

Ventilation régulée en fonction des besoins et efficacité énergétique

Livre blanc version 1.0

Franklin Linder

25/11/2013

Résumé

L'exploitation technique de bâtiments (chauffage, refroidissement et ventilation) requiert aujourd'hui environ 40 % de la consommation d'énergie primaire globale et est responsable de près d'¼ des émissions mondiales de CO₂. **L'optimisation de l'efficacité énergétique des bâtiments** joue un rôle particulièrement important dans le combat contre cette pollution environnementale. Dans les bâtiments équipés d'une ventilation mécanique, la technologie de la **ventilation régulée en fonction des besoins** représente une des principales approches de ce problème.

Une ventilation régulée en fonction des besoins signifie que l'automatisation des bâtiments **adapte et minimise l'arrivée d'air extérieur en permanence en fonction des exigences effectives**, avec le double objectif d'optimiser la qualité de l'air ambiant et l'efficacité énergétique. Le critère pour évaluer la qualité de l'air ambiant est souvent sa **teneur en CO₂**, détectée en règle générale par des sondes de CO₂ à infrarouge.

L'économie d'énergie réalisée par la ventilation régulée en fonction des besoins résulte d'une part **de l'énergie des servomoteurs pour les ventilateurs** et d'autre part **de la préparation de l'air frais introduit** (chauffage, refroidissement, humidification/déshumidification, etc.).

Le type d'installation (avec/sans récupération de chaleur, avec/sans volets d'air mélangé, chauffage/refroidissement par l'air soufflé ou localement) implique diverses **dépendances et stratégies de régulation** avec différentes possibilités d'économie.

Ce livre blanc décrit de manière claire les principes, la technologie et les effets de la ventilation régulée en fonction des besoins. Il traite des interactions pour **des locaux à ventilation individuelle** comme pour **des locaux individuels à régulation VAV (Variable Air Volume) avec une installation centrale de conditionnement de l'air** et présente des faits et chiffres à cette fin.

Pour **SAUTER**, l'efficacité énergétique (confort optimal de l'utilisateur pour une dépense énergétique minimale) est le principal objectif. Tous nos produits et solutions sont toujours conçus selon ce principe.

www.sauter-controls.com D100186947	Ventilation régulée en fonction des besoins et efficacité énergétique Livre blanc, © Fr. Sauter AG, Im Surinam 55, CH-4016 Bâle	2
---------------------------------------	--	---

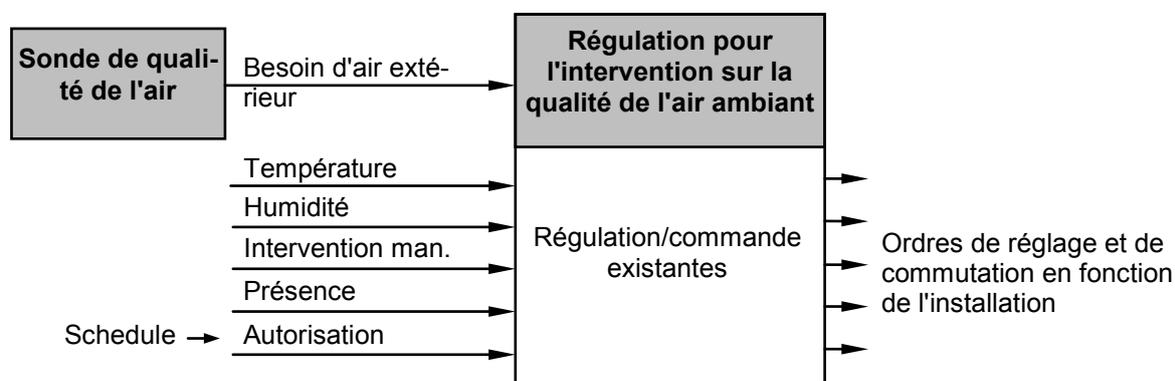
Introduction / généralités :

Les conséquences négatives du changement climatique sur notre planète sont de plus en plus évidentes et manifestes. Une **gestion de l'énergie et des émissions** plus consciencieuse est devenue un défi urgent et majeur de l'humanité.

L'exploitation technique de bâtiments (chauffage, refroidissement, ventilation, éclairage, etc.) requiert aujourd'hui environ 40 % de la consommation d'énergie primaire globale ! La part des émissions de CO₂ représente près d'1/4 (en Suisse, en Allemagne 40 %) ! **La maximisation de l'efficacité énergétique des bâtiments** joue un rôle prépondérant dans le combat contre cette pollution environnementale.

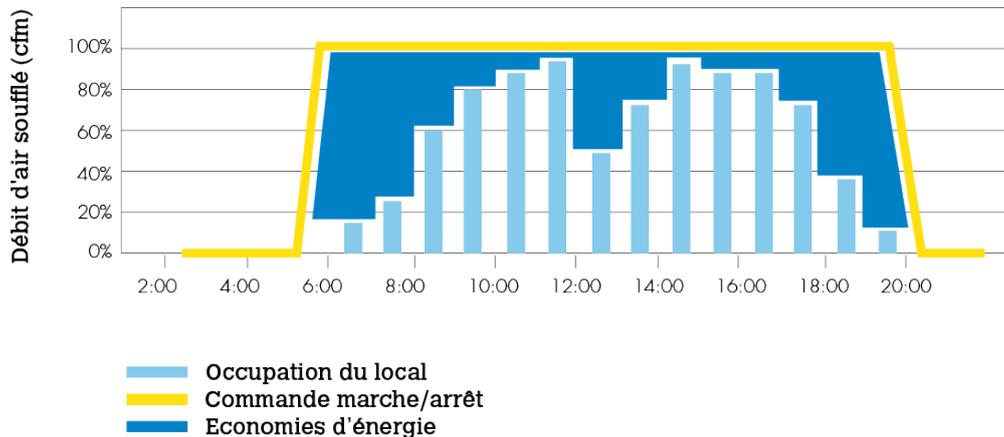
Dans les bâtiments équipés d'une ventilation mécanique, la technologie de la « ventilation régulée en fonction des besoins » représente, parallèlement aux autres **technologies clés** (telles que l'« automatisation de locaux intégrée » ou l'« activation thermique du noyau de béton » p. ex.), une des principales approches pour ce problème. La thématique de la ventilation régulée en fonction des besoins voit son importance croître sans cesse, notamment en raison de l'étanchéité accrue à l'air des bâtiments (conséquence de l'amélioration permanente de l'isolation thermique).

La ventilation régulée en fonction des besoins signifie l'**adaptation permanente de la quantité d'air extérieur amenée par la ventilation aux exigences effectives**, c'est-à-dire ne faire entrer et ne conditionner (chauffer, refroidir, humidifier/déshumidifier) que la quantité d'air requise pour un confort ambiant adéquat et agréable. L'objectif est l'optimisation de l'installation de ventilation en terme de **confort de l'utilisateur et simultanément, d'efficacité énergétique**.



Principe de la ventilation régulée en fonction des besoins (VDMA 24773)

L'économie d'énergie due à la ventilation régulée en fonction des besoins est double. D'une part dans le cas des **ventilateurs**, et ceci de façon plus que proportionnel, car l'énergie d'entraînement augmente à la puissance trois par rapport à la quantité d'air déplacée et engendre une économie du même ordre de grandeur. D'autre part pour la **préparation de l'air extérieur** : moins d'air extérieur signifie moins de dépense d'énergie pour son chauffage, son refroidissement, son humidification ou sa déshumidification.



