

AÉRAULEC®

Rénovation énergétique *durable*

du bâti ancien *humide*



AÉRAULEC Conseil Marc NOËL 14 rue de Paris 60530 Neuilly-en-Thelle aeraulec@gmail.com

Sommaire

1. Le bâti ancien humide
2. *AÉRAULEC*®
3. Installations
4. Transferts d'humidité
5. Retours d'expériences

1. Le bâti ancien humide

Causes de l'humidité:

1. Infiltration d'eau de pluie (entretien)
2. Condensation (défaut de ventilation)
3. Accidentelle (fuites d'eau)
4. Remontées capillaires, murs enterrés en contact avec le sol humide

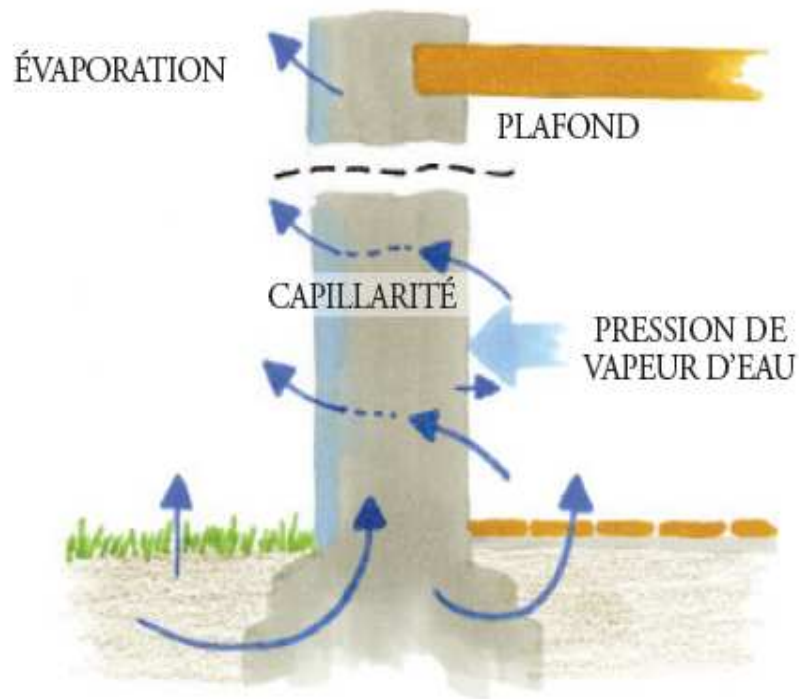
Actualité des projets d'études*

- Projet **ATHEBA** : Amélioration Thermique du Bâti Ancien
- Projet **BATAN** : Bâtiment Ancien
- Projet **HYGROBA** : Hygrométrie du Bâtiment Ancien
- Projet **HUMIBATex** : Humidité dans les Bâtiments existants

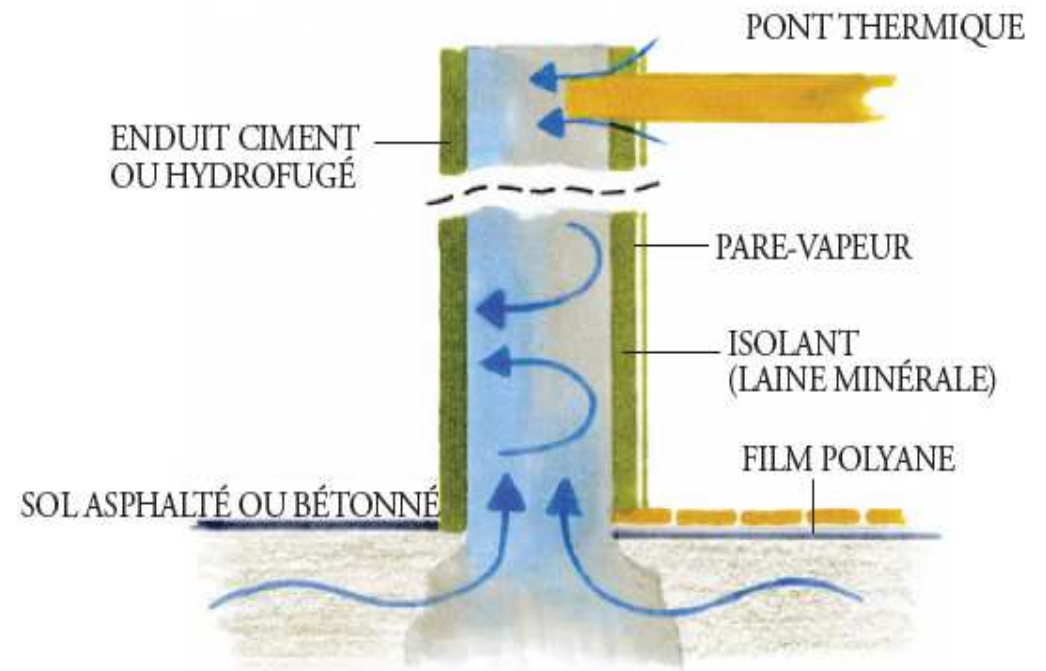
* *Collaborations d'organismes*

Projet ATHEBA* :13 fiches pédagogiques

1 fiche : comportement hygrométrique (2010)



FONCTIONNEMENT HYGROMÉTRIQUE
D'UN MUR TRADITIONNEL **NON ISOLÉ**



FONCTIONNEMENT HYGROMÉTRIQUE D'UN MUR
TRADITIONNEL, **ISOLÉ** CONVENTIONNELLEMENT,
EN HIVER: L'EAU S'ACCUMULE DANS LE MUR

Projet BATAN* (2012)

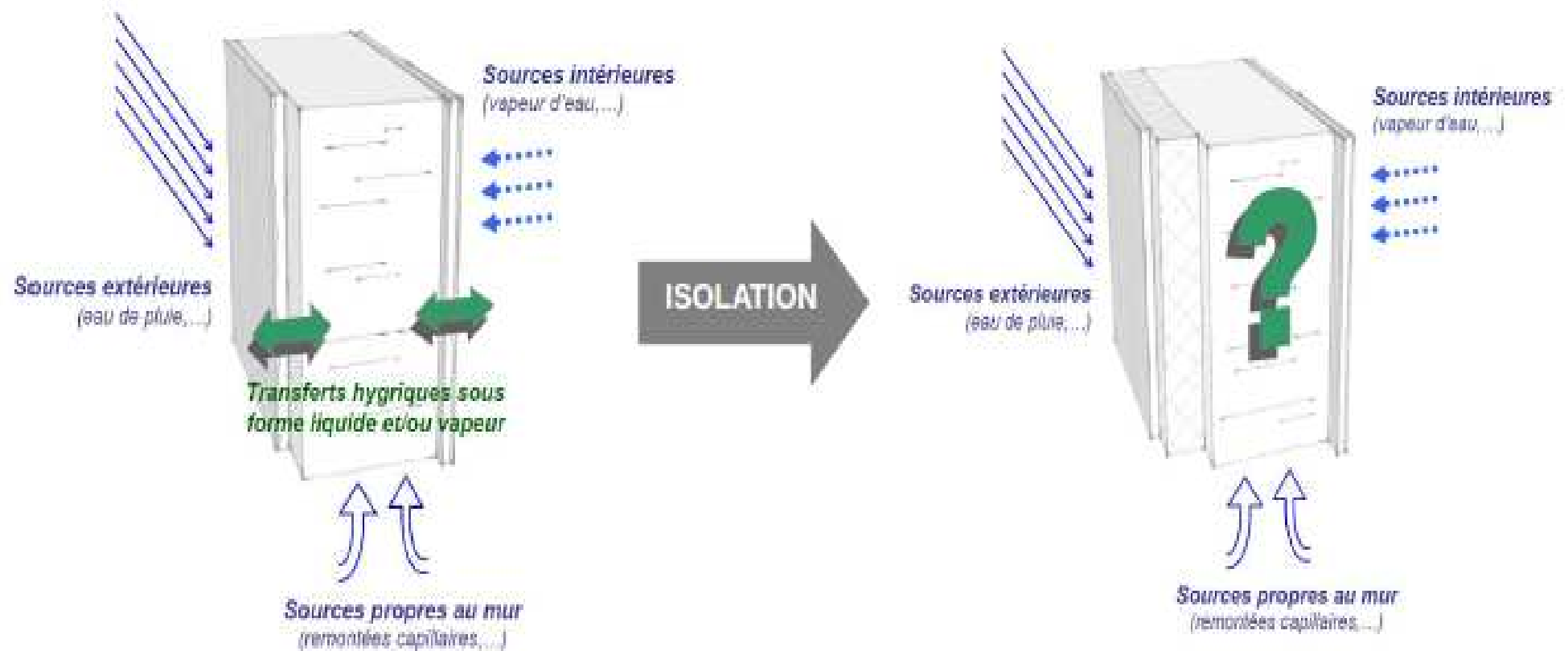
~15 bâtiments instrumentés

- *transferts hygrothermiques dans les parois à approfondir ...*
- *analyse hygrothermique nécessaire pour mieux appréhender les conditions de confort*

* CNRS-ENTPE, CETE Est, CETE Ouest, MPF, INSA Strasbourg

Projet HYGROBA* (2013)

L'isolation d'une paroi ancienne perturbe son équilibre hygrométrique



* CETE Est, ENSA de Toulouse, LMDC, MPF

Projet HUMIBATex* (2011-2015)

Comment prédire les désordres causés par l'humidité?

