QUALITÉ DE L'AIR INTÉRIEUR

GARANTIR LE RÉSULTAT AVEC LA SIMULATION

TEXTE : **FRANÇOIS PLOYE**
PHOTOS : **AGENCE LDA, BANDALUX, ENGIE SOLUTIONS**

À l'image de ce qui se fait en thermique, la qualité de l'air intérieur peut être modélisée et la propagation des polluants simulée. De nouveaux outils ont été développés avec comme objectif une garantie de résultats sur les nouveaux chantiers.

Le sujet de la Qualité de l'air intérieur (QAI) est d'importance croissante. Pourtant, si les bonnes pratiques sont connues, l'ingénierie restait en demande d'outils de modélisation et de simulation afin de pouvoir évaluer la QAI d'un bâtiment, améliorer sa performance globale et celle de ses équipements.

La première famille d'outils est portée par les logiciels CFD (Computational fluid dynamics). Capables de faire une simulation thermo-aéraulique, ceux-ci sont mobilisés pour étudier avec précision le confort thermique et/ou l'efficacité d'une ventilation. Typiquement, les bouches de soufflage de la ventilation ainsi que les principaux obstacles (cloisons, mobilier, etc.) sont positionnés dans la volumétrie simplifiée d'un local. Les écoulements d'air sont alors calculés de manière assez précise pour déterminer la présence éventuelle de zones non brassées. Des extensions de fonctionnalités à ces logiciels rendent possible de simuler le champ de concentrations en polluants (type gaz ou aérosols) dans une pièce en considérant qu'ils sont transportés par les flux d'air. La CFD est gourmande en temps de calcul et nécessite une définition des conditions limites en entrée du calcul quelquefois relativement complexe. De fait, ces outils sont généralement utilisés en mono-zone pour des espaces à fort enjeu (bloc opératoire par exemple) ou de grandes dimensions (open-space, atrium, halle bassin d'une piscine…), et pas pour traiter un bâtiment complet.

Une autre famille d'outils repose sur une approche multi-zones qui exploite un calcul dit nodal, prenant comme hypothèse que la concentration en polluants devient stable et homogène au bout d'un certain temps dans le volume d'une pièce. L'hypothèse pour la simulation est que les caractéristiques de l'air, comme la température ou la concentration de polluants, sont uniformes dans chaque zone qui correspond en général à une pièce. Cette approche est adaptée pour simuler des bâtiments complets sur des périodes de temps de l'ordre d'une semaine ou du mois, en déroulant des scénarios d'occupation.

Parmi les outils académiques, citons *Contam* de la NIST (National institute of standards and technology) aux États-Unis et *Comis*, fruit d'un développement international piloté par l'AIE (Agence internationale de l'énergie). En France, deux outils sont opérationnels :

Photo © Bandalux

Début 2019, Artelia et le CSTB ont testé le logiciel* Mathis-QAI *sur le bâtiment tertiaire Le Thémis, situé sur la ZAC Clichy-Batignolles à Paris 17e (agence Corinne Vezzoni & Associés). Ce bâtiment est labellisé E+C- niveau E2C2.

Indalo développé et commercialisé par Octopus Lab et *Mathis-QAI*, un outil développé par le CSTB pour un usage interne. « *En nodal, un bâtiment entier se calcule en quelques minutes. La limitation de l'approche multi-zones se fait sentir sur les grands espaces inhomogènes de type atriums, centres aquatiques ou gymnases, qui peuvent demander de recourir à un outil de simulation de mécanique des fluides de type CFD. Parfois, un projet peut nécessiter d'associer les deux types de modélisation, nodal et CFD* », indique Bernard Collignan, expert de la division Physico-chimie, sources et transferts de polluants au CSTB.

Enfin, une dernière famille d'outils est la simulation multi-physiques, une voie retenue par EDF R&D pour sa plateforme *BuildSysPro* développée en langage Dymola et intégrant une modélisation de la QAI dans les bâtiments.

