

PERFORMANCE THERMIQUE

La construction passive utilise les apports «passifs» du soleil et la chaleur dégagée par les occupants ou l'équipement électrique. Objectif : dépenser moins de 15kWh/m²/an pour le chauffage.

1. ISOLATION OPTIMALE

Forte épaisseur d'isolants, triple vitrage calorifuge avec système d'intercalaires séparés thermiquement, menuiseries spécifiques, suppression des ponts thermiques... Coefficients de transmission thermique exigés :

- pour les parties opaques $U < 0,15 \text{ W/m}^2\text{°C}$,
- pour les surfaces vitrées et châssis $U < 0,8 \text{ W/m}^2\text{°C}$.

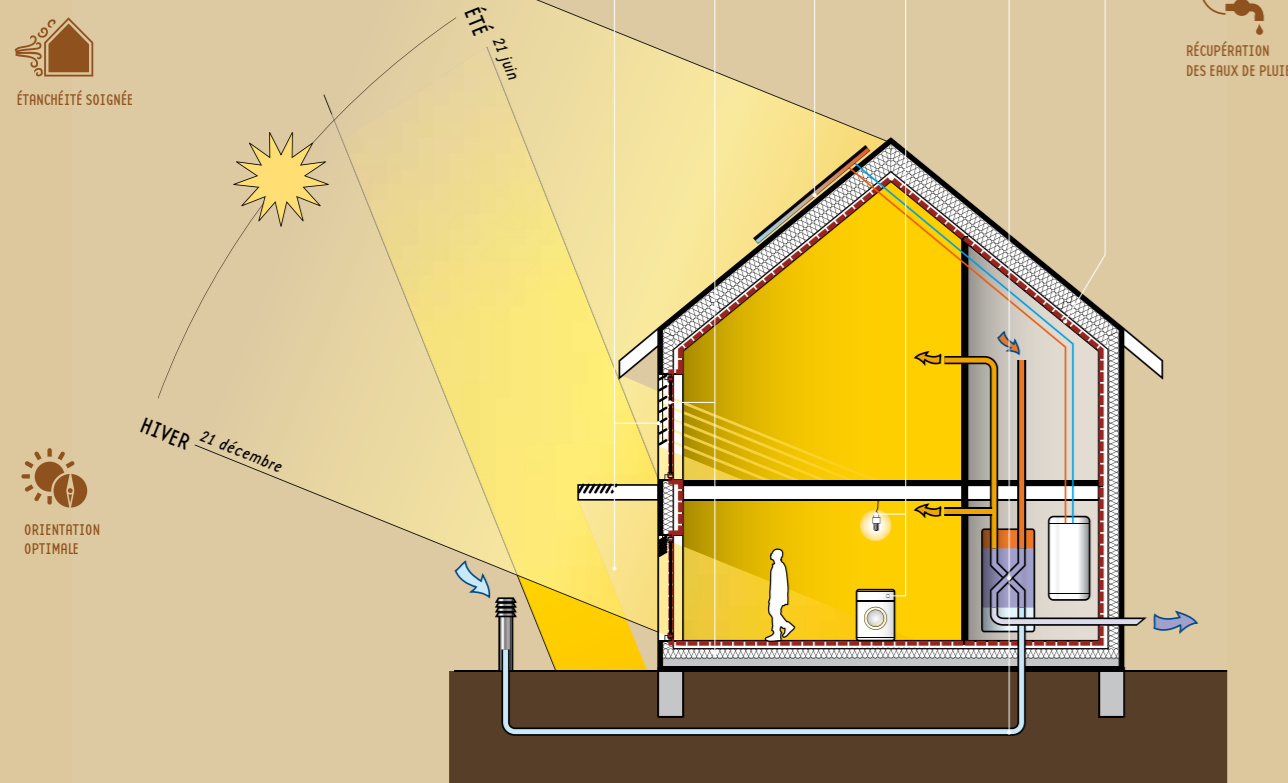
2. ENVELOPPE ÉTANCHE À L'AIR

Limiter les pertes par infiltration :

- Mise en œuvre continue, en prenant soin des points de contact entre les parois, le toit, le sol et la charpente.
- Évaluation par test pratique (Blower door test).
- Triple vitrage calorifuge avec système d'intercalaires séparés thermiquement et châssis spéciaux.

3. SOLAIRE ET VENTILATION PASSIFS

Conception assurant la meilleure orientation (apports solaires passifs). Prise en compte de la transmission énergétique du vitrage (valeur g). Protections extérieures pour éviter la surchauffe en été, ventilation traversante de nuit et autres systèmes passifs de ventilation.



