

12 - Applications pratiques des règles de calculs thermiques

Nous allons dans ce chapitre traiter de l'application pratique des Règles TH en traitant une série d'exemples de calcul.

12.1 CONSTRUCTION INDÉPENDANTE

Il s'agit d'une maison individuelle, située en zone B (2500 D_{ju}) ayant 4 pièces principales (plan 12.1).

Descriptif :

Sol : Terre-plein isolé à l'intérieur avec 30 mm de mousse de polystyrène thermocomprimée sur 1,2 m de large.

Mur extérieur : Bloc de béton à parois minces de 20 cm, enduit 45 mm de laine minérale. Brique creuse 4 cm enduite.

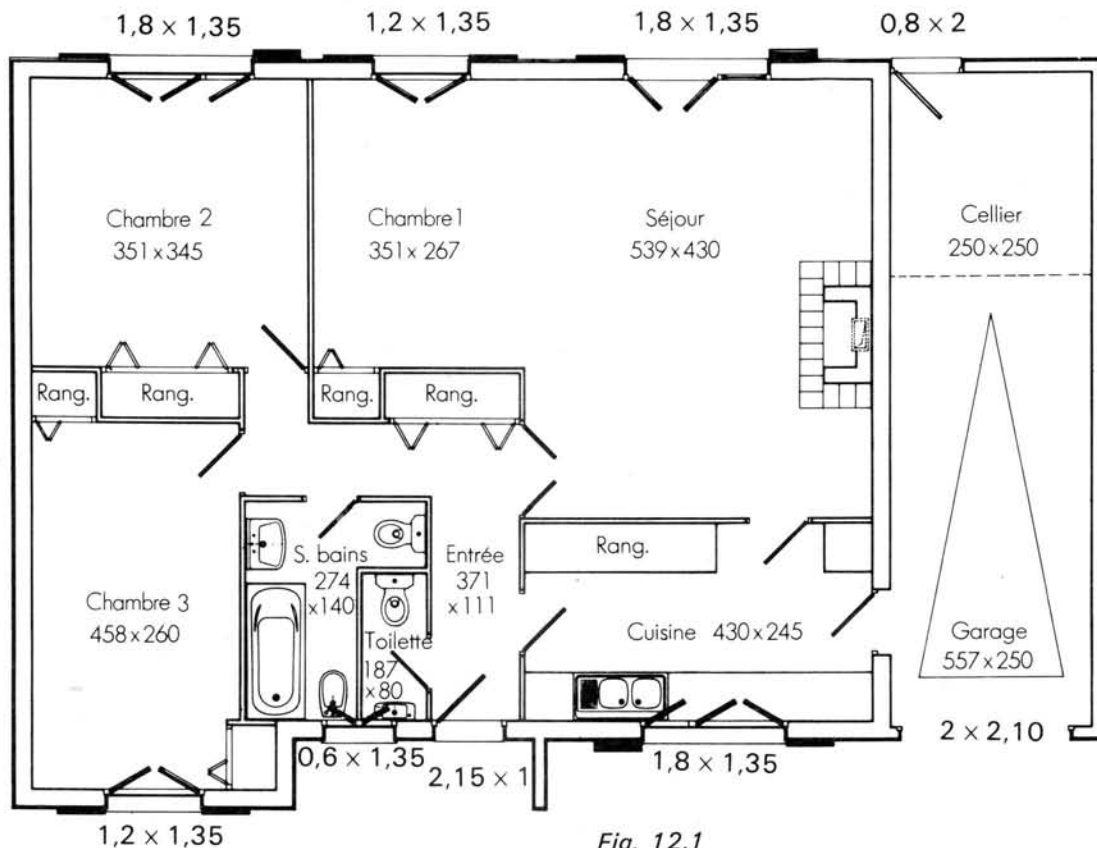


Fig. 12.1

Mur extérieur du garage : Bloc de béton de 20 cm enduit à l'extérieur. Menuiserie bois avec vitrage simple + bonne fermeture (classe A₁)

Plafond : 75 mm de laine minérale déroulée entre fermettes, (entraxe 60 cm) sur plaque de plâtre cartonnée de 13 mm. Couverture 2 pentes en tuile, comble faiblement ventilé.

Ventilation : par pièces séparées par tirage thermique.

Extraction Cuisine 60 — 120 m³/h
S. de bain 30 m³/h
W.C. 30 m³/h

Entrée d'air Cuisine 60 m³/h A₀ = 70 cm²
WC 30 m³/h 35 cm²
S. de bain 30 m³/h 35 cm²

Surface vitrée : A_m = 13,5 m²

Surface des pièces principales : 66,9 m²

Volume des pièces principales V_{pp} = 167,3 m³

Volume habitable 197 m³ = V_h donc logement de classe 2

Volume du garage V' = 50,4 m³

Périmètre intérieur du logement : 38,1 m.

Coefficients K :

Mur extérieur	K = 0,61 W/m ² .°C
intérieur (garage)	K = 0,59
Mur extérieur du garage	K = 3,3
Plafond K _p = 0,56	K = 0,53
Plafond du garage	K = 3,3
Terre-plein isolé	k = 1,07 W/m.°C
Terre-plein non isolé	k = 1,7 W/m.°C
Porte métallique garage	K = 5,8 W/m ² .°C
Porte bois extérieure	K = 2,4
bois intérieure (garage)	K = 2,3
Menuiserie bois vitrée avec bonne fermeture	K = 3,7

Coefficients k

On intégrera la surface des abouts des cloisons dans les surfaces d'échange A puisque l'isolation est toujours continue au droit des cloisons.

L'isolation est intérieure, dans le même plan que la menuiserie

donc pourtour de baie } k = 0
Angle saillant }

Par contre, il y a un angle rentrant donc k = 0,07 W/m.°C.

Le plafond étant en plaque de plâtre, l'isolation du plafond est continue avec celle du mur donc k = 0 pour la liaison plafond-mur.

Le plancher étant sur terre-plein, la liaison mur-plancher se traduit par : k = 0

Calcul du renouvellement d'air.

$$Q_e = 120 \text{ m}^3$$

$$Q_s = 60 + \frac{120 - 60}{4} + 30 + 30 = 135 \text{ m}^3$$

On peut appliquer ($Q_s > Q_e$) la formule simplifiée de calcul de renouvellement d'air pour tout le logement :

$$Q = Q_G + \Sigma P.e'$$

Paroi	A _e ou L _e	K _e ou k _e	K _e A _e ou k _e L _e
Porte tôle	4,2	5,8	24,36
Porte bois	1,6	2,4	3,84
Mur	26,9	2,53	68,06
Angles mur	4 x 2,5	0,1	1
Plafond	20,17	3,3	66,56
Sol	13,07	1,7	22,22
R ^t Air	0,34 x 0,5 x 50,4		8,59
			$d_e = 194,6 \text{ W/}^\circ\text{C}$

$$d'où \tau = \frac{d_e}{d_e + a_c} = \frac{194,6}{209,24} = 0,93 = \tau$$

Nous pouvons calculer le coefficient G :

Paroi	A ou L	K ou k	KA ou kL	G partiels
Mur	63,95	0,61	39	0,198
Angle rentrant	5	0,07	0,35	0,002
Mur garage	16,2	0,59	KA = 8,89	0,045
Porte garage - cuisine	1,6	2,3	KA = 3,42	0,017
Vitrage	13,5	3,7	49,95	0,254
Plancher	38,1	1,07	40,77	0,207
Toiture	81,53	0,53	43,21	0,219
Renouvellet. air				0,42
				$G = 1,362 \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$

$$Q_G = \text{volume des pièces principales} = 167,3 \text{ m}^3$$

Les menuiseries sont de classe A₁, donc m = 2

En Ex₁, compte tenu de la double exposition et de la ventilation par pièces séparées e' = 1,6

$$\begin{aligned} \text{donc } \Sigma P.e' &= \Sigma m.A_m.e' + 0,25.\Sigma A_0 \\ &= 2 \times 13,5 \times 1,6 + 0,25 \times 145 \\ \Sigma P.e' &= 78,2. \end{aligned}$$

donc

$$Q = 167,3 + 78,2 = 245,5 \text{ m}^3/\text{h}$$

soit une participation à G du renouvellement d'air

$$0,34 \times \frac{Q}{V} = 0,34 \times \frac{245,5}{197} = 0,42 \text{ W/m}^3 \cdot ^\circ\text{C}$$

Calcul du coefficient τ du garage.

Calculons a_c apport par le mur mitoyen avec le logement.

$$\text{Mur : } K_M.A = 0,59 \times 8,07 \times 2,5 = 11,9 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

$$\text{Porte : } (K_p - K_M).A_p = (2,3 - 0,59)1,6 = 2,74$$

$$d'où a_c = 14,64 \text{ W/}^\circ\text{C}$$

Calculons d_e, les déperditions par le garage

$$d_e = \Sigma k_e L_e + \Sigma K_e A_e + 0,34 \times n \times V' \text{ avec } n = 0,5$$

Cette décomposition a l'avantage de mettre en évidence la participation à G de chacune des parois et dans le cas où le coefficient G du logement ne répondrait pas à la réglementation, de savoir sur quelle paroi il faut agir en priorité ou de modifier le système de ventilation, le choix des menuiseries pour ramener le taux de renouvellement d'air autour de 1 soit la participation à G à 0,34 W/m³.°C.

Nous pouvons faire une estimation de la Puissance utile :

$$P_u = G \cdot V \cdot \Delta t.$$

nous voulons 18° = t_i pour une température de base de -7°C = t_e soit Δt = t_i - t_e = 25°

$$\begin{aligned} \text{donc } P_u &= G \cdot V \cdot \Delta t = 1,36 \times 197 \times 25 \\ &= 6998 \text{ W} \\ &\text{ou environ } 7 \text{ KW} \end{aligned}$$

Faisons une estimation de la consommation en fuel domestique pour une saison de chauffage pour ce logement individuel situé dans une zone à 2500 D_{ju}.

$$C = \frac{V \cdot G \cdot H \cdot D_j}{\rho \cdot P_c}$$

est le rendement global de l'installation. On prendra ρ = 0,72.

P_c est le pouvoir calorifique du combustible.

P_c = 10500 K_{cal}/K_g soit par litre de fuel dont la densité est égale à 0,83 P_c = 10.500 × 0,83

P_c = 8715 K_{cal}/l

soit 10.109,4 W/l on prendra P_c = 10.110 W/l

ρ · P_c ≈ 7.280 W/l = Pouvoir calorifique utile.

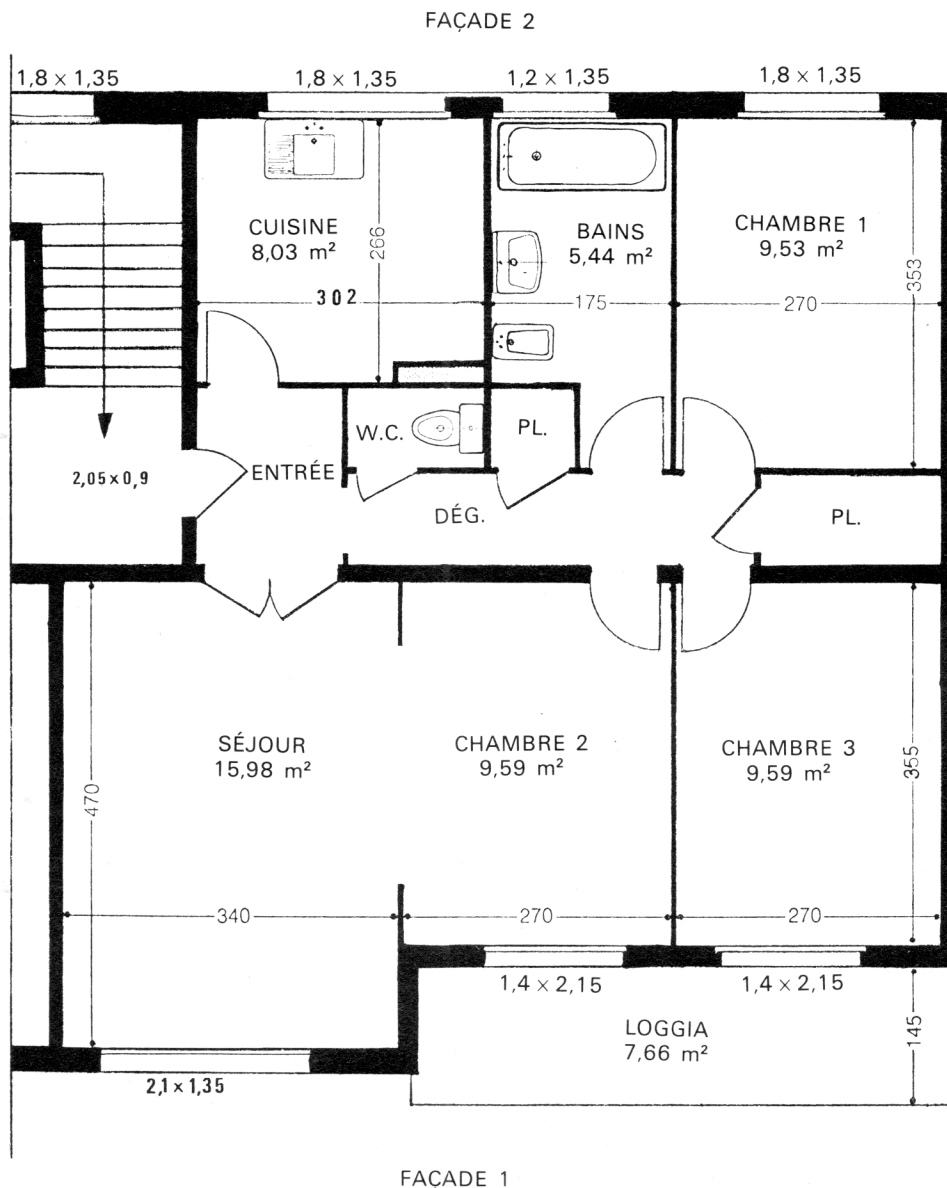
La consommation annuelle peut s'écrire :

$$C = \frac{G \cdot V \cdot H \cdot D_j}{\rho \cdot P_c}$$

$$= \frac{1,36 \times 197 \times 24 \times 0,9 \times 2500}{7280} = 1987 \text{ l}$$

Avant la réglementation d'avril 74, une telle maison aurait eu un coefficient G de l'ordre de 2,6 W/m³.°C (mur avec lame d'air sans isolant, 45 mm d'isolant en plafond, pas d'isolation en sol et sa consommation annuelle aurait été de 3800 l de fuel.

Fig. 12.2



ANNEXE 5

Températures intérieures et extérieures de base

A.5.1 Température intérieure de base

On prendra en général les valeurs suivantes :

Habitations

Locaux d'habitation	18 °C
Locaux à usage communs et circulations collectives chauffées	15 °C

Ecoles

Classes et salles analogues	18 °C
Douches	21 °C
Circulations, gymnases	15 °C

Hôpitaux

On se reportera aux pièces du marché.