Octopus Lab commercialise le calcul nodal

Fondée en 2017 par Maxence Mendez, la start-up lilloise Octopus Lab est issue du projet de recherche national « Mermaid » financé par l'Ademe de 2013 à 2017 et portant sur la QAI. Ce projet a abouti sur le développement du moteur *Inca-Indoor* de calcul de la chimie de l'air intérieur. « *Nous avons développé* Indalo *sur la base du moteur* Inca-Indoor *pour la simulation de la QAI. Testé par différents bureaux d'études à fin 2018, ce logiciel est commercialisé depuis mars 2019. L'outil simule toute la chaîne des polluants formés par des réactions chimiques avec leur dégradation dans l'air. Des partenaires nous donnent des informations sur les émissions de matériaux ou sur les caractéristiques des systèmes de ventilation, qui viennent enrichir des bases de données intégrées au logiciel* », développe Maxence Mendez, Fondateur et CEO d'Octopus Lab. Le résultat de la simulation dynamique donne des concentrations moyennes en polluants sur une période d'une semaine, qui sont affichées avec un code de couleurs par zones. *Indalo* est vendu comme plug-in de logiciels et exploite la maquette d'un bâtiment déjà en place, soit un modèle BIM pour *Revit* d'Autodesk soit un modèle thermique pour *Pleiades* d'Izuba Énergies.

L'utilisateur d'*Indalo* peut avoir recours à ce calcul prévisionnel pour deux phases de la vie du bâtiment : à la livraison de l'ouvrage mais aussi pour ▷▷▷

“Le résultat de la simulation dynamique donne des concentrations moyennes en polluants sur une période d'une semaine, qui sont affichées avec un code de couleurs par zones”

CHANTIER DE GYMNASE AVEC EGIS BÂTIMENTS GRAND EST

Photo © Agence LDA

Bureau d'études de maîtrise d'œuvre et d'ingénierie générale TCE, Egis est amené à concevoir des ouvrages de bâtiments. «*La conception des bâtiments performants énergétiquement et bas carbone est assez bien maîtrisée. En revanche pour la QAI, il existe des recettes et des exigences de moyens sur la ventilation et la filtration de l'air ou encore sur l'usage de matériaux peu émissifs, mais il n'existait pas d'outil de conception permettant de vérifier le respect des exigences réglementaires et des valeurs guides dès la conception. Les mesures se font à la livraison. Le logiciel* Indalo *vient offrir une réponse permettant de faire des simulations de la QAI dès la conception et ainsi de pouvoir évaluer l'effet des différents leviers qui sont à notre disposition*», introduit Julien Burgholzer, directeur général adjoint d'Egis Bâtiments Grand Est.

Indalo a été testé au sein du bureau d'études mais sans confronter la simulation à des mesures réelles. Il est actuellement mis en œuvre par le bureau d'études sur différents projets dont le gymnase Albert Legrand réalisé par l'agence d'architecture LDA pour l'Eurométropole de Strasbourg avec un objectif E3C1. Ce projet est en phase PRO. L'étude de simulation porte sur la grande salle principale du gymnase dont la géométrie est assez simple. Les courbes de concentration obtenues en post-traitement dans *Indalo* se font sur plusieurs polluants et différentes hypothèses d'occupation sont comparées. L'évolution sur la semaine est visualisée et comparée à des valeurs cibles, qui pour un gymnase sont réglementaires (décret n° 2011-1727 du 2 décembre 2011) avec des taux maxima de polluants en formaldéhyde et en benzène.

«*En avant-projet, la maîtrise d'ouvrage nous a demandé comment la conception se situait d'un point de vue QAI. Dès la phase APD, nous avons utilisé le logiciel pour apporter des reprises de conception et optimiser le système de ventilation en fonction des prévisions de niveaux de polluants. Outre le choix de matériaux peu émissifs, le travail d'étude effectué en juin dernier a porté sur le débit de renouvellement d'air et sur les plages horaires*», ajoute Julien Burgholzer. Afin de répondre aux objectifs de QAI, la solution retenue après simulation est de démarrer la ventilation une ou deux heures avant l'arrivée des sportifs afin d'éviter un pic de polluants la première heure de leur présence. «*Concernant les limites de l'outil, nous avons relevé deux faiblesses qui ont depuis été prises en compte et corrigées par l'éditeur, au moins partiellement. La première porte sur le post-traitement de la simulation. Les données exportées étaient assez brutes et devaient être importées dans Excel pour être analysées. L'autre souci est venu de la maquette* Revit *avec le CVC qui était propre mais complexe et pourtant les simulations sous* Indalo *ont demandé de reprendre le modèle géométrique. Il est sans doute préférable de partir d'un modèle plus simple comme ceux issus de* Pleiades», affirme Julien Burgholzer. En outre, certains paramètres ne sont pas pris en compte comme la tenue dans le temps avec l'encrassement des filtres, et d'autres pourraient être plus précis comme pour l'aération naturelle. Enfin, concernant les hypothèses sur la qualité de l'air extérieur, il faudrait pouvoir prendre en compte un microclimat dans le cas par exemple d'un bâtiment situé au bord d'une route à fort trafic, très polluée. ■

▲ Après avoir testé *Indalo*, Egis Bâtiments Grand Est a prévu d'utiliser l'outil pour simuler en conception la QAI sur plusieurs chantiers en démarrage, le premier étant le gymnase Albert Le Grand de l'agence LDA pour l'Eurométropole de Strasbourg.

