

CONFORT D'ÉTÉ

Lors d'un précédent dossier technique à la rentrée 2019, le comité de rédaction avait présenté une approche du confort d'été avec la mise en évidence des impacts du changement climatique sur le mode de conception des bâtiments. Nous avons alors abordé la nécessité d'étudier le bâti et les systèmes techniques en considérant la hausse des pics de chaleur et la hausse des potentiels sinistres notamment. Et nous avons également abordé l'impact de la conception à l'échelle urbaine sur l'îlot de chaleur.

Cette année, pour compléter la réflexion globale, nous proposons un dossier complémentaire apportant un éclairage sur les outils d'aide à la conception (les scénarios climatiques, les simulations thermiques dynamiques) et sur la prise en compte dans la réglementation. Des exemples de solutions illustrent enfin l'utilisation des énergies renouvelables et la gestion intelligente du renouvellement d'air pour gérer le confort estival et la qualité de l'air.

Dossier coordonné par Solène Duprat, Scoping, Charles Arquin, Pouget Consultants, et Christian Feldmann

Proposer des solutions viables et intelligentes

Qualité de l'air

Solutions

Évolution de la filière

Par Michel Duclos, membre AICVF, président, propos rapportés par le comité de rédaction

Dans un contexte énergétique et législatif incertain, notre métier doit se questionner sur ses réponses en matière de confort d'été.

Nous retiendrons de 2020 que la santé au sein d'un bâtiment aura été la thématique majeure de notre filière ; l'énergie n'est plus le seul objectif de la conception en matière de génie climatique. Et pour concilier santé, énergie et confort, il est à parier qu'il faudra faire des concessions.

Que faisons-nous maintenant que réaliser des économies ne peut plus se faire au

détriment de la santé et du confort ? Nous le savions avant ; nous devons le mettre en pratique maintenant. Pour que les « bouteilles thermos » inconfortables ne soient plus une réalité, réflexion post-Covid faite, chaque fabricant propose des produits concurrentiels.

La première étape est de travailler avec des solutions non uniques portées par des fabricants multiples. Et c'est à nous,

membres de l'AICVF, de coordonner les différents intervenants. L'idée n'est pas de proposer des produits mais plutôt des solutions. La filière doit pouvoir compter sur nous et sur nos idées. La base sera évidemment de revoir les textes en matière de qualité d'air, qui datent maintenant de presque quarante ans. Toute la sphère a évolué : les solutions techniques, le climat, les acteurs... Les textes doivent également prendre la direction de la mise à niveau.

Suite à cela, la difficulté sera certainement d'outrepasser le surcoût à la livraison du

bâtiment au profit de coûts d'entretien et maintenance réduits à terme. Il faudra travailler différemment : le cycle de l'air nécessite un travail de fond et les solutions doivent s'adapter à chaque fois en fonction de la localisation et de l'usage notamment.

Des acteurs à l'écoute

Sommes-nous prêts à accepter ces changements de paradigme suite aux dégâts environnementaux constatés ? Sommes-nous capables d'accepter des conditions différentes de travail ?

Il faut aussi pouvoir s'entourer d'interlocuteurs ouverts, conscients et sensibles à la question du confort, de la qualité de vie et de la qualité d'air. Ces acteurs doivent être à l'écoute des solutions du génie climatique. Nous devons pouvoir compter

sur des architectes, des bureaux d'études environnements, des maîtres d'ouvrage et en particulier une force publique motrice et en accord avec des objectifs clairs et stables.

En effet, à ce jour nous ne savons pas vraiment (ou sûrement) où l'on souhaite nous mener. La RE 2020 semble se diriger vers l'électricité et la PAC, solution certes intéressante pour gérer tant l'économie d'énergie en hiver et la possibilité d'un confort d'été maîtrisé. Mais à quel prix ? À outrance ces solutions alimenteront l'îlot de chaleur urbain et dégraderont le pilotage et l'approvisionnement énergétique national. Car peut-on se diriger vers des systèmes par lesquels nous ne sommes pas sûrs d'être alimentés en énergie demain ? Une autonomie de ces approvisionnements est-elle pensable ? Il est donc

nécessaire de s'orienter vers des solutions diversifiées : en ville des compléments par la végétalisation sont incontournables, de même qu'une production de l'électricité par du solaire très abondant en été, etc. Voici la problématique centrale de notre métier : quelles réponses pouvons-nous tous apporter, sachant qu'un des paramètres majeurs de l'équation (la disponibilité de l'énergie) n'est pas fiable ? Aurons-nous à disposition le kilowatt-heure nécessaire, notamment estival, dans dix ans ? La problématique de la gestion du confort d'été reste donc essentielle. C'est pourquoi l'AICVF propose et continuera à proposer des échanges techniques, que ce soit par des colloques, par des articles ou des webinaires, pour aider la filière à imaginer et concevoir des solutions viables et intelligentes. ■

Confort d'été et consommation : deux thèmes de travail importants

Consommation de climatisation

RE 2020

Critères de confort d'été

Par Cédric Beaumont, directeur technique du Costic

Le confort d'été pourrait devenir un critère de plus en plus critique pour l'habitabilité de nos bâtiments. Mais l'évaluation et l'amélioration du confort d'été restent à ce jour des approches souvent mal maîtrisées.

Le confort thermique est l'objet et l'objectif principal du génie climatique. Si le confort d'hiver, traité par les techniques de chauffage, est assuré dans la grande majorité des bâtiments, si la panoplie des technologies et de l'offre produits est suffisamment large pour couvrir toutes les situations (tant pour le neuf que pour l'existant) et si les pratiques professionnelles nécessaires sont globalement connues et maîtrisées (tant pour les aspects de définition des objectifs de confort, de conception et de

dimensionnement des installations et de méthode d'estimation et d'analyse des consommations), il est loin d'en être de même pour le confort d'été.

Caractérisation du confort d'été : objectiver le subjectif

Si les pratiques en matière de confort d'hiver sont relativement homogènes, la caractérisation du confort estival pose plus de difficultés. D'une part, parce que les stratégies de confort peuvent reposer sur des paramètres physiques autres que

la seule température résultante, principalement l'humidité et la vitesse d'air. D'autre part parce que la physiologie humaine et l'adaptation du comportement font que le point de confort n'est pas le même d'une personne à l'autre et qu'une même personne peut développer des stratégies d'adaptation qui sont elles-mêmes variables dans le temps en fonction de multiples paramètres (vêtue, conditions extérieures, stress, fatigue...). Ainsi, l'état de l'art en matière d'indicateur de confort englobe des approches variées. Citons notamment (► encadré 1) :

- les travaux bien connus du professeur Fanger qui sont aujourd'hui traduits principalement dans la norme ISO 7730, qui définit les indices PMV et PPD ;
- le confort adaptatif (décrit dans la ►►►

Principaux critères permettant d'estimer le confort d'été

1. La température opérative

La température opérative ou, comme nous préférons la dénommer, « température résultante sèche », est un indicateur synthétique qui caractérise les échanges thermiques par convection et par rayonnement auxquels se trouve soumis un individu dans un local donné. Pour des vitesses faibles de l'air, la température opérative peut être exprimée de façon approchée par la relation suivante :

$$T_o = (T_a + T_r) / 2$$

dans laquelle T_a est la température de l'air et T_r la température radiante moyenne des parois du local.

2. Le PMV et le PPD (norme NF EN ISO 7730)

La norme ISO 7730 « Ergonomie des ambiances thermiques – Détermination analytique et interprétation du confort thermique par le calcul des indices PMV et PPD et par des critères de confort thermique local » décrit les deux indicateurs PMV et PPD.

Le PMV (*Predicted Mean Vote*, vote moyen attendu) est un indicateur qui, en se fondant sur le bilan des échanges thermiques entre le corps humain et son environnement, va déterminer une « note de confort » (de -3 pour « très froid » à +3 pour « très chaud », avec 0 pour « neutre »). Le calcul du PMV tient compte du niveau d'activité de l'occupant (le met traduit l'activité physique d'une personne ; une valeur de 1,2 met correspond à une activité sédentaire), de la tenue vestimentaire (l'isolation vestimentaire s'exprime en clo), de la température résultante de l'air ambiant, de l'humidité et de la vitesse de l'air ambiant.

Par des approches expérimentales et statistiques, Fanger a ajouté au PMV le PPD (*Predicted Percentage of Dissatisfied*, pourcentage attendu d'insatisfaits). Ce modèle décrit comment le pourcentage d'occupants insatisfaits de leur confort augmente lorsque l'on s'écarte du confort neutre (PMV = 0).

3. Le confort adaptatif (normes NF EN 16798-1 et NF EN 15251)

La norme NF EN 16798-1 « Performance énergétique des bâtiments – Ventilation des bâtiments – Partie 1 : données d'entrées d'ambiance intérieure pour la conception et l'évaluation de la performance énergétique des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, l'ambiance thermique, l'éclairage et l'acoustique (module M1-6) » est récemment (en mai 2019) venue remplacer la norme NF EN 15251 « Critères d'ambiance intérieure pour la conception et l'évaluation de la performance énergétique des bâtiments couvrant la qualité de l'air intérieur, la thermique, l'éclairage et l'acoustique » qui datait de 2007.

L'approche adaptative du confort thermique est apparue pour combler l'absence de critère dédié spécifiquement aux bâtiments non climatisés. Le modèle repose sur l'hypothèse que l'être humain n'est pas passif face à son environnement, mais qu'il joue un rôle actif dans la création de ses conditions de confort. L'adaptation du confort thermique par les occupants peut ainsi avoir des origines comportementales (régulation consciente ou inconsciente du métabolisme, ajustement de la vêtue, ajustement de l'activité) ou psychologiques (attentes variables liées à l'environnement dans lequel se trouve le sujet). Dans l'approche adaptative, les critères de confort évoluent avec la température extérieure.

>>> norme NF EN 16798-1, qui a récemment remplacé la norme NF EN 15251), de plus en plus utilisé depuis une dizaine d'années ;

- la définition d'un seuil fixe de température maximale (comme le propose le référentiel HQE) ;

- les indicateurs spécifiques à la réglementation thermique française.

Soulignons également que, au-delà de la formulation de ces différents indicateurs, la détermination du seuil permettant de définir les objectifs de confort est également un exercice peu aisé et souvent quelque peu arbitraire.

Plus de confort d'été avec des étés plus chauds !

Les épisodes caniculaires de ces dernières années et l'évolution des niveaux d'isolation et d'étanchéité à l'air ont attiré l'attention des professionnels et des pouvoirs publics sur cette question du confort d'été.

De plus, sur le plan du climat (extérieur), la tendance sur ces dernières années, tout comme les projections pour les prochaines décennies, laissent à penser que nos bâtiments seront de plus en plus souvent soumis à des séquences difficiles sur le plan du confort (> **tableaux A et B, figure 1**).

La rénovation thermique des bâtiments, menace ou opportunité pour le confort d'été ?

