

Les causes du développement des moisissures dans l'habitat

Stéphane Ginestet



*Colloque « Moisissures, Habitat et Santé »
Ministère des Solidarités et de la Santé, Paris, 16 octobre 2017*

*DGS – SFSE
Avec le soutien de la DHUP*

1. Des enjeux importants
2. L'enveloppe du bâtiment
3. La ventilation
4. Les équipements
5. Synthèse

1. Des enjeux importants au niveau national

- Logements (2.4 milliards m²)
 - 32,6 millions de résidences dont 15,5 millions de maisons individuelles
 - 12 millions de bâtiments d'habitat collectif
 - 3.2 millions de résidences secondaires
 - 1.9 millions de logements vacants
- Tertiaire (904 millions m²)

Sector	Surface chauffée(Mm ²)	Ratio
Commerces	203.749	22.5 %
Bureaux	198.765	22 %
Ecoles	180.584	20 %
Santé	104,041	11.5 %
Sport	66.850	7.4 %
Hotel -restaurant	62.378	6,9 %
Community buildings	62.364	6.9 %
Transport	25.109	2.8 %

Source F. Allard « Les enjeux de la réhabilitation énergétique des bâtiments », Séminaire Enjeux scientifiques de la réhabilitation des bâtiments, Chambéry, 25-26 Avril 2013

1. Des enjeux importants

8 périodes principales de construction

	Maisons	Appartements	Total	%
Avant 1915	3 225 600	1 665 800	4 891 400	19.96
1915 - 1948	2 061 000	1 192 900	3 253 900	13.28
1949 - 1967	1 827 900	2 557 200	4 385 100	17.89
1968 - 1974	1 404 900	1 990 300	3 395 200	13.86
1975 - 1981	1 809 000	1 177 500	2 986 500	12.19
1982 - 1989	1 776 800	774 200	2 551 000	10.41
1990 - 1999	1 294 500	940 100	2 234 600	9.12
2000 et après	504 800	302 500	807 300	3.29
Total	13 904 500	10 600 500	24 505 000	100.00

1. Des enjeux importants

Le parc de logements en France

- 65% du stock a été construit avant 1975,
- 31% avant 1949, 34% entre 1950 et 1974, 13% entre 1975 et 1981 et 22% après 1982.
- 55% des maisons individuelles n'ont pas été réhabilitées durant les 20 dernières années
- Le taux de construction neuve est de 1%

1. Des enjeux importants

80 à 90 % du temps passé à l'intérieur des bâtiments

Economic impact of dampness and mold

Table 3 Total annual cost of asthma and annual cost attributable to exposure

Source	Cost in US in \$ billions (\$ 2004)				Cost attributable to dampness and mold
	Mortality	Morbidity ^a	Indirect ^b	Total	
Weiss and Sullivan (2001)	\$1.9	\$11.5	\$4.0		
Smith et al. (1997)		\$12.9	\$1.5		
Selected estimate	\$1.9	\$12.2	\$2.7	\$16.8	\$3.5 (\$2.1–4.8) ^c

^aMorbidity costs are the cost of medical care.

