



Credit : VELLUX

Le ventilateur vu de l'extérieur.

INFILTROMÉTRIE : LE GRAND TEST !



Pas un article où l'on ne fasse mention d'un chiffre qui fait trembler tous les acteurs du bâtiment : le résultat du test d'étanchéité à l'air ! Nouveau pour ceux qui ne s'étaient pas encore essayé en BBC, ce test est obligatoire dans toutes les constructions neuves depuis le 1^{er} janvier 2013. Mais en quoi consiste-t-il exactement ? Qu'en tirer ? Nous avons suivi pas à pas un test réalisé par ADN Contrôle sur une maison expérimentale en Poitou-Charentes, construite par l'entreprise Bois et Paille.

Texte et photos : Gwenola Doaré



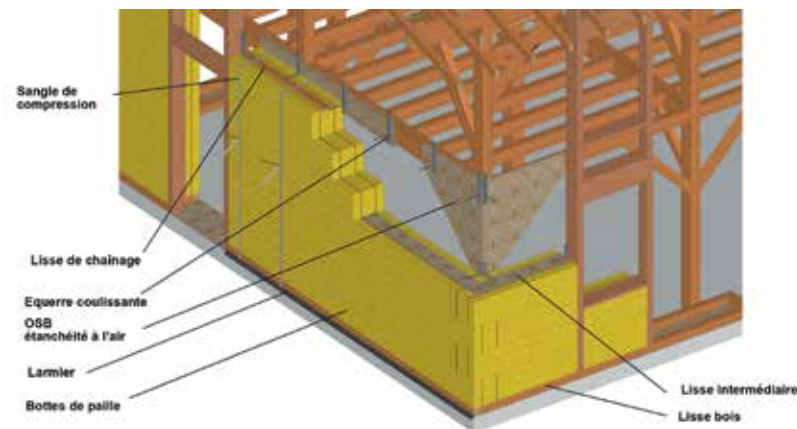
Le principe constructif mis en œuvre.



Le test démontre la viabilité de ce système constructif, particulièrement économique à moins de 2000 €/m², clé en main, avec des matériaux locaux et une charpente traditionnelle.



Le mur est à différents stades d'avancement :
Au centre, le corps d'enduit avec deux fissures couvertes d'adhésif. A droite, l'enduit de finition crème est commencé.



Rien ne sert de bien isoler une maison (ici la résistance thermique des murs est de 7 m².K/W, alors que l'on peut bien souvent se contenter de 4 pour une ossature bois), si des fuites d'air laissent s'échapper les calories. Ces fuites sont sources d'inconfort (courants d'air), de surconsommation, de dérèglement de la ventilation mécanique contrôlée, et peuvent générer des points de condensation dommageables à la pérennité du bâti (moisissures, humidité, dégradations précoces).

Le contexte

La maison concernée est le fruit des réflexions et recherches depuis 3 ans du charpentier Eddy Fruchard, créateur de l'entreprise Bois et Paille, et de ses équipes. Il est destiné à illustrer un livre sur la technique de construction de l'entreprise (sortie prochaine aux Editions Eyrolles). « *Le cahier des charges des stagiaires était d'étudier une maison économique et évolutive pour un jeune couple avec enfant ou un couple de retraités. Nous avons étudié plusieurs projets avant d'opter pour une petite surface de 76 m² habitables de plain-pied. La structure est en poteau poutre avec charpente traditionnelle et isolation en paille par l'extérieur (semi-autoporteuse). L'idée était de comparer les prix avec une maison en*

ossature bois, isolée en ouate de cellulose de la même performance thermique. » (Un aperçu de cette étude comparative est visible sur le blog d'Eddy Fruchard).

Nous avons suivi le 2e test en cours de chantier de cette maison qui, terminée, sera destinée à être vendue ou louée. Ces tests, réalisés avant la fin des enduits de finition extérieurs et intérieurs, permettent de valider le système constructif sous l'angle de l'étanchéité à l'air, et la bonne gestion des points singuliers, à savoir : les jonctions enduits/ bois, sachant qu'il n'y a pas de frein vapeur ni de pare-pluie du type membrane avec ce principe constructif.

