

AICVF

CONDITIONNEMENT D'AIR

CHAUFFAGE

VENTILATION

AUJOURD'HUI NOUS VOUS OFFRONS
LA RUBRIQUE

Dossier

Chaque trimestre,
des professionnels
contribuent à croiser leur
expertise autour d'une
thématique liée
au Génie
Climatique

LA REVUE DES CLIMATICIENS

www.aicvf.org

Trimestriel - N°924 - Juin 2024

DOSSIER

Décret Tertiaire/Décret BACS : la rénovation énergétique des bâtiments d'enseignement



DOSSIER

► Datacenters :
le défi
énergétique

PROFESSION

► Hommage
à Bernard
Missenard

AVIS D'EXPERT

► Les
acronymes



Décret Tertiaire/Décret BACS : Focus sur la rénovation énergétique des bâtiments d'enseignement

Dossier coordonné par Carine Serreli, CEGIBAT, membre du comité de la revue et Frédéric Massip, 4 INSIDE, Rédacteur en chef, président du comité de la revue

Face aux enjeux climatiques, le secteur tertiaire en France, couvrant 1,2 milliard de m², est au cœur d'une transformation majeure. En 2021, ce secteur représentait 17 % de la consommation d'énergie finale. Le décret tertiaire, ancré dans la loi ELAN, impose des objectifs ambitieux : réduire de 40 % la consommation énergétique des bâtiments tertiaires d'ici 2030, 50 % d'ici 2040 et 60 % d'ici 2050. Parmi ces bâtiments, les établissements d'enseignement, représen-

tant plus de 220 millions de m², sont en première ligne. Avec plus de 90 % de ces surfaces concernées par le décret, les efforts déployés dans ce secteur seront déterminants pour réussir la transition énergétique. En parallèle, le décret BACS renforce cette dynamique en imposant des systèmes de gestion technique des bâtiments pour optimiser les consommations. Découvrez les défis, les stratégies et les premières tendances de cette révolution verte qui transforme nos écoles et universités.

Décret tertiaire & bâtiments d'enseignement

➔ En France, le secteur tertiaire totalise environ 1,2 milliard de m² et représente, en 2021, 17 %¹ de la consommation d'énergie finale soit 265 TWh.

Eco Energie Tertiaire est le dispositif réglementaire support de la mise en œuvre des objectifs définis à l'article 175 de la Loi ELAN, à savoir l'obligation d'améliorer la performance énergétique des bâtiments tertiaires de 40 % à 2030, 50 % à 2040 et 60 % à 2050 par rapport à une situation de référence de la décennie 2010.

Les bâtiments d'enseignement et le décret tertiaire

Après les bureaux et les commerces, les bâtiments d'enseignement sont les plus représentés parmi le total des surfaces tertiaires françaises avec plus de 220 millions de mètres carrés recensés.

Les dernières évaluations montrent que plus de 90 % de ces surfaces sont concernées par Eco Energie Tertiaire ce qui en fait **le premier secteur concerné par l'obligation avec plus de 205 millions de mètres carrés.**

SURFACES EN MILLIONS DE M ² EN 2019	SURFACE TOTALE ASSUJETTIE	SURFACE TOTALE TERTIAIRE
Bâtiments tertiaires		
Cafés, hôtels, restaurants	47	76
Habitat communautaire	61	72
Santé, action sociale	115	138
Enseignement	206	224
Sport, loisirs, culture	56	73
Bureaux	198	261
Commerce	182	247
Transport	27	31
Ensemble Bâtiments Tertiaires	892	1 124
Locaux tertiaires de l'industrie	23	27
Entrepôts	80	80
Data centers	1	1
Ensemble	996	1 233

Source : CEREN : Les surfaces éligibles au décret tertiaire, décembre 2023

Enseignements des données OPERAT pour les bâtiments d'enseignement

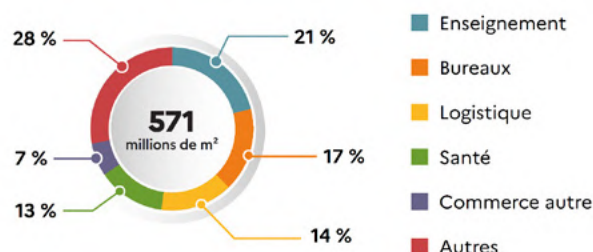
En complément de l'ambition de réduction des consommations d'énergie, les propriétaires et preneurs à bail sont tenus, depuis 2022 de déclarer chaque année les consommations d'énergie des locaux tertiaires assujettis sur l'Obser-

vatoire de la Performance Energétique de la Rénovation et des Actions du secteur Tertiaire (OPERAT).

En effet, OPERAT est la plateforme support de la mise en application et du suivi du Dispositif Eco Energie Tertiaire et dont la mise en place a été confiée à l'ADEME

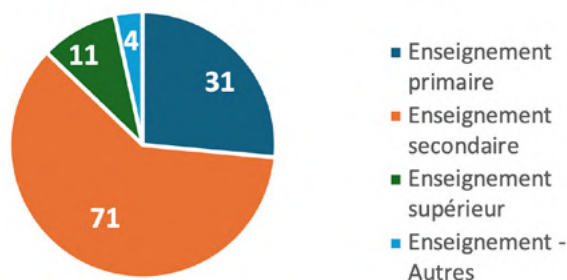
Début 2024, près de 120 millions de mètres carrés de locaux d'enseignement ont été déclarés sur OPERAT. Ils représentent 21 % de la totalité des surfaces déclarées sur la plateforme :

Répartition des surfaces déclarées en 2021 - million m²



La surface des locaux d'enseignement se répartit de la manière suivante :

Surface des locaux d'enseignement déclarés sur OPERAT pour l'année 2021 (en Mm²)



1. DES : Bilan énergétique de la France pour 2021, mars 2023

CATÉGORIE D'ACTIVITÉ	NOMBRE DE DÉCLARATIONS	MOY (KWH/ M ² .AN)	Q1 (KWH/ M ² .AN)	MÉDIANE (KWH/M ² .AN)	Q3 (KWH/ M ² .AN)
Enseignement Supérieur	1370	128	82	116	154
Enseignement Primaire	9685	121	82	112	148
Enseignement - Autres	890	120	62	109	163
Enseignement Secondaire	6298	110	82	105	131

>>> Caractérisation des consommations :

En 2021, les bâtiments d'enseignement déclarés sur OPERAT ont, dans leur ensemble, une consommation moyenne de 118 kWh/m²/an et une consommation médiane de 109 kWh/m²/an. Les 1^{er} et 3^e quartiles se situent respectivement à 81 kWh/m²/an et 143 kWh/m² /an.

La distribution des consommations est assez homogène entre les différentes catégories d'activité d'enseignement (voir tableau ci-dessus).

Au-delà du niveau de consommation, les bâtiments d'enseignement apparaissent comme ayant un mix énergétique comprenant une forte proportion de gaz : il représente 56 %

du mix énergétique global. L'enseignement est, après les blanchisseries, la catégorie d'activité ou la proportion de gaz déclarée sur OPERAT est la plus importante :

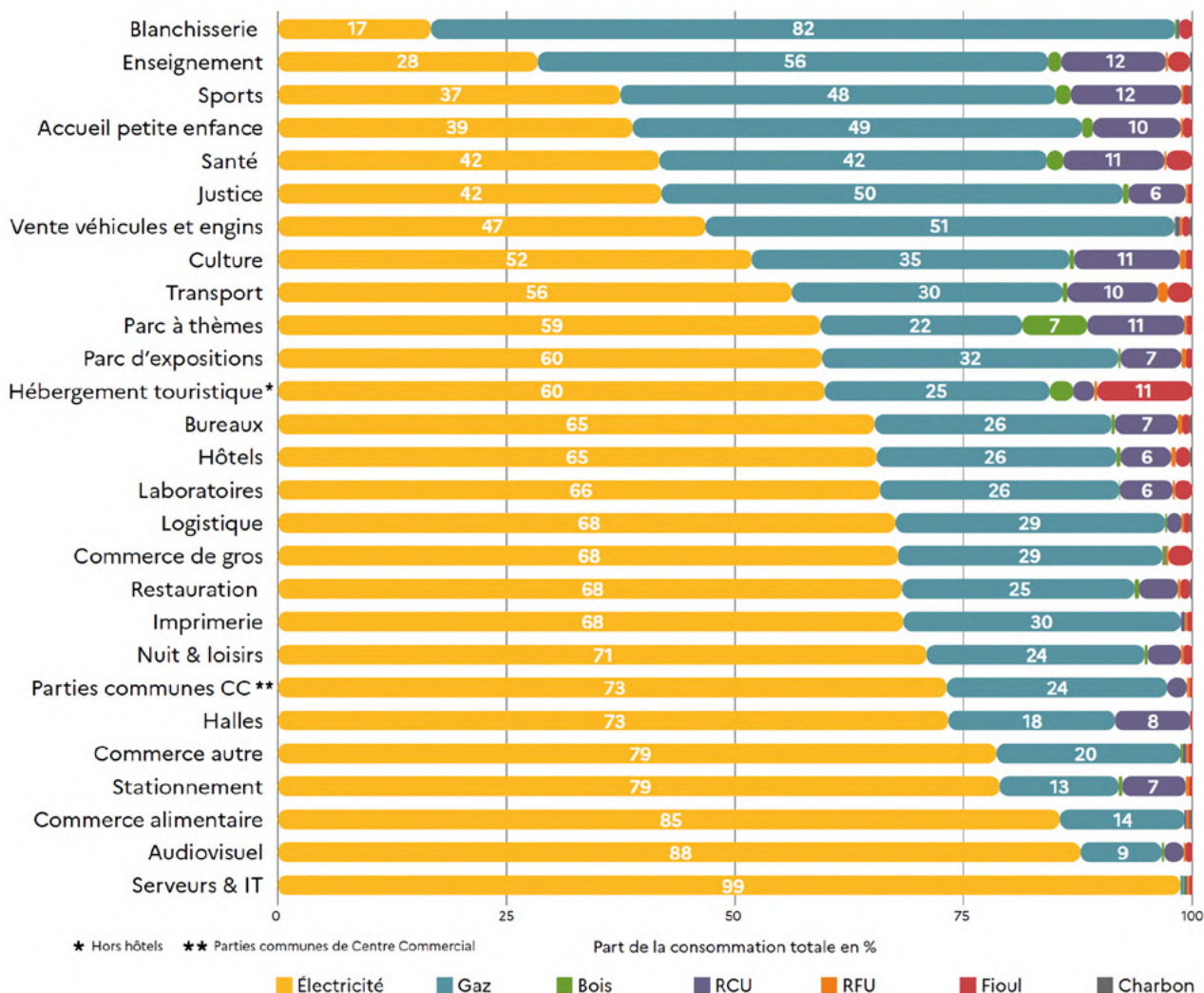
Evolution des consommations :

La tendance d'évolution des consommations des bâtiments d'enseignement sur les premières années déclarées sur OPERAT peut également être analysée.

Elle permet de mettre en évidence une baisse des consommations brutes de l'ordre -26 % en 2022 par rapport à la situation de référence et de -13 % entre 2021 et 2022.

Le ratio de consommation 2022 est du même ordre que celui de 2020, année marquée par plusieurs périodes de ferme-

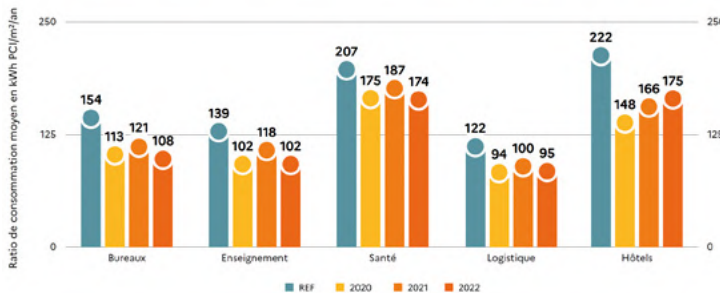
Mix énergétique par métacatégorie d'activité (%)



tures des établissements lors de la crise sanitaire. Cette dynamique peut être comparée à d'autres catégories d'activités :

Au vu des informations sur la rigueur climatique des années 2020, 2021 et 2022, on ne peut conclure définitivement sur une baisse des consommations entre les années 2020/2021 et 2022 à climat constant.