Quelles solutions pour rénover le bâti existant?

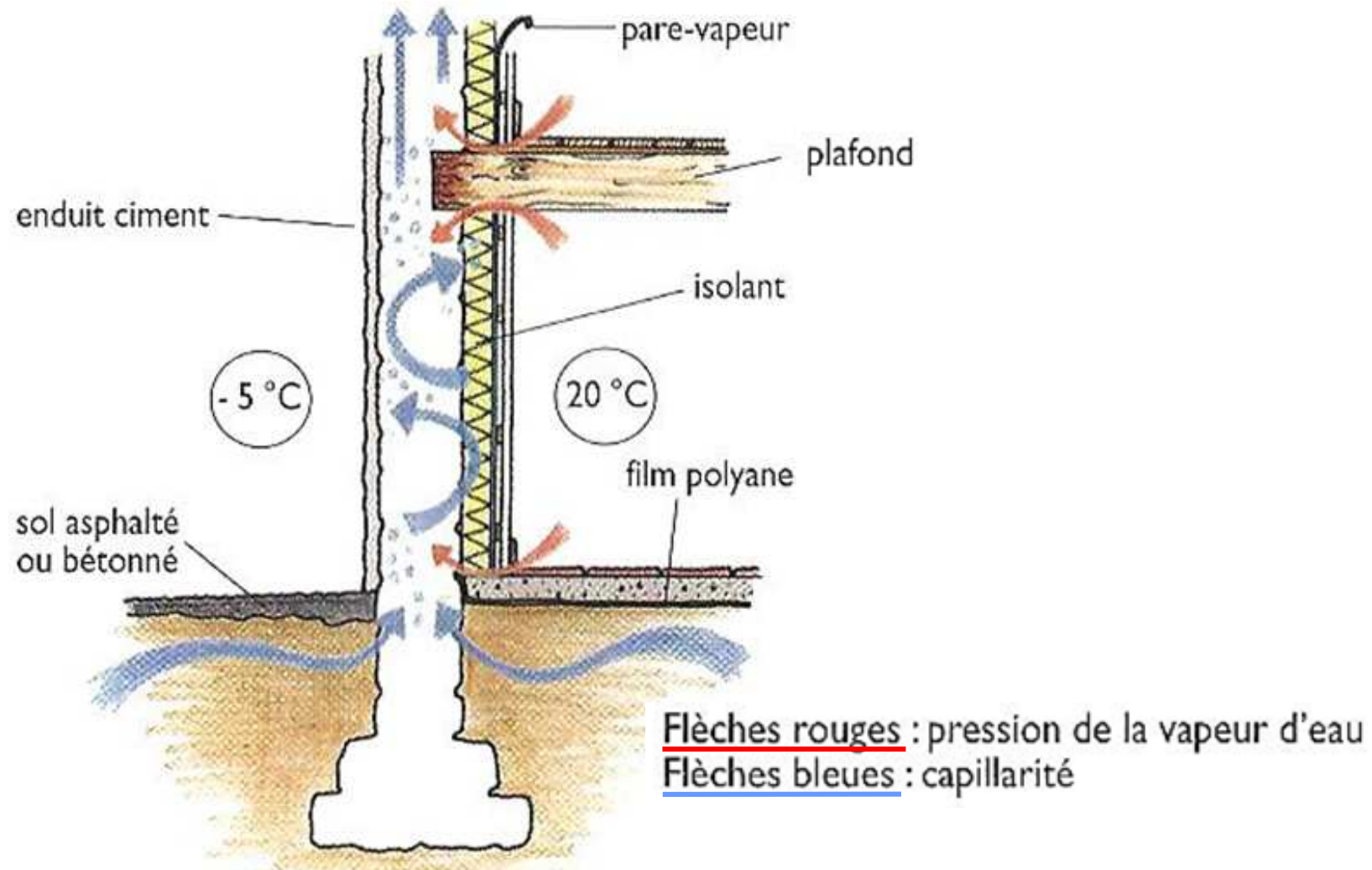
→ **réaliser un guide proposant des solutions de réhabilitation vérifiées et validées**

** CETE Est, CETE Lyon, CETE Ouest, CSTB Grenoble, LEPTIAB, CETHIL, LOCIE, ISOVER, ALDES, VENTILAIRSEC*

L'isolation thermique écologique

Jean-Pierre Oliva , Samuel Courgey

Les murs anciens et l'humidité page 134



L'isolation thermique écologique

Jean-Pierre Oliva , Samuel Courgey

L'accumulation de travaux sans connaissance du fonctionnement du mur d'origine menace sa pérennité. L'humidité à la fois concentrée dans le mur et empêchée de s'en évaporer monte par capillarité de plus en plus haut dans le mur; compromettant la cohésion des éléments du bâti et favorisant la pourriture des structures sensibles (poutres, colombages...).

Les murs anciens et l'humidité

Une bibliographie très abondante

- Livres
- Guides
- Articles

remontées capillaires :

→ *assèchement des murs !!!*

Assèchement des murs

- Nombreux procédés proposés sur le marché
- ~ 200 à 300 € par mètre linéaire de mur, selon enquête en décembre 2009
- 6 à 18 mois de délai pour obtenir l'assèchement avant de poser une isolation thermique!
- Risques de compromettre la pérennité du bâti dans certains cas

2. AÉRAULEC®

Cahier des charges (établi en 2000) :

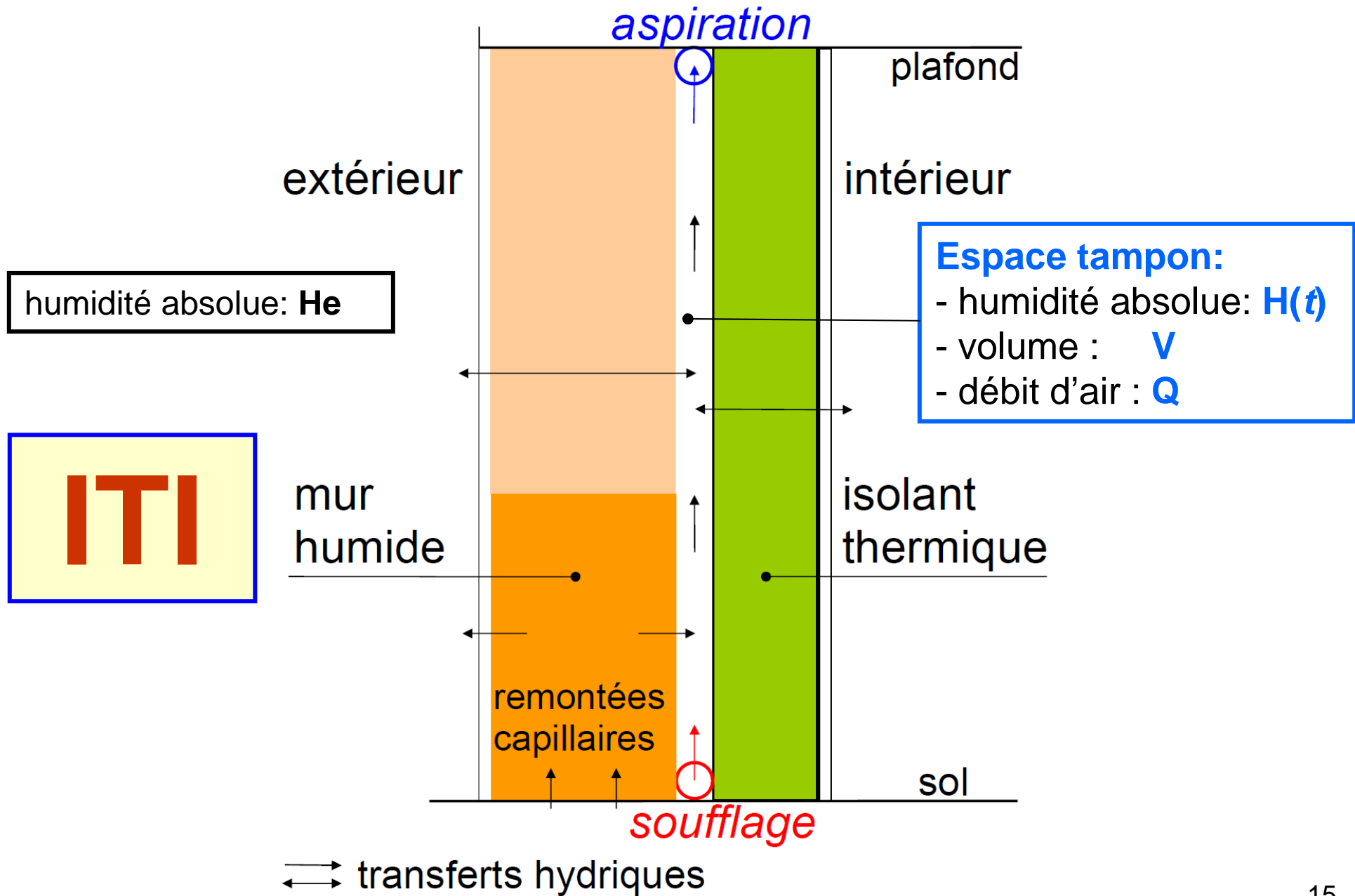
- éliminer l'insalubrité due à l'humidité **sans assécher les murs**,
- assurer la durabilité de l'isolation thermique,
- assainir définitivement les locaux ,
- préserver l'équilibre hygroscopique des murs,
- **valoriser à moindre coût le bâti ancien avec murs humides.**

