



Ce projet est financé par l'Union Européenne



Appui à l'administration tunisienne pour le développement de l'éco-construction

La ventilation et l'étanchéité dans les projets éco-construits



Armando Pinto



Laboratório Nacional de Engenharia Civil



Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



Ce projet est financé par l'Union Européenne

Sommaire

1. Introduction

2. Habitation

1. Etanchéité
2. Ventilation
3. Evaluation
4. Exemples
5. Logiciel

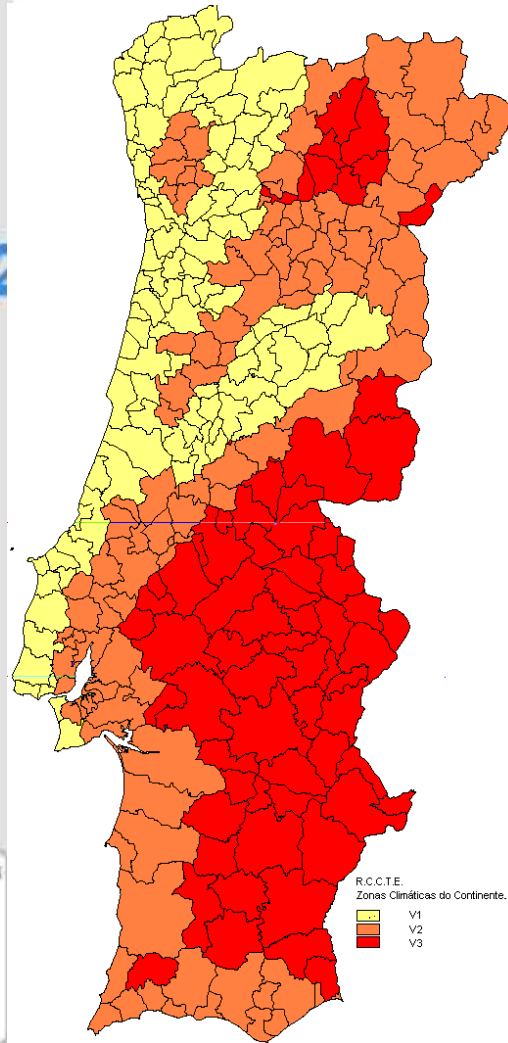
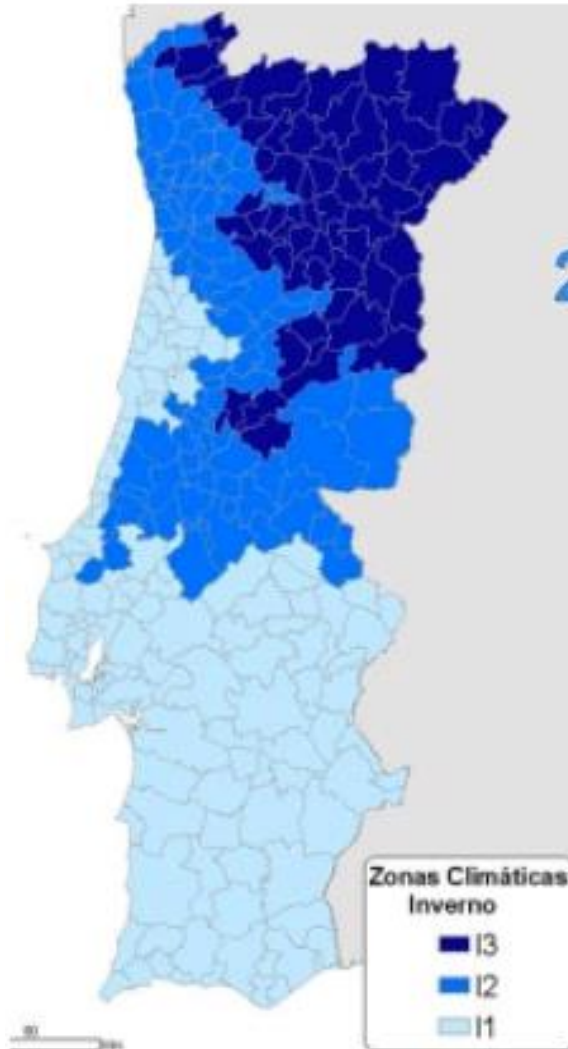


Éco-construits

- > Constructions à faible impact environnemental.
- > Construction adaptée au climat et qui permet un environnement intérieur confortable à faibles impacts environnementaux.



Climat au Portugal



Trois zones climatiques

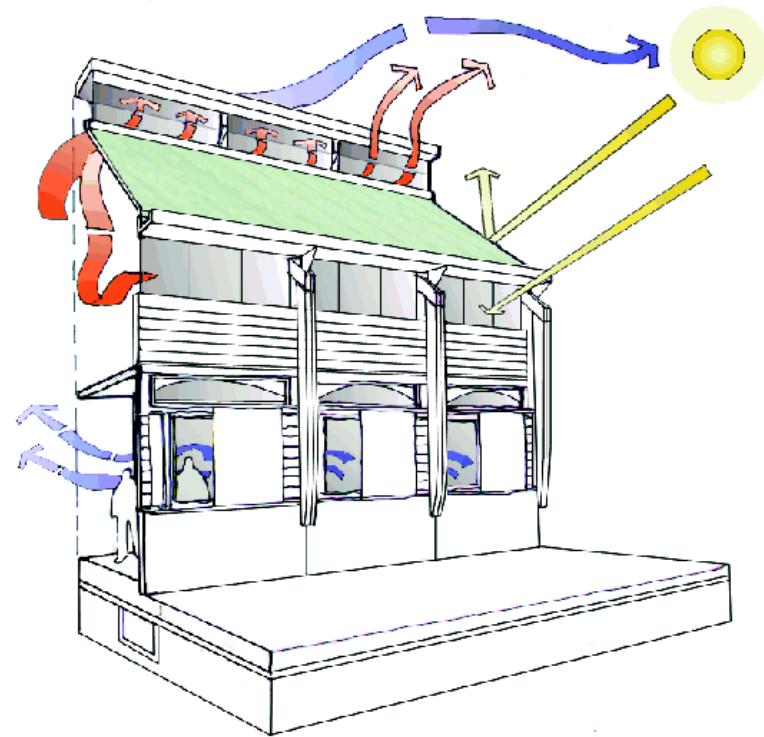
Zone climatique	1	2	3
Hiver			
Dégré-jour (18°C)	400	800	1600
T projet (°C)	3.5	0	-3.5
Eté			
T moyen (°C)	21	23	23
T projet (°C)	28	32	35

Vitesse moyenne du vent à 10 m du sol proche de 3,6 m/s

Climat tempère

Construction adaptée au climat du Portugal

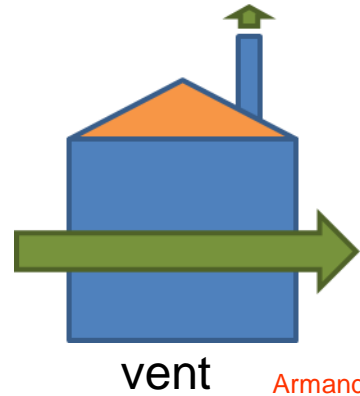
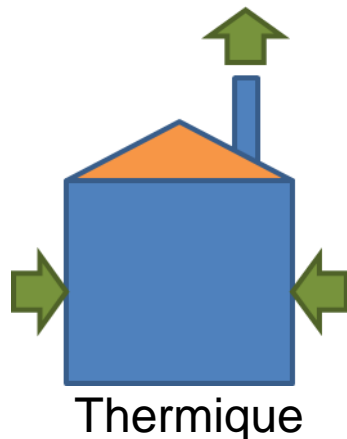
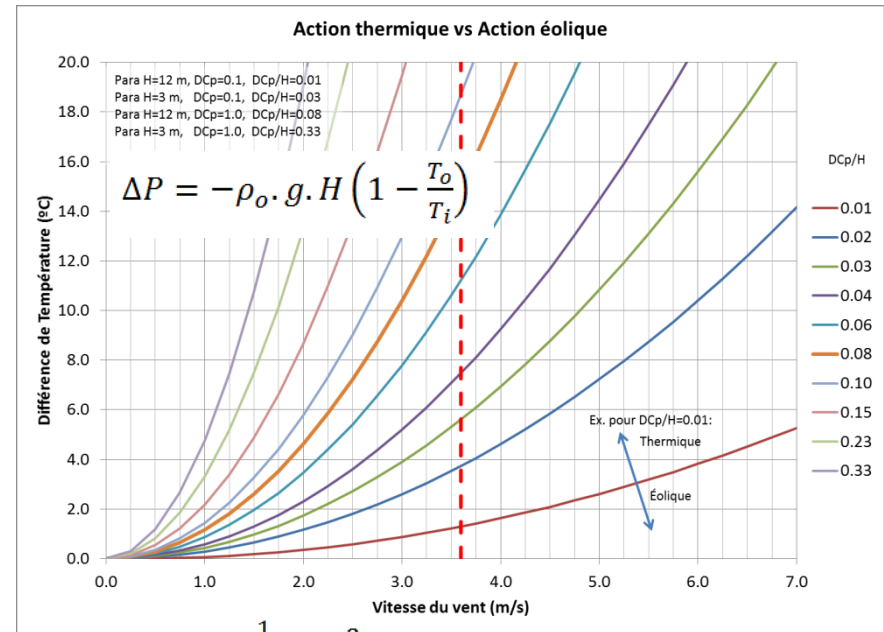
- > Construction lourde
- > Isolation thermique de l'enveloppe
- > Protection solaire des vitrages
- > Etanchéité à l'air de l'enveloppe
- > Intensification de la ventilation par ouverture des fenêtres (confort d'été)
- > Ventilation générale et permanente pour obtenir une bonne qualité de l'air, réduire le risque de moisissure et assurer le bon fonctionnement des appareils à combustion



