur et au plafond, avec une dissipation thermique externe et pour les basses températures. Les modèles spéciaux avec condensateur extérieur conviennent aux pièces sensibles à la température. Dans ce cas, la chaleur de condensation du déshumidificateur est dissipée par un condenseur extérieur, de sorte que la température de la pièce n'est pas affectée. Tous les déshumidificateurs à courant continu sont entièrement contrôlés automatiquement par des microprocesseurs afin d'obtenir le fonctionnement souhaité.



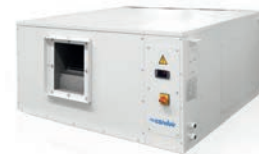
Condair DC 50 – 200 W
Déshumidificateur de condensation mural

Capacité nominale de déshumidification*
49–190 L/jour



Condair DC 50 – 200 R
Déshumidificateur à condensation pour montage mural

Capacité nominale de déshumidification*
49–190 L/jour



Condair DC 50 – 200 C
Déshumidificateur à condensation monté au plafond

Capacité nominale de déshumidification*
49–190 L/jour



Condair DC 75 – 100
Puissant déshumidificateur compact à condensation

Capacité nominale de déshumidification*
73.0–95.2 L/jour



Condair DC-N
Déshumidificateur de condensats avec dissipation thermique externe

Capacité nominale de déshumidification
263.1–939.3 L/jour



Condair DC-LT
Déshumidificateur à condensation à basse température

Capacité nominale de déshumidification*
263.1–939.3 L/jour

*à 30 °C- 80 % HR

Belgique

Condair N.V.
De Vunt 13 bus 5, 3220, Holsbeek
Tél: +32 (0)16 98 02 29
info@condair.be - www.condair.be