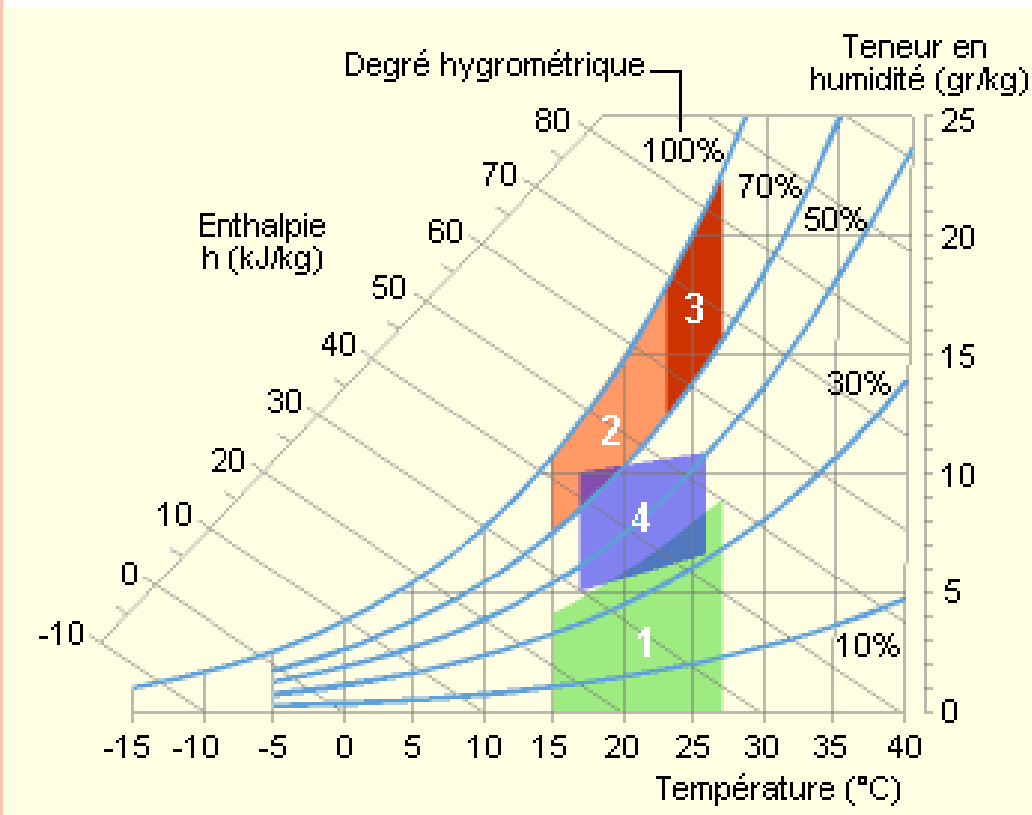
^bIndirect costs represent the value of lost work &/or school days.

^cCalculated from the central estimate of the attributable fraction bounded by the confidence interval.

D. Mudarri and W. J. Fisk “Public health and economic impact of dampness and mold” *Indoor Air* 2007; 17: 226–235

2. L'enveloppe du bâtiment

Objectifs du chauffage (hiver) ou du conditionnement d'air (été/hiver)



1 Zone à éviter vis-à-vis des problèmes de sécheresse.

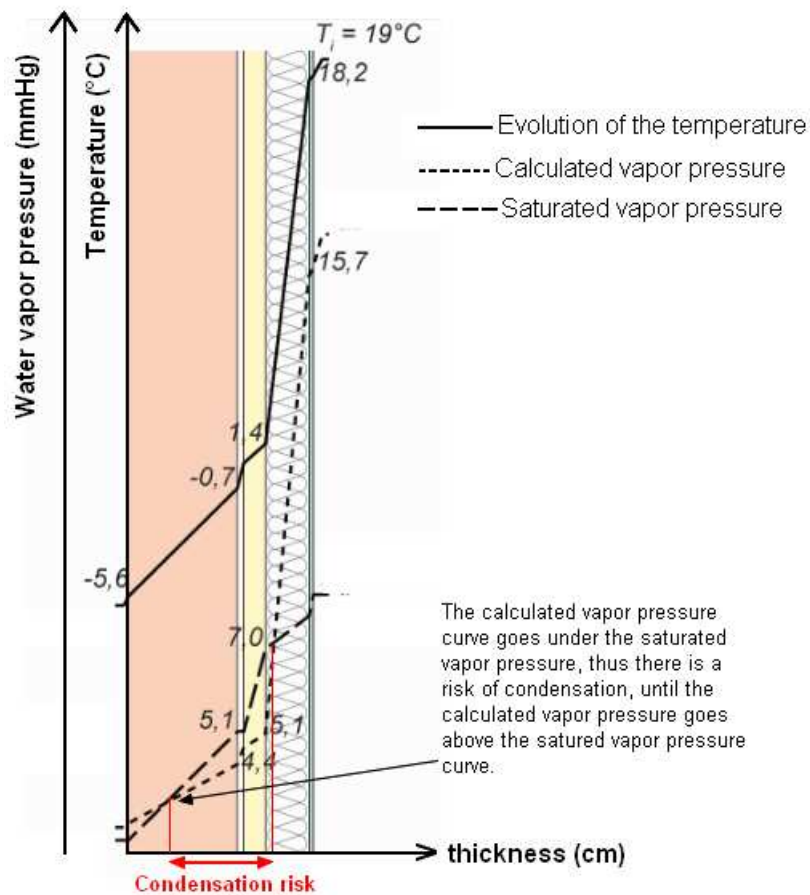
2 et 3: Zones à éviter vis-à-vis des développements de bactéries et de champignons.