CAUE
Conseil d'Architecture d'Urbanisme et de l'Environnement de l'Isère
22, rue Hébert
38000 Grenoble
Tél. : 04 76 00 02 21
www.caue-isere.org

Créaboïs Isère
Inter-professions forêt-bois
13, rue Billerey
38000 Grenoble
Tél. : 04 76 46 51 44
Mél: creabois@wanadoo.fr

La passion du bois
BP 2413
38034 Grenoble cedex 2
www.lapassiondubois.com

Adresses utiles
Espaces info-énergie :
ALE - Agence locale de l'énergie de l'agglomération grenobloise
04 76 00 19 09 / www.ale-grenoble.org
AGEDEN - Énergies Renouvelables en Isère
04 76 23 53 50 / www.ageden.org

Autres :
ANAH - Agence nationale de l'habitat
01 44 77 40 42 / www.anah.fr
Conseil général de l'Isère
04 76 00 38 38 / www.cg38.fr
Région Rhône-Alpes, direction énergie et environnement
04 72 59 51 38 / www.rhonealpes.fr

Liens internet :
www.lamaisonpassive.fr/spip/
www.lamaisonpassive.be/
www.maison-passive-nice.fr



>> L'exposition ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Découvrez les 19 totems représentant chacun un point singulier dans la construction, un module de présentation de Blower door test ou test d'infiltrométrie.

Les partenaires : La passion du bois, CAUE de l'Isère, CRÉABOIS Isère, DAET Rectorat de Grenoble

Les entreprises : Point P, Énergie Positive : B. Sevessand, ProClima, Illbruck, Menuiserie André, Chambre syndicale des Marchands de bois 38 et 26, CalÉol Ingénierie : R. Roger

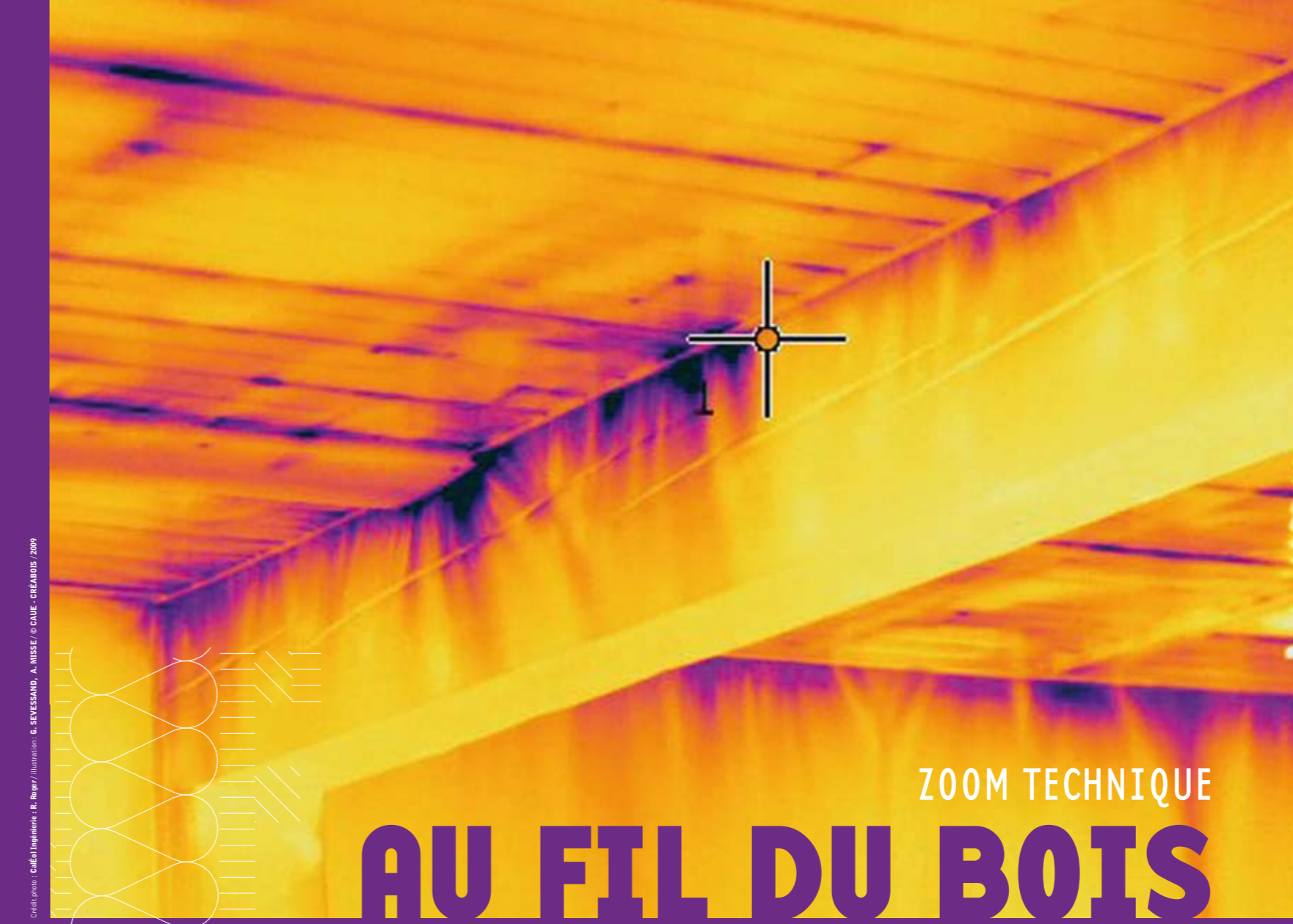
Exposition didactique sur une idée originale de : Vincent Tonnelier et Guillaume Sevessand

