



WHITEPAPER

Systemes de traitement

La solution optimale pour le contrôle de la température dans les applications techniques

Qu'il s'agisse de techniques de synthèse ou d'analyse, des températures définies ou des profils de température sont nécessaires pour de vastes tâches en laboratoire et dans le secteur, qui sont garanties par des systèmes de thermostatisation. Mais qu'est-ce qui est important pour les appareils de thermostatisation modernes ? Quels paramètres jouent un rôle clé dans le choix du système de thermostatisation ? Dans cet article, JULABO explique les principales lignes directrices pour trouver la solution optimale et la plus efficace pour une application.

Principe de base de la thermostatisation dans les applications techniques	03
Puissance de sortie : Adaptation optimale à la pompe utilisée.....	05
Sécurité : garantir la sécurité de l'usine et des produits	07
Sécurité des procédés : thermostatisation extrêmement précise	09
Confort : utilisation simple et intuitive	11
Coûts : faible maintenance, compact et flexible.....	13
Conclusion	14
Business Unit Solutions (BUS).....	15

WHITEPAPER

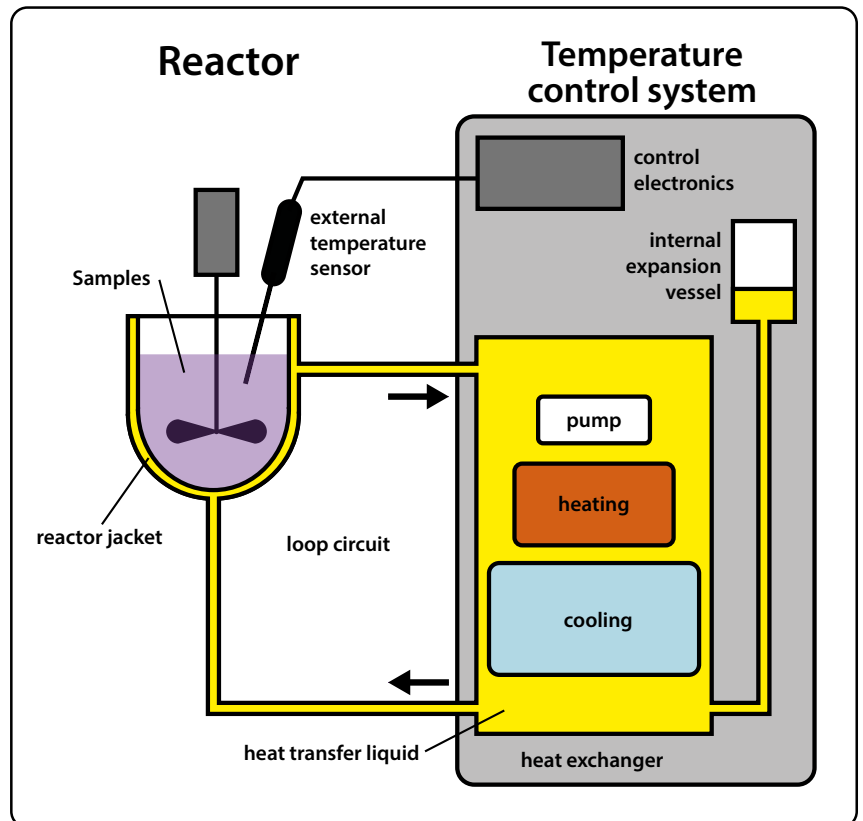


Principe de base des applications de thermostatisation

La thermostatisation des réacteurs dans les laboratoires pharmaceutiques et chimiques, ainsi que dans les usines industrielles et expérimentales, nécessite généralement l'utilisation de systèmes de thermostatisation dynamiques. Les réactions exothermiques et endothermiques dans les a doivent être compensées rapidement et de manière fiable. Les réacteurs, par exemple, sont également disponibles dans une large gamme de conceptions et de modes de fonctionnement qui prennent en compte les nombreuses réactions chimiques et leurs relations complexes.

Exemples d'utilisations

- Mini-installations (ex : petits lots)
- Centre technique (par ex. secteur pharmaceutique ou chimique)
- Tests des composants (par ex. construction automobile et aéronautique, recherche spatiale)
- Simulation de température
- Production alimentaire (ex : fermentation, distillation)



Dans l'application classique des réacteurs, les matériaux de base utilisés, tels que le verre, l'acier ou l'émail, présentent des avantages et des inconvénients spécifiques pour chaque application. Cela inclut, entre autres, la réactivité du matériau de la chaudière avec les produits traités ou leur stabilité à la pression et à la température. Les matériaux ont également un impact dans les applications de thermostatisation dynamiques, telles que les différentes propriétés de transfert de chaleur des matériaux ou les différentes épaisseurs de paroi.

Cet article se concentre sur les réacteurs en acier et en verre à double enveloppe fréquemment utilisés. Ce type de réacteur comprend une cuve interne pour les composants de la réaction pour lesquels la température doit être contrôlée. Celle-ci est entourée d'une enveloppe dans laquelle circule le liquide de bain. Avec ce type de contrôle de la température du réacteur, le système de thermostatisation pompe le liquide de bain en permanence à travers l'enveloppe du réacteur. Il y est relié par des connexions. Les changements de température soudains à l'intérieur du réacteur sont compensés dynamiquement par un chauffage ou un refroidissement rapide du liquide de bain. Ce chauffage ou refroidissement a lieu dans le système de thermostatisation.

