



L'étanchéité à l'air des bâtiments

Enjeux

Test Infiltrométrie Blower-Door

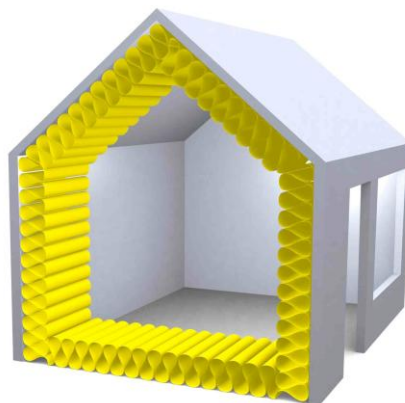




Contexte

Une exigence de confort Des crises en perspectives ...

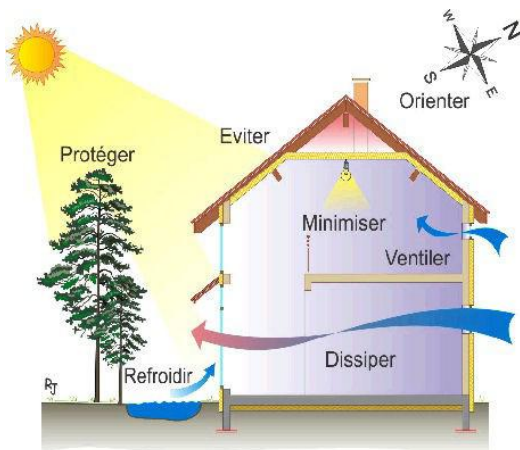
- **Exigence de confort**
Des bâtiments confortables et sains
- **Crise énergétique**
La fin des énergies fossiles à bas coût
- **Crise climatique**
Au-delà du scénario le plus pessimiste?



Contexte

Des bâtiments performants

Une approche bioclimatique



Croquis : R. Jobert, CETE de Lyon

Orienter favorablement le bâtiment de
Façon à exploiter les effets bénéfiques du
Climat tout en se protégeant des effets
Négatifs,

Éviter l'échauffement des parois opaques
Et des toitures en accroissant leur Isolation,
Protéger le bâtiment et notamment le
Surfaces vitrées de l'ensoleillement direct

À l'aide d'écrans permanents,

Dissiper les surchauffes par la
ventilation "diurne",

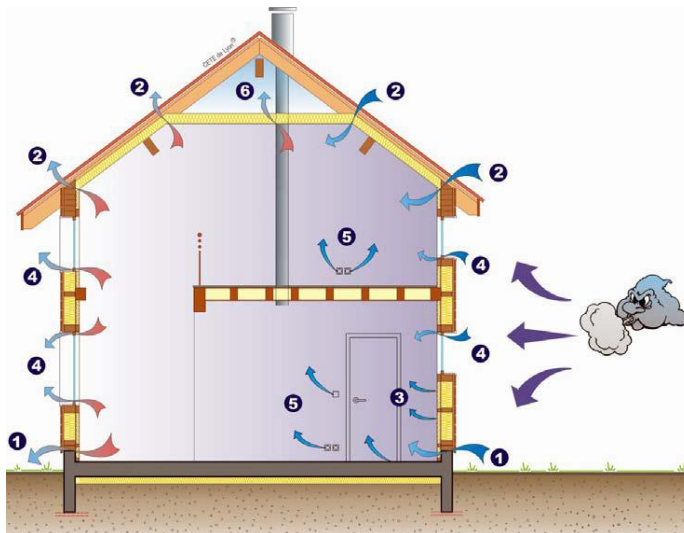
Minimiser les charges thermiques
Internes des appareils qui produisent de la
chaleur,

Refroidir l'air par ventilation "nocturne"
Et a l'aide de dispositifs naturels.



Perméabilité à l'air

***Cachez ces fuites que je ne
serais voir !
Des parois multicouches***



Croquis : R. Jobert, CETE de Lyon

1. Liaisons parois / soubassement
2. Liaisons parois verticales / Planchers intermédiaires / Toiture
3. Liaisons parois verticales entre elles
4. Liaisons menuiseries / enveloppe
5. Implantation des boîtiers et gaines électriques
6. Percement de l'enveloppe par des éléments traversant
Parties courantes des parois / Ouvrants et parclofes / Volets roulants /
trappes d'accès et de visite / Tableaux électriques

