

La production pharmaceutique du futur :

Compresseurs sans huile CompAir pour l'industrie pharmaceutique

La nouvelle génération de compresseurs sans huile peut produire plus que de l'air comprimé





TABLE DES MATIÈRES

1. Introduction	3
2. L'air comprimé est sous-estimé en tant que moyen (en termes de coûts)	4
3. Sécurité avant la construction : l'importance de l'analyse et de l'évaluation des risques	5
4. Pourquoi l'air n'est pas toujours de l'air	6
5. L'air comprimé dans la réglementation pharmaceutique : un cas particulier	8
6. Stratégies pour une solution : la propreté dès le départ	9
7. Options techniques pour la purification de l'air comprimé	10
8. Un must pour tous les fabricants sous contrat : flexibilité et innovation	13
9. Intégration mécanique et numérique dans un environnement de conception hygiénique	13
10. Conclusion	14
Mentions légales	15



1. Introduction

L'industrie pharmaceutique est l'une des industries les plus strictement réglementées au monde. Toute personne souhaitant fabriquer des médicaments doit se conformer aux lignes directrices des « bonnes pratiques de fabrication » (BPF ¹⁾, à la Pharmacopée européenne ²⁾, à diverses directives de la FDA (Food and Drug Administration) et aux recommandations de l'ICH ³⁾ (International Council for Harmonisation of Technical Requirements for Pharmaceuticals for Human Use).

Bien que ces règlements couvrent même le plus petit aspect technique de la production pharmaceutique et fournissent des descriptions détaillées des méthodes dérivées de la physique et de la chimie physique, les dispositions qu'ils contiennent accordent relativement peu d'attention au milieu de l'air. Par exemple, la Pharmacopée se concentre sur l'air destiné aux seules applications médicales et, dans ce contexte, ne fait une distinction qu'en ce qui concerne l'air artificiel destiné aux applications médicales. Ce livre blanc examine plus en détail le thème de la production d'air comprimé (stérile) et montre le potentiel offert par les compresseurs sans huile pour les processus pharmaceutiques. La construction et la conception des compresseurs modernes sans huile sont examinées, ainsi que leur impact sur des éléments tels que le coût total de possession dans la fabrication de médicaments. D'autres aspects abordés par le livre blanc sont l'efficacité énergétique de ces systèmes sans huile et la manière dont ils peuvent contribuer à réduire les coûts d'exploitation d'une entreprise.

¹⁾ https://ec.europa.eu/health/documents/eudralex/vol-4_en

²⁾ https://www.bfarm.de/DE/Arzneimittel/Arzneimittelzulassung/ZulassungsrelevanteThemen/Arzneibuch/Arzneibuecher/_node.html/

³⁾ <https://www.ich.org/>

2. L'air comprimé est sous-estimé en tant que moyen (en termes de coûts)

60 000 – selon les experts, c'est le nombre impressionnant de systèmes d'air comprimé actuellement en service dans les entreprises allemandes ⁴⁾. On estime que tous les systèmes combinés consomment environ 16,6 TWh par an, ce qui équivaut à 7 % de la consommation totale d'énergie dans l'industrie allemande.

On pense que l'industrie pharmaceutique représente une part non négligeable de cette consommation, avec ses laboratoires, ses extrudeuses, ses usines d'embouteillage, ses presses à comprimés et, surtout, ses systèmes de production

