



BÂTIMENTS D'ENSEIGNEMENT

Allier qualité d'air intérieur et économies d'énergie

Feel good **inside**

ECONOMIES D'ÉNERGIE, SANTÉ ET APPRENTISSAGE

Ce que la science nous apprend sur les environnements éducatifs

Défis à relever

 Efficacité énergétique et empreinte carbone

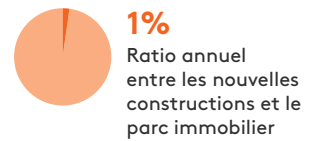
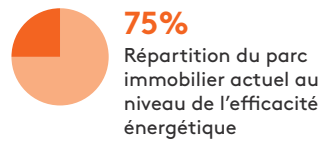
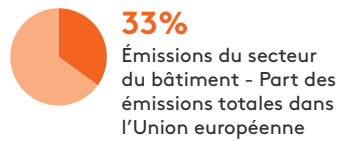
 Résultats des étudiants

 Environnement intérieur

Quels sont les faits ?

Recherche sur les bâtiments d'enseignement

La clé du succès : la rénovation¹



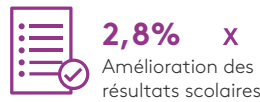
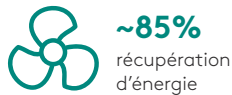
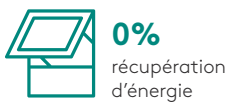
Investissement : efficacité énergétique

Investissement: résultat des étudiants²

Ouverture des fenêtres

Ventilation mécanique avec échangeur de chaleur

Exemple de calcul



Investissons dans les deux, en même temps !^{3,4,5}

Différence des taux de ventilation entre la ventilation naturelle vs mécanique (m³/h/personne)

Amélioration des tests sur les élèves en augmentant le taux de ventilation de 3,6 à 28,8 m³/h/personne

Que se passera-t-il si nous ne le faisons pas ?⁶

Outre les résultats des étudiants – qu'en est-il de la santé et du bien-être ?

Absentéisme des élèves
Corrélation entre la mauvaise qualité de l'air intérieur et la fréquentation des cours



Effets sur la santé liés au manque de ventilation

 Maux de tête

 Rhinite

 Toux

 Problèmes respiratoires

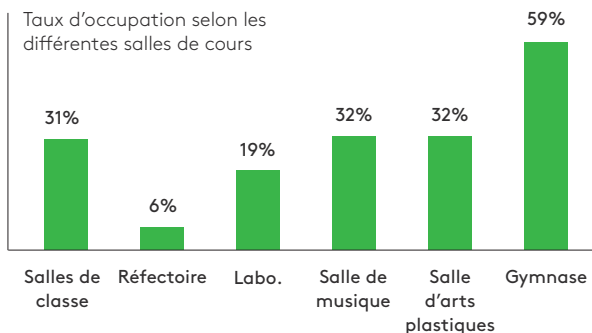
 Augmentation des crises d'asthme et des prises de médicaments

 Symptômes muqueux

De nouvelles possibilités en matière d'énergie

Utilisation des salles dans une école⁷

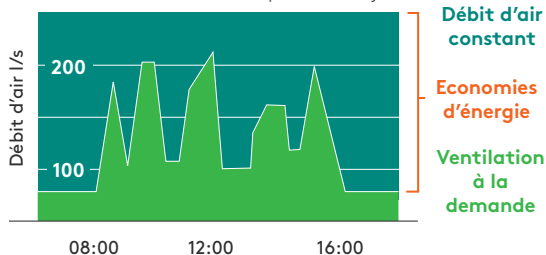
Les taux d'utilisation des salles de classe sont généralement faibles et varient grandement selon leur typologie



Potentiel d'économie d'énergie⁸

Comparaison entre les différentes solutions de ventilation mécanique

Débits d'air dans une classe pendant la journée



Jusqu'à **80%** d'économies sur l'énergie des ventilateurs

Jusqu'à **40%** d'économies sur l'énergie liée au chauffage et au refroidissement