Principe

**Assainissement par soufflage et aspiration
entre mur humide et isolation thermique**

Brevet d'invention n°08 00660

Marque déposée : *AÉRAULEC*

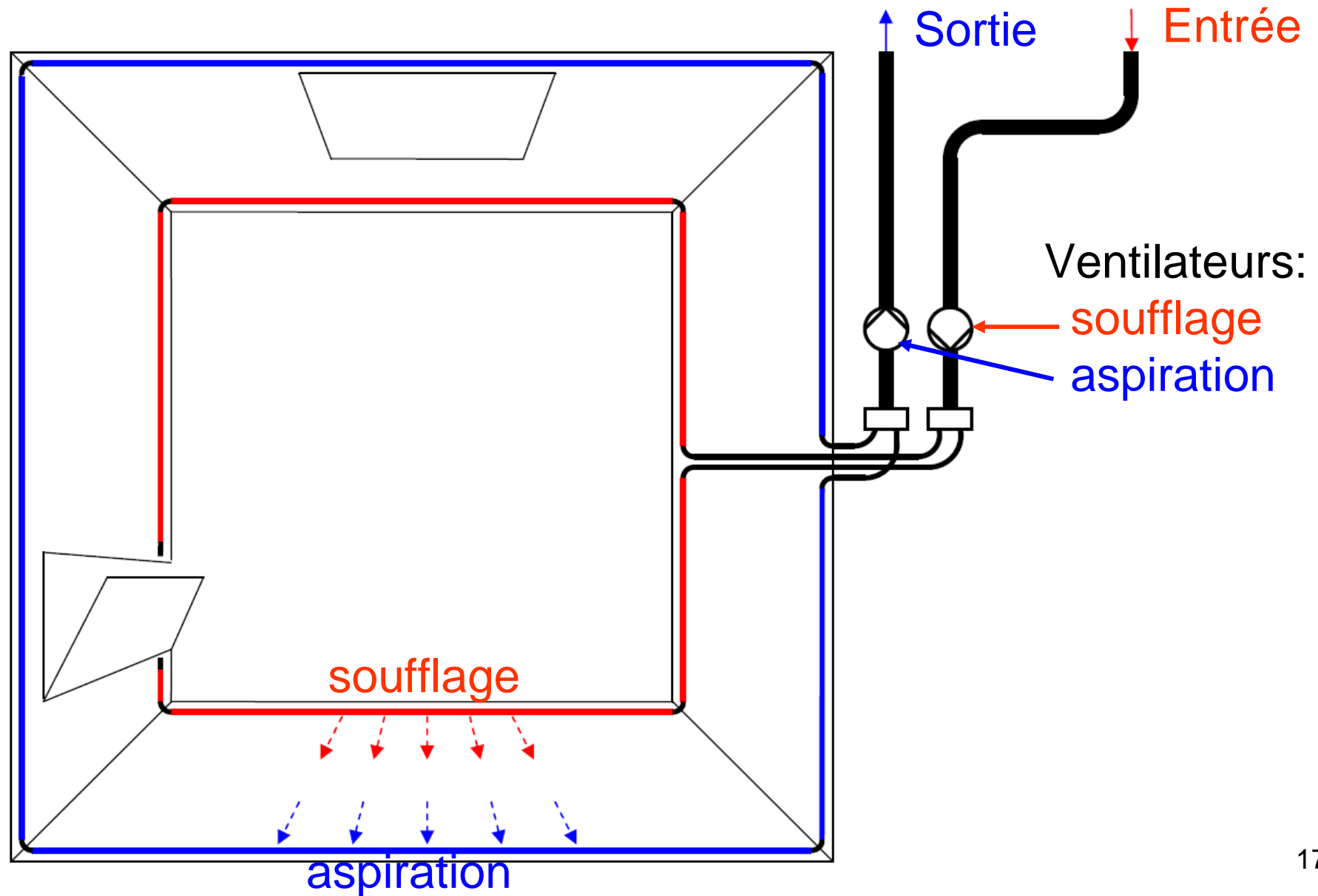


Un balayage quotidien

Extérieur :	He	humidité (kg _{eau} /kg _{air sec})
Espace tampon :	H(t)	humidité (kg _{eau} /kg _{air sec})
	V	volume (m ³)
	Q	débit balayage (m ³ /h)

*Un balayage de durée **Db = 5 V / Q** suffit pour rétablir l'équilibre hygrométrique : **H(t) ≈ He***

Réseaux de soufflage et d'aspiration



Débits et pressions dans les canalisations perforées

- q : débit par trou de soufflage ou d'aspiration
- Q : débit en canalisation de diamètre D
- d : distance entre 2 trous

- P_s : pression statique
- $P_d \propto Q^2$: pression dynamique
- $P_t = P_s + P_d$: pression totale

Débit q par trou de soufflage ou d'aspiration

$$q = C(t) \cdot P_s^{1/2}$$

$C(t)$: fonction du \emptyset t trou

P_s : pression statique dans la canalisation

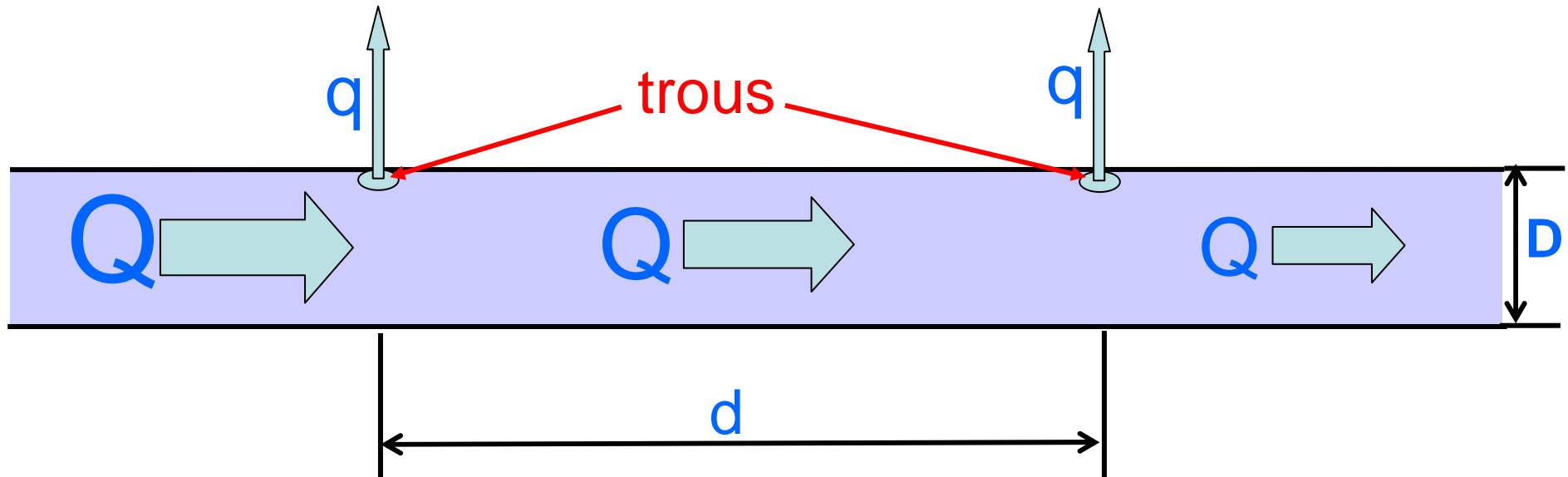
$$q \propto P_s^{1/2} \quad \rightarrow \quad \Delta q/q = 1/2 \Delta P_s/P_s$$