Évolution du ratio de consommation moyen annuel selon différentes activités



L'ensemble de ces données sont consultables dans l'étude ADEME: PERFORMANCE ENERGETIQUE DU PARC TERTIAIRE Quel bilan de l'utilisation de la plateforme OPERAT en 2022-2023 ? Analyses et Enseignements

Emerson Cabane, chef de projet OPERAT au service bâtiment de l'Ademe



→ ÉTUDE → SCÉNARII → OPTIMISATION

Le gaz tire son épingle du jeu avec le Décret Tertiaire en enseignement

Les ambitions du décret tertiaire sont fortes, ouvrant la voie à une multitude de possibilités pour les atteindre de manière économique. Une récente étude menée en collaboration avec le COSTIC révèle qu'il est possible de viser l'objectif de 2030 en améliorant les installations gaz existantes. Une remise en cause de l'ordre établi de rénovation, corroborée par l'étude de quatre typologies de bâtiments tertiaires.

Le Décret Tertiaire est un marathon de la rénovation. Issu de la loi Élan, il fixe des ambitions d'économies d'énergie finale jusqu'en 2050. Après avoir passé les premières étapes administratives dans la plateforme OPERAT de l'ADEME, les assujettis doivent dorénavant réfléchir au plan d'action pour atteindre le premier objectif d'au moins - 40 % de consommation finale en 2030. Lorsque les scénarios d'un audit sont étudiés, il est souvent conseillé de rénover le bâtiment dans un ordre logique d'efficacité énergétique : travailler le bâti dans un premier temps, puis dimensionner les systèmes énergétiques pour exploiter avec efficacité les équipements et, enfin, adapter les locaux à un usage économe en énergie en agissant sur le comportement des occupants.

Priorité à l'optimisation des pratiques

Le contexte énergétique et économique actuel peut freiner les stratégies de rénovation pour des raisons de coûts d'exploitation, de capacité d'investissement, associés à des

contraintes techniques et/ou de temps. Ainsi, aujourd'hui, la méthodologie pourrait être revue, afin de prioriser l'adaptation des locaux, le comportement des occupants ainsi que l'exploitation des équipements.

L'étude porte sur quatre types de bâtiment : une école primaire, un lycée et deux bâtiments de bureaux. Elle évalue les consommations poste par poste avant et après la mise en place d'actions d'optimisation des usages. Ainsi sur les usages de chauffage, de climatisation, d'éclairage, de ventilation et de bureautique, les actions menées sont réalisées par des écogestes d'un occupant d'un local (ex. : action sur un robinet thermostatique) ou par l'optimisation du réglage des équipements (régulation à l'échelle du bâtiment). Cette étude permet d'évaluer le potentiel d'économies d'énergie pouvant être obtenu par la mise en œuvre prioritaire d'actions d'optimisation des pratiques des occupants.



>>> Analyse d'un lycée construit dans les années 1970 de 5900 m²

Avant de mener ces actions, il faut analyser le comportement et les usages du bâtiment.

OCCUPATION MAXIMALE	TEMPS MAXIMAL D'OCCUPATION SUR L'ANNÉE EN %	TEMPS DE FONCTIONNEMENT DU CHAUFFAGE AU RALENTI EN %
7h30 à 18h30 (hors cuisine et internat) 5 jours/semaine, en dehors des 19 semaines de vacances scolaires et jours fériés et des 9 semaines de fermeture pour les bureaux	21 % sur la partie enseignement	65 % les week-ends, les jours de fermeture (19 jours) et de 18h30 à 5h30, du lundi au vendredi
	27 % sur la partie administration	

Les temps d'inoccupation en enseignement sont très importants et se traduisent par un temps de fonctionnement du chauffage au ralenti de 65 % par rapport à l'état initial. Ces périodes d'inoccupation représentent un levier important pour réduire les consommations sur tous les usages, et donc de fait un gisement d'économies non négligeables.

Optimiser les consommations de chauffage en misant sur l'inoccupation des locaux

Seuls les résultats sur les consommations de chauffage sont présentés dans l'article, mais l'étude porte également sur les autres usages des bâtiments. Dans le scénario de base du lycée, les températures de confort des locaux sont différentes (19 °C, 20 °C, 21 °C et 22 °C). Des ralentis les nuits, week-ends et jours fériés, hors vacances, de - 3 K (- 3 °C) sont appliqués, passant à - 6 K pendant la fermeture des locaux administratifs (19 jours) (voir tableau ci après).

Quel que soit le scénario, le confort des occupants n'est pas impacté par ces modifications de température de consignes. De manière générale, dans ces bâtiments peu occupés, un levier très important d'actions consiste à limiter le plus possible les consommations durant les périodes d'inoccupation. Il génère des économies notables sans influencer sur le confort des usagers. Enfin, avec un scénario complet d'optimisation de tous les usages, on obtient une réduction des consommations en énergie finale de - 34 % dans le cas du lycée.

Analyser l'existant pour optimiser les performances

En moyenne, **l'inoccupation des locaux représente 15 % à 40 %** du temps sur l'année, selon les bâtiments étudiés. Cela semble évident pour les établissements scolaires, mais, même les bureaux sont, eux aussi, ponctuellement inoccupés à cause des déplacements, du télétravail, des congés, etc. Or, **abaisser de 1 °C les températures ambiantes** d'un

• SCÉNARIO DE BASE :

Température de confort (de 6 h 00 à 19 h 00) :
 - Classes, bureaux, chambres internat : 1/6 à 22 °C, 1/3 à 21 °C et 1/3 à 20 °C, 1/6 à 19 °C.
 - Infirmerie, cuisine, salle des enseignants, salle d'études, CDI, salle de détente : 21 °C.
 - Autres locaux (couloirs, hall...) : 20 °C.
 Ralenti nuit, week-end et jours fériés, hors vacances : - 3 K.
 Fermeture administration (19 jours seulement) : - 6 K.

• SCÉNARIO 1 :

Réduction de - 1 K la température de consigne de la majorité des locaux. Les gains sont immédiats avec **- 8 % sur les consommations de chauffage et - 6 % sur les consommations totales du bâtiment.**

• SCÉNARIO 2 :

Mêmes actions qu'au scénario 1 avec un réduit de - 11 K durant la fermeture des locaux administratifs au lieu de - 6 K. Les gains observés sont de **- 13 % sur les consommations de chauffage et - 9 % sur les consommations totales du bâtiment.**

• SCÉNARIO 3 :

On ajoute au scénario 1 un réduit de - 6 K dans les locaux administratifs, que l'on étend au reste du bâtiment pendant les vacances scolaires (66 jours). Les consommations de chauffage baissent alors de **- 20 % et les consommations totales sur le bâtiment de - 14 %.**

• SCÉNARIO 4 :

Basé sur le scénario 3, mais avec un réduit de - 11 K au lieu de - 6 K sur les mêmes locaux et périodes. Ainsi les gains sont de **- 32 % sur les consommations de chauffage et - 22 % sur les consommations totales du bâtiment.**

local conduit à une **diminution de l'ordre de 10 % des consommations** du local. Cet exemple montre qu'avec des actions sur les installations et les équipements existants, il est possible de réaliser de belles économies d'énergie sans investir beaucoup d'argent. Ces actions, à temps de retour rapides, permettent de faciliter l'atteinte du premier objectif du Décret Tertiaire à moindre coût. Elles sont également la preuve que s'appuyer sur les installations existantes et les optimiser est un choix pertinent, limitant le surinvestissement lié au renouvellement des systèmes, et soutenant la sobriété énergétique. Une fois cette étape réalisée, il sera judicieux d'analyser les équipements existants afin d'améliorer leurs performances. La production, la régulation, la distribution et la qualité de l'eau sont des éléments à optimiser, afin d'avoir de meilleurs rendements sur les installations. Ainsi, des actions comme les réglages des brûleurs, des débits gaz, des débits de combustion, des consignes chaudières, des consignes chauffage et eau chaude sanitaire, des débits et loi d'eau font partie d'un groupe d'actions qui permettent d'atteindre à moindre coût le premier objectif du Décret Tertiaire.

Pierre Murie, Responsable Efficacité Energétique, Direction Développement - Pôle CEGIBAT



Sobriété énergétique et gestion patrimoniale

➤ En 2024, le département de la Dordogne s'est engagé dans la réalisation de 4 chaufferies hybrides (ELEC-GAZ).

Le département de la Dordogne (410 000 habitants, 400 bâtiments), soucieux de s'inscrire dans une démarche de sobriété énergétique sur les consommations de fluides, souhaite ainsi respecter les réglementations en vigueur mais aussi se montrer exemplaire en anticipant ou en amplifiant la maîtrise de ses consommations d'énergie tout en réduisant fortement son empreinte carbone au travers de nombreuses actions sur son patrimoine départemental.

La direction des bâtiments a identifié 71 bâtiments à usage tertiaire dont la surface est supérieure à 1000 m² concernés par le DEET, (Dispositif Eco Energie Tertiaire) et par le décret BACs comprenant notamment la totalité des collèges, de nombreux bâtiments administratifs, des équipements sportifs (dojo départemental, gymnases...), des sites touristiques... La consommation énergétique cumulée de ces sites départementaux représente 25 GWh/an et 2,1 millions d'euros de charges annuelles (gaz, bois, électricité, fioul...). Respecter ces engagements de réduction de consommations énergétiques doit permettre d'économiser plus de 800 000 €/an. Fort de ce contexte, j'ai ainsi dû rechercher des solutions techniques, organisationnelles pour répondre aux obligations réglementaires qui s'imposent tout en bénéficiant d'économies financières. Ma première étape, la plus importante, fut ainsi de réaliser dès 2021 un audit complet sur le patrimoine immobilier départemental comprenant également un plan comptage des fluides (eau, gaz, électricité...), et un comparatif site par site sur les solutions techniques potentielles à réaliser (isolation, mode de chauffage, énergies renouvelables...) en fonction des temps de retour sur investissement avec pour objectif 40 % d'économie d'Énergie à l'horizon 2030.

Afin de conforter cet audit, **l'énergie la moins carbonée et la moins chère étant celle que nous ne consommons pas**, des mesures de sobriété énergétique à l'échelle du départe-

tement ont été décidées et la collectivité a fait l'acquisition de 418 capteurs de température répartis dans la totalité des collèges. Ces capteurs nous ont ainsi permis d'adapter au plus près des besoins thermiques et en fonction des départs de chauffage, les consignes de température (loi d'eau), les plages horaires... L'objectif étant double, chauffer suffisamment, sans gaspiller.

Sur du plus long terme, nous nous sommes engagés depuis de nombreuses années sur l'amélioration des performances thermiques des collèges avec de lourds investissements sur des travaux d'isolation thermique par l'extérieur, comme le collège Jacques Prévert à Bergerac réceptionné début 2024.



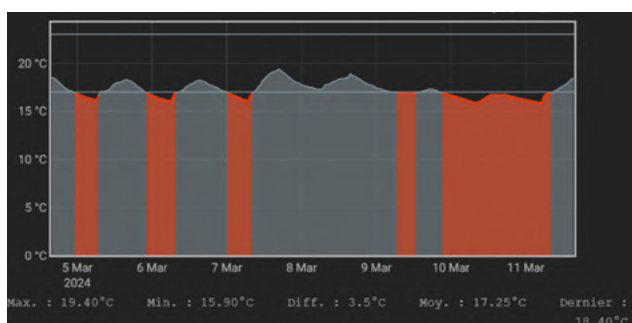
Collège Jacques Prévert

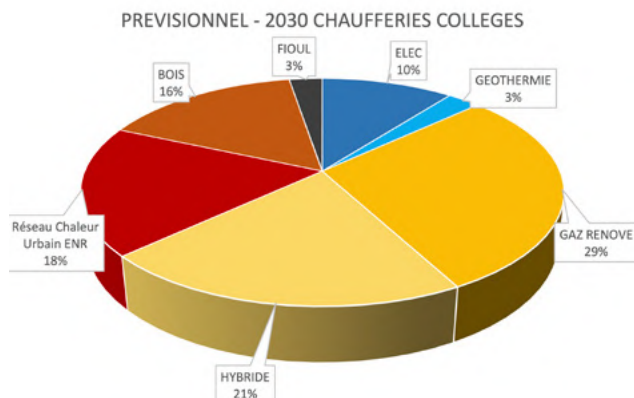
Le dernier volet concerne la décarbonation de l'énergie consommée. Je me suis ainsi intéressé à de nombreuses solutions innovantes répondant à cet objectif. J'ai ainsi pu mettre en œuvre des projets de production ENR (autoconsommation collective, micro-éolien, stockage de l'énergie, réseau de chaleur...). Néanmoins, l'autoproduction d'ENR sur site ne peut répondre aux besoins de chauffage d'un collège.