Sources: 1. Source: https://ec.europa.eu/energy/topics/energy-efficiency/energy-efficient-buildings/renovation-wave_en 2. Source: Fraunhofer Institute for Building Physics IBP, Designing classrooms to enhance performance, 2016 3. Gao, Wargocki, Wang; Ventilation System Type and the Resulting Classroom Temperature and Air Quality During Heating Season, Lecture Notes in Electrical Engineering - September 2014 4. Bakó-Biró et al; Ventilation rates in schools and pupils' performance, Building and environment 2011 5. Fraunhofer Institute for Building Physics IBP, Designing classrooms to enhance performance, 2016 6. Shendell et al; Associations Between Classroom CO₂ Concentrations and Student Attendance in Washington and Idaho, Indoor Air, 2004 7. Source: Tech. Dr. Dennis Johansson; Närvaro i byggnader – mätningar och uppskattningar, 2010 8. Pasila; Demand-controlled ventilation in school buildings, Seinäjoki University of Applied Sciences, 2013.

Système décentralisé

Pour les petites structures • crèches, haltes garderies et écoles élémentaires

La ventilation dite décentralisée offre une très grande flexibilité au niveau de l'installation et est facile à mettre en oeuvre. Il existe de nombreux modèles qui permettent de choisir l'unité et l'installation en fonction de la configuration et la taille de chaque salle de classe. Concrètement, des centrales de traitement d'air double flux compactes sont placées directement dans une salle de classe (faux plafond ou le long d'un mur) ou bien dans un placard. Le retour sur investissement d'une ventilation décentralisée est généralement garanti au bout de deux ans.



Les avantages

- **Économies d'énergie:** la centrale de traitement d'air fournira de l'air frais dans la salle et extraira l'air pollué - mais grâce à l'échangeur de chaleur intégré, l'énergie contenue dans l'air intérieur ne sera pas gaspillée et sera utilisée pour réchauffer ou refroidir l'air neuf. La régulation permet d'adapter les débits d'air aux besoins réels: inutile de ventiler des classes lorsque l'école est finie.
- **Qualité d'air et confort thermique:** les élèves n'auront plus à subir les conséquences de la ventilation naturelle (froid, bruits, pollution) et le confort est immédiat. Enfin, l'apport d'air neuf sera maîtrisé, continu et stable. Nos équipements sont silencieux, le niveau sonore étant inférieur à 30 dB(A).
- **Installation et maintenance simples et rapides:** aucune gaine ou bouche n'est nécessaire, seul un raccordement électrique est nécessaire, ce qui permet une installation d'une rapidité inégalée. A contrario, si l'installation s'effectue en dehors de la salle de classe, l'équilibrage aéraulique et l'installation demeurent simples. La maintenance frontale facilite les interventions.

- **Contrôle et supervision de l'installation à la portée de tous:** toutes ces unités sont équipées d'une régulation que toute personne lambda peut s'approprier. Les débits peuvent être ajustés selon des plages horaires ou en fonction des niveaux de CO₂, d'humidité ou de COV.

Les inconvénients

- L'investissement initial peut s'avérer plus élevé en fonction du nombre d'équipements. Ce système est donc conseillé uniquement pour les bâtiments de très faible superficie.
- L'installation technique est à la vue de tous. L'empreinte au sol de l'installation peut être plus importante qu'un système centralisé abrité dans un seul et unique local technique.
- Le système de contrôle et de supervision ne permet pas la visualisation de l'ensemble d'un bâtiment mais uniquement au niveau de la pièce.
- L'installation n'est pas évolutive et ne permet pas de conjuguer des équipements air/eau.