si P_s varie peu \rightarrow q varie très peu

\rightarrow balayage uniforme des espaces tampons

Principe du système aéraulique

Débit Q dans une canalisation perforée



Principe du système aéraulique

Entre 2 trous : pertes de charge ΔP_s

$$\Delta P_s = K_D Q^{1,75} d, \quad K_d = f(D)$$

A chaque trou : $Q \rightarrow Q$

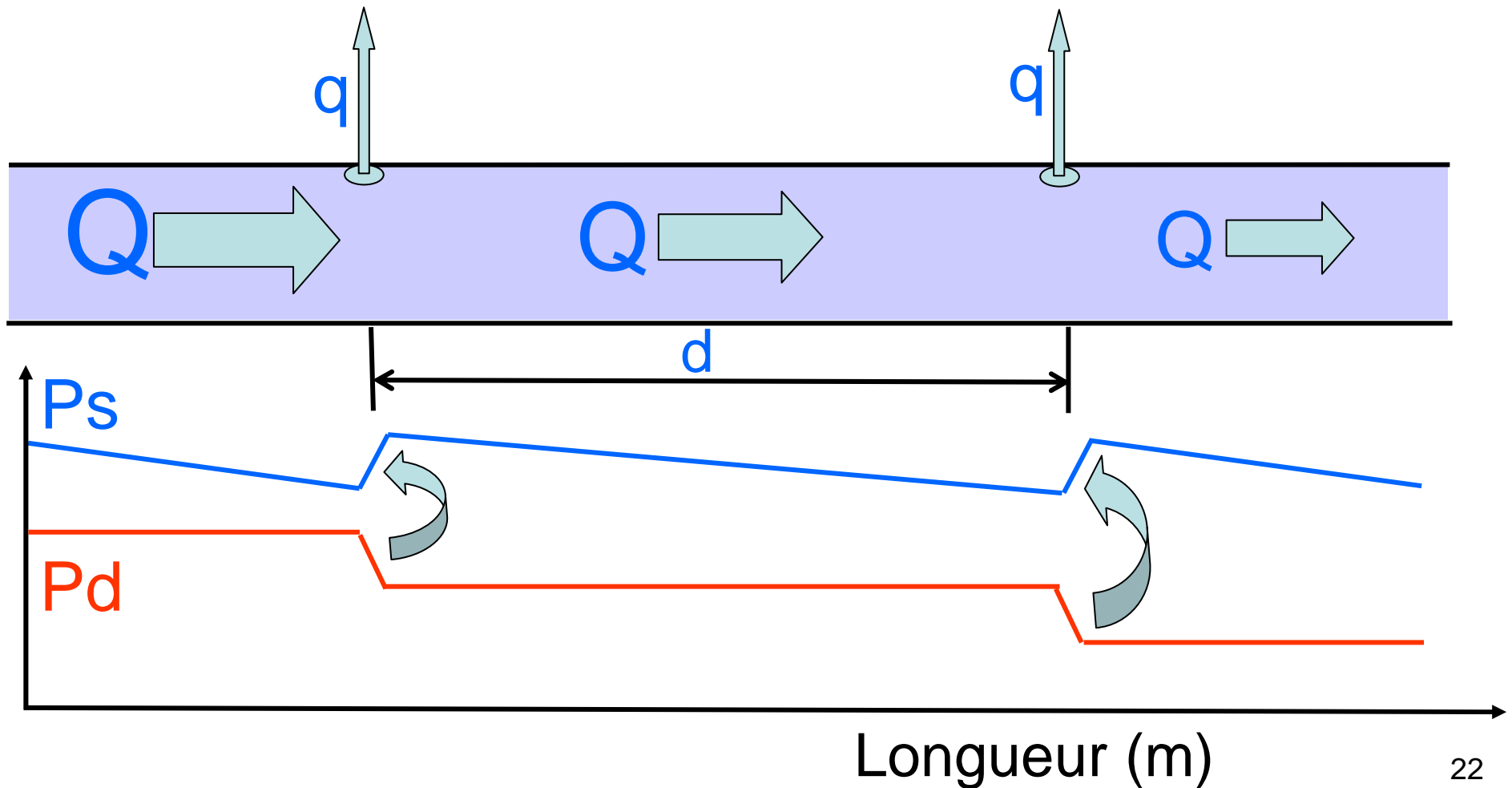
$$P_d \propto Q^2 \rightarrow P_d \propto Q^2$$

$$\rightarrow \Delta P_d \propto (Q^2 - Q^2) \Rightarrow \text{regain de } P_s *$$

* $P_t = P_s + P_d$ ne variant pas

Principe du système aéraulique

P_s et P_d dans les canalisations perforées



Constance de la pression statique P_s

P_s par longueur d et par trou: $-\Delta P_s + \Delta P_d$

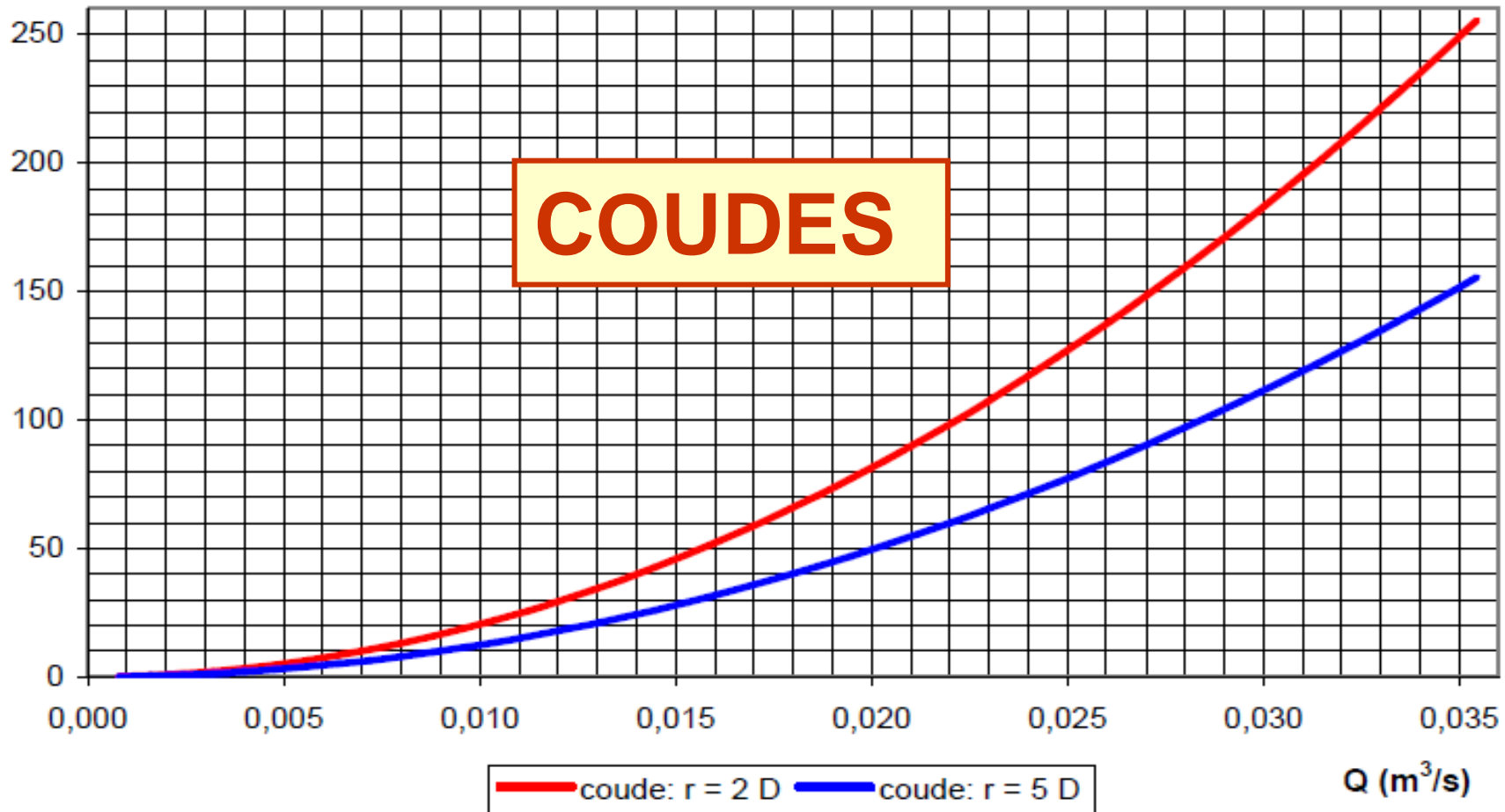
En optimisant les divers paramètres:

P_s varie peu \rightarrow q varie très peu

\rightarrow balayage uniforme dans les espaces tampons

Autres pertes de charge

P_c (Pa)