Le test de la porte soufflante (Infiltrométrie)

Le matériel utilisé par ADN Contrôle est une porte soufflante Retrotec d'origine canadienne, distribuée en France par France Infrarouge, associée aux logiciels Fantestic et Infiltréa pour la transformation des données brutes en rapport Word. C'est une solution alternative à l'autre système répandu en France, de provenance allemande, le « Blower Door » de Minneapolis, distribué par Testoon associé au logiciel Tectite et Infiltréa. L'ensemble de l'équipement représente

un investissement d'environ 6 à 7000 € HT. Un test en cours de chantier est généralement facturé 200 € HT au maître d'œuvre. Il consiste à mettre la maison en dépression ou en surpression et à estimer les fuites de l'enveloppe : le volume d'air qui fuit ramené à la surface ATbat, à savoir la somme des surfaces déperditives, murs et plafonds, sans les sols. Compter 2 à 3 heures pour un test, selon le « conditionnement » nécessaire. La prise de mesure dure environ un quart d'heure. Le technicien opérateur de mesure est obligatoirement certifié par Qualibat et autorisé par le ministère en charge de la construction.

« *Le test en dépression est plus facile, mais peut s'avérer préjudiciable lorsque les films d'étanchéité à l'air (pare-vapeur) sont apparents : l'aspiration peut provoquer des décollements s'ils ne sont pas bien fixés. Il vaut mieux alors faire un test en surpression. Ici, le problème ne se pose pas, puisque l'étanchéité à l'air est assurée par des enduits terre. Nous allons donc réaliser le test en dépression : les fuites seront ensuite identifiables au passage de la main, et bien visibles à l'intérieur dès que l'on utilise un fumigène à l'extérieur.* »

Seul le test de fin de travaux est obligatoire. Celui réalisé en cours de chantier est facultatif mais fortement recommandé.



Une vessie est glissée et gonflée dans le tube d'évacuation des fumées du futur poêle.



Une évacuation est consolidée.



Le cadre métallique est déplié et habillé de sa bâche.

Credit Aldès

LE PROTOCOLE

1/ La vitesse du vent

Dès son arrivée, Jean Bouyer, opérateur d'ADN Contrôle, utilise un anémomètre pour vérifier que le vent est bien inférieur ou égale à 6 m/s ou à Force 3 maximum sur l'échelle de Beaufort, condition impérative pour la conduite d'un test.

2/ Le conditionnement du bâtiment

L'étape suivant consiste à boucher toutes les entrées et les extractions d'air de la maison liées au chauffage, à l'eau chaude sanitaire et à la ventilation. Lorsqu'elle est déjà installée, la VMC est coupée, les entrées et les extractions d'air sont obturées à l'aide d'adhésifs. Même opération pour les arrivées et évacuations du poêle ou des sanitaires lorsqu'ils ne sont pas encore installés à l'aide de vessies gonflables pour les gros diamètres, ce qui est le cas ici. Enfin, les adhésifs apparents sont contrôlés, surtout sur les enduits terre !

3/ L'installation de la fausse porte

Il s'agit d'un cadre en métal sur lequel se fixe une bâche comportant un orifice pour accueillir le ventilateur. Ce dernier est relié à une sonde extérieure et une sonde intérieure, qui, reliées à un manomètre, mesurent des différences de pression atmosphérique. La fausse porte est généralement fixée sur la porte d'entrée (généralement assez étanche), mais le test peut également se faire sur n'importe quelle porte donnant sur l'extérieur ou sur un local non chauffé/garage avec ouverture sur l'extérieur. Le ventilateur est fixé dans le cadre. Des diaphragmes ou anneaux de différents diamètres (ouvertures) permettent de régler la puissance de ventilation lors du test (variable selon les volumes étudiés).

4/ L'entrée des données

Les données rentrées sont celles de l'étude thermique : l'AtBat, volume, surface thermique RT (anciennement SHON) et surface habitable. Sont rentrées également, la température et l'hygrométrie extérieures et intérieures au moment du test. La hauteur sous plafond donnée par l'étude thermique est vérifiée.