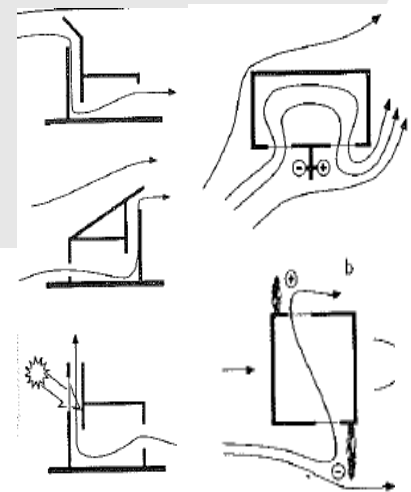
Construction adaptée au climat

Management des actions naturelles

- > Au Portugal, en hiver pour $T_{\text{extérieur med}}=10^{\circ}\text{C}$ et $T_{\text{intérieur med}}=18^{\circ}\text{C}$ et pour la vitesse moyenne du vent à 10 m de 3,6 m/s, l'action **prépondérante** pour la majorité des situations est le **vent**
- > En Europe centrale, c'est l'action thermique



Armando Pinto

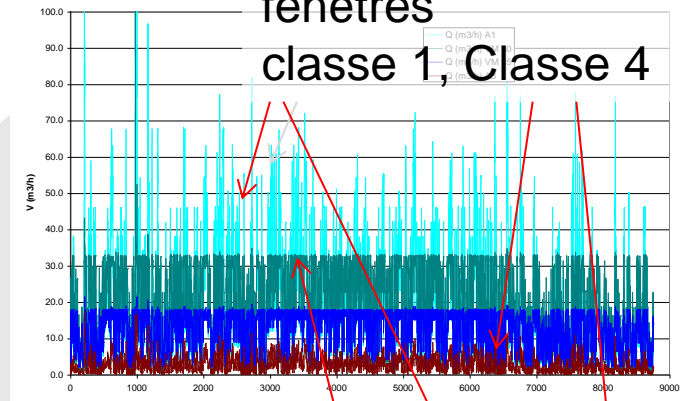


Ventilation et infiltration de l'air

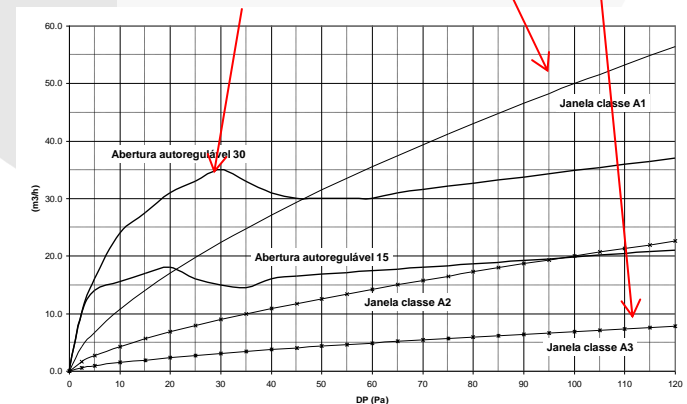
- > Ventilation: processus contrôlé d'écoulements de l'air au moyen des dispositifs spécifiques
- > Infiltration: processus non contrôlé d'écoulements de l'air par des fuites dans l'enveloppe
- > **En eco-construction, l'objectif est de réduire les infiltrations et d'assurer le renouvellement de l'air par des systèmes de ventilation efficace**



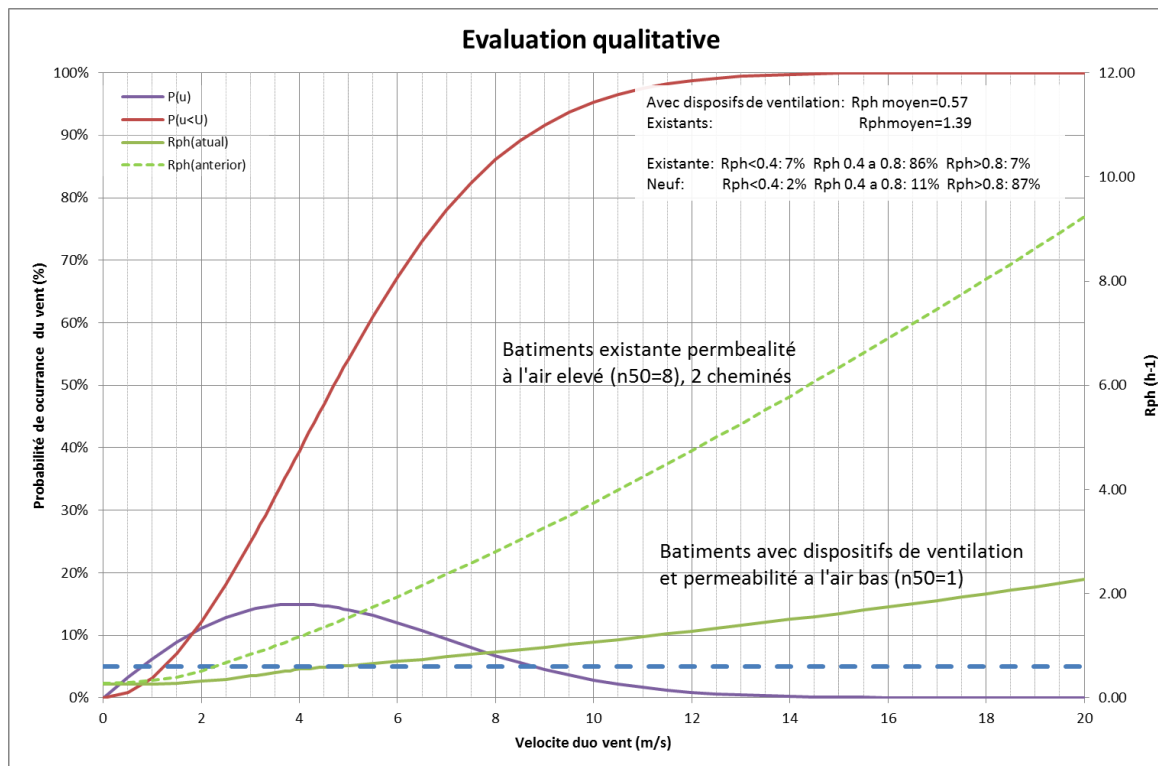
Infiltration de l'air par fenêtrés classe 1, Classe 4



Admission de l'air par dispositifs de ventilation auto-réglables à 20 Pa



Ventilation et infiltration de l'air



- > **Ex. infiltration:** Bâtiments avec 2 cheminées et perméabilité à l'air élevée (n50=8), 87% du temps le renouvellement de l'air par heure est élevé >0,8 h-1
- > **Ex ventilation:** Bâtiments avec ventilation naturelle et faible perméabilité à l'air (n50=1), 86% du temps dans la gamme souhaitée
- > **Beaucoup à gagner en réduisant la perméabilité à l'air des bâtiments**

L'efficacité énergétique ne doit pas compromettre la qualité de l'air



LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

“Monoxyde de carbone: l'assassin silencieux”

Pays	Morts annuels par CO
Etats-Unis	1000
France	300
Espagne	100
Royaume-Uni	50
Portugal	30



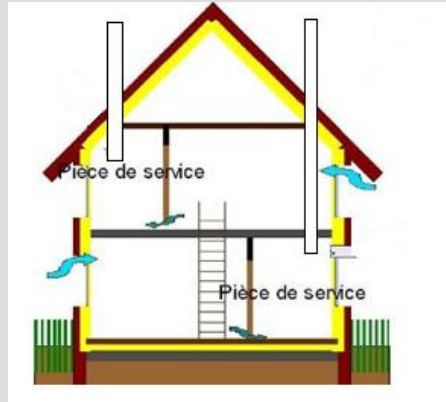
Source: Diário de Noticias, 2010/03/07

Problèmes technologiques de ventilation et fonctionnement des appareils à combustion, mais aussi, problèmes comportementaux et d'information.

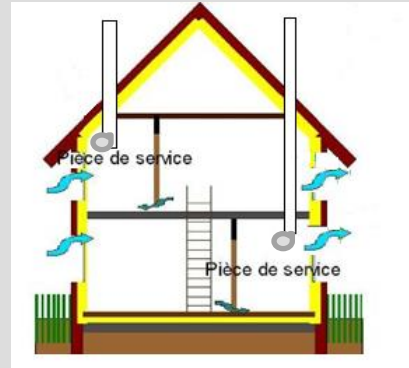
Exemple: personne enfermée dans sa chambre, avec poêle pour se chauffer.

Systeme de ventilation

Ventilation naturelle

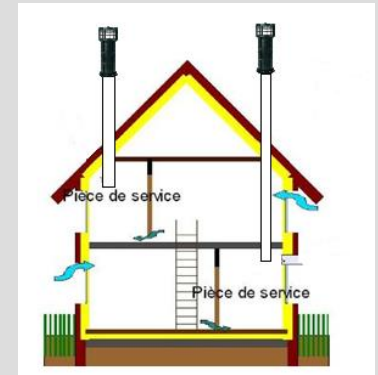


Ventilation mixte



Ventilation hybride

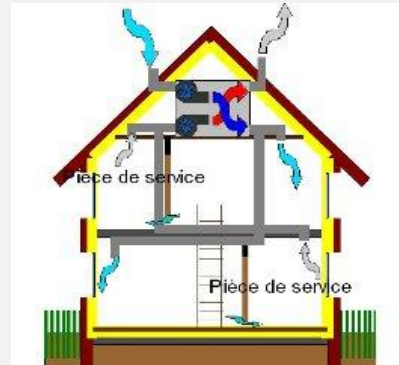
D
P



Ventilation mécanique simple flux - extraction



Ventilation mécanique double flux



Méthodologie pour assurer la QAI

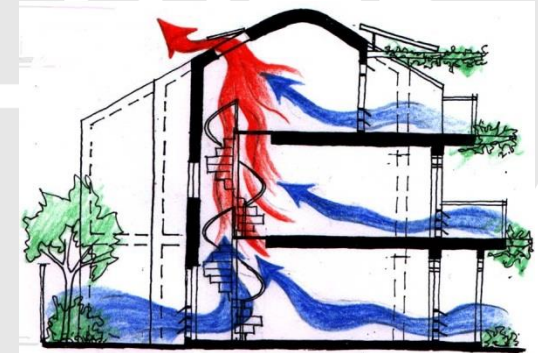
> Contrôler les sources:

- Réduire les sources de polluants de l'air (filtrage de l'air extérieur, matériaux à basse émission dans l'air, équipements à faibles émissions).