Eglises, temples, salles de spectacles, restaurants, bâtiments publics et locaux analogues

Vêtements d'extérieur conservés	15 °C
Vêtements d'extérieur enlevés	18 °C
Circulations	15 °C

Bureaux	18 °C
----------------------	-------

Magasins

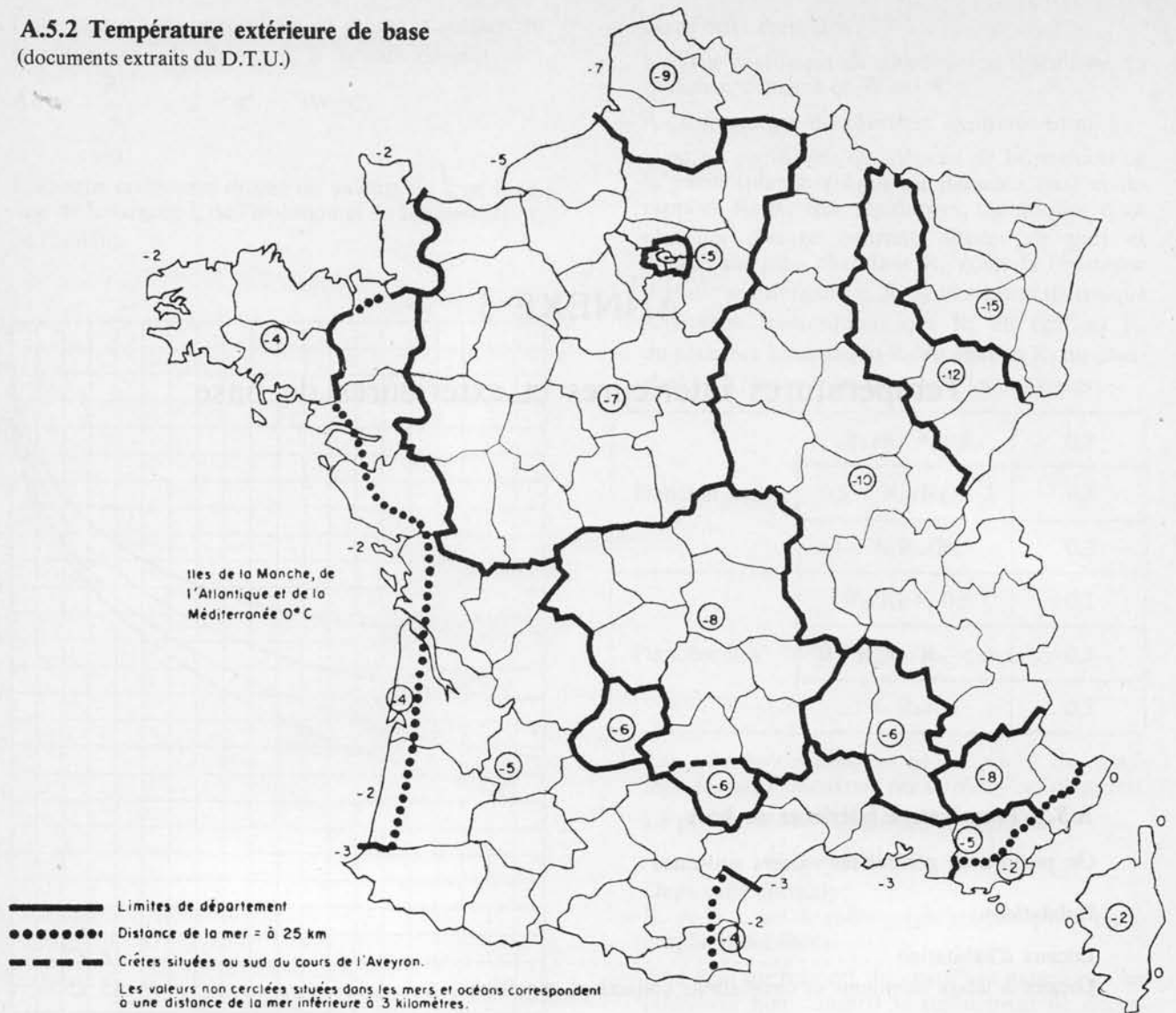
En général	18 °C
Salons d'habillement	21 °C

Garages chauffés	5 °C
-------------------------------	------

Locaux industriels et artisanaux

On se reportera aux pièces du marché

A.5.2 Température extérieure de base
(documents extraits du D.T.U.)



Altitude (m)	Températures extérieures de base (°C) pour des températures de base au niveau de la mer (T ₀) de							
	- 4 °C	- 5 °C	- 6 °C	- 8 °C	- 9 °C	- 10 °C	- 12 °C	- 15 °C
0 à 200	- 4	- 5	- 6	- 8	- 9	- 10	- 12	- 15
201 à 400	- 5	- 6	- 7	- 9	- 10	- 11	- 13	- 15
401 à 500	- 6	- 7	- 8	- 10	- 11	- 12	- 14	- 16
501 à 600	- 6	- 7	- 9	- 11	- 11	- 13	- 15	- 17
601 à 700	- 7	- 8	- 10	- 12	- 12	- 14	- 16	- 18
701 à 800	- 7	- 8	- 11	- 13	»	- 15	- 17	- 19
801 à 900	- 8	- 9	- 12	- 14	»	- 16	- 18	- 20
901 à 1 000	- 8	- 9	- 13	- 15	»	- 17	- 19	- 21
1001 à 1 100	»	- 10	- 14	- 16	»	- 18	- 20	- 22
1101 à 1 200	»	- 10	»	- 17	»	- 19	- 21	- 23
1201 à 1 300	»	- 11	»	- 18	»	- 20	- 22	- 24
1301 à 1 400	»	- 11	»	- 19	»	- 21	- 23	- 25
1401 à 1 500	»	- 12	»	- 20	»	- 22	- 24	- 25
1501 à 1 600	»	- 12	»	- 21	»	- 23	»	»
1601 à 1 700	»	- 13	»	- 22	»	- 24	»	»
1701 à 1 800	»	- 13	»	- 23	»	- 25	»	»
1801 à 1 900	»	- 14	»	- 24	»	- 26	»	»
1901 à 2 000	»	- 14	»	- 25	»	- 27	»	»
2001 à 2 100	»	- 15	»	- 26	»	- 28	»	»
2101 à 2 200	»	- 15	»	- 27	»	- 29	»	»
2201 à 2 400	»	- 16	»	- 28	»	- 30	»	»
2401 à 2 600	»	- 17	»	- 29	»	- 30	»	»
2601 à 2 800	»	- 18	»	- 30	»	- 30	»	»
2801 à 3 000	»	- 19	»	- 30	»	- 30	»	»
plus de 3 000	»	- 20	»	- 30	»	- 30	»	»

ANNEXE 6

Zones climatiques par canton

DÉPARTEMENTS ET CANTONS	ZONES	DÉPARTEMENTS ET CANTONS	ZONES
Ain :		Ardèche :	
Bagé-le-Châtel	B	Burzet	A
Montluel	B	Cheylard (Le)	A
Pont-de-Vaux	B	Courcouron	A
Pont-de-Veyle	B	Montpezat-sous-Bauzon	A
Thoissey	B	Saint-Agrève	A
Trévoux	B	Saint-Etienne-de-Lugdarès	A
Autres cantons	A	Saint-Félicien	A
Aisne :		Ardennes :	
Tous cantons	A	Tous cantons	A
Allier :		Ariège :	
Le Mayet-de-Montagne	A	Ax-les-Thermes	A
Autres cantons	B	Oust	A
Alpes-de-Haute-Provence :		Aube :	
Allos	A	Tous cantons	A
Barcelonnette	A	Aude :	
Colmars	A	Belcaire	A
Javie (La)	A	Alaigne	B
Lauzet-Ubaye (Le)	A	Axat	B
Saint-André-les-Alpes	A	Belpech	B
Saint-Paul-sur-Ubaye	A	Chalabre	B
Seyne	A	Couiza	B
Turriers	A	Fanjeaux	B
Autres cantons	B	Lagrasse	B
Alpes (Hautes) :		Ardennes :	
Tous cantons	A	Tous cantons	A
Alpes-Maritimes :		Ariège :	
Guillaumes	A	Ax-les-Thermes	A
Saint-Auban	A	Oust	A
Saint-Etienne-de-Tinée	A	Quérigut	A
Beausoleil	B	Vicdessos	A
Coursegoules	B	Autres cantons	B
Escarène	B	Aube :	
Puget-Théniers	B	Tous cantons	A
Roquebillière	B	Aude :	
Roquesteron	B	Belcaire	A
Saint-Martin-de-Vésubie	B	Alaigne	B
Saint-Sauveur-sur-Tinée	B	Axat	B
Sospel	B	Belpech	B
Tende	B	Chalabre	B
Villars-sur-Var	B	Couiza	B
Autres cantons	C	Fanjeaux	B
		Ardennes :	
		Tous cantons	
		A	
		Ariège :	
		Ax-les-Thermes	
		A	
		Oust	
		A	
		Quérigut	
		A	
		Vicdessos	
		A	
		Autres cantons	
		B	
		Aube :	
		Tous cantons	
		A	
		Aude :	
		Belcaire	
		A	
		Alaigne	
		B	
		Axat	
		B	
		Belpech	
		B	
		Chalabre	
		B	
		Couiza	
		B	
		Fanjeaux	
		B	
		Lagrasse	
		B	
		Limoux	
		B	
		Mas-Cabardès	
		B	
		Monthoumet	
		B	
		Quillan	
		B	
		Saint-Hilaire	
		B	
		Saissac	
		B	
		Salle-sur-l'Hers	
		B	
		Autres cantons	
		C	

DÉPARTEMENTS ET CANTONS	ZONES	DÉPARTEMENTS ET CANTONS	ZONES
Aveyron :		Juillac	B
Aubin	B	Larche	B
Capdenac-Gare	B	Lubersac	B
Conques	B	Meyssac	B
Decazeville	B	Roche-Canillac (La)	B
Entraygues-sur-Truyère	B	Treignac	B
Espalion	B	Tulle	B
Martillac-Vallon	B	Uzerche	B
Millau	B	Vigeois	B
Montbazens	B	Autres cantons	A
Najac	B	Corse :	
Naucelle	B	Tous cantons	C
Réquista	B	Côte-d'Or :	
Sainte-Affrique	B	Tous cantons	A
Saint-Sernin-sur-Rance	B	Côtes-du-Nord :	
Villefranche-de-Rouergue	B	Tous cantons	B
Villeneuve	B	Creuse :	
Autres cantons	A	Auzances	A
Bouches-du-Rhône :		Bellegarde-en-Marche	A
Lambesc	B	Chénérailles	A
Peyrolles-en-Provence	B	Courtine-le-Trucq (La)	A
Autres cantons	C	Crocq	A
Calvados :		Felletin	A
Tous cantons	B	Gentioux	A
Cantal :		Royère-de-Vassivière	A
Tous cantons	A	Saint-Sulpice-les-Champs	A
Charente :		Autres cantons	B
Tous cantons	B	Dordogne :	
Charente-Maritime :		Tous cantons	B
Aigrefeuille-d'Aunis	C	Doubs :	
Ars-en-Ré	C	Tous cantons	A
Château-d'Oléron	C	Drôme :	
Courçon	C	Chapelle-en-Vercors (La)	A
Cozes	C	Châtillon-en-Diois	A
Jarrie (La)	C	Luc-en-Diois	A
Marans	C	Motte-Chalançon (La)	A
Marennes	C	Séderon	A
Rochefort	C	Autres cantons	B
Rochelle (La)	C	Eure :	
Royan	C	Tous cantons	B
Saint-Agnan	C	Eure-et-Loir :	
Saint-Martin-de-Ré	C	Tous cantons	B
Saint-Pierre d'Oléron	C	Finistère :	
Saint-Porchaire	C	Tous cantons	B
Saujon	C	Gard :	
Tonnay-Charente	C	Aigues-Mortes	C
Tremblade (La)	C	Aramon	C
Autres cantons	B	Bagnols-sur-Cèze	C
Cher :		Beaucaire	C
Tous cantons	B	Marguerittes	C
Corrèze :		Nîmes	C
Argentat	B	Pont-Saint-Esprit	C
Ayen	B	Quissac	C
Beaulieu-sur-Dordogne	B		
Beynat	B		
Brive-la-Gaillarde	B		
Donzenac	B		

DÉPARTEMENTS ET CANTONS	ZONES
Remoulins	C
Roquemaure	C
Saint-Chaptes	C
Saint-Gilles	C
Saint-Mamert-du-Gard	C
Sauve	C
Sommières	C
Uzès	C
Vauvert	C
Vézénobres	C
Villeneuve-lès-Avignon	C
Autres cantons	B
Garonne (Haute) :	
Bagnères-de-Luchon	A
Autres cantons	B
Gers :	
Tous cantons	B
Gironde :	
Tous cantons	C
Hérault :	
Bédarieux	B
Caylar (Le)	B
Claret	B
Ganges	B
Lodève	B
Lunas	B
Olargues	B
Saint-Gervais-sur-Mare	B
Saint-Martin-de-Londres	B
Saint-Pons	B
Salvetat-sur-Agout (La)	B
Autres cantons	C
Ille-et-Vilaine :	
Tous cantons	B
Indre :	
Tous cantons	B
Indre-et-Loire :	
Tous cantons	B
Isère :	
Allevard	A
Bourg d'Oisans (Le)	A
Clelles	A
Corps	A
Mens	A
Monestier-de-Clermont	A
Mure (La)	A
Rives	A
Roybon	A
Saint-Geoire-en-Valdaine	A
Valbonnais	A
Villard-de-Lans	A
Autres cantons	B
Jura :	
Tous cantons	A

DÉPARTEMENTS ET CANTONS	ZONES
Landes :	
Tous cantons	C
Loir-et-Cher :	
Tous cantons	B
Loire :	
Belmont-de-la-Loire	A
Bourg-Argental	A
Chazelles-sur-Lyon	A
Néronde	A
Noirétable	A
Saint-Bonnet-le-Château	A
Saint-Genest-Malifaux	A
Saint-Georges-en-Couzan	A
Saint-Germain-Laval	A
Saint-Héand	A
Saint-Jean-Soleymieux	A
Saint-Juste-en-Chevalet	A
Autres cantons	B
Loire (Haute) :	
Auzon	B
Bas-en-Basset	B
Blesle	B
Brioude	B
Lavoûte-Chilhac	B
Autres cantons	A
Loire-Atlantique :	
Bourgneuf-en-Retz	C
Croisic (Le)	C
Guérande	C
Herbignac	C
Machecoul	C
Paimbœuf	C
Pellerin (Le)	C
Pornic	C
Saint-Nazaire	C
Saint-Père-en-Retz	C
Saint-Philibert-de-Grand-Lieu	C
Autres cantons	B
Loiret :	
Tous cantons	B
Lot :	
Latronquière	A
Sousceyrac	A
Autres cantons	B
Lot-et-Garonne :	
Tous cantons	B
Lozère :	
Tous cantons	A
Maine-et-Loire :	
Tous cantons	B
Manche :	
Tous cantons	B