Réalisation et Construction par les établissements de formation : FCMB / Fédération Compagnonnique, CFA - Echirrolles, Neopolis Valence, IMT Grenoble, Lycée Roger Deschaux - Sassenage, Greta sud-Isère Grenoble, Lycée Bouvet - Romans (26)

Mise en scène : Jean-Jacques Hernandez

Animation : Les élèves de BTS du Lycée des métiers de Pont-de-Chéry

Plaquette : Textes : Vincent Tonnelier et Serge Gros
conseiller technique : Richard Roger / CalÉol Ingénierie
Conception Graphique : Arnaud Misse



AU FIL DU BOIS

ZOOM TECHNIQUE

ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

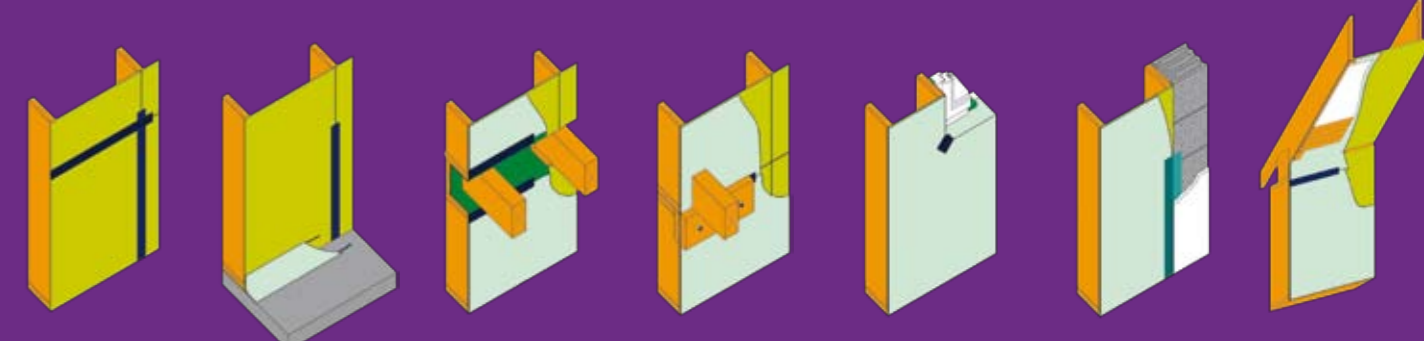


Document imprimé grâce à la participation de



>> L'ÉTANCHÉITÉ À L'AIR

Objectif performance énergétique



À LA DIFFÉRENCE DE NOMBRE DE NOS VOISINS, l'étanchéité à l'air des bâtiments reste aujourd'hui en France une notion nouvelle qui interroge beaucoup d'entre nous et remet en cause nos techniques constructives. L'urgence climatique à laquelle nous sommes tous confrontés nous incite à nous engager sans délai dans cette « révolution constructive ». Pour cela, il nous faut mettre en œuvre un triptyque d'actions combinant l'efficacité énergétique, le recours aux énergies renouvelables mais également la sobriété énergétique. Le Grenelle de l'environnement fixe dès 2020 pour toutes les constructions, l'objectif d'atteindre des performances « passiv haus » ou énergie positive.

Bâtiments étanches... mais respirants
Construire étanche à l'air, c'est avant tout contrôler tous les mouvements d'air, notamment lorsqu'il y a du vent. Un dispositif de ventilation mécanique double flux est indispensable pour ce type de construction. Il permet de contrôler les débits d'air et surtout de récupérer la chaleur de l'air extrait qui représente un enjeu incontournable de la consommation de chauffage (20 à 25 kWh/m²/an). L'air entrant peut désormais être débarrassé des poussières et pollens, dans des constructions étanches et respirantes qui nécessitent plus que jamais de s'interroger sur la nature des matériaux mis en œuvre à l'intérieur de l'habitat.

Contrôler les performances
Avant de réaliser le second œuvre, instant de vérité avec le premier test d'étanchéité à l'air qui permet de corriger les imperfections. Le second test sera effectué à la livraison du chantier puis dix ans plus tard pour vérifier la tenue des dispositifs et garantir les performances de la construction.