> Contrôler l'exposition aux polluants:

- Extraction locale proche des sources,
- Ventilation générale pour diluer et extraire les polluants.



Débit de ventilation

Il n'y a pas de valeur unique en Europe pour le débit d'air neuf susceptible d'assurer:

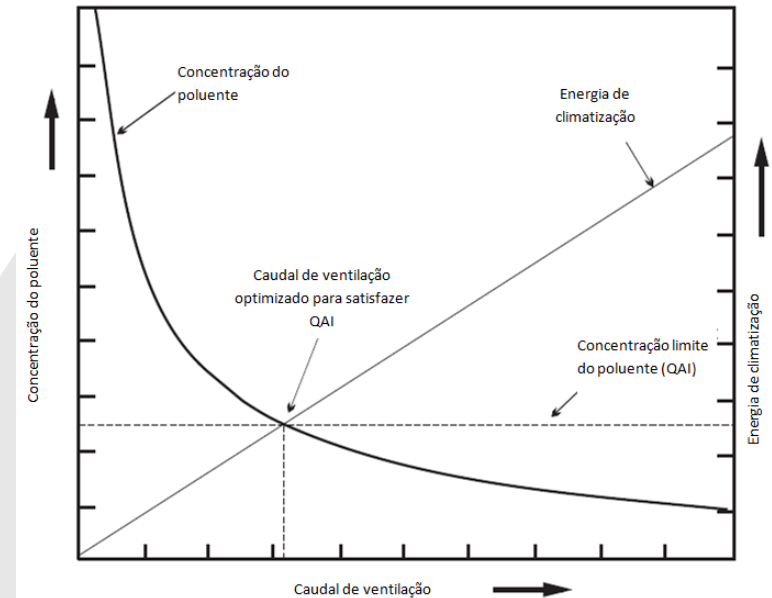
- une basse concentration des polluants,
- de faibles déperditions thermiques.

Dans les habitations, la grande majorité des réglementations demande:

- > 0,4 a 0,6 h-1 pour le renouvellement général de l'air,
- > Extraction de 50 l/s dans la cuisine
- > Extractions de 12,5 l/s dans les toilettes et salle de eau
- > Extraction des fumées des appareils à combustion.

Conduits $\geq 400 \text{ cm}^2$

Tertiaire : diverses exigences (activités, occupations).



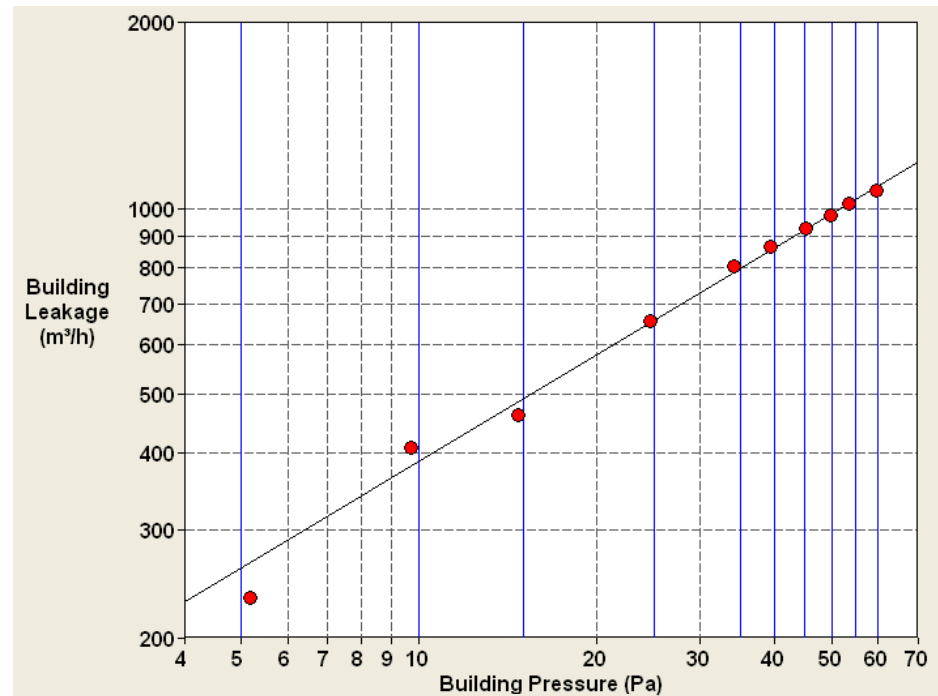
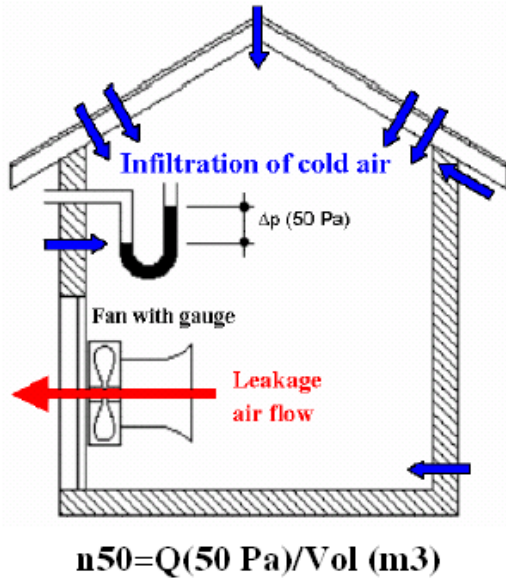
$Q_{ra} = 0,34 \cdot R_{ph} \cdot A_p \cdot P_d (\theta_i - \theta_{atm})$
Déperditions thermiques
proportionnelles au débit d'air neuf
 $Q_{ventilateurs} = Q \cdot DP / \eta$
Énergie des ventilateurs
proportionnelle au cube des débits
d'air

Habitation



LNEC

Evaluation de l'étanchéité à l'air EN 13829 (n50)



Airflow at 50 Pascals

V50: 979 m³/h (+/- 0.8 %)
n50: 1.48 ACH (1/h)
w50: 4.45 m³/(h*m²) Floor Area
q50: 3.19 m³/(h*m²) Surface Area

Leakage Areas

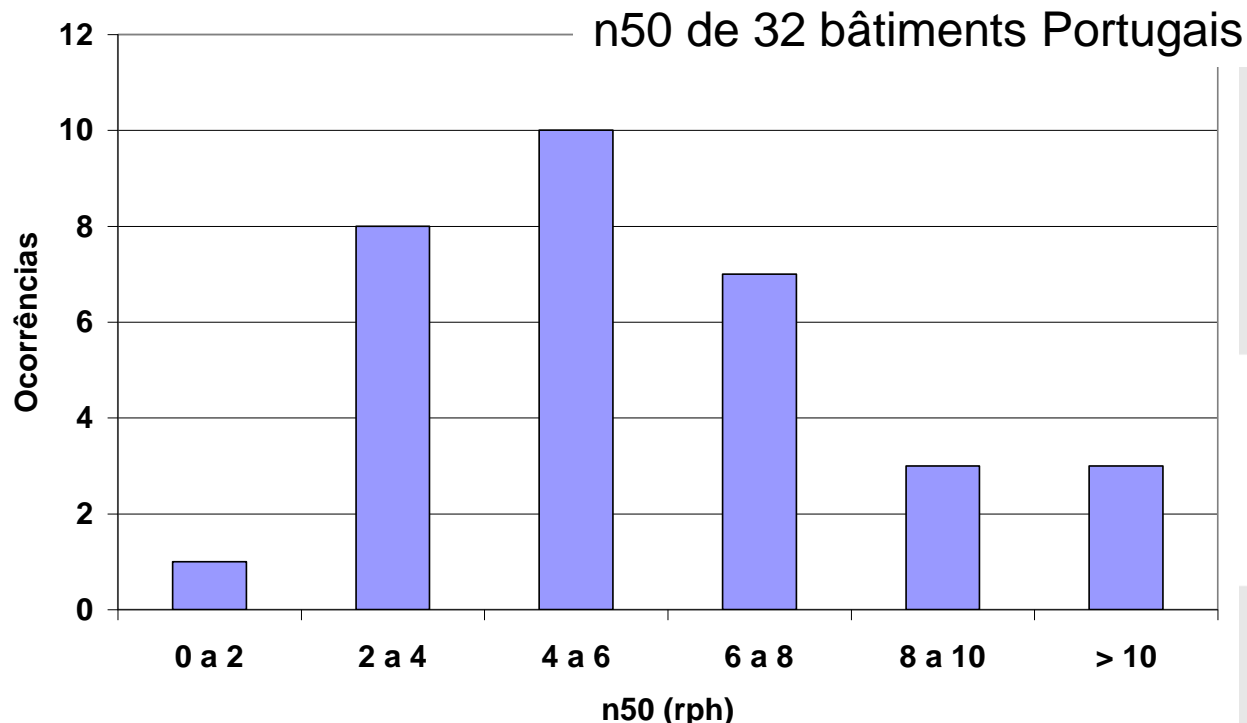
434.5 cm² (+/- 2.6 %) Canadian EqLA @ 10 Pa
247.9 cm² (+/- 4.2 %) LBL ELA @ 4 Pa