Toute personne cherchant à optimiser un procédé de réaction chimique a besoin du meilleur compromis possible pour répondre à la sélectivité, à la qualité et à la productivité élevées requises dans un procédé de production chimique. Il est important ici de déterminer la température de réaction optimale pour les différentes étapes du procédé, car le fonctionnement du système de thermostatisation et l'efficacité du contrôle de la

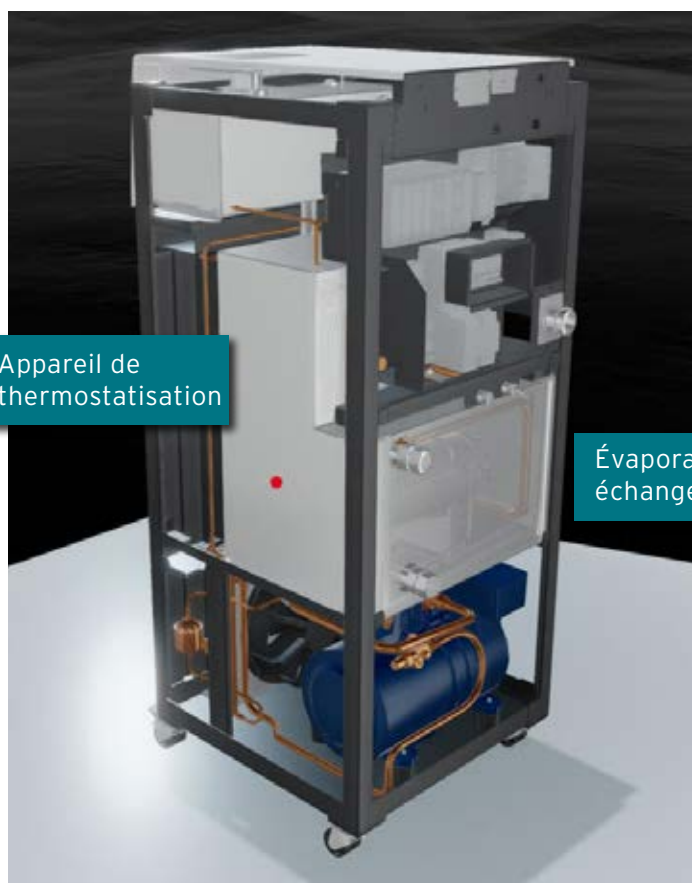
réaction sont étroitement liés.

Trois composants du système jouent un rôle clé dans la réalisation de ces objectifs :

- L'échangeur thermique
- La pompe
- L'électronique de commande

Les systèmes de thermostatisation dynamiques ont été principalement développés pour une utilisation dans les mini-installations, les usines pilotes et les colonnes de distillation, les réacteurs chimiques et les bioréacteurs, les calorimètres et les autoclaves. Même dans des conditions d'installation difficiles ou très fluctuantes, ces appareils à la thermodynamique optimisée constituent le premier choix pour ces applications.

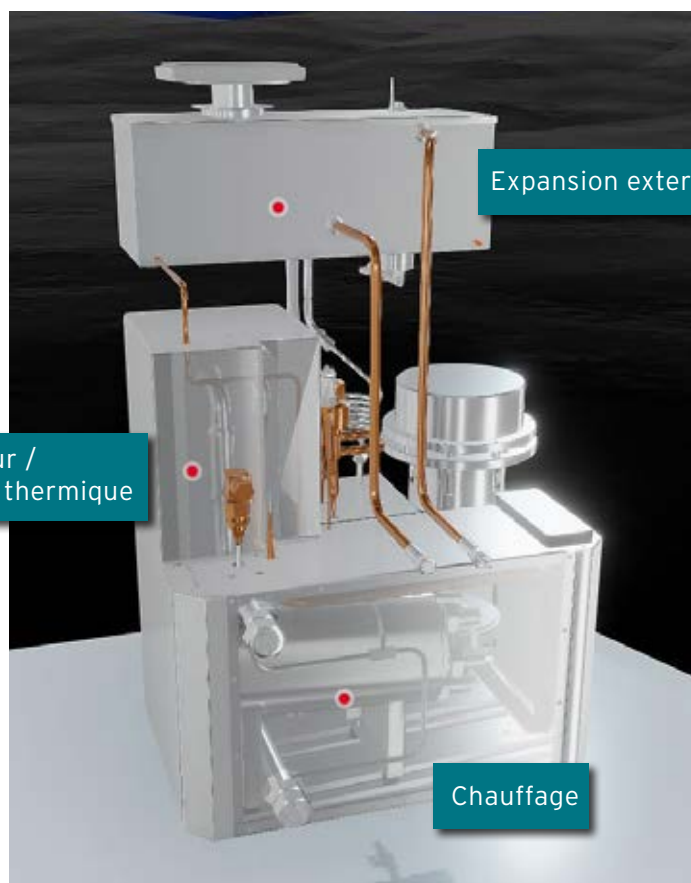
Dans la pratique, ces systèmes offrent des avantages significatifs en termes de performances, de sécurité, de fiabilité des procédés, de confort et de coûts. Les sections suivantes évaluent l'impact des facteurs clés mentionnés ci-dessus et fournissent des critères d'évaluation importants pour le choix du système de thermostatisation.