Banc de mesures aérauliques

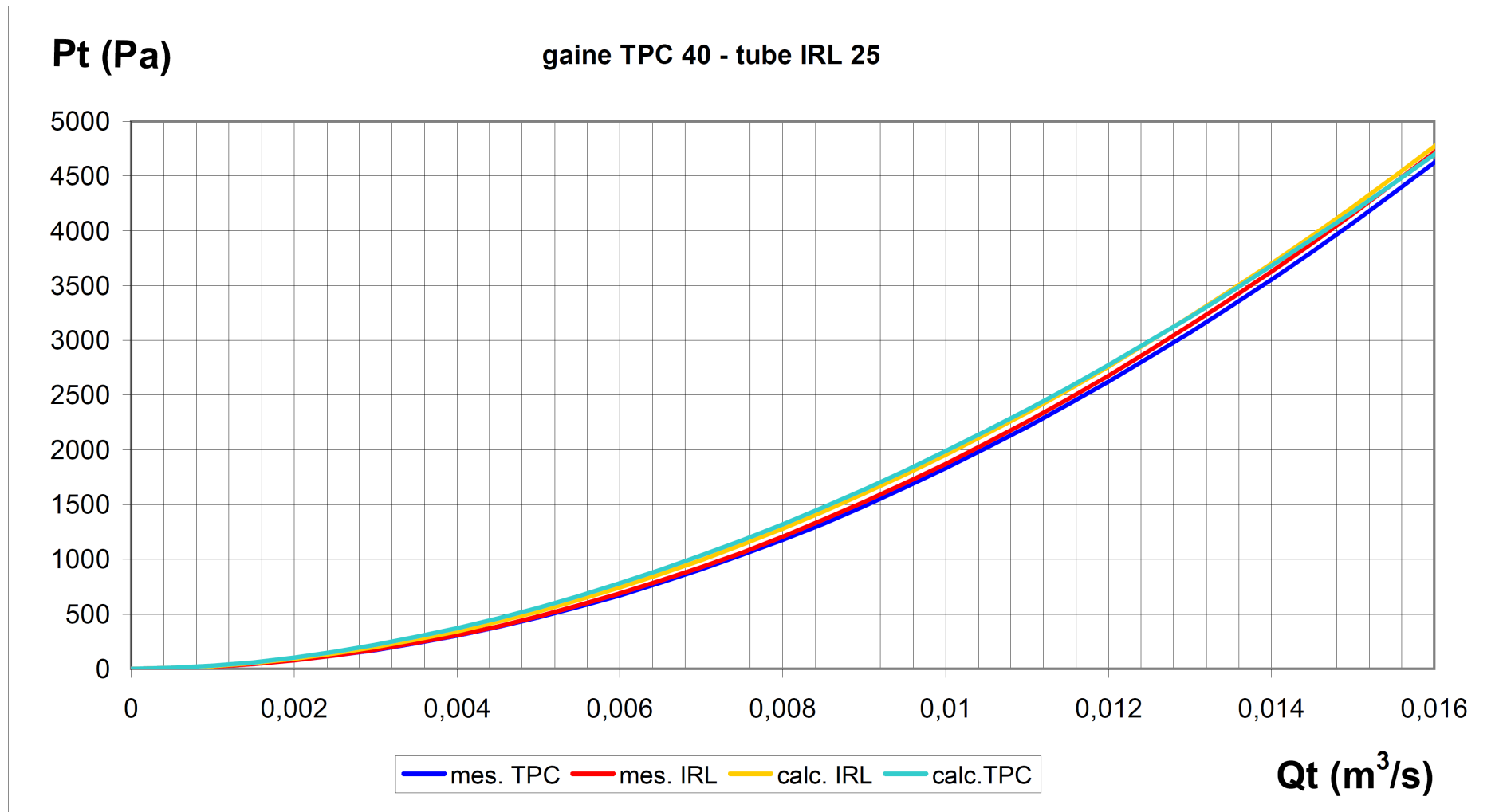


venturi

Réglage Pt

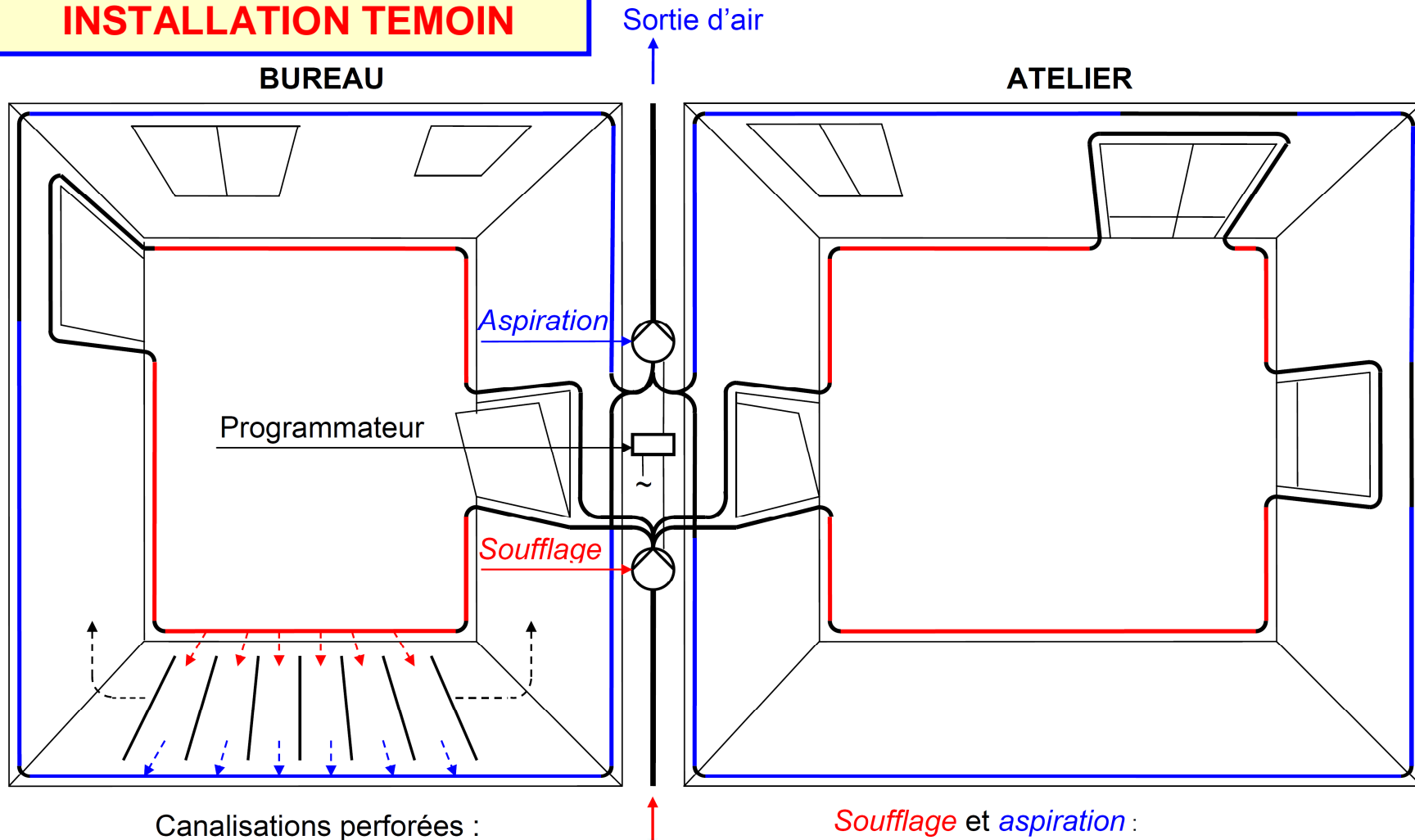


Concordance des mesures (mes.) avec les calculs (calc.)



3. Installations

INSTALLATION TEMOIN



Canalisations perforées :

- de soufflage : ———
- d'aspiration : ———

Soufflage et aspiration :

- ventilateurs



LA MARQUE DES PROS

AÉRAUPROG

Progiciel de calcul et de modélisation des réseaux:

- soufflage ou aspiration
- branches simples et/ou boucles
- 3 niveaux possibles de ramification
- acquisition interactive des données
- configuration des réseaux
- détermination automatique du point de fonctionnement : **Pt, Qt et Db**

Installation témoin

Réseau de soufflage

Choix du ventilateur

ZEB 380	
ZEB EC	
SB 160 B	
RRK 125	
SlimVent	X

Ventilateur SlimVent

Point de fonctionnement

Pt (Pa) = 288

Qt (m³.h⁻¹) = 31

Puiss. absorbée maxi. (W) = 34

Programmateur horaire

Db min (mn) / jour = 19

Energie électrique absorbée (ventilateur)

