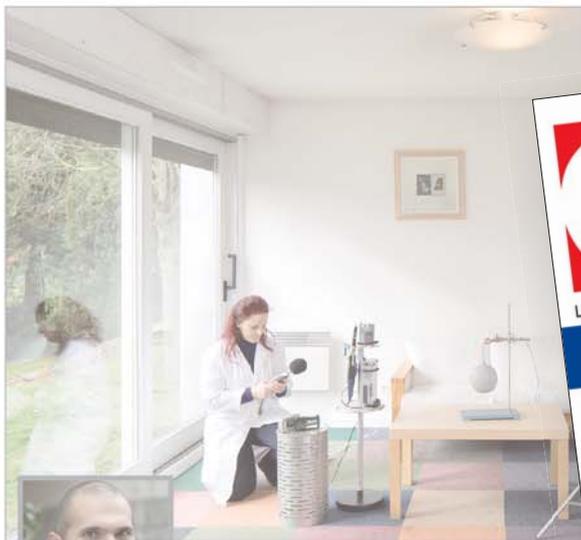


L'assèchement de l'air dans les bâtiments performants



Paru dans

Le système respiratoire de l'Homme a besoin d'une certaine quantité de vapeur d'eau. Ainsi l'humidité d'un local est importante au même titre que la température. Un air trop sec peut avoir des conséquences sur la santé : assèchement des muqueuses qui ne peuvent plus arrêter les germes pathogènes, irritations oculaires, apparition de phénomènes électrostatiques désagréables [Déoux, 2004]. De plus, un air sec est source d'inconfort et peut faire l'objet de plaintes des usagers.

La sensibilité à l'humidité de l'air varie selon les individus. Il est courant de préciser une humidité relative minimale de 30 % à l'intérieur d'un local. Or, dans les bâtiments à basse consommation d'énergie, où le renouvellement d'air est particulièrement contrôlé (étanchéité à l'air soignée, ventilation mécanique double flux), les mesures montrent des taux d'humidité intérieure en hiver fréquemment en deçà de 30 %.

Ce paramètre est rarement traité lors de la phase de conception d'un bâtiment alors qu'il joue le même rôle que la température dans le confort de l'utilisateur. Cette note a pour objectif d'étudier l'importance de ce phénomène. Dans un premier temps, le but est d'identifier les situations pour lesquelles

le risque d'un... tant. Dans un... trer l'influence... sur ce sujet et... bonnes pratique

1. Méthodolo

Dans un premier... liser l'influence... sur l'humidité int... la simulation th... utilisée avec la m

Chaud Froid Performance N° 802
Le mensuel du concepteur et de l'entreprise

- Chauffage
- Ventilation
- Rafraîchissement
- Réfrigération
- Énergies renouvelables
- Régulation
- Sanitaire
- Plomberie

www.edipa.fr
Septembre 2016

«Pensons en termes de partenariats»
Tribune de Paul-Étienne Davier (p. 8)

→ Marché : groupes d'eau glacée (p. 34)

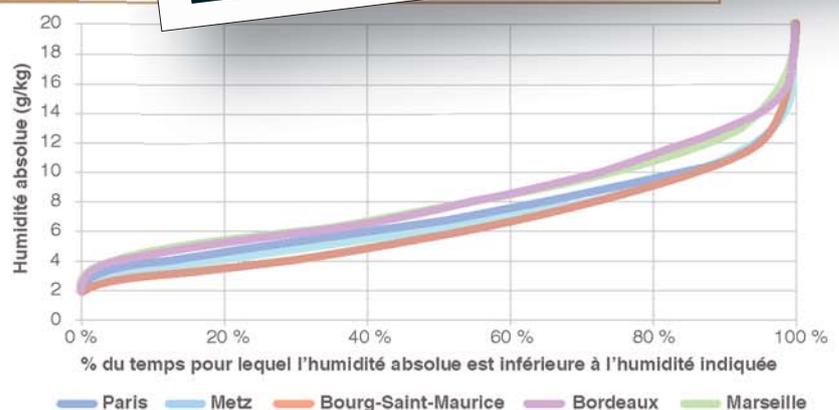
→ Chantier : une chaufferie clés en main (p. 84)

→ Technique : l'assèchement de l'air dans les bâtiments performants (p. 87)

DOSSIER CHAUFFAGE ET ECS
La réglementation donne le tempo (p. 48)

Mettez-vous au vert !
thermador (Voir page 61)

Figure 1 Effect



L'humidité de l'air varie fortement en fonction du climat. L'étude prend donc en compte les données météorologiques de cinq villes représentatives de 5 climats français.

