

BACCALAURÉAT PROFESSIONNEL
OUVRAGES DU BÂTIMENT
Aluminium, verre et matériaux de synthèse

Session 2010

Durée : 3 heures

Coefficient : 2

EPREUVE E11 (U11) - Analyse technique d'un ouvrage

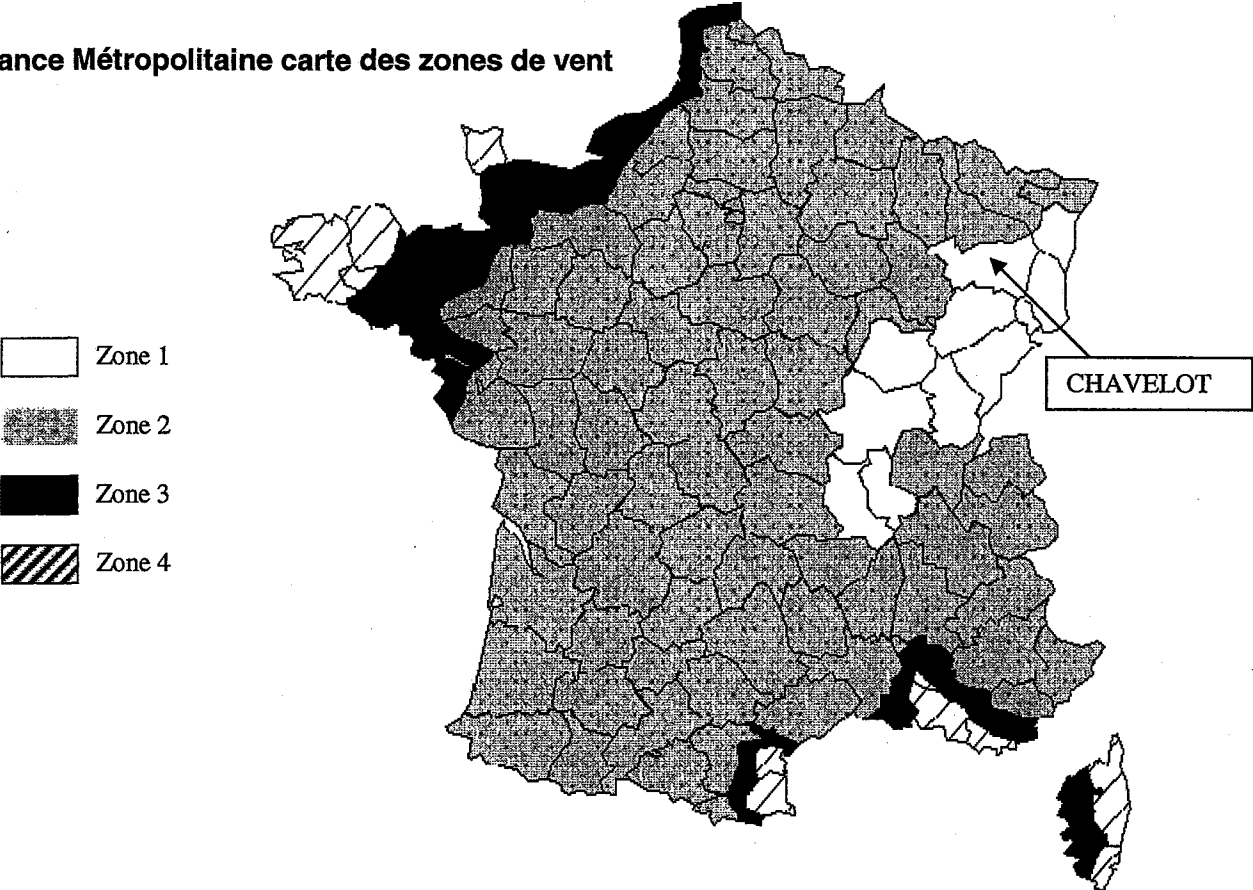
Ce dossier comporte **12** pages, numérotées de **DTC 1 / 12** à **DTC 12 / 12**

Assurez-vous que cet exemplaire est complet.

S'il est incomplet, demandez un autre exemplaire au chef de salle.

EXTRAIT DU D.T.U. P06-002

France Métropolitaine carte des zones de vent



La situation d'environnement de la construction

De ce point de vue, on distingue quatre situations d'environnement de la construction :

- a) à l'intérieur des grands centres urbains (zone urbaine où les bâtiments occupent au moins 15% de la surface et ont une hauteur moyenne supérieure à 15m);
- b) dans les villes petites et moyennes ou à la périphérie des grands centres urbains ; dans les zones industrielles ; dans les zones forestières;
- c) en rase campagne;
- d) en bord de lacs ou plans d'eau pouvant être parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 Km ou en bord de mer, lorsque la construction étudiée est à une distance du rivage inférieure à 20 fois la hauteur de cette construction.