Labels

Des labels pour des bâtiments performants

Labels et réglementations

Effinergie

Passivhaus

Minergie, Minergie-P, Minergie-Eco, Minergie-P-Eco

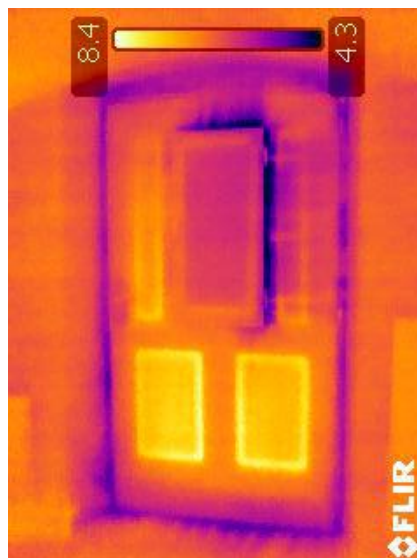
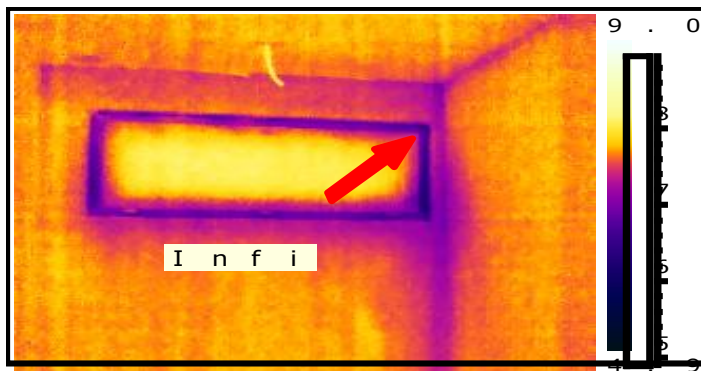
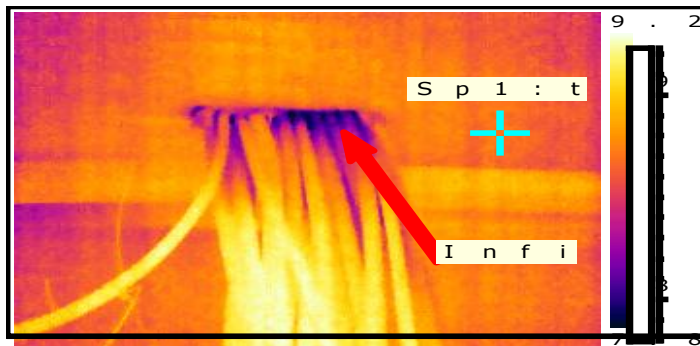
RT2012

Etanchéité à l'air : Exigences de résultats pour tous ces labels



Perméabilité à l'air

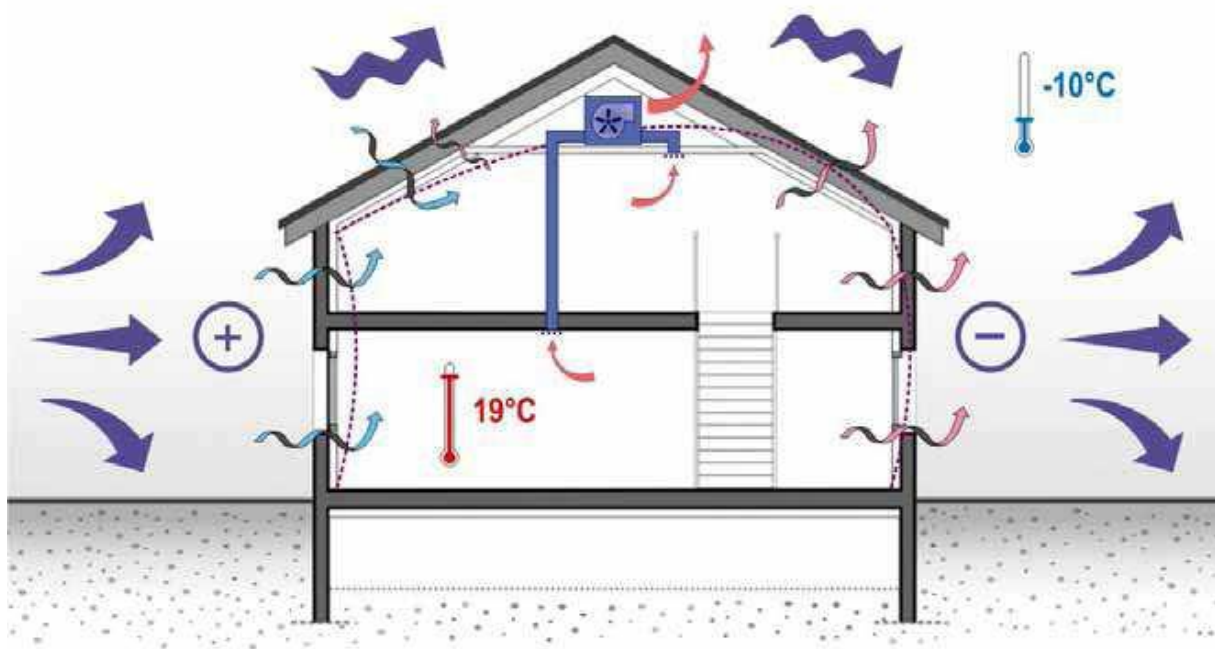
Quelques exemples





Perméabilité à l'air

Infiltrations et exfiltrations d'air *Trois phénomènes moteurs*





Enjeux

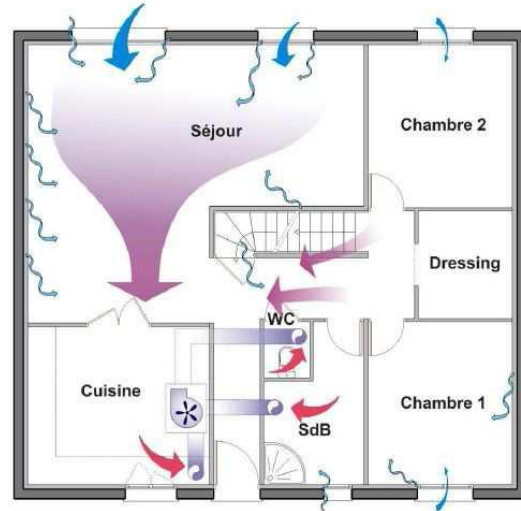
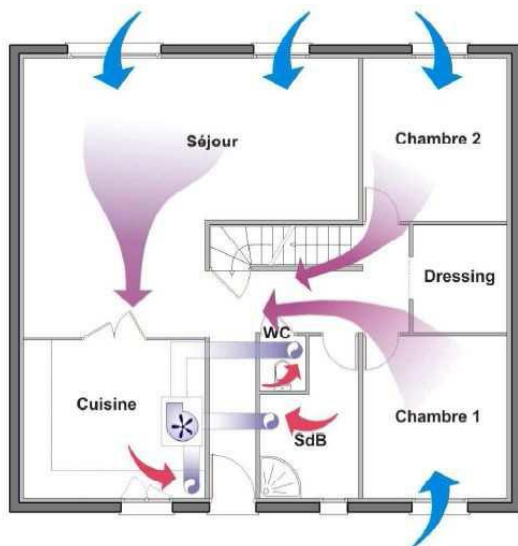
5 principaux enjeux