Ordinateur et manomètre relié au ventilateur sont installés à proximité de la fausse porte.



5/ Les mesures de référence

Pour démarrer et clore la mesure, un enregistrement des différences de pression (int/ext) « à débit nul » (pression normale) est réalisé en début et en fin de test, pendant 30 secondes.

6/ Le relevé de mesures

Le ventilateur est mis en route en position C2, c'est à dire avec deux diaphragmes ouverts, ce qui théoriquement suffit compte tenu du volume du bâtiment. Si la vitesse du ventilateur n'est pas suffisante, le logiciel demande de changer la configuration en ouvrant de nouveaux diaphragmes (configuration C4). La mise en dépression se fait par paliers de moins de 10 pascals d'écart. Il démarre à 10 pa et termine à 60 pa. Le palier de 50 pa est obligatoire (équivalent à un vent de 32 km/h). C'est d'ailleurs à cette pression que les fuites seront recherchées, localisées, quantifiées et qualifiées.

2 diaphragmes sont ouverts sur le ventilateur (position C2).



A -30 pa, le ventilateur est déjà à 90 % de sa vitesse. Pour réaliser le palier de -40 pa, le logiciel demande à ouvrir deux diaphragmes supplémentaires, passant de la position C2 à C4.



7/ L'incertitude

A chaque palier, plusieurs points de mesure sont enregistrés, puis le logiciel calcule une valeur moyenne. Ce débit d'air calculé constitue un point de la future droite illustrant les déperditions en fonction de la pression. On obtient la mesure à 4 pa (équivalent à un vent de 9 km/h) par extrapolation de cette droite. Une fois les mesures de paliers terminées, un second enregistrement « à débit nul » est réalisé.

La valeur finale du test est ainsi corrigée en fonction des données atmosphériques. Le logiciel calcule la marge d'incertitude, à savoir le pourcentage d'erreur possible, lié notamment à la présence de vent pendant le test. Si cette marge d'incertitude est supérieure à 15 %, le test ne peut être considéré comme valide.

3,19

Recherche des points de mesure Pression DP = 1,18 DP = 1,64 DP = 2,12

Température, Pression Humidité 3,4 C 3,4 C 9,9 %

187,84	234,08	300,19	376,38	444,57	477,09	523,95	584,19	610,75	676,57
187,84	234,08	300,19	376,38	444,57	477,09	523,95	584,19	610,75	676,57
0,5%	1,4%	1,8%	3,7%	5,5%	6,7%	8,0%	8,9%	9,4%	1,5%

Calculer

Résultat	Valeur de référence	Incertitude		
Débit d'air à 40 Pa (Q40) en l/s	610,81	611,8134	610,7287	+/- 1,0850%
Taux de renouvellement d'air à 40 Pa (n40) en l/h	3,380	3,2933	3,1993	+/- 1,3050%
Q40 à 91,4 Pa (Q40) en l/s	75,524	68,1268	75,0938	+/- 4,8700%
Taux de renouvellement à 4 Pa (n4) en l/h	0,4377	0,4344	0,4590	+/- 4,8700%
77,81	71,3538	86,8157	+/- 4,9000%	
126,7	120,7008	132,5462	+/- 4,9000%	

Tous les paliers ont été relevés par l'ordinateur.

L'ordinateur suit en temps réel la pression obtenue et la vitesse du ventilateur.

8/ La recherche de fuites

Elle est obligatoire lors de chaque test de fin de travaux. La maison est fixée ici en dépression à 50 pa. L'opérateur commence sa recherche de fuites par le ressenti/touché en plaçant sa main aux endroits de sources potentielles et courantes de fuites (tableau électrique, gaines traversant les parois, menuiseries, ... pour plus de visualisation des flux d'air, il envoie de la fumée (générateur de fumée ou stylo fumée) soit de l'intérieur soit par l'extérieur de la maison aux points singuliers : menuiseries, jonctions toiture/murs, sols/murs, percements de gaines... et observe le comportement de la fumée. A l'intérieur, d'autres observateurs guettent également le passage de la fumée. « Il n'est pas toujours facile de comprendre le chemin de l'air. On peut voir sortir de la fumée par une prise électrique par exemple, sans connaître véritablement l'origine de la fuite dans le mur extérieur. C'est pourquoi le test en cours de chantier est nécessaire : avant les parements, les désordres sont plus facilement identifiables ». Pour mesurer l'importance d'une fuite, l'opérateur peut également recourir à un anémomètre à fil chaud ou une caméra thermique, mais en général, identifier la fuite suffit pour la colmater.

