



MUSÉES & ARCHIVES

Protéger, préserver, conserver, exposer

Feel good **inside**

Protéger, préserver, conserver, exposer

Les enjeux

Les bâtiments culturels doivent faire face à trois enjeux afin de répondre à leur vocation: améliorer la conservation et la compréhension d'un objet (restauration) tout en veillant à sa bonne conservation.



Conditions climatiques

Les conditions climatiques ne doivent pas mettre en danger les œuvres. L'humidité et une température élevée provoquent des actions mécaniques, chimiques et biologiques.



Efficienc e énergétique

La réduction de l'empreinte carbone apparait maintenant comme une des préoccupations majeures des musées du fait des frais importants qu'entraînent les postes d'éclairage et de conditionnement de l'air.



Confort intérieur sain

Comme tout lieu accueillant du public, un musée doit offrir un confort climatique agréable. Egalement, les objets exposés sont souvent traités avec des produits pouvant émettre des composés organiques volatiles (papier collé, tissus absorbants, toiles ou bois traité).

Quels sont les facteurs à prendre en compte?



La nature des objets conservés: les matières conservées ont des propriétés différentes concernant l'absorption. Par exemple, les matières hygroscopiques (bois, peaux, papiers...) gonflent avec l'humidité et se rétrécissent lorsqu'elles en libèrent. Certains matériaux comme l'ivoire ou la corne sont anisotropes, c'est à dire qu'ils réagissent plus dans un sens que dans l'autre aux variations d'humidité.



Il est donc important de maîtriser l'**hygrométrie**, celle-ci pouvant provoquer un dessèchement ou une dessiccation, ou des gonflements voire, des moisissures.



La température joue un rôle crucial dans la teneur en humidité. Ce dernier paramètre varie en fonction des changements de température. Il augmente si la température est basse et diminue si elle s'élève. D'autre part, une température élevée peut provoquer des dommages comme des craquelures ou de l'oxydation par exemple.



Et comme tout projet, **l'orientation des bâtiments, les matériaux de construction utilisés, le climat extérieur** sont à prendre en compte lors de la conception d'une système climatique: des bâtiments à forte inertie hygrométrique permettent un contrôle naturel du climat. A contrario, des bâtiments à faible inertie (ex. grandes surfaces vitrées) doivent être dotés d'équipements de traitement d'air plus sophistiqués.



Enfin, **les charges internes** (public et éclairage) viennent influencer les niveaux hygrométriques et de température.



Seine Musicale , Boulogne-Billancourt

Pour réguler la température des locaux techniques, scéniques, serveurs, espaces de stockage et régies (son et lumière), ont été installées 23 armoires de climatisation DATATECH. Ces armoires de précision sont idéales pour assurer un contrôle précis en température et hygrométrie, essentiel à la conservation, entre autres, des instruments de musique de qualité et la protection de leur timbre. Le respect du point de consigne, qui est de l'ordre de 22°C pour un taux d'hygrométrie de 50% pour la préservation des instruments, est un critère primordial dans ce type d'installation.

Quoi faire?

Des études scientifiques ont démontrés que le taux d'humidité a un impact plus important sur la détérioration d'une œuvre qu'un changement brutal de température. Les oeuvres récentes sont d'ailleurs plus sensibles à ces changements du fait de l'hétérogénéité de certains des matériaux utilisés.

Il convient d'éviter les extrêmes et de s'attacher à la **variation de l'humidité**, qui auront des effets distincts propices à la dégradation des collections. Le respect des valeurs de consigne des équipements est alors primordial, bien qu'un indice de tolérance de l'ordre de 5% soit généralement appliqué.

On établie donc une zone dite de sécurité climatique, avec des variations très lentes et des amplitudes les plus faibles possible. On adoptera donc dans la majorité des cas **une zone de confort qui se situe entre 15 et 25°C**, dépendamment du type de pièces (réserves, salles d'exposition) avec des valeurs stables et des variations lentes entre l'hiver et l'été. **L'humidité relative devra être contrôlée dans une fourchette comprise entre 40 et 65 %**, dépendamment de la nature des objets.