Potentiel d'économie d'énergie, la ventilation régulée en fonction des besoins comparée à la ventilation régulée en fonction du temps

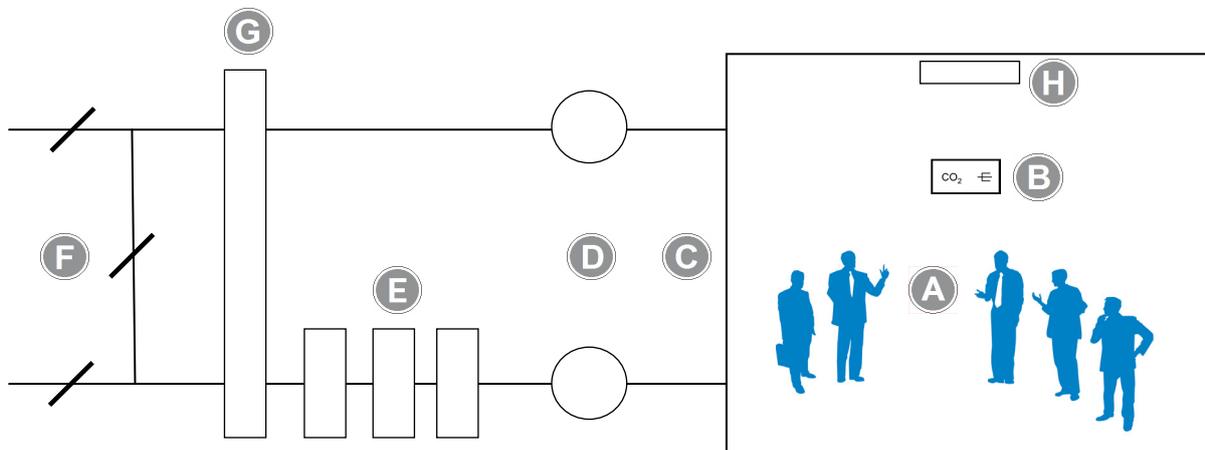
La **sonde de qualité d'air** revêt une importance capitale pour la ventilation régulée en fonction des besoins. Elle quantifie la qualité de l'air ambiant et fournit la **grandeur de conduite**. Le bon type de sonde, sa précision et sa stabilité à long terme, le bon positionnement dans le local, etc. sont déterminants pour obtenir un bon résultat. En général, des **sondes de CO₂** sont utilisées. La teneur en CO₂ de l'air ambiant augmente proportionnellement au nombre et à la durée de présence des personnes dans le local et fournit un **très bon indicateur de la qualité de l'air**. Pour les locaux chargés de particules (p. ex des locaux où règnent des odeurs fortes ou des locaux enfumés), des **sondes de gaz mélangés** (sondes COV) sont également utilisées.

Une ventilation régulée en fonction des besoins, basée sur la teneur en CO₂ ou en COV de l'air ambiant permet d'obtenir la meilleure évaluation possible, aussi bien pour une **classification des bâtiments selon EN 15232** que pour une certification des bâtiments selon **eu.bac-Systems** dans la catégorie correspondante.

Outre des connaissances étendues et une grande expérience, **SAUTER** offre aussi tous les composants techniques de régulation, issus de sa propre production et requis pour une ventilation régulée en fonction des besoins : sondes, actionneurs (vannes, servomoteurs), régulateurs, unités de gestion locale, outils adéquats pour l'étude de projet et base de données de savoir-faire.

Conformément à notre devise : « **Pour l'environnement durable** », tous nos produits et solutions sont conçus pour améliorer l'efficacité énergétique.

Les éléments de la ventilation régulée en fonction des besoins Et leur impact sur l'efficacité énergétique



A Utilisateur / climat ambiant

Les **utilisateurs du local** sont le facteur déterminant pour la ventilation régulée en fonction des besoins. Ils sont d'une part les **bénéficiaires de la prestation** de la ventilation ambiante, mais en même temps ils en sont en général sa **cause** principale. L'échange d'air nécessaire est en grande partie proportionnel au nombre et à la durée de présence des personnes (et à l'intensité de leurs activités physiques).



Le **bien-être** des utilisateurs du local, c'est-à-dire la qualité du climat ambiant, est, avec l'**économie d'énergie** obtenue, la principale mesure de référence pour la **ventilation régulée en fonction des besoins**.

Dans la **formule pour l'efficacité énergétique**, la qualité du climat ambiant est ici le dividende, et l'énergie dépensée pour cela, le diviseur :

$$\text{Efficacité énergétique} = \frac{\text{Qualité du confort ambiant atteint}}{\text{Énergie dépensée pour cela}}$$

Les grandeurs déterminantes relatives à la technique des bâtiments pour le **bien être des utilisateurs du local** et donc pour leur **performance** sont la luminosité, la température de l'air, la qualité de l'air, l'humidité de l'air, le déplacement de l'air (refroidissement éolien, voir ci-dessous), les températures de surface ainsi que le bruit de fond/le niveau sonore. Outre la qualité de l'air, son déplacement, son bruit éventuel et, selon le type d'installation, sa température et son humidité dépendent directement de **l'intensité de la ventilation**.

Une **mauvaise qualité de l'air** (concentration en CO₂ trop élevée, odeur, etc.) entraîne de la fatigue, des difficultés à se concentrer, une baisse de l'attention, des fautes d'inattention, une insatisfaction accrue, pouvant aller jusqu'à des jours d'arrêt maladie, un accident de travail et dans tous les cas des résultats plus mauvais et des coûts plus élevés. La **ventilation régulée en fonction des besoins** assure une bonne qualité de l'air en permanence.

La ventilation entraîne aussi toujours un **déplacement de l'air** et influe ainsi sur le **refroidissement éolien (la température ressentie)**. Le déplacement de l'air sur la surface du corps augmente l'évaporation naturelle et la température ambiante est ainsi ressentie comme plus froide et doit donc être augmentée afin de compenser la température ressentie. Cela signifie qu'une ventilation inutilement forte (c'est-à-dire non régulée en fonction des besoins) peut ainsi avoir une triple influence négative sur l'efficacité énergétique : plus d'énergie pour les ventilateurs, plus d'énergie pour le conditionnement et en outre plus d'énergie pour **l'augmentation de la température en raison du refroidissement éolien**. (Cela s'applique au mode de chauffage. De la même manière, il peut être judicieux, en mode de refroidissement, d'augmenter la circulation de l'air plus que nécessaire pour une qualité de l'air satisfaisante. Le refroidissement éolien plus élevé permet ensuite de relever la température et ainsi d'économiser de la puissance de froid. En mode de refroidissement, il est possible d'obtenir une température ambiante ressentie comme agréable avec beaucoup moins d'énergie/de manière beaucoup plus économique, en augmentant le déplacement de l'air qu'en abaissant la température ambiante.)

Une caractéristique du confort de la ventilation régulée en fonction des besoins est aussi sa **tolérance envers les interventions des utilisateurs**. Si l'utilisateur souhaite et génère un renouvellement plus important de l'air en ouvrant les fenêtres, ceci est détecté automatiquement par les capteurs de la régulation en fonction des besoins et la ventilation mécanique est ralentie en conséquence. La régulation en fonction des besoins garantit aussi dans ce cas une consommation énergétique minimale.