Une conception adaptée et un travail d'équipe
Pour réussir ce défi collectif il nous faut avant tout changer de méthode mais aussi de culture dans notre approche de la construction. Définir des objectifs performantiels adaptés aux usages de la construction, investir dans une conception soignée finalisée par des plans détaillés, partager les objectifs avec les entreprises chargées de la mise en œuvre, dialoguer, coordonner, tester, évaluer les performances obtenues. Tout point faible dans la conception ou la réalisation d'une partie affectera l'ensemble du projet.

Cette exposition lève le voile sur les points faibles des étanchéités mises en œuvre aujourd'hui. Elle propose des solutions que les systèmes constructifs bois ou mixte permettent d'atteindre. Ces techniques évoluent chaque jour, de projet en projet, pour une plus grande efficacité et simplicité afin que demain, elles puissent se généraliser pour notre bien être et celui de la planète.

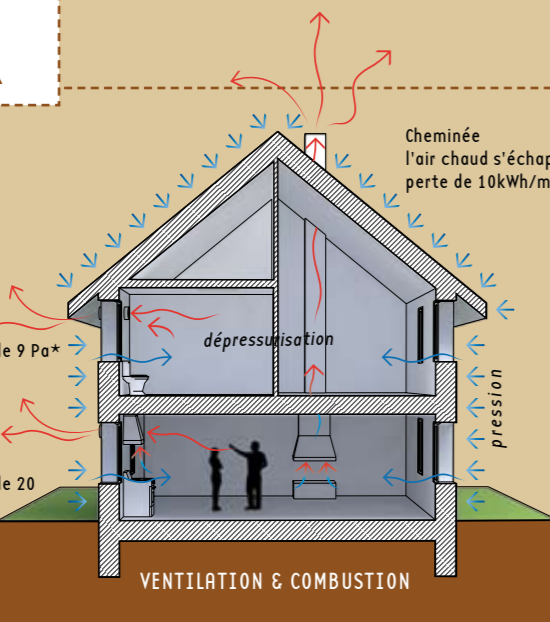
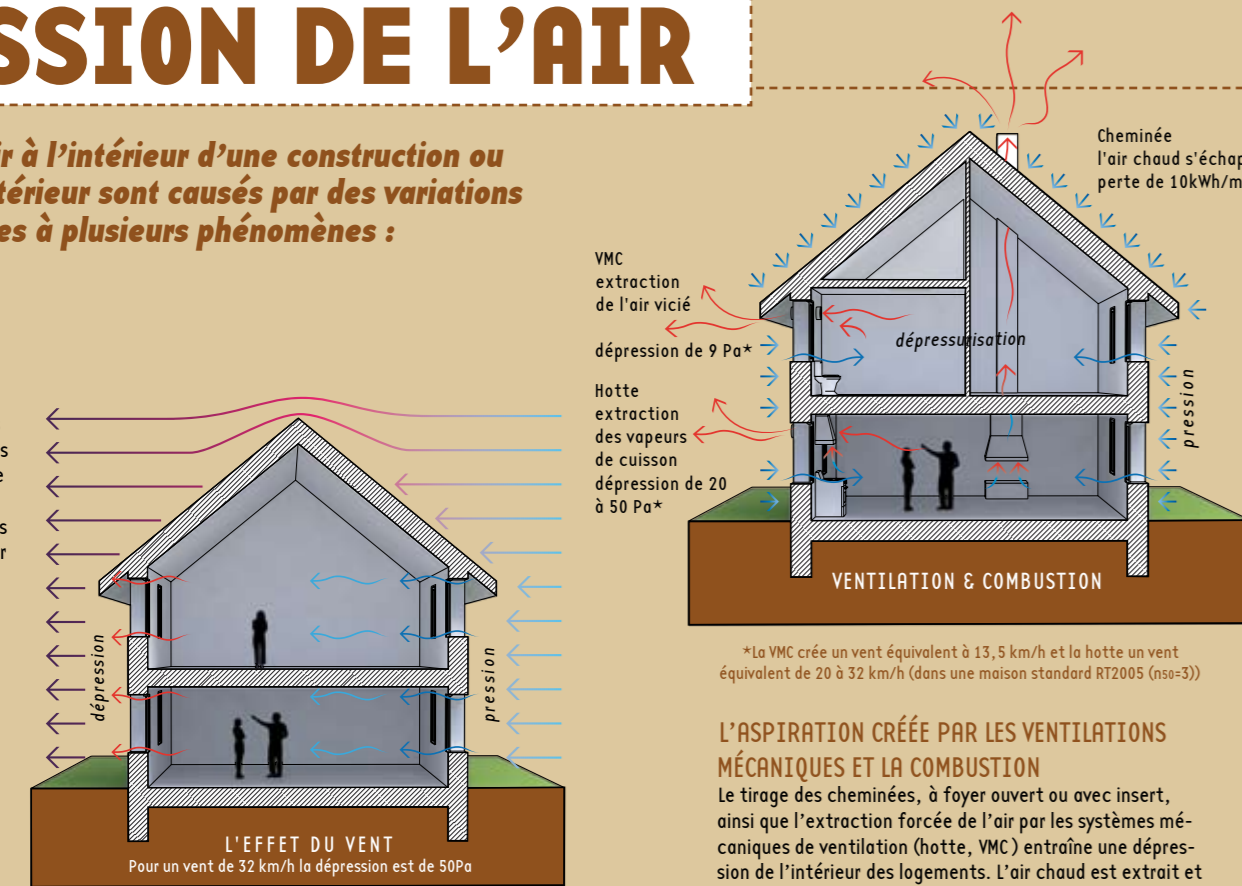
Les partenaires de l'exposition