▼ L'étude de simulation porte sur la grande salle principale du gymnase et sur les polluants à surveiller réglementairement, le formaldéhyde et le benzène.

Photo © Agence LDA

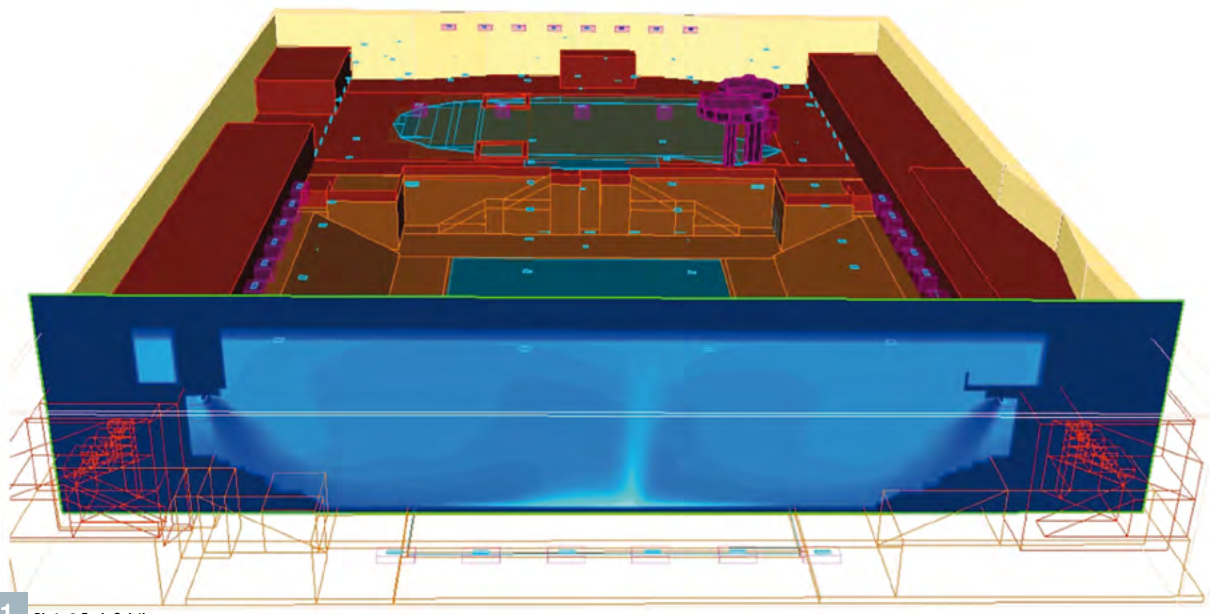
son exploitation, une étape où la valeur d'émission des matériaux baisse et se stabilise à un niveau minimal. « *Nous avons d'ailleurs développé* Indalo Supervision *spécifiquement pour les bâtiments en exploitation, afin de garantir la qualité de l'air sur un mode proche de la garantie de performance énergétique. Sur site, des mesures, comme le niveau de la qualité de l'air extérieur, sont effectuées toutes les heures et à partir de ces informations, l'outil lance une simulation de la QAI dans les locaux. Des alertes peuvent être émises en cas de dépassement d'un seuil prédéfini* », confie Maxence Mendez. Il est aussi possible de simuler les conséquences d'un changement d'usage comme un bureau dont l'occupation passe de 30 à 40 personnes. Les types de polluants suivis vont dépendre du bâtiment et des souhaits du client, dans le cas par exemple d'une labellisation avec des cibles telle que NF Habitat, Breeam, OsmoZ ou IntAirieur, ou d'une réglementation comme pour les établissements scolaires.