- **Hygiène, santé et qualité de l'air intérieur**
- **Confort thermique et acoustique**
- **Consommation et facture énergétique**
- **Pérennité du bâti**
- **Sécurité des personnes**



Qualité air intérieur

Court-circuit du flux de ventilation volontaire



*Croquis : R. Jobert,
CETE de Lyon*

Faible perméabilité

Les débits de ventilation
sont Contrôlés

Forte perméabilité

L'air des chambres n'est pas
renouvelé correctement



Qualité air intérieur

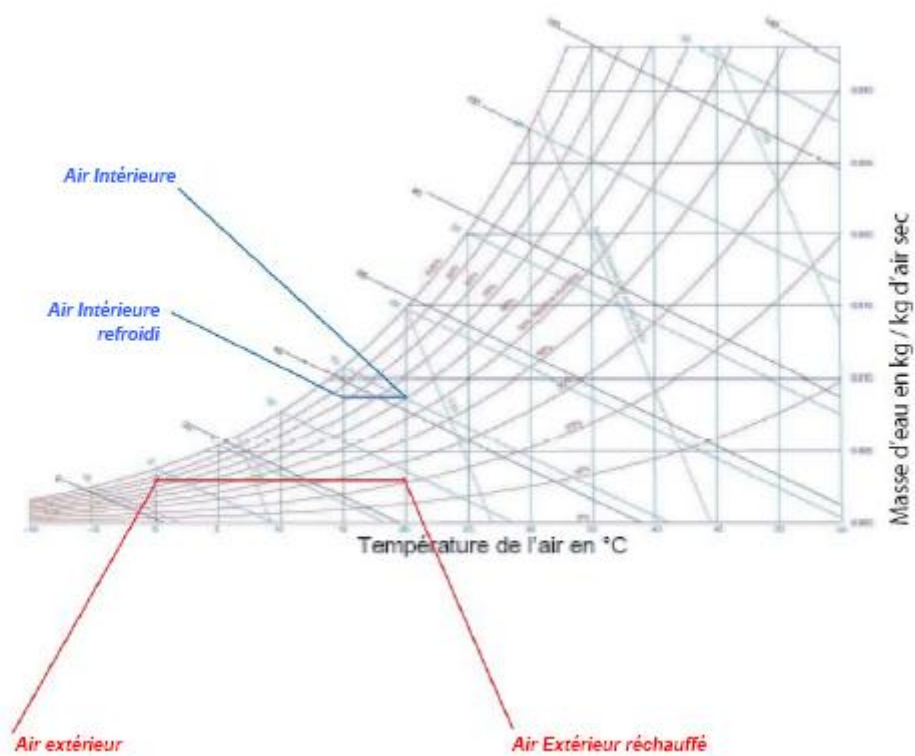
Confort hygrothermique ***L'humidité relative***

- Assèchement, condensation, moisissures, risque d'infection et d'allergie, concentration d'ozone, ... dépendent plus de **l'humidité relative** que de **l'humidité absolue**
- Pour une température de 20 à 22°C, la zone optimale se situe entre 40 et 60% d'humidité relative
- Sur et dans les parois, l'humidité relative locale peut dépasser 80%, entraînant des risques de moisissures
- Les exfiltrations d'air favorisent le développement de moisissures
- Les infiltrations peuvent introduire un air chargé de polluants