En complément de ces opérations, nous poursuivons donc la suppression des chaufferies fioul, en basculant la production de chaleur avec des chaudières bois (plaquettes, granulés, RCU).

Et les chaufferies gaz, comment décarboner ?

Le gaz est une énergie urbaine, permettant de tenir compte des contraintes liées à l'accessibilité des installations, aux difficultés de livraison, aux nuisances sonores, olfactives, aux faibles disponibilités foncières... Rendant le basculement du gaz vers le bois-énergie, hors réseaux de chaleur sou-





Prévisionnel énergie chauffage collèges à l'horizon 2030.

>>> vent peu pertinents. La géothermie, solution très vertueuse, nécessite quant à elle de très lourds investissements, et n'est pas toujours techniquement réalisable en raison des contraintes géologiques et foncières notamment. Il est impératif d'adapter la production de chaleur au besoin réel du site. J'ai ainsi pu constater suite aux audits que les installations étaient souvent surdimensionnées, peu performantes, de technologie ancienne. C'est dans ce cadre que je me suis intéressé aux solutions hybrides en chaufferie. En effet, l'électrification de la production de chaleur est une des solutions complémentaires aux mesures de sobriété énergétiques et à l'amélioration des performances thermiques des bâtiments. Néanmoins, l'objectif premier de ces installations est de garantir un confort thermique toute l'année. Il n'est donc pas envisageable de subir une baisse voire une interruption du chauffage et le gaz a toujours su répondre à cet impératif. Les pompes à chaleur quant à elles, bien que performantes, nous semblent peu adaptées à nos besoins pour un collège

ancien. C'est pourquoi, une solution hybride gaz-élec m'a semblé être une solution intéressante, car celle-ci permet, de décarboner très fortement la production de chaleur avec 50 % de taux de couverture, tout en conservant les avantages de la solution gaz.

Quatre installations ont ainsi été réalisées ces 6 derniers mois, comprenant **2 petits sites tertiaires et 2 collèges, le collège Les Chatenades à Mussidan et le collège Eugène Leroy à Bergerac.**

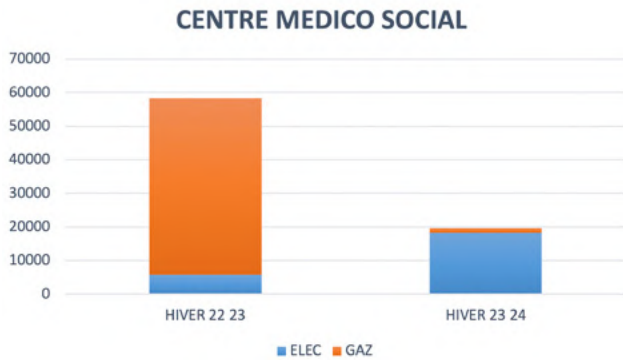
Le plus gros projet a concerné le collège Eugene Leroy à Bergerac. Cette installation a été réalisée et mise en service au cours de l'hiver 2023-2024. Ces travaux ont été programmés préalablement à la réalisation d'une isolation thermique par l'extérieur planifiée en 2025-2026 contrairement au collège de Mussidan, qui lui a subi une importante rénovation énergétique. En effet, la chaufferie étant dans un état très fortement dégradé, il a été décidé, d'anticiper l'hybridation de cette chaufferie en tenant compte des performances thermiques futures.

En raison de la configuration technique, des délais de mise en œuvre, formation, réglages, il est encore tôt, pour mesurer précisément la décarbonation réelle de cette installation pour cette chaufferie très innovante. Néanmoins, j'ai pu constater une baisse significative de la consommation de gaz de l'établissement, et un confort thermique préservé. Nous attendons encore, de la part de De Dietrich, fabricant de la chaufferie, des éléments d'analyse complémentaires suite à l'instrumentation complète de l'installation. L'exploitation de ces équipements impose une optimisation des réglages plus précis que pour une PAC seule ou une chaudière gaz En effet, les paramètres de réglage (départs constants,



Collège de Mussidan

loi d'eau...), sont des difficultés techniques à lever en conditions réelles. **La formation des exploitants de chauffage est**



ainsi essentielle à la réussite de cette opération. En revanche, les résultats sur le petit tertiaire sont au-delà de mes espérances avec 90 % de taux de couverture au Centre médico-social de Montpon ci-dessous (un seul départ régulé).

En conclusion

La PAC hybride gaz est une des solutions permettant de dé-carboner la production de chaleur. Elle est encore à ce jour négligée des études de faisabilité. Moins onéreuse que le bois et la géothermie, elle ne peut être efficace qu'en agissant également sur la sobriété énergétique et en réalisant des



Photovoltaïque sur toiture Hôtel du département.

travaux d'amélioration thermique de l'enveloppe dans une démarche globale d'efficacité énergétique du patrimoine bâti.

Cette solution n'est pas duplicable à l'ensemble des sites, mais doit être étudiée au même titre que le bois énergie et la géothermie ou les pompes à chaleur. A l'horizon 2030, le département de la Dordogne a ainsi identifié 6 collèges supplémentaires qui à terme basculeront vers une solution hybride.

Guillaume Guichard, Direction Générale Adjointe de l'Aménagement et des Mobilités, Direction du Patrimoine Bâti - Service Technique

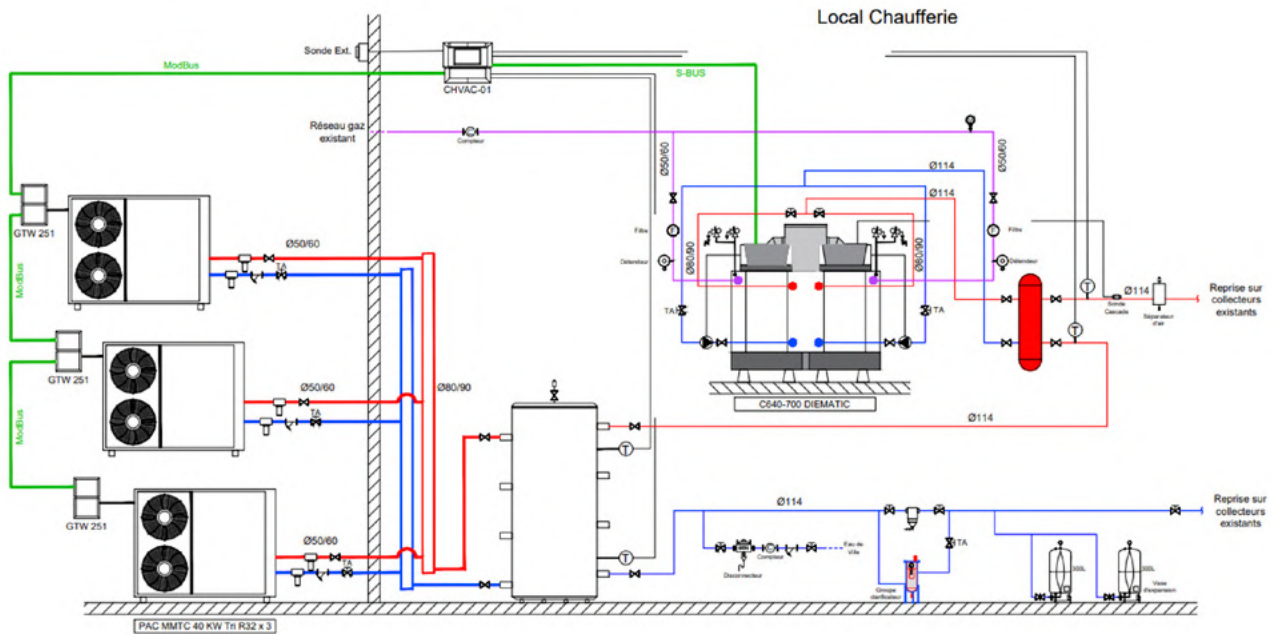


Schéma chaufferie Eugène Leroy

→ ENSEIGNEMENT PRIVÉ ➤ CONSEILS ➤ ACCOMPAGNEMENT

Décret Tertiaire/Décret BACS : focus sur la rénovation énergétique des bâtiments d'enseignement privé

→ La nécessité de s'engager dans la rénovation énergétique provoque souvent dans l'esprit des maîtres d'ouvrage cette réflexion : comme pour l'accessibilité, ça va nous coûter très cher. Et tout de suite après : par quoi commencer ? Et si on changeait les fenêtres !

De façon provocante mais non moins réaliste, le Cèdre prend le contre-pied, en affirmant que les 30 % d'économie d'énergie en un hiver, sans travaux et sans perte de confort sont à la portée de la majorité.

Cette posture tient à notre connaissance des spécificités de l'enseignement privé, il nous paraît ainsi indispensable de s'attarder dans un premier temps sur son fonctionnement. Dans un second temps, l'objectif sera d'évaluer les optimisations de court terme, notamment en CVC, qui sont souvent négligées au profit des investissements. Enfin, la campagne d'audit énergétique en cours et le déploiement de la GTB permettront de se projeter à long terme pour garantir l'atteinte des objectifs.

Quelle spécificité à l'enseignement scolaire privé ?

L'enseignement privé sous contrat représente aujourd'hui près de 2 millions d'élèves (17 % du total) dans 7500 établissements, à 96 % de l'enseignement catholique¹. Le privé hors contrat² représente 100 000 élèves. Soit pas loin de 30 millions de m².³ Bien que travaillant en réseau, chaque établissement est autonome. Autonomie doublée d'une multiplicité des lieux de décision et d'un manque de compétence travaux/transition énergétique : association gestionnaire à conseil d'administration bénévole, chef d'établissement ancien enseignant et un propriétaire du bâti souvent bénévole (foncière, SCI, congrégation religieuse, etc.). Même pour les plus gros établissements, il n'existe pas de service travaux. La prise de décision est donc rarement rapide, chaque projet nécessite une sensibilisation des parties prenantes. Dupliquer relève de la gageure. Dupliquer est d'autant plus une gageure que ce patrimoine immobilier est divers, fruit d'une histoire longue ! Au sein d'un même établissement, les strates s'imbriquent : bâtiment his-

torique avec son extension, bâtiments annexes de diverses époques pour répondre à l'augmentation des effectifs et des besoins (gymnase, restauration, labo, etc.). Stratification qui se lit dans les systèmes techniques. Un exemple : comment piloter un réseau de chauffage quand ce dernier dessert à la fois un logement de fonction, l'administration, les classes et la salle de sport ? Quel intérêt économique de piloter les consommations électriques quand il faut connecter 70 tableaux pour un bâtiment de 10 000 m² ? Avec comme contrainte que les travaux doivent se faire entre le 10 juillet et le 25 août !

Pourquoi ne pas déménager pour repartir à neuf ? Pour une entreprise cela s'entend. Pour une école, le lien avec les bâtiments historiques et le territoire rend le projet très complexe.

Tout curer et repartir à neuf ? Que faire des élèves ? Et avec quels moyens financiers ? Ces derniers sont sous pression de l'inflation et de la baisse démographique. Pas de trésor de guerre non plus, entre un projet public vs le privé sous contrat le ratio des financements est facilement de 1 à 3 ! Pas surprenant qu'on se contente de prolonger le réseau de chauffage existant plutôt que de créer une sous-station ! L'équation est donc complexe : Moderniser un parc immobilier ancien et divers, géré de façon décentralisée, par des acteurs (salariés ou bénévoles) dont ce n'est pas le métier et avec des moyens limités. Une certitude : cela demandera du temps et cela se fera à l'échelle de chaque établissement. Même si la complexité pousse au regroupement.

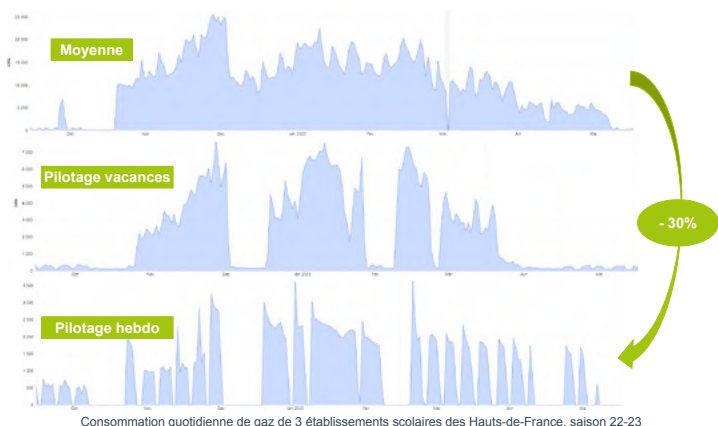
Quelles actions de court terme ?