L'assèchement de l'air dans les bâtiments performants



Credit photo : Clément Guillaume (CSTB)

Quel rôle joue l'humidité de l'air dans les bâtiments performants, par construction très étanches et très isolés thermiquement ? Le risque existe d'un air trop sec qui génère de l'inconfort. Cette étude vise à caractériser le phénomène.



Par Vincent Coste, responsable du pôle R&D et des études énergétiques du bureau d'études Amoes à Asnières-sur-Seine.

Le système respiratoire de l'Homme a besoin d'une certaine quantité de vapeur d'eau. Ainsi l'humidité d'un local est importante au même titre que la température. Un air trop sec peut avoir des conséquences sur la santé : assèchement des muqueuses qui ne peuvent plus arrêter les germes pathogènes, irritations oculaires, apparition de phénomènes électrostatiques désagréables [Déoux, 2004]. De plus, un air sec est source d'inconfort et peut faire l'objet de plaintes des usagers.

La sensibilité à l'humidité de l'air varie selon les individus. Il est courant de préconiser une humidité relative minimale de 30 % à l'intérieur d'un local. Or, dans les bâtiments à basse consommation d'énergie, où le renouvellement d'air est particulièrement contrôlé (étanchéité à l'air soignée, ventilation mécanique double flux), les mesures montrent des taux d'humidité intérieure en hiver fréquemment en deçà de 30 %.

Ce paramètre est rarement traité lors de la phase de conception d'un bâtiment alors qu'il joue le même rôle que la température dans le confort de l'utilisateur. Cette note a pour objectif d'étudier l'importance de ce phénomène. Dans un premier temps, le but est d'identifier les situations pour lesquelles

le risque d'un air intérieur trop sec est important. Dans un second temps, on veut montrer l'influence des systèmes climatiques sur ce sujet et ainsi préconiser quelques bonnes pratiques à mettre en place.

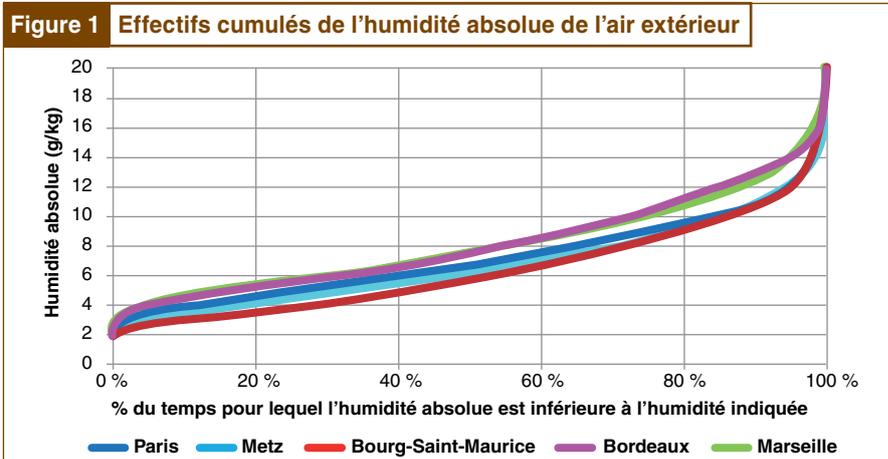
1. Méthodologie

Dans un premier temps, on souhaite visualiser l'influence de différents paramètres sur l'humidité intérieure de l'air. Pour cela, la simulation thermique dynamique est utilisée avec la modélisation d'un local de

60 m² ayant une enveloppe passive sous TRNSys.

1.1. Choix des zones climatiques

L'objectif étant d'identifier les types de climat les plus à risques concernant l'assèchement de l'air, les données météorologiques de 5 villes représentatives de 5 climats français sont analysées. La **figure 1** montre les effectifs cumulés des humidités absolues de l'air extérieur pour les cinq villes choisies.