Dans certains cas, en bord de mer, les vents forts viennent de l'intérieur des terres; c'est par exemple le cas général du littoral méditerranéen situé en zone 3 et 4 (hors Corse), dans ce cas, les fenêtres dont la situation correspond à la définition précédente sont considérées comme en situation (c) vis-à-vis des effets du vent.

La hauteur de la fenêtre au-dessus du sol : H

On distingue de ce point de vue les fenêtres dont la partie haute est située à une hauteur H au dessus du sol telle que :

- $H \leq 6$
- $6 < H \leq 18$
- $18 < H \leq 28$
- $28 < H \leq 50$
- $50 < H \leq 100$

Lorsque la construction est située au-dessus d'une dénivellation de pente moyenne supérieure à 1 (angle > 45°), la hauteur au-dessus du sol doit être comptée à partir du pied de la dénivellation, sauf si la construction est située à une distance de celle-ci supérieure à deux fois la hauteur de cette dénivellation.

Classement AEV						
Zone	Situation	Hauteur H (m) de la fenêtre au-dessus du sol				
		H ≤ 6	6 < H ≤ 18	18 < H ≤ 28	28 < H ≤ 50	50 < H ≤ 100
1	b	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_5^* V_{A2}^*$
	d	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_5^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_5^* V_{A2}^*$	$A_3^* E_6^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_6^* V_{A3}^*$
2	b	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_5^* V_{A2}^*$
	d	$A_2^* E_5^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_5^* V_{A2}^*$	$A_3^* E_6^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_6^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_7^* V_{A3}^*$
3	b	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_5^* V_{A2}^*$	$A_3^* E_6^* V_{A3}^*$
	d ^{a)}	$A_2^* E_5^* V_{A2}^*$	$A_3^* E_6^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_7^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_7^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_8^* V_{A4}^*$
4	b	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_5^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_5^* V_{A2}^*$	$A_3^* E_6^* V_{A3}^*$
	d ^{a)}	$A_3^* E_6^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_7^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_7^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_8^* V_{A4}^*$	$A_3^* E_8^* V_{A4}^*$
5 DOM-TOM	b	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_2^* E_4^* V_{A2}^*$	$A_3^* E_6^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_7^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_8^* V_{A4}^*$
	d	$A_2^* E_4^* V_{A3}^*$	$A_3^* E_4^* V_{A4}^*$	$A_3^* E_8^* V_{A4}^*$	$A_3^* E_8^* V_{A5}^*$	$A_3^* E_9^* V_{A5}^*$
a) Sur le littoral méditerranéen, hors Corse, les fenêtres en situation d des zones 3 et 4 sont considérées comme en situation c.						

Pour les classes de résistance au vent : V*

- de façon générale, les classes indiquées sont les classes V_{A2}^* à V_{A5}^* avec le critère du 1/150^{ème}
- si le critère est celui du 1/300^{ème} selon l'exigence indiquée en 6.1.2.1.2 ces classes sont les classes V_{C2}^* à V_{C3}^* (limite supérieure de rigidité).

Pour les classes d'étanchéité à l'eau : E*

- de façon générale, les classes indiquées sont les classes E_{4A}^* à E_{9A}^*
- si l'ouvrage est partiellement protégé de la pluie, selon 8.3, les classes indiquées sont les classes E_{4B}^* à E_{7B}^* puis E_{8A}^* à E_{9A}^*
- si l'ouvrage est totalement protégé de la pluie, selon 8.4, les classes indiquées doivent être modifiées selon le tableau 6.