LA PRESSION DE L'AIR

Les mouvements de l'air à l'intérieur d'une construction ou entre l'intérieur et l'extérieur sont causés par des variations de pression qui sont liées à plusieurs phénomènes :

LA FORCE DU VENT

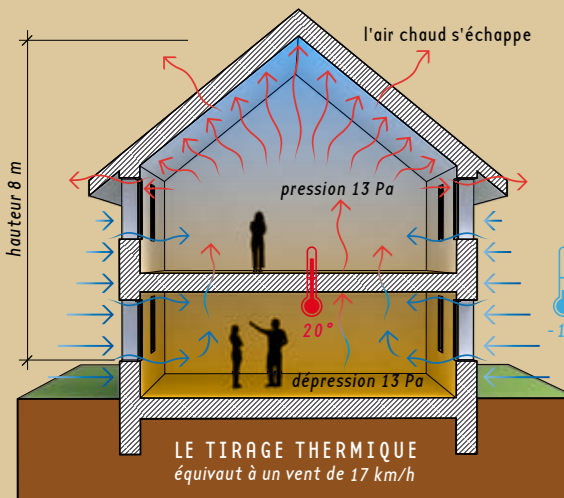
L'air s'écoule autour d'un bâtiment. Ce mouvement provoque des variations de pression à l'intérieur de la construction. Les pressions sont fortes sur les façades au vent, ce qui provoque des infiltrations d'air et sont plus faibles sous le vent, ce qui entraîne l'extraction de l'air. Plus le vent est fort, plus les différences de pression sont importantes et plus l'air est échangé entre l'extérieur et l'intérieur de la construction.



*La VMC crée un vent équivalent à 13,5 km/h et la hotte un vent équivalent de 20 à 32 km/h (dans une maison standard RT2005 (nso=3))

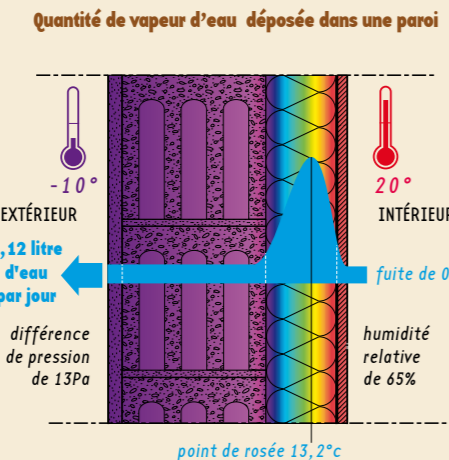
L'ASPIRATION CRÉÉE PAR LES VENTILATIONS MÉCANIQUES ET LA COMBUSTION

Le tirage des cheminées, à foyer ouvert ou avec insert, ainsi que l'extraction forcée de l'air par les systèmes mécaniques de ventilation (hotte, VMC) entraîne une dépression de l'intérieur des logements. L'air chaud est extrait et remplacé par l'arrivée d'air frais



LE TIRAGE THERMIQUE OU EFFET CHEMINÉE

Lorsque la température intérieure d'un bâtiment diffère de celle qui règne à l'extérieur, des différences de pression se produisent à cause des différentes densités de masse d'air liées à leur température. L'air froid est plus dense que l'air chaud. L'air s'écoule des hautes pressions vers les basses pressions. Quand les températures intérieures sont plus élevées que les températures extérieures, la pression intérieure est supérieure à la pression extérieure : l'air intérieur cherche à s'échapper.