Malgré tout, l'urgence de la transition est là, que faire à court terme ? A moyen limité il convient de concentrer l'action là où l'impact sera le plus fort et le moins cher. Or, en moyenne, 75 % de la consommation d'un établissement concerne le poste chauffage-ECS, massivement au gaz. C'est dans le pilotage de ce poste que les gains sont rapides et faciles. Le mainteneur CVC peut et doit y exercer à plein son savoir. En effet, le bâti scolaire se caractérise par un taux

¹ Cour des comptes

² Epères et références statistiques 2023 publié par la DEPP

³ Extrapolation sur la base d'un parc public de 150 millions de m²



Consommation quotidienne de gaz de 3 établissements scolaires des Hauts-de-France, saison 22-23

Différents pilotages établissement scolaire HdF

d'utilisation faible. A peine 20 % : 174 jours scolaire, 10 h par jour. Mais plus de 50 % de la consommation chauffage-ECS se fait en période de fermeture. Pourquoi ? Notre retour d'expérience terrain nous montre plusieurs éléments : mauvais réglage horaire (sortie d'usine ou calé sur une copro), réduit de nuit très faible, absence de réduit we/vacances, absence totale de régulation, etc. faute de compétence interne, une confiance aveugle est faite au mainteneur. Les préjugés tenaces côté mainteneur n'aident pas : trop réduire est inutile car à la relance le gain se perd, le bâtiment se dégrade, etc. Ces postulats sont à bannir. L'enjeu est le confort des personnes, pas du bâti. Sauf particularité, en l'absence d'occupant on ne chauffe pas ! Les BE en maîtrise d'usage le savent bien et l'expérimentation démontre la pertinence⁴. L'illustration ci-contre explicite 3 modèles de pilotage en situation réelle. La seconde illustration pointe l'économie générée pour un établissement passant en hors gel pendant les vacances scolaires. Notre conclusion : mainteneur CVC et établissement : un dialogue s'impose ! Quelle température de consigne ? Quel ressenti ? S'il est bon, pourquoi ne pas amplifier le réduit ? Etc.

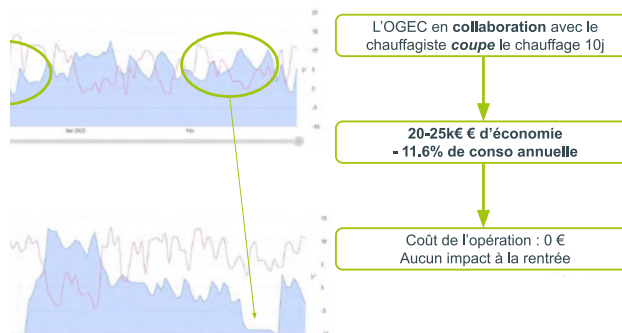
Et à long terme ?

Une fois l'existant optimisé (30 % à aller chercher quand même !), quel pas supplémentaire ? Malgré leurs limites, les audits énergétiques ont la vertu de donner aux parties prenantes de l'établissement une feuille de route claire, chiffrée et de prendre conscience que changer les fenêtres est un investissement coûteux à l'impact faible. A l'inverse ce qui touche aux équipements de CVC ou à la GTB présente un temps de retour sur investissement plus rapide.

Avec le décret BACS, regardons plus en détail l'enjeu de la GTB pour savoir comment la déployer en milieu scolaire. Sa pertinence théorique est probable mais comment garantir qu'elle apporte en réalité l'effet attendu ?

Le tableau de départ classique est le suivant : un établissement avec chauffage central au gaz, sans compétence interne, qui ne pilote que très peu l'existant, 75 % de l'énergie est consommée pour le CVC-ECS avec un même réseau desservant des usages différents. Installer une GTB c'est la garantie d'installer un bel avion sans pilote. Les exemples pullulent ! GTB avec réglage identique (et inconnu de l'éta-

⁴ La régulation du chauffage dans les bâtiments scolaires - Étude par l'Université Catholique de Louvain, laboratoire Architecture et climat



3- Mise en pratique pilotage vacances scolaires

blissement) depuis la fin de chantier. GTB HS et installateur disparu, etc.

Quelle bonne pratique identifiée pour l'éviter :

- Un pilotage : indispensable mais nécessite une sensibilisation des établissements, avec la conviction qu'une fraction de l'économie d'énergie réalisée doit être réinvestie pour piloter ces systèmes complexes.
 - Soit par l'établissement via une interface de gestion **simple et intuitive**
 - Soit par délégation mais avec des échanges mainteneur-usager fréquents.
 - Pose la question pour les plus gros établissements du *facility management*
- Un système simple, robuste, se concentrant sur l'essentiel.
 - Une gestion fine du chauffage. Un pilotage des terminaux peut permettre de contourner des réseaux mal conçus avec des systèmes très simples de thermostat connecté en LORA reliés à l'interface de gestion des salles (identique pour tous les établissements de l'enseignement catholique !)
 - Optimiser le nombre de points de contrôles ou d'actionneurs par rapport à la capacité de l'établissement à y consacrer du temps. Quel intérêt de connaître la consommation à chaque prise quand il n'y a qu'un agent de maintenance débordé ?

François-Xavier Colle, Consultant Bâtiment et énergie, IDF & Hauts-de-France



le Cèdre & l'enseignement privé



Le Cèdre est un groupement d'achat composé de 12 000 adhérents, générant ensemble 630 M€ d'achats sur une centaine de familles d'achat auprès de 400 fournisseurs. Les établissements d'enseignement privé

font partie des adhérents historiques du Cèdre. Près de 80 % d'entre eux bénéficient de ses services. Au-delà des achats courants, le Cèdre déploie depuis plusieurs années une démarche de conseil, notamment en restauration concédée, en énergie et dans le bâtiment pour guider ses adhérents dans ces domaines complexes, souvent loin de leur cœur de compétence.

→ RÉGLEMENTATION → DÉCRYPTAGE → SOLUTIONS

BACS : Optimisation de la régulation

→ Outil indispensable pour le pilotage de tout bâtiment, la Gestion Technique du Bâtiment (GTB) est devenue un élément obligatoire pour les bâtiments tertiaires depuis 2020 avec la publication en France du Décret BACS 2020-887.

Cependant, en raison des exigences croissantes en matière d'efficacité énergétique, de confort pour les occupants et de pérennité, l'installation d'une GTB devrait s'imposer de plus en plus comme une nécessité plutôt qu'une obligation réglementaire.

Quels sont les obligations liées à ce décret ? Quels sont les avantages économiques, environnementaux et opérationnels ? L'installation d'une GTB est-elle indispensable pour le pilotage efficace d'un bâtiment ? Autant de questions auquel il est important d'apporter quelques éclaircissements

Qu'est-ce que le Décret BACS ?

En 2018, la Directive européenne **2018/844** sur la performance énergétique des bâtiments met en avant le rôle prépondérant des systèmes de GTB dans l'efficacité énergétique des bâtiments tertiaires.

En France, cette directive se traduit alors par la publication le 20 juillet 2020 de la première version du décret **BACS N°2020-887**.

Face à l'accélération du dérèglement climatique et la flambée des coûts de l'énergie, le gouvernement Français présente le 6 octobre 2022 un plan de sobriété énergétique visant à réduire de 10 % la consommation d'énergie d'ici 2024

Sur les différentes mesures présentées, la mise en place de système de GTB dans les bâtiments tertiaires est à nouveau identifiée comme un outil indispensable pour atteindre cet objectif.

Le 7 avril 2023, le **Décret N°2023-259** relatif aux systèmes d'automatisation et de contrôle des bâtiments tertiaires est publié, l'installation d'un système de Gestion Technique des Bâtiments devient obligatoire pour tous les bâtiments tertiaires.

Ce nouveau décret apporte des ajustements importants sur le champs d'application par rapport au premier décret BACS (N°2020-887).

Les questions sur le Décret BACS ?

Quels bâtiments sont concernés ?

Sont concernés tous les bâtiments tertiaires non résidentiels neufs ou existants du moment qu'ils sont équipés d'un système de chauffage, de climatisation et/ou de ventilation.

Cela inclut tous les bâtiments comme les bureaux, les commerces, les établissements d'enseignement, de santé, etc. quelle que soit leur année de construction.

Comment savoir si mon bâtiment est assujéti ?

Le seul paramètre à prendre compte est la puissance nominale totale des systèmes de chauffage et de climatisation. Si cette puissance dépasse les 70 kW, vous devez vous conformer aux exigences du décret Bacs **Décret N°2023-259 du 7 avril 2023**.

Quelle est la date butoir pour équiper mon bâtiment d'une GTB ?

Selon la puissance nominale de l'installation, il y a aujourd'hui globalement 2 dates à retenir :

- 1^{er} janvier 2025 pour les bâtiments dont la puissance dépasse 290 kW
- 1^{er} janvier 2027 pour les bâtiments dont la puissance dépasse 70 kW

Que doit piloter mon système de GTB ?

Le décret Bacs définit une liste minimale et non exhaustive des installations à piloter :

- Chauffage
- Climatisation
- Ventilation
- Production d'Eau Chaude Sanitaire
- Eclairage intégré
- Production d'électricité sur site

Néanmoins tout autre système pourrait être connecté à la GTB en fonction de la pertinence et du potentiel d'économie d'énergie, comme par exemple la production thermique solaire, la gestion de bornes de recharge de véhicules, etc.

Qui est responsable de la mise en place du système BACS ?

Les propriétaires et/ou les gestionnaires des bâtiments concernés ont la responsabilité de la mise en place du système de GTB.

De plus ils doivent s'assurer que les utilisateurs du système sont formés à l'utilisation mais aussi au paramétrage du système, et également organiser une visite d'inspection du système au plus tard 2 ans après sa mise en service.



Quelles sont les fonctionnalités nécessaires pour répondre au décret ?

Le système de GTB doit

- Être capable de suivre, enregistrer et analyser les données de consommations (en continu par zone fonctionnelle), de plus ces données devront être conservées de manière dématérialisée.

- Ajuster automatiquement les systèmes techniques pour optimiser l'efficacité énergétique
- Surveiller en continu les équipements et fournir des alertes en cas de déviations ou de pannes.

Existe-t-il des conditions d'exemption ?

Tous les bâtiments neufs dont les permis de construire ont été déposés après la publication du décret doivent être équipés d'une GTB.

Pour les bâtiments existants, il n'existe qu'une seule condition d'exemption :

- Lorsque le retour sur investissement pour la mise en place d'un système de GTB est supérieur à 10 ans, toutes aides financières déduites même si vous n'y faites pas appel (CEE, subventions régionales, aides ADEME, etc.)

Que risque-t-on en cas de non-respect des obligations ?

A ce jour aucune sanction directe n'est prévue dans le cadre du décret BACS en cas de non-conformité ou de non-respect des exigences.

Le décret BACS impose une obligation de moyens, néanmoins celui-ci étant étroitement lié au décret tertiaire qui, lui, impose des obligations de résultats, en cas de non-conformité les sanctions de ce dernier pourront s'appliquer.

Comment être sûr que ma GTB est bien paramétrée ?

La régulation a deux objectifs :

- Satisfaire les besoins de confort
- Et réduire les consommations d'énergie

Les résultats obtenus et le bon fonctionnement d'une GTB résulte en premier lieu du bon paramétrage des boucles de

régulation. Pour cela il faut se poser 3 questions indispensables :

- Ai-je bien défini les différentes zones fonctionnelles de mon bâtiment ?
- Ai-je réglé la bonne température de consigne pour mon usage ?
- Ai-je paramétré les bonnes plages pour la programmation horaire ?

Tant qu'il n'y a pas une réponse positive à ces 3 questions, les sources potentielles d'économie d'énergie existent.

L'usage d'un bâtiment tertiaire évolue régulièrement, c'est la raison pour laquelle il faut se poser ces questions de manière périodique.

La visite d'inspection obligatoire imposée par le décret au plus tard 2 ans après la mise en place du système permettra, entre autre, de vérifier que les paramètres d'origine sont toujours adaptés à l'usage du bâtiment.