9/ Prises de vue

L'opérateur prend alors des photos des zones concernées afin de les répertorier dans son rapport.



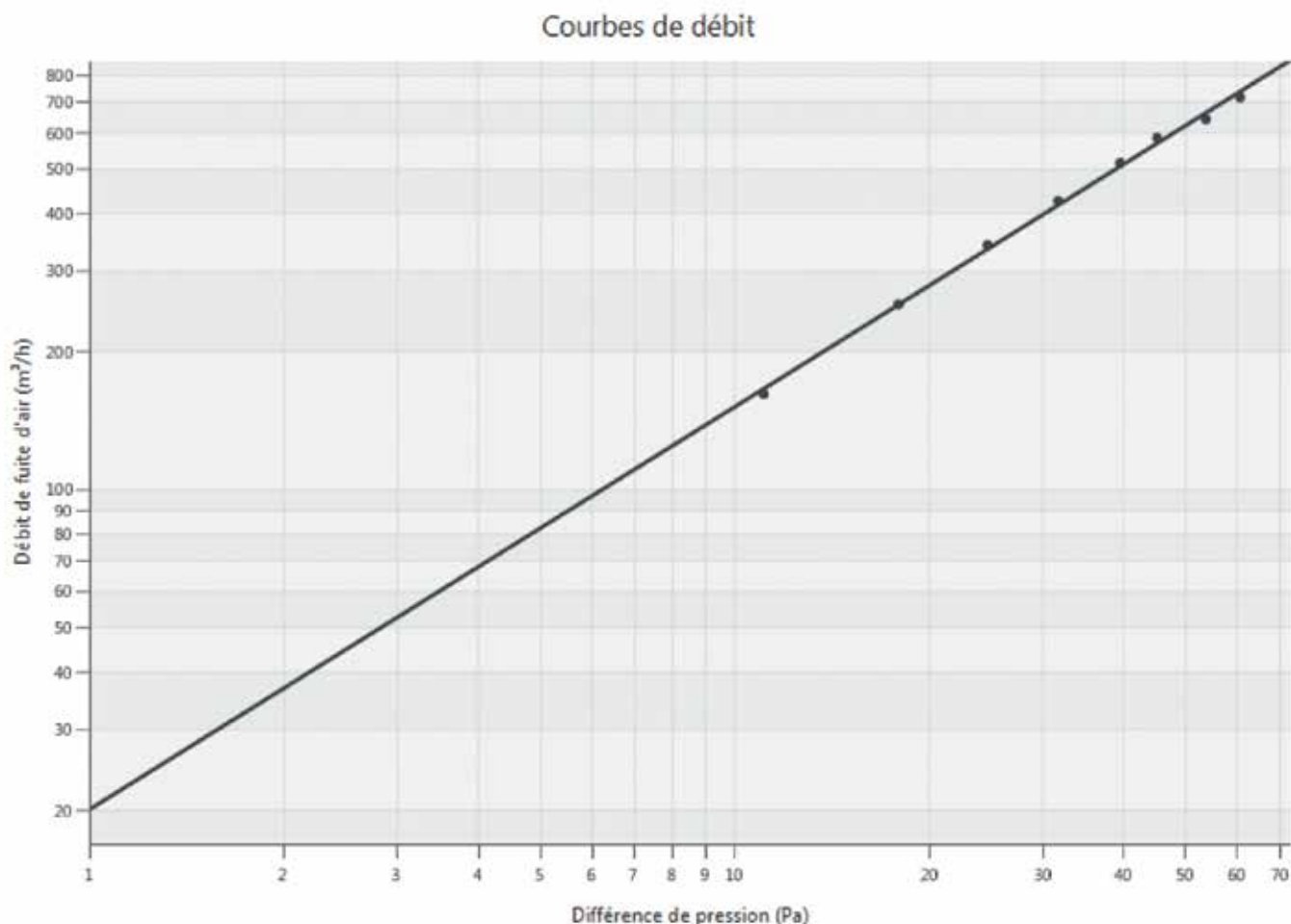
Rien à déplorer au niveau des évacuations des fumées du futur poêle.