Répondre aux besoins internes du CSTB

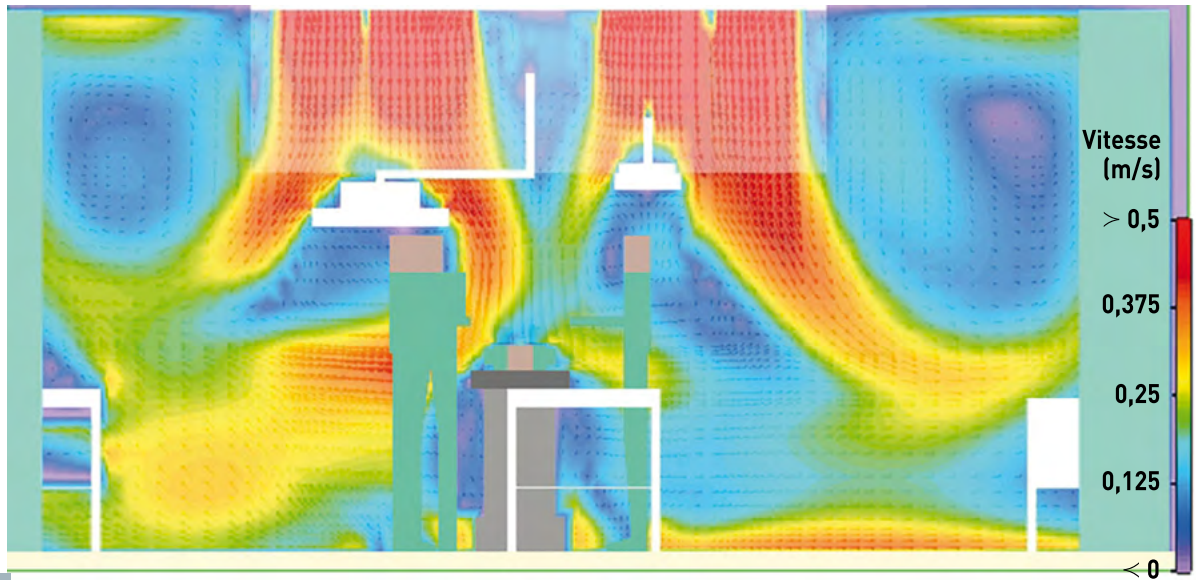
Développé par le CSTB, le logiciel *Mathis-QAI* permet de prédire les niveaux de concentration de polluants dans l'air à l'intérieur d'un bâtiment et ainsi d'identifier les meilleures stratégies d'amélioration de la QAI. Il a été développé pour répondre aux besoins des chercheurs et des experts du CSTB et assurer leur mission scientifique et d'expertise en assistance à maîtrise d'ouvrage ou maîtrise d'œuvre de bâtiment ou d'industrie, ou dans le cadre d'un Avis Technique (ATec). Historiquement, il est basé sur *Mathis*, un outil prévisionnel de thermo-aéraulique dynamique, multizone et nodal développé par la direction Climatologie, aérodynamique, pollution et épuration (Clape) du CSTB. Par exemple, l'efficacité des systèmes de ventilation tant naturelle que mécanisée est étudiée en calculant l'évolution dynamique des grandeurs physiques climatiques dans un bâtiment (température, pression, débit, taux d'humidité) en fonction de données extérieures (vent, température…). *Mathis* est fondé sur le bilan massique de l'air et de l'énergie, avec des calculs sur les échanges d'air entre le bâtiment et l'extérieur et entre les différentes pièces. Ce modèle a été couplé avec des développements d'évaluation de la QAI comme les lois d'émissions de polluants intérieurs émis par les matériaux de construction et d'ameublement, de transferts de polluants atmosphériques ou de polluants gazeux du sol à l'intérieur des bâtiments et des critères d'appréciation associés, donnant *Mathis-QAI*.