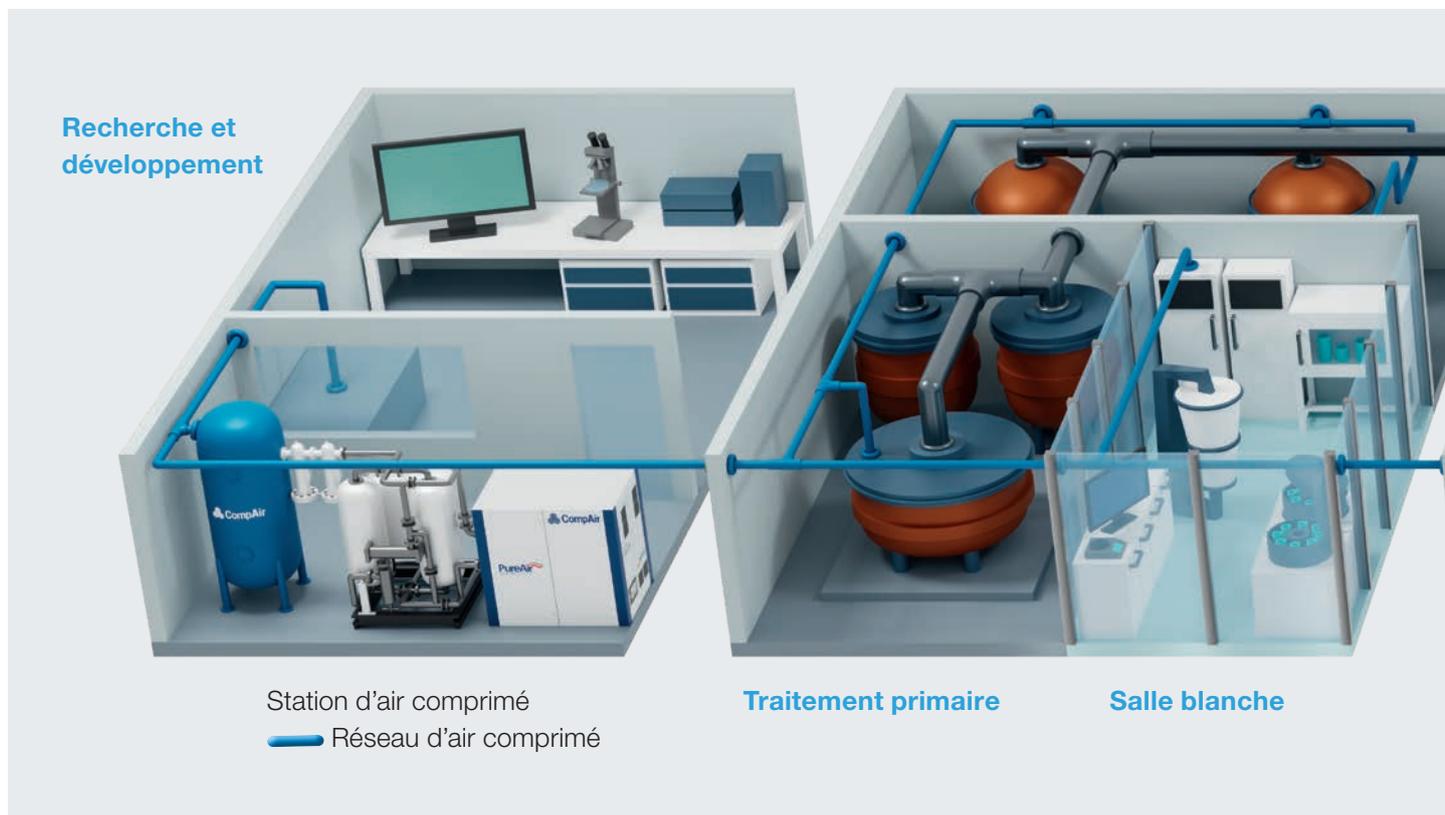
d'emballages primaires et secondaires fonctionnant souvent 24 heures sur 24, 7 jours sur 7.

Mais ce qui distingue l'industrie pharmaceutique et ses systèmes d'air comprimé ou d'air de traitement des autres industries, c'est la distinction faite en fonction du fluide lui-même – entre l'air comprimé qui entre en contact direct avec les produits et l'air comprimé qui n'entre pas en contact avec eux. Citons par exemple les processus de séchage de pièces d'équipement, le transport de substances par des tuyaux, et lorsque l'air comprimé est utilisé comme couverture de pression

pour des solutions dans des réservoirs, etc. L'air comprimé à des fins de contrôle est également un élément important de la fabrication pharmaceutique et est utilisé, par exemple, pour « ouvrir pneumatiquement des valves ». Dans de tels cas, il est pertinent de spécifier à l'avance, par exemple, si l'air de retour des valves peut entrer dans la chambre de traitement, ce qui pourrait entraîner une contamination. La règle générale, lorsque des médicaments stériles sont produits, est toujours de dévier (hors du chemin) l'air de retour des valves.

⁴⁾<https://www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/Algorithmen-gegen-Druckluft-Verschwendung.html>

Production pharmaceutique



3. Sécurité avant la construction : l'importance de l'analyse et de l'évaluation des risques

Lorsqu'un nouveau système est construit, l'analyse et l'évaluation des risques par le fabricant sous contrat et/ou la société pharmaceutique constitue la base réglementaire de l'utilisation de l'air comprimé.

L'objectif de ces mesures est d'évaluer les risques potentiels associés à l'air comprimé provenant des compresseurs et des systèmes de distribution sur le médicament en question et de définir les mesures nécessaires pour éliminer ces risques. Le guide structuré et documenté qui en résulte identifie les risques et introduit des mesures pour y remédier.