L'humidité de l'air varie fortement en fonction du climat. L'étude prend donc en compte les données météorologiques de cinq villes représentatives de 5 climats français.



L'humidité de l'air extérieur varie fortement en fonction du type de climat. Le climat le plus sec correspond au climat montagnard de Bourg-Saint-Maurice. Viennent ensuite le climat continental de Metz, le climat océanique dégradé de Paris, le climat méditerranéen de Marseille et le climat océanique de Bordeaux.

1.2. Choix des scénarios

Afin de montrer l'influence de l'usage d'un local, trois scénarios sont modélisés. Leurs caractéristiques sont résumées dans le **tableau 1**.

Les débits de renouvellement d'air sont ceux préconisés pour avoir une bonne qualité sanitaire de l'air intérieur. Ils sont supérieurs aux débits réglementaires.

La température de chauffage est dans un premier temps prise à 19 °C avec un ralenti de 2 °C la nuit pour les bureaux et le groupe scolaire.

Les seuls apports d'humidité modélisés sont les apports humains. Ainsi les apports de la cuisine et de la salle de bains ne sont pas pris en compte, hypothèse qui est défavorable pour cette étude, notamment dans le cas du logement.

2. Résultats

La température intérieure ainsi que l'humidité sont extraites des différentes simulations. Ces données permettent de calculer le nombre d'heure d'occupation pour lesquelles l'humidité relative est inférieure à 30 %. Les résultats obtenus sont résumés dans le **tableau 2**.

Les situations à fort risque sont renseignées en gris foncé. Elles correspondent à des cas où l'humidité relative est inférieure à 30 % pour plus de 20 % du temps d'occupation. Les cas en gris correspondent à plus de 15 % et en gris clair à plus de 10 %. Dans ces cas, il convient de faire particulièrement attention au problème d'assèchement de l'air intérieur car il peut occasionner un inconfort important pour les occupants. Ces situations sont fréquentes et sont d'autant plus importantes que la zone climatique est sèche. Les deux graphiques suivants correspondent aux effectifs cumulés de l'humidité relative et permettent de visualiser plus précisément la sensibilité à l'usage et au climat de l'assèchement de l'air intérieur.

Il est remarquable que la ville de Bourg-Saint-Maurice se détache des autres. En effet, l'altitude amplifie le phénomène d'air sec. Concernant les usages, le logement est plus enclin aux problèmes d'assèchement de l'air. Le groupe scolaire et les bureaux sont quant à eux similaires.

Un autre paramètre intervenant est la température de consigne de chauffage. Dans des bâtiments performants, il est préconisé que celle-ci soit de 19 °C, mais les

Tableaux 1 et 2 Résultats de la simulation, sensibilité à l'usage et au climat

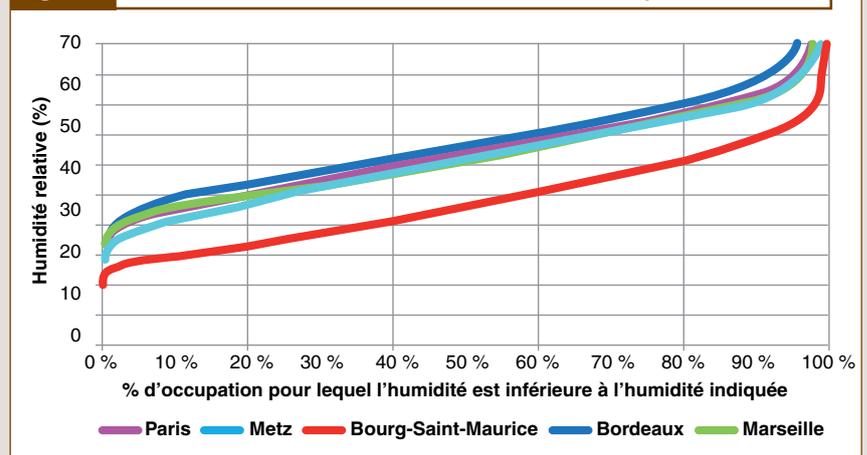
Cas	Logement	Bureaux	Groupe scolaire
Occupation (personne/10 m ²)	0,5	1	4,2
Débit de renouvellement d'air (m ³ /h.personne)	30	25	20