Energie maxi. / bal.(kWh) = 0,0106

Energie / an Ev (kWh) = 3,88

Réseau d'aspiration

Choix du ventilateur

ZEB 380	
ZEB EC	
SB 160 B	
RRK 125	
SlimVent	X

Ventilateur SlimVent

Point de fonctionnement

Pt (Pa) = 287

Qt (m³.h⁻¹) = 32

Puiss. absorbée maxi. (W) = 34

Programmateur horaire

Db min (mn) / jour = 18

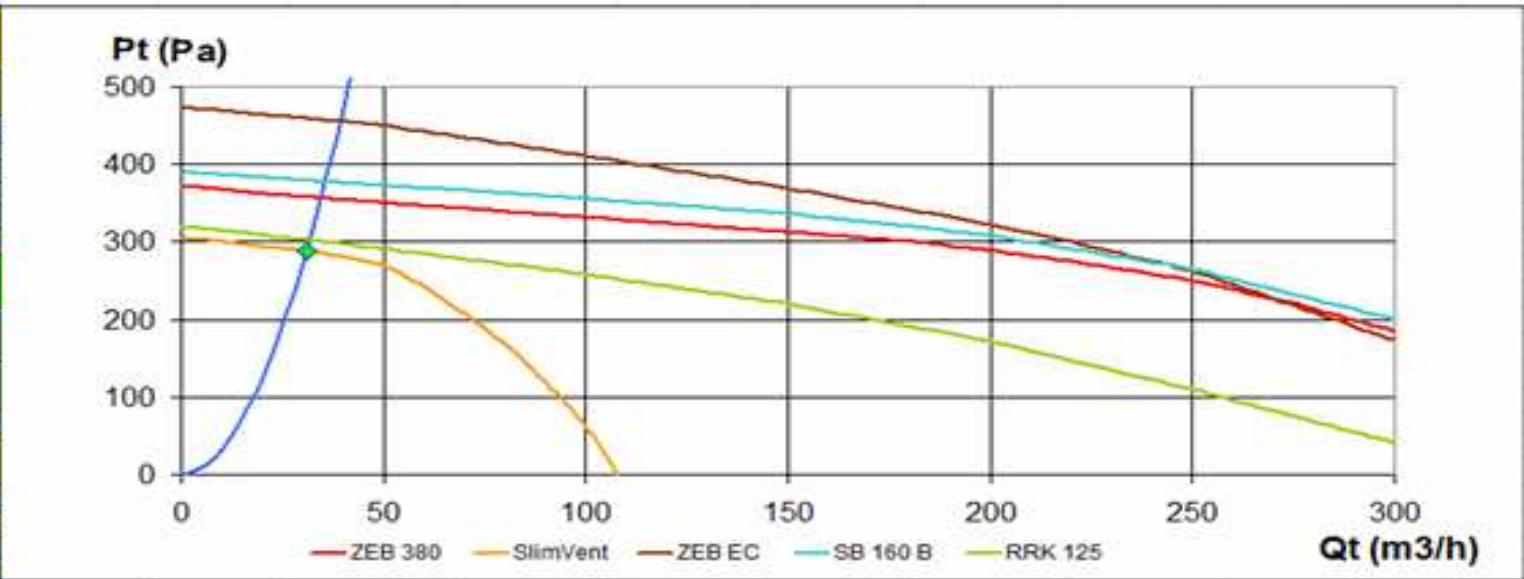
Energie électrique absorbée (ventilateur)

Energie maxi. / bal.(kWh) = 0,0102

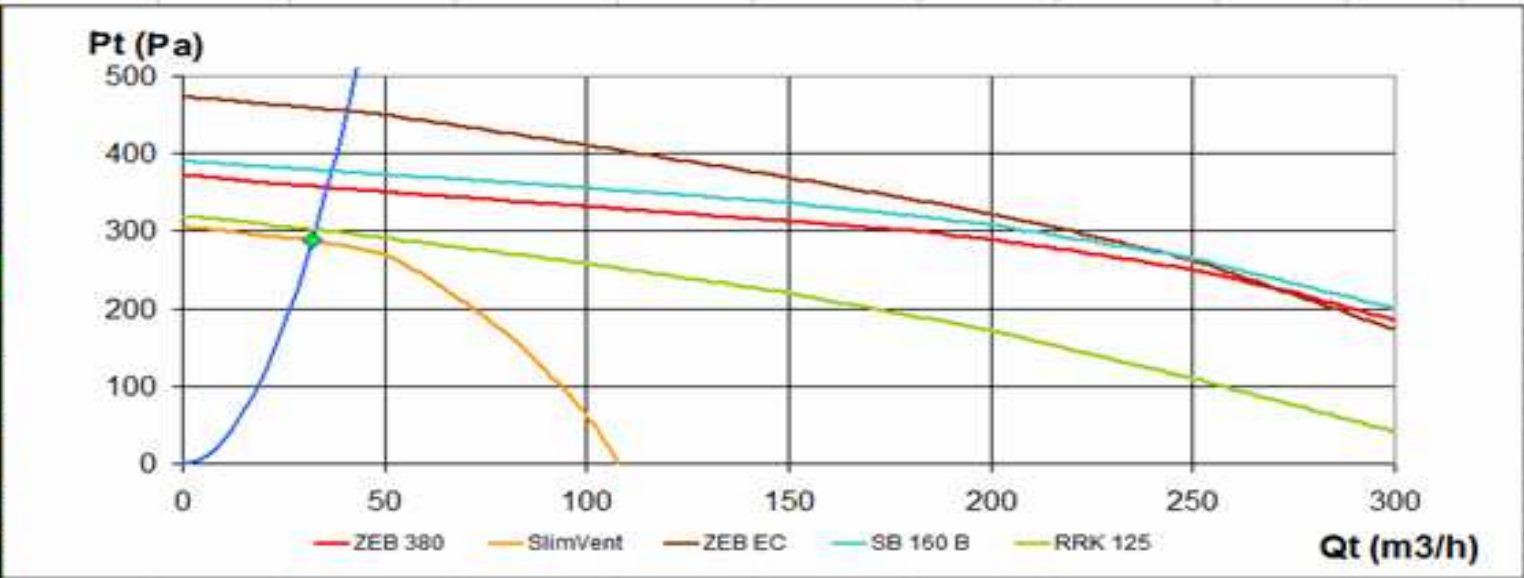
Energie / an Ev (kWh) = 3,73

Installation témoin

Réseau de soufflage	
Choix du ventilateur	
ZEB 380	
ZEB EC	
SB 160 B	
RRK 125	
SlimVent	X
Ventilateur SlimVent	
Point de fonctionnement	
Pt (Pa) = 288	
Qt (m ³ .h ⁻¹) = 31	
Puiss. absorbée man. (W) = 34	
Programmateur horaire	
Db min (mn) / jour = 19	
Energie électrique absorbée (ventilateur)	
Energie man. / bal.(kWh) = 0,0106	
Energie / an Ev (kWh) = 3,88	



Réseau d'aspiration	
Choix du ventilateur	
ZEB 380	
ZEB EC	
SB 160 B	
RRK 125	
SlimVent	X
Ventilateur SlimVent	
Point de fonctionnement	
Pt (Pa) = 287	
Qt (m ³ .h ⁻¹) = 32	
Puiss. absorbée man. (W) = 34	
Programmateur horaire	
Db min (mn) / jour = 18	
Energie électrique absorbée (ventilateur)	
Energie man. / bal.(kWh) = 0,0102	
Energie / an Ev (kWh) = 3,73	