NF DTU 68.3

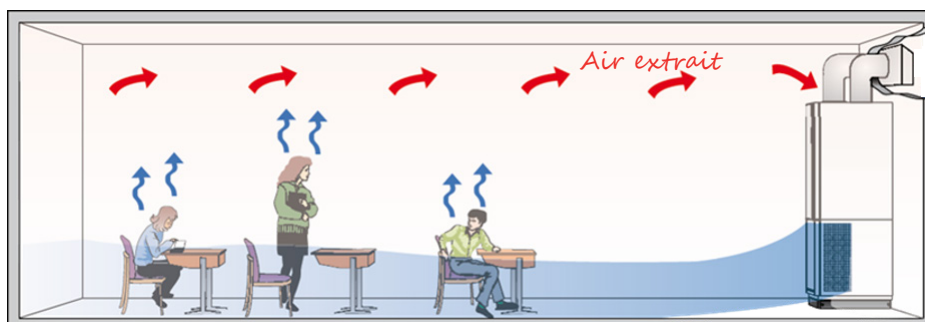
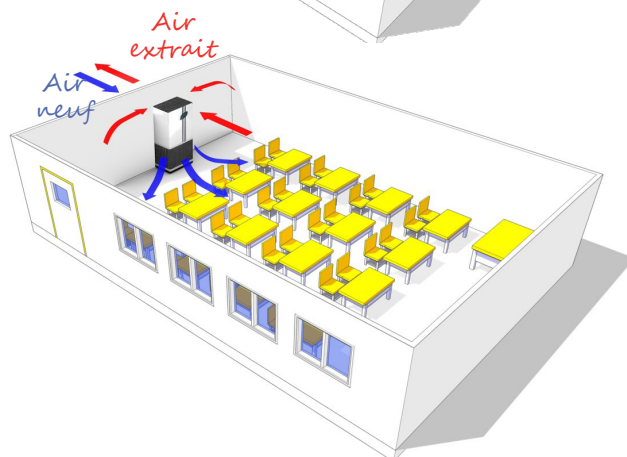
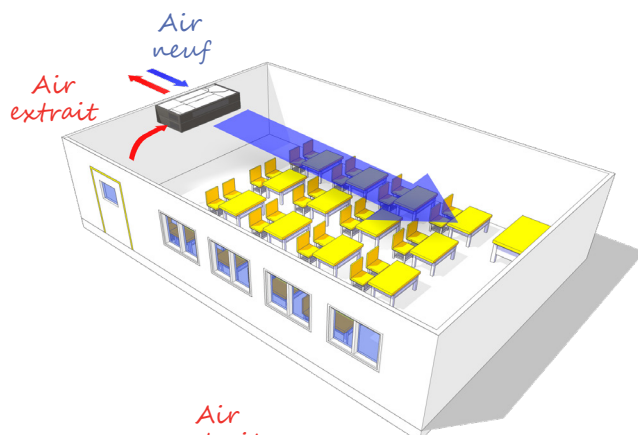
Installations de ventilation mécanique

Emplacement des rejets d'air extrait et des entrées d'air neuf

L'air extrait doit être rejeté à l'extérieur de l'immeuble de façon à éviter la reprise d'air vicié par les ouvrants, les entrées d'air, les prises d'air neuf.

Le rejet d'air doit être fait directement sur l'extérieur ou par l'intermédiaire d'un conduit de refoulement. Il ne doit pas constituer une gêne pour les occupants. Pour y satisfaire, il est admis que les deux conditions suivantes soient au minima satisfaites: **une distance minimale à respecter de 0,40 m de toute baie ouvrante et de 0,60 m de toute entrée d'air de ventilation.**

Ces deux distances s'entendent de l'axe de l'orifice d'évacuation au point le plus proche de la partie ouvrante (porte, fenêtre, châssis) ou de l'orifice d'entrée d'air de ventilation.



Effet siphon

Afin d'assurer des conditions hygiéniques optimales, l'air soufflé n'est pas mélangé à l'air vicié: il est diffusé par le bas dans l'ensemble de la pièce, puis s'élève pour être évacué par le haut.

Adaptation et maîtrise de la répartition de l'air en fonction de l'aménagement et de la configuration de la salle

Le diffuseur d'air à basse vitesse intégré dans la COMPACT (modèle ci-dessus) est équipé de disques Varizon uniques pouvant être réglés individuellement afin d'adapter la répartition de l'air à l'aménagement et la configuration de la salle.



Flexibilité d'installation

Installation au plafond, montage vertical ou horizontal, dans un coin d'une pièce, et même dans un placard. Dans ce cas précis, le réseau des deux conduits demeure très simple à réaliser.

Système centralisé

Pour les grandes structures • groupes scolaires et universités

Cette installation est particulièrement conseillée dans les milieux urbains et pour les programmes neufs* du fait de l'encombrement des réseaux. Concrètement, le système centralisé est composé d'une ou plusieurs centrales de traitement d'air double flux placées directement en toiture ou dans des locaux techniques.