Scénarios simulés

	Logement	Scolaire	Bureaux
Bordeaux	471 h < 30 % HR HR _{min} = 26,4 %	85 h < 30 % HR HR _{min} = 18,7 %	145 h < 30 % HR HR _{min} = 21,4 %
Paris	1 023 h < 30 % HR HR _{min} = 18,62 %	180 h < 30 % HR HR _{min} = 20 %	247 h < 30 % HR HR _{min} = 21,6 %
Marseille	759 h < 30 % HR HR _{min} = 17,5 %	208 h < 30 % HR HR _{min} = 21,2 %	307 h < 30 % HR HR _{min} = 21,5 %
Metz	1 778 h < 30 % HR HR _{min} = 14,9 %	370 h < 30 % HR HR _{min} = 14,8 %	459 h < 30 % HR HR _{min} = 17,9 %
Bourg-Saint-Maurice	4 183 h < 30 % HR HR _{min} = 11,6 %	959 h < 30 % HR HR _{min} = 9,4 %	1 342 h < 30 % HR HR _{min} = 12,8 %

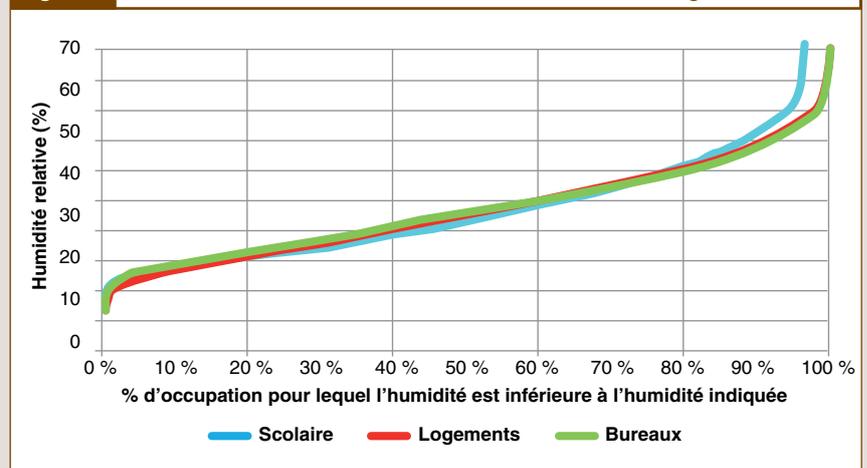
Les différents usages des locaux sont pris en compte dans l'étude à travers trois scénarios. Supérieurs aux débits réglementaires, les débits d'air préconisés sont ceux nécessaires à une bonne qualité d'air intérieur.

Figure 2 Effectifs cumulés de l'humidité relative intérieure pour les bureaux



L'altitude amplifie le phénomène de sécheresse de l'air. C'est pourquoi la ville de Bourg-Saint-Maurice se détache nettement des autres.

Figure 3 Effectifs cumulés de l'humidité relative intérieure à Bourg-Saint-Maurice



Le groupe scolaire et les bureaux ont des comportements analogues. Le logement est plus enclin aux problèmes d'assèchement de l'air.

usagers l'augmentent souvent à 20 ou 21 °C. L'influence de ce paramètre est modélisée pour la météo de la ville de Paris. Les résultats obtenus sont résumés dans la **figure 4**.