France Métropolitaine carte des régions

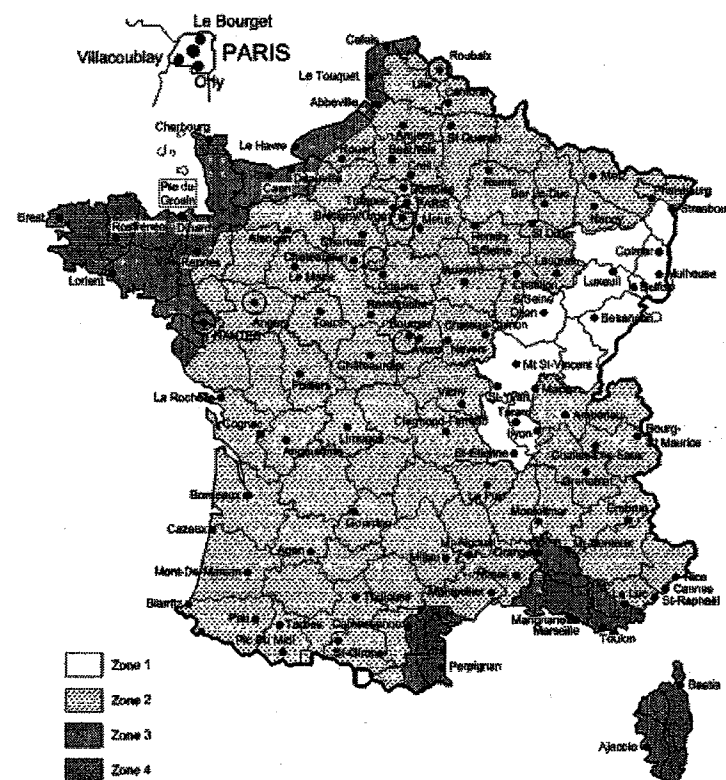


Figure 1 — Carte «vent»

Définition des zones

En 4 zones pour la détermination de la pression de vent P
La situation d'environnement de la construction

De ce point de vue, on distingue quatre situations d'environnement de la construction :

- à l'intérieur des grands centres urbains (zone urbaine où les bâtiments occupent au moins 15% de la surface et ont une hauteur moyenne supérieure à . 15m);
- dans les villes petites et moyennes ou à la périphérie des grands centres urbains ; dans les zones industrielles ; dans les zones forestières;
- en rase campagne;
- en bord de lacs ou plans d'eau pouvant être parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5 Km ou en bord de mer, lorsque la construction étudiée est à une distance du rivage inférieure à 20 fois la hauteur de cette construction.

La hauteur de la fenêtre au-dessus du sol : H

On distingue de ce point de vue les fenêtres dont la partie haute est située à une hauteur H au dessus du sol telle que :

- $H \leq 6$
- $6 < H \leq 18$
- $18 < H \leq 28$
- $28 < H \leq 50$
- $50 < H \leq 100$

CALCUL DE L'EPAISSEUR DES VITRAGES VERTICAUX

1. Vitrages plans

Principe : La pression de calcul P est utilisée dans les formules ci-après pour déterminer une épaisseur e_1

- un facteur de réduction c lié au type de châssis est à utiliser,
- le produit ($e_1 \times c$) est multiplié par un facteur d'équivalence ϵ_1 , ϵ_2 , ou ϵ_3 qui dépend du type de vitrage,
- la condition de vérification est la somme et des épaisseurs nominales et/ ou équivalentes des composants du vitrage qui doit être au moins égale au produit ($e_1 \times c \times \epsilon$),
- dans le cas d'au moins un bord libre, il faut vérifier en supplément la déformation du vitrage, par rapport à une épaisseur équivalente e_2 ; sans dépasser la valeur admissible la flèche est vérifiée. Dans le cas contraire il faudra augmenter l'épaisseur des composants jusqu'au respect des exigences.

1.1 Vitrages pris en feuillure sur 4 côtés : Pour les vitrages en appui sur toute leur périphérie deux formules :

- a) Vitrage dont le rapport L/l est inférieur ou égal à 3

$$e_1 = \sqrt{\frac{S \times P}{72}}$$

- b) Vitrage dont le rapport L/l est supérieur à 3

$$e_1 = \frac{l \sqrt{P}}{4,9}$$

1.2 Vitrages pris en feuillure sur 3 côtés : Pour les vitrages en appui sur 3 côtés trois formules :

- a) Vitrage dont le bord libre est le grand côté et si le rapport L/l est inférieur ou égal à 9

$$e_1 = \sqrt{\frac{L \times 3 \times l \times P}{72}}$$

et si le rapport L/l est supérieur à 9

$$e_1 = \frac{3 \times l \times \sqrt{P}}{4,9}$$

- b) Vitrage dont le bord libre est le petit côté

$$e_1 = \frac{l \sqrt{P}}{4,9}$$

1.3 Vitrages pris en feuillure sur 2 côtés :

Pour les vitrages en appui sur 2 côtés opposés, e_1 dépend du bord libre L ou l

$$e_1 = \frac{l \text{ ou } L \sqrt{P}}{4,9}$$

Dans ces formules :

e_1 est exprimée en mm
P est exprimée en Pa
S est exprimée en m²
L et l est exprimée en m