Faits/chiffres :

- *La productivité et la satisfaction au travail peuvent être augmentées de 15 % grâce à un environnement de travail idéal (éclairage, température et qualité de l'air). Des études scientifiques ont ceci mis en évidence dès la fin des années 60, comme celle de la BOSTI p. ex. (Buffalo Organization for Social and Technological Innovation).*
- *Les rapports des coûts sont d'environ 1 ÷ 10 ÷ 100 dans un bâtiment commercial de prestations de service. 1 représente les coûts d'énergie, 10 les frais de location (coûts de la surface totale) et 100 le coût salarial des utilisateurs des bâtiments. Ces rapports de grandeurs rendent évidente l'importance du confort ambiant d'un point de vue purement économique, et avec lui, la satisfaction au travail et la performance des utilisateurs du bâtiment. Une modification d'1 % seulement de la productivité au travail a, dans l'ordre de grandeur, le même impact en terme de coût que la consommation énergétique totale du bâtiment.*

www.sauter-controls.com D100186947	Ventilation régulée en fonction des besoins et efficacité énergétique Livre blanc, © Fr. Sauter AG, Im Surinam 55, CH-4016 Bâle	6
---------------------------------------	--	---

B Sonde

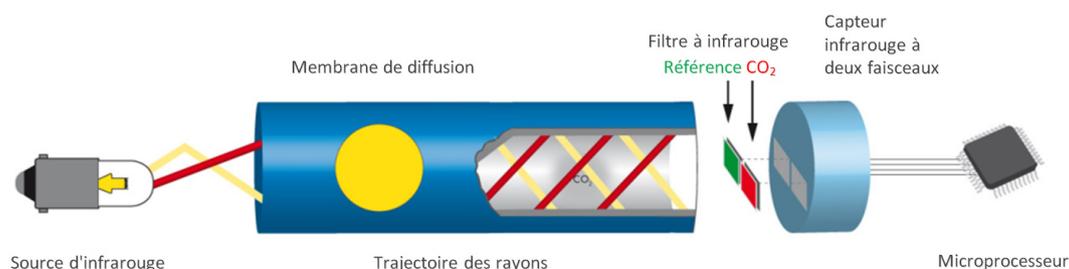
La **sonde de qualité d'air** est un **élément clé de la ventilation régulée en fonction des besoins**. Le bon type de sonde, sa précision et sa stabilité à long terme et le bon positionnement dans le local sont déterminants pour obtenir un bon résultat.

En général, on utilise des **sondes de CO₂** pour quantifier la qualité de l'air. La concentration en CO₂ est le principal indicateur de la qualité de l'air ambiant. Il fournit une très bonne mesure pour le nombre de personnes présentes dans le local et pour la qualité actuelle de l'air. Une forte concentration en CO₂ est le résultat du **processus de combustion** dans le corps des personnes présentes. Du dioxyde de carbone (CO₂) se forme à partir de dioxygène (O₂). Il est ensuite éliminé par la respiration. Le dioxyde de carbone est un gaz invisible, inodore et inactif chimiquement et est un composant naturel de l'atmosphère. Sa teneur est exprimée en pourcentage volumétrique ou ppm (particules par million). Une concentration élevée en CO₂ entraîne **des baisses de performance, des difficultés de concentration, de la fatigue, etc.** et a des effets néfastes sur la santé.

Pour les sondes du domaine de la technique des bâtiments, le processus de **spectroscopie infrarouge** est essentiellement utilisé. Le système de mesure se compose d'une source de lumière, de la distance de mesure, d'un filtre optique et du récepteur. Le filtre sélectionne la lumière selon une longueur d'onde qui est atténuée spécifiquement par le CO₂. Le signal reçu change donc en fonction de la teneur en CO₂ dans l'air.

Avec les **sondes de CO₂ à faisceau unique** il n'est toutefois possible d'atteindre une précision et une stabilité à long terme suffisantes uniquement par des voies détournées. La poussière, la saleté et le vieillissement de la source de lumière entraînent des écarts et une dérive à long terme. La sonde doit être réajustée régulièrement au moyen d'un processus de calibrage automatique. Celui-ci requiert cependant une ventilation intensive du local non occupé, ce qui implique évidemment une dépense d'énergie, et donc des coûts, supplémentaires, et n'est parfois même pas possible dans certains locaux (hôpitaux p. ex.).

Les **sondes de CO₂ à double faisceau** permettent d'éviter ce réajustement coûteux en énergie. Deux canaux de mesure sont utilisés, l'un avec le filtre pour la mesure du CO₂, l'autre avec un filtre pour un spectre de référence. La mesure de référence permet de compenser automatiquement des conditions de mesure changeantes ainsi que le vieillissement de la source de lumière. Les sondes de CO₂ à double faisceau conviennent parfaitement à toutes les applications et tous les types de bâtiment grâce à leur précision de mesure fiable et élevée en permanence. Les appareils haut-de-gamme possèdent en outre une compensation de la température et un calibrage d'usine en plusieurs points répartis sur la plage de mesure.



Fonctionnement d'une sonde CO₂ à double faisceau

<p>www.sauter-controls.com D100186947</p>	<p>Ventilation régulée en fonction des besoins et efficacité énergétique Livre blanc, © Fr. Sauter AG, Im Surinam 55, CH-4016 Bâle</p>	<p>7</p>
---	--	----------

La plage de mesure typique des sondes CO₂ se situe entre 0 et 2000. La concentration dans le local ne doit pas dépasser 1500 ppm. Une valeur limite de 1000 ppm max. est recommandée. La concentration de l'air extérieur est d'environ 350 ppm. La valeur MAK (concentration maximale sur le lieu de travail, à partir de laquelle il peut y avoir des risques pour la santé) est de 5000 ppm.

260 ppm	Air extérieur à l'époque pré-industrielle, avant 1850
350 ppm	Air extérieur pur aujourd'hui, tendance croissante
700 ppm	Air en ville, recommandé pour les espaces ouverts au public
1000 ppm	Valeur maximale de Pettenkofer
1400 ppm	Air dans des appartements mal ventilés, valeur limite pour les bureaux
3500 ppm	Valeurs maximales dans une salle de classe après une heure de cours
4300 ppm	Valeurs maximales dans une chambre à coucher, 2 personnes
5000 ppm	Concentration maximale sur le lieu de travail (valeur MAK)
7000 ppm	Valeurs maximales dans un cinéma, après une séance
20000 ppm	Valeur maximale ponctuelle
40000 ppm	Air expiré

Concentrations en CO₂ (0,035 Vol % correspondent à 350 ppm)

Pour les locaux chargés en particules, comme les restaurants ou les locaux sanitaires par exemple, des **sondes de gaz mélangés** sont également utilisées. Les sondes de gaz mélangés mesurent la **teneur en COV** de l'air (Composés Organiques Volatiles) Ils proviennent de la fumée du tabac, mais apparaissent aussi dans les cuisines ou sont dégagés par des biens d'équipement ou des objets de décoration (tapis p. ex.), des produits ménagers, etc. Il n'y a pas d'unité de mesure officielle pour la concentration en COV. La plage de mesure des sondes comprend habituellement une quantité de particules entre 0 et 1 000 ppm.

Les sondes de qualité de l'air sont disponibles sous forme de sondes de température pour montage en gaine avec un tube de sonde pour le montage dans la gaine d'air repris, ou sous forme d'appareils pour le montage encastré ou apparent directement dans le local.