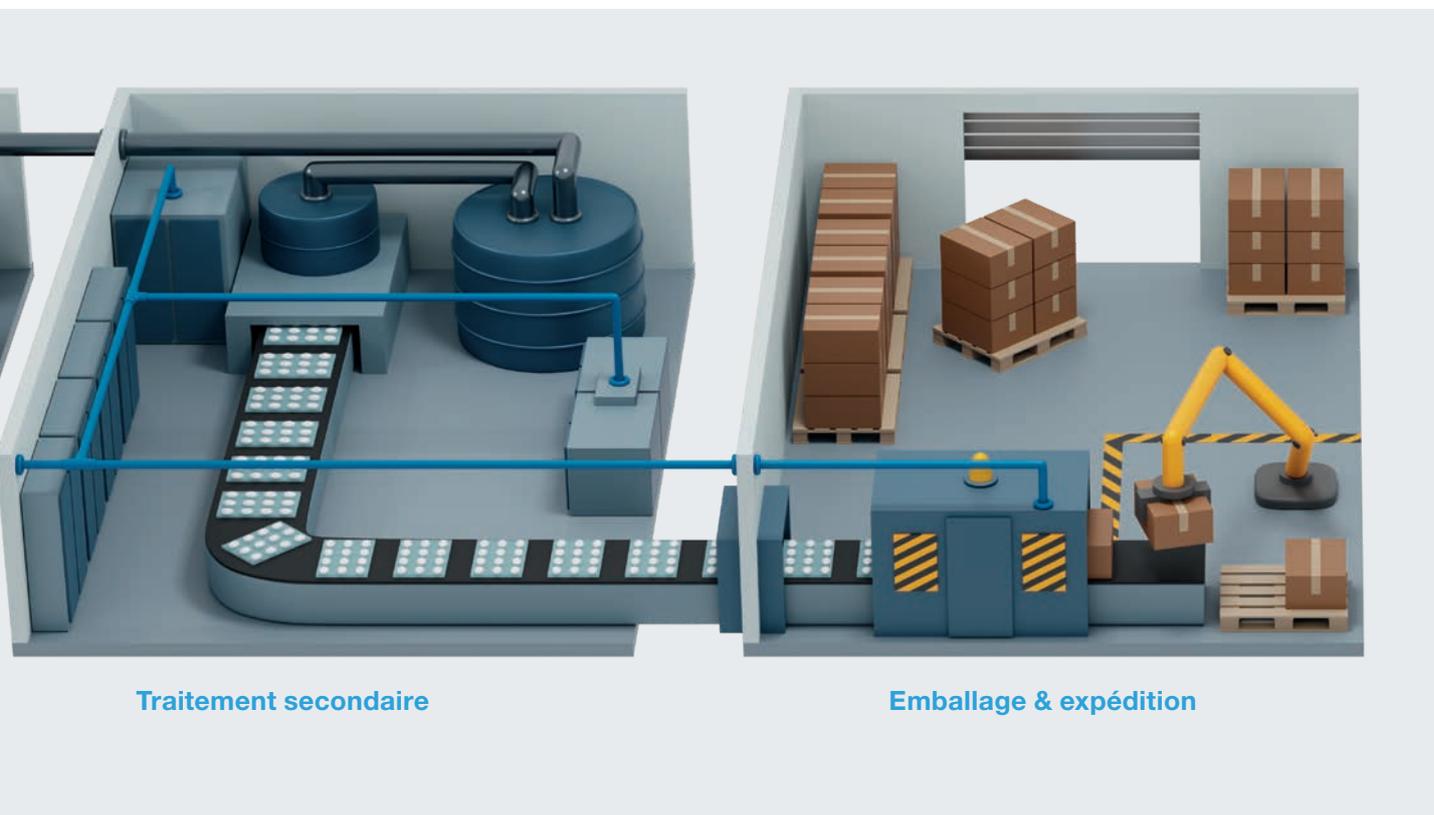
L'importance potentiellement critique des applications de l'air comprimé et l'impact que peut avoir le compresseur qui produit réellement l'air sont illustrés par les questions suivantes⁵⁾:

- L'application de l'air comprimé implique-t-elle un contact direct ou indirect avec les produits ?
- Quels sont les volumes d'air comprimé concernés ?
- Le produit fabriqué est-il un médicament stérile ou est-il microbiologiquement instable ?

- D'autres contaminants (particules, huile) normalement associés à l'air comprimé ont-ils une importance particulière par rapport au médicament ?
- Le produit est-il sensible à l'humidité ?

Par ailleurs, l'air comprimé respirable dont le personnel a besoin – lorsqu'il utilise les combinaisons de protection intégrale prescrites pour la manipulation de substances hautement actives – est tout aussi important. De telles applications doivent empêcher toute contamination atmosphérique.

⁵⁾ L'air comprimé dans l'industrie pharmaceutique; Werner D; Editio Cantor Verlag 2016





4. Pourquoi l'air n'est pas toujours de l'air

Toute forme d'air comprimé contient des particules de contaminants. Celles-ci peuvent empêcher un système pneumatique de fonctionner comme il le devrait et peuvent entraîner des problèmes de qualité de la production. Ces derniers auront tendance à se produire si l'air de traitement entre en contact avec le produit.

Différents types de contaminants sont possibles, l'air ambiant ou l'air d'admission étant susceptible d'être contaminé par presque tous les types de particules, y compris le pollen, la poussière, les hydrocarbures ou les métaux lourds tels que le plomb, le cadmium ou le mercure. Les directives DIN EN ISO et les BPF de l'UE définissent, sur la base des classes de salles blanches, le nombre et la taille des particules qui peuvent être présentes dans

une pièce donnée. Il n'est pas tenu compte de la manière dont les concentrations de particules dans le compresseur augmentent de manière significative lorsque de l'air comprimé est généré. Lors de la purge d'un système pneumatique, il peut y avoir (mais pas nécessairement) un contact direct avec le produit. Et cela peut entraîner une contamination des formules en raison de la densité extrêmement élevée des particules en cause.