b est exprimée en m
 e_2 est exprimée en mm

Résultats arrondis à 1 décimale

EXTRAIT DU DTU 39
Tableau pression de vent Facteurs d'équivalence

Tableau – Pressions de vent en Pa

Pression de vent en Pa suivant DTU 39 P4 - Tableau 2 -					
Zone	Situation	Hauteur H (m) de la fenêtre au-dessus du sol			
		H ≤ 6	6 < H ≤ 18	18 < H ≤ 28	28 < H ≤ 50
1	a	600	600	600	800
	b	600	600	650	950
	c	650	900	1000	1300
	d	850	1050	1150	1400
2	a	600	600	700	1100
	b	600	800	900	1300
	c	900	1100	1200	1550
	d	1400	1600	1700	1900
3	a	800	900	1000	1700
	b	900	1100	1300	2000
	c	1300	1600	1800	2200
	d	1500	1800	2000	2300
4	a	900	1050	1150	1450
	b	1000	1250	1500	1800
	c	1500	1800	2000	2150
	d	1700	1900	2050	2250
5	a	1200	1350	1500	1900
	b	1300	1600	1950	2350
	c	1950	2350	2600	2800
	d	2200	2450	2650	2900

Facteur de réduction C

C=1, sauf dans les cas suivants :

- pour les vitrages monolithiques fixes de surfaces supérieure à 5m² et maintenus sur 4 ou 3 côtés et dont la partie supérieure est à moins de 6m du sol extérieur : C= 0,8
- pour les vitrages monolithiques fixes maintenus sur 2 côtés avec les bords libres supérieurs à 2m et dont la partie supérieure est à moins de 6m du sol extérieur : C= 0,8
- pour les autres vitrages monolithiques fixes : C= 0,9

Facteurs d'équivalence ϵ_x

Facteur d'équivalence des vitrages isolants suivant DTU 39 P4 - Tableau 5 -		
Type de vitrage		ϵ_1
Vitrage isolant NF EN 1279	Comportant deux produits verriers	1,50
	Comportant trois produits verriers	1,70
Facteur d'équivalence des vitrages feuilletés suivant DTU 39 P4 - Tableau 6 -		
Type de vitrage		ϵ_2
Vitrage feuilleté de sécurité NF EN ISO 12543-2	Deux composants verriers	1,30
	Trois composants verriers	1,50
	Quatre composants verriers et plus	1,60
Vitrage feuilleté NF EN ISO 12543-3	Deux composants verriers	1,60
	Trois composants verriers et plus	2,00
Facteur d'équivalence des vitrages simples monolithiques suivant DTU 39 P4 -		
Type de vitrage		ϵ_3
Vitrage recuit	NF EN 572-2	1
Vitrage recuit armé	NF EN 572-3	1,20
Vitrage étiré	NF EN 572-4	1,10
Vitrage imprimé	NF EN 572-5	1,10
Vitrage imprimé armé	NF EN 572-6	1,30
Vitrage trempé	NF EN 12150 ou NF EN 14179	0,80