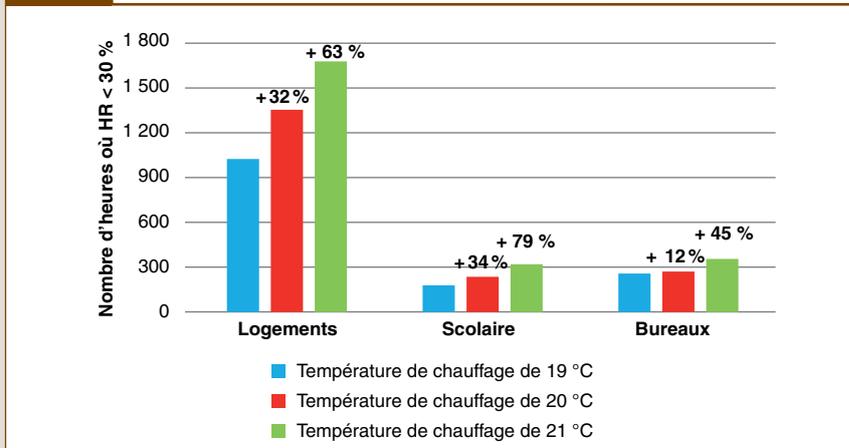
Une augmentation de 2 °C de la température de consigne augmente de 45 à 79 % le nombre d'heures où l'humidité relative de l'air intérieur est inférieure à 30 %. La température de chauffage a donc une grande influence sur le phénomène d'assèchement de l'air. Il est important dans des situations à risques de sensibiliser l'utilisateur sur ce point. En effet, une température de chauffage de 19 °C réduit les risques d'assèchement de l'air intérieur et permet des consommations énergétiques plus faibles.

3. Le chauffage par air est-il vraiment problématique ?

Le chauffage par air est une solution souvent mise en place dans les bâtiments performants. L'idée de cette étude est de montrer son impact sur l'assèchement de l'air intérieur. Le chauffage par air modélisé permet de doubler le débit de ventilation si la température de consigne n'est pas atteinte.

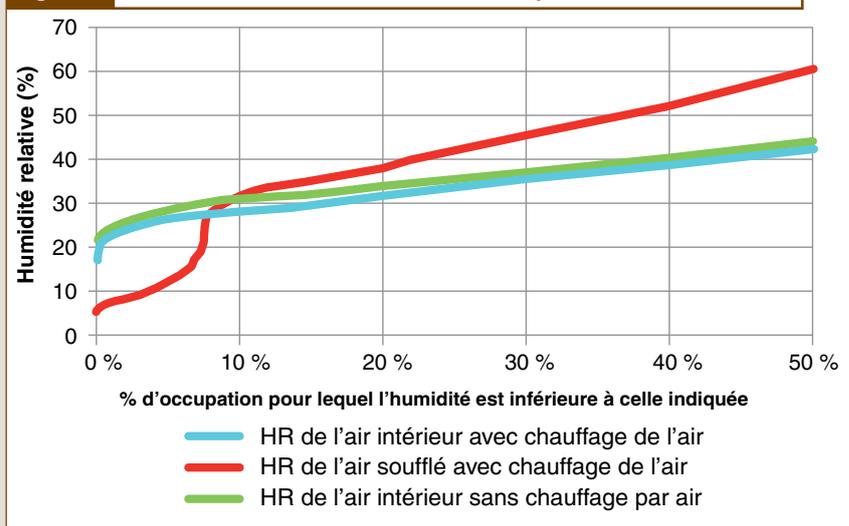
Avec un chauffage par air, le nombre d'heures où l'humidité intérieure est inférieure à 30 % augmente de 60 %. Il est donc important de récupérer l'air extrait lorsqu'il convient d'augmenter le débit de ventilation pour chauffer le local (**figure 5**). Au niveau de la bouche de soufflage, l'air est très sec : il peut atteindre une humidité relative inférieure à 10 %, occasionnant un inconfort local important. Il convient ainsi de prêter particulièrement attention à la qualité du soufflage par air. Celui-ci doit être vertical afin de casser la stratification de l'air et avoir un taux d'induction important, permettant le bon mélange de l'air soufflé avec l'air du local. En effet, plus le taux d'induction est

Figure 4 Évolution du nombre d'heures où l'humidité relative intérieure est inférieure à 30 % selon la température de chauffage pour la ville de Paris



Une augmentation de 2 °C de la température de consigne accroît de 45 à 79 % le nombre d'heures où l'humidité relative de l'air intérieur est inférieure à 30 %.

Figure 5 Effectifs cumulés de l'humidité relative pour les bureaux à Paris



Au niveau de la bouche de soufflage, l'air est très sec ; il peut atteindre une humidité relative inférieure à 10 %, occasionnant un inconfort local important.