Sondes de CO₂ SAUTER. Sonde de température pour montage en gaine/sonde de température ambiante

www.sauter-controls.com D100186947	Ventilation régulée en fonction des besoins et efficacité énergétique Livre blanc, © Fr. Sauter AG, Im Surinam 55, CH-4016 Bâle	8
---------------------------------------	--	---

Pour l'application dans l'automatisation des bâtiments, les appareils sont souvent équipés d'une **sonde de température** combinée dans le même boîtier. Dans le cas d'une sonde de température ambiante sans ventilation externe, la mesure de la température est cependant faussée par la chaleur dissipée de la source de lumière pour la mesure du CO₂, si bien qu'une mesure de la température à distance assure une meilleure précision.

L'emplacement de montage revêt une importance primordiale. Une sonde de température pour montage en gaine **dans la gaine d'air repris** donne une mesure très précise. Elle mesure automatiquement la valeur moyenne ambiante, mais ne fonctionne que si une circulation minimale et permanente de l'air peut être garantie. Lors du montage, il faut s'assurer de la bonne étanchéité afin qu'il ne puisse pas y avoir d'échange de gaz entre l'air environnant et l'air de la gaine.

Le montage de **la sonde ambiante** s'effectue à un emplacement de référence représentatif du CO₂, normalement à env. 1,5...2 m au-dessus du sol. Il faut choisir l'emplacement de sorte à assurer une bonne circulation de l'air ambiant à travers l'appareil. En raison de la forte concentration en CO₂ de l'air expiré, il faut respecter un écart d'au moins 1 m au minimum par rapport aux personnes.

Faits/chiffres :

- *voir aussi tableau ci-dessus.*
- *78 % N₂, 21 % O₂, 0,035 % CO₂ (78 % azote, 21 % oxygène, 0,035 % dioxyde de carbone) sont les composantes normales de l'air extérieur. Si la part de CO₂ augmente, la part d'O₂ diminue d'autant.*
- *5 % (50 000 ppm) de CO₂ ont un effet toxique sur l'être humain, 8 % (80 000 ppm) entraînent la mort entre 30 et 60 minutes.*
- *En une heure, une personne expire environ 15 l de CO₂, cela correspond à 0,015 m³/h*
- *Des expériences pratiques montrent que la concentration en CO₂ dans une salle de classe non aérée dépasse la limite de 1000 ppm en 10 minutes.*
- *Une concentration en CO₂ supérieure à 1 000 ppm entraîne des troubles mesurables de la productivité humaine : fatigue, difficultés de concentration, augmentation du taux d'erreurs, pouvant aller jusqu'à des jours d'arrêt maladie ou un accident de travail.*
- *Les précisions requises des sondes selon VDI 6038 sont : CO₂ : ±50 ppm, température : ±0,5 K, humidité : ±3,5 % HR,*

Chez SAUTER :

- *Tous les transmetteurs de mesure de CO₂ SAUTER pour la qualité de l'air ambiant sont équipés de la technologie à double faisceau avec compensation de la température et sont linéarisés d'usine avec un calibrage à 12 points, répartis sur la totalité de la plage de mesure.*
- *Pour le transmetteur de mesure SAUTER pour la qualité de l'air ambiant EGQ222 avec sonde de température ambiante, celui-ci est placé à distance pour une mesure de la température non faussée :*



Transmetteur de mesure SAUTER pour la qualité de l'air ambiant EGQ222 avec sonde de température ambiante

C Ventilation, air soufflé, air repris

Les débits d'air extérieur, d'air soufflé et d'air repris sont les valeurs de réglage de la **ventilation régulée en fonction des besoins**. Plus la charge de CO₂ (ou de COV) est élevée dans le local, plus le régulateur sollicite d'air frais. Si l'installation dispose de volets d'air mélangés, le régulateur les ouvre en premier et augmente ainsi la part d'air extérieur. La puissance des ventilateurs n'est augmentée que si les volets sont complètement ouverts.

Si la ventilation régulée en fonction des besoins est contrôlée par un **programme horaire** ou un **dispositif de détection de présence**, il existe un potentiel d'économie supplémentaire en désactivant complètement la ventilation pendant les périodes où le local n'est pas occupé.

Du fait des exhalaisons des matériaux d'équipements et de construction, il peut s'avérer nécessaire d'introduire en permanence une **quantité minimale d'air extérieur** afin d'éviter les odeurs désagréables (air confiné).

Pour la même raison, il peut être indiqué d'effectuer une **ventilation forcée** (ventilation intensive) avant l'arrivée des premiers utilisateurs.

Faits/chiffres :

- *Le potentiel d'économie dû à la ventilation régulée en fonction des besoins dans des bureaux en espace ouvert est de 20-30 % si en moyenne 40 % des personnes sont présentes (VDMA 24773). Pour des coûts d'énergie d'env. 1€/m2/mois (OSCAR 2010), il en résulte une économie annuelle de 36 000 à 54 000 € pour 15 000 m² !*
- *Le potentiel d'économie dans des bureaux en espace ouvert est de 3-5 % si en moyenne 90 % des personnes sont présentes. (VDMA 24773)*
- *Le potentiel d'économie est de 20-50 % dans les amphithéâtres, universités et écoles. (VDMA 24773)*
- *Le potentiel d'économie est de 20-60 % dans les halls d'entrée, salles des guichets, zones d'embarquement des aéroports. (VDMA 24773)*
- *Le potentiel d'économie est de 40-70 % dans les halls d'exposition et les gymnases. (VDMA 24773)*

<p>www.sauter-controls.com D100186947</p>	<p>Ventilation régulée en fonction des besoins et efficacité énergétique Livre blanc, © Fr. Sauter AG, Im Surinam 55, CH-4016 Bâle</p>	<p>10</p>
---	--	-----------

- Le potentiel d'économie est de 30-60 % dans les salles de réunion, salles de conférence, théâtres et cinémas. (VDMA 24773)
- Le potentiel d'économie est de 30-70 % dans les restaurants et les cantines. (VDMA 24773)

Chez SAUTER :

- Dans le cas des solutions d'automatisation de locaux des bibliothèques de SAUTER CASE, les différents types de locaux sont indiqués avec leurs fonctions spécifiques prédéfinies, y compris les limites de valeur de consigne, les programmes horaires, les fonctions de présence, etc.

D Ventilateurs

Dans le cas d'une **installation de ventilation simple** (c'est-à-dire sans volets d'air mélangé), les ventilateurs d'air soufflé et d'air repris représentent les **organes de réglage** de la ventilation régulée en fonction des besoins. Le régulateur commande la quantité d'air échangée au moyen de ces organes. (Afin d'équilibrer le débit d'air repris et le débit d'air soufflé, c'est-à-dire afin d'éviter une surpression ou une dépression dans le local, il ne les commande pas directement mais via la prescription du débit d'air repris/d'air soufflé. En fonction de cette prescription et d'une mesure de surpression et d'une mesure de dépression dans la gaine d'air soufflé ou d'air repris, un régulateur de vitesse de rotation règle pour chaque ventilateur le débit d'air soufflé ou d'air repris correspondant.)

Si l'installation dispose de **volets d'air mélangé**, le régulateur de la qualité de l'air agit d'abord sur ces volets afin d'adapter la part d'air extérieur au besoin actuel. Le débit d'air soufflé et d'air repris n'est adapté par une augmentation de la vitesse de rotation que lorsque les volets sont complètement ouverts.

En général, seuls des **ventilateurs à commande continue** (au moyen d'un variateur de fréquence) sont utilisés aujourd'hui. Auparavant, des **ventilateurs à plusieurs vitesses** étaient également utilisés. (L'équilibrage entre l'air soufflé et l'air repris s'effectuait alors pendant la mise en service en adaptant les rapports de transmission des servomoteurs des ventilateurs).