Nous savons combien aujourd'hui le calcul réglementaire est au cœur de la conception des bâtiments neufs. La prochaine réglementation, RE 2020, introduira un nouvel indicateur et de nouvelles exigences en matière de confort d'été. La qualité d'ambiance (et la consommation énergétique nécessaire pour la maintenir) de nos futurs bâtiments en dépendra directement.

Pour le parc des bâtiments existants, la rénovation énergétique est au cœur des politiques publiques actuelles. Or, un certain nombre d'actions d'amélioration énergétique (notamment celles qui portent sur l'enveloppe du bâtiment) peuvent avoir un impact sur le confort d'été post-rénovation. Ce lien peut

constituer à la fois un risque (il convient de s'assurer que le renforcement de l'isolation et/ou de l'étanchéité à l'air ne va pas dégrader le confort d'été) mais également une opportunité. En effet, les acteurs professionnels de la rénovation témoignent du fait que l'amélioration du confort constitue, pour les foyers qui engagent des travaux, une motivation au moins aussi importante que la recherche des économies financières.

Soulignons par ailleurs que, hormis les outils de simulation thermique dynamique dont l'utilisation n'est économiquement pas justifiée pour les petits projets (maison individuelle, copropriété de quelques dizaines de lots ou encore patrimoine immobilier des petites communes...), aucun des outils d'audit énergétique du marché ne traite de la question du confort d'été. Ni pour le caractériser à l'état initial du bâtiment, ni pour évaluer l'impact des travaux envisagés, ni pour permettre de préconiser des travaux portant spécifiquement sur son amélioration (mise en place de protections solaires, par exemple).

Les consommations de climatisation, objet d'étude

Enfin, il est difficile de traiter de ce thème

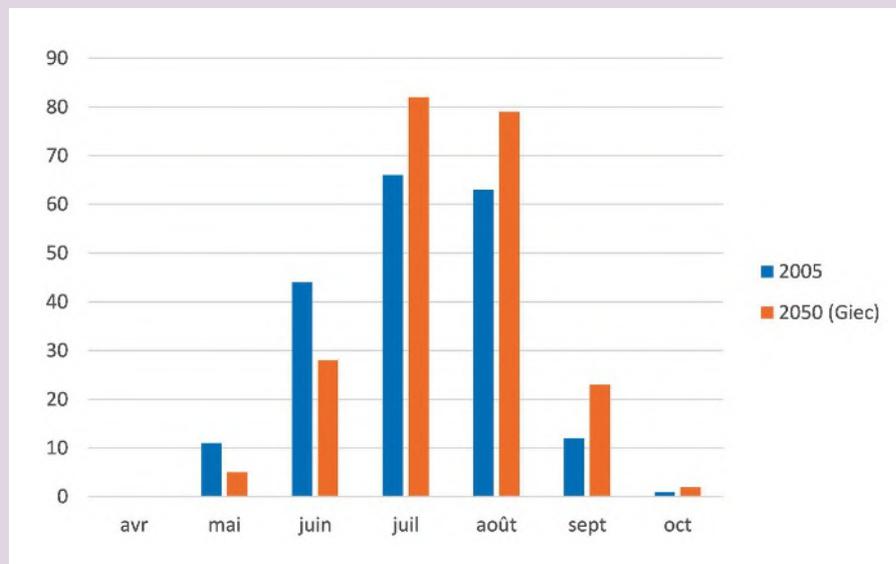


Figure 1 Comparaison entre les Dj_{r_22} (degrés-jours de refroidissement en base 22) entre l'année 2005 et un des scénarios du Giec pour 2050. Sur la base de ces données, on observerait une augmentation d'environ 10 % du nombre de Dj_{r_22}. Costic ; source des données : Météonorm

sans évoquer le « décret tertiaire » ou « décret éco-énergie tertiaire »¹ qui se met en place progressivement. Dans les années à venir, ce texte va donner aux professionnels l'opportunité de s'emparer à bras-le-corps de toutes les questions qui, si elles sont depuis longtemps maîtrisées pour les consommations de chauffage, le sont beaucoup moins pour les consommations de climatisation :

- quelle est la part des consommations de climatisation dans les bâtiments ?
- quel est le niveau de performance pouvant être atteint sur ce poste ?
- quel est l'impact de la conception architecturale sur celle-ci, ainsi que du contexte urbain du bâtiment ?
- comment suivre et analyser les consommations de ce poste selon qu'il soit ou non sous-compté ?

>>>

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Lille	28,4	31,2	32,9	31,7	28,1	25,4	28,8	29,8	34,5	29,6	29,3	27,7	32,2	28,5	34,4	29,9	33,9	31,6
Lyon	38,4	33,9	36,9	32,8	32,2	33	32,2	31,4	35,6	33,3	33,1	35,2	34,7	33,4	36,6	33,5	38,4	33,5
Paris	31,9	31,5	34,3	33,5	31,6	29,7	31,1	31,1	36,8	32,6	29,2	28,7	34,2	32,5	36,9	33	36,5	35,2
Nantes	36,2	30,9	35,2	30,7	27,1	27,6	31,6	31,6	36	30,4	28,3	29,1	37,1	28,1	36,5	33,1	38,6	33,4
Strasbourg	36,1	32,7	34,3	32,8	30,7	31,7	30,7	31,7	34,1	32,5	35,8	37	34,6	34,8	35,3	31,4	38,8	30,6
Orange	38,1	35,4	37,7	35,2	32,8	34,5	34,9	34,6	33,9	35,4	34,6	36,8	35,7	35	37,1	33,3	41,2	34,3

Tableau A : Chronique 2003/2020 des températures maximales observées au mois de juin pour différentes stations (source : service DJU Costic). Le code couleur se lit ligne par ligne, du rouge (pour la valeur la plus élevée pour une station donnée) au vert (pour la valeur la moins élevée pour cette même station).

	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Lille	12	7	26	16	3	2	10	14	15	3	6	5	13	5	29	13	25	14
Lyon	133	41	71	67	31	41	35	31	33	41	28	57	51	28	82	41	77	35
Paris	40	17	47	28	12	15	19	29	25	10	12	17	33	13	53	25	52	25
Nantes	37	23	43	25	5	6	20	22	17	9	5	18	22	7	34	27	40	14
Strasbourg	75	18	53	39	23	26	20	28	24	22	30	39	28	23	51	35	63	24
Orange	138	72	95	85	53	61	64	52	47	65	42	85	80	56	108	52	96	58

Tableau B : Chronique 2003/2020 des Dj_{r_22} (degrés-jours de refroidissement en base 22) observés au mois de juin pour différentes stations (source Costic ; source des données : service DJU Costic). Le code couleur se lit ligne par ligne du rouge (pour la valeur la plus élevée pour une station donnée) au vert (pour la valeur la moins élevée pour cette même station).

>>> - quel est le meilleur indicateur météorologique pour corriger les consommations constatées (degré-jour de refroidissement ? degré-jour enthalpique ? en base 20 °C, 22 °C, 24 °C ?) ?
- comment sensibiliser les occupants de ce type de bâtiment pour générer des économies d'énergie (> encadré 2) ? ■

1. Décret n° 2019-771 du 23 juillet 2019 relatif aux obligations d'actions de réduction de la consommation d'énergie finale dans des bâtiments à usage tertiaire.

Métroclim, un concept pour sensibiliser les occupants aux économies d'énergie

Le concept « Métroclim », développé par le Costic, repose sur l'enregistrement de la consigne de confort et construit, à partir de cette information, un comptage et des messages de sensibilisation. Fiable, simple à mettre en œuvre, flexible, ce procédé permet également de mettre en place un dispositif d'individualisation des charges de chauffage et de climatisation. Le procédé Métroclim a été déployé et expérimenté sur des bâtiments de l'université de l'île de La Réunion, permettant d'en réaliser la preuve de concept. Les lecteurs intéressés par l'idée et souhaitant en savoir plus sont invités à se rapprocher de l'auteur de cet article.

L'évolution des températures : état des connaissances

Changement climatique

Évolution des températures

Giec

Par Olivier Papin, responsable innovations chez E6 Groupe Nepsen

Le climat change et les outils de modélisation des concepteurs peuvent d'ores et déjà intégrer les changements sur les données des températures de référence et leurs évolutions.

Nous avons eu l'occasion d'étudier l'impact des profils de température de référence sur des STD de projets et d'y insérer les simulations de climats « futurs ». Le constat est sans appel : si les besoins de chauffage vont aller en diminuant, ceux de climatisation vont devenir plus prégnants. Et en période estivale, le nombre de jours d'inconfort dans les bâtiments et dans les villes va aller en augmentant.

Il devient donc intéressant d'intégrer les évolutions climatiques dans la conception

d'aujourd'hui. Pour ce faire, il convient de bien comprendre les scénarios climatiques. Dans le cadre des modèles de prévision, ceux du Giec font autorité.

À l'échelle mondiale

Dans le contexte mondial, le constat sur le réchauffement climatique est alarmant :
- en 2017, le réchauffement global a atteint + 1 °C (± 0,2 °C) par rapport à la période pré-industrielle ;
- les émissions de gaz à effet de serre d'origine anthropique provoquent une

hausse moyenne des températures de l'ordre de 0,2 °C par décennie à l'échelle de la planète.

Le Giec, dans son dernier rapport publié en 2014, explique qu'une hausse de 1,5 °C de la température aurait de « *lourdes conséquences sur le climat mondial* :

- les vagues de chaleur et les fortes précipitations seraient plus fréquentes ;
- les sécheresses plus fréquentes par endroit ;
- les calottes groenlandaises et antarctiques seraient possiblement déstabilisées, avec une possible élévation massive du niveau de la mer. »

Trois types de scénarios ont été modélisés par les experts du Giec, du plus

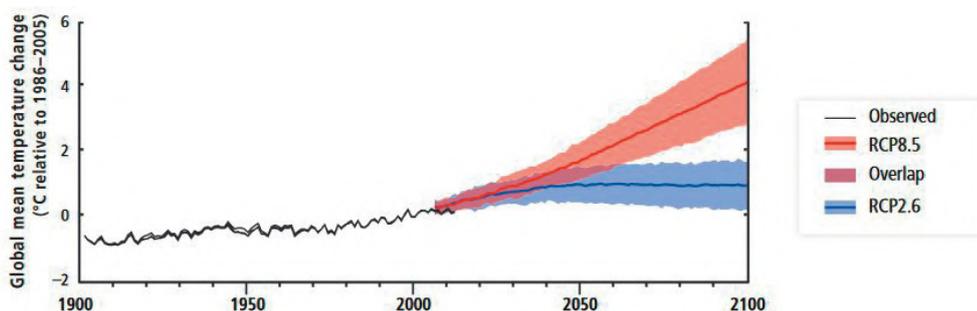


Figure 1 Les trois scénarios du Giec (source : Climate Change 2014 Impacts, Adaptation and Vulnerability Part A: Global and Sectoral Aspects - Giec)

optimiste au plus pessimiste (> **figure 1**). Ils permettent de se rendre compte des changements attendus et d'en déduire les conséquences qui vont toucher le territoire :

- **RCP2.6** : considéré comme le scénario le plus optimiste en termes d'émissions de GES, il décrit un pic d'émissions suivi par un déclin. Il présente un pic de la population mondiale en milieu du siècle, suivi par un déclin. Un effort serait à faire pour prendre en compte une évolution rapide des structures économiques et environnementales.