Le socle est la modélisation de la ventilation

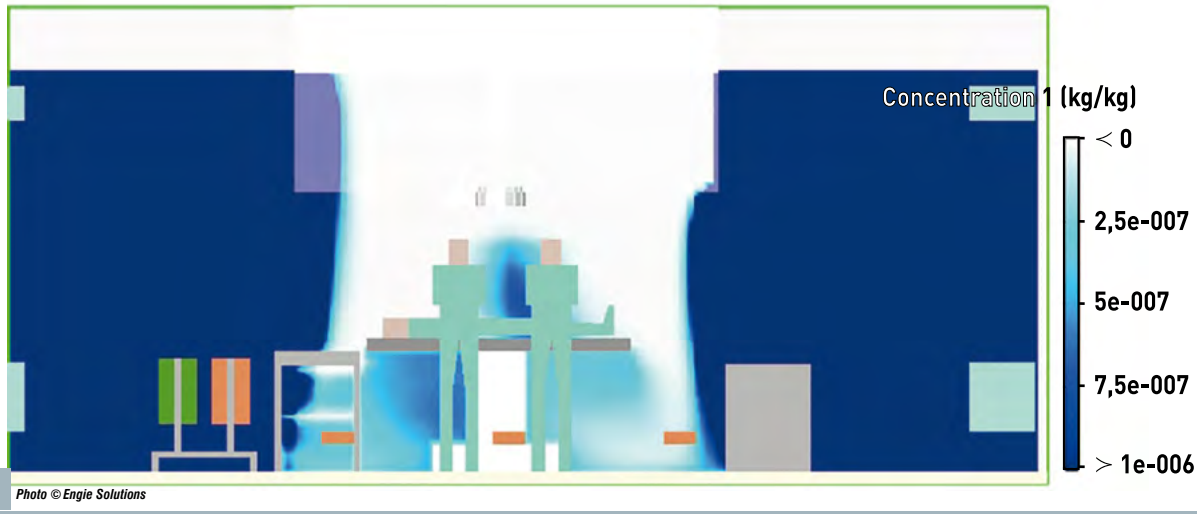
L'exemple de *Mathis-QAI* illustre bien l'articulation des lois physico-chimiques utilisées pour construire un outil performant. Le bilan de masse de *Mathis* est effectué en partant d'hypothèses sur le bâtiment et son environnement : la géométrie (dimensions et orientation du bâtiment, caractéristiques dimensionnelles des pièces, et dimensions et positions des ouvrants) mais aussi sa perméabilité à l'air avec ses défauts d'étanchéité (comme les joints autour des menuiseries ou de façades), la prise en ▷▷▷



1 Photo © Engie Solutions



2 Photo © Engie Solutions



3 Photo © Engie Solutions

SIMULATION COMPLEXE AVEC LA CFD

Engie Solutions Engineering a développé un savoir-faire dans l'utilisation de logiciels de CFD (Computational fluid dynamics) à des fins de modélisation pour la ventilation, la thermique mais aussi la QAI. « *Nous utilisons deux solutions de CFD,* Flovent *de Siemens qui fait de la simulation de ventilation de locaux sur les aérosols et sur les particules fines entre 5 et 30 µm, et* Ansys CFX. *Plus généraliste,* CFX *permet de générer des formes plus complexes, sait gérer des particules plus complexes et plus grosses en tenant compte de leur gravité mais demande davantage de compétences de paramétrage. En revanche,* Flovent *fait gagner du temps car il possède des composants prêts à l'emploi et assez pratiques sur la ventilation comme le recyclage de l'air, la filtration avec l'abattement des particules, etc.* », précise Damien Bott, responsable calcul Génie climatique chez Engie Solutions Engineering. Ces calculs permettent par exemple de comprendre les écoulements, les phénomènes thermiques ou la diffusion d'un polluant à l'intérieur d'un local. Ils permettent aussi de déterminer la perte de charge en ventilation d'une géométrie complexe non présente dans les abaques d'un équipement, de suivre l'hygrométrie d'un local ou le confort des occupants. Par exemple pour la COVID-19, il est possible de simuler les flux d'air dans une pièce, la dispersion des aérogermes et de comparer les niveaux avec un seuil prédéfini. La propagation d'aérosols n'est pas très compliquée à simuler car elle suit le flux d'air mais ces études ne portent ni sur le contact avec les occupants ni sur la propagation de particules lourdes.

« *Globalement la simulation de la QAI est moins demandée sur les projets que la thermique, néanmoins nous avons plusieurs références dans l'industrie, le nucléaire et dans le bâtiment. Par exemple dans les centres aquatiques, les polluants de type trichloramine sont émis à la surface des bassins et leurs mouvements peuvent être simulés en fonction de la forme de la halle bassin et du système de ventilation. Nous avons ainsi travaillé en 2006 sur ce sujet en phase études de la piscine Antigone de Montpellier* », complète Damien Bott. Autre référence, un immeuble de bureau de l'entreprise Merck Serono, situé à Genève à proximité d'un carrossier, qui relâchait par sa cheminée dans l'atmosphère un solvant à très faible concentration diffusant une odeur dans l'air intérieur des bureaux voisins (solvant pouvant poser des risques respiratoires si sa concentration devient trop élevée). Engie a étudié et modélisé la diffusion du solvant par la cheminée et son aspiration par la bouche de ventilation de l'immeuble afin de vérifier son niveau de concentration dans les bureaux en fonction de différentes hypothèses climatiques (force et direction du vent).