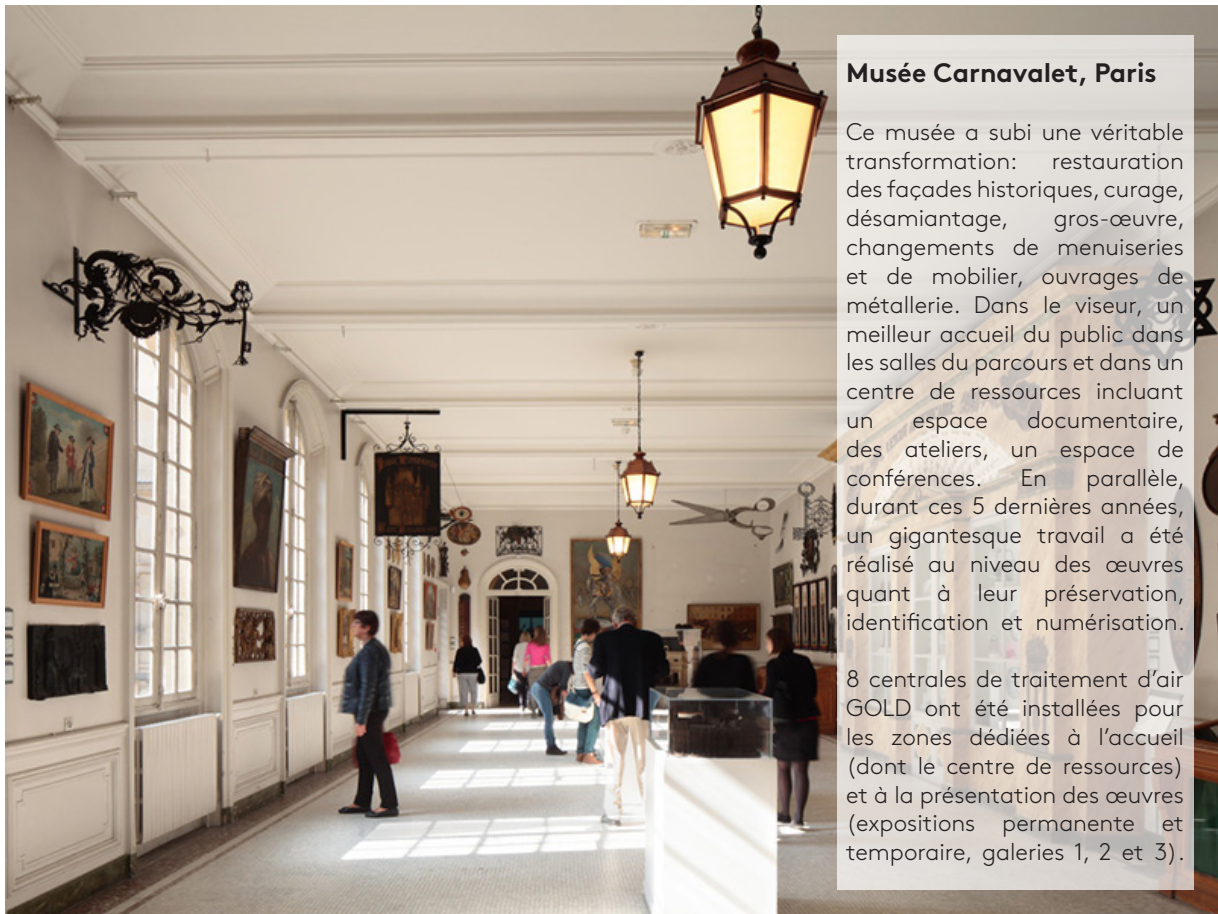
Valeurs moyennes d'humidité relative pour la plupart des situations

Pour une température de 20°C

Métal, roche, céramique	0 - 45%
Verre sensible	42-45 %
Fossiles	45-55%
Sépcimens naturalisés, bois, papier, textile, ivoire, cuir, peinture	50 - 65%

Source: Maîtriser l'humidité et la température dans les musées, par Gilles Pacaud, conservateur du Muséum d' Histoire Naturelle d' Autun





Musée Carnavalet, Paris

Ce musée a subi une véritable transformation: restauration des façades historiques, curage, désamiantage, gros-œuvre, changements de menuiseries et de mobilier, ouvrages de métallerie. Dans le viseur, un meilleur accueil du public dans les salles du parcours et dans un centre de ressources incluant un espace documentaire, des ateliers, un espace de conférences. En parallèle, durant ces 5 dernières années, un gigantesque travail a été réalisé au niveau des œuvres quant à leur préservation, identification et numérisation.