Qualité air intérieur

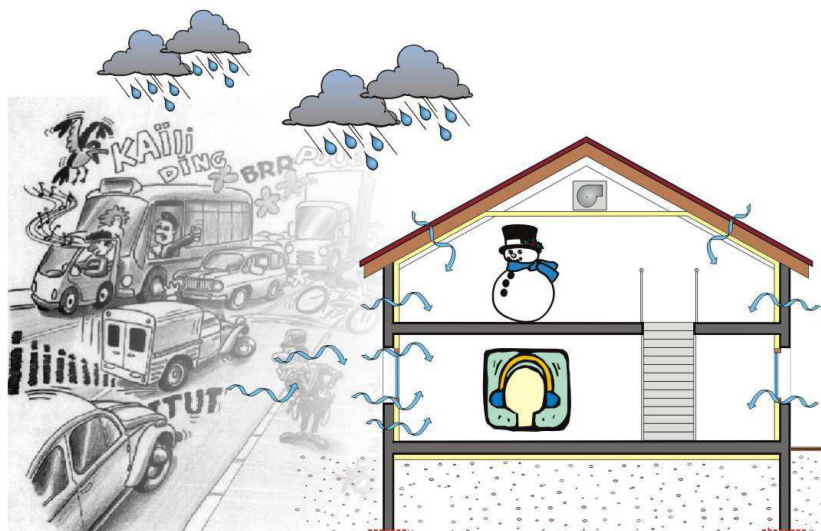
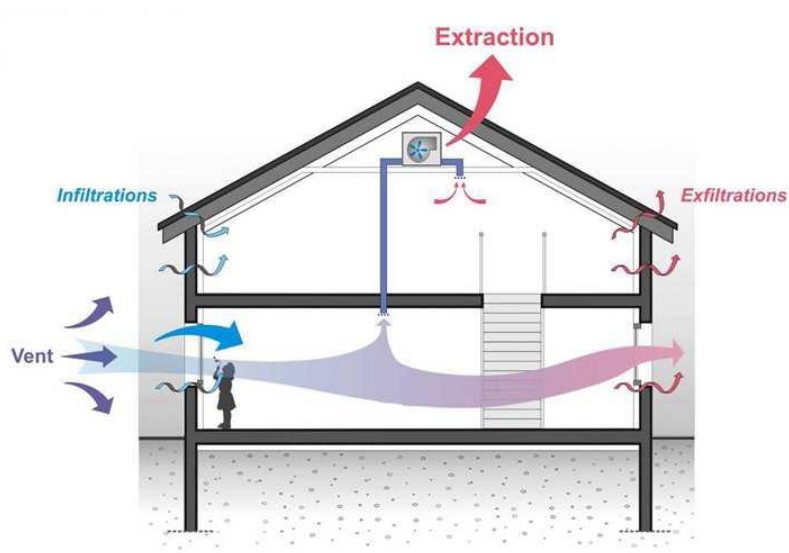
Confort hygrothermique





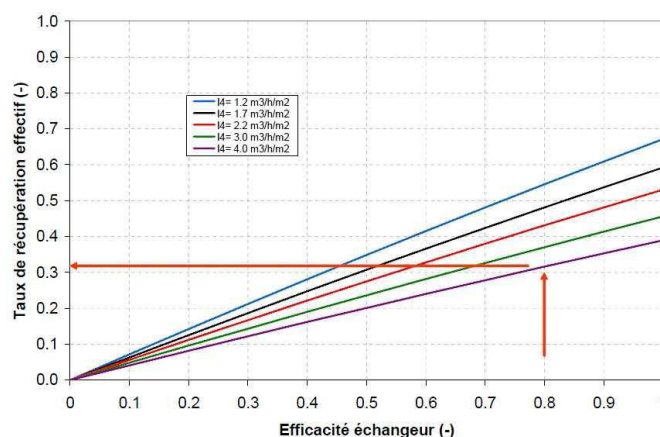
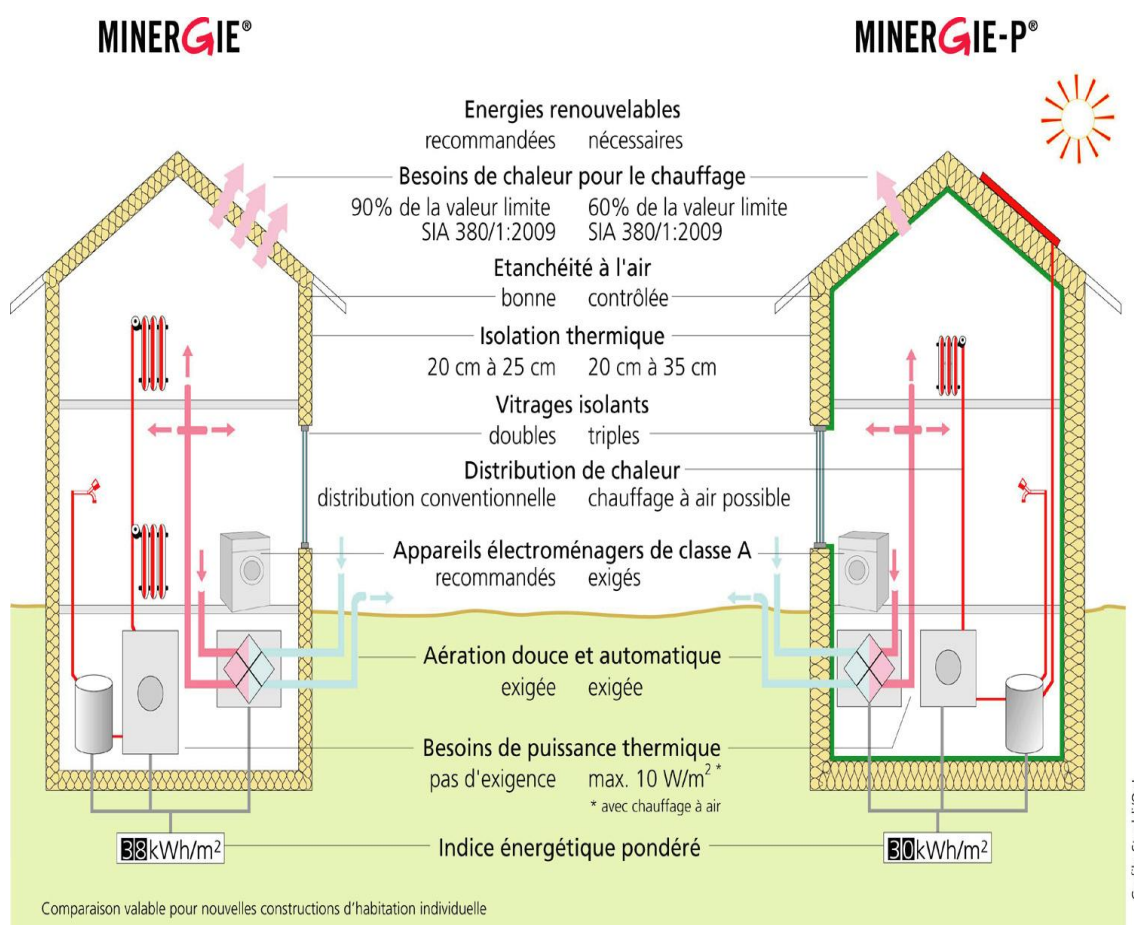
Confort thermique et acoustique