Classes de pureté de l'air comprimé selon la norme DIN ISO 8573-1 (Rev. 2010 ; Source : CompAir)

Classe	Particule			Teneur en humidité et eau	Pétrole total [10]		
	0,1..-0,5 µm [1,6,9]	0,5..-1 µm [1,6,9]	1..-5 µm [1,6,9]				
0	Selon la définition et mieux que la classe 1			Selon la définition et mieux que la classe 1		Selon la définition et mieux que la classe 1	
1	≤ 20.000	≤ 400	≤ 10	≤ -70 °C	[2,5]	≤ 0,01 mg/m ³	[1,3]
2	≤ 400.000	≤ 6.000	≤ 100	≤ -40 °C		≤ 0,1 mg/m ³	
3	.....	≤ 90.000	≤ 1.000	≤ -20 °C		≤ 1 mg/m ³	[1,4]
4	.....	.....	≤ 10.000	≤ +3 °C		≤ 5 mg/m ³	
5	.....	.....	≤ 100.000	≤ +7 °C			
6	≤ 5 mg/m ³			≤ +10 °C			
7	5..-10 mg/m ³			≤ 0,5 g/m ³	[1,8]		
8				0,5..-5 g/m ³			
9				5..-10 g/m ³			
X	> 10 mg/m ³			> 10 g/m ³		> 5 mg/m ³	[1,4]

Classes de salles blanches BPF (Rev. 2010 ; Source : directive BPF)

Classe	Nombre maximal autorisé de particules par m ³ (égale ou supérieure à la taille indiquée)				Valeurs limites recommandées pour la contamination microbologique en fonctionnement (valeurs moyennes)			
	Mode veille		État de fonctionnement		Échantillon d'air CFU / m ³	Sédimentation – plaques (Ø 90 mm) CFU / 4 hrs. (b)	Plaques de contact (Ø 55 mm) CFU / plaque	Gant – empreinte 5 doigts CFU / gant
	≥ 0,5 µm	≥ 5,0 µm	≥ 0,5 µm	≥ 5,0 µm				
A	3.520	20	3.520	20	<1	<1	<1	<1
B	3.520	29	352.000	2.900	10	5	5	5
C	352.000	2.900	3.520.000	29.000	100	50	25	29.000
D	3.520.000	29.000	*	*	200	100	50	

Annexe 1 du Guide des bonnes pratiques de la CE Pratiques de fabrication (BPF), situation en 2008

5. L'air comprimé dans la réglementation pharmaceutique : un cas particulier

Comme cela a déjà été établi, aucune des réglementations pharmaceutiques spécifiques applicables à la fabrication ne dit rien sur les classes de qualité de l'air comprimé ni ne fait la moindre distinction entre les différentes utilisations prévues – hormis la distinction de base quant à l'existence ou non d'un contact avec le produit.

Les pharmaciens industriels qui s'intéressent à la conception de machines estiment que l'absence de définitions pour l'air comprimé constitue une omission importante 6 à laquelle il n'est peut-être pas facile de remédier. Cela signifie qu'aujourd'hui encore, toute entre-

prise pharmaceutique engagée dans la « recherche ou la fabrication », et bien entendu tout fabricant sous contrat, doit définir elle-même – avant toute construction ou aménagement d'une chaîne de fabrication ou d'un laboratoire – quelle doit être la qualité appropriée de l'air comprimé, conformément à la norme DIN ISO 8573-1. Même à ce stade, l'entreprise pharmaceutique commanditaire peut introduire des erreurs au stade des spécifications en proposant une formulation erronée ou insuffisamment détaillée. Un compresseur et un réseau de tuyaux mal conçus peuvent avoir de graves conséquences et entraîner des coûts importants.

Dans ce cas, la déclaration de l'Institut Fraunhofer pour l'ingénierie et l'automatisation de la fabrication (IPA) pèse deux fois plus lourd, les chercheurs constatant 7 que des économies pouvant atteindre 30 % sont possibles. Ils estiment que la plupart des systèmes d'air comprimé sont inefficaces – par exemple en raison de fuites qui se produisent dans, par exemple, le réseau de tuyaux utilisé pour la production. Pris ensemble, les types de problèmes associés à des compresseurs mal dimensionnés, à des systèmes de distribution inadéquats et à des fuites potentielles augmentent la probabilité d'un fonctionnement non rentable.