Pourquoi assurer le suivi de mes consommations d'énergie ?

Au sens du décret, la GTB doit être capable de suivre, enregistrer et analyser les données de consommations mais également d'alerter en cas de dérive.

La raison la plus évidente est d'être informé en cas de dérive d'une consommation qui pourrait par exemple être liée à une fuite d'eau.

Néanmoins, les systèmes de GTB les plus performants permettent un suivi énergétique plus détaillé.

L'efficacité du paramétrage des boucles de régulation peut ainsi être mis en avant et toute dérive comme par exemple l'ouverture simultanée d'une vanne chaude et d'une vanne froide pourra être corrigée rapidement

Quelle classe de GTB répond aux exigences du décret ?

La norme NF EN ISO 52120-1:2022, qui remplace la norme NF EN 15232-1:2017, définit quatre classes de Gestion Technique



>>> du Bâtiment (GTB) en fonction de leurs fonctionnalités et de leur performance énergétique : A, B, C et D.

La classe C est la référence standard définie par la norme et répond aux exigences du décret BACS.

La classe D correspond à des systèmes de régulation basiques, bien souvent non communicants.

Les classes A et B correspondent au système de GTB dont les performances sont les plus avancées.

La classe B pouvant être assimilée à une GTB où l'ensemble des composants (production/distribution et émission) sont pilotés selon des programmations horaires et pour lesquels l'outil de supervision permet un suivi énergétique.

La classe A apporte le niveau de performance énergétique le plus élevé. Aux bénéfices de la classe B se rajoutent la gestion en fonction de l'occupation, mais également les outils de management énergétique.

La classe C étant prise comme le standard, les GTB de ce type répondent aux exigences de la loi.

Les différences entre les classes de GTB selon la norme NF EN ISO 52120-1:2022 sont principalement basées sur les fonctionnalités des boucles de régulation et la performance énergétique qui en découle.

Cette norme estime que les économies d'énergie sur le chauffage et la climatisation peuvent aller jusqu'à 30 % en passant d'une classe C à une classe A (20 % d'une classe C à une classe B) et l'ordre de 13 % pour la gestion électrique (7 % pour une classe B).

C'est également la raison pour laquelle, actuellement seules les GTB de classe A et B sont valorisées dans le dispositif des CEE.

Le suivi énergétique : clé du succès ?

Au fil des années, le suivi énergétique des bâtiments est devenu un élément indispensable pour le suivi et l'analyse de la consommation d'énergie.

Avec le décret BACS la gestion de l'énergie devient obligatoire, le principal objectif étant d'identifier les opportunités d'économie d'énergie afin d'optimiser les performances énergétiques du bâtiment.

Cette exigence de performance pouvant se diviser en 3 niveaux correspondants aux classes de GTB A B ou C :

Classe C : les données de comptage sont remontées et sauvegardées sur le logiciel de GTB. Cette solution permet le suivi et la sauvegarde des données mais ne permet pas une analyse des consommations et les utilisateurs sont alors dans l'obligation d'utiliser des systèmes tiers pour cela.

Classe B : les données de comptage sont mises en forme afin d'obtenir des informations pertinentes. Il s'agit du monitoring énergétique. Ce processus permet un suivi et une surveillance en temps réel de la consommation.

Ces informations de comptage permettront d'une part de fournir une vue détaillée de la consommation, ceci pouvant être représenté sous la forme d'un tableau de bord précis sur lequel l'on retrouve l'indice de performance du bâtiment, les informations de consommation (et/ ou de production à l'instant T) le suivi n/n-1 à l'échelle journalier/mensuelle et annuelle.

Ce suivi n/n-1 est indispensable afin de détecter rapidement toute dérive de consommation et permet ainsi de déclencher une alarme afin que les actions correctives ou de dépannage puissent être menées le plus rapidement possible.

Classe A : les GTB de classe A, doivent permettre aux bâtiments d'obtenir une performance énergétique élevée. Au système de monitoring de classe B doit s'ajouter un outil d'analyse approprié et efficace. Cet outil doit permettre aux utilisateurs de mieux comprendre le fonctionnement de leur bâtiment tel que le module AEM (Advanced Energy Management) intégré au logiciel SAUTER VISION CENTER. Il joue ainsi un rôle crucial dans

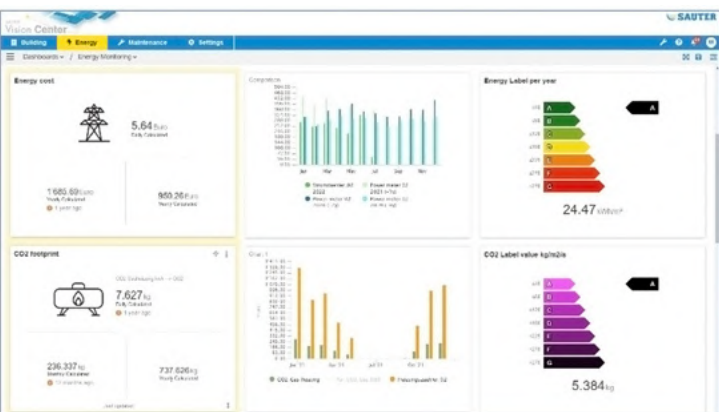
Diagrammes à barres empilées
(ou diagrammes circulaires de plusieurs objets)

Diagramme en tapis de points pour une identification rapide des états de fonctionnement critiques ou des problèmes de confort

Diagrammes de Sankey pour l'évaluation dynamique des flux d'énergie

Nuage de points pour contrôler les fonctions thermodynamiques d'une installation de ventilation





Portail du logiciel Sauter vision Center : les informations clés rassemblées

l'optimisation énergétique du bâtiment.

Le premier objectif cet outil d'analyse des données est de permettre aux utilisateurs de mieux comprendre le fonctionnement de leur bâtiment au travers de graphiques comme le diagramme de flux de Sankey qui permet de faire une analyse en compteur d'énergie primaire et sous-comptage (où vont mes consommations ?)

Le deuxième objectif est d'aider les exploitants à mieux comprendre le fonctionnement des installations et de leur apporter les informations afin d'optimiser le réglage les boucles de régulation.

A ce titre, des diagrammes de tapis de points permettent par exemple de vérifier qu'une boucle de free-cooling fonctionne correctement (ouverture de volet d'air avant la vanne de chauffage et de froid) ou bien encore qu'un programme horaire est bien paramétré.

En résumé, le suivi énergétique est essentiel pour atteindre des objectifs de performance, et de conformité. Néanmoins, il convient de s'assurer que chaque outil correspond aux besoins et moyens mis à disposition par les propriétaires ou gestionnaires des bâtiments.

Les objectifs ambitieux du décret tertiaire obligeront tôt ou tard les gestionnaires à investir dans un outil d'analyse performant. Néanmoins, cette évolution doit se faire par étape. C'est ce que doivent permettre les logiciels de GTB évolutifs.

Au-delà de l'aspect obligatoire, l'installation d'une GTB pour piloter un bâtiment est indispensable pour répondre aux exigences en matière d'efficacité énergétique (Décret tertiaire), de confort pour les occupants (Code du travail), de respect des réglementations (Code de l'énergie), de durabilité environnementale, de sécurité et de valorisation immobilière (certification LEED, BREAM, etc.).

Depuis plus de 50 ans et l'installation des premières GTB, les avantages économiques et de confort apportés par ces systèmes ne sont plus à démontrer.

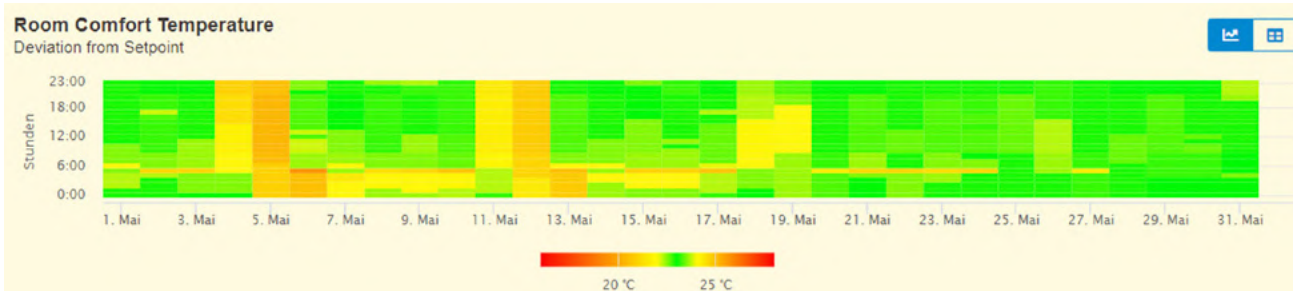
En France moins de 10 % des bâtiments tertiaires sont équipés de GTB. Sur les prochaines années, les investissements devront être très importants, pour réussir cette transition,

Pour les gestionnaires et propriétaires, leur implication sur la détermination des besoins, leurs obligations concernant la formation des utilisateurs et le suivi, sont les critères prépondérants afin que le système de GTB qui sera mis en place réponde aux attentes en termes d'efficacité énergétique et de confort. Au-delà d'une obligation, le décret BACS est une formidable opportunité pour assurer la performance et la pérennité du patrimoine immobilier sur le long terme.

Stephan Taverni, Directeur Régional Sauter Régulation

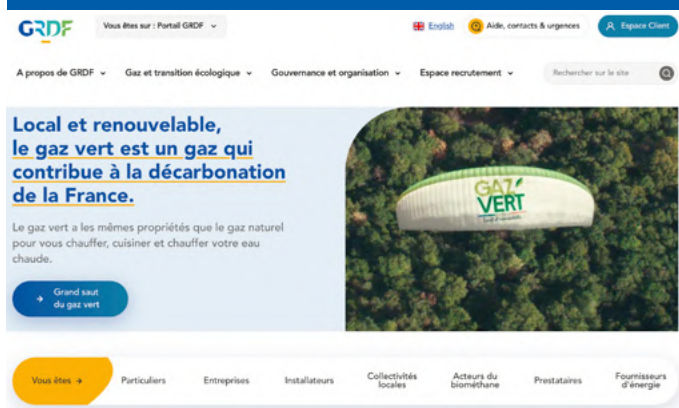


AEM : analyse des données de free-cooling



AEM : suivi des consignes de température, les réduits ne sont plus effectifs.

COMMENT ACCÉDER À VOS DONNÉES DE CONSOMMATION DE GAZ



Pour faciliter la saisie des éléments de consommation de gaz de vos bâtiments assujettis au Décret Tertiaire et mettre à jour la plateforme OPERAT de l'Ademe, vous pouvez accéder directement à vos données de consommation de gaz 2021, 2022 ou 2023 dans votre Espace Client GRDF sur notre site www.grdf.fr. Pour votre première déclaration sur la plateforme, GRDF vous propose également la mise à disposition de l'historique de vos données de consommation annualisées, pour les années 2011 à 2020. Pour faire votre demande d'historique : grdf-decret-tertiaire@grdf.fr

Carine Serreli, Responsable Partenariats Filière GRDF - CEGIBAT, Pilote des Interventions Etudiants

→ PROGRAMME → EXPERTISE → FINANCEMENT

Financer sa rénovation pour répondre au DEET : les solutions du programme EduRénov

→ Rénover l'ensemble de leur patrimoine scolaire, qui représente environ la moitié de leurs possessions, est un défi de taille pour les collectivités. En effet, alors plus de 60 % des écoles se trouvent dans des villes de moins de 10 000 habitants, des enjeux importants au regard des montants à mobiliser se posent. Afin d'engager une massification du nombre de projets de rénovation, essentielle pour la réussite de la trajectoire fixée par les objectifs climatiques nationaux, la Banque des Territoires a lancé le programme EduRénov, qui se présente aux collectivités comme une solution parmi de nombreuses autres, pour valoriser, accompagner et financer leurs projets.