Cette installation présente le même avantage qu'une solution décentralisée, à savoir la **maîtrise sur l'environnement intérieur** (élimination des polluants, maîtrise de la température et de l'hygrométrie). Cependant, un système centralisé offre d'importantes **économies d'énergie** du fait que le système climatique est rationalisé et **les frais liés à la maintenance et à l'entretien sont moindres**.

Les avantages

- **Environnement confortable et sain** : le système ne crée aucune source d'inconfort (vitesse ou température de l'air). L'air neuf est filtré, traité (réchauffé ou refroidi) et humidifié ou déshumidifié. Les débits d'air (soufflage et extraction) sont entièrement maîtrisés de manière continue et stable en fonction du taux d'occupation.
- **Moins de frais de maintenance et d'entretien** : ce système permet de réduire de manière drastique le nombre d'équipements par rapport à une solution décentralisée. Ainsi, l'installation climatique présente moins de risques de panne et moins de frais liés à l'entretien des équipements.
- **Récupération d'énergie imbattable** : la centrale de traitement double flux récupère les calories de l'air extrait afin de réchauffer l'air extérieur. On observe toutefois une meilleure efficacité énergétique qu'un système décentralisé du fait de la mutualisation des besoins.

Mais surtout, un système centralisé permet un fonctionnement "à la demande", c'est à dire qu'il adapte les débits en fonction des besoins réels dans le bâtiment. Un tel système permet d'économiser jusqu'à 80% d'énergie sur le ventilateur d'une centrale de traitement d'air et 40% d'énergie sur le chauffage et le refroidissement.

Les inconvénients

- Ce système est moins facile à mettre en oeuvre qu'un système décentralisé car il nécessite une étude globale du bâtiment.
- L'encombrement du réseau aéraulique, celui-ci pouvant également générer des nuisances sonores: un traitement acoustique, par l'installation de silencieux, est donc à prendre en compte.
- Cette installation présente moins de réactivité qu'une ventilation décentralisée, la centrale de traitement alimentant plusieurs salles de classe de manière simultanée.



Ecole Larmeroux, Vanves

Rénovation du système climatique dans un bâtiment datant des années 70
Système de ventilation centralisé avec l'installation en toiture d'une centrale de traitement d'air double flux GOLD RX HC, avec pompe à chaleur intégrée.



* Dans le cadre de travaux de rénovations et pour pallier aux problèmes d'équilibrage des réseaux aérauliques, le bâtiment peut être découpé en plusieurs zones, chacune équipée de leur propre système de ventilation.

Cas concret dans le Val-de-Marne

Les travaux de rénovation des établissements scolaires et crèches dans ce département portent sur l'isolation, le remplacement, ou l'installation de systèmes de ventilation double flux. Situé en zone très urbanisée, le parc immobilier est très hétérogène avec des bâtiments neufs, où des problèmes de qualité d'air ont été relevés du fait de l'étanchéité de l'enveloppe mais aussi des nuisances sonores provenant d'un mauvais équilibrage des systèmes de ventilation; des bâtiments des années 70 qui présentent entre autres des performances thermiques très variables.



Pour les bâtiments neufs, où le système centralisé est privilégié, les locaux techniques sont très souvent sous dimensionnés, d'où l'intérêt d'opter pour des unités de taille très compacte avec la possibilité de mixer les raccordements horizontaux et verticaux.

Collège Fernande-Flagon, Valenton
Bâtiment neuf de 7 800 m² • Démarche HQE entreprise
Système centralisé avec l'installation de deux centrales de traitement d'air double flux GOLD RX



Pour les travaux de rénovation, du fait que les passages de gaine peuvent constituer un véritable casse-tête, **on privilégie un système de ventilation décentralisé.**

Centre de Protection Maternelle et Infantile (PMI) Felix Pyat, Champigny-sur-Marne
Réhabilitation d'un bâtiment de 1600 m² • Objectif de consommation de 80 kWh/m².an (BBC Rénovation)
Système décentralisé avec l'installation d'une centrale de traitement d'air GOLD RX Top (raccordements par le haut)

Dans ces deux cas de figure, le Département rencontre souvent des problèmes liés à l'équilibrage des réseaux aérauliques, ce qui entraîne une surconsommation électrique et des nuisances acoustiques. Ce dernier volet peut toutefois être traité avec l'installation de pièges à sons.