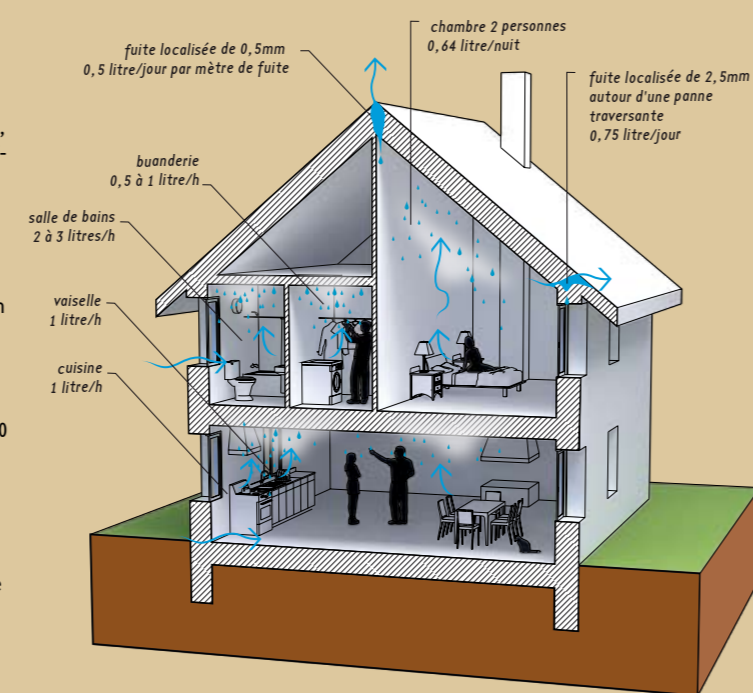


L'AIR DANS LA MAISON

étanchéité à l'air

SE PROTÉGER DU FROID

Traditionnellement pour se protéger du froid, on a recours à une bonne isolation, un chauffage conséquent et la fermeture de tous les points qui provoquent une entrée d'air froid. La tendance est de tout calfeutrer au risque de créer d'autres problèmes. L'air qui stagne à l'intérieur de l'habitation devient rapidement de mauvaise qualité et chargé en vapeur d'eau.



L'HUMIDITÉ DANS LA MAISON

Une famille de 4 personnes dégage jusqu'à 10 litres de vapeur d'eau par jour. Cette vapeur d'eau chaude de pression atmosphérique supérieure migre spontanément vers le froid en passant par les fenêtres et par la porte lorsqu'elles sont ouvertes ou par les parois des murs et les fuites entre les éléments de la structure. Un air très froid est très sec, à la différence de l'air chaud qui contient davantage de vapeur d'eau. Lorsque cette vapeur migre vers l'extérieur, elle se refroidit, condense et se transforme en eau : c'est le point de rosée. C'est là que les problèmes peuvent commencer.

MURS ÉTANCHES OU PERSPIRANTS

Certains matériaux ont des capacités plus ou moins grandes à absorber la vapeur d'eau. Les isolants naturels – chanvre, ouate de cellulose, fibre de bois – peuvent se charger de vapeur sans se détériorer et la restituer lors d'une inversion de pression. Les isolants synthétiques – polystyrène, laine de verre – ont des capacités faibles à retenir la vapeur d'eau, qui va s'écouler à la base de la paroi.

PARÉ-VAPEUR ET FREIN VAPEUR

L'un se veut hermétique et l'autre régulateur. Celui-ci doit alors être associé avec des isolants naturels. La vapeur d'eau va alors se fixer dans les matériaux de la structure. En cas d'inversion de température et de pression cette vapeur va faire le chemin inverse. Il y a un déphasage dans le temps.

QUALITÉ DE L'AIR ET RENOUELEMENT

Les normes de construction précisent que la moitié de l'air d'une pièce doit être renouvelée toutes les heures. Le principal problème consiste à concilier isolation et renouvellement d'air. En effet, un renouvellement d'air spontané suppose une circulation avec l'extérieur, et donc une fuite de chaleur (l'air chaud sort). Faut-il avoir une circulation d'air spontanée il faut avoir recours à une VMC (ventilation mécanique contrôlée).

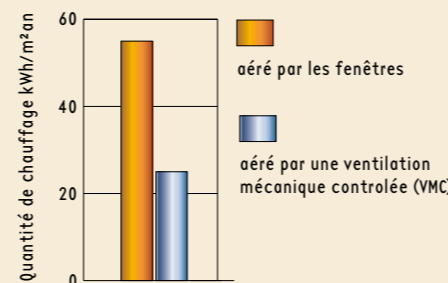
LES FAUSSES BONNES IDÉES

« Pour aérer j'ouvre mes fenêtres. »
« Je ne pourrais jamais habiter une maison thermos ! »

Les détracteurs de la maison passive ou des constructions BBC aux performances thermiques optimisées avancent souvent ces arguments. Faisons le point :

1. Le renouvellement de l'air vicié est indispensable.
2. En hiver, pour une aération efficace d'un logement traditionnel non équipé de ventilation mécanique, les fenêtres devraient être ouvertes de façon méthodique toutes les heures. La ventilation mécanique contrôlée (VMC) double-flux permet d'assurer un renouvellement de l'air parfaitement maîtrisé et de récupérer de façon optimale les calories qui s'échappent. Une ouverture des portes et des fenêtres, entraînant des fuites d'air non contrôlées, laisse alors échapper des calories qu'il faudra reproduire.
3. En intersaison lorsque tous les systèmes de chauffage sont arrêtés, l'ouverture des fenêtres ne pose aucun problème.
4. En été, la combinaison de systèmes brise-soleil et de la VMC double flux, souvent couplée à un puits canadien, permet d'éviter les surchauffes.