Canalisations de soufflage et d'aspiration



Canalisations de soufflage et d'aspiration

aspiration

soufflage



Canalisations de soufflage



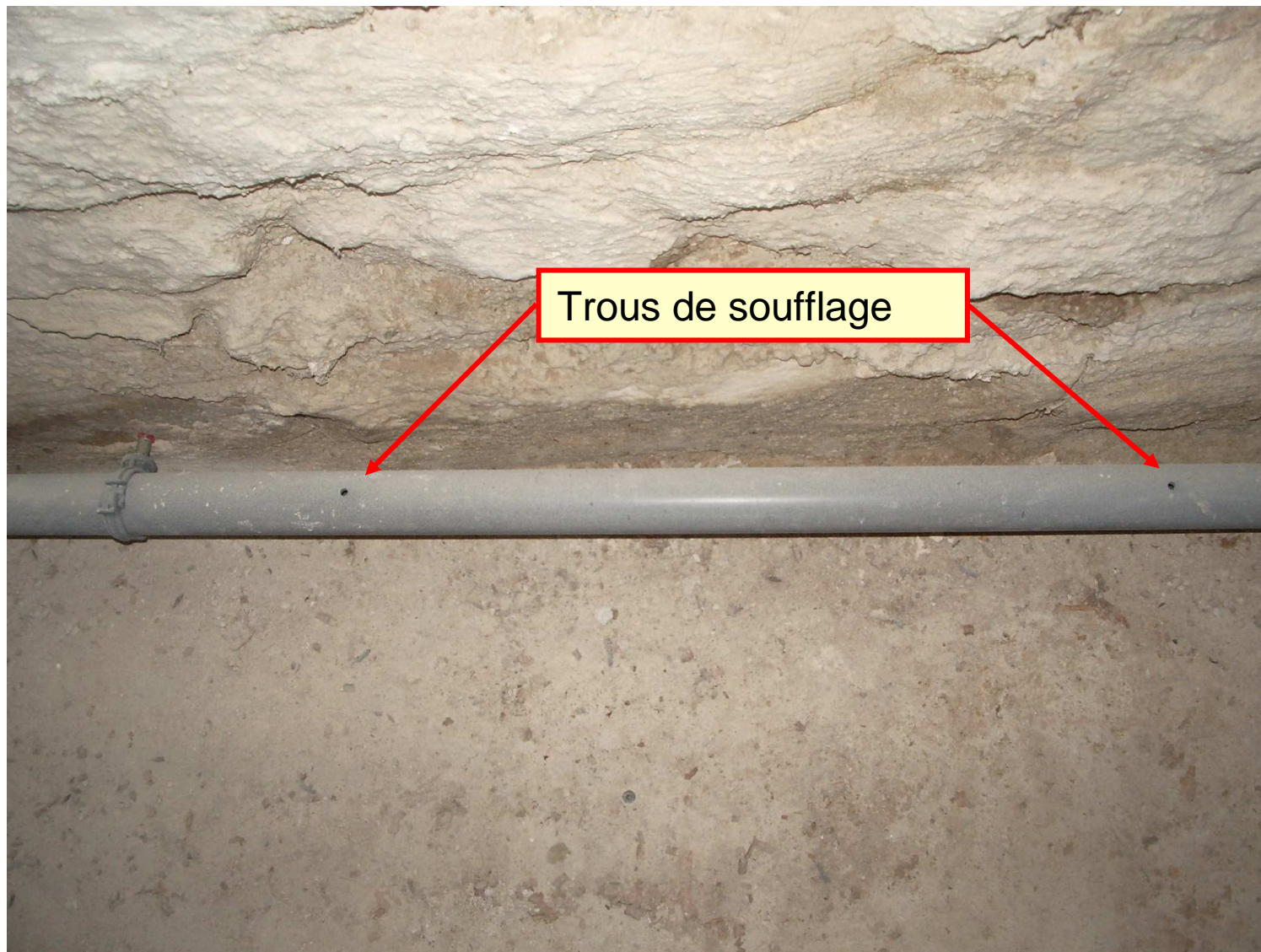
Canalisation de soufflage



Canalisation d'aspiration



Canalisation de soufflage



4. Transferts d'humidité

L'isolation thermique écologique

Jean-Pierre Oliva , Samuel Courgey

Les méthodes permettant d'estimer les risques dus à la condensation

La méthode de Glaser *

Le logiciel WUFI[®] *

* *sans remontées capillaires !!!*

Transferts d'humidité à travers les parois



Évaluer les risques de condensation

- Calcul des transports d'humidité et de chaleur
- Règles de mise en œuvre associées

Marc NOËL

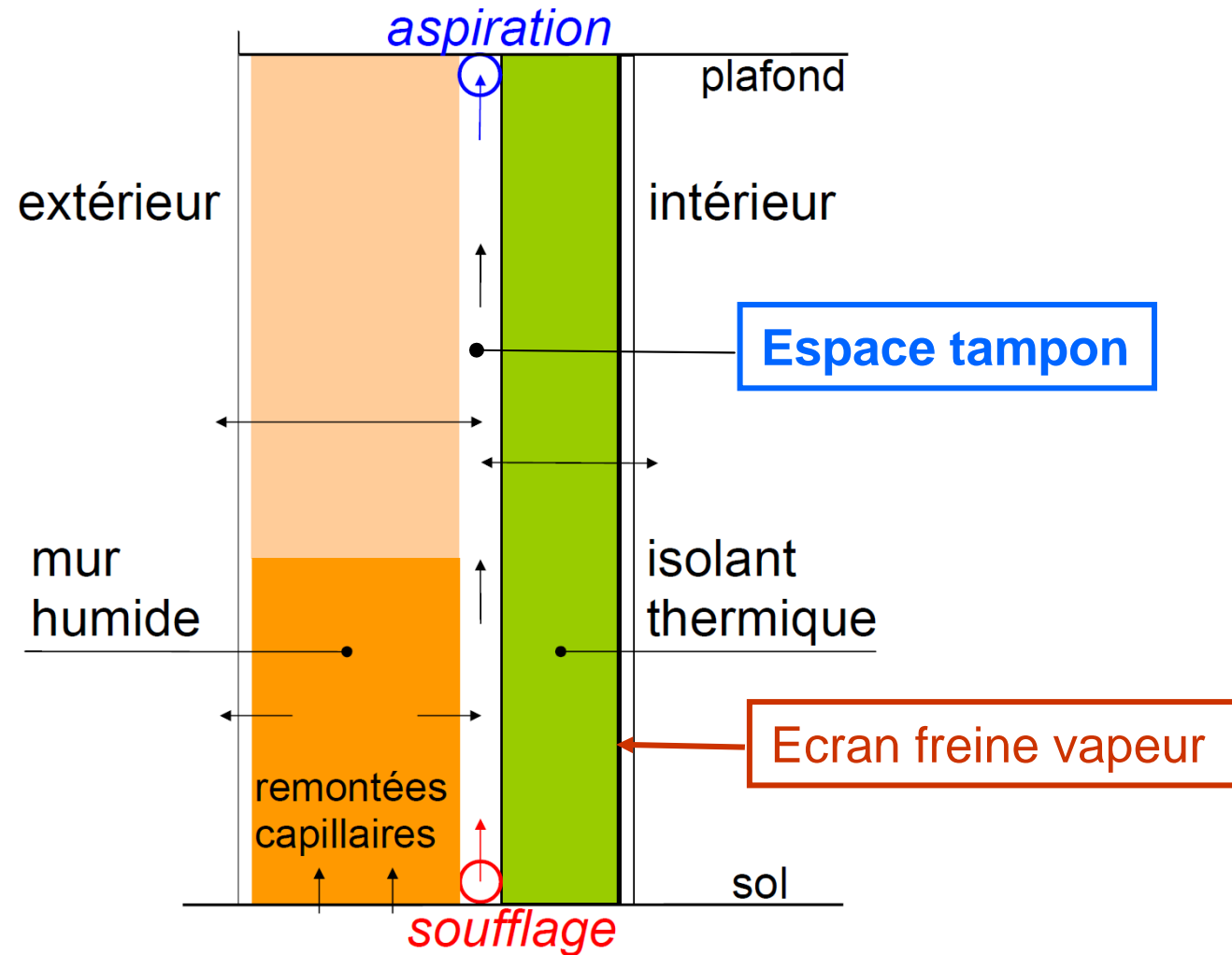
CSTB
le futur en construction

...sans remontées capillaires !!!