Building Leakage Curve

Flow Coefficient (C) = 104.0 (+/- 6.6 %)
Exponent (n) = 0.573 (+/- 0.018)
Correlation Coefficient = 0.99625

Paramètre de
qualité: n50

Etanchéité à l'air des bâtiments au Portugal

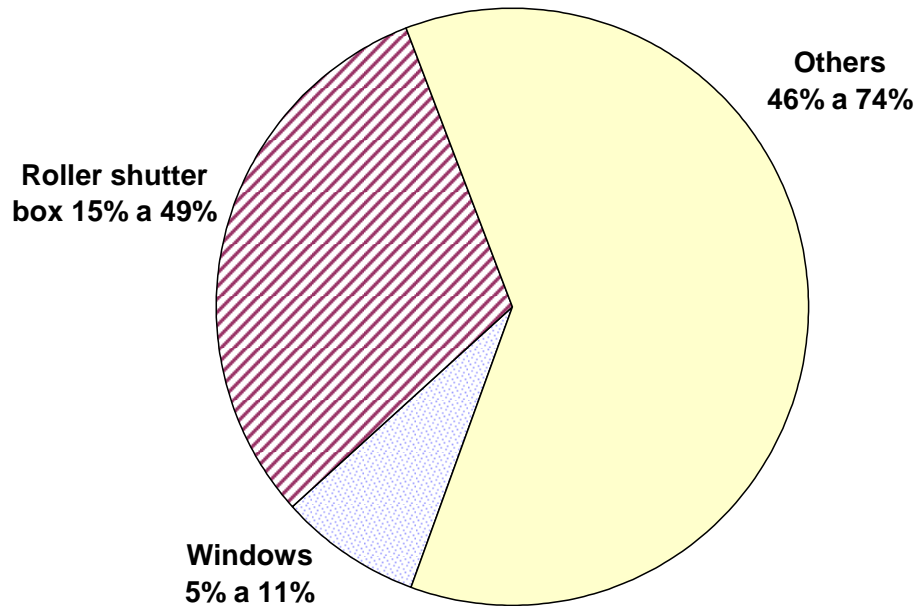


(Classe de étanchéité à l'air EN 13790)

Classe de permeabilidade	Edifícios multifamiliares	Edifícios unifamiliares
Élevé	< 2	< 4
Moyen	2 a 5	4 a 10
Bas	> 5	10

Au Portugal nous avons une étanchéité moyenne/élevée (EN 13790).
PassivHaus demande $n50 \leq 0,60$, en Allemagne valeur moyenne $n50=3$

Fuites dans les bâtiments



> Portugal:

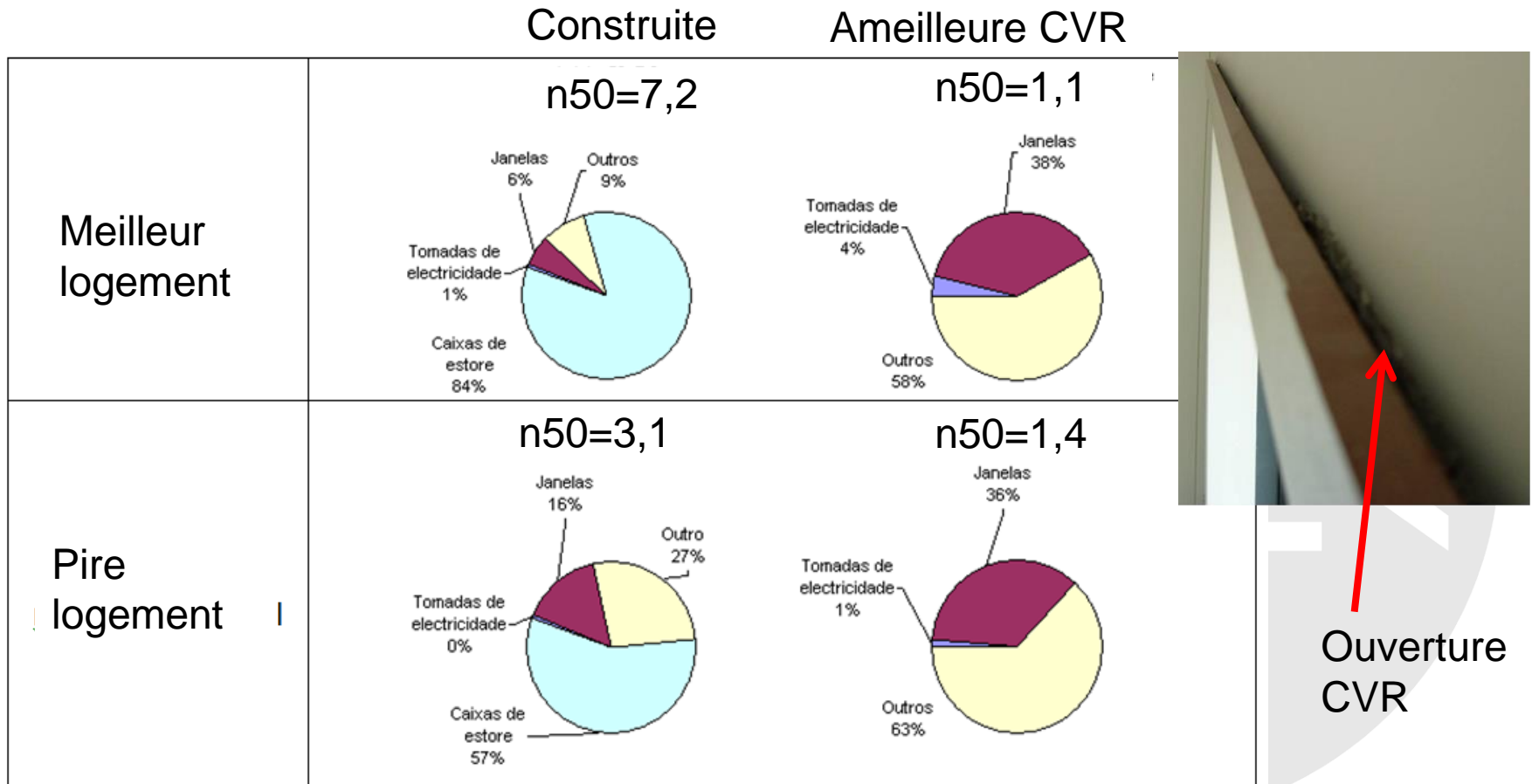
- Fenêtrês 5% a 11%
- Coffre des volets roulants 15% a 50%

> France:

- Fenêtrês 20%,
- Coffre des volets roulants 25%;



Calfeutrements des coffres de volets roulants



- > Essais dans 8 logements
- > Le calfeutrement des coffres de volets roulants permet de réduire n50 de 7,2 à 1,1

Recommandation pour n50 et pour l'étanchéité des fenêtres

Limites pour n50

		Bâtiments		Bâtiments haute perfor.	
Façade extérieur		2 fach	4 fach	2 fach	4 fach
Classe vent	Abrigada	2,9	3,8	1,1	1,5
	1	2,1	2,8	0,8	1,1
	2	1,8	2,5	0,7	1,0
	3	1,2	1,6	0,5	0,6
	4	0,9	1,2	0,4	0,5

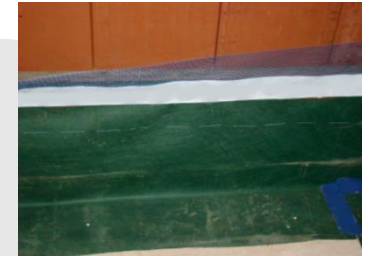
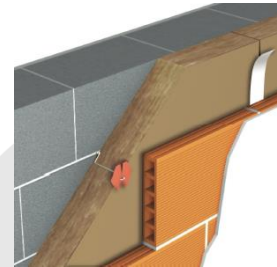
Perméabilité des fenêtres

Cota	Fachadas abrigadas	Fachadas não abrigadas					
		Região A			Região B		
	I e II	I	II	III	I	II	III
10	1	1	2	2	1	2	2
15	1	1	2	2	1	2	2
18	1	1	2	2	1	2	3
28	1	1	2	2	2	2	3
40		2	2	3	2	2	3
50		2	2	3	2	2	3
50		2	2	3	2	3	3
70		2	2	3	2	3	3
80		2	2	3	2	3	3
90		2	3	3	2	3	3
100		2	3	3	2	3	3

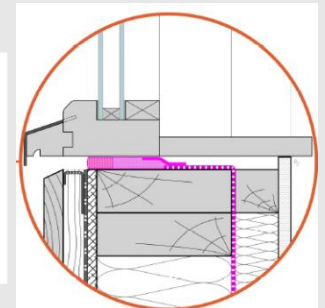
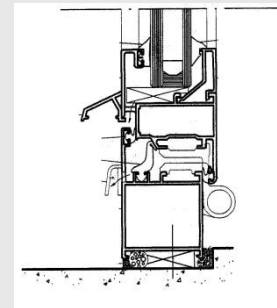
Coffre des volets roulants
1m³/(h.m) a 100 Pa

En Europe il y a des exigences très élevées (ex. $n_{50} \leq 0,6$)

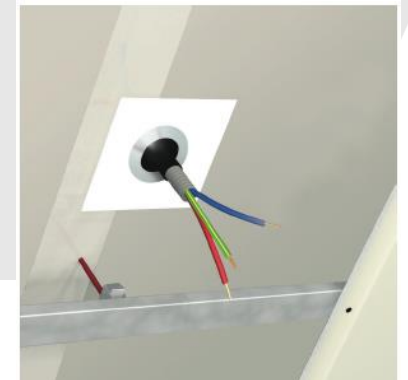
> Etanchéité des liaisons murs/planchers ou dalles