Effet de l'aération par une ventilation mécanique contrôlée (VMC) sur la demande d'énergie de chauffage pour un immeuble bien isolé :



Source : Association Minergie, guide de conception, l'édition dans les bâtiments Minergie, 2000

COMMENT FAIRE ?

Quelques principes à respecter :

LA CONTINUITÉ DE L'ENVELOPPE

Une isolation forte, homogène et continue d'une paroi à l'autre sans trou, fente, ou interruption

- des liaisons étanches des maçonneries, couverture- charpente, maçonnerie,
- des jonctions étanches des planchers, passages des conduits, trappes,
- des liaisons étanches menuiseries - maçonnerie,
- l'étanchéité des réseaux de ventilation,
- l'étanchéité des passages de câbles dans les parois, boîtiers de dérivation, tableau électrique, câblage général du bâtiment et des passages des réseaux (eau, téléphone)... qui pourront s'installer dans « une double peau à l'intérieur ».
- des portes et fenêtres étanches installées dans les règles de l'art, des seuils amovibles sous les portes, des joints et doubles joints assureront la continuité et l'homogénéité des ouvertures par rapport à l'enveloppe.

UNE FAIBLE PERMÉABILITÉ À L'AIR

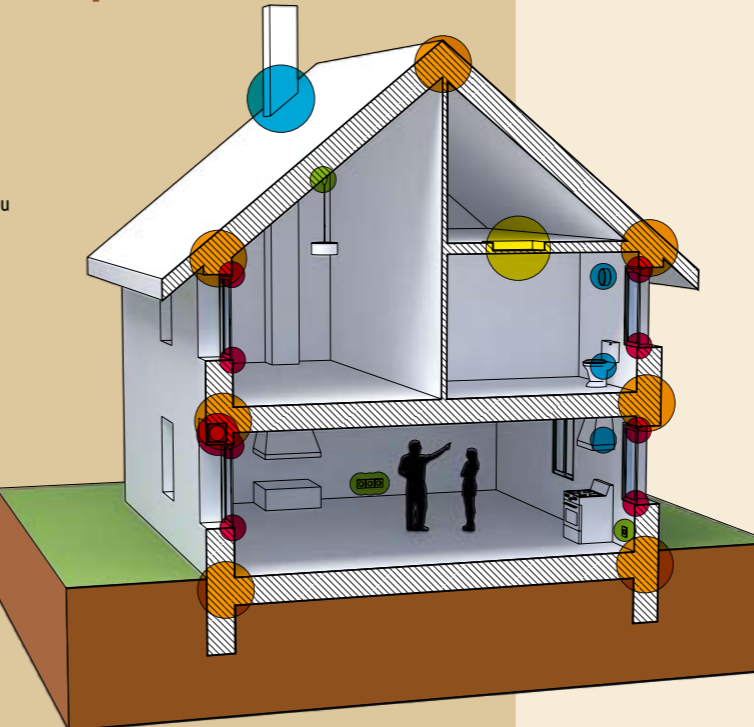
Le système constructif comprendra sur sa face extérieure un écran pare-pluie protégeant la structure des intempéries, sur la face intérieure un film d'étanchéité à l'air bloquant la migration de l'air et de la vapeur d'eau. Frein vapeur ou pare-vapeur, l'utilisation de tel ou tel produit dépendra de l'isolant associé.

LA PÉRENNITÉ : LE MAINTIEN DES PERFORMANCES DANS LE TEMPS

Le respect des règles de l'art et des préconisations des fabricants, ainsi que le respect des conditions de mise en œuvre prescrites, doivent assurer le fonctionnement du système dans le temps.

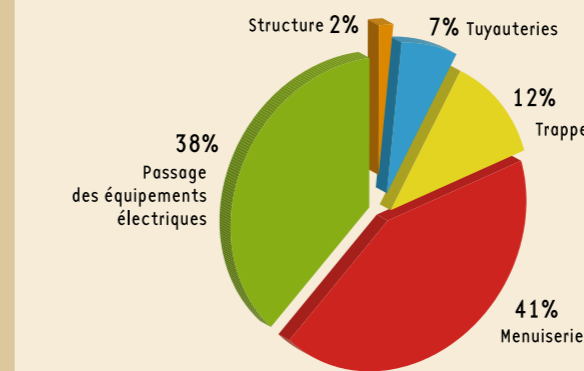
LA SOLIDITÉ DES MATÉRIEAUX

La solidité, la souplesse et la résistance aux déchirures des écrans pare-vapeur sont indispensables pour permettre une adaptation à tous les détails d'architecture.



Où sont les fuites ?

LES POINTS SINGULIERS À TRAVERS LES PAROIS



Fuites récurrentes

Source : Utvak et al. 2005. Campagne de mesure de l'étanchéité à l'air de 123 logements. CETE Sud ouest. Rapport n°DRI-GVCL-05-10. RDEN-0406.