Appareil de thermostatisation

Évaporateur / échangeur thermique

Vue intérieure du PRESTO



Expansion externe

Chauffage

Vue de l'appareil de thermostatisation

Puissance de sortie : Adaptation optimale à la pompe utilisée

Dans la pratique, ce ne sont pas seulement les données de performance primaires d'un appareil de thermostatisation qui sont importantes. L'interaction optimisée du chauffage, du refroidissement et de la puissance de la pompe est également importante. La capacité de refroidissement et de chauffage a un impact majeur sur la vitesse à laquelle certaines valeurs de température sont atteintes. Les facteurs suivants doivent, entre autres, être pris en compte lors de la détermination de la puissance requise :

- Masse de l'objet pour la thermostatisation
- Écart de températures requis
- Temps de refroidissement ou de chauffage souhaités
- Pouvoir calorifique spécifique du liquide de bain

Dans le même temps, les valeurs optimales pour la puissance de chauffage et de refroidissement n'atteignent leur plein potentiel que si la pompe de circulation prend également en charge le transfert de chaleur. Des réglementations distinctes s'appliquent aux pompes utilisées dans le système de thermostatisation, comme spécifié par le fabricant du réacteur. Il existe des valeurs de pression maximales admissibles pour chaque type de réacteur et la solution de thermostatisation sélectionnée ne doit pas dépasser ces valeurs limites pendant l'utilisation. Avant la mise en service, les valeurs limites correspondantes doivent être réglées sur l'appareil de thermostatisation comme une des grandeurs de contrôle, en fonction du réacteur.

La pompe doit donc être conçue avec une puissance suffisante pour atteindre les débits élevés à pression constante. Elle doit atteindre la pression requise rapidement et sous un contrôle constant pour s'assurer que les limites de pression du réacteur ne sont pas dépassées. Pour ce faire, il doit être possible de régler la puissance de la pompe par étages ou par le biais d'une valeur de pression spécifiée.



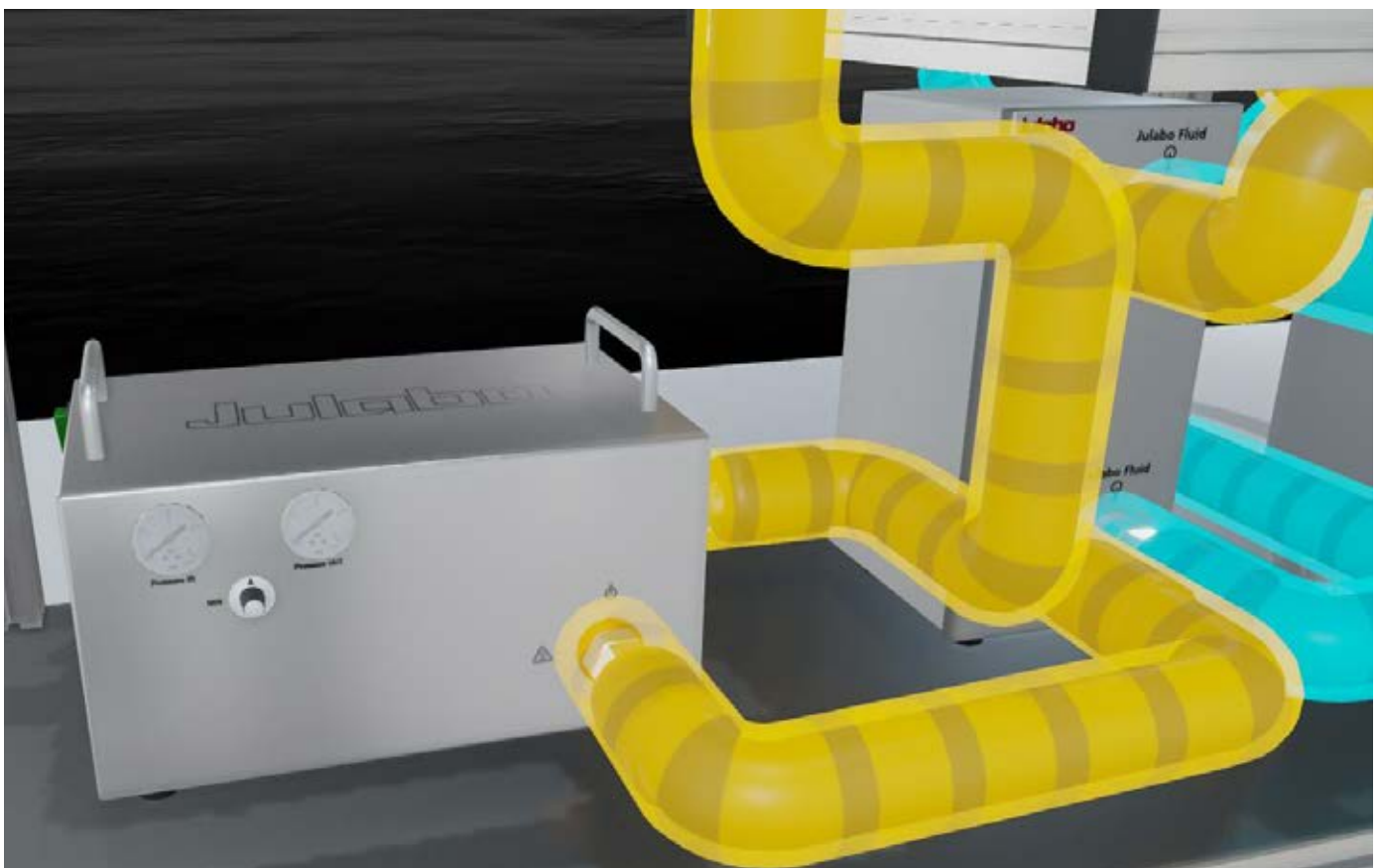
Les systèmes de thermostatisation spéciaux disposent également de pompes qui compensent automatiquement et de manière dynamique les variations de viscosité du liquide de bain et maintiennent ainsi l'efficacité énergétique. En effet, la viscosité modifie le débit et donc le transfert d'énergie.