3 Zone à éviter vis-à-vis des développements d'acariens.

4 Polygone de confort hygrothermique

2. L'enveloppe du bâtiment

- La condensation au cœur des matériaux

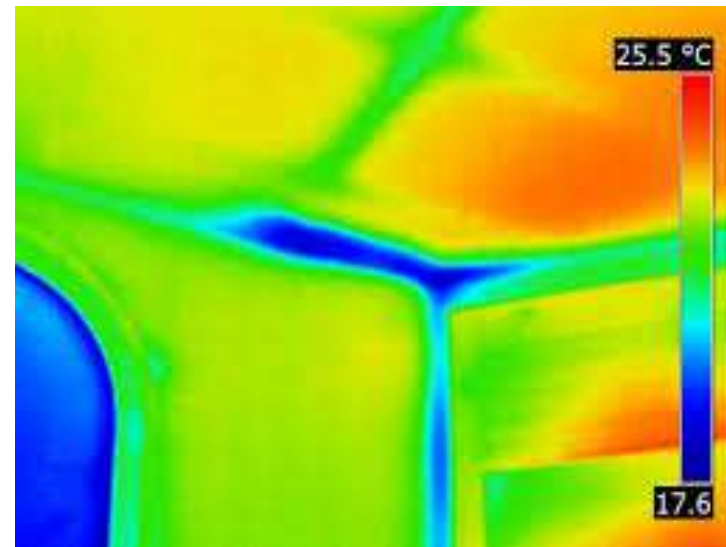
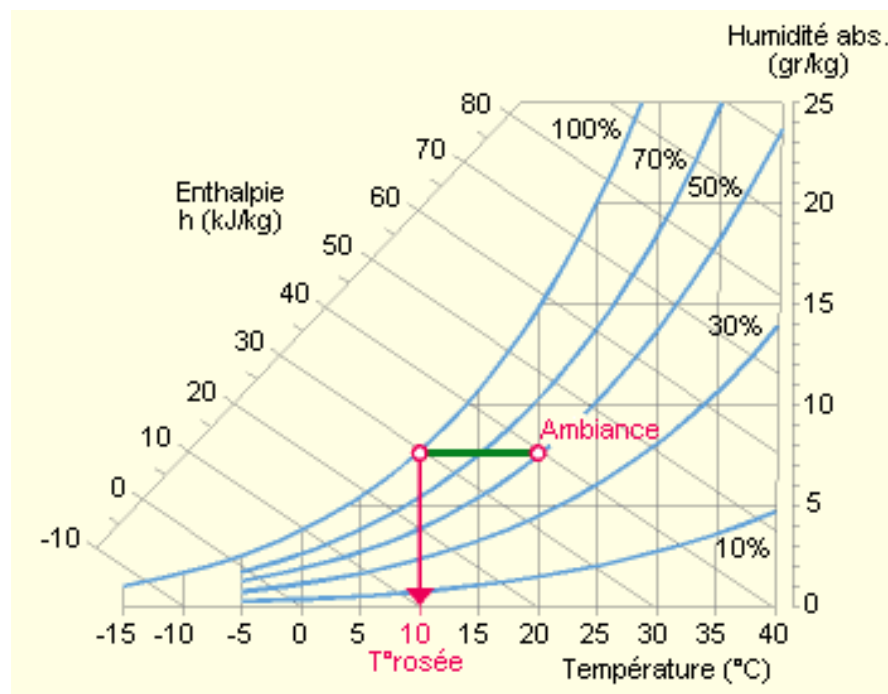


- Perméabilité intrinsèque des matériaux de construction à la vapeur d'eau
- Risque de condensation si $P_v > P_{vs}$
- Conditions:
 - Mauvaise réalisation du pare-vapeur
 - Dégradation du pare-vapeur (percement, usure)

2. L'enveloppe du bâtiment

- La condensation à la surface des matériaux (parois ET vitrages simples)