8 centrales de traitement d'air GOLD ont été installées pour les zones dédiées à l'accueil (dont le centre de ressources) et à la présentation des œuvres (expositions permanente et temporaire, galeries 1, 2 et 3).



Musée d'Orsay, Paris

Outre les préoccupations d'ordre énergétique et l'instauration d'un climat intérieur sain pour la préservation des œuvres exposés de maîtres de renom de l'impressionnisme, l'affluence d'un public très nombreux nécessite des diffuseurs de reprise et de soufflage (COLIBRI) et de registres d'équilibrage à débit variable, registres adaptés aux valeurs paramétrées en fonction du taux d'occupation. Des centrales de traitement d'air double flux (Compact Top et GOLD) complètent l'installation.

Des armoires de précision pour la préservation des œuvres.

Pour les espaces de stockage et des réserves, des armoires de climatisation permettent un contrôle précis de la température et du taux d'hygrométrie.

Bien souvent situés en sous-sol et dépourvus de fenêtres, ces espaces présentent la particularité d'absence de charges thermiques. Afin que l'armoire puisse maîtriser les conditions d'ambiance de stockage, notamment la gestion de l'hygrométrie, l'ajout d'une charge thermique artificielle à l'aide de batteries électriques (ex. convecteurs) peut s'avérer indispensable. Le maintien de conditions d'ambiances stables induit également d'assurer un taux de brassage d'air important, de l'ordre de 20 à 25 volumes d'air par heure.

Au niveau du déplacement d'air, qui est à adapter en fonction du rayonnement, on opte généralement pour un mode de soufflage en face avant par le bas afin que l'air froid, plus lourd, déplace l'air chaud vers le haut. Ce phénomène de convection permettra une meilleure efficacité de fonctionnement de l'armoire de climatisation qui aspirera l'air le plus chaud en partie haute.

Les armoires de climatisation présentent des capacités de débit d'air conséquentes et sont idéales pour un traitement individualisé de différents locaux (points de consignes spécifiques) accueillant des objets de différentes natures.

Cependant, cette méthode de conservation peut s'avérer très énergivore et de ce fait, convient mieux pour les bâtiments situés dans les zones urbaines denses, alimentées par des réseaux de chaleur.



Armoire de climatisation
DATATECH

Le traitement d'air permet une maîtrise parfaite de l'environnement intérieur

Ce poste peut s'avérer très énergivore, d'où l'importance d'opter pour des centrales double flux.

Du fait du volume important des salles d'exposition, les centrales de traitement d'air double flux sont particulièrement indiquées pour ce type d'application. Ces équipements sont dotés d'un échangeur de chaleur rotatif qui est en fait une roue en aluminium permettant de transférer l'énergie de l'air soufflé à l'air extrait ou vice versa. C'est le système de récupération de chaleur le plus efficace, avec un rendement thermique toujours supérieur à 80 %.

Le traitement d'air assure le brassage de l'air, la suppression des particules en suspension (poussières, spores, moisissures, bactéries) et des gaz pouvant impacter les œuvres d'art.

La fonction Clean Air Control permet d'adapter les débits d'air aux émissions et impuretés présentes dans l'air ambiant.

Une régulation avancée permet de surveiller et stabiliser en permanence les conditions climatiques.

La télécommande de la centrale GOLD permet de modifier les points de consignes en fonction des saisons mais aussi la journalisation de plus de 52 variables exportables en fichier csv, dont les données relatives à la consommation énergétique ou bien aux conditions thermiques. En un coup d'œil, les graphiques permettent à l'exploitant d'identifier de possibles variations hygrométriques, d'ajuster les équipements aux conditions voulues et effectuer le bilan climatique du site.

La ventilation joue un rôle important dans la maîtrise de l'hygrométrie.