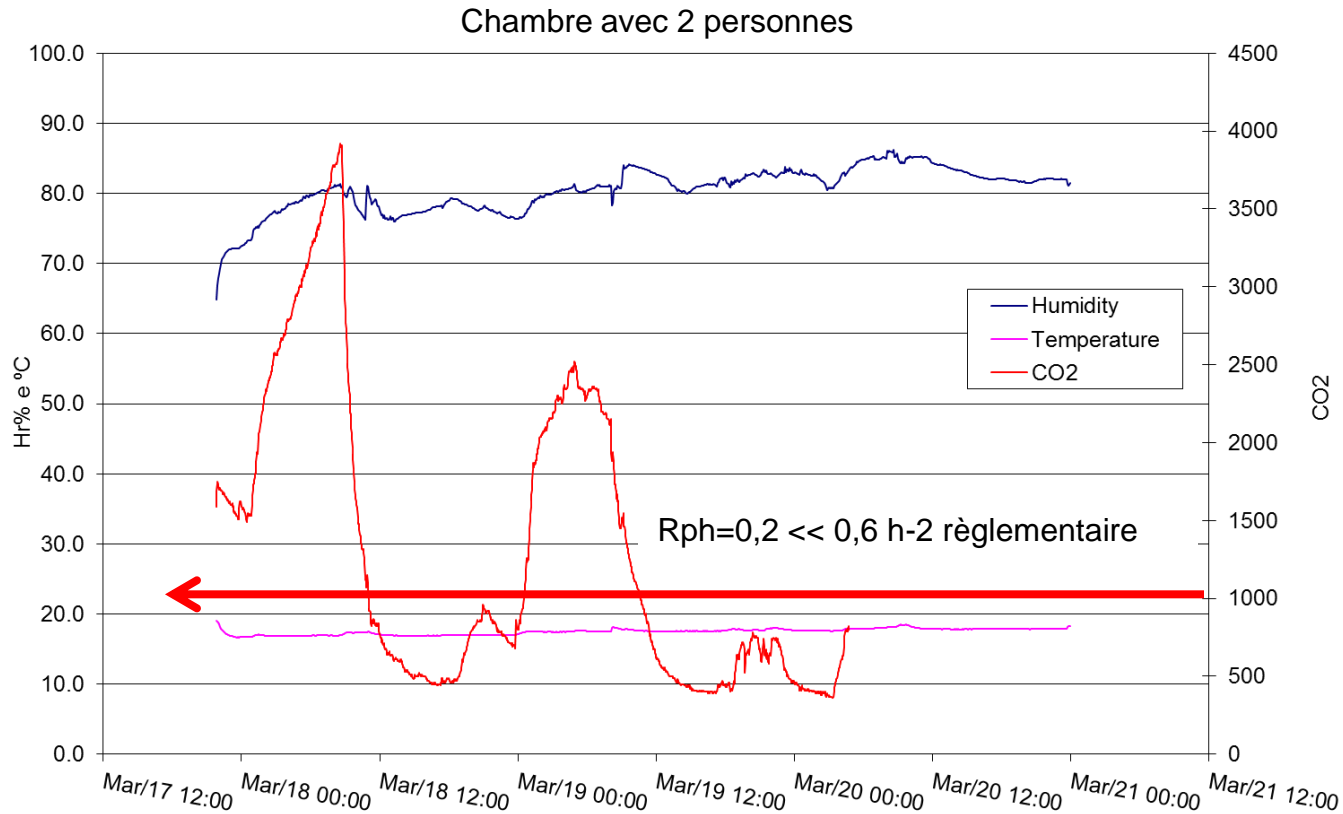
> Etanchéité des liaisons fenêtres/murs



> Etanchéité des liaisons des installations électriques



Problèmes principaux: Ventilation insuffisante



- > Au Portugal nous avons remplacé des fenêtres en bois de mauvaise qualité par des fenêtres étanchées sans placer des dispositifs d'entrée d'air.
- > Concentration élevée de CO₂, odeurs et humidité relative de l'air importante
- > **Bâtiments étanches sans entrée d'air = Problèmes de qualité de l'air**

Armando Pinto

Nouvelle approche Evaluation des systèmes EN 15242:2007

Modèle nodal avec
une zone

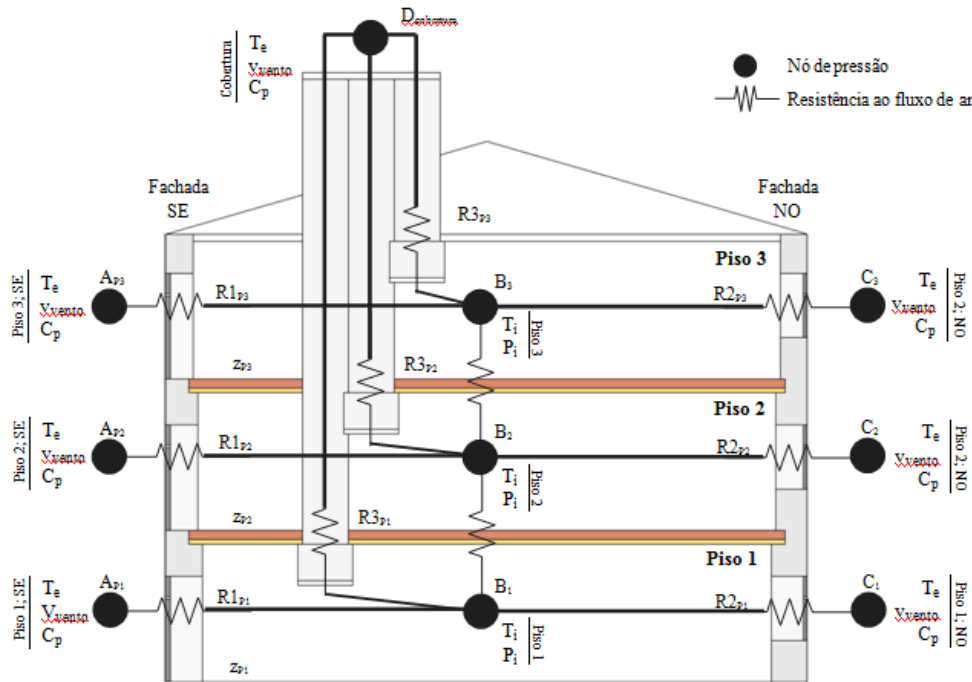


Figura 6.1 - Representação do modelo nodal do sistema de ventilação da habitação estudada (piso 2).

Nouvelle approche

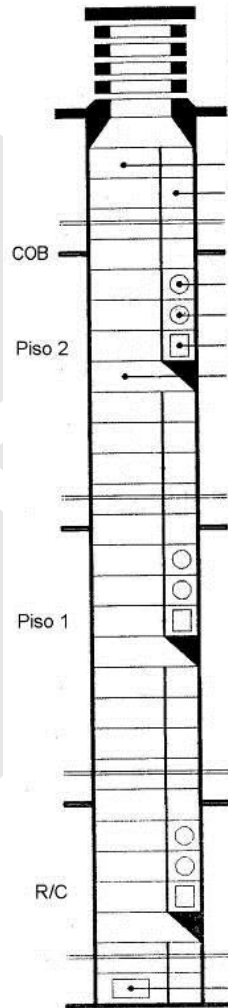
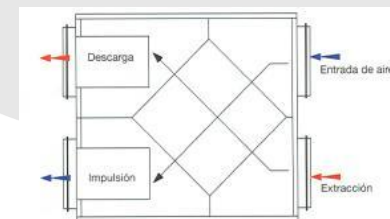
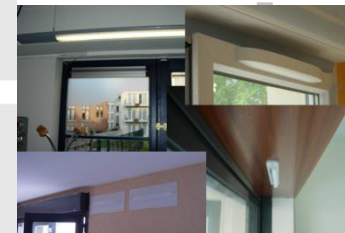
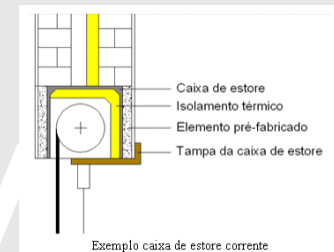
Evaluation des systèmes EN 15242:2007