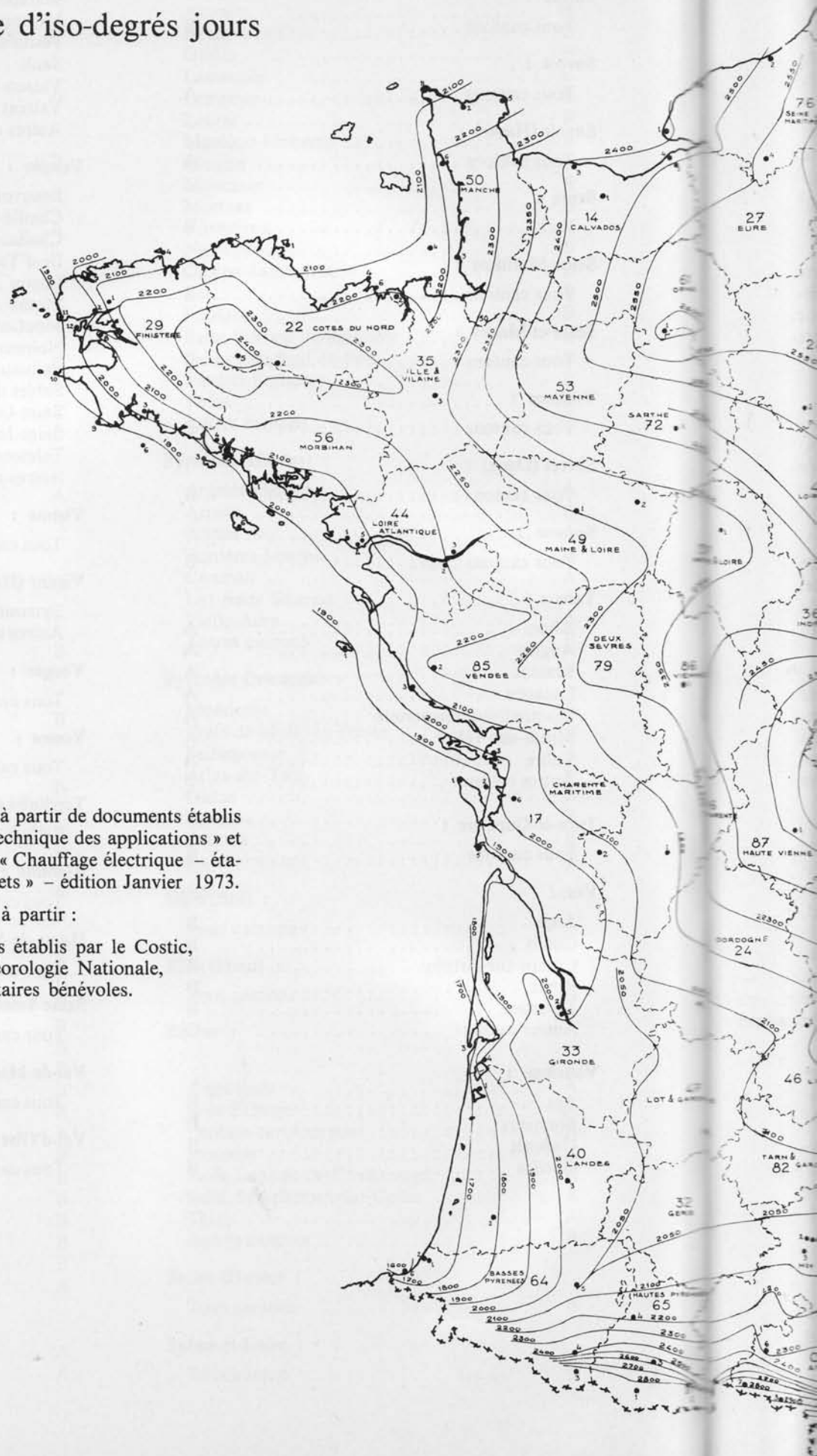
DÉPARTEMENTS ET CANTONS	ZONES	DÉPARTEMENTS ET CANTONS	ZONES
Marne :			
Tous cantons	A	Aramits	B
Marne (Haute) :		Arudy	B
Tous cantons	A	Garlin	B
Mayenne :		Lasseuble	B
Tous cantons	B	Lembeye	B
Meurthe-et-Moselle :		Lescar	B
Tous cantons	A	Mauléon-Licharre	B
Meuse :		Monein	B
Tous cantons	A	Montaner	B
Morbihan :		Morlaas	B
Tous cantons	B	Navarrenx	B
Moselle :		Nay	B
Tous cantons	A	Oloron-Sainte-Marie	B
Nièvre :		Pau	B
Montsauche	A	Pontacq	B
Autres cantons	B	Saint-Etienne-de-Baïgorry	B
Nord :		Saint-Jean-Pied-de-Port	B
Tous cantons	B	Tardets-Sorholus	B
Oise :		Thèze	B
Tous cantons	B	Autres cantons	C
Orne :		Pyrénées (Hautes) :	
Tous cantons	B	Argelès-Gazost	A
Pas-de-Calais :		Arreau	A
Tous cantons	B	Aucun	A
Puy-de-Dôme :		Bordères-Louron	A
Aigueperse	B	Campan	A
Billom	B	Luz-Saint-Sauveur	A
Châteldon	B	Vielle-Aure	A
Clermont-Ferrand	B	Autres cantons	B
Combronde	B	Pyrénées Orientales :	
Courpière	B	Montlouis	A
Ennezat	B	Prats-de-Mollo-la-Preste	A
Issoire	B	Saillagousse	A
Jumeaux	B	Arles-sur-Tech	B
Lezoux	B	Olette	B
Maringue	B	Prades	B
Pont-du-Château	B	Sournia	B
Randan	B	Autres cantons	C
Riom	B	Rhin (Bas) :	
Saint-Germain-Lembron	B	Tous cantons	A
Sauxillanges	B	Rhin (Haut) :	
Thiers	B	Tous cantons	A
Vertaizon	B	Rhône :	
Veyre-Monton	B	Amplepuis	A
Vic-le-Comte	B	Bois d'Oingt	A
Autres cantons	A	Lamure-sur-Azergues	A
Pyrénées-Atlantique :		Monsols	A
Accous	A	Saint-Laurent-de-Chamousset	A
Laruns	A	Saint-Symphorien-sur-Coize	A
		Thizy	A
		Autres cantons	B
		Saône (Haute) :	
		Tous cantons	A
		Saône-et-Loire :	
		Tous canton	B

DÉPARTEMENTS ET CANTONS	ZONES
Sarthe :	
Tous cantons	B
Savoie :	
Tous cantons	A
Savoie (Haute) :	
Tous cantons	A
Seine :	
Paris	B
Seine-Maritime :	
Tous cantons	B
Seine-et-Marne :	
Tous cantons	B
Yvelines :	
Tous cantons	B
Sèvres (Deux) :	
Tous cantons	B
Somme :	
Tous cantons	B
Tarn :	
Alban	A
Anglès	A
Brassac	A
Lacaune	A
Montredon-Labessonnié	A
Murat-sur-Vèbre	A
Vabre	A
Autres cantons	B
Tarn-et-Garonne :	
Tous cantons	B
Var :	
Aups	B
Callas	B
Comps-sur-Artuby	B
Rians	B
Tavernes	B
Autres cantons	C
Vaucluse :	
Apt	B
Bonnieux	B
Cadenet	B
Gordes	B

DÉPARTEMENTS ET CANTONS	ZONES
Malaucène	B
Mormoiron	B
Pertuis	B
Sault	B
Vaison-la-Romaine	B
Valréas	B
Autres cantons	C
Vendée :	
Beauvoir-sur-Mer	C
Chaillé-les-Marais	C
Challans	C
Ile-d'Yeu	C
Luçon	C
Mothe-Achard (La)	C
Moutiers-les-Mauxfaits	C
Noirmoutier-en-Ile	C
Palluau	C
Sables d'Olonne (Les)	C
Saint-Gilles-Croix-de-Vie	C
Saint-Jean-de-Monts	C
Talmont	C
Autres cantons	B
Vienne :	
Tous cantons	B
Vienne (Haute) :	
Eymoutiers	A
Autres cantons	B
Vosges :	
Tous cantons	A
Yonne :	
Tous cantons	B
Territoire de Belfort :	
Belfort	A
Essonne :	
Tous cantons	B
Hauts-de-Seine :	
Tous cantons	B
Seine-Saint-Denis :	
Tous cantons	B
Val-de-Marne :	
Tous cantons	B
Val-d'Oise :	
Tous cantons	B

ANNEXE 7

Carte de France d'iso-degrés jours



Cette carte a été réalisée à partir de documents établis par l'E.D.F. « Division Technique des applications » et publiés dans la brochure « Chauffage électrique – établissement des avant-projets » – édition Janvier 1973.

Elles ont été construites à partir :

- des degrés-jours unifiés établis par le Costic,
- des relevés de la Météorologie Nationale,
- de relevés complémentaires bénévoles.

ANNEXE 8

Arrêté du 30.10.69 concernant la ventilation des locaux d'habitation

Art. Premier. – L'aération des logements doit pouvoir être générale et permanente au moins pendant la période où la température oblige à maintenir les fenêtres fermées et la circulation de l'air doit pouvoir se faire principalement des pièces principales vers les pièces de service.

En conséquence, le système d'aération doit comporter :

- des entrées d'air dans toutes les pièces principales, réalisées soit par des orifices en façade, soit par des conduits horizontaux ou verticaux, soit par un dispositif mécanique ;
- des évacuations d'air dans les pièces de service, au moins dans les cuisines, salles de bains et de douches, cabinets d'aisance et séchoirs intérieurs, lorsque ceux-ci fonctionnent par ventilation, réalisée soit par des conduits verticaux à tirage naturel, soit par un dispositif mécanique pouvant assurer un renouvellement d'air d'environ une fois le volume des pièces principales par heure dans les conditions climatologiques normales d'hiver ;
- des passages de section suffisante assurant la libre circulation de l'air des pièces principales vers les pièces de service.

Toutefois, pour les immeubles collectifs, situés dans certaines zones climatiques et pour les habitations individuelles, une exception aux dispositions ci-dessus peut être faite dans les conditions définies aux articles 6 et 7 ci-après.

Art. 2. – Les conduits destinés à assurer l'évacuation de l'air par tirage naturel peuvent être individuels ou collectifs. Un conduit individuel ne peut desservir qu'une seule pièce. Un conduit collectif comporte un conduit collecteur et des raccordements individuels de hauteur d'étage. Chaque raccordement individuel ne peut desservir qu'une seule pièce. Un conduit collectif qui dessert des cuisines ne peut desservir des salles d'eau ou des cabinets d'aisance.

L'emplacement du débouché du conduit et son couronnement éventuel sont tels que l'évacuation de l'air pollué s'effectue correctement à l'extérieur et sans refoulement vers les logements, ce qui suppose en particulier que la dépression créée par le vent au sommet du conduit s'oppose utilement aux dépressions créées en façade.

Art. 3. – L'évacuation de l'air par dispositif mécanique doit être telle que toutes les évacuations d'un même logement ne puissent fonctionner que simultanément.

L'air pollué doit être rejeté à l'extérieur de telle sorte qu'il ne puisse refouler vers les logements. Dans les installations desservant plus de deux logements, chaque ventilateur doit pouvoir être actionné par deux moteurs indépendants, à moins qu'il n'existe un moteur de secours.

Art. 4. – Lorsque l'évacuation de l'air est faite par dispositif mécanique, les conduits de fumée ou de gaz brûlés, s'il y en a, doivent être tels que la dépression créée dans les logements par l'évacuation de l'air ne puisse entraîner d'inversion de tirage, notamment lors de l'allumage de certains foyers.

Si l'évacuation de fumée et de gaz brûlés est obtenue par un dispositif mécanique, celui-ci doit être tel que, en cas de panne, l'évacuation des fumées soit assurée par tirage naturel ou que la combustion soit automatiquement arrêtée.

Art. 5. – Qu'il s'agisse de conduit à tirage naturel ou de dispositif mécanique, une évacuation des gaz de combustion d'appareils à gaz ou à hydrocarbures liquéfiés peut servir d'évacuation d'air, à condition qu'une plaque scellée indique qu'on ne peut y raccorder un appareil utilisant un autre combustible.

Art. 6. – Dans les logements situés en immeuble collectif dans les départements suivants au-dessous de l'altitude de 200 m : Alpes-Maritimes, Aude, Bouches-du-Rhône, Charente-Maritime, Corse, Finistère, Gard, Gironde, Hérault, Landes, Loire-Atlantique, Morbihan, Pyrénées-Atlantiques, Pyrénées-Orientales, Var, Vaucluse et Vendée, on peut, en l'absence d'évacuation mécanique de l'air pollué, ventiler séparément chaque pièce et l'obligation d'une aération permanente ne subsiste que pour la cuisine.

En conséquence, la construction et les équipements satisferont soit aux dispositions définies à l'article premier ci-dessus, soit aux dispositions réduites suivantes :

- La cuisine comporte une évacuation d'air réalisée par conduit vertical à tirage naturel, l'entrée d'air correspondante étant située dans la cuisine ou dans une pièce principale ou un dégagement voisins et communiquant avec la cuisine ;
- Les autres pièces de service comportent :
 - soit une évacuation d'air réalisée par conduit vertical à tirage naturel, l'entrée d'air correspondante étant située dans la pièce considérée ou dans une pièce principale ou un dégagement voisins et communiquant avec la pièce considérée ;

- soit un ouvrant donnant sur l'extérieur ou sur une gaine de large section ouverte sur l'extérieur en partie basse et en partie haute de l'immeuble.

Art. 7. - Dans les habitations individuelles isolées, jumelées ou en bande, on peut ventiler séparément chaque pièce et l'obligation d'une aération permanente ne subsiste que pour la cuisine.

En conséquence, la construction et les équipements satisferont soit aux dispositions définies à l'article premier, soit aux dispositions réduites suivantes :

- La cuisine comporte une évacuation d'air réalisée par un conduit vertical à tirage naturel ou par un dispositif mécanique, l'entrée d'air correspondante étant située dans la cuisine ou dans une pièce principale ou un dégagement voisins et communiquant avec la cuisine ;
- Les autres pièces de service comportent :
 - soit une évacuation d'air réalisée par un conduit vertical à tirage naturel ou par un dispositif mécanique, l'entrée d'air correspondante étant située

dans la pièce considérée ou dans une pièce principale ou un dégagement voisins et communiquant avec la pièce considérée ;

- soit un ouvrant donnant sur l'extérieur ou sur une gaine de large section ouverte sur l'extérieur en partie haute.

Art. 8. - Les dispositifs d'entrée et d'évacuation d'air doivent pouvoir être facilement nettoyés.