L'école publique française est l'emblème du déploiement massif de l'action publique et demeure un pilier essentiel des compétences des collectivités territoriales. Son architecture et son aménagement ont évolué avec le temps, faisant du patrimoine bâti scolaire un ensemble très disparate d'environ 53 000 établissements. Lorsque s'ouvre la décennie 2020, **l'Ecole reste l'un des derniers grands services publics de proximité** : 25 millions de personnes, enfants comme parents, s'y rendent chaque jour. Elle doit cependant faire face à une problématique de longue date, devenue prégnante pour les collectivités : sa consommation d'énergie. En effet, ces établissements, souvent anciens, sont peu adaptés aux conséquences du changement climatique, et notamment aux vagues de chaleur qui sont à la fois plus précoces, plus régulières et plus fortes, avec une période d'oc-

currence qui se rallonge. Cela génère de l'inconfort pour les enseignants et les élèves qui les fréquentent au quotidien. Leur rénovation énergétique est donc un enjeu fort pour les collectivités locales en termes financiers (on estime que la consommation énergétique des établissements scolaires représente 30 % de la consommation des bâtiments des communes), mais aussi pour répondre aux attentes citoyennes et réglementaires en matière de transformation écologique.

Le programme EduRénov

Le décret tertiaire pose en effet des objectifs ambitieux de réduction des consommations d'énergie des bâtiments tertiaires (bâtiments de +1000m²). Celles-ci doivent chuter respectivement de 40 %, puis 50 %, jusqu'à 60 % entre 2030, 2040 et 2050. Face à ce constat, la Banque des Territoires

s'engage en lançant le **programme EduRénov** afin d'accompagner les collectivités dans cette démarche. Le programme est né et se développe dans une logique partenariale inédite, grâce à la mutualisation des données et des bonnes pratiques entre acteurs publics (Ademe, CSTB, Cerema...) et privés (FFB, CAPEB, entreprises...).

Le programme souhaite accompagner 10 000 projets emblématiques et inspirants sur les territoires d'ici à 2027. Pour ce faire, ce sont 2 milliards d'euros de fonds de financements ainsi que 50 millions d'euros de crédits d'ingénierie qui sont mobilisés pour atteindre cet objectif.

Les projets intégrant EduRénov sont à la fois ambitieux et performants énergétiquement (objectif minimum de 40 % d'économie d'énergie finale) et innovants (travaux en site occupé, recours aux matériaux biosourcés, implication de la communauté éducative...). Une dynamique bien réelle est désormais lancée : le programme rassemble déjà plus de 1600 projets après un peu plus d'un an d'existence. EduRénov a également à cœur de favoriser une dynamique pair-à-pair : la mise en commun de ressources et le partage d'expériences sont des aspects importants du programme.

Un accompagnement en expertise technique pour concrétiser les projets

Intégrer le programme EduRénov donne accès à un dispositif d'animation et de valorisation des projets avec une ressource en ligne à venir prochainement (publication courant juin 2024) retraçant le parcours usager de l'élus qui rénove, avec des documents techniques et des guides pour y voir plus clair : des retours d'expérience avec des fiches projets et des interviews d'élus et de DGS disponibles via la newsletter EduRénov. EduRénov propose aussi des webinaires thématiques avec des experts pour répondre aux questions des collectivités : comment analyser un audit énergétique ? comment candidater au Fonds vert en 2024 ?

Pour des projets un peu plus avancés, le programme oriente les collectivités vers des outils d'ingénierie de projet disponibles sur leur territoire (SDE, CAUE, ALEC...). Par exemple, pour être accompagné en expertise technique, EduRénov co-finance des postes de chefs de projet / énergéticiens (économistes de flux), des audits énergétiques et des études de programmation de travaux, les frais de délégation de la maîtrise d'ouvrage, l'assistance à la sélection de sa maîtrise d'œuvre etc. Un marché à bons de commande a également été lancé en avril 2024, pour intervenir en défaillance de marché : c'est-à-dire, lorsque toutes les options citées précédemment ne sont pas mobilisables par une collectivité. Celui-ci finance 3 types de missions : (1) appui technique aux collectivités, (2) appui et mise en œuvre du montage juridico-financier et (3) assistance à maîtrise d'usage.

Le financement des travaux

Enfin, le programme EduRénov propose des financements adaptés à la nature et à la maturité des projets pour lancer les travaux, qui se déclinent de la sorte :

- Le dispositif d'avances remboursables Intracting pour financer les travaux de performance énergétique à gains



Ecole Jacqueline Quatremaire, commune de Villeteuse (crédits : BDT)

rapides avec un temps de retour de 13 ans (les économies générées par les travaux doivent permettre de couvrir les échéances du prêt).

- Le prêt « Edu Prêt » sur fonds d'épargne au taux du livret A + 0,40 % pour les opérations performantes énergétiquement (30 % de gain énergétique à minima) : prêt sur du long terme entre 15 et 60 ans.
- L'investissement et le financement des projets au côté des partenaires publics et/ou privés pour massifier et mutualiser les projets via le tiers financement.

EduRénov concrètement

Premier projet totem du programme, le cas de l'école maternelle Jacqueline Quatremaire nous intéresse ici car le maire a fait le choix de rehausser les objectifs initiaux de la rénovation, afin d'aller au-delà de la réglementation. En l'inscrivant dans le périmètre du Nouveau Programme National de Renouvellement Urbain (NPNRU), les économies d'énergies atteignent 40 % et sont donc en adéquation avec le DEET. Le but est de devenir un bâtiment basse consommation (label BBC) et haute performance énergétique (label HPE), car les gains sont importants sur le moyen-long terme.

Les travaux, pour y parvenir, ont consisté en une rénovation complète, avec un doublement de la surface de l'école, afin de répondre aux besoins des familles et à la croissance démographique de la ville. L'installation de nombreux puits de lumière, le raccordement au réseau de chaleur géothermique, l'utilisation de matériaux biosourcés (comme le bois), la végétalisation de la cour et de la toiture... Ces exigences permettent de réaliser un équipement adapté au réchauffement climatique, à l'horizon des prochaines décennies.

La mairie a pu bénéficier de l'assistance bout en bout des services de l'Etat, et notamment de la Banque des Territoires à travers le programme EduRénov, avec tout particulièrement la signature d'un prêt. La livraison finale de l'école est prévue pour la rentrée 2024.

ÉDURÉNOV

Retrouvez-nous, bénéficiez de notre accompagnement et de l'expertise de nos partenaires et accélérez votre projet de rénovation scolaire en adhérant gratuitement au programme EduRénov !

Romain Ribeiro & Nicolas Turcat,
Chargé de développement et
partenariats / Directeur du
programme EduRénov



→ PROGRAMME ▶ PARTENARIAT ▶ CEE

Un alignement des planètes pour la rénovation énergétique des bâtiments scolaires

→ **Les enjeux de la rénovation énergétique sont aujourd'hui bien connus et soutenus par des ambitions fortes de la part des pouvoirs publics. Acteurs, mesures et incitations financières s'alignent sur les besoins urgents qu'a le parc immobilier tertiaire d'améliorer ses performances énergétiques. Le programme ÉduRénov s'inscrit dans cette volonté collective.**

Les enjeux de la rénovation énergétique des bâtiments tertiaires

Une directive européenne transposée au droit français a fixé le nouveau cap à suivre dès 2024 pour réduire la consommation d'énergie et les émissions de gaz à effet de serre sur le territoire national. Pour ce qui est du parc immobilier non résidentiel :

- 16 % des bâtiments non résidentiels les moins performants doivent être rénovés d'ici 2030
- 26 % d'entre eux d'ici 2033

Mais si de nouvelles contraintes constituent un premier pas, elles ne suffisent pas forcément toujours à donner l'impulsion nécessaire à des travaux de rénovation. C'est tout particulièrement le cas pour les bâtiments publics, dont on sait que l'un des principaux freins à la rénovation énergétique est aujourd'hui avant tout la question du financement à l'échelle des collectivités.

Un contexte favorable à la rénovation des établissements scolaires

Le cas des établissements scolaires illustre très bien les problématiques rencontrées par nos bâtiments publics en matière de rénovation énergétique. Ce sont aujourd'hui près de 53 000 établissements scolaires anciens et énergivores qui se retrouvent peu adaptés au changement climatique et aux vagues de chaleur estivales.

Ce sont aujourd'hui également des millions d'élèves et leurs enseignants fréquentant quotidiennement ces bâtiments qui sont concernés. D'où un renforcement de la volonté étatique et l'alignement de la volonté politique avec les outils réglementaires. Les ambitions européennes et françaises étant revues à la hausse, le gouvernement met les moyens à la hauteur de ses ambitions en déployant une batterie de leviers de financement accessibles aux collectivités territoriales.

Parmi les financements publics, on peut notamment citer le Fonds vert, qui déjà en 2023 aura apporté un soutien financier total de 2 milliards d'euros à plus de 7 000 projets à tra-



vers la France. Ces leviers de financement publics s'accompagnent d'aides privées, avec par exemple le dispositif des CEE (Certificats d'Économies d'Énergie) : c'est pourquoi on retrouve Économie d'Énergie parmi les partenaires d'ÉduRénov.

Faciliter l'accompagnement des collectivités et encourager leur passage à l'action

La valorisation de travaux par les CEE (Certificats d'Économies d'Énergie), réalisée par Économie d'Énergie, sera proposée en complément du financement du dispositif ÉduRénov. Cette démarche facilitatrice est un levier de financement important à disposition des collectivités pour mettre en œuvre leurs projets de rénovation énergétique. L'expertise d'Économie d'Énergie, avec un accompagnement technique, une prise en charge du dossier CEE jusqu'à la validation et le paiement des primes, constitue un vrai gage de sécurisation et de qualité.

Économie d'Énergie est également intégrée au Comité des Partenaires du Programme, aux côtés d'autres acteurs de l'écosystème de la rénovation énergétique.

Eric Baudrillard, directeur général d'Économie d'Énergie



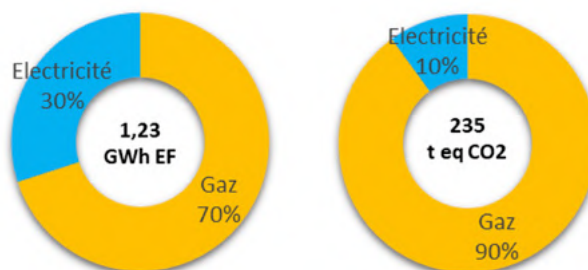
Rénovation énergétique de l'École Nationale Supérieure d'Architecture de Montpellier (ENSAM)

→ Classé architecture contemporaine remarquable du XX^e siècle, le bâtiment originel de l'ENSAM, berceau des architectes d'hier et de demain, a connu en 2022/2023 une rénovation d'ampleur dont les premiers résultats respectent les objectifs fixés par le Décret Tertiaire. Retour sur ce projet emblématique lauréat du palmarès REHAB XX^e.



Le programme France Relance, des objectifs adossés à ceux du Décret Tertiaire

Dans le cadre du dispositif France Relance déployé à la sortie de la pandémie, le programme du projet de rénovation de l'école d'architecture imposait une réduction des consommations en énergie finale et des émissions de gaz à effet de serre de -60 % par rapport à une situation de référence basée sur la moyenne des années 2017 à 2019. Correspondant à l'objectif 2050 en valeur relative, cet engagement fort était porté par un groupement de conception-réalisation piloté par l'entreprise générale locale EGM et l'architecte Benoît



Situation de référence des consommations de l'ENSAM 2017-2019

Maignial. « Le délai du concours étant très court pour pouvoir prétendre aux financements de France Relance, il a fallu faire vite et trouver dès le départ les bonnes solutions technico-économiques nous permettant de garantir l'atteinte de ces objectifs très ambitieux », affirme Bertrand Lapeyre, directeur d'EGM et mandataire du groupement. « De plus, les objectifs portaient sur la totalité du site de l'ENSAM tandis que le périmètre d'intervention se limitait au bâtiment principal qui représentait environ 70 % des consommations totales, cela ne nous facilitait pas la tâche », poursuit-il.