- **RCP4.5** : considéré comme le scénario intermédiaire/médian, avec une stabilisation de nos émissions de GES. Il suppose une croissance économique rapide avec l'accent sur une orientation des choix énergétiques équilibrés entre les énergies fossiles et les énergies renouvelables et nucléaires. Une supposition également portée sur le développement de nouvelles technologies plus efficaces.

- **RCP8.5** : considéré comme le scénario le plus pessimiste, prévoyant une croissance de nos émissions de GES. Il décrit un monde très hétérogène caractérisé par une forte croissance démographique associée à un faible développement économique et un lent progrès technologique.

À l'échelle nationale

Les simulations récentes prévoient également de fortes modifications des climats nationaux pour la fin du XXI^e siècle (scénarios RCP2.6, RCP4.5 et RCP8.5 du Giec). Les résultats mettent en évidence une augmentation progressive de la température moyenne annuelle au cours des prochaines décennies, pour les trois horizons considérés.

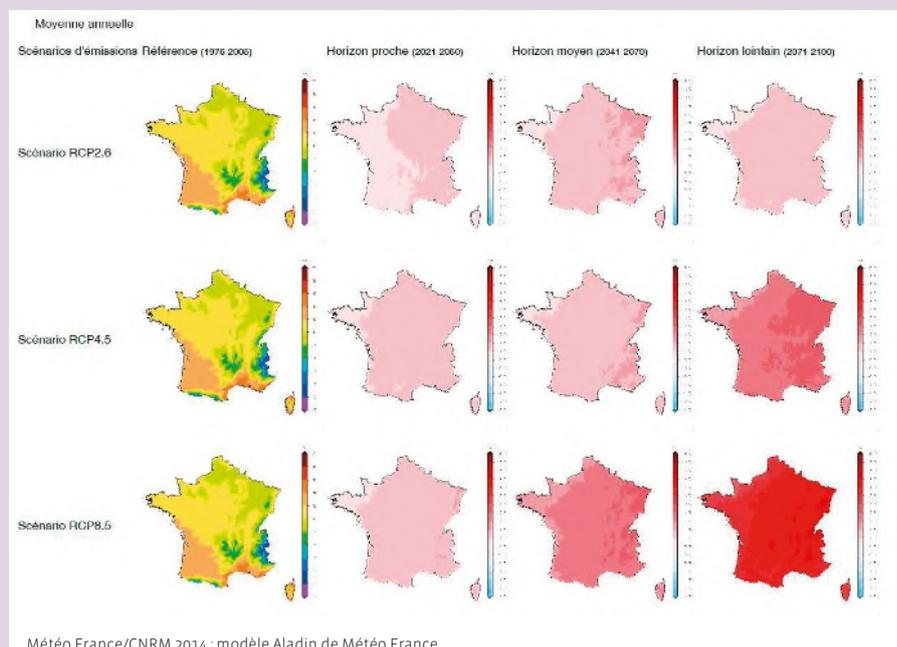
Cette augmentation est croissante pour les scénarios RCP4.5 et RCP8.5 mais a tendance à se stabiliser, voire à diminuer en fin de siècle, pour le scénario RCP2.6.

Augmentation des températures moyennes annuelles :

- d'ici 2050 : + 1 à 2 °C pour les régions d'influence atlantique et méditerranéenne, et + 2 à 3 °C pour les territoires plus continentaux ;

- fin du XXI^e siècle : + 3 à 4 °C pour la façade nord-ouest, et + 4 à 5 °C pour le reste du territoire.

>>>



Météo France/CNRM 2014 : modèle Aladin de Météo France

Figure 2 Anomalie de température moyenne quotidienne : écart entre la période considérée et la période de référence (°C)

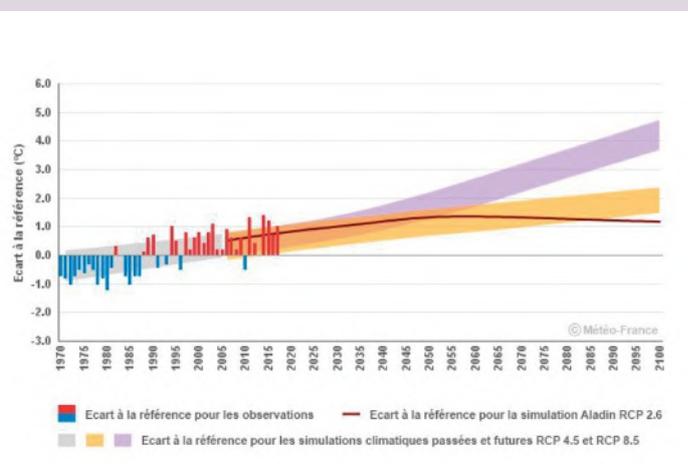


Figure 3 Température moyenne annuelle en France métropolitaine : écart à la référence 1976 – 2005. Observations et simulations climatiques pour trois scénarios d'évolution RCP 2.6, 4.5, 8.5

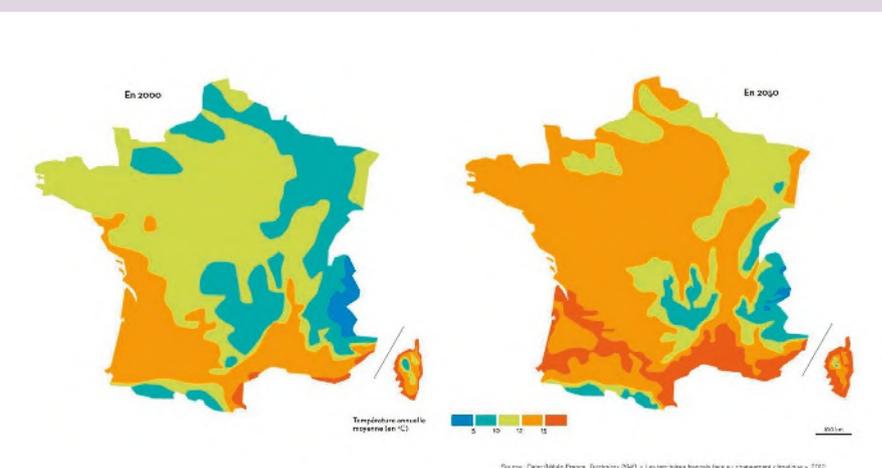


Figure 4 Hausse des températures moyennes en cinquante ans (source : Datar / Météo France, Territoires 2040, « Les territoires français face au changement climatique »)

>>> Ces modifications se traduisent en cinq points marquants d'ici la fin du siècle (horizon lointain 2071/2100) :

- forte hausse des températures moyennes : de 0,9 °C à 1,3 °C (RCP2.6), mais pouvant atteindre de 2,6 °C à 5,3 °C en été pour le scénario de croissance continue des émissions (RCP8.5) (> figures 2 à 4) ;
- augmentation du nombre de jours de vague de chaleur qui pourrait dépasser les 20 jours au sud-est du territoire métropolitain (scénario RCP8.5) ;
- diminution des extrêmes froids ;

- augmentation des épisodes de sécheresse, notamment dans la large partie sud du pays ;

- renforcement des précipitations extrêmes sur une large partie du territoire.

Les conséquences en termes de consommations

Nous avons eu l'occasion de faire évoluer les STD sur des projets de logements collectifs et individuels sur la métropole bordelaise. Dans le cadre d'un bilan énergétique global, le nombre de

kilowattheures consommés évolue assez peu, c'est plutôt sa répartition qui change : moins de chauffage, plus de climatisation.

Selon les typologies de bâtiments et de logements, les consommations de chauffage peuvent baisser de 10 % à 25 %. En revanche les consommations de climatisation peuvent augmenter de 35 à 70 % dans le cadre des scénarios les plus défavorables (RCP8.5). S'il était encore besoin de rappeler la nécessité d'anticiper ces enjeux ! ■

RE 2020, confort quatre saisons !

Réglementation

Degré-heure

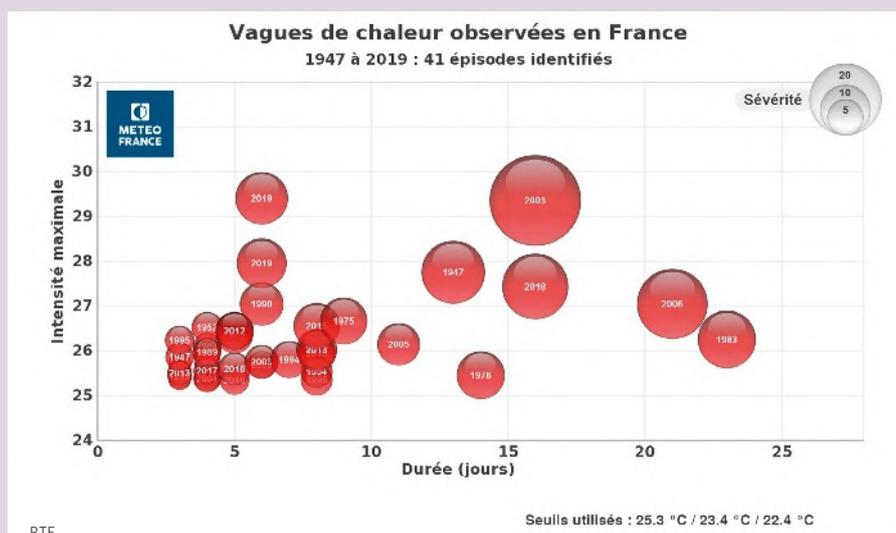
Conception

Par Charly De Laâge, responsable efficacité énergétique chez Isover France et Rodrigue Leclech, responsable construction chez Pouget Consultants

Les annonces gouvernementales faites le mardi 24 novembre 2020 mettent l'accent sur la sobriété énergétique, levier principal, essentiel, pour réduire de façon massive les besoins thermiques de nos bâtiments, et qui garantira de façon certaine une diminution de nos émissions carbone. Cela va se traduire par une amélioration de 30 % du Bbio, ce fameux indicateur de la RT 2012 qui devait pousser la construction bioclimatique, c'est-à-dire adapter nos bâtiments aux contraintes climatiques et à leur environnement.

Force est de constater que la dizaine d'années écoulées à construire selon la RT 2012 n'a pas modifié les pratiques. Nos architectes répondent aux commandes de nos maîtres d'ouvrage, s'attachant donc en premier lieu à remplir la parcelle, maximiser la surface de plancher au regard des règles d'urbanisme, à défaut de règles de bon sens. La pierre n'est pas à jeter non plus aux maîtres d'ouvrage, le sacro-saint « bilan » d'une opération n'est pas évident à « faire tourner » pour atteindre les objectifs de rentabilité, de *cash-flow*, et payer les montants excessifs des terrains constructibles. Aucune attention n'est donc portée aux contraintes ni aux qualités d'une parcelle, et vous retrouverez les mêmes projets, les mêmes morphologies, les mêmes architectures à Lille, à Strasbourg ou à Montpellier.