De même que **la résistance de l'air** augmente à la puissance trois par rapport à la vitesse de l'air, pour un ventilateur la **puissance d'entraînement mécanique/électrique augmente à la puissance trois** par rapport à la quantité d'air déplacée. Autrement dit : si la quantité d'air déplacée peut être réduite grâce à la ventilation régulée en fonction des besoins, il en résulte au niveau des ventilateurs une économie d'énergie correspondante élevée à la puissance trois ! (p. ex. quantité d'air 1/2 = énergie électrique 1/8 !)

Faits/chiffres :

- L'énergie d'entraînement économisée est de 49 % pour les ventilateurs p. ex. si la quantité d'air déplacé peut être réduite de 20 % par la ventilation régulée en fonction des besoins !

<p>www.sauter-controls.com D100186947</p>	<p>Ventilation régulée en fonction des besoins et efficacité énergétique Livre blanc, © Fr. Sauter AG, Im Surinam 55, CH-4016 Bâle</p>	<p>11</p>
---	--	-----------

Chez SAUTER :

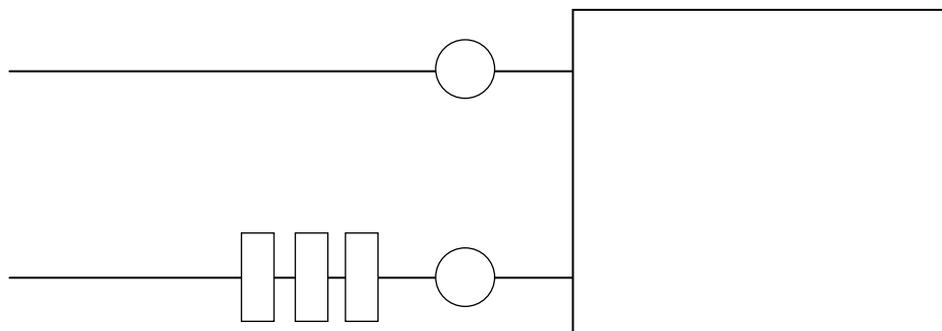
- Le logiciel d'étude de projet SAUTER CASE Suite avec les nombreuses solutions prédéfinies dans les bibliothèques SAUTER permet de réaliser une étude concise, efficace et de qualité de ces rapports complexes.

E Conditionnement de l'air

Le **conditionnement de l'air** peut comporter le filtrage, le chauffage, le refroidissement, l'humidification et la déshumidification, selon les exigences et le concept de l'installation.

Étant donné que dans tous les cas (pour des raisons de confort, également dans des installations avec « chauffage/refroidissement local », section H), l'air extérieur introduit doit être **préchauffé/refroidi au préalable pour atteindre le niveau de température de l'air soufflé**, le volume d'air extérieur a toujours un effet proportionnel sur le besoin en énergie de chauffage/de refroidissement. Toute réduction de la quantité d'air extérieur par la ventilation régulée en fonction des besoins entraîne aussi (outre l'économie d'énergie au niveau des ventilateurs) une économie correspondante pour l'énergie de chauffage/refroidissement.

Pour les installations dans lesquelles le local est chauffé/refroidi uniquement par le conditionnement de l'air dans (sans chauffage/refroidissement local) et qui ne disposent pas de volets d'air mélangé, la **plage de tolérance de la température ambiante** (éventuellement de l'humidité) revêt une importance considérable.



Installation sans chauffage/refroidissement local et sans volets d'air mélangé (schématique)

Dans ce cas, la quantité d'air extérieur soufflé n'est pas déterminée uniquement par le régulateur de la qualité de l'air ambiant, mais le besoin de chauffage/refroidissement aussi peut requérir une augmentation du volume d'air extérieur. Il en résulte une **priorisation de la quantité d'air entre le besoin pour la qualité de l'air et celui pour la chaleur (/le froid)**, en fonction de l'importance du besoin. Plus la plage de tolérance pour la température ambiante est réduite (p. ex. 22°C - 24°C), plus la fréquence à laquelle doit être déterminé le volume de l'air extérieur à introduire est élevée. Et inversement : **Plus la plage de tolérance de la température ambiante est grande, plus la ventilation régulée en fonction des besoins a de marge** (régulation en fonction de la qualité de l'air ambiant) pour réduire le volume d'air et plus son potentiel d'économie d'énergie est élevé. Si, dans un cas extrême, la plage de tolérance de la température est égale à zéro (inexistante), son respect nécessite une priorité de

<p>www.sauter-controls.com D100186947</p>	<p>Ventilation régulée en fonction des besoins et efficacité énergétique Livre blanc, © Fr. Sauter AG, Im Surinam 55, CH-4016 Bâle</p>	<p>12</p>
---	--	-----------

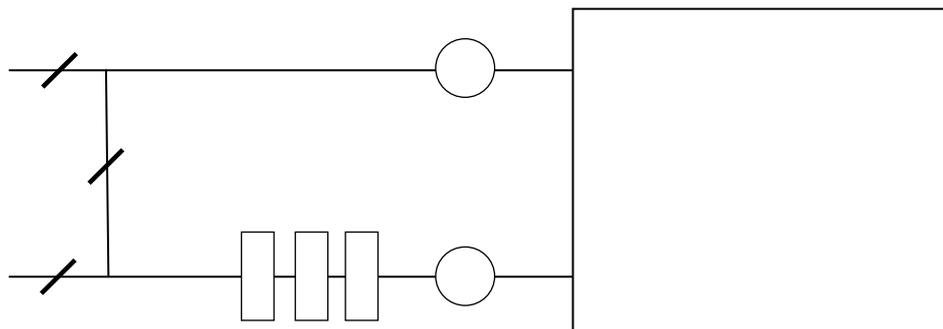
pratiquement 100 % et le potentiel d'économie d'énergie par la ventilation régulée en fonction des besoins est ainsi fortement entravé. (Ceci s'applique de manière similaire à la plage de tolérance pour l'humidité ambiante).

Chez SAUTER :

- SAUTER EMS (Energy Management System) permet d'enregistrer ces relations et dépendances complexes pendant la phase d'exploitation, de les représenter de manière précise, de les analyser et ainsi de les optimiser. Avec pour objectif la meilleure efficacité énergétique possible tout en maximisant le confort de l'utilisateur.

F Volets d'air mélangé

Les installations de ventilation avec un **mélange variable d'air extérieur via les volets d'air mélangé** ont le grand avantage de l'**indépendance** de l'introduction d'air extérieur vis à vis du maintien de la température ambiante. Un besoin supérieur de chaleur/froid ne requiert pas automatiquement une plus grande quantité d'air extérieur. Le volume d'air recyclé peut être réintroduit via le **volet d'air recyclé**. L'économie d'énergie est importante et les volets d'air recyclé/d'air mélangé sont donc souvent affectés à la récupération de chaleur RDC.