Les unités GOLD sont dotés d'une fonction de déshumidification qui gère l'humidité dans la gaine de soufflage à l'aide d'une batterie de refroidissement et d'une batterie de post-chauffage. La centrale peut également gérer deux types d'humidificateur : par évaporation ou par vapeur.

En outre, il existe une version à sorption de l'échangeur de chaleur rotatif appelée RECOsorplic, qui renforce encore les performances énergétiques par déshumidification ou récupération de l'humidité en fonction des conditions et des besoins.

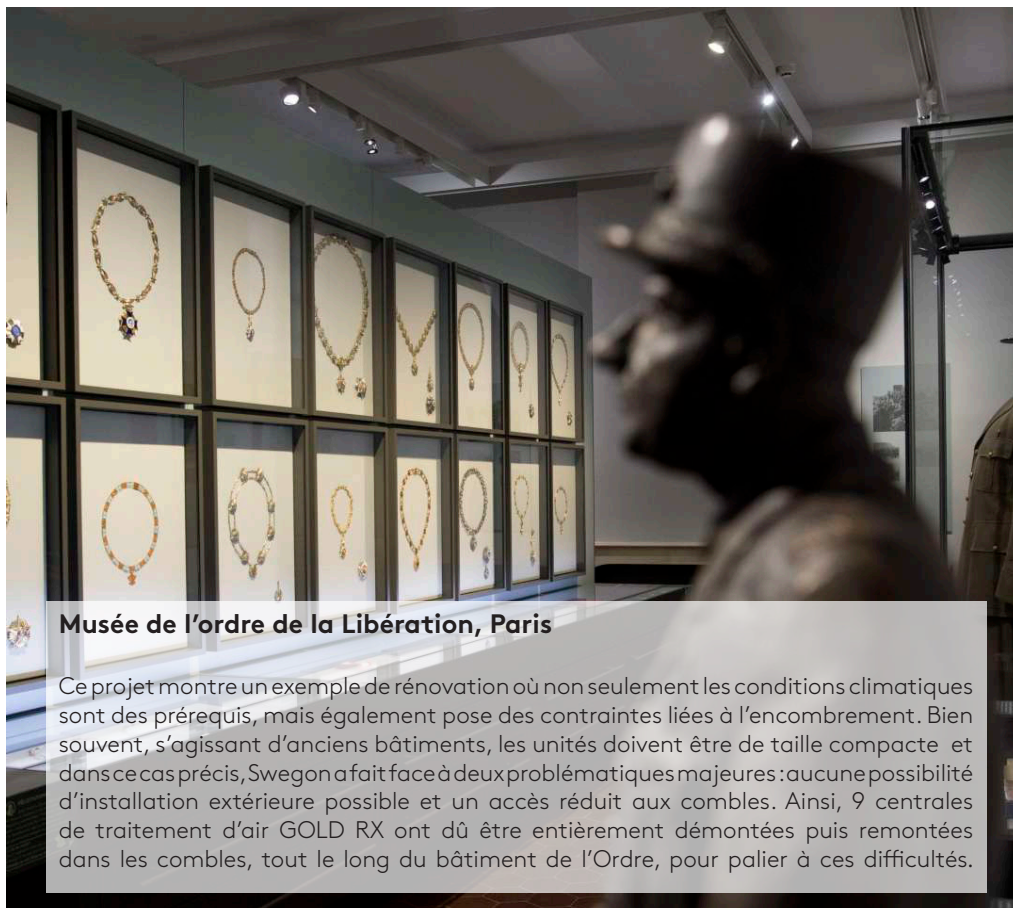
Centrale de traitement d'air GOLD RX





Musée de l'Ermitage, Saint-Petersbourg

Suite à un incendie, la majorité des cheminées ont cessé de fonctionner et les vieilles fenêtres ont été remplacées. De facto, la ventilation naturelle a progressivement diminué. Les peintures et tapisseries ont alors commencé à souffrir de l'humidité emprisonnée dans le bâtiment. Une ventilation mécanique était nécessaire: la ventilation et traitement de l'air sont dorénavant assurés par une quinzaine d'unités de traitement d'air GOLD RX.