Le concept global de la gamme PRESTO™ a été adapté à ce facteur d'influence important et garantit une utilisation constante avec des résultats reproductibles et précis. Ces solutions efficaces reposent sur un échangeur thermique actif de faible volume qui, en combinaison avec la capacité de refroidissement et de chauffage requise, garantit des temps de chauffage et de refroidissement rapides. Les modèles de la série PRESTO™ offrent jusqu'à 36 kW de puissance de chauffe et 33 kW de puissance de refroidissement selon l'appareil.

Des kits d'extension de température sont disponibles sur certains modèles pour améliorer les performances de l'appareil. Ils permettent de couvrir une plus grande plage de température avec un seul liquide de bain. Cet équipement supplémentaire permet d'appliquer une surpression sur le circuit thermostaté du système. Cela peut augmenter la tempéra-

ture d'ébullition du liquide de bain et la température de travail. Pour le liquide de bain THERMIQUE HL30 (mélange d'eau et de glycol), par exemple, cela peut aller jusqu'à + 150 °C. Un régulateur de pression de précision intégré assure une régulation précise de la pression requise et permet ainsi le contrôle très précis de la température. L'utilisateur n'a besoin que d'un seul raccord d'air comprimé.

Les avantages de ce concept sont clairs : si les systèmes de thermostatisation fonctionnent avec le même liquide de bain sur toute la plage de température de travail, l'utilisateur n'a pas besoin de remplacer fréquemment le liquide et le stockage est simplifié. Le système est également plus flexible et permet de gagner du temps. Sans pauses pour la vidange, le nettoyage et le remplissage, par exemple, les séries de tests peuvent être exécutées à intervalles courts, à différentes températures.



La pompe supplémentaire à couplage magnétique p pour augmenter la pression ou le débit dans une application.

Sécurité : Garantir la sécurité de l'usine et des produits

Avant d'acheter un système de thermostatisation, il convient d'examiner de manière critique les aspects liés à la sécurité afin de garantir un fonctionnement sans faille pour les utilisateurs. Cela s'applique à la fois à la sécurité du personnel et à la sécurité de l'ensemble du système et, par conséquent, à la qualité du produit.

Les variations de volume liées à la température dans un échangeur thermique doivent être absorbées en permanence par une expansion externe. Les expansions externes doivent donc être suffisamment grandes. Un refroidissement séparé de l'expansion externe doit également garantir que l'appareil de thermostatisation ne chauffe pas trop et qu'il n'y a aucun risque de blessure pour les opérateurs.

Un critère spécifique au réacteur est la limite delta T. Il décrit la différence maximale admissible entre le débit et la température du contenu du réacteur. La limite delta T, également appelée bande passante, dépend fortement du type de réacteur ; les réacteurs en verre, par exemple, réagissent de manière beaucoup plus sensible que les réacteurs en acier et ont des bandes passantes communes uniquement entre 50 et 80 K.

Cette valeur est donc l'un des paramètres internes qui doivent être automatiquement surveillés en permanence. L'appareil de thermostatisation doit donc avoir la possibilité de saisir des valeurs limites dépendantes du réacteur par unité de temps – la fonction limite alors activement l'écart de température et protège le mélange réactionnel contre les contraintes thermiques. Cela permet de travailler en toute sécurité avec des bandes passantes à haute température.

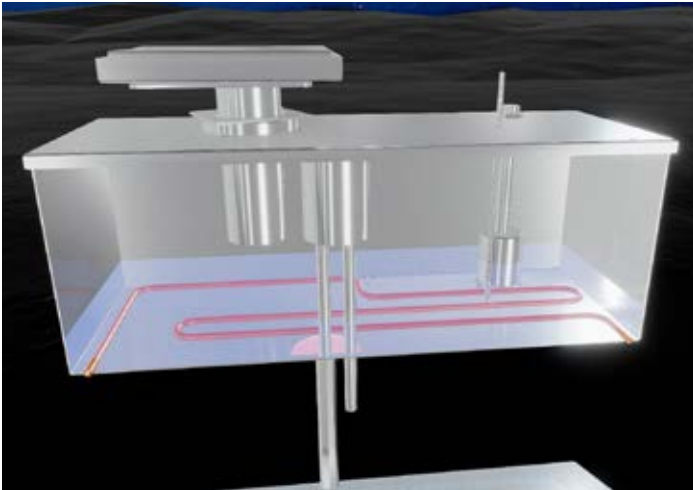
La bande passante est également importante pour la qualité du produit. Par exemple, le contrôle étroit empêche une trop forte hausse de la température de la paroi et évite que les substances réagissent sur la paroi lorsqu'elle est plus froide à l'intérieur du refroidisseur.

Un autre aspect de la sécurité est l'intégration de fonctions d'alerte et d'alarme qui profitent à l'utilisateur, au système et au produit. Les appareils de la série PRESTO™ sont également équipés de ces fonctions. Des avertissements sont générés automatiquement en cas de dépassement des limites. Tous les avertissements sont affichés en

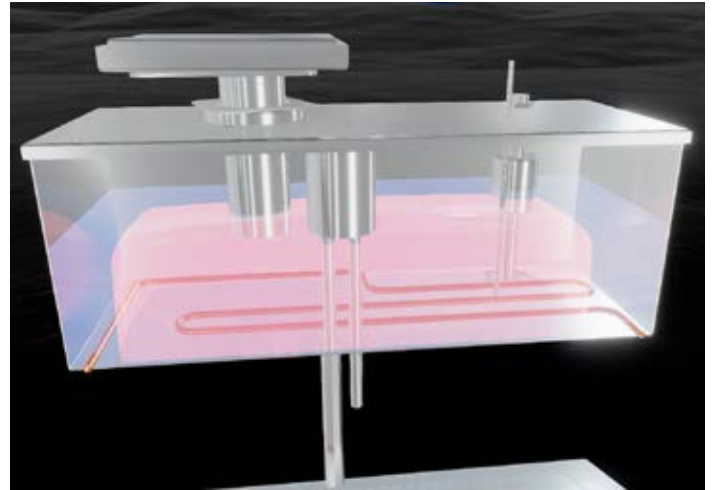
plusieurs langues, sont simples et faciles à comprendre et fournissent des instructions claires pour un dépannage rapide.