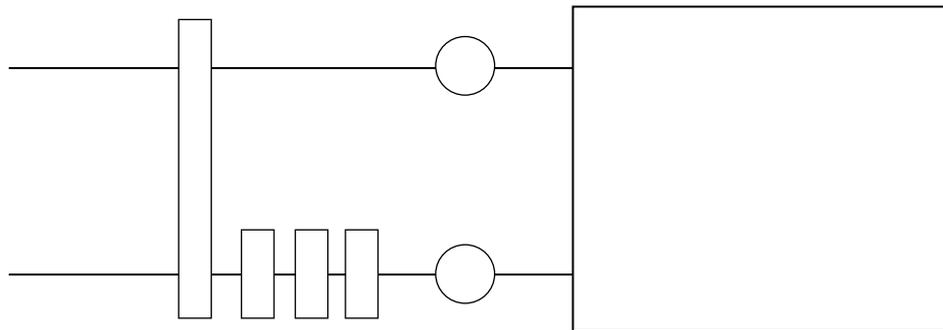


Installation avec volets d'air recyclé/air mélangé (schématique)

L'influence négative susmentionnée (section E, conditionnement de l'air) de la **plage de tolérance de température** n'a pas d'impact sur le potentiel d'économie d'énergie de la ventilation régulée en fonction des besoins grâce à l'indépendance totale des régulations de la qualité de l'air et de la chaleur (et du refroidissement et de l'humidité).

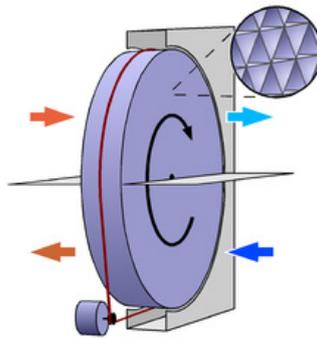
G Récupération de chaleur

La **récupération de chaleur (RDC)** prélève l'énergie thermique de l'air repris et l'injecte dans l'air soufflé.



Installation avec récupération de chaleur (schématique)

Des **échangeurs thermiques à plaques** (pont thermique entre l'air repris et l'air soufflé au moyen de plaques métalliques) ou des **échangeurs thermiques rotatifs**/roues thermiques (des flux d'air caloporteurs sont envoyés en alternance vers la gaine d'air repris et la gaine d'air soufflé au moyen d'une roue) sont utilisés.



Échangeur thermique rotatif (représentation schématique)

Avec la récupération de chaleur, toutes les spécifications mentionnées ci-dessus au sujet de la **ventilation régulée en fonction des besoins** restent en principe inchangées. Il en résulte toutefois une baisse quantitative du potentiel d'économie d'énergie dans le cas du conditionnement thermique de l'air, étant donné que la récupération de chaleur peut récupérer une grande partie de **l'énergie de chauffage/refroidissement** qui est sinon perdue par l'air repris.

Les spécifications susmentionnées au sujet de la **plage de tolérance de température** (voir section E, conditionnement de l'air) demeurent en principe inchangées lorsqu'un système RDC est installé. Seul son impact quantitatif est diminué.

Faits/chiffres :

- Le degré d'efficacité qu'il est possible d'atteindre pour les roues thermiques est de 80 % (quantité de chaleur récupérée)
- Le degré d'efficacité qu'il est possible d'atteindre pour les échangeurs thermiques à plaques est de 60 % (quantité de chaleur récupérée)

Chauffage / refroidissement local

Dans ce cas, le local n'est pas chauffé/refroidi par l'air introduit mais par des éléments installés dans le local même, tels que p. ex. : **radiateurs, chauffage au sol/plafond froid, poutre chaude/froide, ou ventilo-convecteurs.**

Comme avec les volets d'air recyclé/air mélangé, il en résulte le grand avantage de l'**indépendance** de l'arrivée d'air extérieur vis à vis du maintien de la température ambiante. De même, de l'air recyclé pour le chauffage (refroidissement) n'est requis pas dans ce cas, ce qui permet une grande **économie d'énergie au niveau des servomoteurs des ventilateurs** (énergie d'entraînement = quantité d'air³!).

Dans le cas présent, l'influence négative susmentionnée (section E, conditionnement de l'air) de la **plage de tolérance de température** n'a pas d'impact non plus sur le potentiel d'économie d'énergie de la ventilation régulée en fonction des besoins.

Pour des raisons de confort, il est cependant également requis dans ce cas de conditionner **l'air injecté** au préalable. Un air injecté plus froid que la température ambiante est tout particulièrement ressenti comme très désagréable.

La solution basée sur des **ventilo-convecteurs à volets d'air extérieur** représente un cas spécial de chauffage/refroidissement local. Ils existent en différentes versions : chauffage uniquement ou chauffage/refroidissement, ventilateur à 1 vitesse, à plusieurs vitesses ou permanente, avec ou sans récupération de chaleur. Le volet d'air extérieur est toujours proposé comme volet d'air mélangé. Du point de vue de la ventilation régulée en fonction des besoins, les ventilo-convecteurs à volets d'air extérieur représentent une version locale d'une installation de ventilation à volet d'air mélangé et toutes les spécifications présentées pour ce type d'installation s'appliquent en conséquence.

Tableau comparatif du besoin d'énergie selon le type d'installation

Type d'installation	Chauffage/refroidissement requis		Dépendance de la plage de tolérance de la température ambiante
	Ventilateurs	air extérieur	
Sans récupération de chaleur, sans volets d'air mélangé	Oui	Oui	Oui
Avec récupération de chaleur	Oui	Réduit ₁	Réduit ₂
Avec volets d'air mélangé	Oui	Non	Réduit ₃
Avec chauffage /refroidissement local	Non	Non	Non

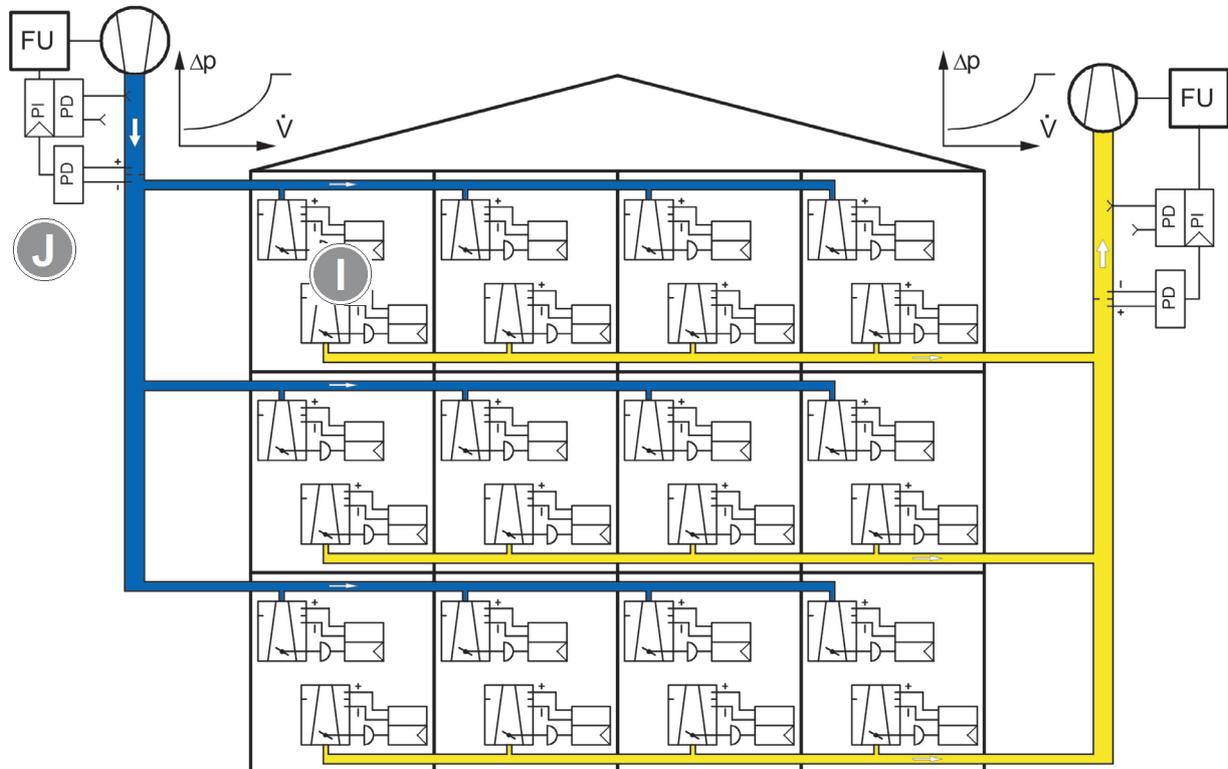
1) Besoin d'énergie réduit parce que l'air extérieur est préchauffé par RDC.