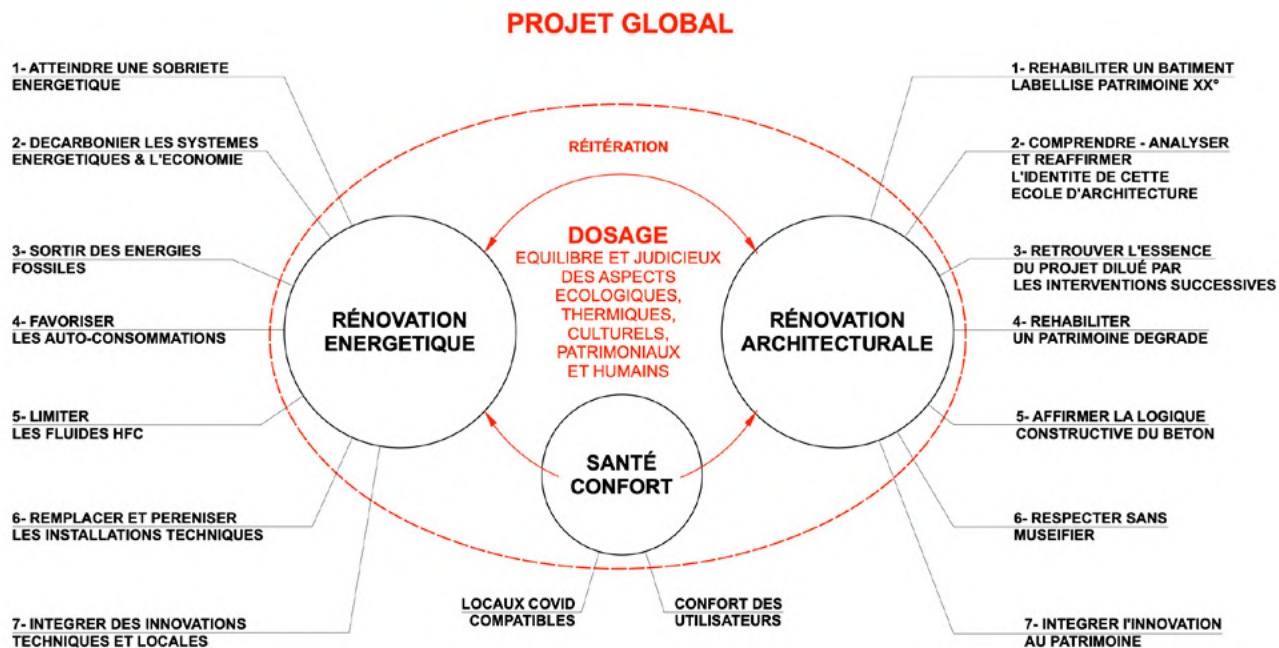
La situation de l'existant, entre surconsommation énergétique et dénaturaion patrimoniale

170 kWhEF/m². Telle était la consommation énergétique moyenne du site avant les travaux de rénovation. L'enveloppe thermique peu performante, le système de chauffage vétuste et un fonctionnement peu optimal des installations conduisaient à des surconsommations très importantes qui pesaient sur les factures énergétiques de l'école. De plus, d'un point de vue architectural, les façades et le bâtiment initial avaient été dénaturés par la mise en œuvre anarchique d'équipements techniques et notamment d'une quarantaine d'unités thermodynamiques individuelles. Face à ces constats, le projet s'est construit en essayant de répondre à



Fiche d'identité de l'installation CVC initiale :

- Production : chaufferie gaz de 1,2 MW
- Distribution : réseaux acier endommagés datant de la création du bâtiment (45 ans)
- Emission : radiateurs acier verticaux avec régulation par robinet manuel simple réglage
- Rafraîchissement : unités thermodynamiques individuelles pour les bureaux
- Ventilation : inexistante dans les locaux d'enseignement



Synthèse des enjeux majeurs du projet de rénovation – MAIGNIAL Architectes

une double problématique, aussi bien énergétique qu'architecturale et culturelle.

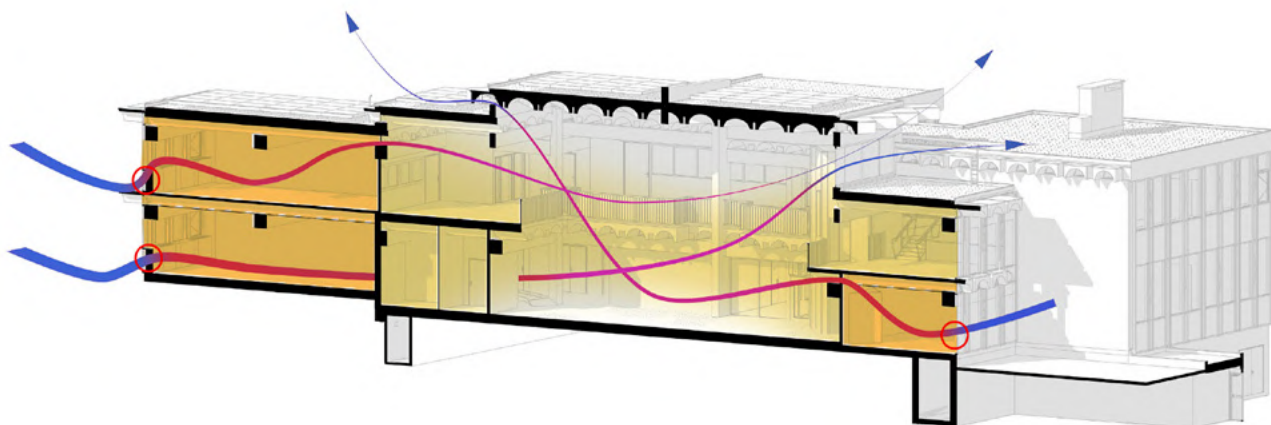
>>> Sobriété et ventilation, les premiers axes structurants du projet

Le bâtiment principal de l'ENSAM est articulé autour de deux grands halls aux volumes importants et très énergivores. Face à la difficulté de traiter thermiquement ces espaces à occupation passagère et à l'impossibilité d'isoler certaines parois donnant sur ces volumes, la première action de performance a été de ne plus considérer ces espaces comme chauffés mais plutôt comme tempérés. « La structure béton omniprésente rendait difficile l'isolation des halls et le traitement des ponts thermiques. De plus, la façade en béton matricé excluait l'isolation extérieure et des contraintes de sécurité incendie nous empêchaient d'isoler par l'intérieur certaines parois. La conclusion a donc été de ne plus contrôler la température dans ces espaces tout en s'assurant qu'elle reste raisonnable ». La ventilation jusqu'alors absente des salles d'enseignement a également été intégrée aux nouveaux

murs rideaux. L'air neuf, réchauffé par les installations de chauffage, est désormais transféré dans les espaces tempérés par des grilles de transfert et ensuite extrait en partie haute des halls. Le fait de ne plus chauffer directement ces espaces conduisait à une réduction de la consommation de chauffage de l'ordre de 10 % selon les estimations réalisées en phase études.

Travail de l'enveloppe et réduction des besoins

Afin de réaffirmer l'identité du bâtiment, l'intégralité des murs rideaux existants a été remplacée par des murs rideaux en verre ($U_w=1,36 \text{ W/m}^2.K$) avec des montants en aluminium recyclé. Cette nouvelle trame garantissait ainsi une meilleure performance thermique globale mais aussi d'un point de vue architectural, permettait de révéler la structure béton caractéristique du bâtiment en offrant des perspectives inté-



Coupe de principe sur le nouveau fonctionnement aéraulique de l'école



Rénovation des murs rideaux - Photo © MAIGNIAL Architecte

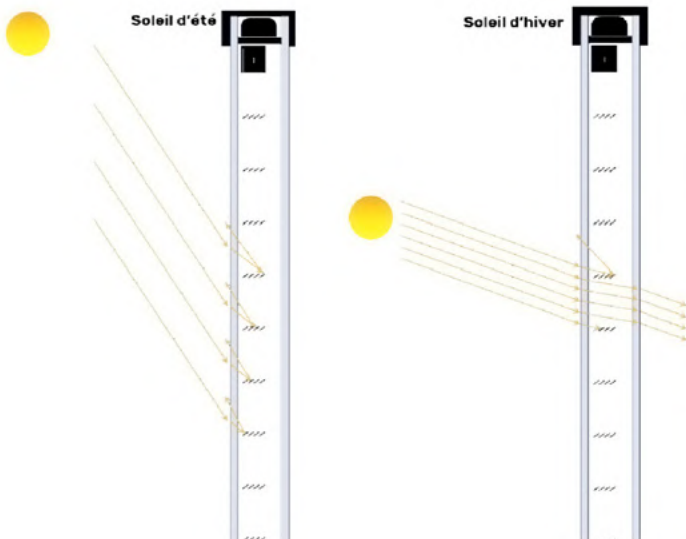
rieures et extérieures aux occupants. L'isolation thermique a été renforcée au niveau de la toiture et mise en œuvre à l'intérieur des locaux chauffés. Le plancher haut des galeries techniques du rez-de-jardin a également été isolé afin de parfaire l'enveloppe thermique du bâti.

D'un point de vue méthodologique, les différentes simulations thermiques dynamiques (STD) réalisées en phase études ont permis d'arbitrer certains choix d'isolation et notamment le traitement des ponts thermiques qui s'avérait assez délicat du fait de l'imposante structure béton et des poutres massives présentes dans le bâtiment. Elles ont également permis de rassurer la maîtrise d'ouvrage sur l'évolution de la température dans les espaces qui n'étaient plus chauffés mais simplement tempérés (halls, coursives). La température minimum calculée sur une année y était de 16,4 °C.

La gestion du confort d'été, un enjeu non négligeable et une réponse innovante

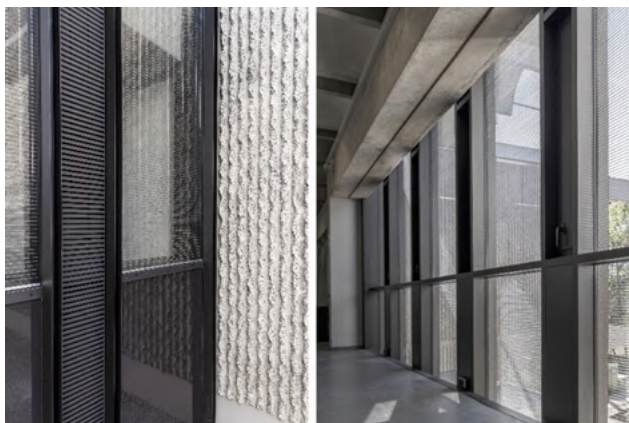
Situé sur les hauteurs de Montpellier, l'ENSAM bénéficie d'un ensoleillement très important et ce tout au long de l'année. La gestion du confort d'été était donc un enjeu primordial

pour les occupants mais aussi sur le plan architectural. Comment lutter contre les apports solaires estivaux sans dénaturer les façades et en étant accepté par l'ABF ? La réponse est venue du bureau d'études Terrel et de la technologie ImmoBlade. En effet, cette entreprise toulousaine créée en 2018 propose des vitrages passifs luttant contre les apports solaires indésirables. Les menuiseries exposées sud, est et ouest intègrent donc désormais à l'intérieur du double vitrage le modèle SoliBlade, composé de lames fixes et miniaturisées dont l'inclinaison est calculée très précisément. Elle dépend de l'orientation de la façade et de sa position géographique. L'avantage de cette technologie, en comparaison avec un vitrage à contrôle solaire classique, est de pouvoir bénéficier en hiver des apports solaires et ainsi réduire les consommations de chauffage. Ces vitrages au bilan carbone optimisé (8,4 kg eq CO₂/m²) permettent donc d'avoir un facteur solaire saisonnier et dynamique tout en étant complètement passifs et en ne nécessitant aucun entretien. Garantissant une transmission lumineuse très satisfaisante, ce produit répondait parfaitement à la demande de l'école dont le souhait était de minimiser les frais d'exploitation. La stratégie de confort d'été a ensuite été complétée par l'intégration dans les meneaux des murs rideaux d'ouvrants



Tig	Solstice d'hiver	Equinoxe	Solstice d'été
9h00	72%		
12h00			
16h00			
Sg	Solstice d'hiver	Equinoxe	Solstice d'été
9h00	49%	62%	62%
12h00	60%	38%	22%
16h00	56%	39%	22%

Principe de fonctionnement des doubles vitrages SoliBlade

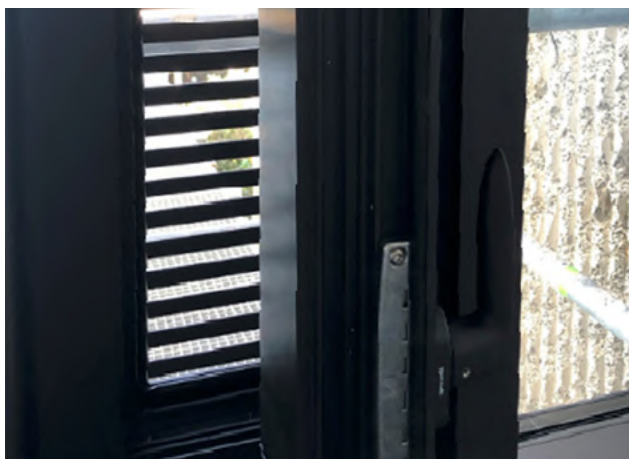


Vitrages SoliBlade vus de l'extérieur et de l'intérieur - Photos © MAIGNIAL Architectes

de ventilation naturelle type FLAP65. D'une largeur de 11 cm et habillés de ventelles, ces ouvrants assurent maintenant une ventilation diurne et nocturne tout en garantissant l'anti-effraction. Enfin, des brasseurs d'air sont venus s'ajouter à ces dispositifs passifs pour garantir le confort estival des occupants.