Plus complexe et plus coûteux, un système climatique tel que le WISE regroupe tous les éléments nécessaires pour créer un environnement intérieur optimal, apporter d'importantes économies d'énergie et faciliter l'exploitation du bâtiment.

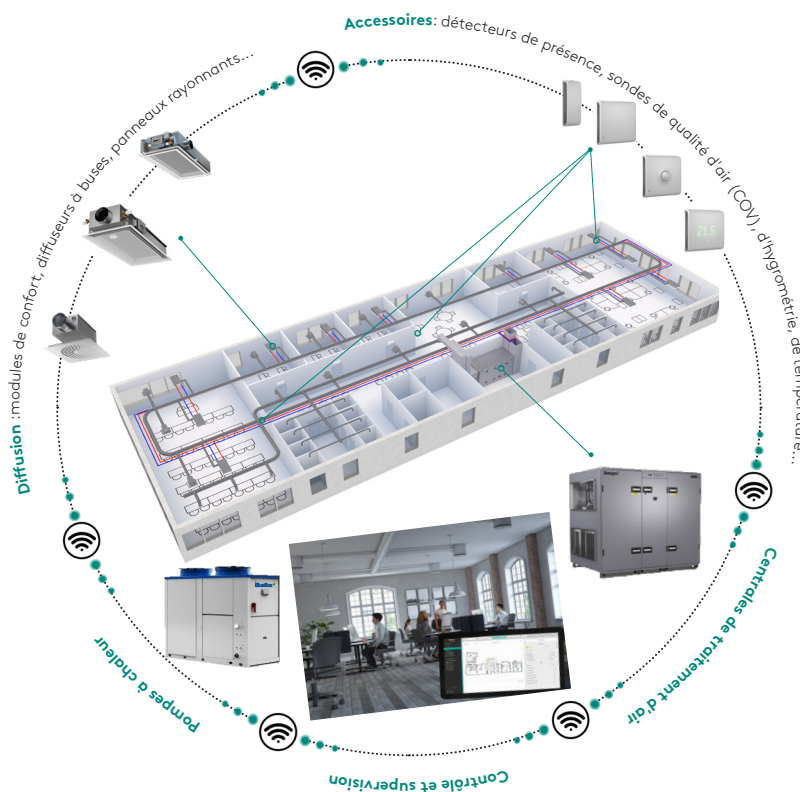
- Modules de confort
- Diffuseurs
- Détecteurs
- Contrôle et supervision du bâtiment dans son intégralité...

Des écoles plus "intelligentes"

Un système climatique à la demande

Un système climatique, fonctionnant à la demande et sans-fil permet de moduler débit d'air en fonction des besoins et de l'occupation des pièces. Tous les équipements communiquent entre eux : on passe ainsi de produits indépendants à un système connecté intelligent !

- La taille des équipements peut être réduite, diminuant ainsi l'investissement initial et l'encombrement au sol.
- Des capteurs peuvent être répartis dans les 4 coins du bâtiment : outre la température et l'humidité, ils permettent de relever les niveaux de dioxyde de carbone et des composés organiques volatils. Cela signifie qu'ils surveillent non seulement les pollutions provenant des personnes, mais aussi celles des produits de nettoyage, des meubles et des matériaux de construction. Les centrales de traitement d'air sont alors en mesure d'adapter les débit d'air afin de garantir un air sain.
- L'installation et la mise en service est rapide et facile grâce à la technologie sans-fil.
- L'installation peut être adaptée à de futurs réaménagements : en un simple clic, l'exploitant peut assigner de nouvelles tâches aux terminaux.
- Le système peut transmettre des données vers/ depuis d'autres systèmes GTB/GTC. L'exploitant est alors capable de mesurer la consommation énergétique afin d'établir si les objectifs fixés ont bien été atteints (un prérequis), détecter toute anomalie dans le système CVC, ou procéder aux réglages des installations à l'usage réel.



NOUS AVONS LES PRODUITS, LES SYSTÈMES ET L'EXPÉRIENCE

Depuis 2014, Swegon s'est spécialisé dans la conception et la rénovation des systèmes climatiques à destination des bâtiments d'enseignement. Notre société a travaillé sur plus de 450 projets en France dont la plupart affichent des objectifs de performances énergétiques ambitieux.