Le système de thermostatisation est conçu et construit comme un circuit fermé dans lequel le liquide de bain n'entre pas en contact avec l'air ambiant. Cela permet de travailler en toute sécurité au-dessus du point de flamme du liquide de bain. La conception empêche également la pénétration d'humidité et l'oxydation et empêche les vapeurs d'huile de s'échapper dans l'environnement de travail. Un circuit fermé prolonge considérablement la durée de vie du liquide de bain.

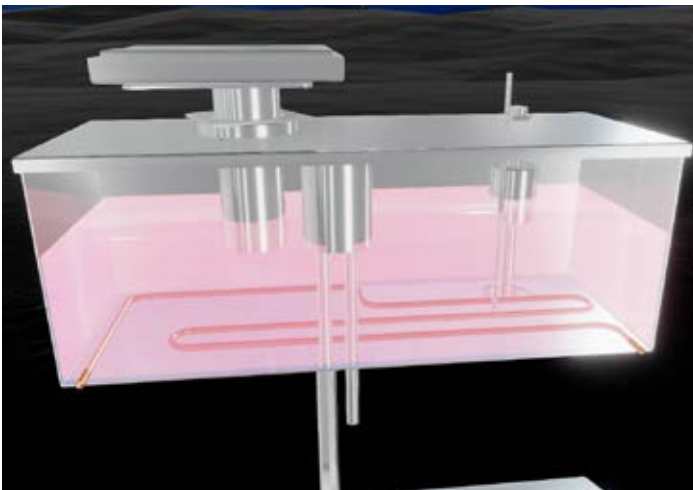
WHITEPAPER



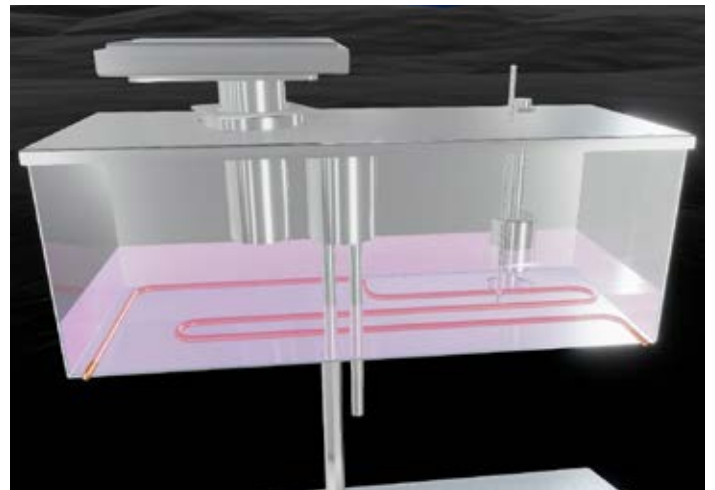
Expansion externe pour la compensation permanente des variations de volume liées à la température de l'échangeur thermique.



L'expansion externe absorbe la variation de volume liée à la température.



Afin d'absorber toute la variation de volume, les expansions externes doivent être suffisamment grandes.



Un refroidissement supplémentaire de l'expansion externe empêche la surchauffe de l'appareil de thermostatisation.

Sécurité des procédés : Contrôle extrêmement précis de la température

Le contrôle continu et de haute précision de la température est important dans la thermostatisation. Cela est assuré par une électronique de commande sophistiquée dans le système de thermostatisation, qui surveille et contrôle le processus dans le réacteur et les processus internes dans le système, afin d'adapter rapidement une variable de commande à la valeur cible en cas de modifications - avec le moins de dépassement possible.

L'électronique de commande est une condition préalable importante pour une grande cohérence dans les applications de thermostatisation. Un critère pour son évaluation est l'effort nécessaire au paramétrage. Les systèmes de thermostatisation optimaux ne nécessitent qu'une valeur cible. Pendant le procédé de thermostatisation proprement dit, l'électronique de commande s'assure que les paramètres de contrôle PID sont respectés via

le contrôle en cascade intelligent (ICC). Les appareils PRESTO™ garantissent une précision et une stabilité de température exceptionnelles jusqu'à $\pm 0,01$ °C.

Dans l'utilisation quotidienne, il est courant d'effectuer des séries d'essais dans les mêmes conditions que pour la thermostatisation. Pour de telles séries, le contrôle de l'appareil doit être équipé d'une fonction mémoire correspondante pour permettre une reproductibilité claire. Ces fonctions permettent également d'archiver la documentation expérimentale sans lacunes. Les appareils PRESTO™, sont notamment équipés à cette fin.

Pour protéger les paramètres de processus dans le fonctionnement quotidien, des programmes d'utilisation de haute qualité avec protection par mot de passe, sont utilisés à plusieurs niveaux d'utilisateur. Par exemple, un administrateur peut



L'électronique de commande est une condition préalable importante pour une grande cohérence dans les applications de thermostatisation.

définir des paramètres à l'avance, tandis que d'autres niveaux d'utilisateur ont des droits d'accès restreints et ne peuvent afficher que les réglages. Le procédé simplifie les opérations et évite les modifications involontaires des paramètres et une utilisation incorrecte

La robustesse vis-à-vis des conditions ambiantes joue également un rôle important dans la sécurité des processus. Les calculs des échantillons sont souvent basés sur une température ambiante de +20 °C, ce qui correspond rarement à la réalité. Même lorsqu'il est utilisé dans une mini-installation, le système est soumis à des exigences plus élevées. Les systèmes de thermostatisation sont également exposés à des situations critiques pendant les mois d'été. Dans ce domaine, l'appareil peut gérer des plages de tolérance plus larges.