La conception bioclimatique devrait donc enfin devenir prioritaire avec la RE 2020, aussi bien pour limiter les consommations en hiver que pour limiter le recours à la climatisation en été. En effet, le Bbio de la RE 2020 intégrera de façon systématique les besoins de froid du bâtiment



RTE

Figure 1 Intensité des vagues de chaleur dans les scénarios simulés et comparaison avec les épisodes historiques

(> **encadré 1**), poussant ainsi les équipes de maîtrise d'œuvre à concevoir des projets performants sur les quatre saisons ! De plus, le nouvel indicateur créé pour la RE 2020, le degré-heure (> **encadré 2**) propose une approche plus intéressante que la Tic de la RT 2012. Cet indicateur présente l'intérêt de mesurer à la fois l'intensité d'une vague de chaleur, sa durée et d'adapter le seuil d'inconfort perçu en fonction des conditions extérieures (nous supportons ainsi mieux une température élevée quand elle a été précédée d'une évolution progressive plutôt que brutale). De plus, afin de préparer la conception des bâtiments aux évolutions climatiques futures, le calcul des degrés-heures va être réalisé sur un été intégrant un scénario caniculaire correspondant à l'été 2003. La RE 2020 va donc être une étape importante pour mieux encadrer la notion de confort estival et l'intégrer dans les réflexions et les conceptions des équipes de maîtrise d'œuvre et dans les choix de maîtrise d'ouvrage.

Isoler pour réduire les consommations, c'est aussi isoler contre la chaleur

À la construction, l'approche bioclimatique va donc s'imposer avant l'installation des systèmes actifs. L'élément principal est bien sûr de se protéger des apports solaires en jouant sur l'orientation des baies, en adaptant le facteur solaire des baies avec des vitrages à contrôle solaire par exemple, et en généralisant les occultations extérieures, mobiles de préférence.

Les volets perméables à l'air et à la lumière devront être mieux valorisés dans la réglementation puisque plus agréables à vivre et donc plus utilisés par les occupants. Le critère traversant des logements a également un impact important pour « rafraîchir » les logements la nuit *via* un courant d'air naturel. Nous savons ce critère important mais compliqué à mettre en œuvre sur une part élevée de logements du fait des règles d'urbanisme qui imposent la volumétrie des bâtiments. La réflexion devra tout de même être menée sur l'orientation des logements mono-orientés, très certaine-

Les seuils de la RE 2020

De nombreux bâtiments construits selon la RT 2012 s'avèrent inconfortables en cas de fortes chaleurs, au détriment de leurs occupants ou usagers. Or, le réchauffement climatique va intensifier et augmenter le nombre d'épisodes caniculaires. C'est pourquoi, pour que les bâtiments de demain soient adaptés au changement climatique, le Gouvernement a souhaité que la RE 2020 améliore nettement la prise en compte du confort d'été en fixant une exigence spécifique. La RE 2020 intégrera d'abord le besoin de froid dans le calcul du besoin énergétique du bâtiment (Bbio) en complément du besoin de chaud et d'éclairage, le Bbio étant soumis à des exigences renforcées. Sur la base d'un scénario météo similaire à la canicule de 2003, un indicateur de confort d'été sera calculé lors de la conception du bâtiment, qui s'exprimera en degrés-heures (DH). La RE 2020 fixera un seuil haut maximal de 1 250 DH qu'il sera interdit de dépasser, ce qui correspondrait à une période de 25 jours durant laquelle le logement serait continuellement à 30 °C le jour et 28 °C la nuit. Ce seuil sera le même partout en France et sera plus difficile à respecter dans le sud de la France (pourtour méditerranéen et arrière-pays provençal). Pour les logements construits dans ces zones climatiques chaudes, il sera possible de déroger à certaines exigences constructives, notamment celles qui nécessiteraient un recours trop important à des matériaux biosourcés.

Parallèlement, la RE 2020 fixera un seuil bas à 350 DH, à partir duquel des pénalités s'appliqueront dans le calcul de la performance énergétique. Ces pénalités seront forfaitaires afin d'inciter tous les bâtiments à faire des efforts de conception permettant de réduire le nombre d'heures au-dessus du seuil. Dans l'ensemble des cas, les solutions de climatisation dites passives seront encouragées par la réglementation, à travers son moteur de calcul, qu'il s'agisse par exemple de la forme du bâtiment, de son orientation, des protections contre le soleil, de l'installation de brasseurs d'air ou encore de puits climatiques, etc. Il s'agit d'améliorer à faible coût et de manière durable le confort des bâtiments l'été. Cet indicateur et cette exigence sont nouveaux pour une réglementation thermique et la réalité exacte du niveau de confort d'usage qu'ils traduisent reste à évaluer finement. Aussi, en fonction des retours d'expérience à l'issue des premières années de réglementation, cette exigence pourra être renforcée.

ment interdits au sud et à l'ouest dans les zones climatiques les plus chaudes de France. Enfin le végétal (arbres sur la parcelle, parois végétalisées) pourra également jouer un rôle important dans le confort des logements par l'ombrage créé et l'évapotranspiration des plantes. Cette conception d'été est essentielle pour éviter de se retrouver dans quelques décennies avec un pic de consommation

électrique estival, dû à une augmentation de l'usage de climatisation, forcément plus émetteur de carbone que s'il n'y a pas ou peu de demande. Les solutions actives de climatisation auront aussi l'effet pervers de rehausser l'effet d'îlot de chaleur urbain déjà largement constaté et qui a un impact important dans l'inconfort ressenti en ville. >>>

Le degré-heure

Il s'agit du nombre d'heures dans l'année durant lesquelles la température intérieure simulée du bâtiment dépasse le seuil de 28 °C le jour et 26 °C la nuit. Par exemple, pour simplifier, s'il fait 20 °C toute l'année dans un logement, excepté pendant 10 jours et 10 nuits durant lesquels la température grimpe à 30 °C en continu, l'indicateur du confort d'été sera de 720 DH (2 °C × 12 h × 10 jours + 4 °C × 12 h × 10 nuits).

>>> **Puiser la fraîcheur en local**

Dans ce contexte de réchauffement global, nous pensons que le bâtiment doit puiser la fraîcheur dans son environnement local pour assurer le confort à ses occupants (fondations, sous-sol, puits provençal...). Pour utiliser cette fraîcheur gratuite à terme, il faut bien sûr intégrer, dès la construction, ces capteurs de frigories et adapter nos émetteurs. Des vecteurs

réversibles existent déjà (air, plancher ou plafond rayonnant, dalle active...) qui, en plus, améliorent le rendement global en période de chauffage puisqu'ils fonctionnent à basse température. Les émetteurs mono-usages à haute température de la RT 2012 sont à oublier. On le sait, le changement climatique va impliquer des étés plus chauds et des périodes de canicule plus intenses. Il

faut bien sûr anticiper ce réchauffement climatique dans la conception de nos bâtiments mais il faut aussi, et surtout, le limiter en baissant rapidement et fortement nos émissions à court terme. Nous avons dix ans pour agir, c'est tout le sens de la RE 2020. La trajectoire est claire, c'est maintenant au secteur du bâtiment dans son ensemble de la suivre. ■

Mieux exploiter les simulations dynamiques

STD

Logiciels

Par Bruno Georges, directeur développement grands projets, directeur de l'innovation au bureau d'études Oteis

La citation d'Einstein, « *Un problème créé ne peut être résolu en réfléchissant de la même manière qu'il a été créé* », doit nous inciter à revisiter nos méthodes vers plus de calculs physiques en conception, pour moins de matériel, de technologie, d'énergie et de carbone en réalisation...

La simulation dynamique est l'un des outils de cette transformation, un pas de plus vers une vision plus transition énergétique et environnementale de nos métiers.

mais une approche qui vient en transversal sur les pratiques courantes. Pour aborder une STD en créant des synergies entre le calcul physique et les compétences de cœur de métier, nous adossons un ingénieur STD et un ingénieur métier, souvent fluides. Ainsi le processus est équilibré, le côté scientifique et le côté expertise métier se dynamisent. Il en résulte la construction d'un respect mutuel : responsabiliser et raccrocher le calcul physique au concret et dans le même temps oxygéner et ouvrir le champ des possibles aux spécialistes, en interne, mais aussi en externe avec nos partenaires. Ensuite et afin d'éviter des développements parfois dénués de sens, il est

A lors que nous en étions pionniers dans les années 1990, la simulation dynamique fait aujourd'hui partie du quotidien. Le temps des lignes de code en Fortran pour la saisie des données d'entrée dans TRNSYS est terminé. Les interfaces ont aujourd'hui une ergonomie qui rend leur usage pertinent pour

tout le monde, à chaque instant. Je mets beaucoup d'humilité dans mes propos, le sujet étant encore en défrichage : ce qui est présenté ci-après est une vision et il en existe sûrement bien d'autres.

La STD n'est pas un « machin » que l'on ajoute, comme une plume sur le chapeau, à une manière de « comme d'habitude »,

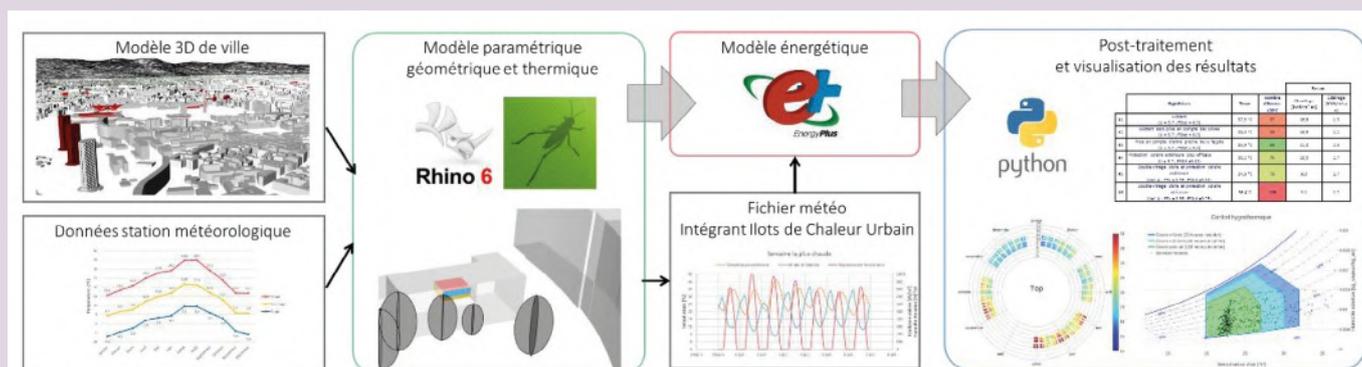


Figure 1 Chaîne de simulations

nécessaire de comprendre « quelle est la vraie question » à laquelle on est censé répondre. Cela peut paraître enfantin, mais souvent la demande du MO ou du collègue ingénieur préfigure la réponse, oriente le raisonnement. Il est nécessaire de se dégager de ces « prévisions » et d'explicitier ce que l'on cherche, vraiment.