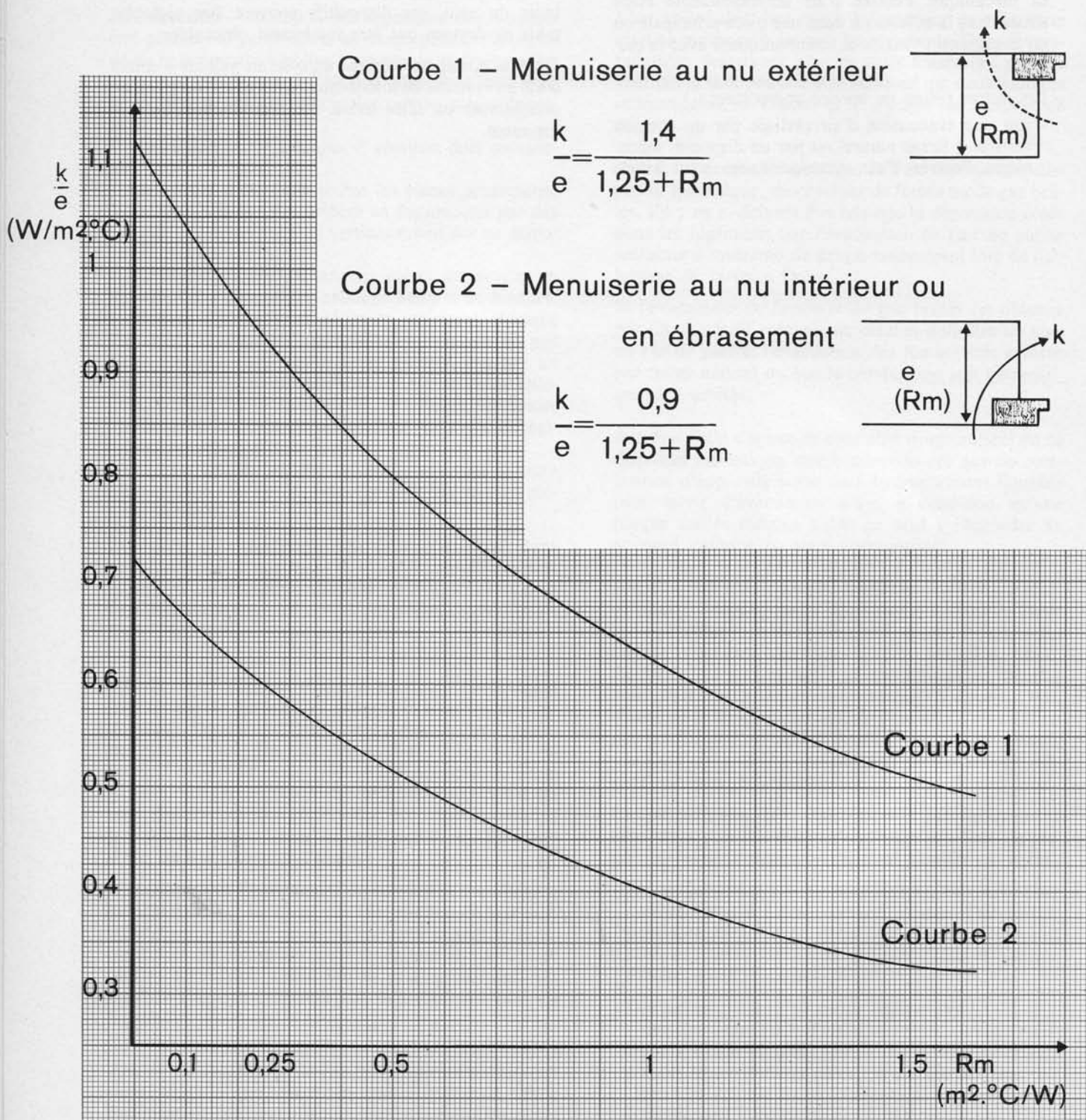
Les dispositifs mécaniques doivent pouvoir faire l'objet d'une vérification régulière. Les dispositifs d'entrée d'air doivent être conçus compte tenu du système de chauffage de manière à ne pas être une cause d'inconfort pour les occupants. Pour limiter les effets perturbateurs du vent, ces dispositifs peuvent être réglables mais ne doivent pas être totalement obturables.

On peut considérer comme un système valable d'entrée d'air un système de distribution d'air chauffé, rafraîchi, conditionné ou filtré avant son introduction dans le logement.

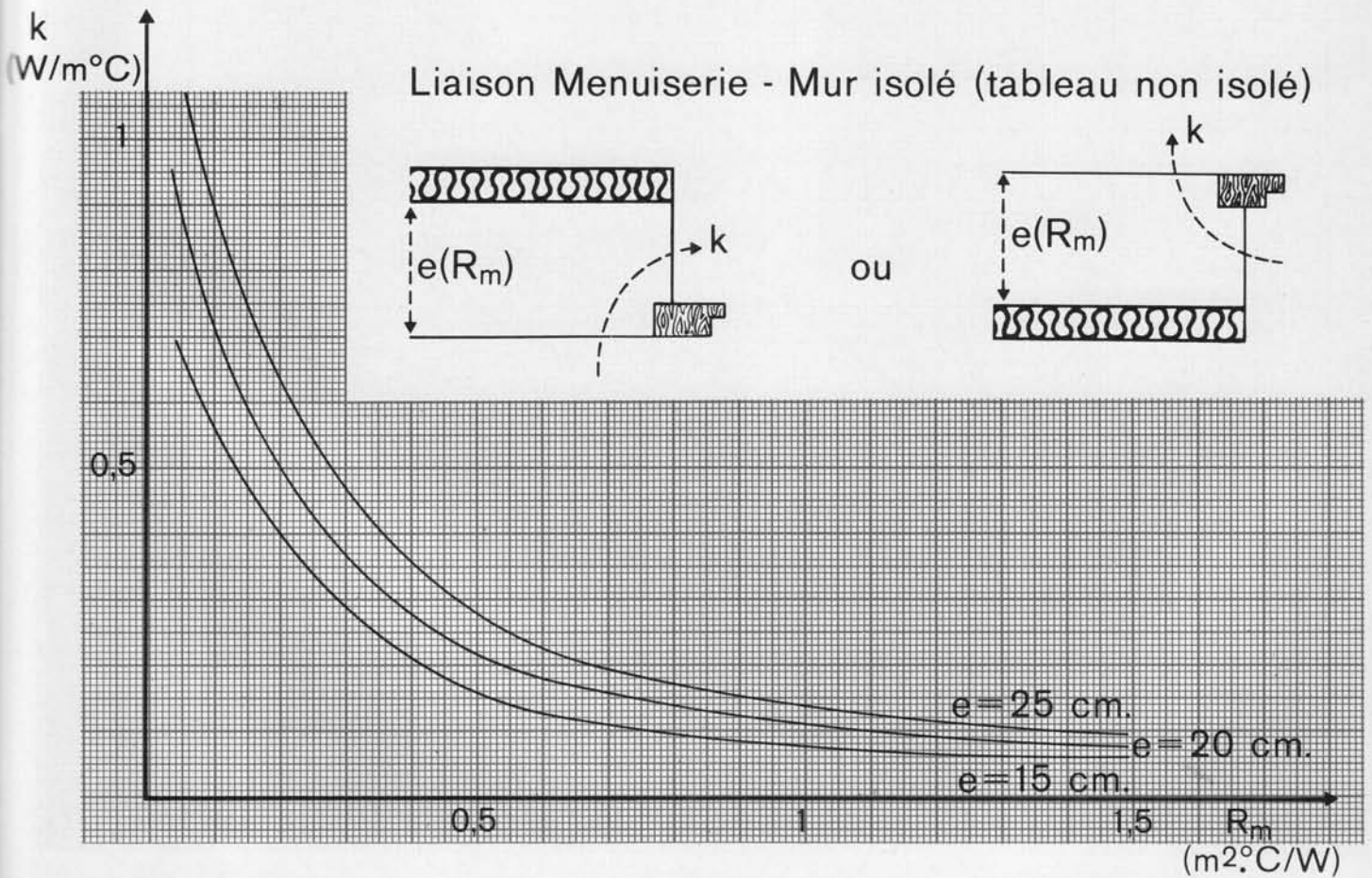
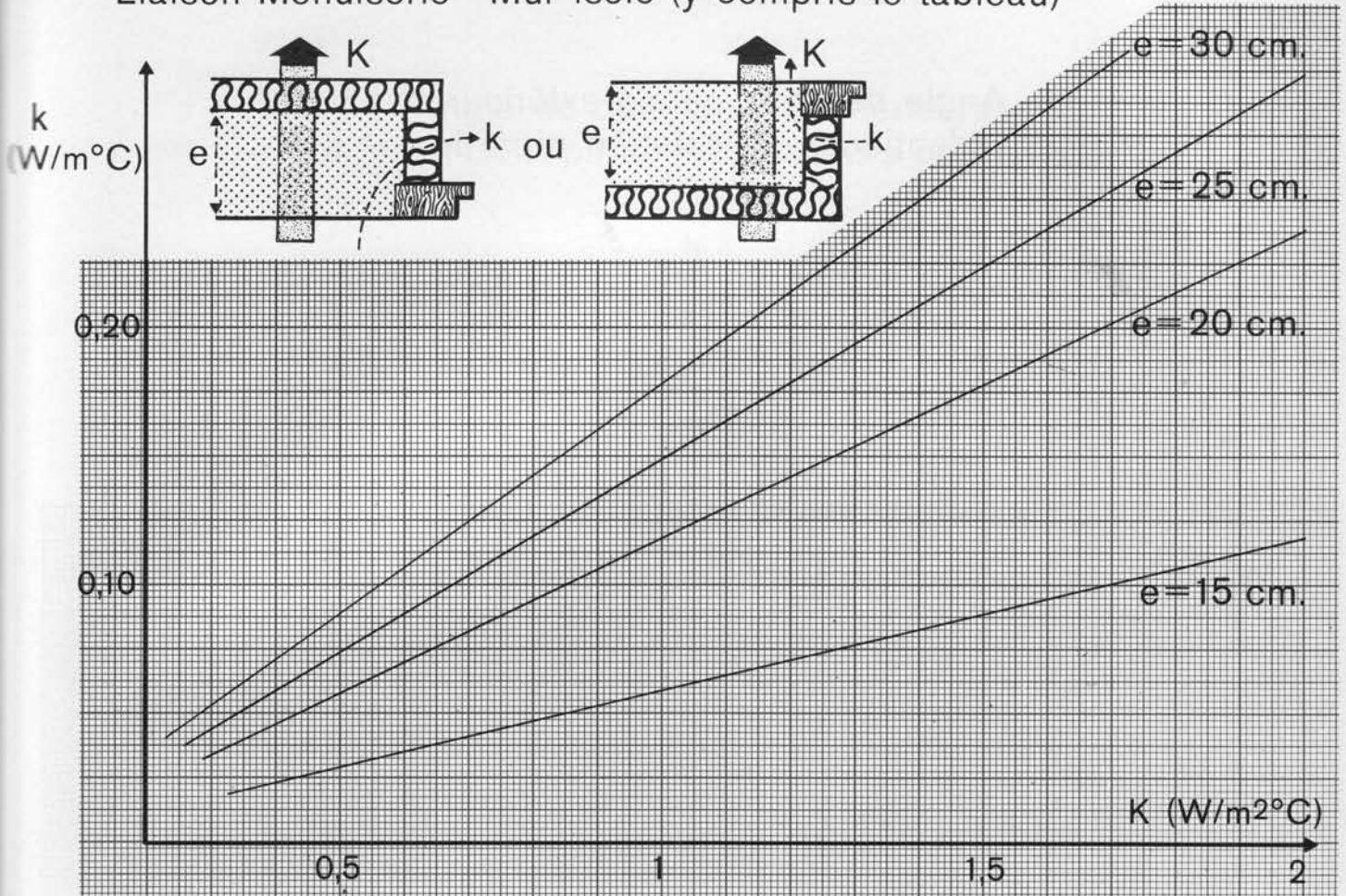
ANNEXE 9

Courbes originales de calculs pratiques des coefficients k linéiques

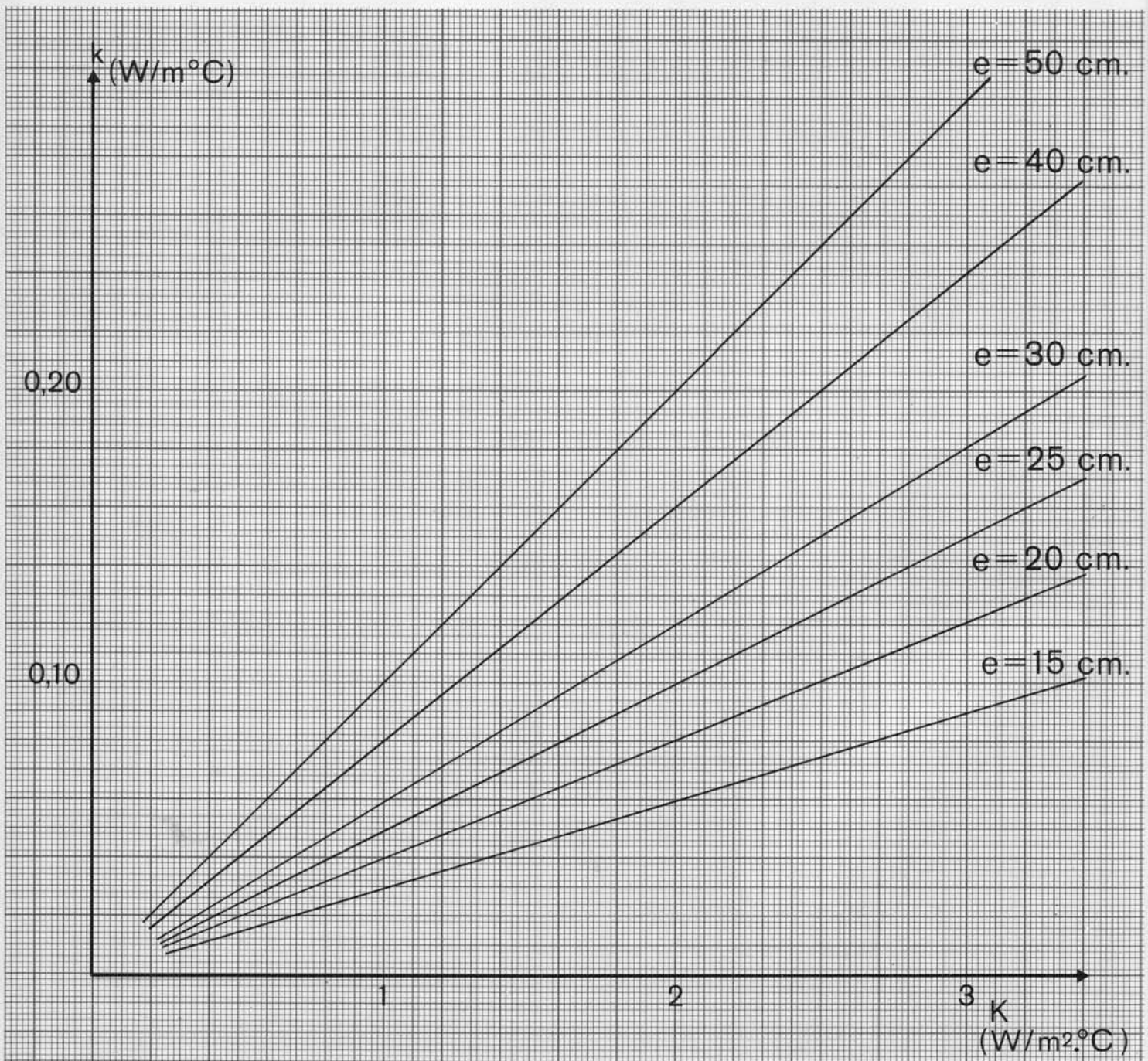
Liaison Menuiserie – Mur à isolation répartie



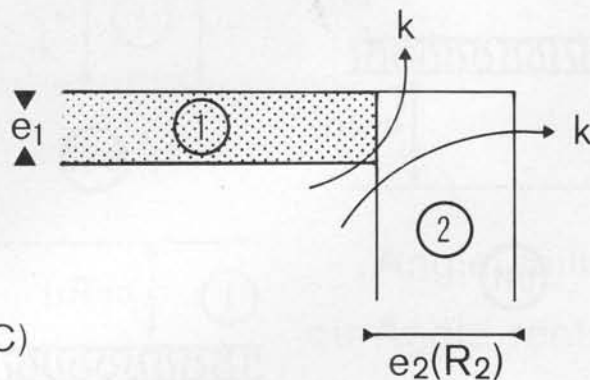
Liaison Menuiserie - Mur isolé (y compris le tableau)