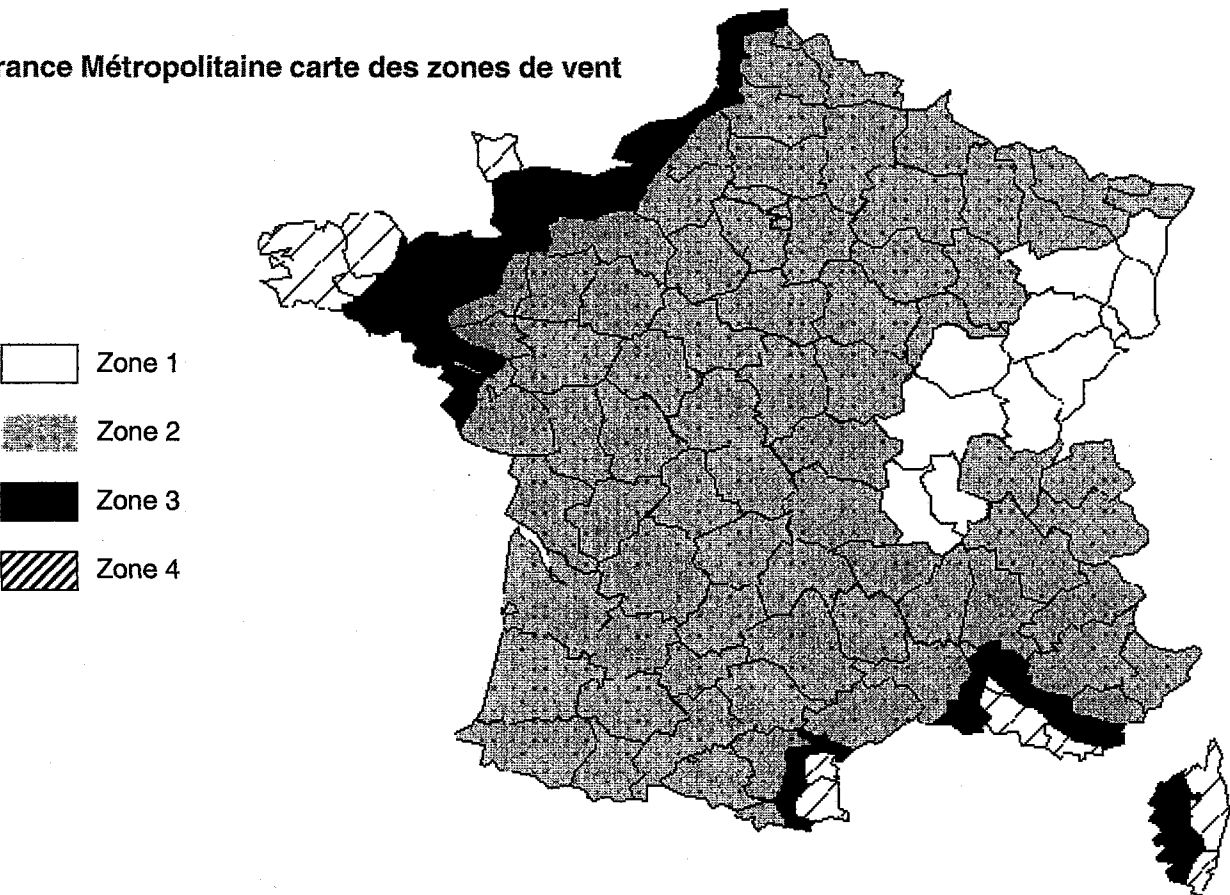
Critères de détermination de chaque composition

On doit avoir pour chaque cas de composition une vérification, en fonction de la somme des épaisseurs nominales (e_i) mis en place et le produit de l'épaisseur calculée (e_i) avec le facteur d'équivalence (ϵ_x) et le facteur de réduction (C) suivant le cas :

- Cas d'un vitrage simple monolithique (i) $e_i = e_i \geq e_1 \times \epsilon_3 \times C$
- Cas d'un vitrage simple feuilleté (i, j) $e_i = e_i + e_j \geq e_1 \times \epsilon_2$
- Cas d'un vitrage isolant
 - ◇ Avec deux verres monolithique (i, j) $e_i = e_i + e_j \geq e_1 \times \epsilon_1$
 - ◇ Avec un verre monolithique (i) et un verre feuilleté (j et k) $e_i = \frac{e_j + e_k}{\epsilon_2} + e_i \geq e_1 \times \epsilon_1$
 - ◇ Avec un verre feuilleté (i, j) et un verre feuilleté (k, l) $e_i = \frac{e_i + e_j}{\epsilon_2} + \frac{e_k + e_l}{\epsilon_2} \geq e_1 \times \epsilon_1$

EXTRAIT DU DTU P06-002
Dimensionnement des façades légères sup. 2.25m de hauteur

France Métropolitaine carte des zones de vent



La valeur de calcul de la pression du vent est égale à :

PC (pression de chantier) = $(46+0.7h) \times K_s$ (coefficient de site) $\times K_r$ (coefficient de zone) $\times \delta$ (effet des dimensions) $\times (ce-ci)$ (coefficients d'actions au vent)

Résultat en daN/m^2
 h (hauteur la plus élevée de l'élément à étudier) en m
 δ = coefficient de réduction des pressions dynamiques pour la plus grande dimension de la surface offerte au vent.
 ce = Coefficient des actions locales extérieures
 ci = Coefficient des actions locales intérieures
 $Cg = (ce - ci)$ Combinaison la plus défavorable