AÉRAUMOD

Calcul et modélisation des transferts d'humidité

ITI

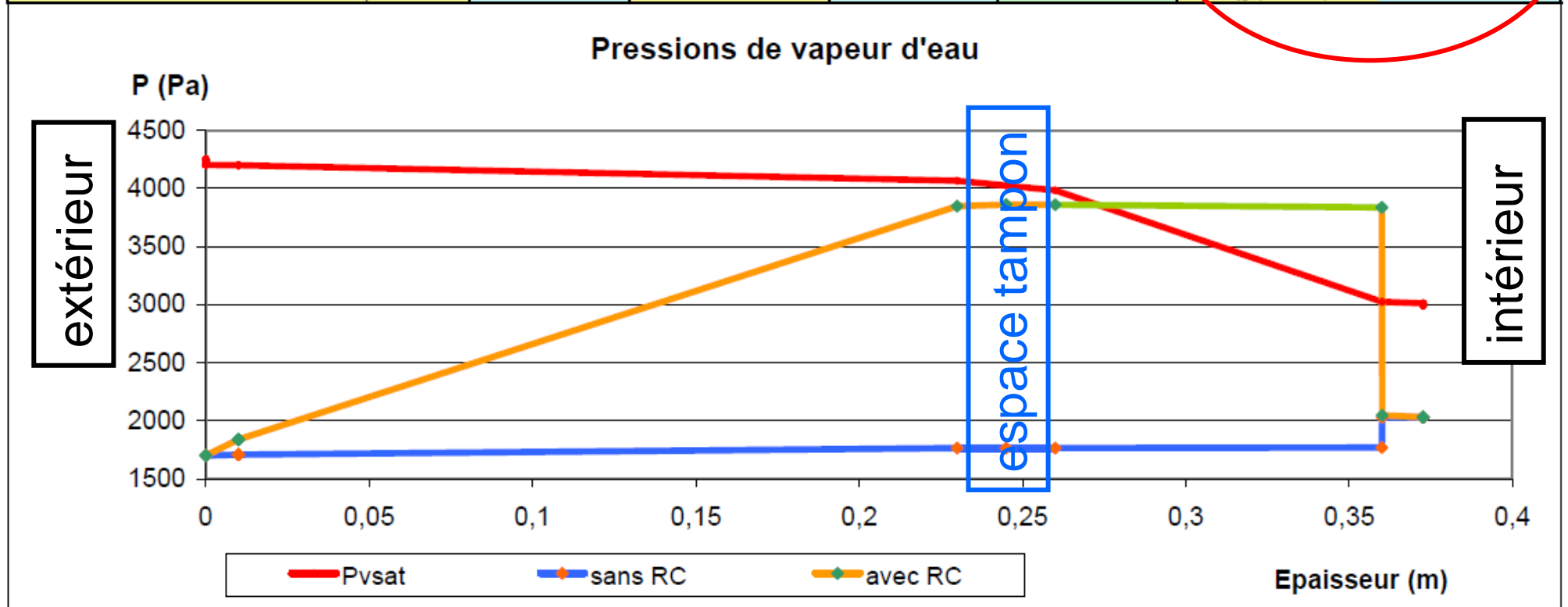


⇔ transferts hydriques

ITI avec freine vapeur

Eté

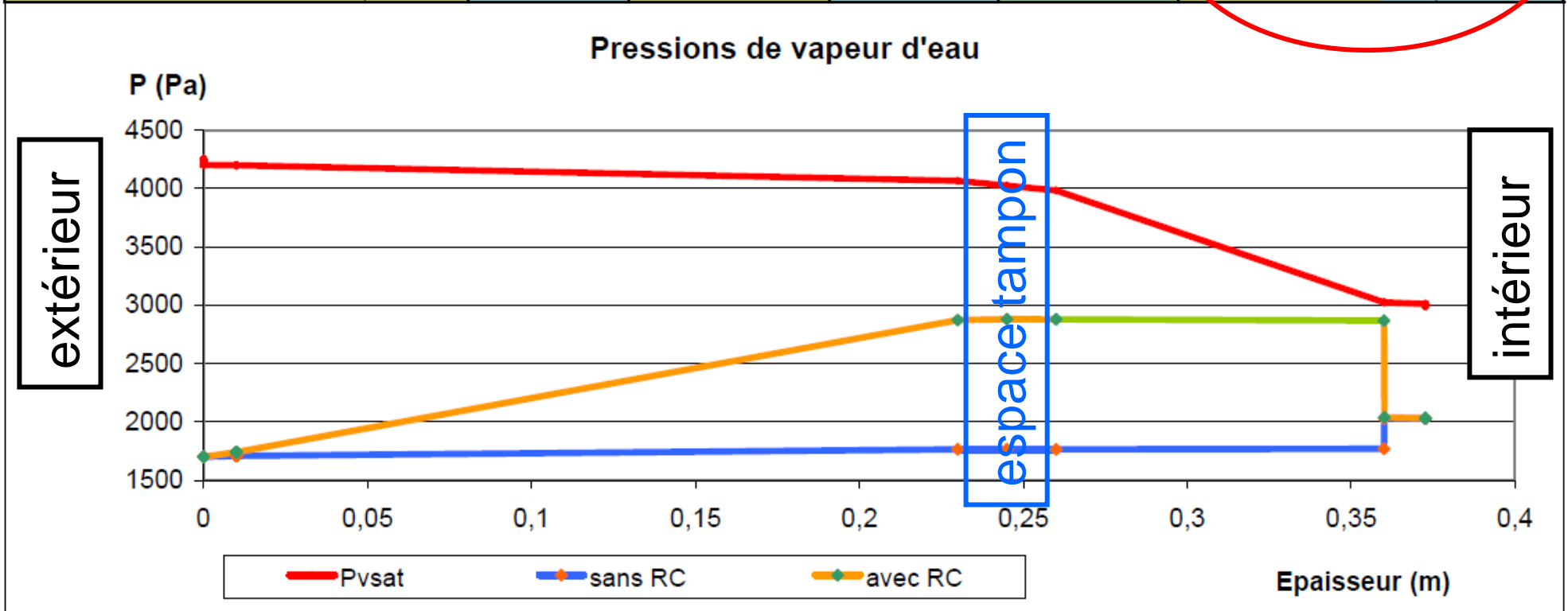
Hygrométrie des locaux (selon DTU 20.1) W / n (g/m^3)			Lieu	Températures ($^{\circ}C$)	Humidité relative (%)	RC : remontées capillaires	
		1 pour oui				teneur H_2O (% kg / kg)	hauteur (m)
nulle	0		Extérieur	30	40	5	1
faible	2,5	1	Lame d'air ITE			Balayage AERAULEC / m	
moyenne	5		Lame d'air ITI	29	96		
forte	7,5		Intérieur	24	68	q_0 (m^3 / s)	



ITI avec freine vapeur et AÉRAULEC®

Eté

Hygrométrie des locaux (selon DTU 20.1) W / n (g/m ³)			Lieu	Températures (°C)	Humidité relative (%)	RC : remontées capillaires	
		1 pour oui				teneur H ₂ O (% kg / kg)	hauteur (m)
nulle	0		Extérieur	30	40	5	1
faible	2,5	1	Lame d'air ITE			Balayage AÉRAULEC / m	
moyenne	5		Lame d'air ITI	29	72	q ₀ (m ³ / s)	0,0002500
forte	7,5		Intérieur	24	68		



...rafraîchissement par évaporation...

5. Retours d'expériences

Retour d'expérience 1

- **2001**: réalisation d'une **salle de musique** dans un bâtiment insalubre

- **2013** : **salle de musique** toujours intacte,

Rth 2012 = Rth 2001 → prouve l'efficacité

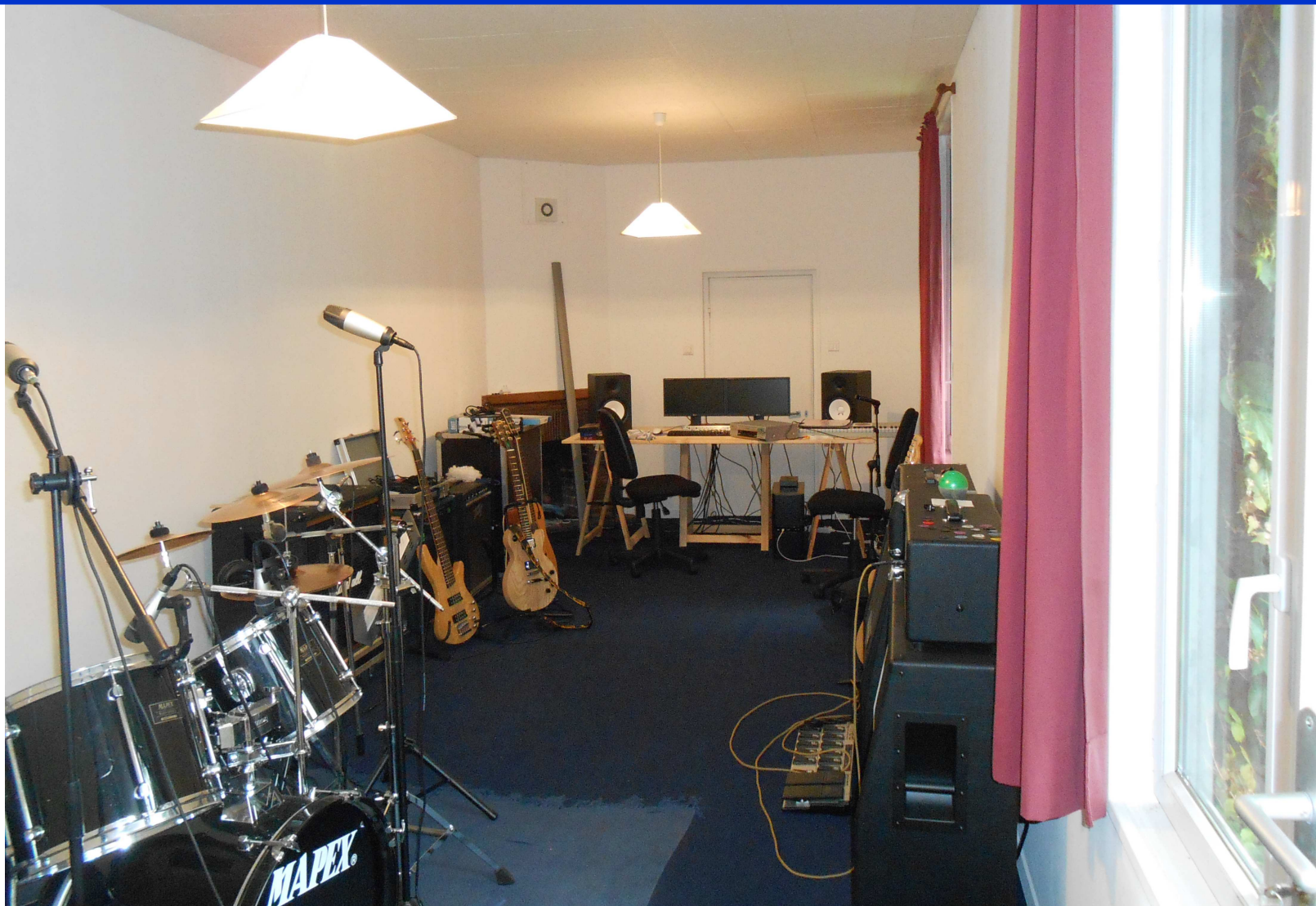
2001

Réalisation d'une salle de musique



2013

Salle de musique parfaitement saine



Retour d'expérience 2

- **2005** : réalisation atelier et bureau
→ installation témoin

- **2013** : atelier et bureau toujours intacts,
→ confirme l'efficacité du système

Atelier – Bureau - Salle de musique



AÉRAULEC®

- ***Sans assécher les murs humides:***
 - ***Rénovation immédiate***
 - ***Économie financière***
 - ***Sauvegarde du bâti ancien***
- ***Insalubrité définitivement éradiquée***
- ***Pérennité de l'isolation thermique***
- ***Assainissement définitif des locaux***
- ***Économies d'énergie***
- ***Rafrâichissement par évaporation en été***
- ***Respect de l'environnement***
- ***Valorisation du bâti ancien***