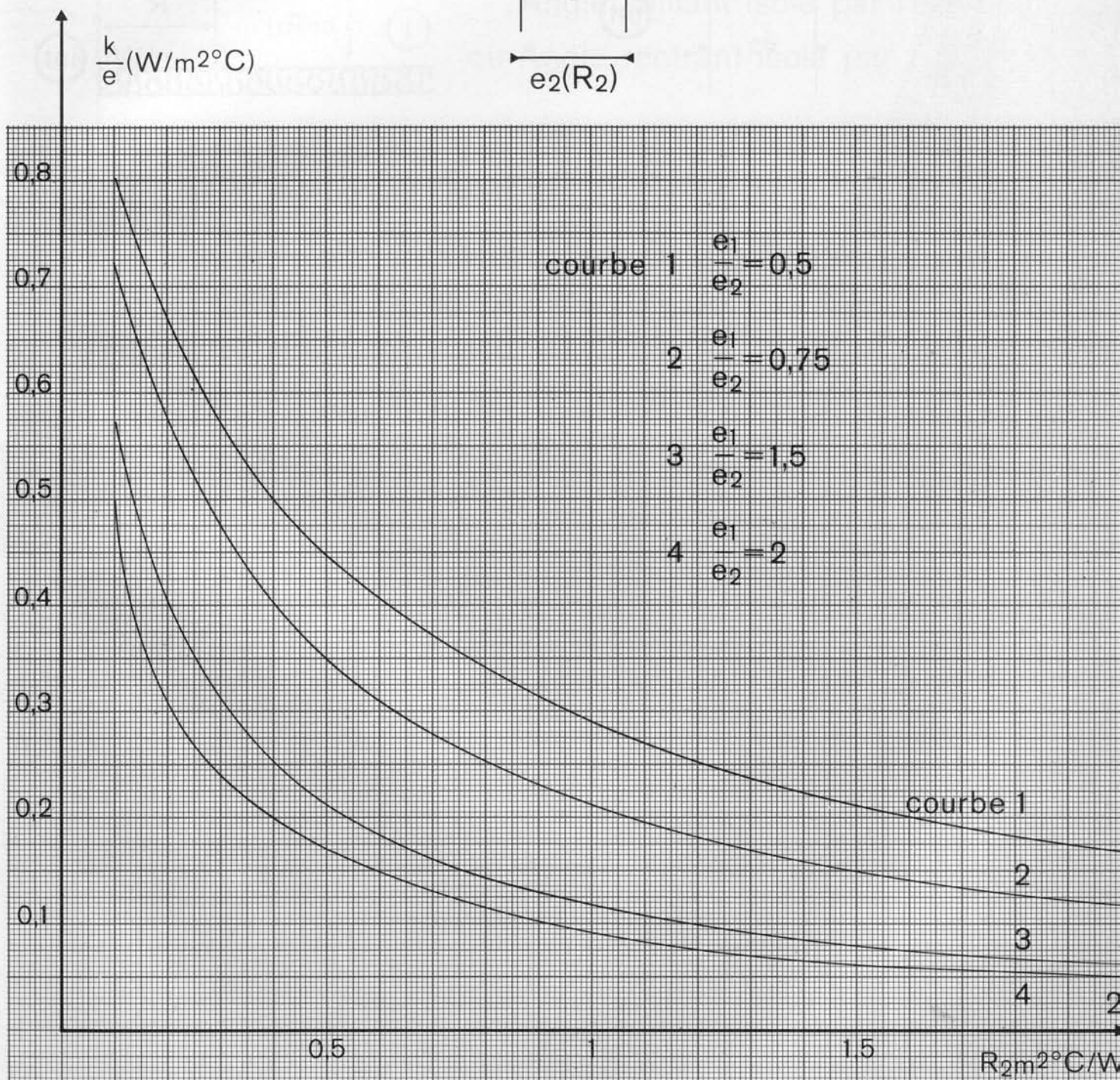
Angle de deux parois extérieures
identiques, à isolation répartie



Angle de deux parois extérieures à isolation répartie d'épaisseurs différentes



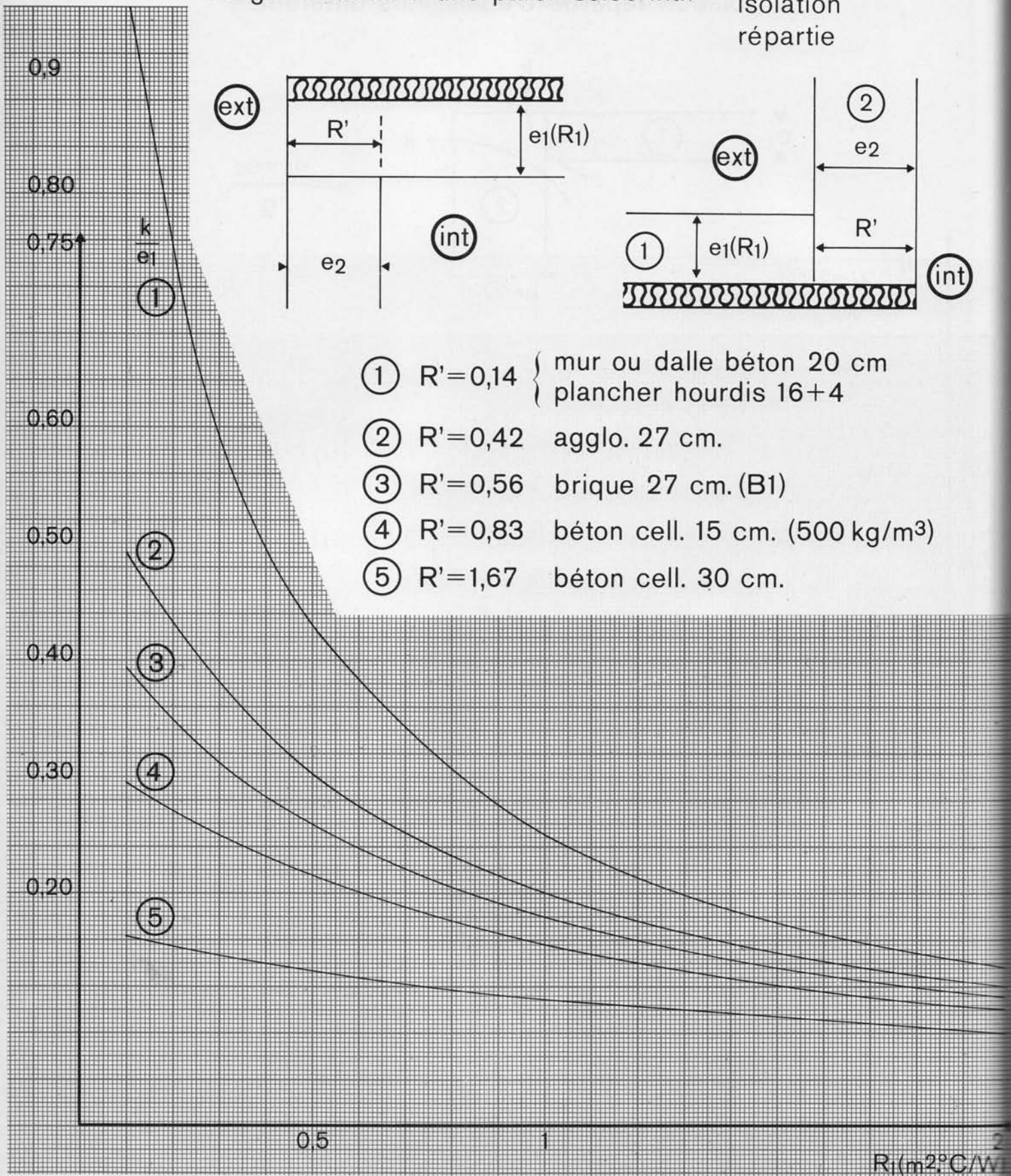
$$e = \frac{e_1 + e_2}{2}$$

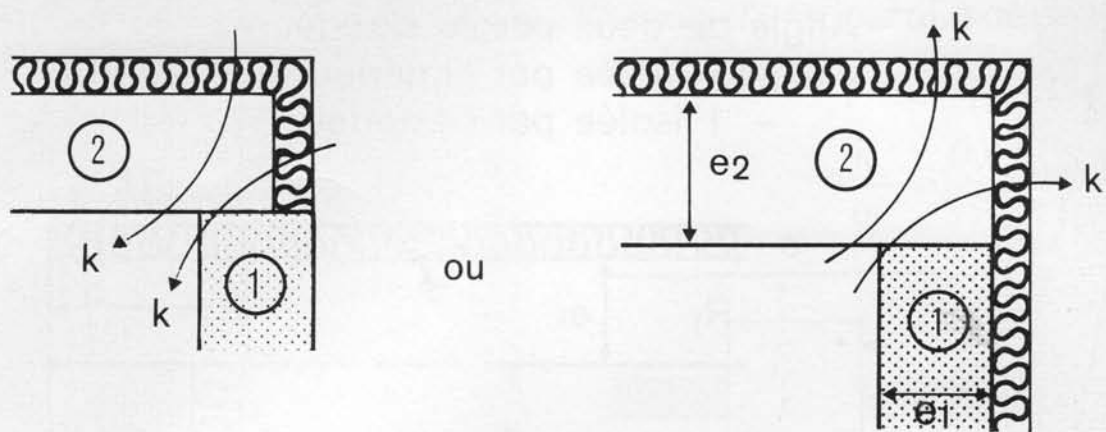


Angle saillant d'une paroi isolée/ext.

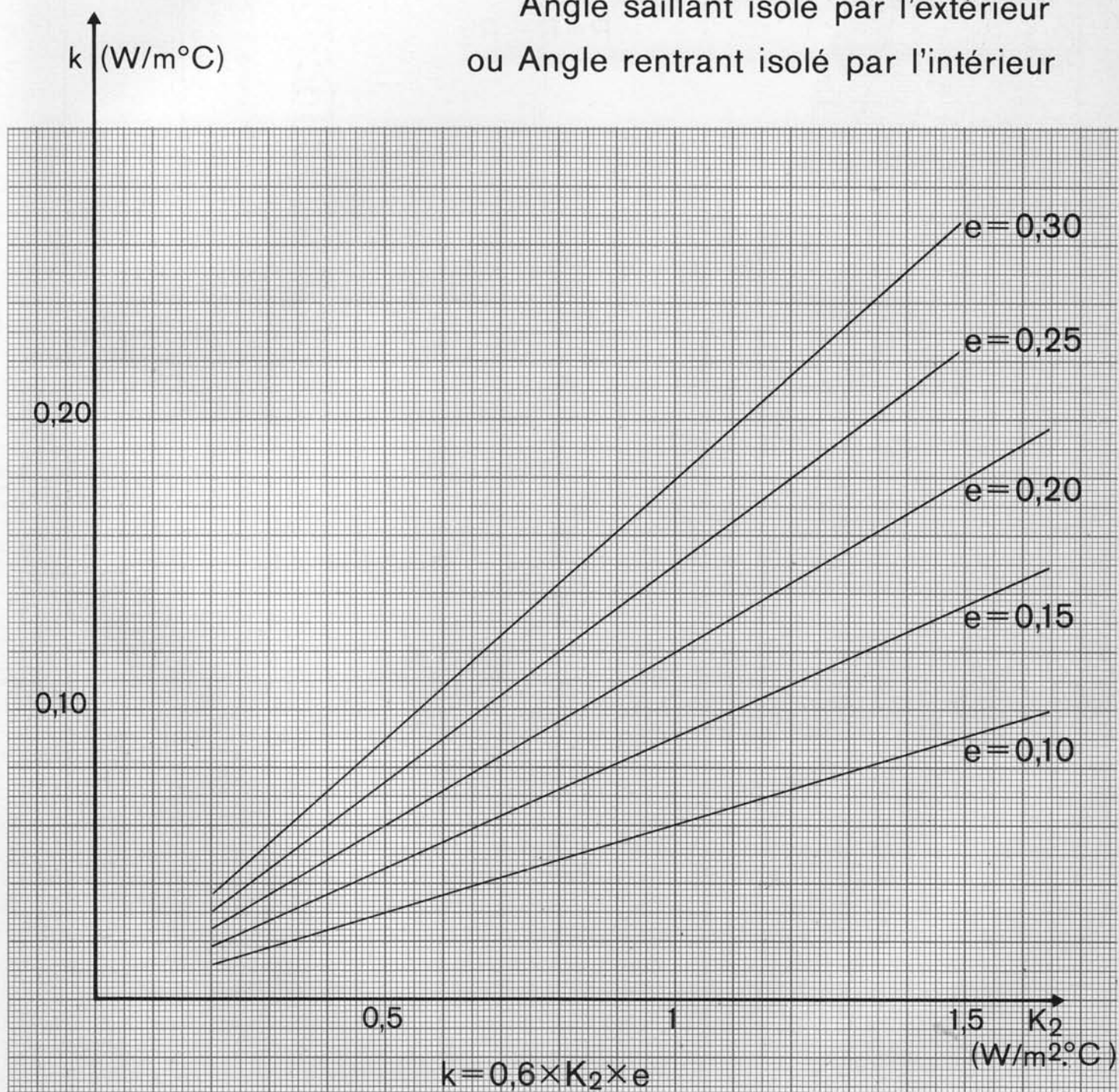
Angle rentrant d'une paroi isolée/int.