⁶ Entretien – Chef de division et pharmacien industriel

⁷ <https://www.ipa.fraunhofer.de/de/presse/presseinformationen/Algorithmen-gegen-Druckluft-Verschwendung.html>

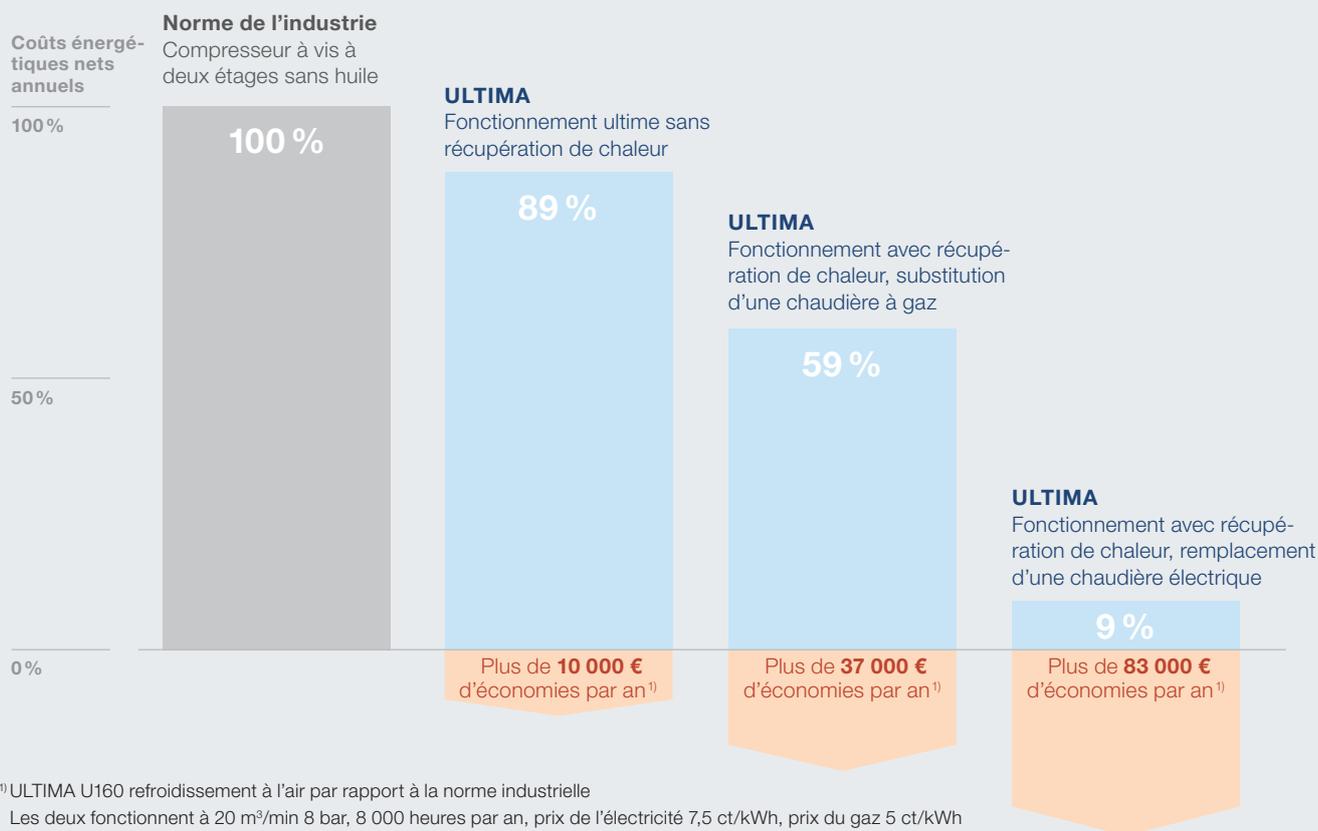


Compresseur sans huile refroidi par air avec récupération de chaleur en option

Pour plus d'informations, cliquez ici :



Évaluation économique compresseur ULTIMA par rapport à la norme industrielle ¹⁾



6. Stratégies pour une solution : la propreté dès le départ

Les solutions possibles, en termes de respect des exigences de pureté de l'air comprimé, comprennent des systèmes de filtration et l'utilisation de modèles de compresseurs sans huile, dont la conception même est essentiellement basée sur l'exclusion des particules d'huile/aérosols du compresseur.

Les compresseurs sans huile offrent une foule d'avantages – et dans les cas où les fabricants de médicaments n'ont besoin que d'une pression de démarrage de 10 bars, l'avantage potentiel est maximisé. En supposant que peu, voire aucun, des processus associés à la production pharmaceutique ne nécessitent ces niveaux de pression élevés, les entreprises

peuvent bénéficier d'un minimum de travaux de maintenance. Et cela est certainement lié à la devise pharmaceutique « ne jamais changer un système en marche ». Il n'est pas non plus nécessaire d'avoir des séparateurs d'huile élaborés, et il faut beaucoup moins d'huile aussi. Jusqu'à présent, le principal inconvénient était le coût d'investissement très élevé.



7. Options techniques pour la purification de l'air comprimé

L'air comprimé ne peut être utilisé pour le processus de fabrication pharmaceutique qu'après avoir éliminé tous les gaz et contaminants de l'air. Lorsque l'on parle de substances à purifier, on pense généralement aux contaminants particulaires, à l'eau et à la vapeur d'eau, aux huiles et aux vapeurs d'huile, et bien souvent aux micro-organismes.