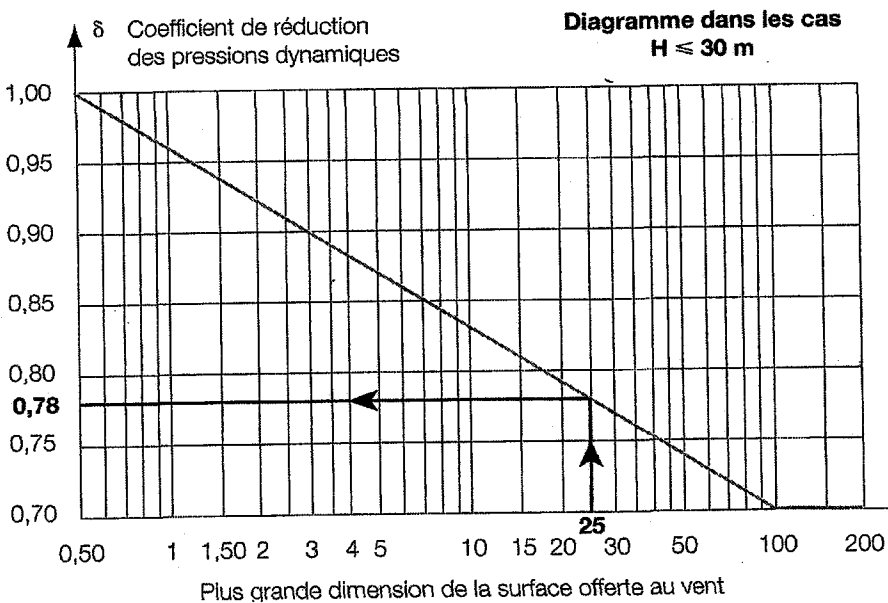
Effet du site (K_s = coefficient de site)

Type de site	Exemples	Région 1	Région 2	Région 3	Région 4
Site protégé	Fond de cuvette bordé de collines sur tout son pourtour et protégé ainsi pour toutes les directions du vent	0,8	0,8	0,8	Pas pris en compte dans ce cas
Site normal	Plaine ou plateau de grande étendue pouvant présenter des dénivellations peu importantes, de pente inférieure à 10%	1,00	1,00	1,00	1,00
Site exposé	Littoral sur une profondeur de 6km, sommet de falaises, îles ou presqu'îles étroites, vallées étroites où le vent s'engouffre, montagnes isolées ou élevées et certains cols	1,35	1,30	1,25	1,20

Effet de dimensions (δ)

L'action du vent s'exerçant sur une paroi n'étant pas uniforme du fait de tourbillons locaux, on tient compte de ce phénomène par l'utilisation du coefficient de réduction δ

Exemple :
Pour une paroi dont la plus grande dimension de la surface offerte au vent est de 25m il faut appliquer le coefficient de réduction de 0,78



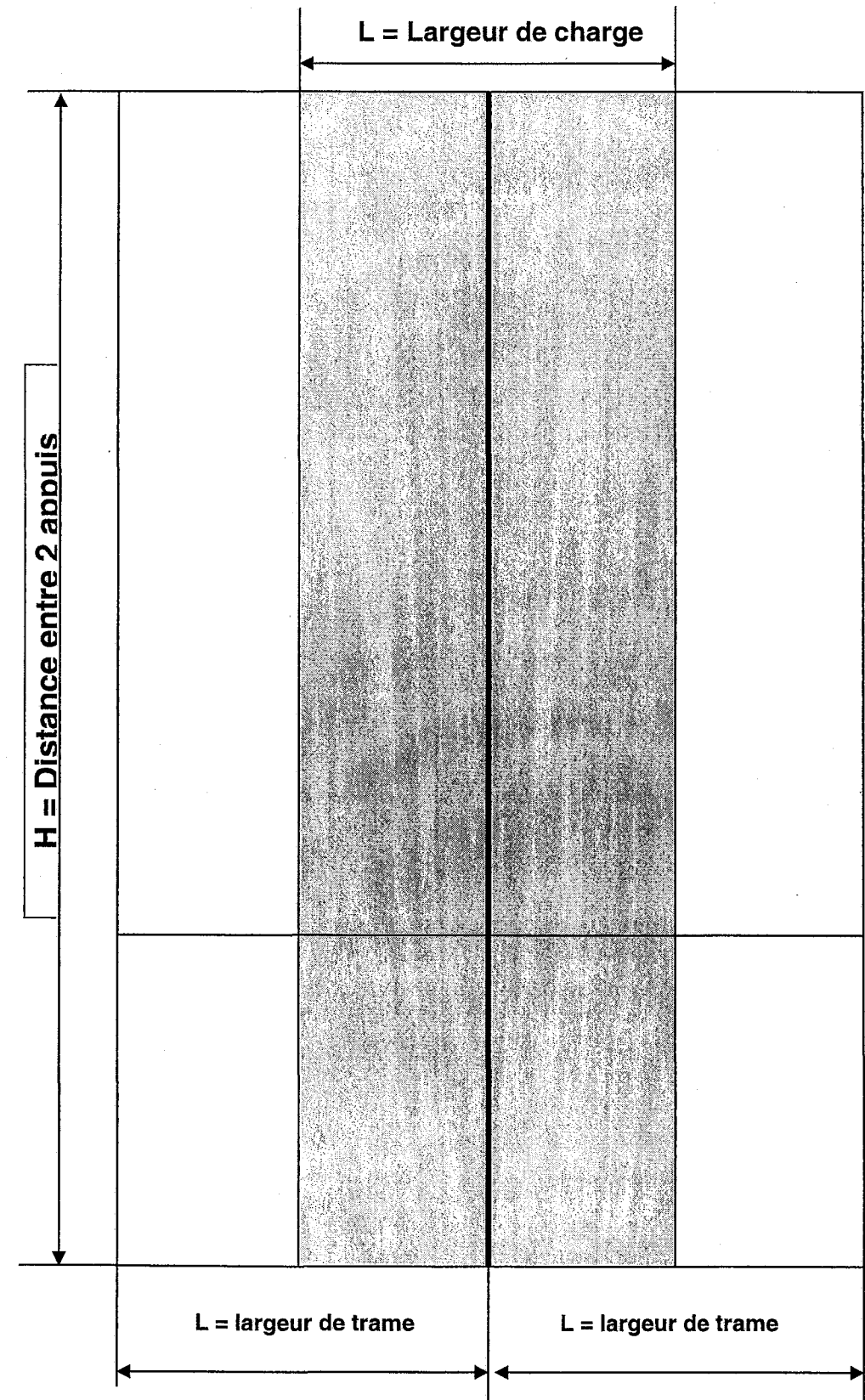
Influence de la forme de la construction (C_e , C_i)