et d'une paroi à isolation répartie



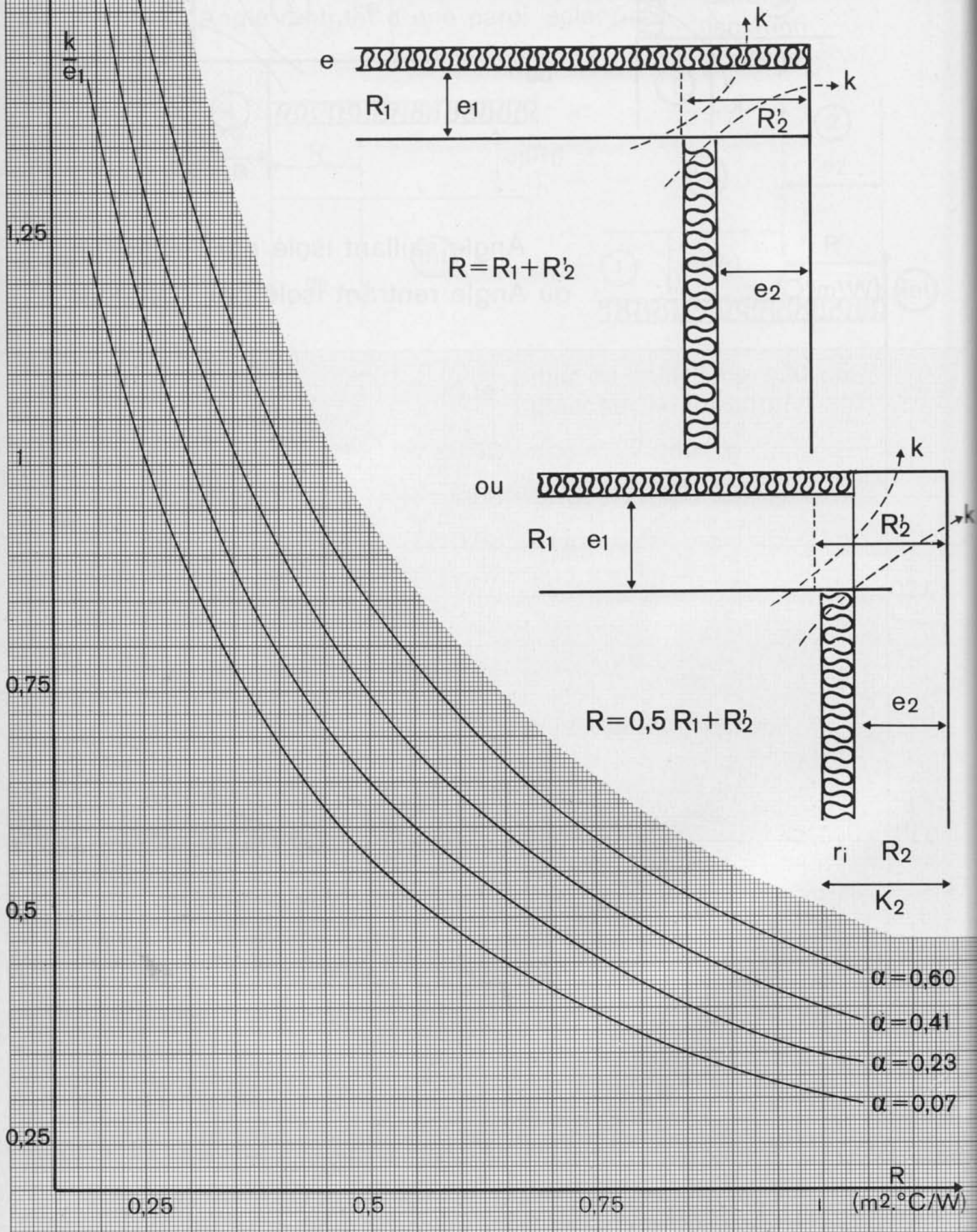


Angle saillant isolé par l'extérieur
ou Angle rentrant isolé par l'intérieur



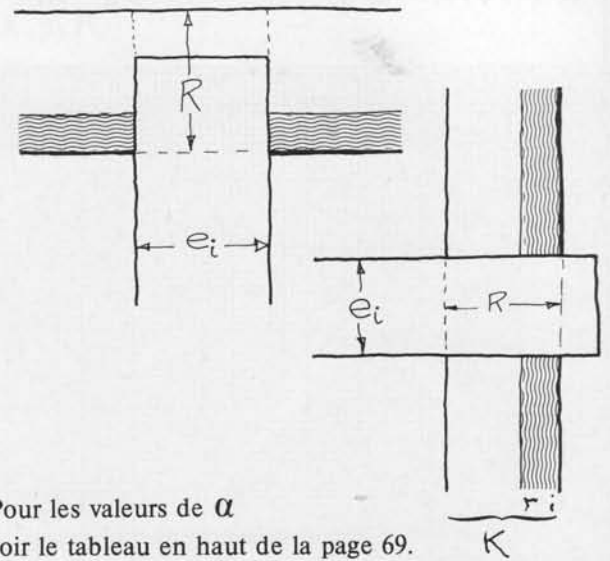
Angle de deux parois extérieures

- 1 isolée par l'intérieur
- 1 isolée par l'extérieur

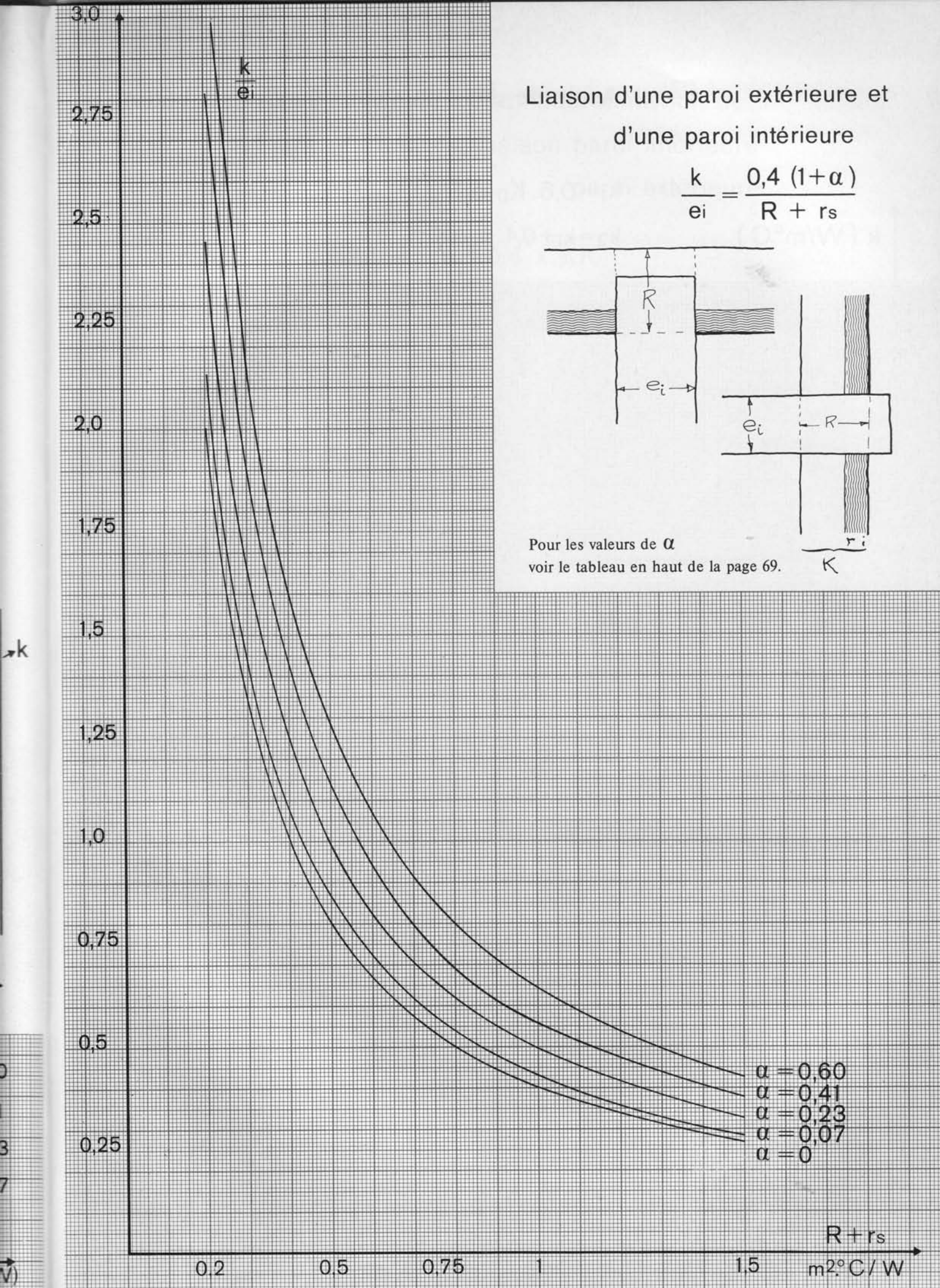


Liaison d'une paroi extérieure et
d'une paroi intérieure

$$\frac{k}{e_i} = \frac{0,4 (1 + \alpha)}{R + r_s}$$



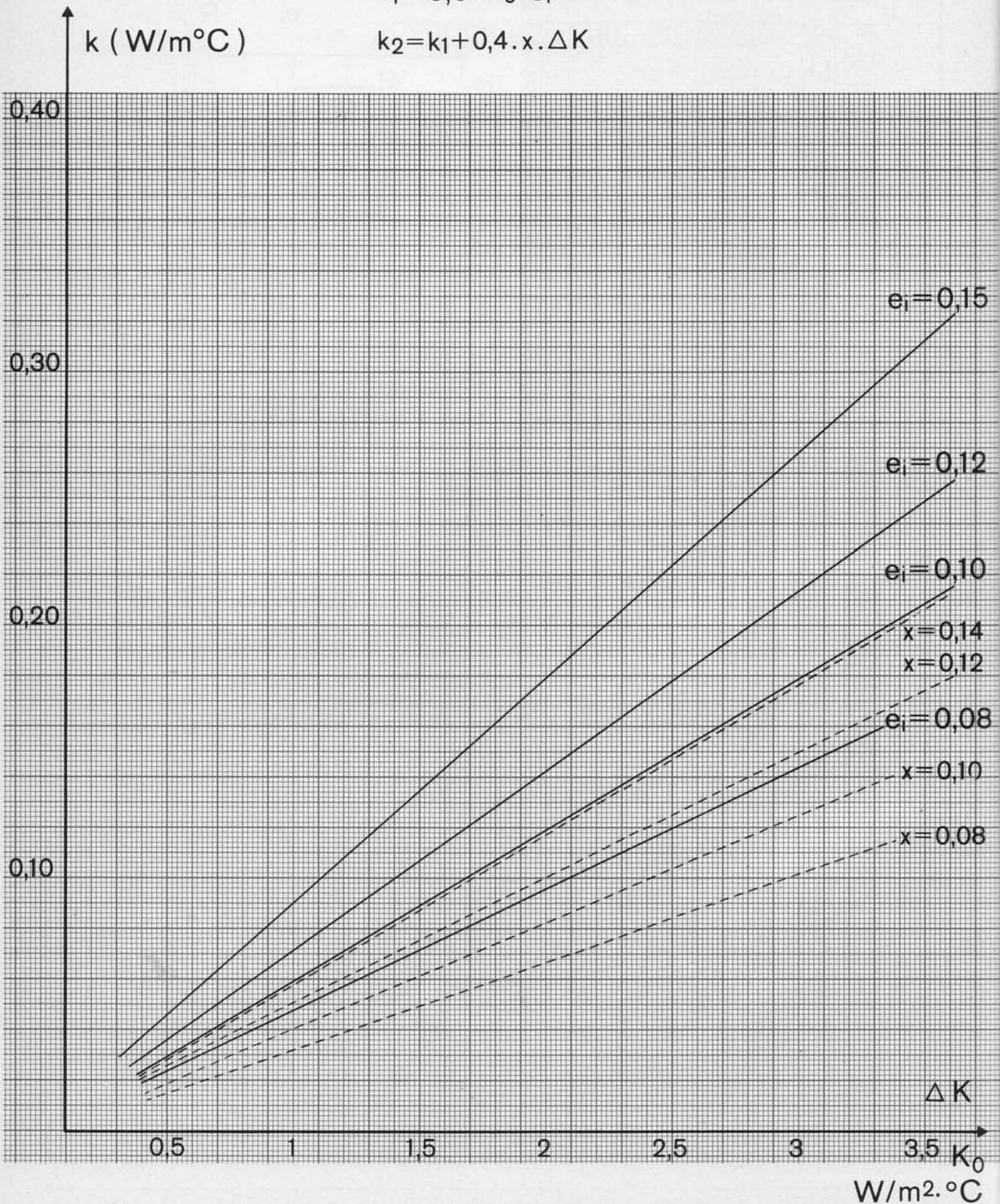
Pour les valeurs de α
voir le tableau en haut de la page 69.



Angle de deux panneaux sandwichs béton

$$k_1 = 0,6 \cdot K_0 \cdot e_i$$

$$k_2 = k_1 + 0,4 \cdot x \cdot \Delta K$$

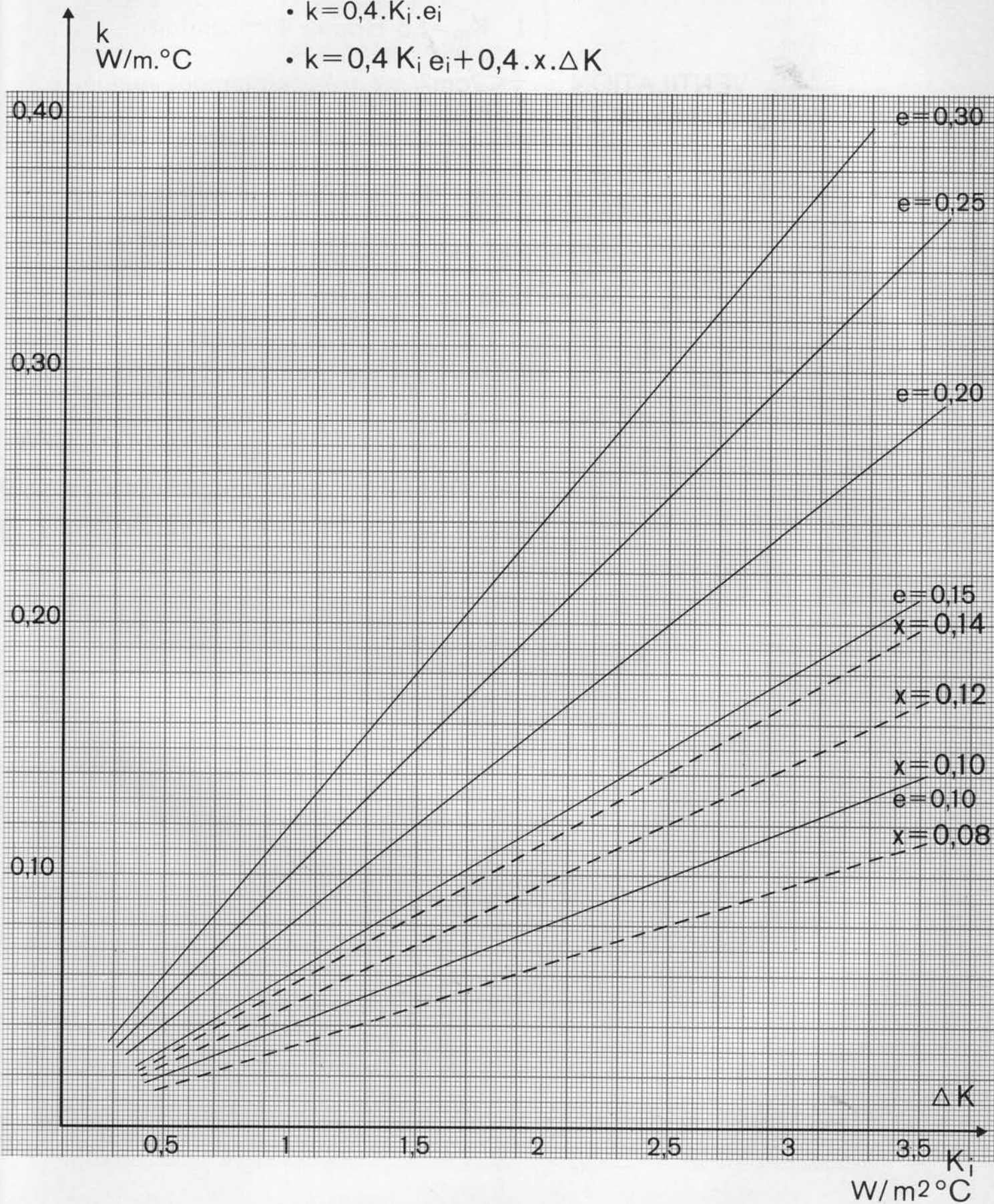


Panneau sandwich béton+isolant

Liaison paroi intérieure-
paroi extérieure

• $k = 0,4 \cdot K_i \cdot e_i$

• $k = 0,4 K_i e_i + 0,4 \cdot x \cdot \Delta K$



Cas des vides sanitaires

- FONDATIONS $\left\{ \begin{array}{l} 3 \quad K_m=2,5 \quad 30\text{cm. béton} \\ 2 \quad K_m=2 \quad \text{Agglo 27 + enduit} \\ 1 \quad K_m=1,5 \quad \text{Brique 27 + enduit} \end{array} \right.$