Lycée Simone Veil, Marseille

Démarche « Bâtiment Durable Méditerranéen »

Collège Val des Ussets, Frangy

Label Minergie

Lycée Jean Giono, Marseille

Label Bâtiment Basse Consommation

Lycée des Canuts, Vaulx-en-Velin

Label Bâtiment Basse Consommation

Cité scolaire, Saint-Cirgues-en-Montagne

Certification HQE

Lycée de Gignac, Montpellier

Labels BEPOS et « Energie-Carbone »

Lycée Martin Malvy, Cazères

Labels BEPOS et « Energie-Carbone »

Ecole Jean Zay, Toulouse

Label Energie-Carbone

Lycée général et technologique, Carquefou

Label BEPOS

Groupe scolaire, Noisy-le-Grand

Label BEPOS

Lycée Lucie Aubrac, Sommières

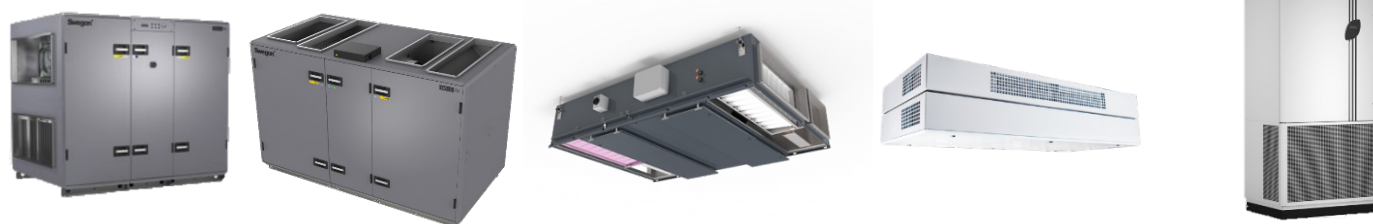
Bepos + Effinergie 2017

Lycée Ernest Ferroul, Lézignan-Corbières

Bâtiment de 14 750m²

Pour ce projet, Jean-Pierre KEMPENAR, ingénieur en génie climatique et responsable énergie de la région Occitanie, a augmenté le nombre d'unités de traitement d'air afin de diminuer la taille des réseaux et la consommation énergétique. Cette solution permet également de faciliter l'équilibre aéraulique. Au total, 28 petites centrales de traitement d'air GOLD sont réparties sur l'ensemble du bâtiment. Enfin, la simplicité de l'interface de gestion permet la conduite et l'entretien des équipements par le personnel du lycée.

Produits pour un climat intérieur sain et confortable



Vous trouverez toujours la solution idéale dans notre large gamme d'unités de traitement d'air. Quel que soit le modèle choisi, vous bénéficierez de solutions de qualité « premium » et éco-énergétiques pour un environnement sain et confortable. Cela n'a pas de prix.

	Débit d'air m³/h	Echangeur de chaleur rotatif	Echangeur de chaleur à plaques*	Unité gainable	Raccordements par le haut	Installation au plafond/ faux-plafond	Installation murale	Local technique / placard	Installation extérieur	Régulation avancée	Efficacité énergétique	Confort climatique	Coût initial
VENTILATION DÉCENTRALISÉE													
CLASS Unit	300 - 1 000		✓			✓					●	●	€
COMPACT Top	300 - 1 000	✓		✓	✓		✓	✓		✓	●	●	€€€
GLOBAL LP	100 - 3500		✓	✓		✓					●	●	€€
GOLD PX*/RX** Top	290 - 8600	✓	✓	✓	✓		✓	✓	✓	✓	●	●	€€€€
VENTILATION CENTRALISÉE													
GOLD PX*/RX** Top		✓	✓	✓	✓			✓	✓	✓	●	●	€€€€
GLOBAL PX*, RX Top		✓	✓	✓	✓			✓	✓		●	●	€€

* séparation totale des flux d'air, recommandée pour les espaces de restauration.