Convention de signe : actions positives vers l'intérieur du bâtiment			Surpression		Dépression	
Cas du bâtiment fermé	α	C_e	C_i	$C_e - C_i$	C_i	$C_e - C_i$
Paroi verticale	90°	0,80	0,30	0,50	-0,3	1,10

Kr : coefficient de zone, ayant pour valeur :	
Pression normale	
Zone 1	1,00
Zone 2	1,20
Zone 3	1,50
Zone 4	1,80
Zone 5	2,40

ETUDE MECANIQUE SUR FACADE MUR-RIDEAU :

VÉRIFICATION D'UN MONTANT À LA CONDITION DE FLÈCHE



Charge sur Le montant

Type de charge :
RECTANGULAIRE

Si

Nombre d'appuis : 2

$$I = \frac{5 q H^4}{384 E f}$$

Si

Nombre d'appuis : 3

$$I = \frac{q H^4}{185 E f}$$

RAPPEL DES FLÈCHES
ADMISSIBLES

Façade semi-rideau	$f = 1/150 \times H$
Ouvrant ensemble composé	$f = 1/200 \times H$
Mur panneau	
Mur rideau sans contrainte de sécurité	
Toiture	
Mur rideau	$f = 1/300 \times H$
Traverse	$f = 1/300 \times L$ avec 0,4 cm maxi