Définir les hypothèses

Il y a lieu ensuite de définir les hypothèses d'entrée, toutes les hypothèses, qu'elles soient crédibles, en conformité avec le programme et surtout validées de tous et appropriées. Le cas, presque classique, de la température de confort d'été ou du nombre d'heures au-delà de x °C sur l'année, défini dans le cahier des charges et en contradiction avec les volontés (nécessités) d'exploitation commerciale, est l'un des marronniers de la STD.

Dans le même sens, il faut définir formellement les attendus afin que la réponse donne bien satisfaction, encore une fois à l'interne et à l'externe.

Puis, avant de commencer de monter un modèle, il est judicieux d'écrire, même simplement, « l'analyse fonctionnelle de la simulation », synthèse des points évoqués précédemment : que cherche-t-on, quelles sont les hypothèses d'entrée, quel va être le processus de la STD, comment seront exprimés les résultats, qui va les exploiter et comment ?

Ce travail est réalisé dès l'APS, intégré dans la genèse du projet comme un outil de conception et non comme la justification que les intuitions ou les ratios habituels sont bien les bons. Une fois seulement le modèle « durci » (valide sans bugs, conforme en ratio aux ordres de grandeur et approprié par le spécialiste fluide, l'énergéticien...) commence le réel travail, par les études de sensibilité. Il s'agit d'identifier les données d'entrée à forte influence sur les résultats. Tous les concepteurs (internes et externes, architectes, paysagistes...) peuvent s'approprier ces résultats et, de manière itérative, les utiliser pour la conception des façades. On est bien dans un travail collaboratif, itératif de conception, interne/externe. Du fait du grand nombre de simulations résultant de cette approche et de la com-

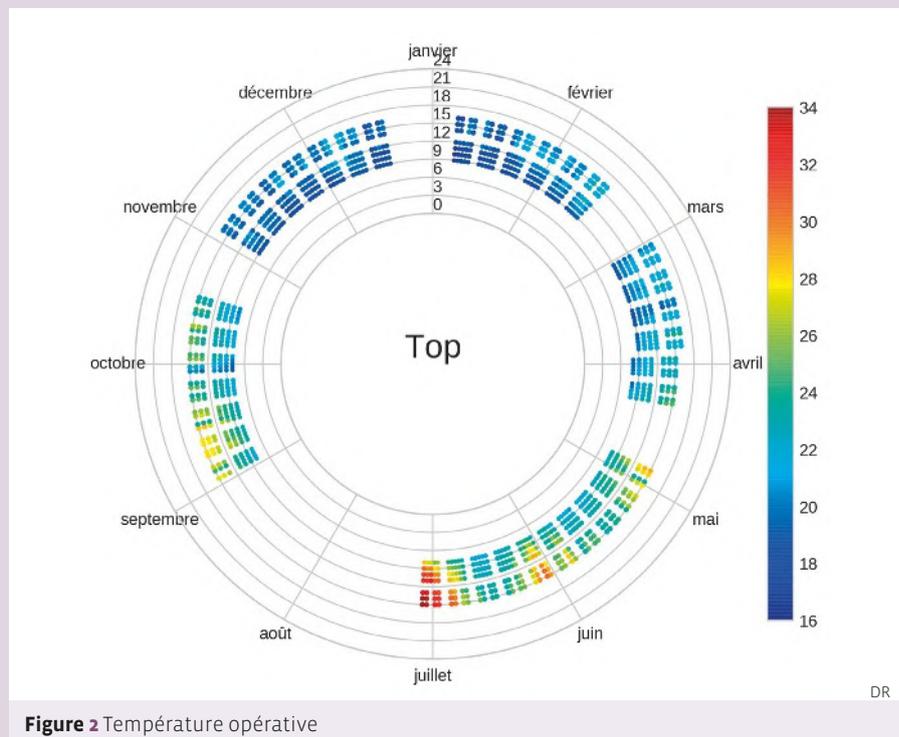


Figure 2 Température opérative

plexité des modèles, pouvoir analyser rapidement et visuellement les résultats est essentiel. Nous sommes souvent confrontés à la question du choix des outils (TRNSYS, Energie+, Pléiade, Archiwizard, etc.) et de l'interopérabilité entre les données d'entrée (en principe fournies par les architectes) et entre les différents outils.

Chaîne de simulation

Afin de répondre à l'ensemble de ces défis, nous avons, chez Oteis, développé diverses chaînes de simulation, combinant plusieurs outils, chacun retenu pour ses spécificités : sur la STD Grenoble abordée plus loin, l'environnement paramétrique Rhino-Grasshopper version 6 communique avec le moteur de calcul énergétique Energy+ version 9.3 et un programme de post-traitement et visualisation des données développé en interne en langage Python (> figure 1).

L'environnement Rhino-Grasshopper permet en particulier de considérer les masques urbains importés de modèles 3D de ville, ainsi que les arbres et leur taux de transmission dynamique. Le bâtiment peut être importé de modèle architectural en format 3dm (Rhinoceros3D). Alternativement, des modèles génériques « prêts à l'emploi » de zones thermiques seront

utilisés. Rhino-Grasshopper dispose de nombreux plug-ins codéveloppés par une communauté open source très active. Ainsi, le plug-in Dragonfly adapte le fichier de la station météorologique la plus proche et intègre l'impact d'îlot de chaleur urbain fondé sur le modèle 3D de quartier. Ladybug Tools version 1.0 permet, lui, la cosimulation avec Energy+. Associer ces outils en interopérabilité permet de simuler, presque en automatique, des centaines de variantes géométriques, thermiques, de ventilation naturelle et mécanique, etc.

Pour transmettre et partager de manière pédagogique et appropriable par nos clients et partenaires, Oteis a développé un outil qui importe les résultats bruts de chaque variante simulée et génère des représentations « très lisibles » (> figure 2). Elles permettent dans le même temps de conserver la vue détaillée sur les points critiques, tout en ayant une vue globale. L'expertise des intervenants peut être mise à profit pour progresser dans la conception, être alerté sur d'éventuelles incohérences, ruptures, tendances anormales, etc. L'ingénieur est vraiment assisté par les outils et le gain de temps est considérable : nous pouvons nous consacrer à notre métier qui est bien >>>

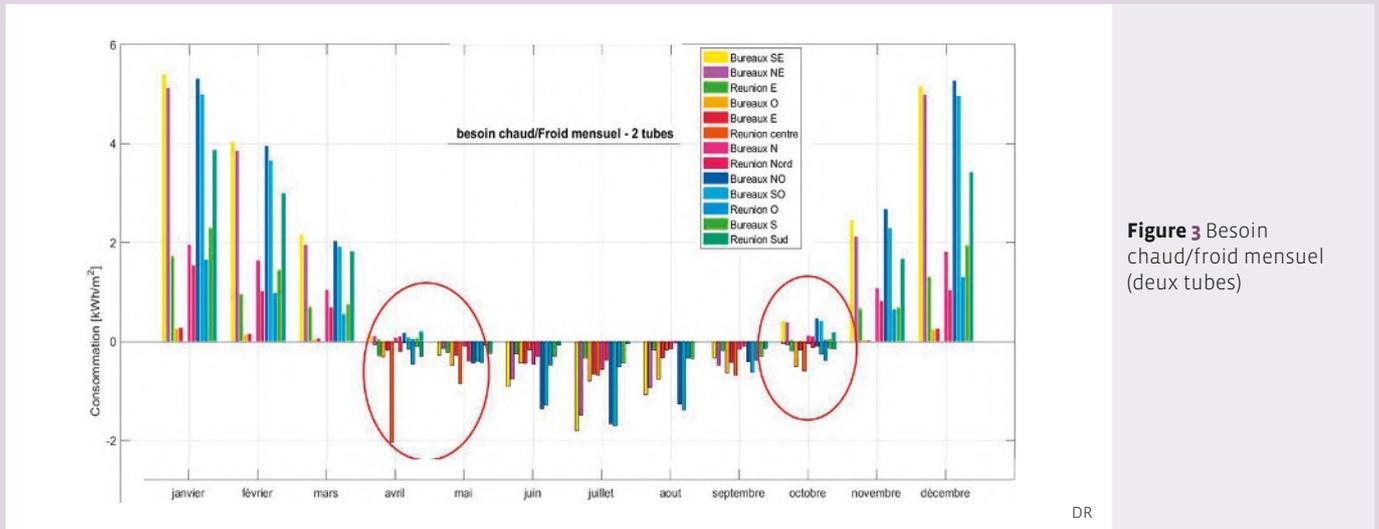


Figure 3 Besoin chaud/froid mensuel (deux tubes)

DR

>>> la réponse à « la fameuse question » que j'évoquais en introduction.

Sur les projets de taille significative, il est souvent bien plus fiable et prudent de monter deux STD indépendantes. L'une concerne les sujets énergie et puissance (simulation sur la totalité du bâtiment avec un nombre de zones correspondant à des parties énergétiquement cohérentes du projet). La seconde évalue le confort d'été, uniquement sur les zones les plus contraintes, en considérant les parois latérales adiabatiques. L'atout de cette méthode est de produire des modèles bien plus simples et de fait une bien meilleure sécurité du modèle, une meilleure aptitude à son débogage et une meilleure fiabilité dans le traitement des écarts. Un autre gain appréciable est que cela va généralement bien plus vite.

La vraie vie : trois exemples d'utilisation

Projet à Aubervilliers

Ce projet de 75 000 m² à Aubervilliers concernait l'assistance au choix systématique 2/4 tubes et la restitution radiante chaud et froid, avec de fait une puissance au mètre carré limitée. Les STD ont montré que la totale liberté d'implanter les salles de réunion en tout point des plateaux est très contraignante et a un impact économique significatif sur le coût des lots fluides. À l'état initial, on voit sur le premier graphique (> figure 3) qu'il y a des périodes où il y avait dans la même journée des besoins de chaleur et de froid.