Courants d'air *Parois froides* *Bruit*



Facture énergétique

Double flux impact sur l'efficacité de l'échangeur





Facture énergétique

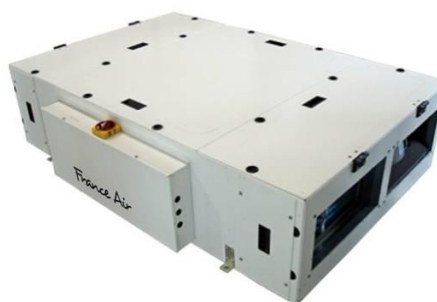
Double flux Impact sur l'efficacité de l'échangeur

- Mesures effectués par l'équipe de Claude-Alain Roulet (EPFL)
- 10 grandes unités (2000 à 17000 m³/h) et 3 petites (36 à 90 m³/h)
- **Efficacité moyenne** des échangeurs mesurés : 70 %
- **Rendement global moyen** : 43 %
- Exemple : Efficacité échangeur 90 %, rendement global 62 %
- Exfiltration : 29 % du débit d'air frais entrant
- Infiltration : 7 % du débit d'air frais entrant
- Recirculation parasite : 5 %



2F - Concept

Double flux Quelques exemples pour L'habitat - tertiaire - collectif



Notre Partenaire:



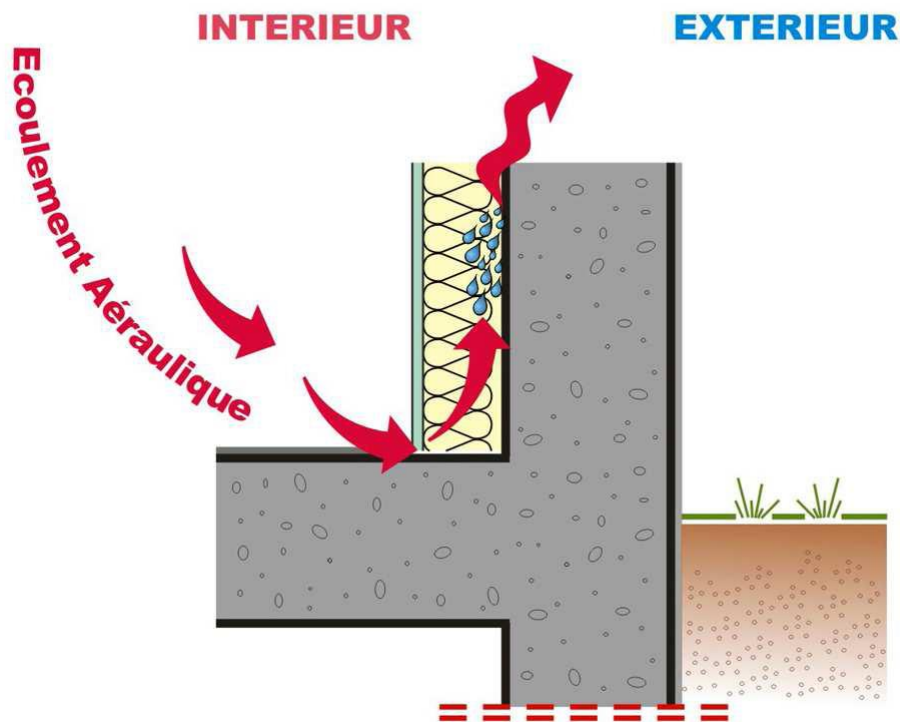
SUDCLIMATAIR SA

CENTRALE ROMANDE D'ACHAT DE MATÉRIEL POUR LE TRAITEMENT DE L'AIR
VENTILATION - CLIMATISATION - ÉPURATION D'AIR



Pérennité du bâti

Transport de vapeur par convection Condensation



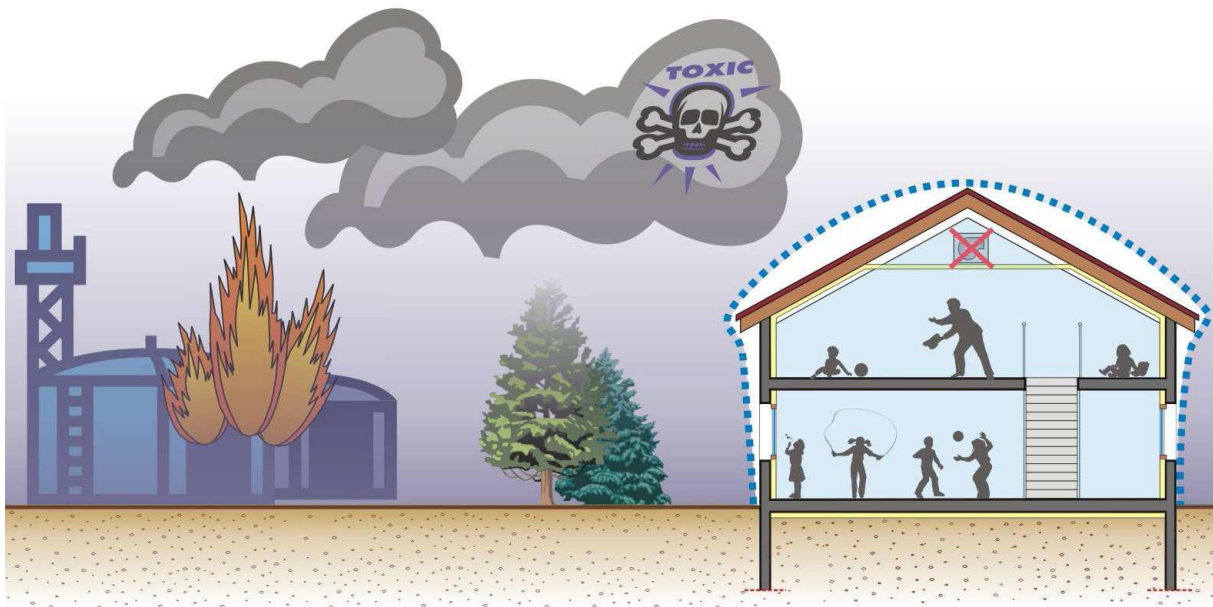
Pérennité du bâti





Protection des personnes

Confinement à proximité des sites industriels SEVESO



Croquis : CETE de Lyon

Mesures

Quantifier la perméabilité à l'air *Localiser les fuites*

Qu'est-ce que c'est et à quoi ça sert ?

Le test d'infiltrométrie (Blower-Door) fait partie de l'évaluation énergétique. C'est un test instrumenté qui vous permet de vérifier l'étanchéité de votre maison.

Ce test vous permet de savoir combien d'air froid et/ou chaud entre dans votre maison lorsque vous la chauffez ou souhaitez la conserver fraîche et où se situent ses points de fuite, afin que vous puissiez les calfeutrer.

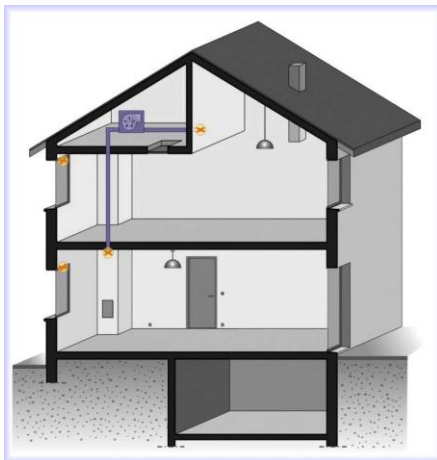
En scellant ces fuites d'air indésirables, vous augmenterez votre confort et vous réduirez votre consommation d'énergie, puisque les maisons moyennes perdent entre 10 et 30 % de leur chaleur par les fuites d'air disséminées un peu partout dans la maison.



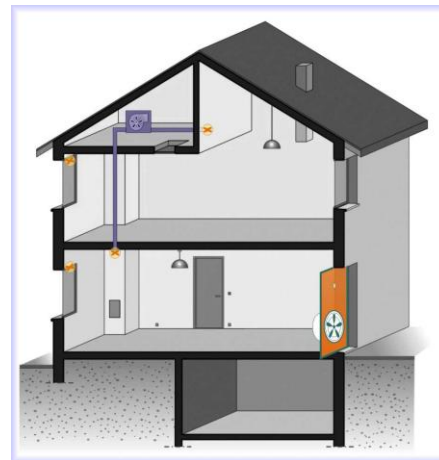
Débits de fuite jusqu'à 13'000 m³/h

Mesures

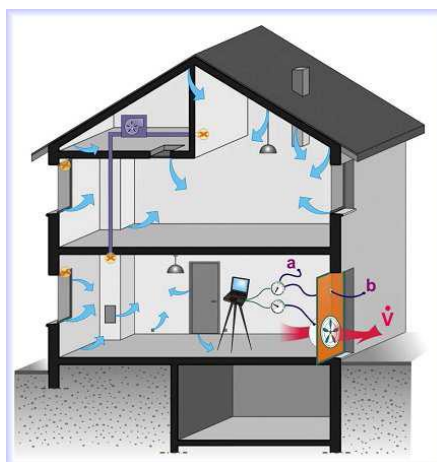
Quantifier la perméabilité à l'air *Localiser les fuites*



Arrêt de la ventilation et obturation
des ouvertures volontaires



Installation de la porte
soufflante et du banc d'essai



Maintien en dépression et recherche de fuite.
Mesure du débit de 5 à 10 paliers de pression.