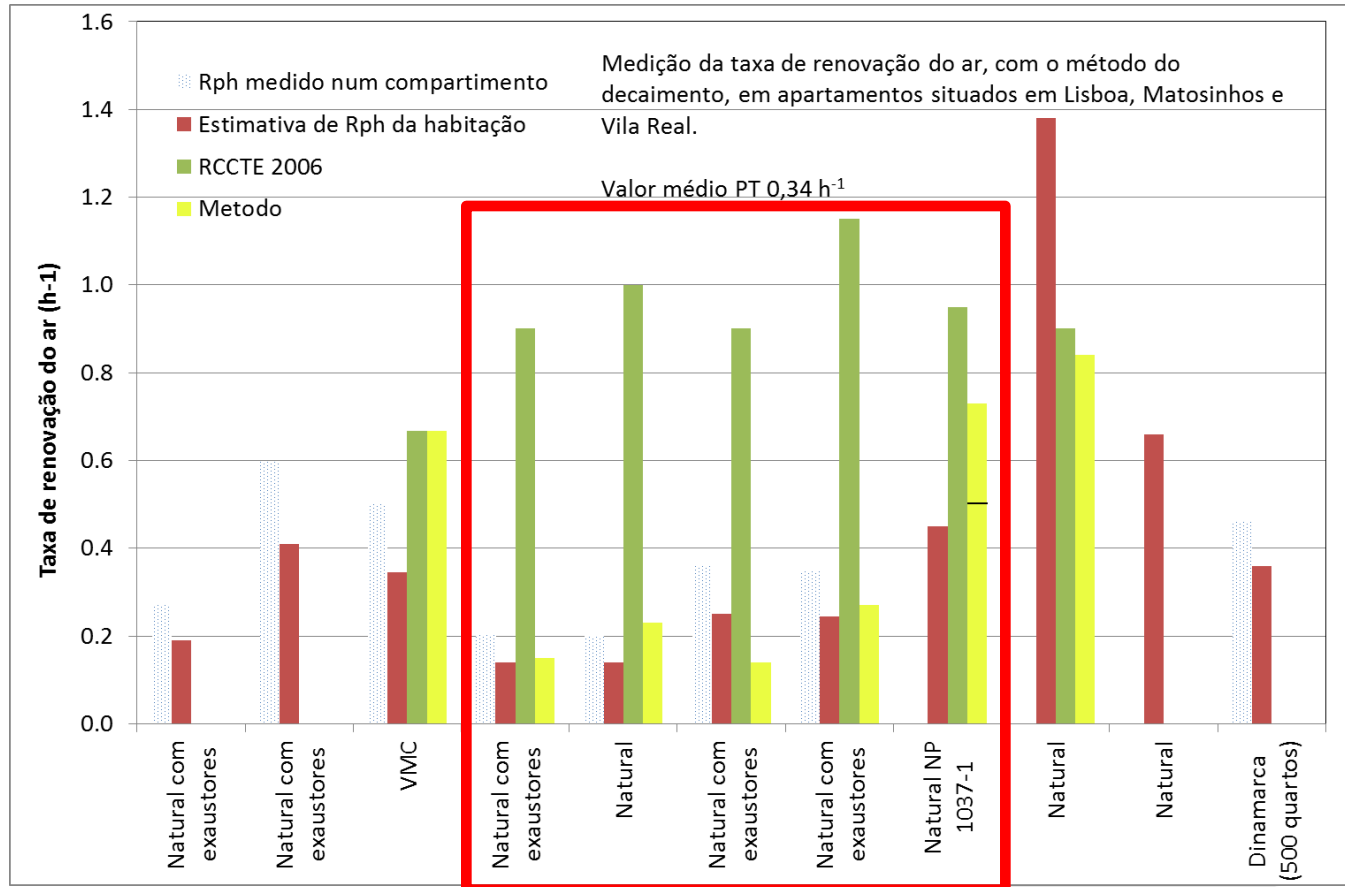
LABORATÓRIO NACIONAL
DE ENGENHARIA CIVIL

Information:

- > Vitesse du vent et différence de température
- > Etanchéité à l'air du bâtiment: n50 ou Classe de fenêtres et coffre des volets roulants
- > Dispositifs d'entrée d'air
- > Cheminées d'admission ou extraction de l'air (dimensions et hauteur)
- > Dispositifs de ventilation mécanique
- > Echangeur de chaleur
- > Possibilité de ventilation traversante l'été



Comparaison expérimentale, ancienne et nouvelle méthode



Nouvelle méthode: meilleure adéquation avec les résultats expérimentaux et capacité d'identifier des problèmes de ventilation

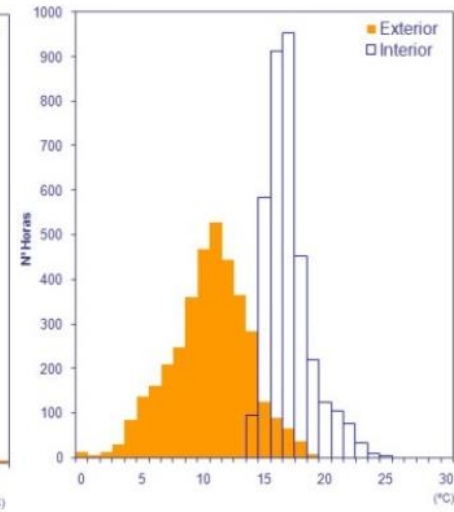
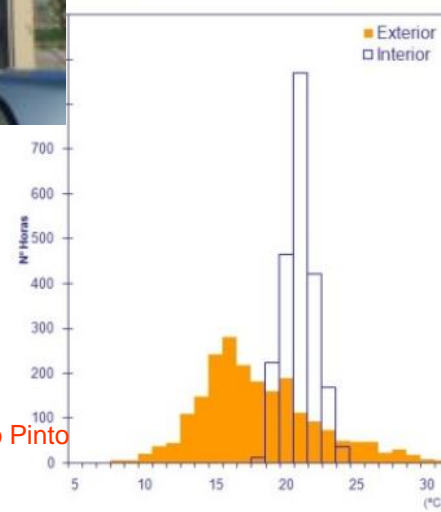
Exemple: Habitation thermiquement optimisée (Porto, 1984)



Mur brique de 20 cm,
5cm d'isolation
thermique
(polystyrène) à
l'extérieur
Confort hiver/ été.

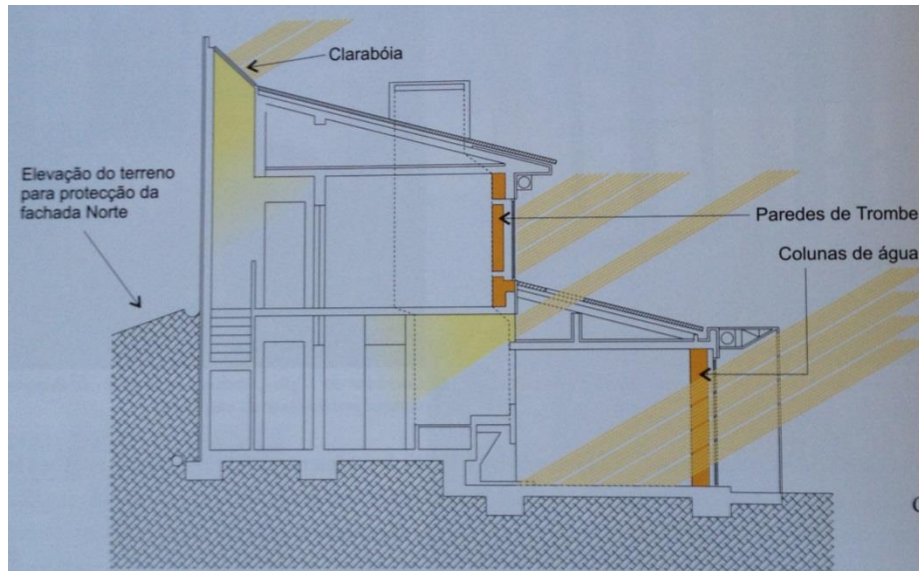
Été

Hiver



Armando Pinto

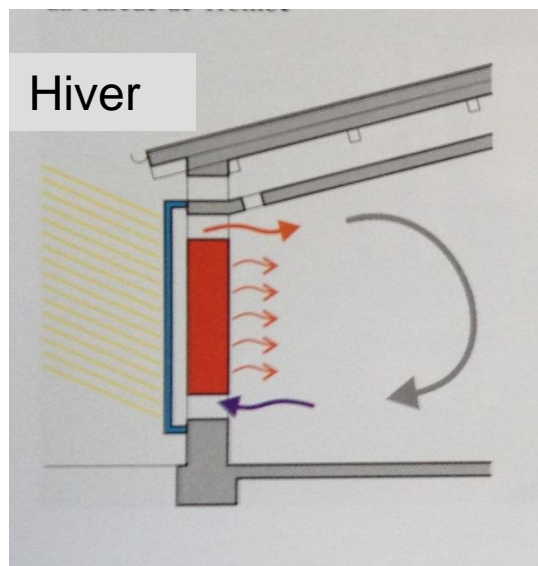
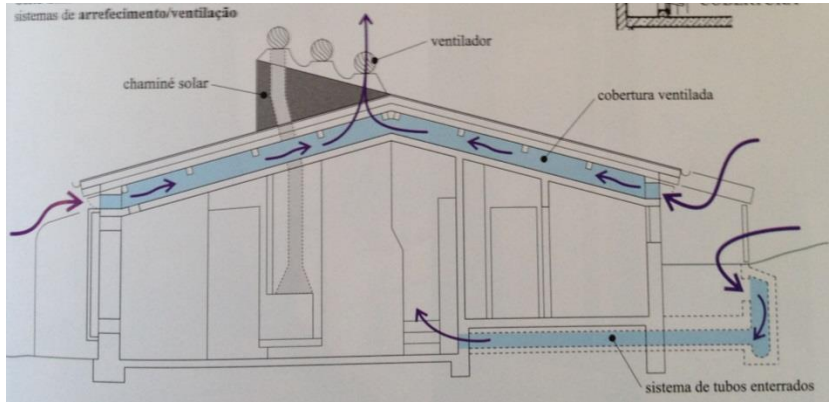
Exemple



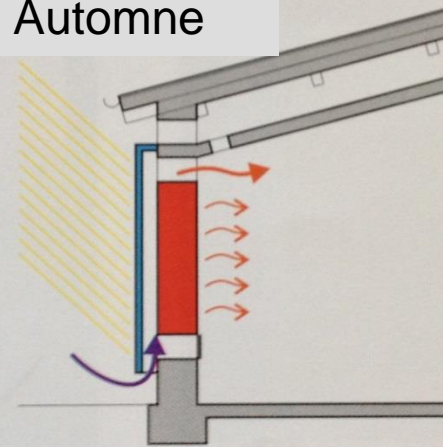
Bâtiments au nord
Ventilation naturelle avec conduits
Mur Trombe pour chauffer l'air
Ventilation traversante en été