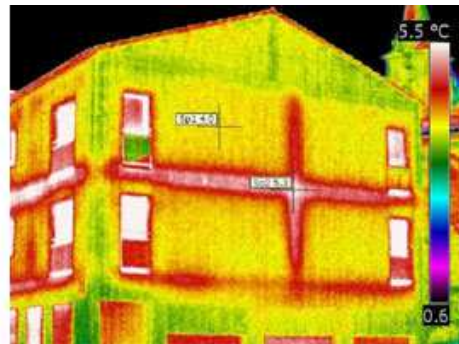
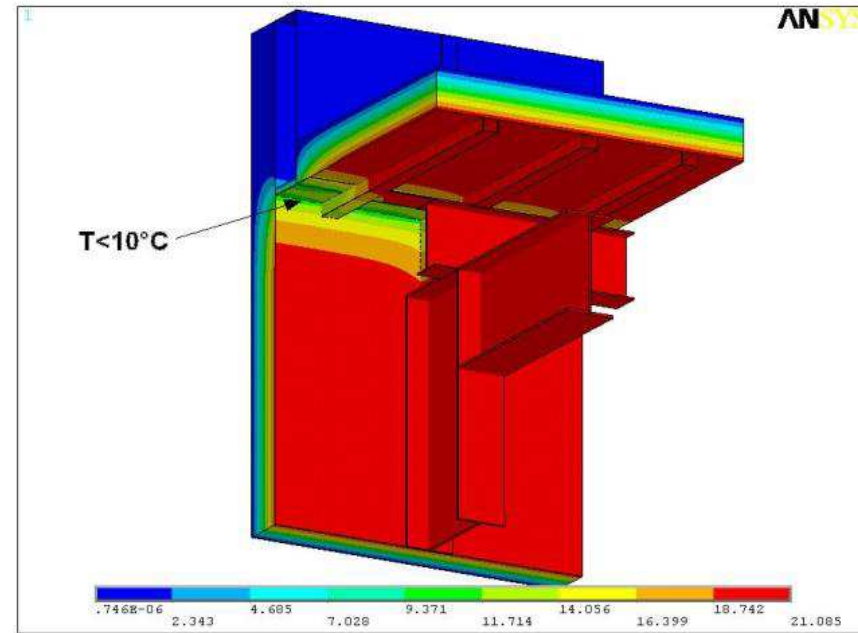
Notion de température de rosée (dew point)



- condensation à la surface des matériaux si $P_v > P_{vs}$
- croissance de moisissures si $P_v > 0.8 P_{vs}$

2. L'enveloppe du bâtiment

- Les ponts thermiques



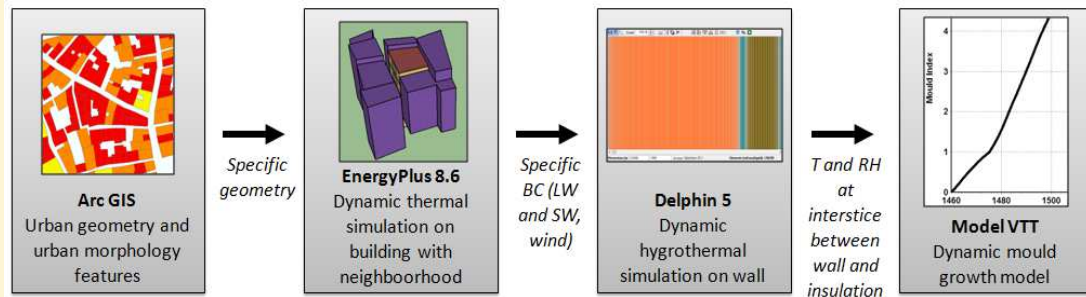
Traités systématiquement pour les bâtiments construits après 2011 (RT2012) mais avant ?

2. L'enveloppe du bâtiment

- Focus sur la rénovation

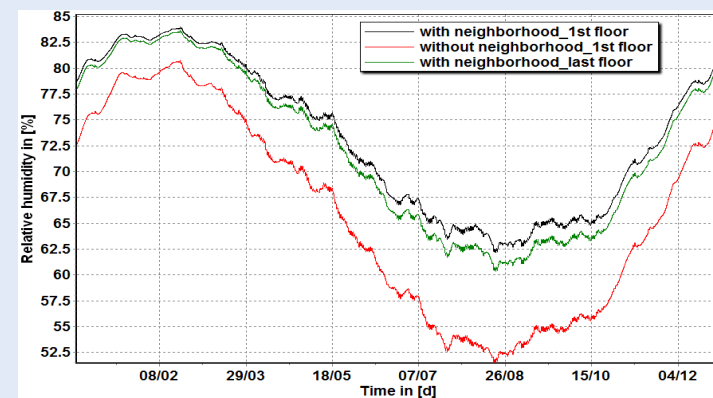
Exemple d'utilisation de la simulation dans le cadre de la rénovation du patrimoine bâti