Un bureau d'études spécialisé dans le Bepos

Créé en 2007, le bureau d'études Amoès a pour objectif d'être un acteur majeur du bâtiment à énergie positive en réduisant les besoins énergétiques des bâtiments et en mettant en place des équipements énergétiques performants à partir d'énergies renouvelables. Il s'agit de faire face à l'épuisement des ressources énergétiques fossiles et d'endiguer le changement climatique. Le bureau d'études suit les préceptes développés par l'association Négawatt pour tous les usages (chauffage, eau chaude sanitaire, rafraîchissement, électricité spécifique) : sobriété, efficacité et énergies renouvelables.

Amoès est un bureau d'études spécialisé dans le Bepos, géré par Damien Lambert avec six associés : François Bourmaud, **Vincent Coste** (photo), Olivier Davidau, Lucie Dente, Bernadette Jamet et Jérémy Tanguy. L'entreprise est située à Asnières-sur-Seine (Hauts-de-Seine) et compte 18 personnes. Elle fait de la maîtrise d'œuvre, de l'assistance à maître d'ouvrage (AMO), des audits, des campagnes de mesures, des études énergétiques et environnementales, de la formation (TRNsys, Wufi,...) et de la recherche et développement. Elle compte différentes références sur des bâtiments très performants, crèche certifiée passive à Nogent-sur-Marne, logements certifiés passifs à Montreuil... Un certain nombre d'entre elles ont déjà fait l'objet de reportages dans la revue Chaud Froid Performance...



Figure 6 Évolution dans un échangeur à récupération d'humidité

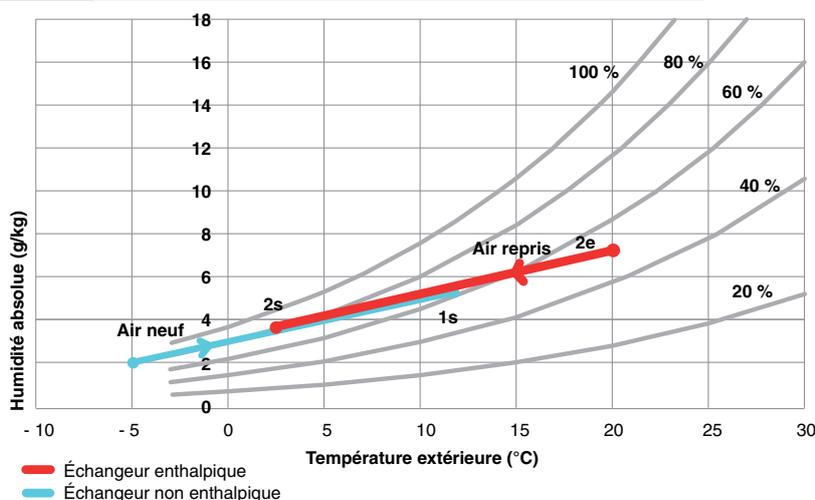
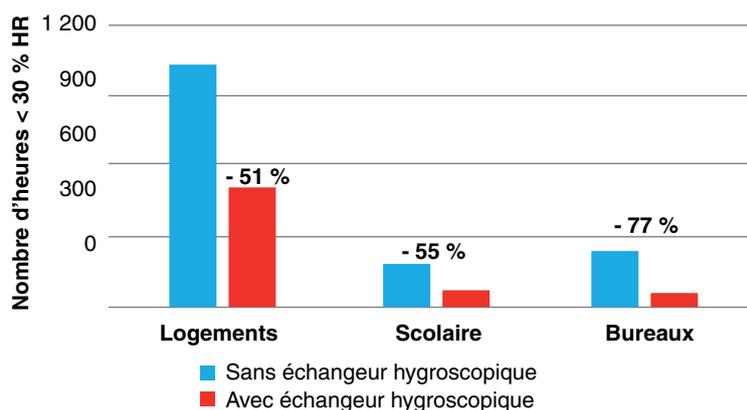


Figure 7 Évolution du nombre d'heures où l'humidité relative intérieure est inférieure à 30 % avec et sans échangeur hygroscopique pour la ville de Paris



L'utilisation d'un échangeur récupérant l'humidité de l'air extrait permet de diminuer entre 50 et 77 % le nombre d'heures où l'humidité relative est inférieure à 30 %.

important, plus le brassage entre l'air primaire et l'air secondaire est important.