Systèmes énergétiques : hybridation de la production et photovoltaïque

Concernant les installations CVC, la production de chauffage a été complètement revue. Les deux vieilles chaudières gaz ont été remplacées par une chaudière gaz à condensation et deux pompes à chaleurs réversibles ont été intégrées à la boucle de chauffage de manière à créer un mix énergétique électricité-gaz. Les pompes à chaleurs ont été dimensionnées pour assurer 70 à 75 % des besoins de chauffage, le gaz restant en appoint et permettant notamment d'assurer le complément de puissance pour garantir la température des réseaux des bâtiments non réhabilités (régimes radiateurs haute température). Les réseaux de distribution ont été remplacés dans leur intégralité. L'intervention a été réalisée en deux temps pour garantir la continuité de fonctionnement. Le nouveau réseau a été réalisé en parallèle de l'ancien qui lui a été déposé au rythme des trois



Ouvrant de ventilation naturelle FLAP 65 intégré dans un meuble



Intégration des deux nouvelles pompes à chaleur dans un local technique dédié

phases successives de chantier.

Les anciens radiateurs ont été remplacés par des ventilo-convecteurs haute performance de manière notamment à pouvoir travailler sur des régimes de température plus bas et cohérents avec le fonctionnement des pompes à chaleur. L'intégration des ventilo-convecteurs a également permis de supprimer l'intégralité des unités individuelles de climatisation pour la partie administrative (fonctionnement en mode froid) et de pouvoir gérer la ventilation directement depuis les façades. Des prises d'air gainées sur les ventilo-convecteurs ont été intégrées aux épines des murs rideaux avec des registres pilotés par des sondes CO2 pour les salles d'enseignement. Les nouveaux murs rideaux ont vraiment été conçus comme des façades actives au service du projet technique (passage des réseaux de chauffage, intégration de l'air neuf, ventilation naturelle)

Enfin, une installation photovoltaïque de 150 kWc dimensionnée en autoconsommation avec revente du surplus a été installée en toiture du bâtiment. La production journalière est directement autoconsommée notamment par le fonctionnement des pompes à chaleur en mode chaud ou froid venant limiter les consommations électriques qu'il induisait par rapport à la situation initiale.

L'ensemble de ces nouveaux équipements a été raccordé sur une GTB accessible à distance et permettant de satisfaire les exigences du décret BACS.

Suivi de la performance, maintenance et exploitation

Une fois les travaux terminés, un suivi d'exploitation a été confié au bureau d'études BETSO dont la mission consiste à suivre de manière détaillée les consommations énergétiques et à analyser les données remontant depuis la GTB. Des revues énergétiques régulières sont mises en place avec la Maîtrise d'ouvrage et les autres membres du groupement afin de suivre les résultats. « L'entreprise de travaux ayant récupéré le contrat de maintenance, cela a permis une certaine continuité et a facilité la bonne prise en main des installations. Cela garantissait le fait d'être performant immédiatement après la livraison ». Côté maîtrise d'usage, un manuel à destination des utilisateurs a été rédigé par l'Architecte de manière à vulgariser le fonctionnement des nouveaux systèmes du bâtiment. La route vers le respect des objectifs du décret tertiaire passe aussi et surtout par leur bon usage et donc par une certaine compréhension de la part de l'ensemble des occupants : étudiants, professeurs et aussi personnel administratif.



Intégration des ventilo-convecteurs et de l'air neuf dans les murs rideaux

autoconsomme directement l'énergie produite sur site.

Enfin, l'usage de la GTB et l'analyse des courbes de température ont notamment permis de démontrer que la température dans les espaces non chauffés (halls, coursives) se maintient grâce aux transferts d'air entre 17 et 20 °C selon les orientations et la période considérée

Nous verrons si cette tendance positive se confirme sur la période de rafraîchissement mais les premiers retours sont très encourageants aussi bien pour le groupement que pour la direction de l'école et ses occupants.

La rénovation énergétique de l'ENSAM, un projet Décret Tertiaire global

Des résultats très prometteurs après le premier hiver

Quelques semaines après la fin de la première période de chauffe, les résultats de consommations sont très positifs. A l'échelle de tout le site, sur la période octobre-avril, la consommation de gaz naturel a été réduite de 90 % et celle d'électricité de 4 %, portant la réduction en énergie finale à -72 % et -84 % sur les émissions de gaz à effet de serre. L'hiver ayant été relativement doux, la correction aux DJJU donne une réduction des consommations en énergie finale de -63 % et de -45 % en énergie primaire. Cependant, cette correction est à contrebalancer avec l'augmentation des températures de consigne demandée dans la partie administrative par rapport à la température contractuelle de 19 °C. Ces résultats prometteurs semblent valider le projet technique et la réalisation qui en a été faite et permettent au groupement de respecter ses engagements de performance. Les économies financières générées pendant ces 7 mois s'élèvent à environ 55 000 € TTC.

Concernant les installations techniques, l'hybridation de la production et l'installation des pompes à chaleur, couplée à la mise en œuvre du photovoltaïque n'a pas conduit à une augmentation des consommations électriques car la PAC

Bien que complexe du fait de son architecture, de sa structure mais aussi de son ancienneté, le projet de rénovation de l'ENSAM apparaît pour l'heure comme une réussite et regroupeait l'intégralité des éléments indispensables pour atteindre les objectifs du Décret Tertiaire sur un bâtiment d'enseignement :

- Réduction des besoins et travail sur l'enveloppe thermique
- Création d'un mix énergétique pour décarboner les usages de l'énergie et réduire la consommation en énergie finale
- Travail sur le confort et l'usage des occupants avec implication des utilisateurs
- Instrumentation et suivi de la performance.

Un projet technique certes, mais la force de cette opération a surtout résidé dans la synergie entre les différents acteurs du groupement (maîtrise d'œuvre, entreprises) et la maîtrise d'ouvrage. Un dialogue ouvert et constructif entre l'ensemble des intervenants, y compris les entreprises, a permis de coconstruire et de travailler à l'amélioration continue du projet et ce jusqu'au dernier jour de chantier.

Theo Briane, Dirigeant BETSO



Le manuel.

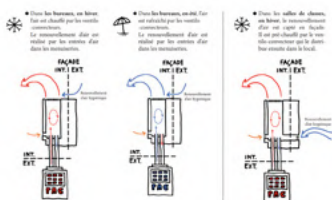
Projet pilote de l'ENSAM



* Projet dont chacun est acteur dont le système est solidaire

Fonctionnement des ventilo-convecteurs

Les ventilo-convecteurs diffusent de l'air chaud et/ou de l'air froid produit par les centrales pompes à chaleur (PAC). Ils sont équipés pour le mode ou inverse de fonctionnement réglable dans chaque pièce.



Fonctionnement des brasseurs d'air

Quand ils agissent les brasseurs d'air :



Manuel à destination des utilisateurs rédigé par MAIGNIAL Architectes et BETSO

Les acteurs

- MOA : ENSAM
 - MOA déléguée : ARAC Occitanie
 - Entreprise générale mandataire : EGM
 - Architecte : Benoît MAIGNIAL
 - BET Structure : TERREL
 - BET Fluides : BETSO
 - Entreprise CVC : TEMPERIA Energies
 - Entreprise ELEC : ITEM
 - Entreprise PV : K-HELIOS
 - Industriels : TECHNAL, IMMOBLADE, CARRIER, ATLANTIC, AIRCALO, SAUTER, FRONIUS
- BUDGET GLOBAL : 4,9 M€ HT**

Vous souhaitez recevoir la revue ?

Devenez membre de l'AICVF en suivant ce lien :

<https://aicvf.org/aicvf/adhesion/>

et accédez à une bibliothèque de dossiers, d'articles ou d'avis d'experts et restez informé(e) des 70 événements organisés partout en France

ENERJMEETING

Le 19 septembre à Lyon

INTERCLIMA-MONDIAL DU BÂTIMENT

Du 30/09 au 03/10 à Paris

H'EXPO

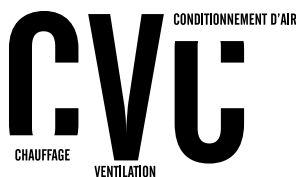
Du 24 au 26/09 à Montpellier

SALON DE L'IMMOBILIER BAS CARBONE

Du 07 au 09/10 à Paris

SALON COPROPRIETE ET HABITAT

Les 06 et 07/11 à Paris



LA REVUE DES CLIMATICIENS

66, rue de Rome - 75008 Paris
Tél. : 01 53 04 36 10
Fax : 01 42 94 04 54
www.aicvf.org
cvc@aicvf.org

ÉDITION

Directeur de la publication : Frank Hovorka
Rédacteur en chef : Frédéric Massip
Comité de rédaction : Mohamed Abdelmoumene, Charles Arquin, Franck Benassis, Christian Feldmann, Vianney Fullhardt, Philippe Herbulot, Jean-Christophe Leonard, Pierre Picard, Carine Serreli, Jean-Marie Souchet, Philippe Vail
Chargé de mission : Michel Laval

RÉALISATION

Editions Parisiennes SAS (Edipa)
6, passage Tenaille
75014 Paris
Tél. : 01 45 40 30 60
Fax : 01 45 40 30 61
contact@edipa.fr
www.lebatimentperformant.fr
Conception graphique : Julien Josset

Photo de couverture : Le collège Les Chatenades à Mussidan

Les articles publiés sont sélectionnés avec soin en regard de leur intérêt pour les professionnels de la climatique ; les auteurs expriment en toute liberté leur point de vue et ni l'AICVF ni les Éditions Parisiennes ne sauraient être tenus responsables des articles publiés, ceux-ci relevant de la seule responsabilité de leurs auteurs. Toute reproduction ou représentation intégrale ou partielle, par quelque procédé que ce soit, des pages publiées dans la présente publication, faite sans l'autorisation de l'éditeur est illicite et constitue une contrefaçon. Seules sont autorisées, d'une part les reproductions strictement réservées à l'usage privé du copiste et non destinées à une utilisation collective et, d'autre part, les analyses et courtes citations justifiées par le caractère scientifique ou d'information de l'œuvre dans laquelle elles sont incorporées (loi du 11 mars 1957 - art. 40 et 41 et Code pénal art. 425).



CLIM'AGORA 04

• Bâtiment et mobilité, deux secteurs qui se rejoignent

QUESTIONS À 06

• Thierry Laquitaine, président de Circolab

VIE DE L'ASSOCIATION 09

• Interview de Frank Hovorka, président de l'AICVF, sur « Radio immo »

UN MÉTIER, DES TALENTS 12

• Mireille Rameh
• Philippe Nunes

UN MÉTIER, DES ÉLANS 14

• La Rochelle Université
• Le Costic

PROFESSION 22

• Diamètre des réseaux hydrauliques de chauffage dans les bâtiments et pertes de charges, quels critères optimaux ?
• Hommage à Bernard Missenard
• Les pieux géothermiques : faire d'une contrainte un atout pour la résilience climatique
• Brouillard d'eau : une avancée dans la protection des charpentes de cathédrales

AVIS D'EXPERTS 26

• Principaux acronymes, termes et définitions employés dans le génie climatique
• Directive EPBD révisée : ce qui change
• L'édition 2024 de la « Rehva Student Competition »

DOSSIER 38

DÉCRET TERTIAIRE/DÉCRET BACS : LA RÉNOVATION ÉNERGÉTIQUE DES BÂTIMENTS D'ENSEIGNEMENT

DOSSIER 60

DATA CENTERS : LE DÉFI ÉNERGÉTIQUE

RÉGLEMENTATION 74

• Réglementation du Génie Climatique : textes réglementaires publiés au 2^{ème} trimestre 2024
• Arrêté du 24 avril 2024 : un texte attendu pour préciser les modalités de pilotage des bornes

INNOVATIONS 76

Une sélection de produits et solutions techniques