Dans la plupart des cas, l'air de sortie est la source de contamination, mais le processus de compression lui-même (par condensation d'eau ou injection d'huile), les surfaces des composants du système d'air comprimé (particules) et les interventions du personnel de maintenance sont également des causes possibles.

La conception d'un système de traitement de l'air comprimé pour le processus de fabrication pharmaceutique dépend de la conception du compresseur, de son emplacement et du volume d'air comprimé requis.

Les processus de la production pharmaceutique diffèrent en fonction, par exemple, de la formulation, de la forme de dosage, du conditionnement primaire ou secondaire. Aucun processus n'est comparable à 100 % à l'autre, ce qui montre clairement que l'air comprimé de process peut être utilisé à différents endroits. Le calcul du coût total de possession d'un système d'air comprimé est donc complexe et doit prendre en compte tous les facteurs d'influence sur l'ensemble de la durée de vie.

Pour plus d'informations, cliquez ici :



Traitement de l'air comprimé

Les points suivants fournissent des conseils pour le choix d'une technologie appropriée :

- 1 L'objectif d'un équipement de purification étant de garantir la qualité de l'air, vous devez commencer par identifier la qualité d'air comprimé requise pour votre système. Selon votre application, chaque point d'utilisation du système peut nécessiter une qualité d'air comprimé différente. L'utilisation des classes de qualité ISO 8573-1:2010 permet à votre fournisseur d'équipements d'identifier rapidement et facilement l'équipement de purification approprié pour chaque partie de votre système.
- 2 ISO 8573-1:2010 est la dernière version de la norme. Assurez-vous de la mentionner intégralement lorsque vous contactez des fournisseurs. Les spécifications de qualité d'air de type « ISO 8573-1 » ou « ISO 8573-1:1991 » peuvent se référer à une version antérieure de la norme et se solder par une qualité moindre de l'air comprimé fourni.
- 3 Assurez-vous que l'équipement envisagé peut fournir la qualité d'air conforme aux classifications de qualité sélectionnées à partir d'ISO 8573-1:2010.
- 4 Lorsque vous comparez des filtres coalescents, assurez-vous qu'ils ont subi des essais conformément aux normes ISO 8573-2:2007, ISO 8573-4:2001 et ISO 12500-1:2007.
- 5 Demandez une validation indépendante des performances des produits effectuée par une tierce partie.
- 6 Pour votre tranquillité d'esprit, assurez-vous que le constructeur fournit une garantie écrite de la qualité de l'air fourni.
- 7 Les compresseurs sans huile font l'objet du même souci de filtration que les compresseurs lubrifiés.
- 8 Pour comparer le coût opérationnel des filtres coalescents, tenez compte exclusivement de la perte de charge saturée initiale. La perte de charge à sec n'est pas représentative des performances dans un système d'air comprimé normalement humide. ISO 12500-1:2007 exige que les pertes de charge pour les filtres coalescents soient consignées lorsque l'élément est saturé.
- 9 Tenez compte des caractéristiques de colmatage du filtre. Le fait qu'il affiche une pression différentielle initiale faible ne signifie pas que cette dernière restera faible tout au long de la durée de vie de l'élément. Les coûts énergétiques doivent toujours être calculés sur la base des caractéristiques de colmatage du filtre, et pas simplement sur celle de la pression différentielle saturée initiale.
- 10 Tenez compte du coût total de possession de l'équipement de purification, c'est-à-dire des coûts d'achat, de fonctionnement et de maintenance. Un prix d'achat initial bas peut sembler attractif, mais il peut entraîner des coûts de fonctionnement élevés et d'autres complications liées à une qualité de l'air médiocre.

La gamme complète de traitement de l'air comprimé de CompAir



Filtration

- Séparateur cyclonique
- Filtre fileté
- Filtre à brides

Élimine l'eau, les particules de saleté et les aérosols



Sécheurs frigorifiques

- Série standard
- Série Premium
- Série économie d'énergie

Air comprimé sec selon les classes de qualité ISO 4 et 5



Sécheurs par adsorption

- Module de régénération à froid
- Régénération à froid
- Chaleur régénérante

Haute qualité ISO Classe 1, 2 et 3 pour l'air comprimé exempt d'eau et d'huile utilisé dans les industries pharmaceutique, alimentaire et des boissons, électronique et de production d'énergie



Gestion des condensats

- Piège à niveau contrôlé
- Pièges électroniques
- Séparateurs huile-eau

Des pièges à flotteur électriques, temporisés et mécaniques utilisés dans tous les systèmes d'air comprimé pour évacuer le condensat liquide, ainsi que des séparateurs huile-eau pour une élimination efficace des condensats d'air comprimé.