4. Les échangeurs avec récupération d'humidité : une solution ?

Afin de limiter le problème d'assèchement de l'air, les fabricants ont mis au point des

échangeurs qui récupèrent l'humidité de l'air extrait. Il en existe deux types :

- **Échangeurs à roue hygroscopique**
 Ce récupérateur utilise l'inertie d'un matériau qui passe alternativement dans un air chaud et qui va ensuite réchauffer un air froid. D'autre part, il permet le

transfert d'humidité ; la vapeur se condense sur le matériau pour se revaporiser au contact de l'air chaud.

• Échangeurs enthalpiques

La séparation des contre-courants de l'air extrait et de l'air extérieur est effectuée par une membrane polymère. L'humidité est diffusée sous forme de vapeur d'eau de la section à haute pression de vapeur à celle à basse pression de vapeur.

Les échanges ayant lieu dans des échangeurs à récupération d'humidité sont schématisés sur le diagramme de l'air humide (figure 6).

Ces échangeurs transmettent la totalité de l'eau condensée. Les deux airs évoluent sur le segment de droite reliant les deux points correspondant à l'air extrait et l'air neuf (Bouteloup, 2009).

De tels échangeurs possèdent un taux de récupération de chaleur de 80 % et de récupération d'humidité de 70 %. Les résultats obtenus par simulation sont comparés à ceux avec un échangeur non enthalpique (figure 7).

L'utilisation d'un échangeur récupérant l'humidité de l'air extrait permet de diminuer entre 50 et 77 % le nombre d'heures où l'humidité relative est inférieure à 30 %. La récupération d'humidité permet donc de réduire significativement le phénomène d'assèchement de l'air. Ce système, moins coûteux qu'un système d'humidification externe, est intéressant à mettre en place dans les situations à risque.

5. Conclusion

La présente étude confirme les risques d'assèchement de l'air révélés par des campagnes de mesures. Il existe de nombreuses situations où ce risque est important. Elles doivent être identifiées pendant la phase de conception d'un bâtiment.

Il convient de prendre des précautions avec le chauffage par air. Celui-ci peut induire une augmentation de l'assèchement de l'air et un inconfort local au niveau du soufflage. Il est donc important de ne pas augmenter le renouvellement d'air, mais de procéder à un recyclage de l'air extrait et de mettre en place un soufflage de qualité.

Dans certains cas à fort risque, des mesures palliatives peuvent être prises dès le début de la conception du bâtiment, telles que la mise en place d'un échangeur à récupération d'humidité. Ce système peu énergivore permet de réduire fortement l'assèchement de l'air en humidifiant l'air sans apports d'eau externes.

Références

- Déoux, Le guide de l'habitat sain, 2004.
- Bouteloup, Climatisation Conditionnement d'Air, Processus de traitement de l'air, 2009.

Vus dans votre magazine Chaud Froid Plomberie

De nombreux articles ont déjà été publiés dans CFP :

- Reportage sur la maison de l'enfance à Gennevilliers, CFP n° 755 en 2012.
- « Comment exploiter le free-cooling direct dans les salles serveurs informatiques », CFP n° 763 en 2013.
- Retour d'expérience sur la crèche passive de Nogent-sur-Marne, CFP n° 773 en 2013.
- La réhabilitation de logements collectifs à Tours, CFP n° 774 en 2014.
- Un article technique sur le cumul des énergies pour l'eau chaude, CFP n° 777 en 2014.
- Un article sur les îlots urbains, CFP n° 784 en 2014.
- L'interview de Vincent Coste en 2015, CFP n° 785.
- Un article sur des logements collectifs passifs tout bois à Montreuil, CFP n° 785...

LE MAGAZINE

ABONNEZ-VOUS 2 ans et économisez 20 % !