Les études de sensibilité ont induit une nette amélioration de la façade sur sa performance hiver et ont réduit signifi-

cativement ces distorsions. Les STD rappellent qu'une occupation « standard » de bureaux, c'est entre 30 et 40 % du temps, et montrent qu'une absence de contrôle climatique hors occupation est pénalisante aux remises en régime en froid. Il faut gérer protections solaires et température ambiante en inoccupation (> figure 4). L'absence de fonctionnement de la climatisation le week-end conduit à une évolution libre des températures ambiantes due aux apports solaires le matin et le week-end (jusqu'à 30 W/m²). La double façade « ventilée » de l'architecte Anne Démians permet, au-delà de donner la vision du projet, de gérer les protections solaires fixes (caillebotis, lames métalliques et verre sérigraphié) et mobiles (BSO), tout en permettant les opérations d'entretien/maintenance très

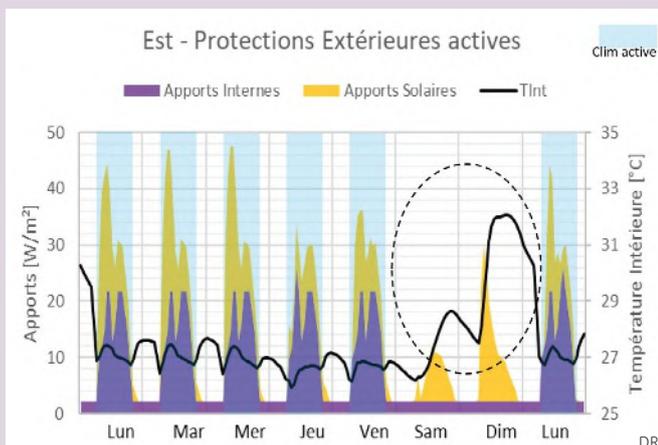


Figure 4 Évolution des apports hebdomadaires



Figure 5 Modélisation de l'école

DR

	VMC	Menuiserie	Ventilation naturelle	Perf. parois	Tmax	Nombre d'heures d'inconfort			Besoin chaud [kWh/m².an]
						28 °C	30 °C	32 °C	
Config 2	0 m³/h.pers	Existant U = 2,6W/m².K	En période d'occupation	Existant	31,0 °C	40	8	0	107,3
Config 10	30 m³/h.pers en période d'occupation	Existant U = 2,6W/m².K	En période d'occupation	Existant	30,8 °C	34	6	0	102,0
Config 11	30 m³/h.pers en période d'occupation	Performant U = 1,4W/m².K	En période d'occupation	Existant	31,1 °C	42	9	0	83,6
Config 13	30 m³/h.pers en période d'occupation	Performant U = 1,4W/m².K	Ventilation nocturne + ouvrant protégé	Existant	30,6 °C	27	5	0	83,6
Config 14	30 m³/h.pers en période d'occupation	Performant U = 1,4W/m².K	Ventilation nocturne + ouvrant protégé	ITE 20 cm laine de verre	30,3 °C	23	2	0	23,7

Tableau A Tableau de prise de décision

aisées par la passerelle sécurisée. Les STD, très interactives avec les architectes, ont permis d'améliorer la performance d'hiver et les protections solaires pour l'été. De manière connexe, nous avons réduit le coût des façades et des BSO et les impacts CO₂ et énergie grise.

Groupes scolaires de Grenoble : analyse du confort d'été et mesures à prendre

L'objectif était d'étudier l'influence actuelle du bâtiment, combinée au comportement des enfants et enseignants, sur leur confort hygrothermique estival, et d'évaluer l'impact de combinaisons de solutions d'amélioration sur le confort hygrothermique estival. Les projets ont été modélisés sous Energy+/Rhino Grasshopper. Après une évaluation qualitative de l'exposition des façades, du fait de l'environnement urbain, plusieurs scénarios ont été envisagés (> figure 5).

Au-delà des « beaux graphiques » parfois impressionnants, il faut amener au maître d'ouvrage du concret, des éléments tangibles qui lui donnent la possibilité d'arbitrage et de prise de décisions pertinentes. La synthèse « en tableau » (> tableau A) montre bien cette approche orientée résultats, avec des propositions formelles et de l'accompagnement à la décision.

Le projet est en cours et la faible variabilité des résultats est peut-être due aux

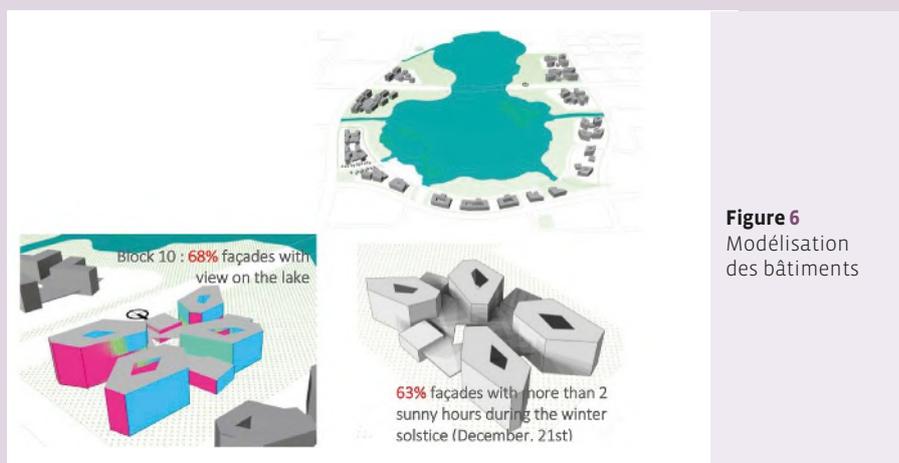


Figure 6 Modélisation des bâtiments

évaluations encore peu fiables des débits d'air parasites. *Work in progress...* Avec une vision que de nombreuses entités publiques devraient imiter, la ville de Grenoble anticipe le changement.

Concours de bureau à Nantong (province de Shanghai)

Le sujet est d'ampleur (550 000 m² de bureaux et usages divers) et la communication avait un rôle prépondérant dans la décision du jury. Le programme reposait sur la dimension urbaine du sujet, une grande performance énergétique et environnementale ainsi qu'une forte attractivité pour les preneurs à installer sur ce site. Le site est en multiorientation

puisque organisé autour d'un lac circulaire magnifique : il cumulait enjeux de conception bioclimatique d'hiver (trouver le Sud), d'été (coût façades et protections solaires) et accès à la belle vue (> figure 6). Les simulations sont moins dynamiques mais permettent aux urbanistes de mieux gérer le compromis vues/ensoleillement pour la genèse du plan masse. Notre contribution a été de permettre une meilleure gestion de l'équilibre entre un excellent confort d'été à moindre coût (consommations énergie et protections solaires), l'accès aux vues sur le paysage et, de fait, l'attractivité (portage réduit, approche RSE améliorée, confort de vie...). ■

Quelles solutions techniques pour le confort d'été ?

Free cooling

Puits provençal

Centrales double flux

Rafraîchissement adiabatique

Par Olivier Robinot, directeur de la promotion et des grands projets, France Air, membre AICVF

Le confort d'été est devenu une réelle préoccupation dans nos régions dites tempérées, compte tenu du réchauffement climatique devenu incontestable et de périodes caniculaires de plus en plus récurrentes et difficilement supportables, au point que la future RE 2020 a prévu d'introduire cette notion dans ses textes.

Extrait de la RE 2020 : « Garantir aux habitants que leur logement sera adapté aux conditions climatiques futures en introduisant un objectif de confort en été. Les bâtiments devront mieux résister aux épisodes de canicule qui seront plus fréquents et intenses du fait du changement climatique. » De nombreuses solutions existent sur le marché, des plus basiques aux plus sophistiquées. Quelle que soit la solution, la ventilation joue un rôle majeur. Le vecteur air reste

la solution la plus efficace pour rafraîchir un local.

Le brasseur d'air, la solution la plus économique

La solution la plus courante dans l'habitat des pays tropicaux est l'utilisation des brasseurs d'air. Ces produits sont aujourd'hui également disponibles pour les locaux tertiaires et certains proposent désormais une fonctionnalité réversible qui améliore aussi le rendement des appareils de chauffage en hiver (> **figure 1**).

Son efficacité énergétique est optimale avec des consommations de l'ordre de 70 watts pour des appareils de diamètre 1 200 mm, capables de brasser 10 000 m³/h avec un niveau sonore acceptable de 58 dB(A). Le gain en sensation est de l'ordre de 2 °C.

Ventilation double flux, la solution idéale

La ventilation double flux, reconnue avant tout pour les gains apportés aux consommations hivernales, est un atout de poids dans l'amélioration du confort d'été par différents moyens.

Le free cooling, solution la plus simple

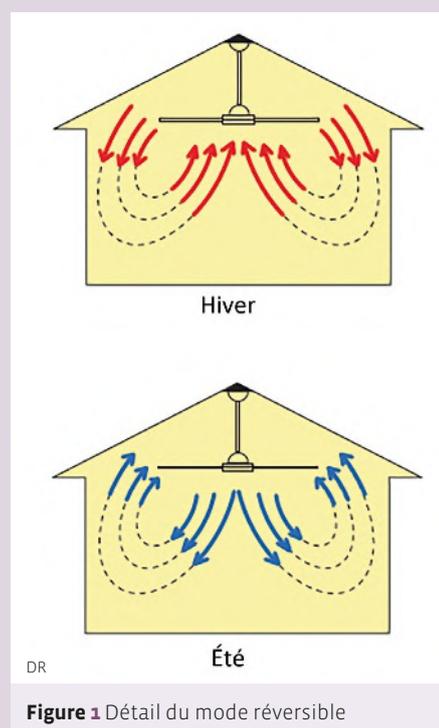
Le free cooling consiste à utiliser directement l'air extérieur pour refroidir un local. Lorsque la température de l'air extérieur passe en dessous d'une température donnée, un by-pass modulant dévie tout ou partie de l'air de l'échangeur. Par exemple, durant la période programmée sur le calendrier d'autorisation, si la consigne de température ambiante est de 26 °C, le free cooling démarrera dès lors que la température extérieure est inférieure à 24 °C.

La surventilation nocturne, un plus appréciable

La surventilation nocturne est un mode dérogé en absence d'occupation. La ventilation se met au maximum, il n'y a plus de pilotage ni sur le débit ni sur la température. La récupération, le chauffage ou le rafraîchissement sont arrêtés et les registres VAV sont forcés en ouverture. Par conséquent le niveau sonore peut être légèrement supérieur à la normale. Les conditions de fonctionnement sont les mêmes que pour le free cooling (ΔT de 2 °C entre l'air intérieur et extérieur).

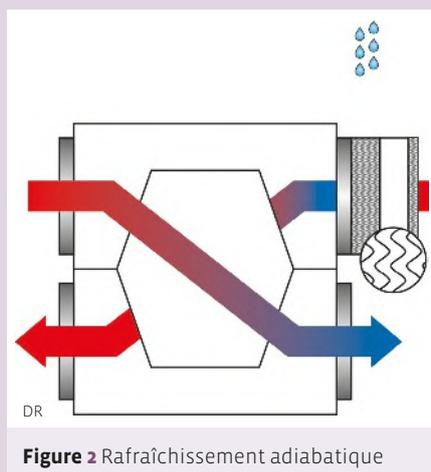
Le puits provençal, la solution la plus écologique

Le principe du puits provençal, autrement appelé puits canadien, est de faire



DR

Figure 1 Détail du mode réversible



DR

Figure 2 Rafraîchissement adiabatique

circuler l'air neuf de la ventilation dans un conduit enterré pour profiter de la fraîcheur du sol en été.

L'air circulant dans le conduit exploite la température relativement stable du proche sous-sol qui varie entre 12 et 15 °C à 1,5 mètre de profondeur et permet ainsi un rafraîchissement de 2 à 5 °C suivant la longueur du conduit.