Musée de l'ordre de la Libération, Paris

Ce projet montre un exemple de rénovation où non seulement les conditions climatiques sont des prérequis, mais également pose des contraintes liées à l'encombrement. Bien souvent, s'agissant d'anciens bâtiments, les unités doivent être de taille compacte et dans ce cas précis, Swegon a fait face à deux problématiques majeures: aucune possibilité d'installation extérieure possible et un accès réduit aux combles. Ainsi, 9 centrales de traitement d'air GOLD RX ont dû être entièrement démontées puis remontées dans les combles, tout le long du bâtiment de l'Ordre, pour palier à ces difficultés.



Musée national de la Marine, Paris

Ce musée présente un exceptionnel ensemble de modèles anciens de navires, d'œuvres d'art, et d'objets insolites. Il constitue tout à la fois : un musée d'art et des techniques, un musée d'histoire et de société. Il évoque l'histoire maritime de la France et celle des hommes (fourniture de centrale de traitement d'air double flux GOLD et silencieux SORDO).

Allier conditions thermiques et économies d'énergie

Un système climatique, tel que le WISE, fonctionnant à la demande permet à la fois de maîtriser totalement les conditions thermiques mais également d'engendrer de formidables économies d'énergie.

Idéal pour les salles d'exposition qui font face à des charges variables importantes, ce système ajuste des débits d'air en fonction de la température, de l'hygrométrie, du CO₂ et des composés organiques volatiles. L'installation climatique est ainsi adaptée aux conditions réelles. La détection de présence sert aussi à la régulation de l'éclairage.

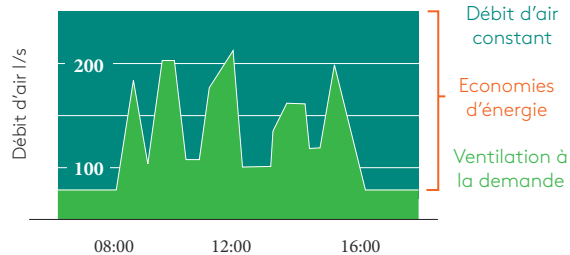
L'utilisateur a une vue d'ensemble du bâtiment et de son installation climatique, facilitant ainsi l'exploitation et l'entretien.

L'interface permet une lecture instantanée des conditions climatiques de chaque salle d'exposition et réserves. La configuration du système peut être adaptée en cas de réaménagements, par exemple lorsque des cloisons sont déplacées.

Potentiel d'économie d'énergie avec une ventilation "à la demande"

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



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

Assurer une bonne répartition de l'air

Les bâtiments culturels présentent des caractéristiques particulières: souvent logés dans des bâtisses historiques avec de fortes contraintes architecturales, accueillant des expositions temporaires, où les aménagements intérieurs peuvent fluctuer, avec différents locaux accessibles au public (salle de conférence, de lecture, d'exposition). **Il convient donc d'adapter la diffusion à chaque type de pièce.**

Par exemple, pour les lieux de stockage, il est préférable d'opter pour des diffuseurs à haute induction afin de réduire les écarts entre l'air soufflé et l'ambiance et permettre un balayage complet de la salle.

L'aménagement intérieur est également à prendre en considération: si un objet est exposé au centre d'une pièce par exemple, la diffusion et le brassage de l'air n'auront pas les mêmes caractéristiques que près d'un rebord de fenêtre.

Il existe de très nombreux diffuseurs sur le marché :

- Diffuseurs courtes ou longues portées, avec possibilité d'obtenir des répartitions verticales et horizontales.
- Diffuseurs offrant un effet d'induction maximal et une sortie horizontale au niveau du plafond à 90 degrés. Leur conception permet ainsi d'exploiter pleinement l'effet Coandă, particulièrement important pour les débits variables.
- Des diffuseurs avec différents schémas de distribution.

Diffuseurs et extracteurs de plafond • Plafonniers non encastrables • Registres d'air extrait • Diffuseurs muraux • Grilles • Diffuseurs type gaine • Bouches de transfert • Diffuseurs de sol • Diffuseurs renforcés

Notre large gamme de terminaux permet de définir aisément la solution idéale pour chaque type de pièce.