1 Simulation avec *Flovent* (logiciel validé par l'IRSN, Institut de radioprotection et de sûreté nucléaire) pour la halle bassin de la piscine Antigone à Montpellier. La concentration en trichloramine (NCL3) est donnée par les valeurs de bleu (taux plus élevé = plus clair). Le risque respiratoire est fixé par la réglementation à un taux de NCL3 supérieur à 0,5 mg/m³. 2 et 3 Engie Solutions a travaillé pour le CHU de Strasbourg. La concentration de polluants de la salle d'opération devait respecter la Directive suisse 99-3. Le client souhaitait une simulation pour analyser l'impact des vitesses de soufflage de l'air, afin de reproduire à l'avance le protocole de la norme et se rassurer sur la conception du système de ventilation dont Engie était responsable.

"Pour évaluer la QAI, des lois spécifiques d'émission et de transfert de polluants sont intégrées au logiciel qui résout un bilan massique supplémentaire pour chaque espèce polluante considérée"

compte du tirage thermique et de l'impact du vent sur les façades. « *Ces données d'entrée sont complétées par les caractéristiques des composants du système de ventilation comme les conduits et grilles pour la ventilation naturelle et les entrées d'air des VMC par extraction ou bouches de soufflage dans le cas du double flux. Sont également pris en compte le type de filtration, la météorologie, le scénario d'occupation du bâtiment en termes de production d'humidité et de CO_2. Le modèle peut tenir compte de l'asservissement des systèmes de ventilation à l'hygrométrie (systèmes de ventilation hygroréglables) ou d'autres indicateurs comme le niveau de CO_2, ou la présence d'occupants* », décrit Bernard Collignan.

Différents niveaux de complexité

Pour évaluer la QAI, des lois spécifiques d'émission et de transfert de polluants sont intégrées au logiciel qui résout un bilan massique supplémentaire pour chaque espèce polluante considérée. Les polluants émis sont issus de différentes sources comme les produits de construction et d'ameublement (formaldéhyde, COVT), le transfert des polluants gazeux du sol comme le radon ou ceux d'origine anthropique comme dans le cas d'anciens sites ou de friches industrielles et les transferts des polluants gazeux et particulaires de l'air ambiant (PM, NOx, O3, CO, SO2). La qualité du résultat du calcul dépend des données d'entrée et notamment de la qualité des lois physico-chimiques d'émission utilisées pour chaque matériau de construction ou d'aménagement. L'étiquetage des matériaux en classe d'émissivité des COV (A+ à C) peut servir de base mais la valeur indiquée est simplifiée et fixe. En réalité, la loi d'émission est dynamique et peut dépendre de la température et de l'hygrométrie ambiante. « *Différents niveaux de complexité de modélisation sont ainsi possibles, le premier niveau étant d'utiliser des lois constantes. En plus des polluants émis par les matériaux de construction et par le mobilier et des scénarios d'émission de l'occupation (chaleur, CO_2, hygrométrie), le modèle peut aussi prendre en compte, en fonction de l'usage du bâtiment (écoles, bureaux…), la présence de certains produits d'usage courant et inclure des scénarios d'ouverture de fenêtres* », complète Bernard Collignan. Il est aussi possible de modéliser un système de ventilation double flux avec une filtration et de comparer l'efficacité de différents niveaux de filtration vis-à-vis des polluants extérieurs.

Confrontation au réel

Dans le cadre d'un partenariat de recherche sur le thème de la simulation de la QAI en conception, le CSTB a collaboré avec le Groupe Artelia, qui développait une méthodologie de commissionnement de la qualité de l'air, afin de tester *Mathis-QAI* sur un projet concret. « *La qualité de vie au sein des bâtiments, qui intègre notamment la QAI, fait partie de nos sujets de R&D depuis plusieurs années et nous souhaitions pouvoir prédire la QAI en phase conception par simulation numérique. Début 2019, nous sommes devenus bêta-testeur de l'outil* Mathis-QAI *sur le bâtiment tertiaire Thémis, situé à Paris près du périphérique, qui venait d'être livré et sur lequel nous avions été BET environnement et énergie* », explique Aurore Pfister, ingénieure Conception environnementale chez Artelia Bâtiments Durables. Le CSTB a instrumenté l'immeuble sur une semaine complète avec des capteurs pour la mesure de la concentration de polluants dans l'air et des débits d'émission des matériaux. Les mesures ont été réalisées sur 13 COVs, formaldéhydes et COVT ainsi que sur les polluants présents dans l'environnement extérieur, en particulier les particules fines. Artelia disposait des données d'entrée complémentaires comme l'étanchéité à l'air du bâtiment et les débits d'air des CTA qui fonctionnaient en régime normal avec du côté périphérique, un système de filtration au charbon.