VENTILATION $\frac{S}{A} < 2\text{cm}^2/\text{m}^2$ très faiblement ventilé

$2\text{cm}^2/\text{m}^2 < \frac{S}{A} < 10\text{cm}^2/\text{m}^2$ faiblement ventilé

$\frac{S}{A} > 10\text{cm}^2/\text{m}^2$ de plancher fortement ventilé

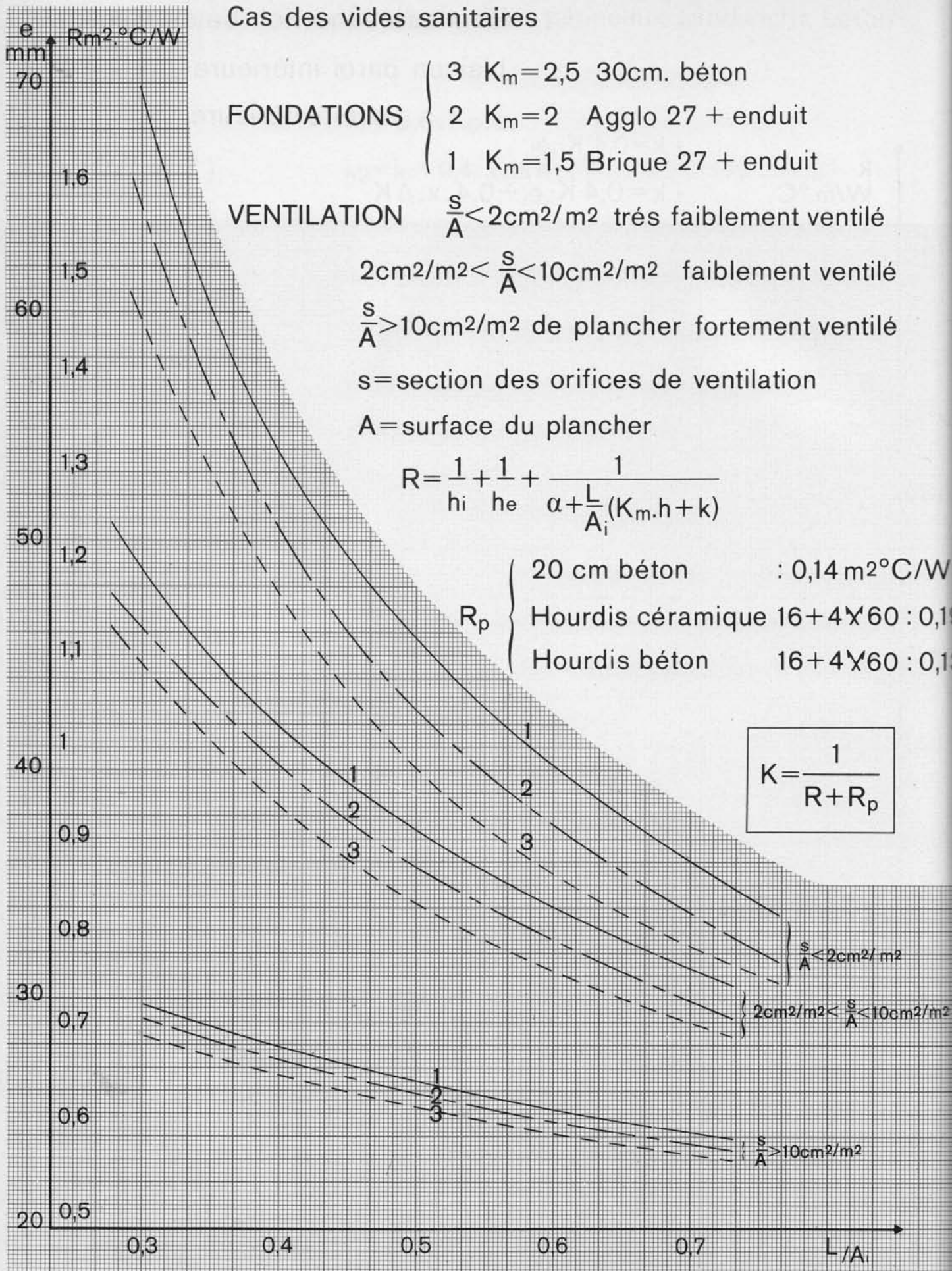
s = section des orifices de ventilation

A = surface du plancher

$$R = \frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} + \frac{1}{\alpha + \frac{L}{A_i}(K_m \cdot h + k)}$$

- $R_p \left\{ \begin{array}{ll} 20 \text{ cm béton} & : 0,14 \text{ m}^2\text{°C/W} \\ \text{Hourdis céramique 16+4'60} & : 0,19 \\ \text{Hourdis béton 16+4'60} & : 0,14 \end{array} \right.$

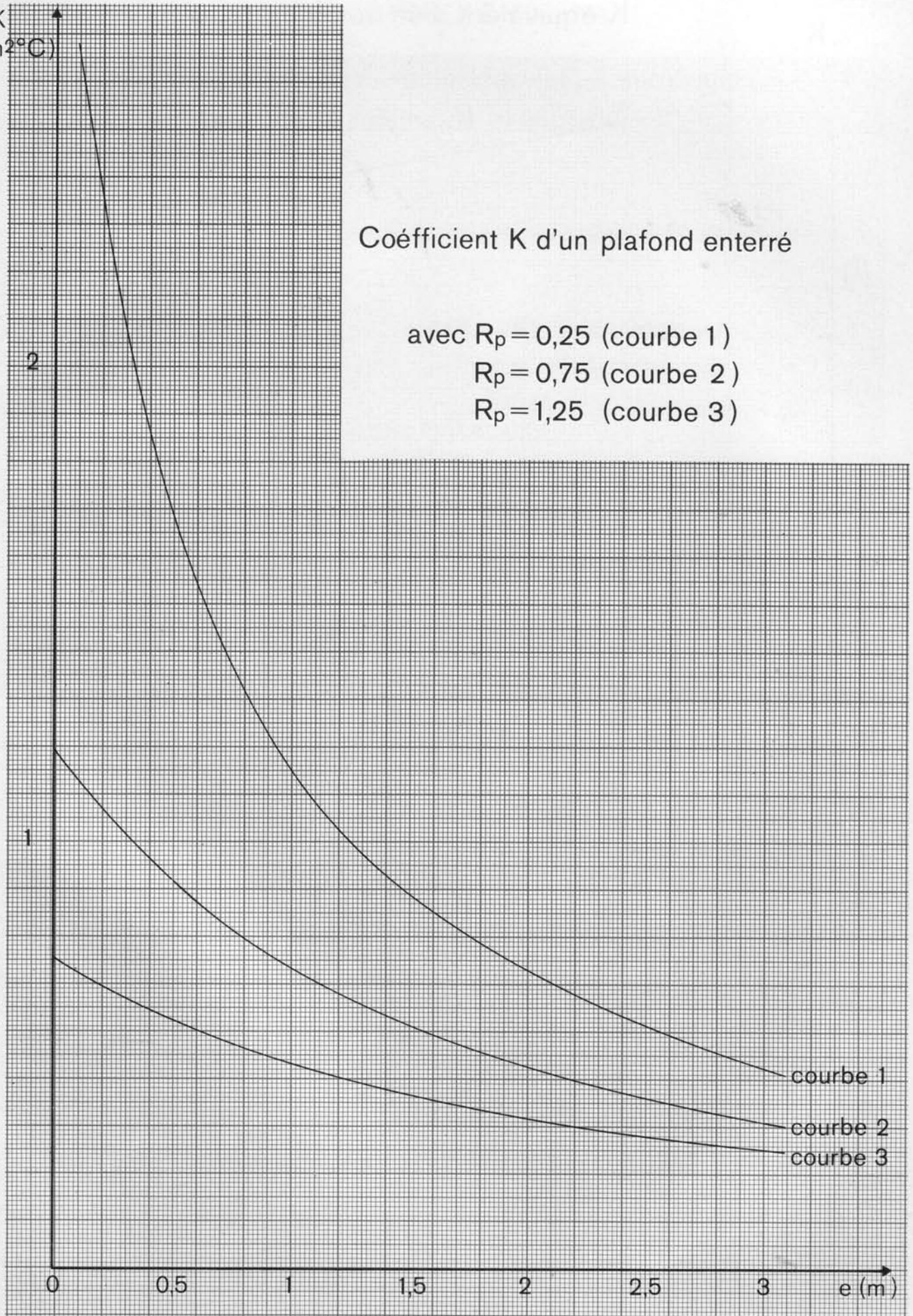
$$K = \frac{1}{R + R_p}$$



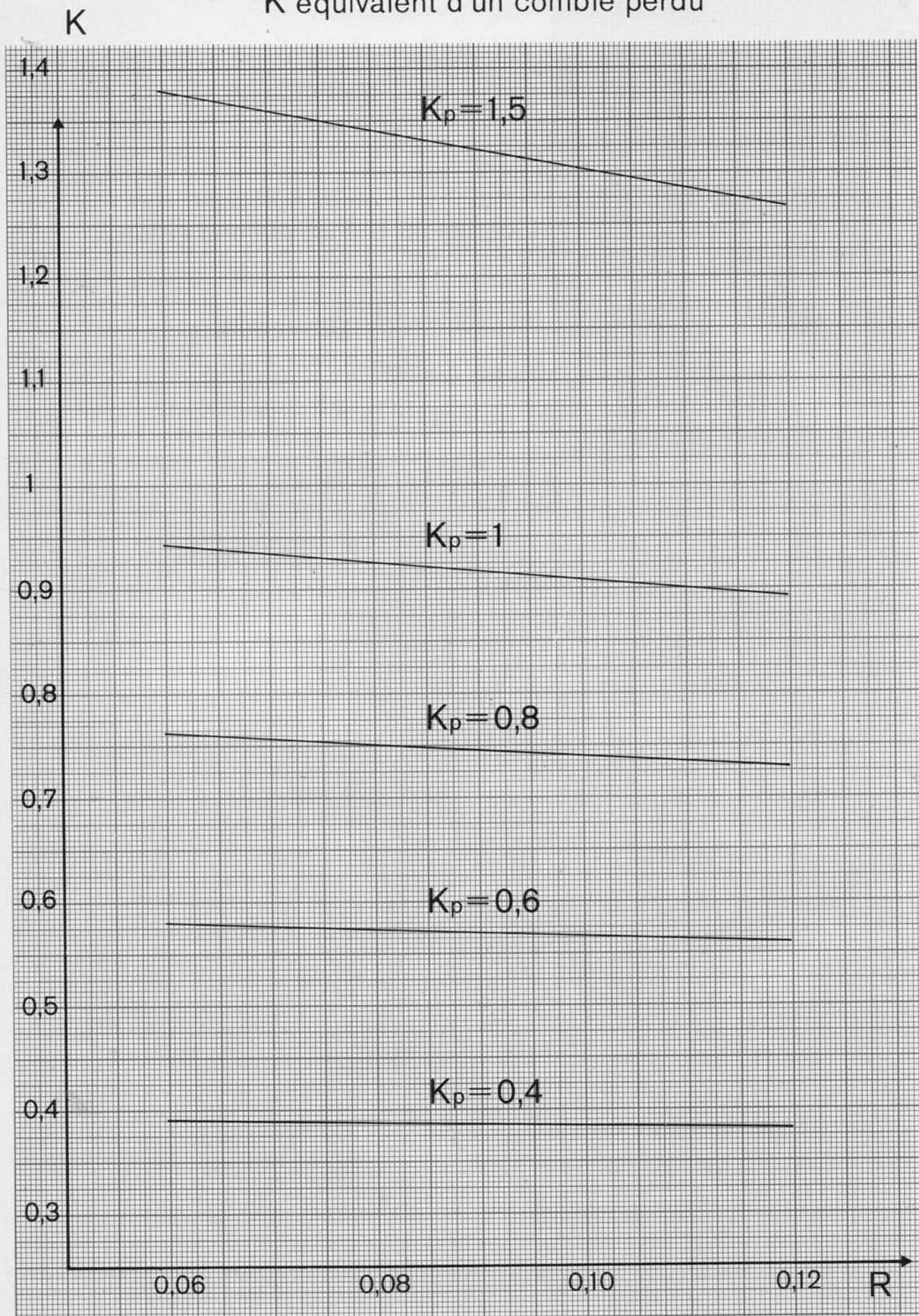
K
(W/m²°C)

Coéfficient K d'un plafond enterré

avec $R_p = 0,25$ (courbe 1)
 $R_p = 0,75$ (courbe 2)
 $R_p = 1,25$ (courbe 3)



K équivalent d'un comble perdu



$$R = \frac{1}{5 + \frac{\sum K_e A_e}{A_i}}$$

ANNEXE 10

Exemples de calcul de coefficients k surfaciques (applications du chapitre 4)

MURS EXTÉRIEURS

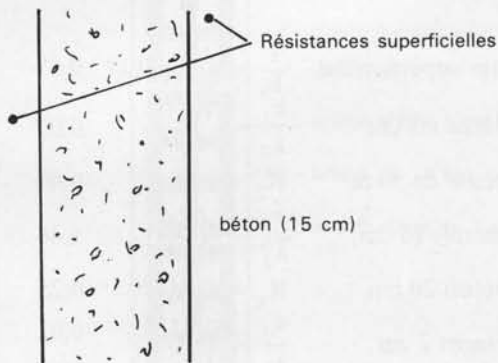


Fig. 4.21

Résistances superficielles : $\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0,17 \rightarrow 0,17$
 béton (15 cm) $\frac{e}{\lambda} = \frac{0,15}{1,75} \rightarrow 0,086$
 $R_T = \underline{0,256}$

$$K = \frac{1}{R_T} = 3,91 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

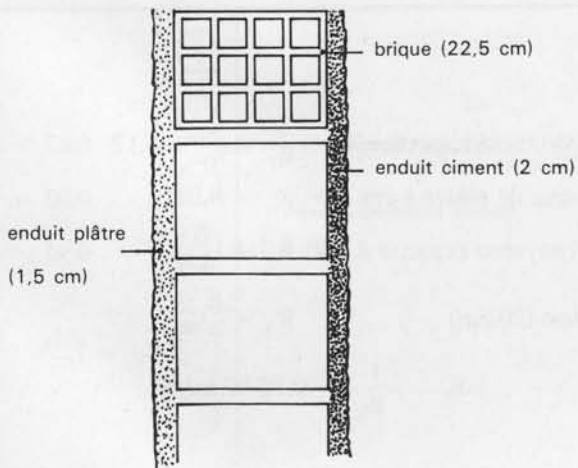


Fig. 4.20

Résistances superficielles $\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0,17 \rightarrow 0,17$
 Enduit plâtre de 1,5 cm $\frac{e_1}{\lambda_1} = \frac{0,015}{0,46} \quad 0,033$
 Brique 22,5 $R_u = 0,39 \quad 0,39$
 Enduit ciment 2 cm $\frac{e_2}{\lambda_2} = \frac{0,02}{1,15} \quad 0,017$
 $R_T = \underline{0,59}$

$$K = \frac{1}{R_T} = 1,70 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

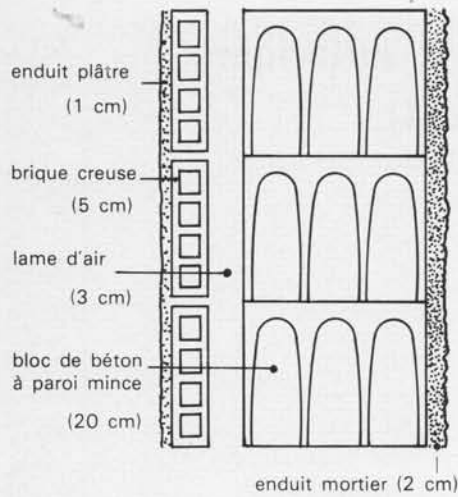


Fig. 4.22

Résistances superficielles	$\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_e} = 0,17$	0,17
Enduit plâtre 1 cm	$\frac{e_1}{\lambda_1} = \frac{0,01}{0,046}$	0,022
Brique creuse 5 cm	$R_u = 0,09$	0,09
Lame d'air 3 cm	$R_u = 0,16$	0,16
Bloc de béton 20 cm à paroi mince	$R_u = 0,25$	0,25
Enduit mortier 2 cm	$\frac{e_2}{\lambda_2} = \frac{0,02}{1,15}$	0,018
		<u>0,71</u>
$K = \frac{1}{R_T} = 1,41 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$		