Rafrâichissement adiabatique, la solution la plus efficace

Sous un nom savant se cache un principe plutôt simple, le phénomène de refroidissement adiabatique : si un flux d'air chaud et sec traverse un filet d'eau, il en provoque l'évaporation. La chaleur nécessaire à la vaporisation de l'eau étant extraite de l'air, le flux se refroidit. Ce principe de refroidissement est connu et utilisé depuis des siècles. Néanmoins l'augmentation du taux d'humidité généré par ces systèmes annihilait en partie le confort acquis par la baisse de température. Les excellents rendements atteints par les échangeurs contre-flux permettent aujourd'hui d'utiliser la technique dite de l'indirect. Cette technique consiste à placer le module adiabatique sur l'air extrait du local. L'air soufflé sera ainsi refroidi au passage sur l'échangeur sans augmenter son taux d'hygrométrie pour autant (> figure 2).

L'adiabatique indirect est un atout pour le calcul STD (simulation dynamique du bâtiment). Cette dernière est un moteur de calcul qui permet de modéliser le com-

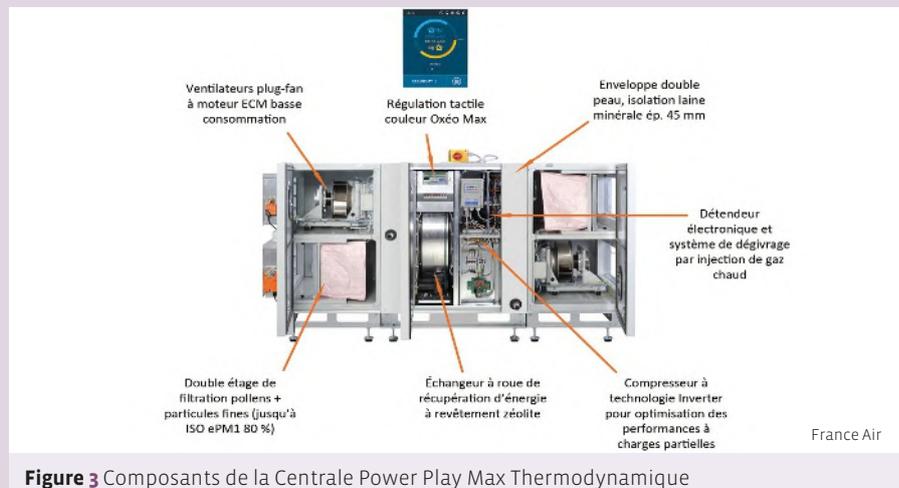


Figure 3 Composants de la Centrale Power Play Max Thermodynamique

portement thermique prévisionnel du bâtiment. Un calcul de consommation est donc réalisé avec des données réelles. Le recours à l'adiabatique permet d'abaisser les températures sans consommer, et donc de respecter les calculs RT et STD. La centrale Power Box & Fresh'Up a été conçue dans cette optique. Installer ce produit permet d'apporter un gain jusqu'à 5 °C au soufflage durant l'été sans consommer d'énergie.

Le caisson Fresh'Up est composé d'un média adiabatique, d'un module hydraulique et d'une régulation dédiée gérant le niveau d'eau (remplissage, vidange, etc.), le nettoyage du média, la déconcentration des minéraux, le risque de gel du module et le fonctionnement de la pompe.

À noter que la consommation en eau est très faible : pour un débit de 1 500 m³/h, la consommation en eau est d'environ 5 L/h.

Centrales double flux thermodynamique, une solution tout en un

Les centrales double flux thermodynamiques sont des solutions tout en un permettant d'assurer l'apport d'air neuf, le chauffage et le rafraîchissement d'un bâtiment. Elles sont l'association d'une CTA à roue de récupération et d'une pompe à chaleur air/air réversible au R410A.

Centrale Power Play Max Thermodynamique

Les avantages de ces centrales (> figure 3) sont multiples :

- compacité (pas de groupe extérieur) ;
- autonomie (pas de réseau eau glacée ou fluide frigorigène) ;
- facilité d'installation (plug & play) ;
- gain énergétique par rapport aux solutions décentralisées ;

>>>

Yzentis Fresh, une solution innovante

VOTRE CONFORT PIÈCE PAR PIÈCE

Yzentis® Fresh intègre une régulation de température intelligente :

- Pilotage des températures pièce par pièce
- Paramétrage des températures sur thermostats Design et sur application locale

Mise en température rapide et sans inertie

Yzentis® Fresh distribue l'air et diffuse la chaleur ou la fraîcheur vers les différentes pièces de vie.

Unité de traitement d'air (chauffage, rafraîchissement et filtration)

Pompe à chaleur

Application locale intuitive

Thermostats dans chaque pièce

Le système Yzentis, solution de chauffage par vecteur air bien connue pour sa capacité à être intégrée dans un placard technique, est généralement associé à une chaudière gaz ou à un module thermique d'appartement dans le cas d'une production centralisée. Il se décline désormais dans une version permettant également le rafraîchissement en l'associant à une pompe à chaleur air/eau. L'intérêt du système est de pouvoir choisir la température souhaitée pièce par pièce et de réaliser ainsi d'importants gains de consommation, tout en garantissant un confort acoustique et thermique ainsi qu'une qualité d'air intérieur grâce à une filtration haute efficacité associée à des scénarios de ventilation programmés en fonction de l'environnement.

Système	Consommation moteur kW	Consommation production froid kW	Consommation moteur roue KW	Consommation détendeur kW	Total kW
Ventilation DF sans récupération + groupe extérieur DX	2 × 0,53	5,58	0	0,12	6,76
Ventilation DF avec récupération + groupe extérieur DX	2 × 0,63	2,72	0,03	0,12	4,13
Ventilation DF avec récupération + PAC intégrée	2 × 0,71	1,22	0,03	0	2,67

Tableau A Évolution comparée des performances de chaque système

	Performance thermique	Consommation énergétique	Avantage	Inconvénient
Brasseurs d'air	+	Faible	- solution économique - facilité de mise en œuvre - idéal pour des grands volumes	- à utiliser en dehors des périodes d'épidémies
Ventilation double flux	++	Modérée	- performance énergétique - qualité d'air intérieur - acoustique	- place disponible pour passer les gaines - maintenance
Free cooling	++	Aucune	- gratuit	Aucun
Surventilation nocturne	++	Dérisoire	- sécurité : évite l'ouverture des fenêtres la nuit	- pas de gestion du niveau sonore
Puits provençal	+	Dérisoire	- complément naturel d'une ventilation DF	- place disponible pour le tuyau à enterrer
Rafraîchissement adiabatique	++	Faible	- calcul STD - gain de 5 °C - faible consommation en eau	- maintenance
CTA thermodynamiques	+++	Modérée	- solution très performante tout en un	- investissement

Tableau B Synthèse des différents systèmes

>>> - roues enduites de zéolite¹.

En l'occurrence, dans le cas de la Power Play Max Thermodynamique, il capte l'humidité de l'air entrant et la relargue dans l'air extrait, permettant ainsi une diminution de la consommation de la pompe à chaleur.

Consommation des différentes solutions en double flux

Le **tableau A** présente l'évolution comparée des performances de chaque système avec les paramètres de soufflage suivants : température extérieure : 32°C, température de soufflage : 22°C, débit :

2 000 m³/h, Pst : 250 pascals.

Comme le récapitule le **tableau B**, la ventilation double flux avec récupération + PAC intégrée est la solution la performante sur le plan énergétique. ■

¹ La zéolite est un minéral échangeur d'ions dont la structure cristalline permet de capter de nombreux éléments tels que la vapeur d'eau, le dioxyde de carbone et de soufre, etc.

Une solution technique complète pour un confort à moindre coût énergétique

Poutre froide

Géocooling

Pompe à chaleur

Bâtiments tertiaires et scolaires

Par Stéphane Nerisson, directeur technique et services de Swegon, proposé par le comité de rédaction

Les concepteurs doivent maintenant faire face à un double enjeu : répondre à une qualité d'air irréprochable tout en ne consommant que le strict nécessaire. Un éclairage sur une solution performante est ici présenté.

La stratégie proposée pour répondre à la problématique est d'allier trois techniques performantes : la poutre climatique, la pompe à chaleur et la géothermie, afin de maximiser un rafraîchissement gratuit sur une grande partie de l'année tout en apportant une amélioration de la qualité d'air intérieur par l'augmentation des volumes d'air neuf.

La poutre climatique pour le confort de l'utilisateur

La notion de poutre froide évolue depuis ces dernières années. Elle tire son nom de son usage initial visant à refroidir l'air de la pièce en été via une batterie d'eau glacée. Elle est maintenant utilisée pour assurer le confort thermique hiver-été, mais aussi pour garantir le renouvellement et la qualité de l'air. C'est pourquoi on lui préfère désormais le nom de poutre climatique. Elle assure le confort global de la pièce par un fonctionnement dynamique reposant sur l'effet d'induction.

La poutre climatique dynamique est composée de trois éléments (> figure 1) : un plénum en partie haute, alimenté en air par la centrale via des gaines, insuffle l'air hygiénique au travers de buses (flèches vertes sur le schéma). Par l'effet d'induction, l'air de la pièce est aspiré et passe sur la batterie (flèches rouges) où il se réchauffe ou se refroidit avant d'être soufflé dans la pièce.

Pour un fonctionnement optimal des poutres, le débit d'air insufflé est généralement supérieur au débit hygiénique, améliorant ainsi la qualité de l'air intérieur. La part recyclage, quant à elle, est localisée dans chaque pièce, réduisant ainsi les risques de propagation à l'échelle du bâtiment.

La poutre climatique n'intègre ni pièce mécanique en mouvement, ni filtre, limitant ainsi l'entretien et le risque de panne par rapport à des émetteurs classiques. Les nuisances sonores sont ainsi extrêmement faibles grâce à l'absence de ventilateur dans la poutre. Aucun risque de développement de bactéries ou de champignons, puisque aucun bac de récupération de condensats n'est nécessaire. Cette absence de dispositif d'évacuation de condensats impose une température d'eau froide dans la batterie d'environ 19 °C. En cas de fort besoin, le système de régulation Wise permet toutefois de descendre un peu plus bas (15 °C) afin d'augmenter la

puissance tout en contrôlant les risques de condensation via la gestion de l'hygrométrie de l'air.

Le confort optimal requis est fonction des températures de consigne mais aussi des effets de courant d'air. Il est donc extrêmement important d'étudier l'implantation des poutres mais aussi leur dimensionnement afin d'obtenir des vitesses d'air imperceptibles tout en disposant de la puissance requise. Le positionnement de la poutre est donc primordial et s'optimise selon la configuration de la pièce, de ses ouvertures, de l'usage et de la position des postes de travail.