Exemple

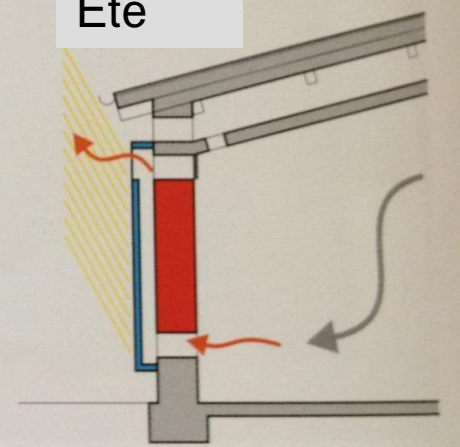
Bâtiments au sud



Printemps/
Automne

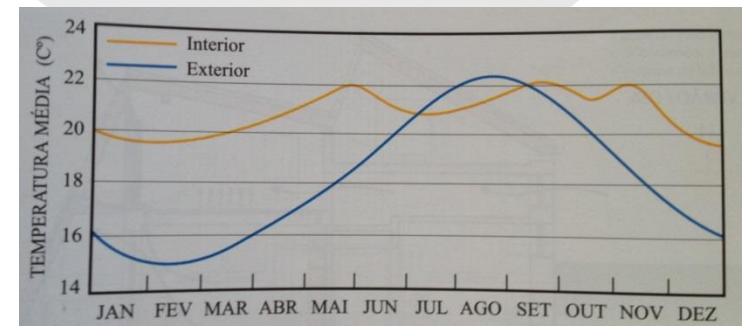
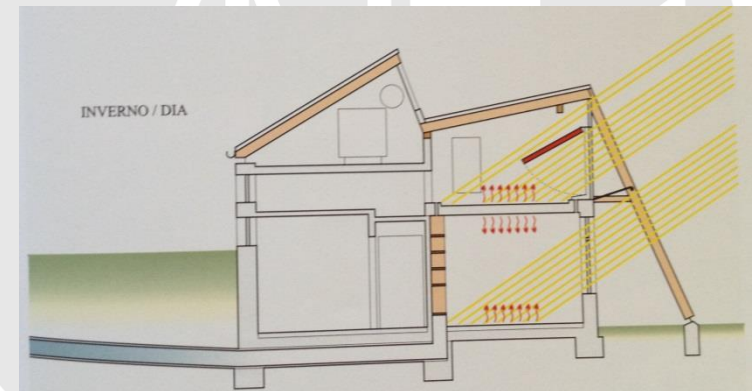
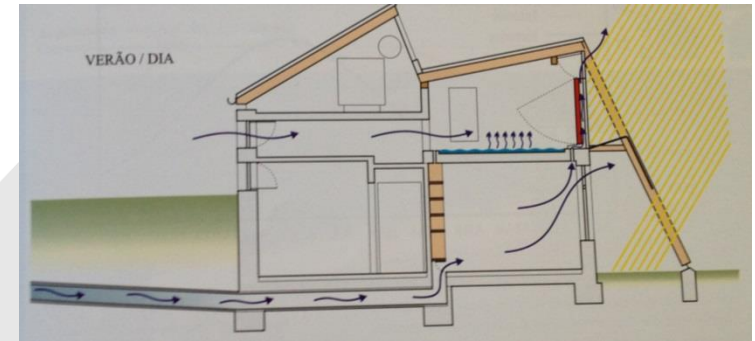


Été

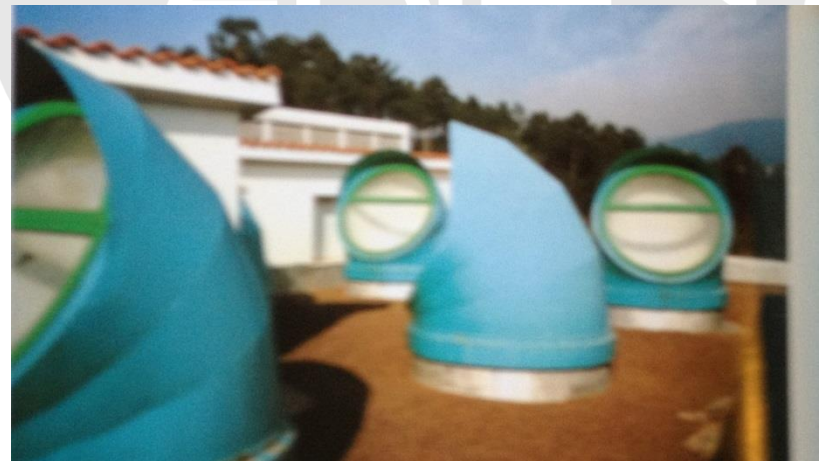
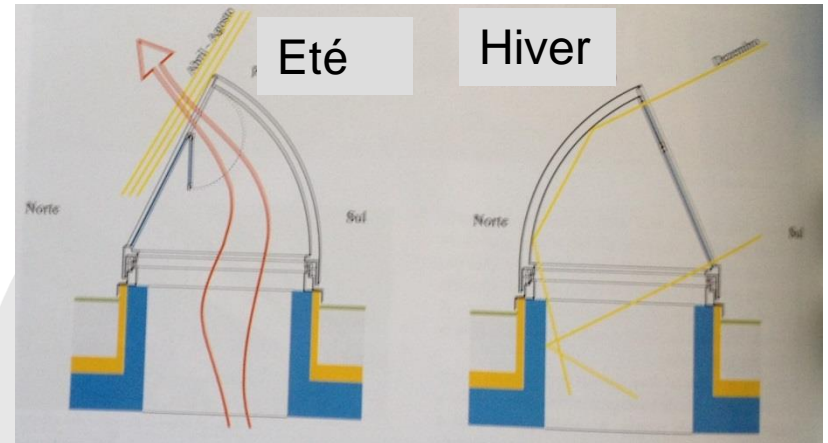


Exemple

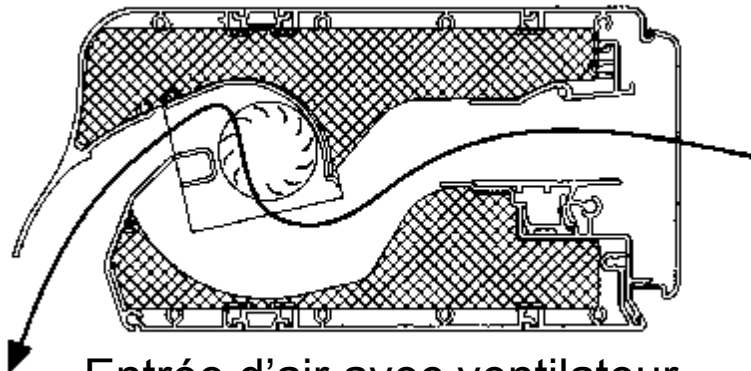
- > Ventilation et refroidissement de l'air par « puits canadien » l'été
- > En hiver ventilation par « petites » fenêtres en partie haute
- > Bâtiment confortable toute l'année



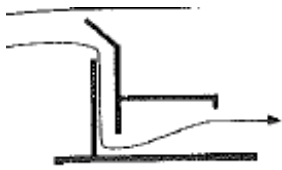
> Sun pipe et ventilation
qui s'orientent pendant la
saison