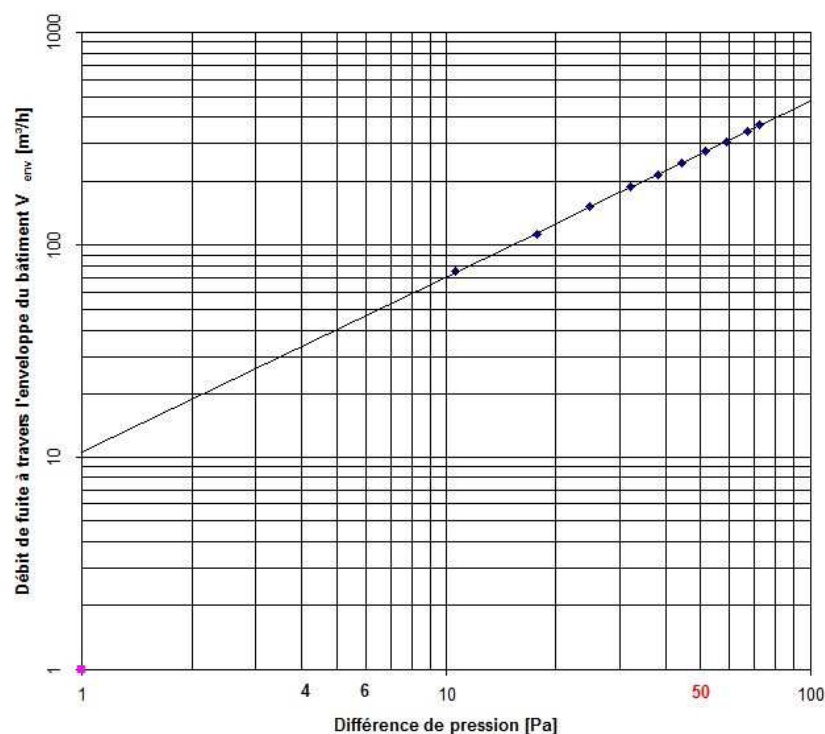
La mesure de la perméabilité à l'air doit être conforme à la norme EN 13829 et son guide d'application GA P50-784



Mesures

Loi d'écoulement

Courbe des débits de fuite



$$Q = C \times (\Delta P)^n$$

- **Q** : Débit de fuite d'air [m^3/h]
- **C** : Coefficient de perméabilité à l'air [$m^3/h/Pa_n$]
- **ΔP** : Différence de pression intérieure/extérieure [Pa]
- **N** : Coefficient d'écoulement [$0,5 < n < 1$]



Indicateurs

Les débits de fuite normalisés

n_{50}

$Q_{4Pa\ Surf}$

- **Selon norme EN 13829 Norme Européenne**
Le taux de renouvellement d'air sous 50 Pa : $n_{50} [h^{-1}]$
Débit de fuite sous 50 Pa divisé par le volume chauffé
- **Selon RT 2005 Norme Française**
L'indice de perméabilité à l'air sous 4 Pa : $Q_{4Pa\ Surf} [m^3/h/m^2]$
Débit de fuite sous 4 Pa divisé par la surface de parois froides hors plancher bas
- **Conversion**
 $Q_{4Pa\ Surf} = (4/50)^n \cdot (V/A) \cdot n_{50}$

NOMENCLATURE

Abréviations

RT	Réglementation Thermique
$[V_{dot}]_{env}$	Débit d'air à travers l'enveloppe du bâtiment (m^3/h)
$[V_{dot}]_L$	Débit d'air de fuite d'air (m^3/h)
DP	Différence de pression (Pa)
n	Exposant de la loi d'écoulement (-)
C_{env}	Coefficient de débit d'air ($m^3/(h.Pa^n)$)
A_L	Surface équivalente de fuite (m^2)
A_{PF-RT}	Surface de parois froides au sens de la RT 2005 (m^2)
V	Volume intérieur (m^3)
$U_{bât}$	Coefficient moyen de déperdition par les parois et les baies du bâtiment ($W/(m^2.K)$)

Indices

Env Enveloppe
ref Référence

Indicateurs

Réglementation et labels



Valeurs limites /Evaluation Minergie-P et Minergie

Standard énergétique	q50 (m ³ /h.m ²)	n50.st (h-1)
Minergie-P (et maison passive) Mesurage obligatoire	< 0.75	< 0.6
Minergie Mesurage facultatif	< 1.25	<1.0

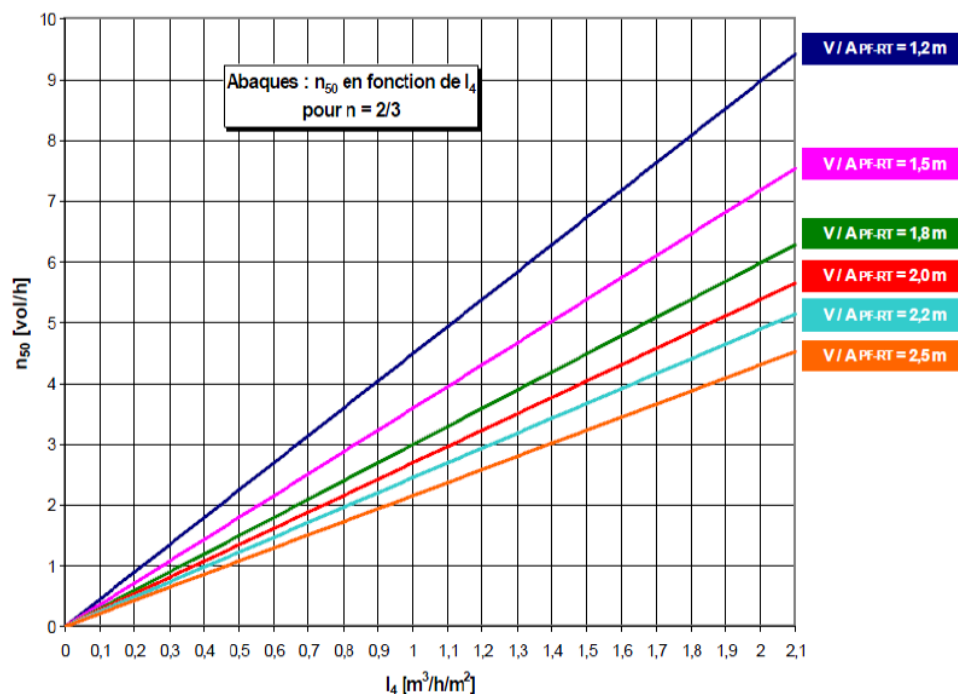


Valeurs de la RT 2005 label neufs et rénovation

	RT 2005 Valeur de références	Valeurs labels BBC-Effinergie
Maison individuelles	0.8	0.6
Appartements	1.2	1
Bureaux hôtels	1.2	1.7
Autres usages tertiaire	2.5	3