Le test a porté sur deux espaces, un plateau de bureaux de 280 m² et une salle de réunion de 35 m². Le retour du CSTB sur cette opération a montré une très bonne corrélation entre la prédiction et les mesures réelles et confirmé un bon niveau de concentration en formaldéhyde avec des valeurs par exemple égales à 22 et 20 µg/m³ dans le bureau paysager, respectivement pour la modélisation et les mesures. « *Sur nos projets actuels en démarche de certifications environnementales, des bonnes pratiques sont systématiquement mises en œuvre en phase conception et de chantier et à réception, des mesures sont effectuées afin de conforter le bon niveau de qualité d'air intérieur. Toutefois, sur le principe de ce qui se fait sur l'énergie, nous envisageons à terme de pouvoir nous engager sur un niveau de QAI, au sein des bâtiments, à réception. L'outil de prédiction de la QAI est indispensable pour mettre en pratique une démarche globale de suivi de la performance ou de commissionnement de la QAI* », ajoute Aurore Pfister.

Des résultats encourageants pour Engie Solutions

Pour *Indalo*, la confrontation des résultats de la simulation au réel a été faite par Engie Solutions. « *En tant que spécialiste en conception-réalisation et maintenance de systèmes de ventilation, nous avons bêta-testé* Indalo *il y a deux ans. Suite à ce premier test, nous avons souhaité confronter les résultats de simulation à des mesures réalisées sur un site. Le test a porté sur les niveaux de concentration en COV, en CO_2 et en particules et a été effectué sur un bâtiment tertiaire datant des années soixante-dix et situé près de Lyon* », présente Rémy Faure, chef de projet Innovations chez Engie Solutions. Les écarts constatés entre les résultats et les mesures ont pu être justifiés car le bâtiment est existant et en cours d'exploitation tandis que la modélisation dans *Indalo* était conçue à l'époque uniquement pour le neuf, avant que l'éditeur ne développe *Indalo Supervision*. L'écart est venu en particulier de l'hypothèse prise par le programme sur la valeur d'étanchéité à l'air de l'enveloppe du bâtiment ainsi que des différences sur les scénarios d'occupation. « *La simulation fonctionnait aussi moins bien pour les COV car les émissions du mobilier n'étaient pas prises en compte à l'époque. Néanmoins les résultats ont été jugés suffisamment encourageants pour que nous décidions de nous équiper au niveau opérationnel. L'entité SXD d'Engie Solutions va utiliser* Indalo *sur des projets en démarrage. Cette démarche peut être comparée à celle de la Simulation thermique dynamique (STD) en performance énergétique.* Indalo *permet au stade de la conception de mieux maîtriser nos engagements sur la performance de la future QAI vis-à-vis de nos clients* », complète Rémy Faure.

Pour modéliser une ventilation un peu spécifique ou pour étudier la circulation des polluants dans des espaces de grandes dimensions comme la halle bassin d'un centre aquatique, le bureau d'études a développé un savoir-faire dans la modélisation de type CFD. « *La simulation multizone du bâtiment réalisée avec* Indalo *présente l'intérêt de pouvoir ajuster au plus fin les débits de ventilation pour chaque pièce afin d'éviter un surdimensionnement. Il est possible d'augmenter les débits*

1 Photo © Bandalux

1 Immeuble Le Thémis (Paris 17e) : pour confronter la simulation issue de *Mathis-QAI* au réel, des mesures ont été réalisées sur 13 polluants intérieurs, dont les COV et formaldéhydes totaux ainsi que sur les polluants externes, en particulier les particules fines.

“Le marché va demander aux bureaux d’études d’aller plus loin et d’être capables de s’engager sur la performance, en particulier sur le taux de particules dans l’air ou sur la concentration en COV, un polluant sur lequel les attentes sont de plus en plus fortes”

dans les pièces où des contraintes sont mises en évidence et dans d’autres de demeurer au débit réglementaire et d’être ainsi plus fin dans la conception. Le résultat de ces tests nous a encouragés à intégrer la simulation de la QAI dans notre offre Axl’Air *d’amélioration de la qualité de l’air intérieur*», se félicite Rémy Faure.