Les produits de traitement de l'air comprimé peuvent faire l'objet de la classification approximative suivante :

On peut faire une distinction entre tous les produits qui fonctionnent sur la base technique de la filtration. Les séparateurs cycloniques, les filtres en ligne ou les filtres à brides éliminent l'eau libre, les particules de saleté et les aérosols de l'air comprimé. Les filtres stériles font de même en ce qui concerne les micro-organismes.

Une autre catégorie est celle des sécheurs par réfrigération, qui produisent de l'air comprimé séché pour les classes de qualité ISO 4 et 5. Les technologies utilisées dépendent de la qualité d'air comprimé souhaitée, du profil de la demande et des paramètres ambiants (climatiques). Dans l'environnement pharmaceutique, les sécheurs par adsorption sont très souvent le moyen de choix. Les sécheurs par adsorption ou les

sécheurs par dessiccation utilisent un adsorbant régénératif tel que le charbon actif et nécessitent un filtre coalescent pour un fonctionnement efficace. Dans le cas des sécheurs par adsorption, le traitement est effectué conformément à la classe ISO 1, 2 et 3 pour l'air comprimé exempt d'eau et d'huile en utilisant la régénération à froid, la régénération modulaire à froid ou la régénération à chaud. Une autre option pour le traitement de l'air sont les technologies avec ce qu'on appelle la gestion des condensats. Il s'agit de pièges à flotteur électroniques, temporisés et mécaniques qui peuvent être utilisés dans tous les systèmes d'air comprimé pour évacuer le condensat liquide. L'élimination efficace des condensats d'air comprimé s'effectue au moyen de séparateurs huile/eau, de pièges à flotteur ou de pièges électroniques. La catégorie des séparateurs d'eau comprend différents modèles techniques qui

éliminent plus de 90 % de l'eau liquide de l'air comprimé brut. Il s'agit, par exemple, de séparateurs centrifuges et rotatifs. Ils fonctionnent selon le principe qui leur a donné leur nom, à savoir que l'air impur est introduit tangentiellement dans un séparateur cylindrique. Les particules d'huile et d'eau sont projetées par la force centrifuge contre la paroi extérieure, où elles peuvent s'écouler vers le bas.

À l'aide de filtres à poussière, toutes les particules qui contaminent le système d'air comprimé indépendamment de la présence d'un liquide peuvent également être retenues. Les sécheurs à membrane utilisent une membrane pour sécher l'air humide et chargé de particules avant qu'il ne soit mis à la disposition du processus.

Pour plus d'informations, cliquez ici :

 [Sécheurs d'air comprimé](#)



Pour sécher l'air comprimé humide, on utilise un sécheur par dessiccation HOC (Heat Of Compression) (à gauche). Il utilise presque toute la chaleur résiduelle du compresseur pour régénérer le dessiccant.

8. Un must pour tous les fabricants sous contrat : flexibilité et innovation

Les entreprises pharmaceutiques axées sur la recherche ont surtout besoin d'air comprimé dans leurs laboratoires, et même les grands acteurs de l'industrie pharmaceutique ont de plus en plus adopté une approche d'externalisation de la fabrication (en s'appuyant sur des fabricants sous contrat). Pour ces entreprises, cela signifie qu'elles répercutent tous les avantages, en termes de coûts et de risques, sur les entreprises qui participent effectivement à la production, lesquelles sont entièrement responsables à leur tour de l'optimisation de la gestion des capacités et doivent offrir la plus grande flexibilité technique possible afin de soutenir les livraisons dans les délais impartis. Ce sont donc souvent les fabricants sous contrat qui doivent proposer une technologie de systèmes

innovante et flexible, qui peut également inclure un système d'air comprimé flexible comme l'ULTIMA. Alors qu'auparavant, tout investissement dans des machines et des systèmes devait attendre qu'un principe actif ait passé avec succès les essais cliniques de phase III, les experts recommandent maintenant de réfléchir dès le début à ce à quoi pourrait ressembler une production commerciale appropriée – viable à long terme – et au type de technologie de processus que cela pourrait nécessiter. Si un fabricant sous contrat achète, par exemple, un compresseur sans huile offrant 75 kW dans ce type de phase de conception précoce, et qu'ensuite un niveau de performance plus élevé est requis plus tard au cours de la production en direct – comme c'est

le cas actuellement, par exemple, pour la production de vaccins – il existe un besoin certain de formes flexibles de technologie. À titre d'exemple, les unités de la gamme ULTIMA peuvent être mises à niveau relativement facilement pour atteindre une puissance de 160 kW en quelques heures seulement. Il n'est pas nécessaire de procéder à une conversion ou à un long travail de requalification. Cela signifie que les niveaux de puissance peuvent être ajustés rapidement à tout moment, y compris pendant le fonctionnement sous tension, en fonction du processus de fabrication concerné. Comme les systèmes ne nécessitent pas de travaux de validation et de qualification importants, cela a un impact positif sur le coût total d'un lot et donc sur les bénéfices également.