** La série GOLD RX détient une double certification: Eurovent et Passiv'house (pour les tailles 04, 05, 07, 08, 11, 12, 14, 20, 25, 30, 35, 50) avec en option, une mise en conformité à la norme VDI 6022, qui exige l'utilisation de matériaux et une conception évitant toute prolifération bactérienne et permettant de garantir une maintenance aisée. La GOLD RX est également disponible en version HC, avec pompe à chaleur intégrée.



Régulation et télécommande disponibles pour les systèmes centralisés et décentralisés.

En collaboration avec le département du Val-de-Marne, Swegon a travaillé sur une vingtaine de projets avec la fourniture de centrales de traitement d'air GOLD qui offrent des économies d'énergie importante grâce à l'échangeur de chaleur rotatif et les ventilateurs de type EC. De taille compacte, la GOLD s'intègre et répond facilement aux problèmes liés à l'encombrement.

Anthony FORTIS, responsable secteur énergie, maintenance pour le Département, plébiscite la convivialité du système de régulation IQlogic et sa télécommande, permettant une mise en service rapide de l'installation et une grande facilité au niveau de la prise en main par les techniciens d'exploitation. A partir de la page Web qui permet une communication par réseau local ou Wifi, l'exploitant peut consulter, modifier certaines valeurs (températures, hygrométrie, débits etc.) et accéder à la journalisation de plus de 400 points.



Le Val-de-Marne compte plus de 100 collèges accueillant entre 600 et 800 élèves par établissement et plus de 70 crèches. En 2020, une centaine de millions d'euros ont été investis dans les établissements, dont 63 millions pour les rénovations et 39 millions pour les nouveaux collèges.

Dans ces bâtiments, et dans les collèges en particulier, le Département lutte contre le gaspillage d'énergie et travaille pour optimiser ses consommations tout en développant les énergies renouvelables. Toutes les rénovations ou reconstructions importantes s'inscrivent dans une démarche de Haute Qualité Environnementale.

Groupe scolaire Rosalind Franklin, Ivry-sur-Seine
Bâtiment neuf de 9 665 m²
Centrale de traitement d'air GOLD RX Top



Environ 50 % de l'énergie finale consommée sert à chauffer ou refroidir les bâtiments. Des solutions à haut rendement permettent de diminuer les coûts liés à ce poste: par exemple, les pompes à chaleur consomment 1 kWh électrique pour faire en moyenne 2,5 kWh de chaleur ! **LA POMPE À CHALEUR RÉVERSIBLE ZETA REV HP XT** (à condensation par air) possède une puissance thermique allant de 40 à 200 kW.



LA POMPE À CHALEUR RÉVERSIBLE EAU/EAU TETRIS W REV OH HWT (puissance thermique de 20 à 80 kW) a été conçue pour les applications géothermiques. Les unités sont empilables et produisent une eau chaude sanitaire jusqu'à 65°C.



LES MODULES DE CONFORT PARASOL sont optimisés pour mélanger rapidement l'air soufflé à celui de la pièce, pour un confort optimal. Dans les applications de chauffage, cette technique peut servir à mieux diriger vers le bas la chaleur présente au niveau du plafond, de manière à procurer un confort optimal.



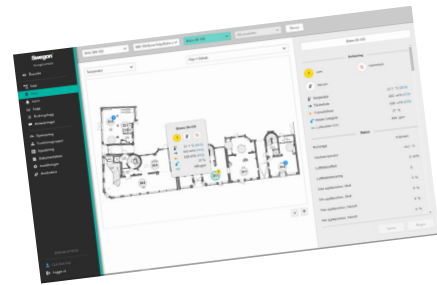
La qualité du renouvellement d'air de la pièce dépend en grande partie de l'implantation et des caractéristiques des entrées et des sorties d'air. Nos **DIFFUSEURS À BUSES** (soufflage et extraction) présentent de très nombreux avantages: Ils sont flexibles, esthétiques et permettent un brassage de l'air à la fois efficace et rapide. En outre, ils représentent un bon investissement sur le long-terme car ils s'adaptent aux réaménagements des pièces et procurent un climat intérieur sain et confortable.



L'acoustique des bâtiments d'enseignement est particulièrement important et doit être étudié en fonction de l'enveloppe du bâtiment et de l'aménagement intérieur. Par ailleurs, tout système de ventilation émet des bruits et des vibrations. Nos **PRODUITS ACOUSTIQUES** ont tous un point commun : le niveau élevé d'insonorisation associé à une faible perte de charge et un encombrement réduit. Au-delà de réduire la consommation électrique des ventilateurs et de simplifier la conception et l'installation du système, c'est un des meilleurs gages d'un climat intérieur alliant silence et confort.