Toutes les menuiseries révèlent des points faibles au niveau des joints ou des serrures : la fumée entre, attirée par la dépression dans le bâtiment.

Là où l'enduit s'est rétracté, une fuite d'air est signalée. Il faudra placer des plinthes en fibre de bois pour corriger les fuites.

Courbes des débit de fuite



Résultats

Le résultat final du test q4 de la maison est de $0,43 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$, sensiblement égal au premier test qui avait donné $0,41$; l'équivalent d'un trou de la forme d'un carré de 11 cm de côté. Deux fissures qui étaient apparues dans le corps d'enduit ont été bouchées entre temps, mais le gros des fuites semble provenir de deux sources : les menuiseries, manifestement pas étanches dans leur conception, et les bas de mur.

Les menuiseries montrent en effet des fuites au niveau des parclozes (raccord entre le vitrage et l'ouvrant), la liaison entre le châssis de la menuiserie et la structure est étanche et gérée par un compribande type Illmod Trio de la largeur du dormant.

Les fuites au niveau des bas de murs avaient déjà été repérées. Elles sont dues au retrait de l'enduit lors de son séchage, enduit qui ne se comporte pas comme le bois. Eddy a commencé à doubler les bas de murs à l'intérieur par de la fibre de bois, mais n'a pas fini : seulement 8 ml sur 35 ml étaient gérés afin de confirmer si l'action était efficace. **« Il existe des adhésifs dédiés aux raccords enduit/bois (Siga et pro clima), mais spécifiques aux enduits monocouche (sur brique) et ils ne conviennent pas toujours aux enduits terre-paille ».**

Ce retrait a mieux été anticipé derrière tous les poteaux de la structure : le charpentier a placé des bandes de panneau OSB, permettant d'éviter tout désordre lié au retrait de l'enduit. Aucune fuite en revanche à signaler à l'arrivée des gaines : Eddy a rempli le tuyau PVC de pouzzolane et vermiculite, puis réalisé un bouchon de plâtre autour des gaines.

Ces fuites sont toutefois à relativiser : **« Les maîtres d'œuvre ou les clients sont toujours un peu choqués lorsqu'ils aperçoivent la fumée rentrer aussi facilement à travers les parois, mais il faut bien se dire que jamais la maison ne sera soumise à un vent de 32 km/h sur toutes ses façades simultanément. Cette pression permet d'accentuer les phénomènes pour bien localiser les fuites. Dans les faits, la maison est bien conforme à la RT2012, puisque le résultat est inférieur à $0,6 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ sous 4 pa. Pour atteindre le standard passif, soit $0,16 \text{ m}^3/\text{h.m}^2$ sous 4 pa environ, il faudrait impérativement choisir des menuiseries dédiées au passif. »**



LES DONNÉES DU TEST

- T° ext. : 3,4 °C, hygrométrie ext. : 55,9 %
- T° int. : 9,9 °C, hygrométrie int. : 67,6 %
- Surface thermique RT : 97,20 m²
- SHAB : 74,21 m² - Volume : 185,52 m³
- Altitude : 190 m
- Hauteur sous plafond : 2,5 m
- ATbat : 163,40 m²
- Vent : légère brise force 2
- Réglage ventilateur : C2 +C4 (2+4 diaphragmes ouverts)
- Test débit nul : initial : 2,37, final : 1,19
- Mesure finale : q4=0,43 m³/h.m² - incertitude : 4,8 %
- Conforme à la RT2012