Les appareils PRESTO™ peuvent être utilisés jusqu'à une température d'environnement de +40 °C. L'eau du robinet pour le refroidissement peut également atteindre +30 °C sur cette série de modèles, sans arrêt automatique de l'appareil. Si la température dans le réservoir devient trop élevée, le mode de dégazage à deux niveaux entre automatiquement en action.

Un aspect dépendant de l'appareil concerne la technique de refroidissement de l'appareil lui-même : Les systèmes de thermostatisation dynamiques sont disponibles avec refroidissement par air ou par eau. Le refroidissement par air permet de choisir l'emplacement de l'appareil, car il ne consomme pas d'eau. La déperdition de chaleur résiduelle dans la pièce doit toutefois être prise en compte. Cela est beaucoup moins important pour les appareils à refroidissement par eau. Ils nécessitent une connexion à une conduite d'eau de refroidissement. Un condensateur robuste et résistant à l'usure doit également être intégré dans l'appareil. Cela garantit que l'eau de refroidissement contaminée ne bloque pas l'échangeur thermique.



Le choix de l'emplacement est décisif pour la technique de refroidissement utilisée : Les systèmes de thermostatisation dynamiques sont disponibles avec refroidissement par air ou par eau.

Confort : Utilisation simple et intuitive

Le confort se reflète principalement dans deux facteurs : la conception structurelle et la sécurité d'utilisation de l'appareil.

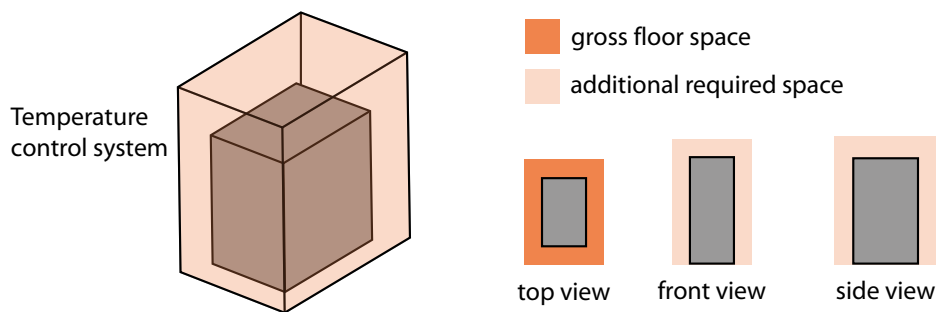
Une conception bien pensée rend le travail plus facile sous plusieurs angles, car l'espace disponible joue généralement un rôle majeur dans la configuration du système dans les laboratoires. C'est la raison pour laquelle la conception des appareils de thermostatisation a été optimisée en termes d'espace et regroupe autant que possible à l'avant et à l'arrière toutes les interfaces et tous les éléments de commande, ainsi que les connexions et les fentes de purge d'air. Cela réduit l'espace nécessaire pour toutes les connexions et permet une circulation sans perturbation de l'air recyclé. Cela signifie que d'autres composants du système

peuvent également être placés à proximité, sur le côté, et que les opérateurs ont un accès illimité à toutes les fonctions.

Le câblage réduit requis pour un tel appareil de thermostatisation simplifie l'installation et améliore la mobilité de l'appareil. Monté sur roulettes et équipé de poignées, il peut être utilisé de manière flexible à différents endroits. Le repositionnement peut être effectué par une ou plusieurs personnes en fonction de la taille du système.

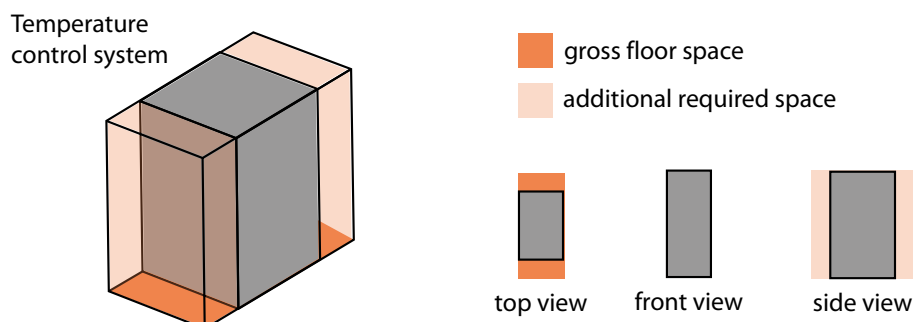
Si le système de thermostatisation se trouve dans une pièce où les employés travaillent régulièrement, le volume du système de thermostatisation est un critère d'évaluation important. Des systèmes de thermostatisation dits « silencieux » sont disponibles à cet effet, ce qui offre un grand avantage

Conventional temperature control system



Requires additional space on every side for connections and air flow.

Space-optimized temperature control system



Space for connections and air flow needed only at the front and rear.

ergonomique. Dans de telles pièces, une conception hydrauliquement dense offre également des avantages, car elle évite les vapeurs et les odeurs. L'accessibilité des orifices de remplissage est tout aussi importante pour le remplissage sûr et confortable. Il doit être positionné de manière à ce que le remplissage soit aussi facile et propre que possible et à ce qu'aucun liquide ne pénètre dans l'appareil en cas de déversement.