- **Les éléments de structure**
Liaison murs / toiture, liaison murs / plancher, liaison en angle des murs, liaison des pans de toiture.
- **Les menuiseries extérieures**
Étanchéité ouvrant/dormant, liaison menuiseries extérieures / gros œuvre, liaisons menuiseries/ toiture, étanchéité des coffres de volets roulants.
- **Les éléments traversant les parois**
- **équipements électriques :**
Gaines, conduits, boîtiers et compteurs.
- **Trappes et passages**
Trappes d'accès aux combles, aux gaines, portes vers locaux non chauffés.
- **Tuyauteries**
Plomberie, liaison entre bouches VMC et supports, autres équipements.

INCIDENCE DE LA PERMÉABILITÉ À L'AIR

Les fuites sont le plus souvent dues à une conception inadaptée ou à des mises en œuvre défectueuses.

EXEMPLE

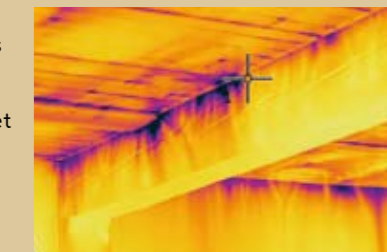
1^{er} cas frein vapeur exempt de fentes : Valeur U = 0,30 W/m²K
2^e cas fente de 1 mm de largeur : valeur U = 1,44 W/m²K
La détérioration de la performance est d'un facteur 4,8. Cela veut dire que pour une maison d'une surface habitable de 100 m² qui présenterait des fuites dans l'étanchéité à l'air, le chauffage nécessaire correspondrait à celui d'une maison d'une surface habitable d'environ 480 m².
Les fentes dans la couche d'étanchéité à l'air des bâtiments multiplient de plusieurs fois le besoin énergétique au m² de surface habitable.

Ces mesures ont été réalisées à une différence de température de l'air de +20°C à l'intérieur et -10°C à l'extérieur, différence de pression 20 Pa = vent de force 2-3, utilisation d'un isolant conventionnel à base de fibres de bois.
Le valeur U (autrefois valeur λ) est la valeur la plus importante sur le plan de la protection thermique. Elle indique la quantité de chaleur qui passe en une heure à travers 1m² de la surface extérieure d'un élément de construction, avec une différence de température de 1°C ou Kelvin (K) entre l'intérieur et l'extérieur. Elle est indiquée en Watts par mètre carré et Kelvin (W/m²K). Plus cette valeur est petite, meilleure est l'isolation thermique de l'élément de construction et moins il se perd de chaleur.

TRAQUER LES FUITES

Les défauts d'étanchéité dans une enveloppe isolante entraînent une diminution des performances thermiques. Et il en résulte une augmentation des frais de chauffage pour les utilisateurs.

L'air froid qui s'infiltré par les portes ou les fenêtres est facile à détecter par les courants d'air froid. En revanche, l'air chaud qui fuit à l'extérieur – par les percements et les fissures – est pratiquement impossible à déceler.



COMMENT MESURER LES DÉBITS DE FUITES ?

Il s'agit, au-delà de déceler les fuites d'air, de mesurer la quantité de calories qui s'échappe de façon fortuite à travers les interstices. La perméabilité d'une enceinte obéit à une loi linéaire le débit de fuite (qV) à la différence de pression (P) entre l'intérieur et l'extérieur. Sa détermination permet de déduire la surface de fuite de l'enceinte.

LE BLOWER DOOR TEST

Le test BOWER DOOR consiste à mettre les locaux en dépression ou en surpression à l'aide d'une porte à ventilateur et de détecter les endroits où l'air aspiré ou extrait s'infiltré ou traverse de l'enveloppe. La dépression provoquée par l'aspiration du ventilateur simule une situation équivalente à un vent de 32 km/h circulant autour du bâtiment. Le résultat du test s'exprime par la valeur n50 qui correspond au nombre de fois où le volume d'air s'échange en une heure lorsque la différence de pression est de 50 Pa.

LA VISUALISATION DES INFILTRATIONS

1. thermographie infrarouge (intérieure et extérieure) avec visualisation des endroits qui ont été refroidis par le passage de l'air provenant de l'extérieur.
2. anémomètre qui détecte le déplacement de l'air à l'endroit de l'infiltration.
3. une fumée artificielle qui s'infiltré aux endroits perméables.
4. brouillard artificiel : création d'une surpression au moyen de la soufflerie Blower-Door en injectant en même temps du brouillard artificiel à l'intérieur du bâtiment. Depuis l'extérieur, on peut alors observer à quels endroits le brouillard s'échappe du bâtiment.

Une maison passive ne doit pas avoir une valeur de déperdition de plus de 0,6 vol/h. C'est à dire qu'en une heure, moins de 0,6 fois son volume d'air doit s'en échapper accidentellement.

Sensibilité des besoins de chauffage à la perméabilité de l'enveloppe