2) Influence réduite parce que l'air extérieur est préchauffé par RDC.

3) Influence réduite : ventilateurs uniquement, pas d'air extérieur requis pour le chauffage/refroidissement.

Influence du type d'installation sur les possibilités d'économie par la ventilation régulée en fonction des besoins

Locaux individuels avec VAV :



Locaux VAV avec installation de ventilation centrale

I Régulation VAV de locaux individuels

Dans les bâtiments avec une installation de ventilation centrale et des **réglages VAV des locaux individuels**, la ventilation réglée en fonction des besoins est réalisée dans chaque local au moyen de boîtiers VAV (Variable Air Volume). Comme dans la description ci-dessus relative aux locaux avec une installation de ventilation centrale, **l'échange d'air, de CO₂** (et éventuellement de température) **est commandé** pour chaque local, adapté au besoin actuel et réduit au minimum. Le régulateur VAV reçoit à cette fin sa valeur de consigne de quantité d'air extérieur du régulateur d'ambiance et règle le volet du boîtier VAV en conséquence en fonction de la valeur instantanée du débit volumique mesurée par le diaphragme.

Les analyses relatives à l'économie d'énergie réalisée grâce à la ventilation réglée en fonction des besoins s'appliquent aussi aux variantes ci-dessus, **l'économie globale** correspondant à l'accumulation de tous les locaux. Dans le cas du conditionnement central de l'air, la pression dans les gaines est maintenue constante afin qu'il n'y ait pas plus d'air conditionné que nécessaire.

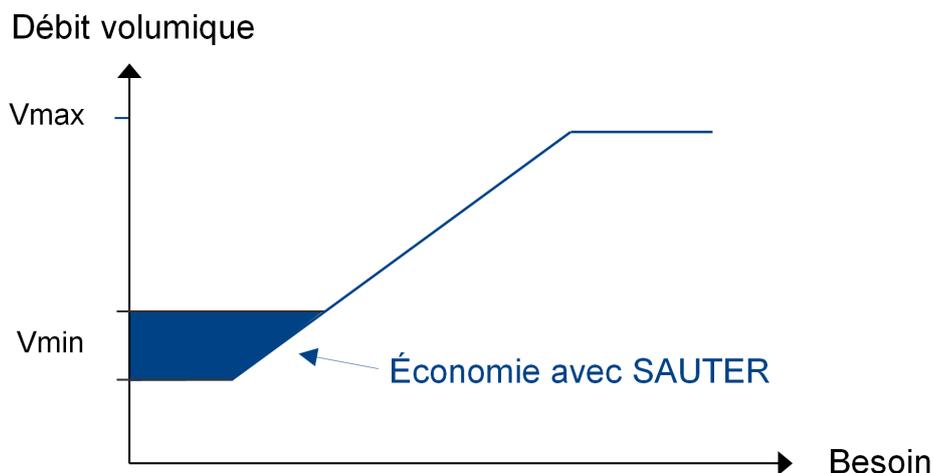
Chez SAUTER :

- régulateur compact VAV SAUTER ASV115 pour la ventilation régulée en fonction des besoins pour toutes les applications (p. ex. bureaux, salles de conférence, chambres d'hôtel)



Régulateur compact VAV SAUTER ASV115

- La sonde de pression différentielle utilisée dans le régulateur compact VAV ASV115 SAUTER et pour le transmetteur de pression différentielle de précision ECP100 présente d'excellentes caractéristiques telles qu'une résolution particulièrement élevée, une bonne stabilité du point zéro et la possibilité de l'adaptation intégrée de la plage de mesure. Ces propriétés uniques permettent une détection particulièrement précise de très faibles pressions différentielles d'1 Pa seulement. La plage de régulation de la ventilation régulée en fonction des besoins s'étend ainsi vers le bas de la plage de régulation, ce qui engendre des économies d'énergie supplémentaires et significatives et donc une diminution des coûts d'exploitation :



Économie d'énergie supplémentaire avec des composants de SAUTER

J *Minimisation de la pression dans les gaines*

Une **pression dans les gaines à régulation variable** permet d'obtenir une augmentation supplémentaire de l'efficacité énergétique, dans des bâtiments avec des régulations VAV au niveau des locaux individuels et équipés d'une installation de ventilation centrale. La pression dans les gaines est réalisée et minimisée via une courbe prédéfinie **selon le débit volumique actuel** de la gaine. Pour un faible débit volumique d'air, la valeur de consigne de la pression dans les gaines est diminuée, pour un débit volumique d'air élevé, elle est augmentée.

Les régulateurs VAV de chaque local équilibrent automatiquement la pression variable dans les gaines, car ils règlent le débit volumique selon la valeur de consigne requise par le régulateur d'ambiance.

L'objectif est de **minimiser la pression dans les gaines** pour que le régulateur VAV du local avec le plus grand besoin en air ait à ouvrir son volet entièrement ou presque entièrement.

L'économie d'énergie provient du besoin réduit en énergie des ventilateurs au niveau de la préparation centrale de l'air, étant donné qu'ils ne doivent pas générer plus de pression que nécessaire dans la gaine.

Un débit volumique d'air régulé en fonction de la pression/des besoins au niveau du traitement central de l'air permet d'obtenir la meilleure évaluation possible, aussi bien pour une **classification des bâtiments selon EN 15232** que pour une certification des bâtiments selon **eu.bac-Systems** dans la catégorie correspondante.

Chez SAUTER :

- Avec le régulateur compact VAV ASV115 (à partir de la version 2.10 du micrologiciel), SAUTER met à disposition un appareil qui contrôle aussi bien la régulation VAV des locaux individuels que la régulation de la pression dans les gaines.
- Des applications prêtes à l'emploi sont disponibles dans le SAUTER CASE VAV pour l'étude de projet de régulation de la pression dans les gaines avec ASV115.
- SAUTER EMS (Energy Management System) permet d'analyser et d'optimiser de manière probante l'interaction complexe et les dépendances réciproques des régulateurs VAV de locaux individuels avec la régulation de la préparation centrale de l'air pendant la phase d'exploitation.

Conclusion

La **conception physique structurelle** d'un bâtiment (isolation thermique, inertie thermique, étanchéité de l'enceinte du bâtiment, protection solaire, etc.) constitue le fondement pour un confort optimal tout en maximisant l'efficacité énergétique. Les **composants techniques d'installation** utilisés (installations mécaniques de ventilation, préparations du chaud et du froid, récupération de chaleur etc.) sont également essentiels.

L'**automatisation de bâtiments**, et en particulier la **régulation en fonction des besoins de l'installation de ventilation** décrite ici, assure, lorsqu'elle est conçue intelligemment, globalement et en connaissance de cause, une exploitation optimale et une utilisation efficace en terme d'énergie des éléments donnés.