Les obligations de résultat en QAI sont encore rares sur les projets. Souvent, la qualité de l’air est réduite à la maîtrise d’un taux de CO_2 avec l’aide d’une sonde de régulation. Toutefois à l’avenir, le marché va demander aux bureaux d’études d’aller plus loin et d’être capables de s’engager sur la performance, en particulier sur le taux de particules dans l’air ou sur la concentration en COV, un polluant sur lequel les attentes sont de plus en plus fortes. «*Une réponse classique est d’augmenter les débits de ventilation mais la consommation d’énergie augmente. Faire appel à ce type de modélisation permet d’optimiser les débits et d’affiner les scénarios de ventilation, de décider s’il vaut mieux ventiler très tôt le matin ou lorsque les gens arrivent au travail. Son usage est bien adapté aux projets en tertiaire. La force d’*Indalo *est de rendre accessible une modélisation complémentaire à la CFD, qui est plutôt réservée à des besoins en conception très fine à l’échelle d’une pièce*», résume Rémy Faure.

Un comparatif mené par Cerqual

Enfin, des essais comparatifs sur les deux solutions existantes ont eu lieu à l’initiative de Cerqual (filiale de Qualitel). Les tests ont porté sur deux immeubles de logements collectifs à réception à Asnières (92) et Saint-Priest (69), comprenant deux appartements dans chaque immeuble et deux pièces de vie dans chaque appartement. Tous équipés d’une VMC simple flux hygro B, les appartements étaient non meublés et inoccupés pendant la période de mesure. «*En 2018, nous avons mené une étude chez Cerqual à notre initiative sur les deux outils émergents d’aide à la conception de la QAI, afin d’évaluer leur robustesse et le modèle physique utilisé en le confrontant à une réalité mesurée. L’enjeu était de vérifier si les modèles suivaient la réalité et d’en obtenir la preuve. Un programme de recherche a été lancé avec le CSTB et avec Octopus Lab à qui nous avons donné à modéliser les mêmes logements, et en parallèle nous avons fait réaliser par un prestataire des mesures de concentrations de polluants sur site*», précise Jean-Frédéric Bailly, directeur Études & Recherche chez Cerqual. Les émissions des revêtements de sol, des murs et des plafonds ont été prélevées sur le site en utilisant une cellule d’émission (FLEC) et analysées par un appareil de GC-MS (Chromatographie gazeuse – spectrométrie de masse). Les facteurs d’émission obtenus ont été utilisés comme des données d’entrée dans les modèles.

La confrontation entre la modélisation et les mesures a montré que les deux outils sont capables de faire de la prédiction de QAI moyennant les incertitudes, de manière assez similaire. Par rapport à certaines mesures d’émissions de polluants utilisées en entrée, la forme de la courbe, décrivant la variation de polluants sur une plage de temps, suit la réalité de la mesure de la concentration de ces polluants. La satisfaction est d’obtenir des formes similaires de courbes aussi bien concernant la partie aéraulique que sur la prise en compte des interactions chimiques. «*Ce n’est pas tant le seuil donné que la forme de la courbe qui donne satisfaction. En revanche, le seuil pour les valeurs de concentration de polluants demeure un vrai débat, sur lequel il y a beaucoup à progresser à la fois sur la prédiction et sur la mesure du fait de l’absence de retour d’expérience*», poursuit Jean-Frédéric Bailly. Cette démarche de simulation présente un intérêt tout particulièrement pour des bâtiments situés en zone urbaine à fort trafic. La modélisation du parcours de l’air permet d’optimiser la configuration des pièces et des circulations comme la position de la salle de bains par rapport aux autres pièces. Le gain est évident du fait d’une perception difficile de la QAI au stade de la conception en l’absence de simulation. «*L’étude du sujet est habituellement un peu négligée. Pourtant l’enjeu est important. Si l’optimisation d’un système de ventilation est poussée par rapport au débit réglementaire minimum, le moindre souci comme une porte mal détalonnée va dégrader le résultat d’un point de vue sanitaire. Toutefois, il peut exister une appréhension à utiliser les outils de prédiction dans le cas d’un contexte à risques comme une résidence étudiante en bordure d’une voie à fort trafic. Ils peuvent révéler un problème nécessitant de devoir le traiter…*», conclut Jean-Frédéric Bailly. ■