Pour plus d'informations, cliquez ici :



9. Intégration mécanique et numérique dans un environnement de conception hygiénique

Si le compresseur et la récupération de chaleur sont combinés en une seule unité, les entreprises bénéficient du type de conception fermée qui répond également à toutes les exigences de la conception hygiénique. Ce type de solution clé en main est également beaucoup plus compact que les équipements de catégories de puissance similaires. La solution

intégrée garantit de faibles émissions sonores et est facile à installer. Les compresseurs sans huile de la gamme ULTIMA peuvent être connectés, en standard, à iConn, une plate-forme numérique de nuage qui prend en charge l'analyse de l'air comprimé et la maintenance proactive. Les utilisateurs finaux peuvent utiliser cette application pour contrôler et optimiser

la production d'air comprimé pour leur processus. La surveillance continue de l'état du système permet d'éviter les arrêts imprévus pendant la fabrication des médicaments et joue donc un rôle clé pour éviter toute perte sur un lot. La surveillance d'état favorise également la détection précoce des besoins de maintenance.

10. Conclusion

La diversité des applications de l'air comprimé utilisé dans un environnement pharmaceutique est immense. Dans ces conditions, on peut se demander si des normes uniformes pourront être élaborées à l'avenir – au niveau national et international. Les experts estiment que des paramètres tels que la quantité d'huile, de particules ou de micro-organismes ne peuvent être étayés par de telles déclarations générales.

Au lieu de cela, le tableau global réel, et donc tout dommage potentiel pour l'homme, dépendra de la qualité de l'air rejeté. C'est là que le choix des lubrifiants et des huiles de refroidissement parmi la large gamme d'huiles disponibles – y compris celles qui sont entièrement synthétiques – devient également pertinent, tout comme les matériaux incorporés dans le système lui-même et les conditions de croissance microbienne. Les différentes pondérations de ces paramètres rendent la normalisation difficile, sans parler de la

question de la corrélation avec les différents types de médicaments et les applications. Les compresseurs sans huile dotés de systèmes de contrôle modernes apportent aujourd'hui une contribution indispensable à l'amélioration de la qualité de l'air comprimé dans l'industrie pharmaceutique et à l'obtention des meilleurs niveaux possibles actuellement. Ils font passer la fabrication de l'air comprimé d'un facteur de coût à une forme de rentabilité, tout en façonnant la responsabilité des entreprises – qui inclut l'impact environnemental.



La large gamme de technologies sans huile de CompAir fournit un air comprimé de haute qualité pour de nombreuses applications différentes



S04 à S15D Scroll

🕒 8 à 10 bar

≡ 0,35 à 1,77 m³/min

⚙️ 4 à 15 kW

Compresseurs Scroll
100 % exempts d'huile,
Simplex ou duplex, pour
les petits volumes d'air



D15H(RS) à D37H

🕒 5 à 10 bar

≡ 0,32 à 5,86 m³/min

⚙️ 15 à 37 kW

Compresseurs à vis
mono-étagés, 100 %
exempts d'huile, à injec-
tion d'eau ; régulation de
vitesse en option



ULTIMA U75 à U160

🕒 4 à 10 bar

≡ 6,7 à 23,6 m³/min

⚙️ 75 à 160 kW

Compresseurs à vis
à deux étages, sans huile
avec régulation de vitesse



D37(RS) à D160(RS)

🕒 4 à 10 bar

≡ 3,2 à 23,52 m³/min

⚙️ 37 à 160 kW

Compresseurs à vis
à deux étages, sans huile ;
régulation de vitesse en
option



DX200(RS) à DX355(RS)

🕒 7 à 10 bar

≡ 11,6 à 53,3 m³/min

⚙️ 200 à 355 kW

Compresseurs à vis
à deux étages, sans huile ;
régulation de vitesse en
option

Pour plus d'informations, cliquez ici :



Auteur

Le Dr. David Bruchof a étudié l'ingénierie mécanique à l'université RWTH d'Aix-la-Chapelle, puis a obtenu son doctorat à l'université de Stuttgart. Après s'être lancé dans les affaires, il a d'abord occupé divers postes dans la recherche et le développement ainsi que dans la gestion des produits chez Balcke-Dürr, un fournisseur d'échangeurs de chaleur et de systèmes de nettoyage des gaz de combustion pour les centrales électriques. En 2017, il s'installe chez Gardner Denver où, en tant que chef de produit pour les compresseurs sans huile, il est responsable, entre autres, du développement de nouveaux produits innovants, comme la série de compresseurs ULTIMA.



Auteur correspondant

Dr. David Bruchof
Product Manager
Europe Oil Free
Screw Compressors

Adresse de correspondance

david.bruchof@irco.com
CompAir Drucklufttechnik
Argenthaler Straße 11
55469 Simmern
Allemagne

Éditeur

CompAir Drucklufttechnik
Gardner Denver Deutschland GmbH
Argenthaler Straße 11
55469 Simmern
Allemagne
www.compair.fr



www.compair.fr

www.linkedin.com/company/compair