Les éléments de commande des systèmes de thermostatisation modernes offrent une représentation claire et structurée de toutes les informations importantes sous forme de valeurs, de représentations graphiques et de remarques en texte clair sur g. Cela signifie que les informations pertinentes sur les processus sont disponibles en temps réel sur l'écran. Une fonction tactile

intégrée accroît encore la convivialité.

Un autre critère pour une sécurité d'exploitation élevée sont les vastes interfaces pour le contrôle à distance du système de thermostatisation via des réseaux ou l'intégration dans des systèmes de contrôle. Une utilisation directe sur le système de thermostatisation n'est pas toujours souhaitée, voire impossible. Les normes des interfaces modernes offrent des options idéales pour l'accès à distance à toutes les fonctions du système. Il est particulièrement avantageux pour l'utilisateur que l'interface utilisateur dispose du même confort d'utilisation via un réseau que pour l'utilisation directement sur l'appareil. Cela élimine la nécessité d'une formation supplémentaire et empêche également une mauvaise utilisation dans ce cas.



L'ouverture de remplissage doit être située de manière à ce que le remplissage soit aussi facile et propre que possible et qu'aucun liquide renversé ne pénètre dans l'appareil.

Coûts :

Faible maintenance, compact et flexible

Les systèmes de réacteurs et les équipements de thermostatisation sont souvent des équipements coûteux. Un système de thermostatisation parfaitement harmonisé garantit non seulement le débit de procédé spécifié, mais aussi la sécurité du système et de l'application.

Le facteur de coût de l'appareil de thermostatisation en soi, peut être principalement influencé par la conception de l'appareil. Le faible encombrement de l'appareil permet d'optimiser l'utilisation des emplacements. Une conception bien pensée de l'appareil réduit également les temps d'arrêt et les coûts de maintenance, car tous les éléments sont rapidement accessibles individuellement si nécessaire. Avec les appareils de thermostatisation JULABO, par exemple, il n'est pas toujours nécessaire de déposer l'appareil de chauffage complet. Grâce au couplage magnétique, le remplacement du moteur de la pompe est rapide et facile. La série PRESTO™ nécessite généralement moins de liquide de bain que les thermostats, ce qui signifie que les coûts des consommables sont faibles. Les

ensembles autolubrifiants garantissent également une utilisation sans usure et donc des coûts et des temps d'arrêt plus faibles.

Un autre critère est la plage de température de travail. Plus la version choisie est grande, plus le système de thermostatisation peut être utilisé de manière flexible.

Sur site, la longue durée de vie est garantie par des composants de haute qualité ; du côté de l'utilisateur, les intervalles de maintenance cycliques y contribuent de manière significative. Les offres de service et d'assistance des fournisseurs de solutions de thermostatisation, jouent également un rôle. Outre des conseils d'experts, un service client intensif et une assistance pendant l'installation ou la calibration, il convient également de garantir la fourniture de toute la documentation nécessaire à la qualification de l'équipement. Avec ce certificat mondialement reconnu, les fournisseurs certifiés selon la norme DIN EN ISO 9001 affichent une qualité élevée de manière claire.

Conclusion

Outre le réacteur, le système de thermostatisation est le cœur de l'application. Les exigences varient considérablement en fonction de l'utilisation et de l'entreprise, de l'objectif de l'utilisation ou du flux de travail.

Outre les spécifications traditionnelles, l'appareil doit également répondre à des exigences fonctionnelles. Dans le cadre de l'utilisation quotidienne, une attention particulière est accordée aux critères polyvalents de sécurité de fonctionnement. La solution optimale pour la régulation de température permet une installation et une mise en service rapides, une utilisation facile à apprendre et des détails bien pensés qui rendent l'utilisation plus pratique, ergonomique et sûre.

Bien que l'utilisation des appareils de thermostatisation soit de plus en plus intuitive, les utilisateurs ne doivent jamais renoncer à la formation des fournisseurs. Les systèmes et les installations deviennent de plus en plus complexes, avec des exigences toujours plus élevées dans la pratique. La formation lors de la première mise en service

ou la formation continue sélective garantissent un niveau de sécurité élevé et constant pendant l'utilisation. Afin de prendre la bonne décision, il est important de comprendre l'impact de l'équipement sur l'utilisation. Les conseils fournis par le fournisseur de l'appareil de thermostatisation souhaité sont donc un élément essentiel du processus décisionnel.

Chez JULABO, les représentants du service client travaillent toujours avec des spécialistes de l'utilisation pour s'assurer que l'appareil présente les bonnes dimensions et améliore l'utilisation. L'implication précoce de départements tels que le service après-vente ou l'électronique garantit également des scénarios d'intégration d'une solution dans le système du client appropriés et bien pensés.

Un système de thermostatisation optimal est donc un investissement à long terme dans un composant système flexible et fiable qui permet aux utilisateurs de se concentrer sur leur activité principale.



L'un des points forts de JULABO est de concevoir des systèmes de mesure et de régulation personnalisés du débit afin d'offrir une flexibilité maximale dans le contrôle de la température.

Business Unit Solutions (BUS)

Des produits tels que les systèmes de traitement PRESTO sont de plus en plus utilisés dans l'industrie de transformation et le secteur de l'automatisation. En particulier dans les secteurs de l'industrie de transformation, les utilisateurs exigent des produits ou des solutions qui répondent précisément à leurs exigences spécifiques en matière de thermostatisation. JULABO a non seulement écouté ses clients, mais a également répondu à ces exigences en mettant en place sa propre Business Unit Solutions.