Le géocooling : gage d'une réduction de la consommation

Pour réduire l'impact énergétique et carbone, la production de chaleur et d'eau froide peut être réalisée grâce à une pompe à chaleur. Cette PAC n'est pas nécessairement réversible selon les usages et besoins du bâtiment. En effet, en la raccordant à une source géothermique, le géocooling alimente les réseaux sans recours à une source d'énergie autre que celle nécessaire pour les pompes des capteurs et du secondaire. La température d'eau est évidemment plus élevée qu'avec une PAC en production de froid mais la puissance frigorifique fournie est suffisante dans la plupart des cas selon les usages et la conception du bâtiment. La stratégie est alors d'utiliser au maximum l'énergie stockée l'hiver dans les sondes pour assurer le rafraîchissement passif du bâtiment. Ce système, bien que peu connu et mis en avant, bénéficie d'aides de l'Ademe par le fonds Chaleur. Avec des SEER de 20 à 40, l'impact environnemental est réduit à sa plus simple expression. Il est également envisageable de pro- >>>

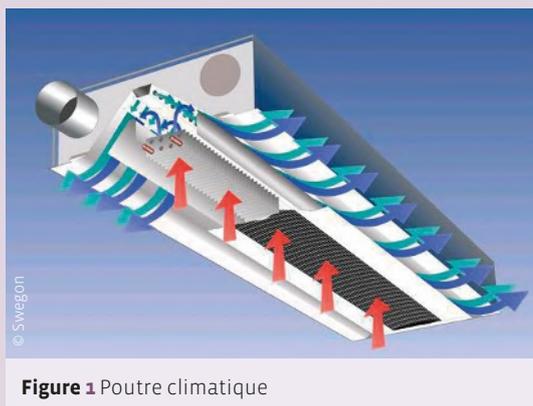


Figure 1 Poutre climatique

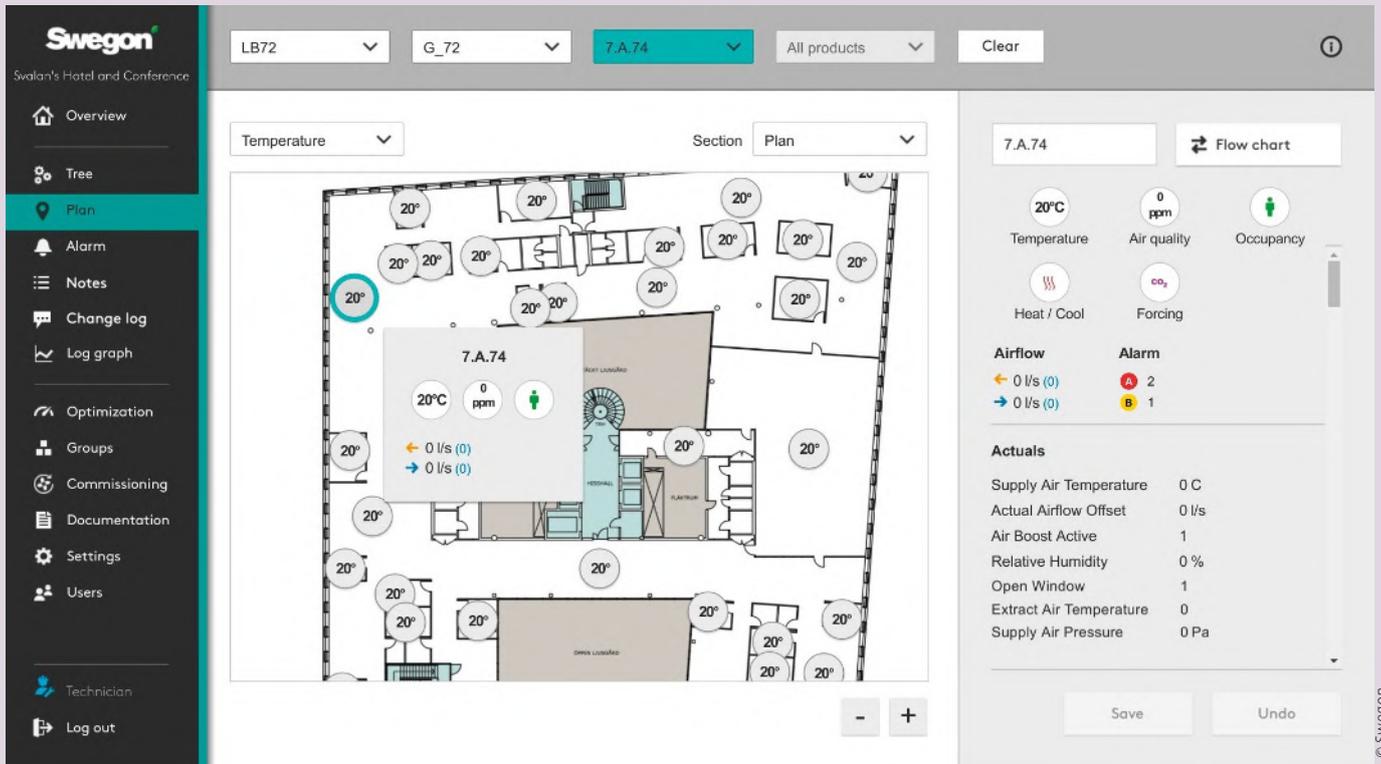


Figure 2 Système de supervision

>>> poser un groupe de condensation couplé à une batterie à détente directe (dans la CTA) permettant de s'affranchir d'une PAC réversible ou de réduire la puissance de la PAC géothermique installée. Il peut ainsi compléter ponctuellement le manque de puissance froid du système géocooling mais peut aussi participer au contrôle d'hydrométrie dans le bâtiment. Il y a ainsi trois étages de froid possibles dans le système, tous gérés par centrale : la roue de récupération, la batterie à eau du géocooling et la batterie à détente directe.

En hiver, la pompe à chaleur alimente la batterie chaude ou change-over de la CTA et les poutres climatiques. L'air primaire est réchauffé à température de consigne dans la CTA, les batteries des poutres ajustant localement la température en fonction de la régulation souhaitée pièce par pièce.

Régulation et supervision : une gestion efficace

La centrale de traitement d'air dispose d'une régulation embarquée, le cerveau du système, qui utilise les informations

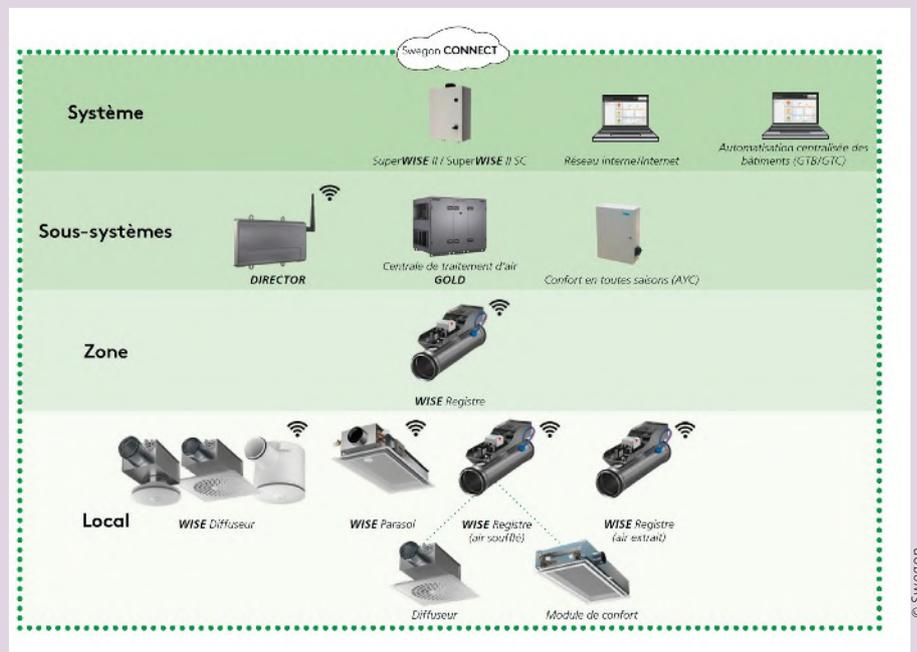


Figure 3 Synthèse des équipements

des sondes d'air neuf, air soufflé, air repris (température et hygrométrie) pour ajuster de manière globale la température et l'hygrométrie de l'air soufflé ainsi que les débits d'air soufflé et extrait. Elle adapte donc les températures et débits en fonction de la charge du bâtiment et

prévient ainsi tout risque de condensation sur les poutres. Elle intègre par ailleurs des fonctions de free cooling par nuit d'été (surventilation nocturne), programmation horaire... dans le but d'augmenter au maximum l'efficacité énergétique du système. Gérant la roue de

récupération comme un premier étage de puissance, elle est capable de fonctionner en free cooling sur l'air neuf à chaque fois que les conditions s'y prêtent.

Le système de supervision, quant à lui, permet d'optimiser le confort thermique et la qualité de l'air dans chaque pièce (> **figure 2**). Le système gère la température et le débit, pièce par pièce, en fonction de l'occupation *via* des sondes (CO₂/COV/température). Les capteurs sans fil permettent également de modifier simplement le partitionnement du bâtiment en assurant la continuité du confort, même en cas de réagencement des locaux (> **figure 3**).

Conclusion

Cette proposition technique ne s'aligne pas sur la tendance actuelle qui se limite à fournir un simple débit hygiénique pour réduire les coûts énergétiques. Au-

delà d'un raisonnement normatif, elle privilégie la qualité d'air intérieur, le confort et l'efficacité énergétique. Par l'augmentation des débits d'air neuf, elle améliore la qualité de l'air et permet de mieux diluer la présence d'éventuelles pollutions ou virus.

L'utilisation d'une énergie renouvelable couplée à la possibilité d'un géocooling permet, par la gestion globale du système, une réduction significative des consommations d'énergie sans sacrifier ni le confort ni la qualité d'air. Ce système est particulièrement adapté pour des usages à forts enjeux sanitaires, notamment la petite enfance, les bâtiments scolaires, les ensembles de bureaux... mais aussi plus généralement l'ensemble des bâtiments où le besoin en froid est limité.

C'est un système complet permettant de traiter les aspects chauffage, rafraîchis-

sement, renouvellement d'air, en utilisant les mêmes réseaux en faux plafond, libérant ainsi toutes les surfaces murales. Comparé à des ensembles de plafonds rayonnants ou ventilo-convecteurs, ce système apporte un fonctionnement prolongé en free cooling puis en géocooling, tout en permettant un appoint ponctuel de froid, réduisant considérablement les consommations d'énergie.

Par la gestion adaptative de la température d'eau froide (jusqu'à 15 °C), les poutres climatiques permettent une plus grande flexibilité d'usage que les systèmes à plafond rayonnant. Sans moteur, ventilateur ni pompe de condensats, les exigences de maintenance sont très limitées et centralisées, réduisant ainsi les coûts d'exploitation. Enfin, l'ensemble des capteurs étant sans fil, ils sont d'ores et déjà prêts pour une évolution future de l'agencement du bâtiment. ■



CHAROT

depuis 1932



- Régulateur E.C.S. 6 en 1 avec webserver intégré
- Ecran tactile couleur 7 pouce
- Paramétrage rapide, accès intuitif
- Régulation intelligente : double PID auto-adaptatif
- Courbes de températures en temps réel
- Schémas hydrauliques avec affichage des températures
- Connexion GTC en protocole Bacnet IP ou Modbus
- Raccordement réseau en wifi ou filaire

LA RÉVOLUTION *Pack CONTROL 4*[®]



Janvier 2021



CS 50166 - 89101 SENS Cedex - Tél. : 03 86 64 73 73 - E-mail : commercial@charot.fr - www.charot.fr