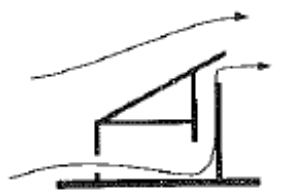
Innovation



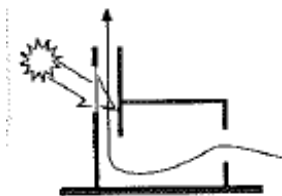
Entrée d'air avec ventilateur
mécanique



Architecture qui permet
d'augmenter le tirage lié à
l'action du vent

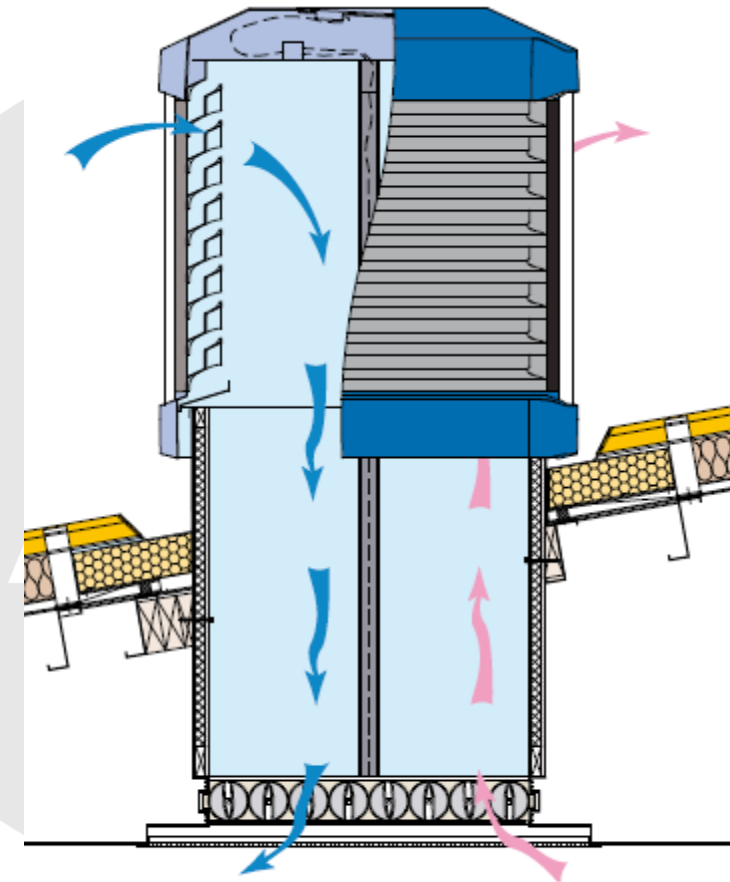


Cheminée solaire



Tour à vent qui s'oriente en
fonction du vent

Sun pipe – wind catcher



Maximum roof pitch of 15° in order to install WINDCATCHER X-AIR system

Light pipe

Redécouvrir les anciennes solutions

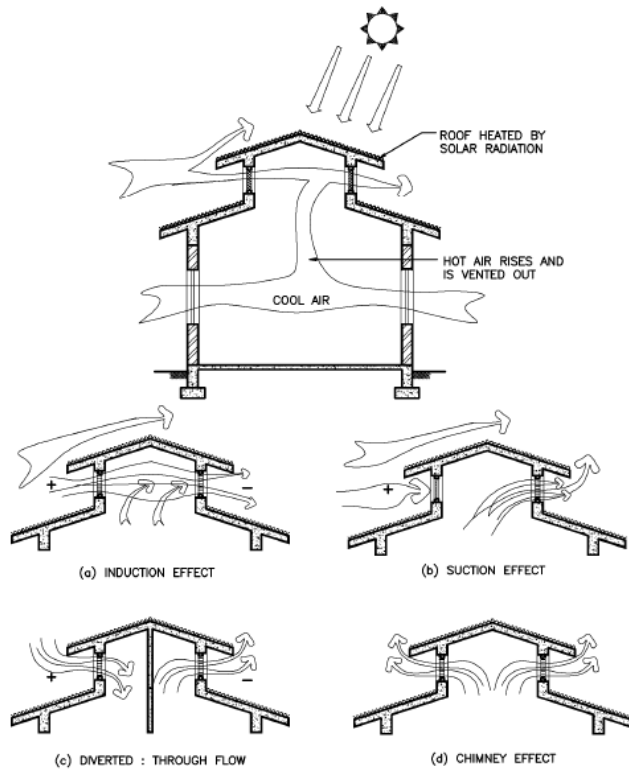
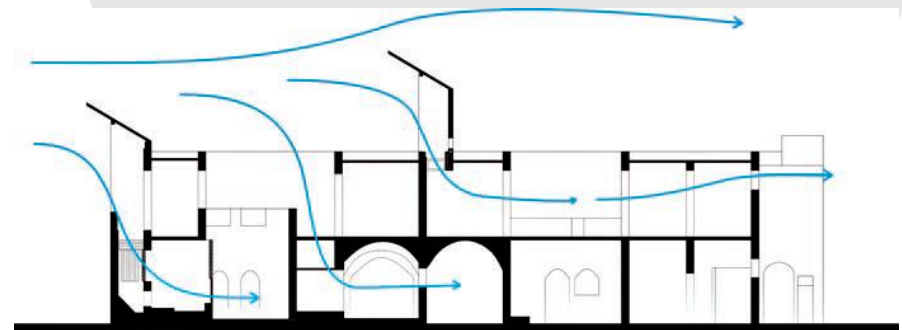


Fig. 3.27 Induced ventilation: principle and variations



Capteur du vent Iran

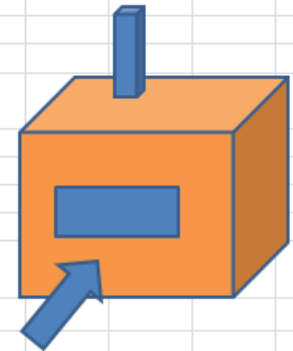
Outil excel

Anexo Ventilação v2.1 - 2012-05-31

1. Enquadramento do edifício

Tipo de edifício	Edifício_novo_ou_gran de_reabilitação
Região	B
Rugosidade	III
Altitude do local (m)	430
Número de fachadas expostas ao exterior (Nfach)	2 ou mais
Os edifícios situados em frente da fachada tem uma largura superior a 1/2 da largura do edifício	Não
Altura de referência do edifício (H_{edif}) em m	12
Altura de referência da fracção (H_{frac}) em m	9
Sistema de ventilação	Outro sistema de ventilação

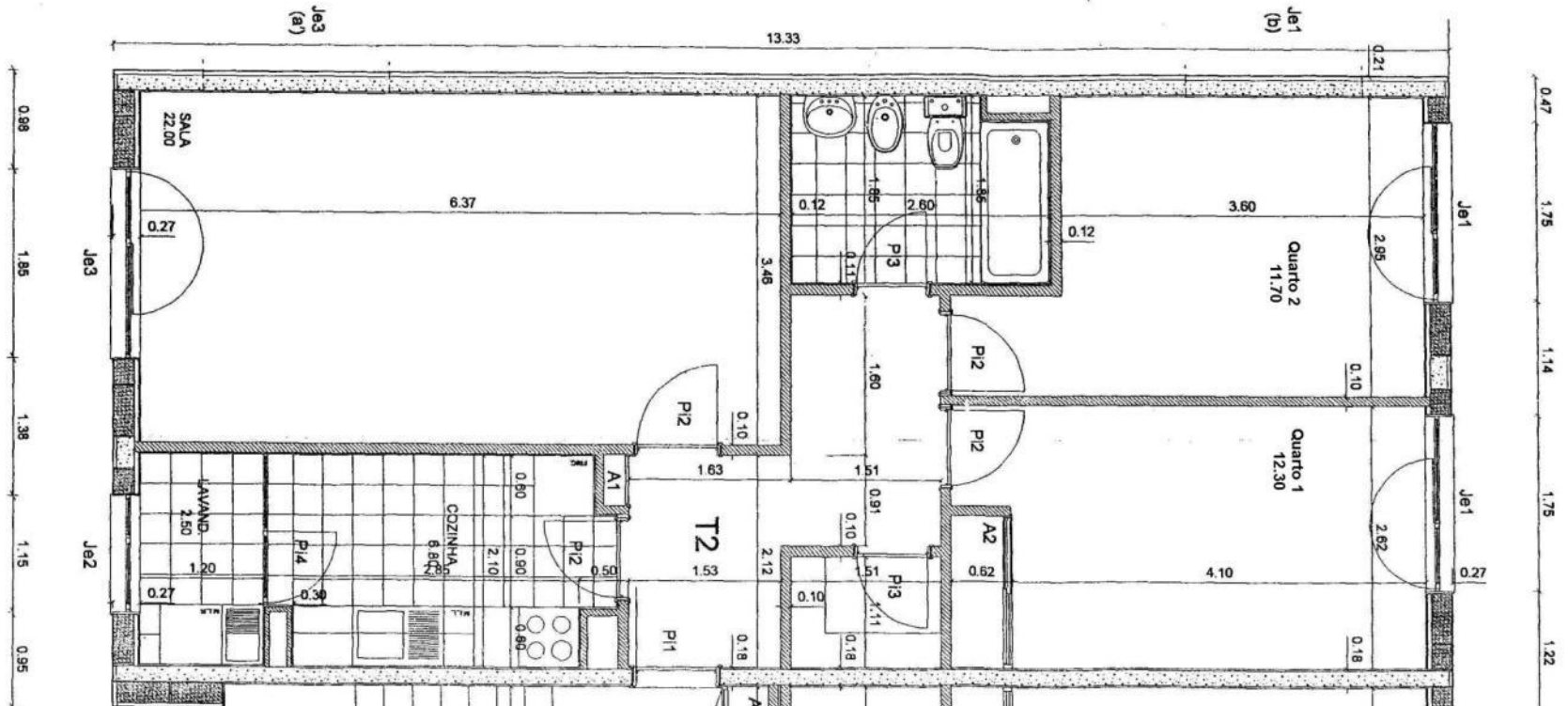
Área útil (m ²):	70.0
Pd (m):	2.50
Vol (m ³):	175
Local	Douro
Texterior (°C)	8.0
Zref (m)	430
Text ref (°C)	8.0
Aenv/Au:	0%
Classe de protecção:	Desprotegido
Zona da fachada:	Baixa



$R_{ph} = 0.00$

	Natural		Mecânico/Híbrido		
Cp	-0.70	-0.70			
Q(m ³ /h)	-75.5	-30.1			
	↑	↑			
Cp	0.50				-0.70
DP(Pa)	30.3				1.7
Q(m ³ /h)	40.7				11.1
	→				←
			Rph (h-1): 0.60		
			DP média nas fachadas (Pa): 16.3		
DP(Pa)	30.9				2.3
Q(m ³ /h)	40.9				13.0
	→				←

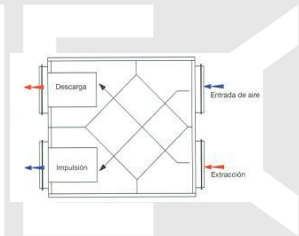
Analyse comparative



GD=1580, Aplancher=63 m², Vol=151 m³; Aenv=7,2 m²; Aenv/Ap=11%

Comparaison des systèmes

Type ventilation	Ventilation (h-1)	Déperdition thermiques (kWh)	Consumation d'énergie des ventilateurs (kWh)	Adition (kWh)
Naturel	0,6	1168	0	1168
Mécanique simples flux	0,6	1168	130	1298
Mécanique double flux	0,81 ($V_f=0,6h^{-1}$)	1577	260	1837
Mécanique double flux récupération de chaleur	0,81 ($V_f=0,6h^{-1}$)	725	370	1095



- > Systèmes mécaniques double flux sans échangeur de chaleur déconseillés, infiltrations et consommation d'énergie ventilateurs
- > Autres systèmes : performances "proches"



Ce projet est financé par l'Union Européenne



Appui à l'administration tunisienne pour le développement de l'éco-construction

La ventilation et l'étanchéité dans les projets éco-construits



Merci

Armando Pinto



Laboratório Nacional de Engenharia Civil



LABORATÓRIO NACIONAL DE ENGENHARIA CIVIL



Ce projet est financé par l'Union Européenne