Prévision des risques de condensation et de croissance de moisissures dans le cas de rénovations thermiques des parois opaques – cas de Cahors, projet ENERPAT



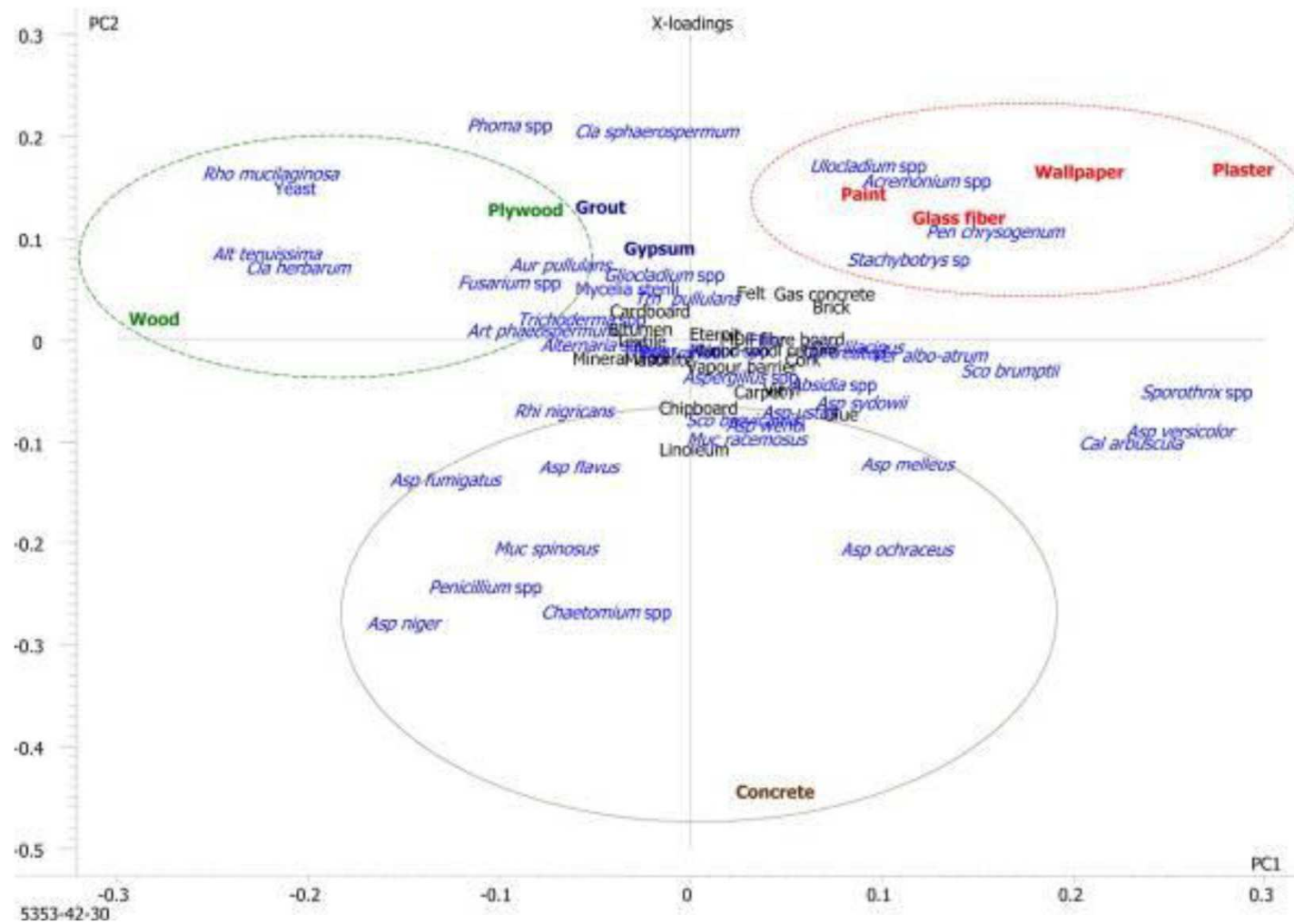
- Relevés sur site (SIG, géométrie, compositions de parois, conditions aux limites)
- Utilisation et couplage de différents outils numériques
 - SIG : ArcGIS
 - Simulation thermique dynamique bâtiment: EnergyPlus
 - Transferts hygrothermiques dans la paroi: Delphin
 - Croissance de moisissures: modèle VTT