Inclus dans l'abonnement : la version numérique de CFP

LE e-MAGAZINE



et ses nombreux compléments à télécharger

LES SUPPLÉMENTS THÉMATIQUES



Une analyse de fond sur une thématique

LA NEWSLETTER



L'essentiel de l'info, chez vous, par mail, toutes les semaines

LE SITE



Toute l'actualité au quotidien et l'accès aux archives



LE MAGAZINE
(11 numéros par an)

LES SUPPLÉMENTS THÉMATIQUES

Une analyse de fond sur votre métier et ses évolutions

LA NEWSLETTER

L'essentiel de l'info, chez vous, par mail toutes les semaines

LE e-MAGAZINE

Le complément web de votre revue papier et ses documents à télécharger

LE SITE

Toute l'actu, les indices et les archives



BULLETIN D'ABONNEMENT

OUI, je m'abonne à Chaud Froid Performance. Je recevrai le magazine, le e-magazine, les suppléments, la newsletter hebdomadaire et j'aurai accès au site web et ses nombreux services (indices, archives, etc.).

Je choisis l'offre d'abonnement :

- 2 ans (22 numéros) au tarif de 206,40 € TTC* au lieu de 258 € TTC, soit 20 % de réduction.
- 1 an (11 numéros) au tarif de 129 € TTC*

Je choisis mon mode de paiement :

- Chèque bancaire à l'ordre de Éditions Parisiennes
- À réception de facture
- Mme Mlle Mr

Nom/Prénom : _____

Société : _____ Fonction : _____

Adresse : _____

Code postal : _____ Ville : _____

Tél. : _____ Activité : _____

Siret : _____ Code NAF : _____

J'inscris mon adresse pour recevoir le e-magazine et la e-newsletter

E-mail : _____ @ _____

J'offre à deux personnes de mon choix l'abonnement à la e-newsletter hebdomadaire

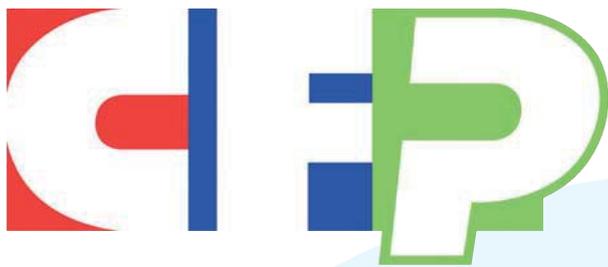
E-mail : _____ @ _____

E-mail : _____ @ _____

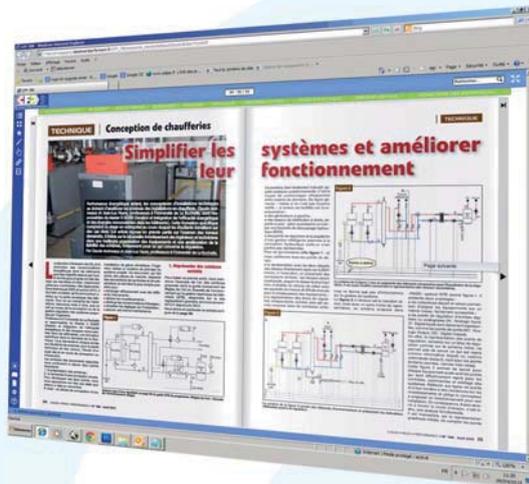
À renvoyer accompagné de votre règlement à Chaud-Froid-Performance - Éditions Parisiennes
6, passage Tenaille - 75014 Paris - Fax : 01 45 40 30 61 - E-mail : abo@edipa.fr

En application de l'article L.27 de la loi du 6 janvier 1978, relative à l'informatique et aux libertés, vous disposez d'un droit d'accès et de certification pour toute information vous concernant en vous adressant à notre siège social. Les informations requises sont nécessaires à l'établissement de votre commande. Elles pourront également être cédées à des organismes extérieurs, sauf si vous cochez la case ci-contre

* Prix valable en France métropolitaine seulement. Pour l'étranger et les DOM-TOM nous consulter. Offre valable jusqu'au 30/06/2016.



c'est aussi...



Un e-mag enrichi
(documents, photos, vidéos)*



Une newsletter hebdomadaire gratuite



Une librairie technique

Plus de 400 ouvrages et logiciels



Des archives

consultables sur le site



Un site internet

www.edipa.fr



La chaîne YouTube

Chaud Froid Performance en vidéos

* Service réservé aux abonnés.