En fonction d'un certain nombre de facteurs (nombre de diffuseurs, ameublement et obstacles), il peut être nécessaire de modifier les schémas de distribution. Nos diffuseurs à buses permettent un nombre incalculable de schémas de différents car chaque buse peut être tournée individuellement.

Des solutions éco-énergétiques pour le chaud et le froid

Environ 50 % de l'énergie finale consommée sert à chauffer ou refroidir les bâtiments. Des solutions à haut rendement permettent de diminuer les coûts relatifs à ce poste.

Pour les musées, deux systèmes prévalent :

- Une pompe à chaleur à condensation par air ou géothermique couplée à une centrale de traitement d'heure qui prépare l'air neuf en température et en hygrométrie
- Un thermofrigopompe produisant simultanément du chaud et du froid. Pour des raisons économiques, ce dernier équipement est particulièrement recommandé lorsque les puissances requises sont importantes.



ZETA SKY

Refroidisseur de liquide et pompe à chaleur réversible (puissance thermique de 30 à 240 kW) fonctionnant au R32 ou R454, offrant ainsi le plus faible PRP sur le marché pour les unités dotées de compresseurs Scroll.

Dans le secteur du chauffage et du refroidissement, la particularité SWEGON réside dans la flexibilité de configuration des unités. Elles fournissent une multitude d'options pour coller au plus près aux exigences de l'application.

OMICRON REV

S4, Thermofrigopompe puissance thermique allant de 40 à 200 kW.



Un partenaire sur le long-terme

Pour les bâtiments culturels, les conséquences les plus néfastes sont les pannes sur le système de climatisation, traitement d'air et chauffage. Une maintenance régulière est indispensable. Les musées suivent généralement un plan de maintenance très strict, ne se limitant pas à l'entretien, mais aussi à l'inspection périodique des équipements, du remplacement systématique d'organes ou l'installation de nouveaux matériels... En outre, le volet formation du personnel n'est pas à négliger pour assimiler le fonctionnement de la régulation et des automatismes. In fine, bien choisir son fournisseur est primordial pour une garantie constructeur de qualité mais aussi critique pour la pérennité de l'installation.

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.

Ainsi, 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 diverses solutions de systèmes, 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.

Musée de l'art et de l'industrie, Saint-Etienne

Fourniture d'un refroidisseur Zeta Rev air/eau à haute efficacité énergétique

Pourquoi choisir Swegon

Expertise et maîtrise de l'ensemble des processus de construction

Un seul et unique fournisseur

Faibles coûts d'exploitation et de maintenance

Des produits robustes et pérennes

Confort acoustique et thermique

Faible consommation d'énergie

Systèmes de contrôle et surveillance

Musée d'Orsay, Paris

Centrales de traitement d'air GOLD et COMPACT, diffuseurs à buses COLIBRI

Musée Carnavalet, Paris

Centrales de traitement d'air GOLD

Musée national de la Marine, Paris

Centrale de traitement d'air GOLD et silencieux SORDO

Musée de l'Ordre de la Libération, Paris

Centrales de traitement d'air GOLD

Musée de la vie romantique, Paris

Centrale de traitement d'air double flux GOLD RX

La Seine Musicale, Boulogne-Billancourt

Armoires de climatisation DATATECH

Fondation Louis Vuitton, Boulogne-Billancourt

Armoires de climatisation DATATECH

Musée Malraux, le Havre (en photo)

Refroidisseur de liquide BETA Rev

Archives Cervantes, Toulouse

Thermofrigopompe OMICRON Rev S4

Musée Goya, Castres

Centrales de traitement d'air simple flux GOLD SD

Lascaux 4, Montignac

Refroidisseur de liquide TETRIS

Centre de conservation et d'études de la Charente, Magnac-sur-Touvre

Armoire de climatisation DATATECH

Fondation Renaud, Lyon

Armoires de climatisation DATATECH, centrales de traitement d'air GOLD et refroidisseur de liquide EPSILON ECHOS

Musée de l'art et de l'industrie, Saint-Etienne

Refroidisseur de liquide ZETA Rev

Musée des beaux-Arts, Dijon

Armoires de climatisation DATATECH

La grande bibliothèque, Mulhouse

Centrale de traitement d'air double flux GOLD

Swegon