- Prévision des évolutions des humidités relatives dans les parois (exemple évolution sur un an de l'humidité relative à l'interface isolant-brique)
- Mise en évidence de l'influence de facteurs comme l'étage étudié (influence de l'accès à l'ensoleillement), le vent (en site urbain) = conditions aux limites spécifiques au site urbain
- Prévision des risques d'apparition de moisissures
- Aide à la sélection de matériaux: nature, épaisseur, interfaces, etc.



2. L'enveloppe du bâtiment

- Focus sur les matériaux



Association entre la nature du matériau et les espèces fongiques susceptibles de se développer (Andersen, 2011)

2. L'enveloppe du bâtiment

- Les remontées capillaires

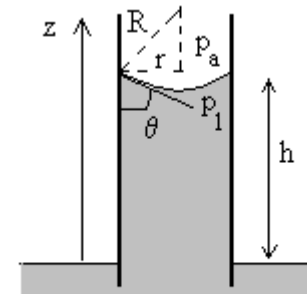


- Les infiltrations



La structure poreuse du matériau permet à l'eau de progresser, essentiellement sous forme liquide, en fonction de la tension capillaire (fonction du rayon du pore)

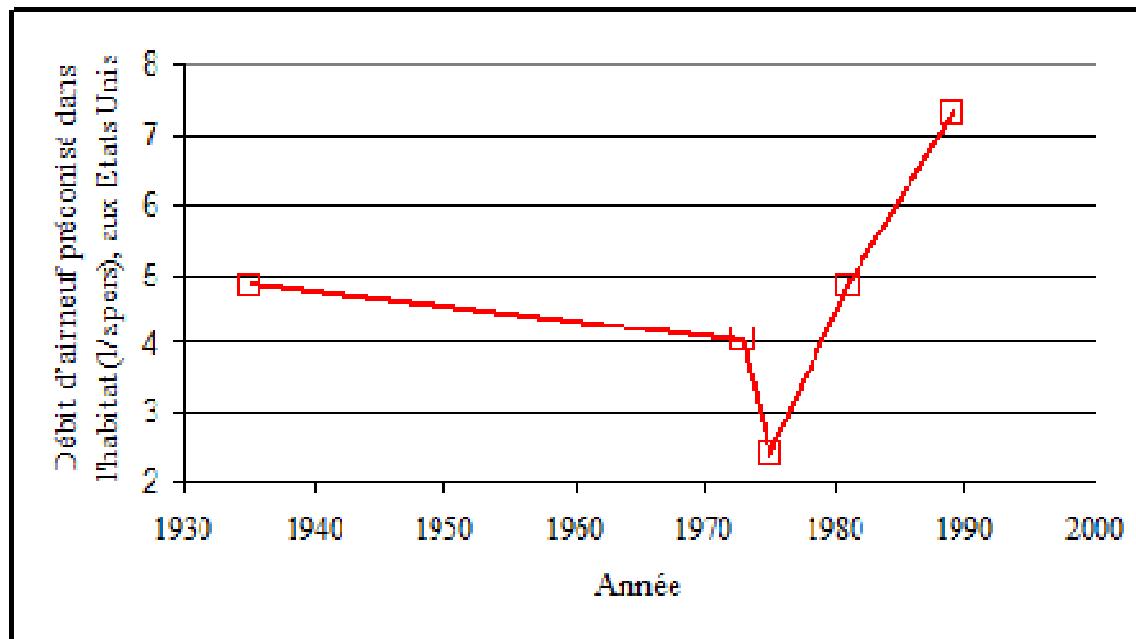
Loi de Jurin



$$h = \frac{2.A.\cos\theta}{\rho.g.R}$$

3. La ventilation

- Une nécessité, évolution des débits réglementaires



Evolution des débits d'air neuf pour l'habitat, aux Etats-Unis, sur la période 1935-1989, d'après la norme ASHRAE 62-1989 et les précédentes