Des écoles plus
"intelligentes"



UN SYSTÈME CLIMATIQUE WISE regroupe tous les éléments nécessaires pour créer votre climat intérieur, y compris le module de contrôle et de supervision intelligent disposant d'une interface utilisateur intuitive. Sa convivialité incomparable et la vue d'ensemble de l'intégralité d'un bâtiment facilite considérablement la mise en service comme l'exploitation et l'entretien.

Avec le système WISE, il existe toute une **série d'accessoires** pour optimiser le climat intérieur:



WISE IAQ

Sonde de qualité d'air – qualité de l'air intérieur



WISE IORE

Input Output Radio Extender – Entrée Sortie extension radio



WISE IRT

Sonde de température avec capteur infrarouge



WISE IRE

Passerelle de communication – Input Radio Extender (extenseur entrée radio)



WISE OCS

Détecteur de présence avec capteur d'humidité et de température – Détecteur de présence



WISE RTA

Sélecteur de point de consigne régulateur de température ambiante



WISE RTS

Sonde de température – Sonde de température ambiante



WISE WCS

Contact de fenêtre/porte



LES PLAFONDS RAYONNANTS VARICOOL SPECTRA fonctionnent principalement selon le principe du rayonnement et assurent ainsi le meilleur confort des pièces, un climat de bien-être sans courant d'air et une efficacité énergétique maximale.

Un voile acoustique spécialement développé, collé dans le revêtement perforé du plafond, assure une bonne acoustique de la pièce.

L'éclairage indirect via la surface réfléchissante du plafond permet d'éclairer la pièce sans éblouir. Ces plafonds peuvent être combinés avec des luminaires de différentes conceptions et d'autres équipements tels que les dispositifs contre les incendies.



PURIFICATEUR D'AIR disposant d'un filtre HEPA H14 (efficacité de séparation de 99,995%)

- Disponible en deux tailles : 600 m³/h ou 1000 m³/h
- Contrôle du flux d'air
- Entretien très silencieux et facile avec alarme automatique pour le remplacement des filtres
- Montage verticale/horizontale (mur ou plafond)

Ce produit est réservé aux pièces qui sont insuffisamment ventilées. Il n'apporte aucun renouvellement d'air neuf et ne constitue donc pas une solution à long-terme pour répondre aux exigences sanitaires et de confort.

Un partenaire sur le long-terme

Présence locale

Swegon dispose d'un réseau d'ingénieurs et de techniciens qualifiés près de chez vous. Ils effectuent la mise en service, la réparation et l'entretien des systèmes de ventilation. Notre entrepôt de pièces détachées stocke les pièces et les accessoires, y compris pour les anciennes générations de nos produits.

Expertise

Les techniciens de Swegon ont une solide expertise en matière de ventilation, de refroidissement et de chauffage. Swegon s'engage à maintenir son avance sur l'industrie et attache une grande importance à la formation et au perfectionnement de ses techniciens sur les dernières avancées de l'industrie.

Nous disposons toujours des ressources et des capacités adéquates pour vous aider à réaliser et à entretenir des systèmes fiables.

Fonctionnement et entretien

Nos services complets comprennent la mise en service de systèmes climatiques, ainsi que des services de dépannage, de réparation et de maintenance.

Nous proposons également la surveillance de votre installation, y compris la mise à jour des logiciels et les services de prévention des pannes.

Service après-vente

Swegon s'efforce à identifier la solution la mieux adaptée à vos besoins. Pour les projets de rénovation, nous pouvons vous aider à trouver la solution idéale en ce qui concerne l'espace, les coûts d'exploitation et l'utilisation du bâtiment. Bien entendu, nous pouvons également vous aider à démonter et à installer de nouveaux produits et systèmes.

Et dans le cas peu probable où un produit ou un service de notre part ne fonctionnerait pas comme prévu, vous avez l'esprit tranquille grâce à notre garantie sur l'ensemble de nos gammes de produits.

Feel good **inside**