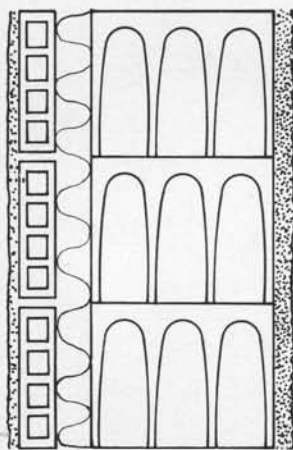


Fig. 4.23

Résistances superficielles	$\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_e} = 0,17$	0,17
Enduit plâtre 1,5 cm	$\frac{e_1}{\lambda_1} = \frac{0,015}{0,46}$	0,03
Brique creuse de 5 cm	$R_2 = 0,09$	0,09
Laine minérale (6 cm)	$\frac{e_3}{\lambda_3} = \frac{0,06}{0,041}$	1,46
Bloc de béton 20 cm	$R_4 = 0,25$	0,25
Enduit ciment 2 cm	$\frac{e_5}{\lambda_5} = \frac{0,02}{1,15}$	0,02
		<u>2,02</u>
$K = \frac{1}{R_T} = 0,49 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$		

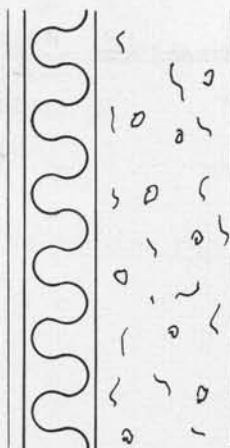


Fig. 4.24

Résistances superficielles	$\frac{1}{h_1} + \frac{1}{h_e} = 0,17$	0,17
Plaque de plâtre 1 cm	$R_1 = 0,02$	0,02
Polystyrène expansé 4 cm	$R_2 = \frac{0,04}{0,042}$	0,95
Béton (20 cm)	$R_3 = \frac{0,20}{1,75}$	$R_T = 1,25$
$K = \frac{1}{R_T} = 0,80 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$		

MURS INTÉRIEURS

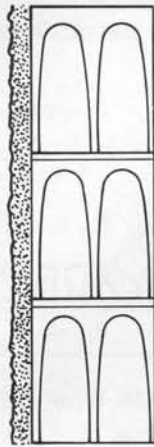


Fig. 4.25

Ex : séparation cuisine garage

Résistances superficielles	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0,24$	0,24
Enduit plâtre 1,5 cm	$R_1 = \frac{0,015}{0,46}$	0,03
Bloc de béton de 15 cm	$R_2 = 0,18$	<u>0,18</u>
		0,45

$$K = \frac{1}{R_T} = 2,22 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

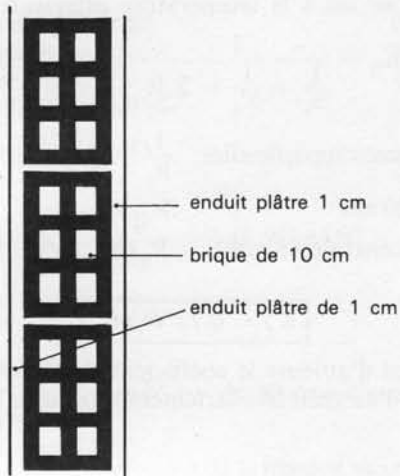


Fig. 4.26

Résistances superficielles	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0,24$	0,24
Enduit plâtre 1 cm	$R_1 = \frac{0,01}{0,46}$	0,02
Brique de 10 cm	$R_2 = 0,20$	0,20
Enduit plâtre de 1 cm	$R_3 = \frac{0,01}{0,46}$	0,02
		<u>$R_T = 0,48$</u>

$$K = \frac{1}{R_T} = 2,08 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

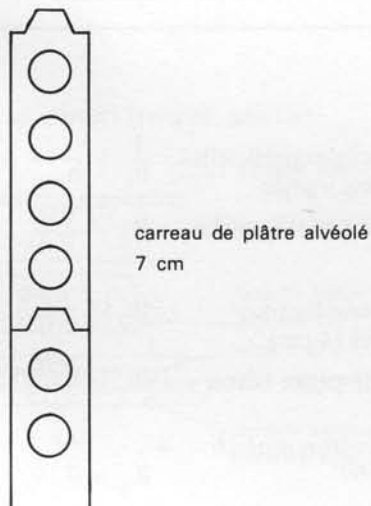


Fig. 4.27

Résistances superficielles	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0,24$	0,24
Carreau de plâtre alvéolé 7 cm.	$R = 0,22$	<u>0,22</u>
		$R_T = 0,46$

$$K = \frac{1}{R_T} = 2,17 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$$

MUR EXTÉRIEUR. Isolé par l'extérieur.

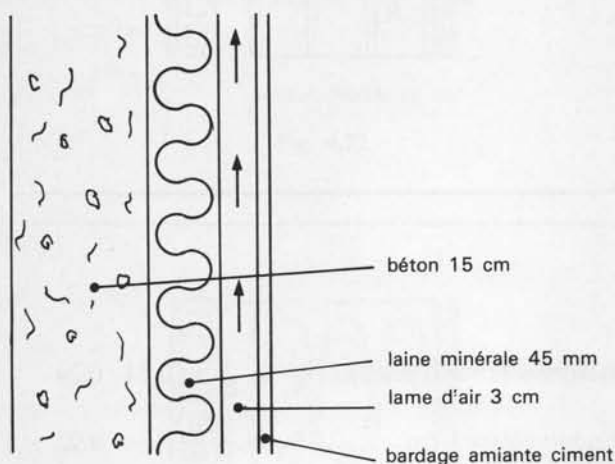


Fig. 4.28

Paroi très faiblement ventilée
($s < 20 \text{ cm}^2$ d'ouverture par ml de mur)

Résistances superficielles	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0,17$	0,17
Béton 15 cm	$R_1 = \frac{0,15}{1,75}$	0,09
Laine minérale 45 mm	$R_2 = \frac{0,045}{0,041}$	1,10
Lame d'air 3 cm.	$R_3 = 0,16$	0,16
Bardage Amiante Ciment 6 mm	$R_4 = \frac{0,006}{0,95}$	

$$K_1 = 0,66 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C} \quad R = 1,25$$

*

Même paroi mais faiblement ventilée (100 cm^2 d'ouverture/ml de mur)

Nous allons calculer K_2 en considérant donc que l'influence de la lame d'air et du revêtement extérieur est négligeable, c'est-à-dire en considérant que la lame d'air est à la température extérieure :

$$\text{donc } K_2 = \frac{1}{\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h'_i} + \Sigma R}$$

Résistances superficielles	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h'_i} = 0,20$	0,20
Béton 20 cm	$R_1 =$	0,09
Laine minérale 45 mm	$R_2 =$	$\frac{1,10}{1,39}$

$$K_2 = 0,72 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

Ce serait d'ailleurs le coefficient K de cette paroi si la lame d'air était très fortement ventilée ($s > 500 \text{ cm}^2/\text{ml}$)

Dans le cas présent

$$K = K_1 + (K_2 - K_1) = 0,66 + 0,1(0,72 - 0,66)$$

$$K \approx 0,67 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

TOITURE

Toiture Terrasse

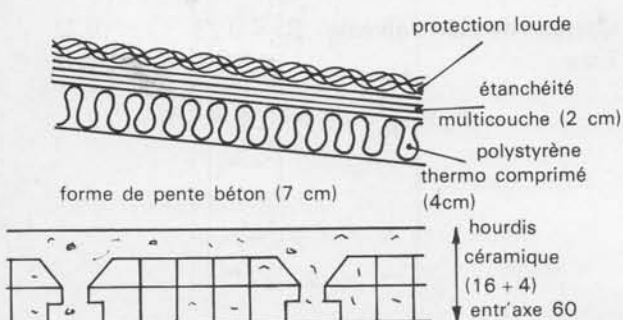


Fig. 4.29

Résistances superficielles	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0,14$	0,14
Protection lourde		
Étanchéité multicouche 2 cm	$R_1 = \frac{0,02}{0,23}$	0,09
Polystyrène thermo- comprimé (4 cm)	$R_2 = \frac{0,04}{0,036}$	1,11
Forme de pente béton 7 cm	$R_3 = \frac{0,07}{1,75}$	0,04
Hourdis céramique 16 + 4 entraxe 60	$R_4 = 0,19$	$\frac{0,19}{1,57}$

$$K = \frac{1}{R_T} = 0,64 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

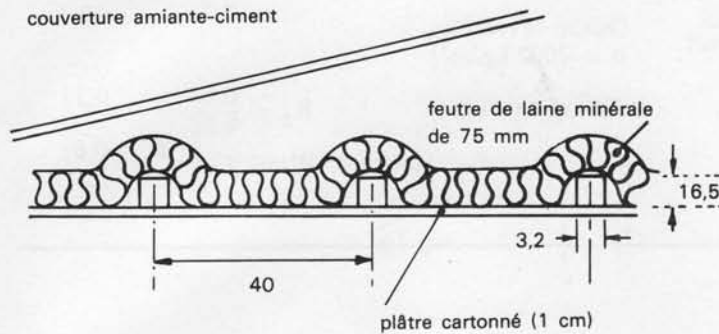


Fig. 4.30

Comble très faiblement ventilé: ($s < 3 \text{ cm}^2/\text{m}^2$ de plafond)

Résistances superficielles	0,14
Plâtre cartonné	0,02
Isolant + ossature	1,78
Résistance de la lame d'air	0,14
Couverture $\frac{0,008}{0,98} \sim 0$	2,18

$$\text{soit } K_1 = \frac{1}{R_T} = 0,46 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

Comble fortement ventilé (+ de 30 cm^2 d'ouverture par m^2 de plafond).

On néglige alors la présence de la lame d'air et de la couverture

donc on aura :

Résistances superficielles $\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e}$	0,18
Plâtre cartonné 1 cm	0,02
Feutre de laine minérale 75 mm + ossature bois $16,5 \times 3,2$	$\frac{1,78}{1,98}$

$$K_2 = 0,505 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

Comble faiblement ventilé

le coefficient K est donné par la formule $K = K_1 + \alpha (K_2 - K_1)$ avec $\alpha = 0,4$

$$\text{donc } K = 0,46 + 0,4 (0,505 - 0,46) = 0,478 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$$

On trouve d'ailleurs un résultat très voisin, en négligeant la lame d'air mais en considérant le plafond comme une paroi interne, surtout avec des épaisseurs d'isolants $> 60 \text{ mm}$.

PLANCHER

1 — sur passage ouvert (porche, galerie)

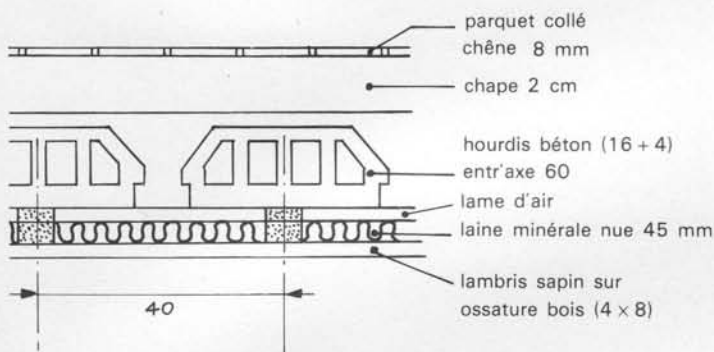


Fig. 4.31

Résistances superficielles $\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0,22$	0,22
Parquet collé chêne 8 mm $R_1 = \frac{0,008}{0,23}$	0,03
Chape 2 cm $R_2 = \frac{0,02}{1,15}$	0,02
Hourdis béton 16 + 4 entraxe 60 $R_3 = 0,13$	0,13
Laine minérale nue 45 mm + lame d'air $R_4 = 1,21$	1,21
Lambris sapin sur ossature bois 4×8 $R_5 = \frac{0,01}{0,12}$	0,08
$K = 0,59 \text{ W/m}^2 \cdot \text{°C}$	$\frac{1,69}{1,69}$

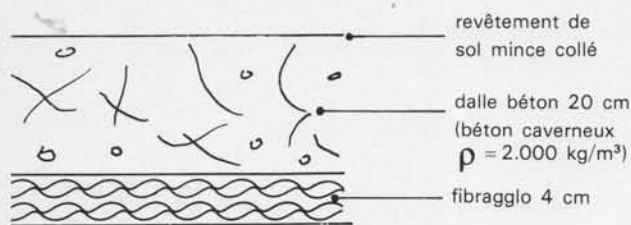
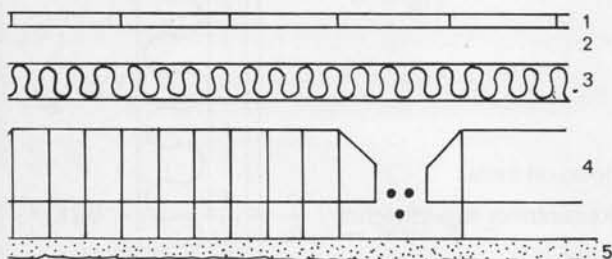


Fig. 4.32

Résistances superficielles		0,22
Revêtement de sol mince collé		
Dalle béton 20 cm (béton caverneux $\rho = 2000 \text{ kg/m}^3$)	$R_1 = \frac{0,20}{1,4}$	0,14
Fibragglo 4 cm	$R_2 = \frac{0,04}{0,12}$	0,33
	$K = 1,45 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	$R = \overline{0,69}$

2 — plancher sur garage



- 1 carrelage terre cuite 2 cm
- 2 chape 4 cm
- 3 Mousse thermo comprimée 4 cm
- 4 hourdis céramique (16 + 4) entr'axe 60
- 5 enduit plâtre 1,5 cm

Fig. 4.33

Résistances superficielles	$\frac{1}{h_i} + \frac{1}{h_e} = 0,34$	0,34
Carrelage terre cuite 2 cm	$R_1 = \frac{0,02}{1,15}$	0,02
Chape 4 cm	$R_2 = \frac{0,04}{1,15}$	0,03
Mousse thermo-comprimée 4 cm	$R_3 = \frac{0,04}{0,038}$	1,05
Hourdis céramique 16 + 4 x 60	$R_4 = 0,19$	0,19
Enduit plâtre 1,5 cm	$R_5 = \frac{0,015}{0,46}$	0,03
	$K = 0,60 \text{ W/m}^2 \cdot ^\circ\text{C}$	$\overline{1,66}$