3. La ventilation

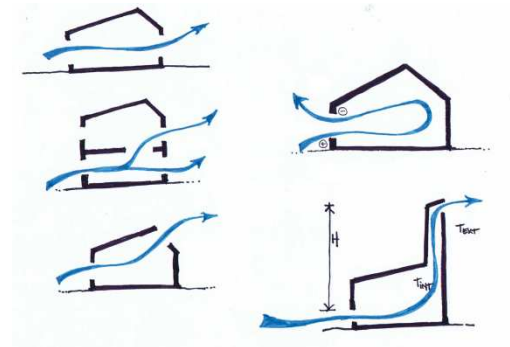
- RT2012: perméabilité de l'enveloppe limitée et mesurée = risque accru



Porte soufflante (blower door)
norme NF EN 13829

3. La ventilation

- Le cas des bâtiments anciens
 - Ventilation naturelle: non adaptée, aléatoire (vent, tirage thermique)

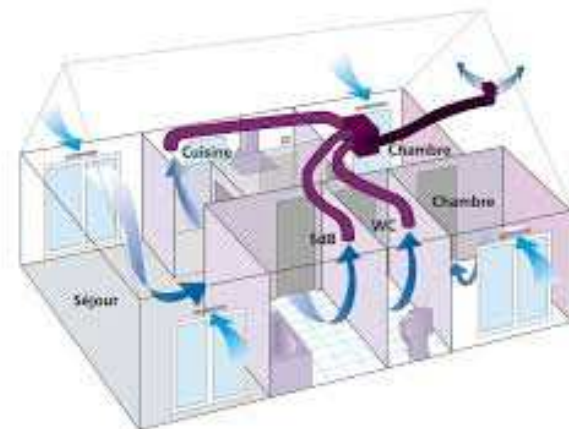


Source
<http://www.ekmagazine.fr>

- Ventilation mécanique: souvent mal entretenue, dégradée par les occupants
- Habitat collectif: problèmes accentués

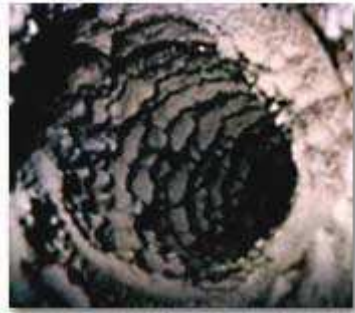
3. La ventilation

- Le cas des bâtiments neufs
 - VMC :
 - standard actuel
 - peu de vérification de l'efficacité, de la maintenance
 - Perméabilité
 - Très limitée par la RT2012



4. Les équipements

- Condensations sur gaines et tuyauteries



- Condensations sur échangeurs: évaporateurs (PAC, split-system), batterie froide à eau,

5. Synthèse

- Apparition et propagation de moisissures dans l'habitat liées aux conditions hygrothermiques à l'intérieur des bâtiments
 - Enveloppe (isolation)
 - Ventilation / systèmes HVAC
 - Nature des matériaux
 - Comportement des occupants/usagers
- Phénomène complexe qui relève de plusieurs paramètres, parfois difficiles à identifier
- Problématique présente dans l'habitat neuf et ancien, voire en rénovation

Bibliographie

- Travaux IEA (International Energy Agency) Energy in Buildings and Communities Programme (ECBCS) Annex 14 Condensation and Energy (1990)
- Review of mould prediction models and their influence on mould risk evaluation, Building and Environment 51, (2012), 296-310, E. Vereecken, S. Roels
- Validation of critical moisture conditions for mould growth on building materials, Building and Environment 62 (2013) 201-209, P. Johansson, T. Svensson, A. Ekstrand-Tobin
- A technique for the prediction of the conditions leading to mould growth in buildings, Building and Environment 34(4), (1999), 515-521, J.A Clarke, C.M Johnstone, N.J Kelly, R.C McLean, J.A anderson, N.J Rowan, J.E Smith

Merci pour votre attention

Les causes du développement des moisissures
dans l'habitat

Stéphane Ginestet