Notre « Business Unit Solutions » (BUS) dispose de sa propre équipe de développement interne composée d'ingénieurs et de concepteurs. Elle s'est spécialisée dans l'optimisation ou la modification des équipements existants afin de répondre aux exigences individuelles des clients. Notre longue expérience et notre flexibilité constituent la base parfaite pour répondre à des exigences exceptionnelles. Il s'agit d'une base qui permet à JULABO d'ouvrir constamment de nouvelles voies avec ses

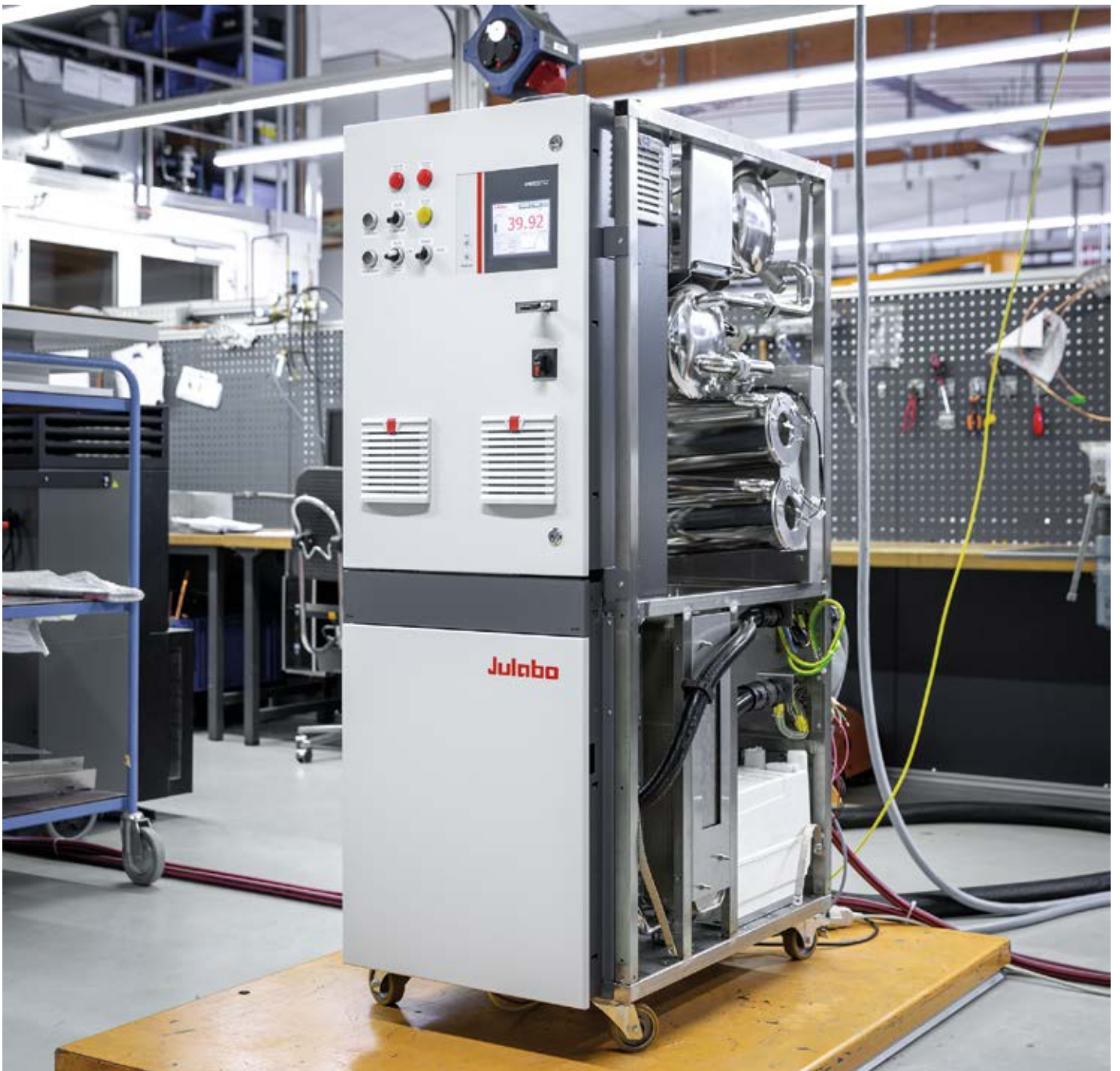
clients. Les résultats sont impressionnants. Au début de chaque processus de développement, il y a toujours un échange intensif d'informations à propos de la demande et des attentes de l'utilisateur. Sur la base de ces résultats, nos spécialistes de la thermostatisation élaborent un premier concept pour une solution optimale, qui tient compte des aspects technologiques et économiques. L'accent est mis sur la faisabilité et la rentabilité, ainsi que sur la qualité et les avantages. Tout au long de la phase de développement, l'équipe d'experts est en contact étroit avec le client. Après l'achèvement de l'appareil et de vastes tests fonctionnels dans des conditions simulées, ainsi qu'après la préparation des documents requis (par ex. homologation CE), la validation par le client et la mise en service conjointe ont lieu sur place. Des offres de services attrayantes complètent le portefeuille.

Les clients sont confrontés à un défi, JULABO leur apporte la solution parfaite.



Une équipe de développement optimise et modifie individuellement les modèles existants de l'appareil en fonction des exigences du client.

WHITEPAPER



Des solutions spéciales d'une seule source : dans les secteurs de l'industrie de transformation, les utilisateurs exigent des produits ou des solutions parfaitement adaptés à leurs exigences spécifiques pour l.