Les trois domaines, à savoir la conception physique structurelle, les composants techniques d'installation utilisés et l'automatisation de bâtiments, contribuent tous à maximiser autant que possible l'efficacité énergétique. Le meilleur résultat qu'il est possible d'atteindre provient de la **somme et de la combinaison optimale** de toutes les mesures possibles.

Les investissements dans l'automatisation de bâtiments représentent **la mesure la plus efficace économiquement**, en particulier lors de la réfection de bâtiments existants. L'amélioration de l'efficacité énergétique ainsi atteignable par rapport au capital investi est nettement supérieure à toute autre mesure (isoler l'enceinte du bâtiment, renouveler complètement les installations).

SAUTER vous fournit une automatisation de bâtiments sur mesures pour tout type de bâtiment. Qu'il soit grand ou petit, ancien ou neuf. Nous vous conseillons volontiers !

www.sauter-controls.com D100186947	Ventilation régulée en fonction des besoins et efficacité énergétique Livre blanc, © Fr. Sauter AG, Im Surinam 55, CH-4016 Bâle	20
---------------------------------------	--	----

Index :

<i>Air soufflé</i>	12, 13	<i>Productivité</i>	9
<i>Bibliothèques SAUTER</i>	12	<i>Productivité au travail</i>	6
<i>Boîtiers VAV</i>	17	<i>Programme horaire</i>	10
<i>Calibration à 12 points</i>	9	<i>Puissance d'entraînement</i>	11
<i>Changement climatique</i>	3	<i>Qualité de l'air</i>	4
<i>Chauffage au sol</i>	15	<i>Quantité d'air</i>	10
<i>Chauffage/refroidissement local</i>	15	<i>Quantité minimale d'air extérieur</i>	10
<i>Classification des bâtiments</i>	4, 19	<i>Radiateurs</i>	15
<i>Climat ambiant</i>	5	<i>Rapports des coûts</i>	6
<i>Compensation de la température</i>	9	<i>Récupération de chaleur</i>	13, 14, 20
<i>Composantes de l'air</i>	9	<i>Régulateur compact VAV SAUTER ASV115</i>	18
<i>Concentration en CO₂</i>	8	<i>Régulateurs d'ambiance</i>	17
<i>Conditionnement de l'air</i>	12, 14	<i>Régulateurs VAV</i>	17, 19
<i>Consommation d'énergie primaire, part des bâtiments</i>	3	<i>Régulations VAV</i>	17
<i>Débit volumique</i>	19	<i>Régulations VAV de locaux individuels</i>	17, 19
<i>Débit volumique d'air régulé en fonction de la pression/des besoins</i>	19	<i>Résumé</i>	2
<i>Degré d'efficacité RDC (quantité de chaleur récupérée)</i>	14	<i>Satisfaction au travail</i>	6
<i>Dispositif de détection de présence</i>	10	<i>SAUTER CASE Suite</i>	12
<i>Échangeur thermique à plaques</i>	14	<i>SAUTER CASE VAV</i>	19
<i>Échangeur thermique rotatif</i>	14	<i>SAUTER EGQ222</i>	9
<i>Économie</i>	3, 5, 11, 12, 13, 14, 15, 17, 18, 19	<i>SAUTER EMS</i>	13, 19
<i>Emplacement de montage de la sonde</i>	9	<i>Sonde COV</i>	4, 8
<i>Emplacement de référence du CO₂</i>	9	<i>Sonde de CO₂</i>	4, 7, 8
<i>EN 15232</i>	4, 19	<i>Sonde de gaz mélangés</i>	4, 8
<i>Énergie d'entraînement</i>	3, 11	<i>Sonde de qualité d'air</i>	4, 7
<i>Environnement durable</i>	4	<i>Sonde de température ambiante</i>	8, 9, 10
<i>Étanchéité à l'air des bâtiments</i>	3	<i>Sonde de température pour montage en gaine</i>	8
<i>eu.bac-Systems</i>	4, 19	<i>Suppression/dépression ambiante</i>	11
<i>Formule pour l'efficacité énergétique</i>	5	<i>Tableau comparatif du besoin d'énergie</i>	16
<i>Isolation thermique</i>	3	<i>Technologies clés</i>	3
<i>Locaux chargés de particules</i>	4	<i>Transmetteur de pression différentielle de précision SAUTER ECP100</i>	18
<i>Minimisation de la pression dans les gaines</i>	19	<i>Utilisateurs du local</i>	5, 6
<i>Plafond froid</i>	15	<i>Valeur de consigne de la pression dans les gaines</i>	19
<i>Plage de tolérance de la température ambiante</i> ..	12, 13, 14, 15	<i>Valeur instantanée du débit volumique</i>	17
<i>Pollution environnementale</i>	3	<i>Ventilateur d'air soufflé/d'air repris</i>	11
<i>Potentiel d'économie bureaux en espace ouvert, amphithéâtres, etc</i>	10	<i>Ventilateurs</i>	3, 11, 19
<i>Poutre chaude/froide</i>	15	<i>Ventilation</i>	10
<i>précision de la sonde</i>	9	<i>Ventilation forcée</i>	10
<i>Préparation centrale de l'air</i>	17, 19	<i>Ventilation intensive</i>	10
<i>Préparation de l'air extérieur</i>	3	<i>Ventilation régulée en fonction des besoins, objectif/définition</i>	3
<i>Pression dans les gaines</i>	17, 19	<i>Ventilo-convecteurs</i>	15
<i>Pression dans les gaines à régulation variable</i>	19	<i>Ventilo-convecteurs à volets d'air extérieur</i>	15
		<i>Volets d'air mélangé</i>	10, 11, 12, 13, 15, 16

L'auteur

Franklin Linder, ingénieur en électronique BE est rédacteur technique au SAUTER Head Office à Bâle. Il dispose de plus de 20 ans d'expérience dans le développement, la commercialisation et l'application d'automatisation de bâtiments.

Portrait de l'entreprise

En tant que prestataire mondial de solutions pour la technologie d'automatisation des « Green Buildings » de premier plan, SAUTER assure le bien-être et le climat ambiant optimal dans les environnements durables. Spécialiste en la matière, SAUTER développe, produit et commercialise des systèmes de GTB qui augmentent l'efficacité énergétique des bâtiments et assure l'optimisation énergétique de l'exploitation des installations techniques grâce à des prestations de services globales. De la planification à l'exploitation, en passant par la mise en œuvre, ces produits, solutions et prestations permettent d'assurer, durant tout le cycle de vie du bâtiment, une haute efficacité énergétique dans des bureaux, des immeubles administratifs, des centres de recherche et de formation, des hôpitaux, des bâtiments industriels, des laboratoires, des aéroports, des centres de loisirs, des hôtels ou des centres de gestion des données. Avec plus de 100 ans d'expérience et des compétences technologiques éprouvées, SAUTER est un intégrateur de systèmes confirmé, garantissant une innovation permanente et une qualité suisse. Distingué pour le meilleur système d'automatisation, la meilleure prestation/service énergétique ainsi que la certification pour les produits eu.bac et BTL, SAUTER fournit aux utilisateurs comme aux exploitants une vue d'ensemble de la consommation et des flux énergétiques, et de ce fait de l'évolution des coûts.

www.sauter-controls.com D100186947	Ventilation régulée en fonction des besoins et efficacité énergétique Livre blanc, © Fr. Sauter AG, Im Surinam 55, CH-4016 Bâle	22
---------------------------------------	--	----