Indicateurs

Conversion n_{50} Q4Pa Surf



Il résulte de la définition des indicateurs que :

$$I_4 = (4/50)n (V / A_{PF-RT}) n_{50} \quad (6)$$

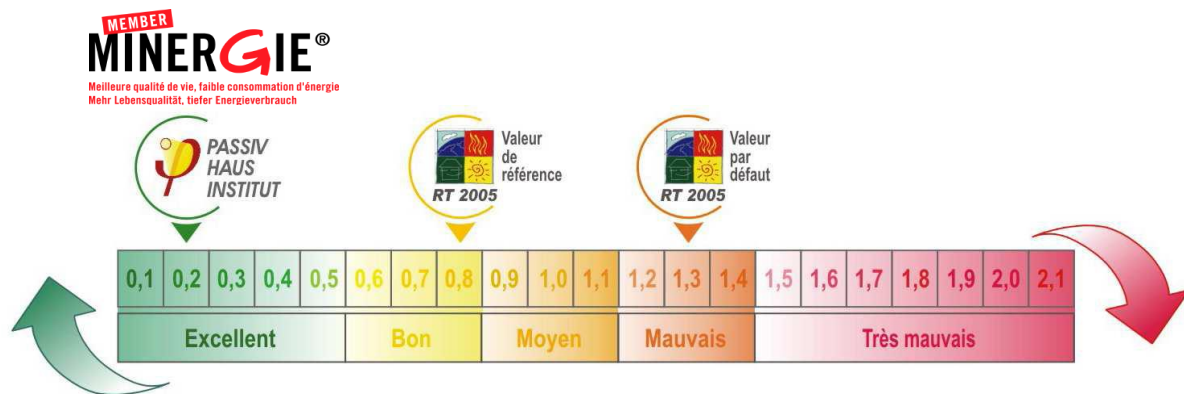
$$n_{50} = 5n n_{10} \quad (7)$$

D'après les données collectées au cours de deux campagnes de mesures (Litvak, 2005 ; Litvak, 2001), on constate que la compacité (V/A_{PF-RT}) moyenne pour une maison individuelle est de l'ordre de 1.4 m ; elle vaut environ 2.5 m pour les logements collectifs, et 2.3 m pour les autres usages.

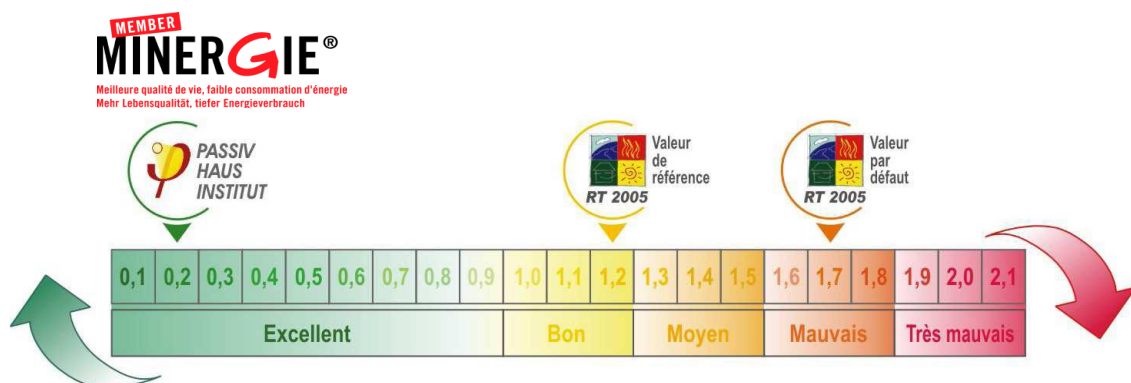
En considérant que $n = 2/3$, on obtient les abaques suivants :



Echelles d'appréciation



Échelle d'appréciation du CETE de Lyon. Base: I4 pour les logements individuels.



Échelle d'appréciation du CETE de Lyon. Base : I4 pour les immeubles collectifs.



CONCLUSION

L'étanchéité à l'air est trop souvent négligée. Les perméabilités mesurées dans de nombreuses études permettent de déduire qu'entre un quart et un tiers de l'air neuf provient de fuites de l'enveloppe des bâtiments.

Les flux d'air n'étant pas maîtrisés, ces infiltrations parasites peuvent dégrader la qualité de l'air, et causer une augmentation des besoins de chauffage de l'ordre de 25% pour des systèmes de ventilation simple flux et jusqu'à 10% pour des systèmes de ventilation double flux.

La bonne nouvelle est que l'on sait mieux faire. En effet, grâce à une conception et une mise en œuvre attentives à ce problème, des niveaux excellents sont atteints, quel que soit le mode constructif (ossature légère ou structure lourde).

L'exemple le plus souvent cité en la matière est celui des maisons passives « Minergie-P / Passivhaus » dont l'étanchéité à l'air est typiquement 4 à 5 fois supérieure à celle d'une maison individuelle. De plus, il est possible d'améliorer l'étanchéité des bâtiments existants.