ANALYSE D'UNE FORMULE DE CALCUL

Exemple : charge rectangulaire sur deux appuis

$$f = \frac{5 q H^4}{384 E I}$$

I = Inertie du montant cm⁴

IR = Inertie du montant renforcée suivant DT 9 cm⁴

H = Distance entre les 2 appuis (portée) cm

E = Module d'Elasticité du matériau daN / cm²
aluminium E = 700 000 daN / cm²

f = Flèche au milieu de la portée cm

q = Charge linéique supportée daN / cm
par l'épine

$$q = \frac{P L}{100 00}$$

avec : P = Pression de chantier Pa
L = Largeur de charge cm

Montage MUR-RIDEAU

0340407

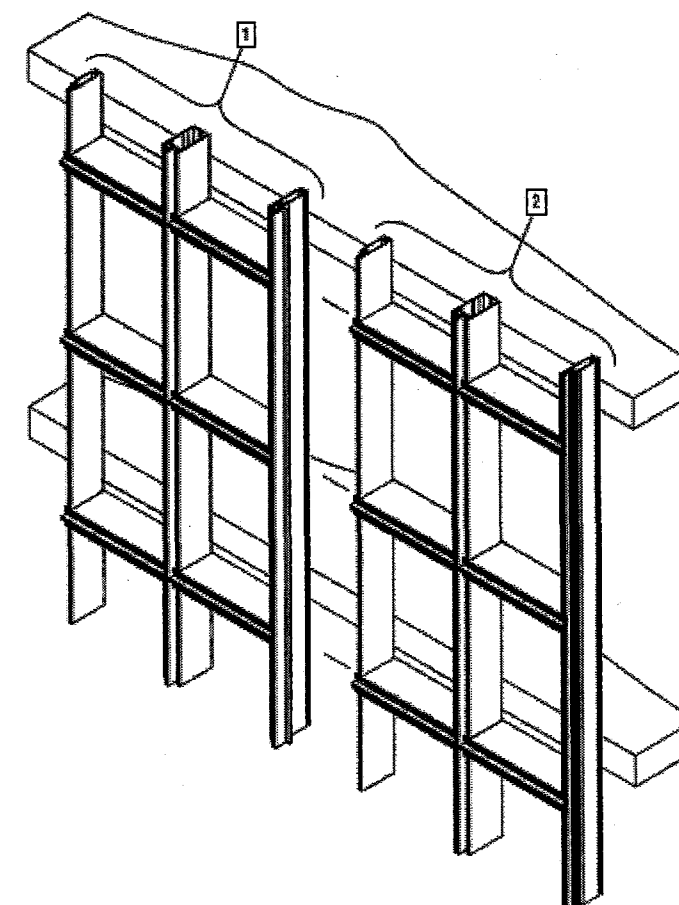
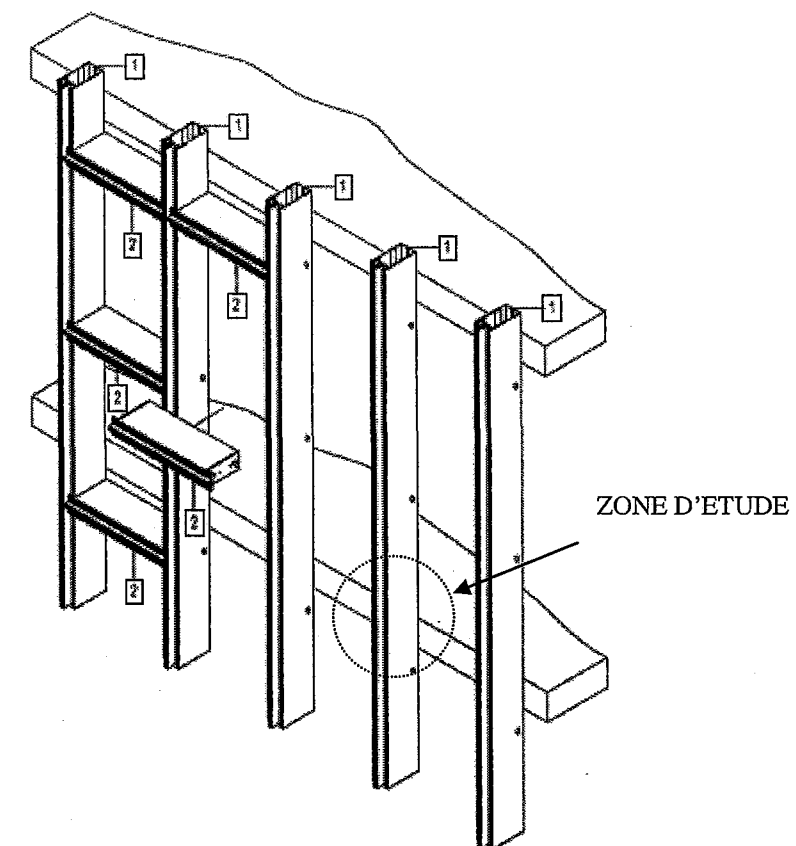
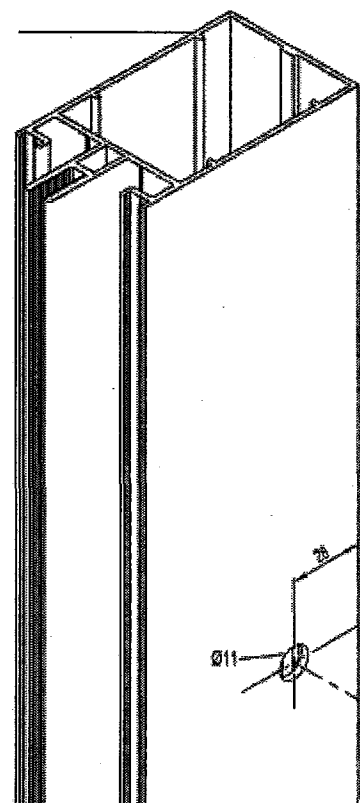
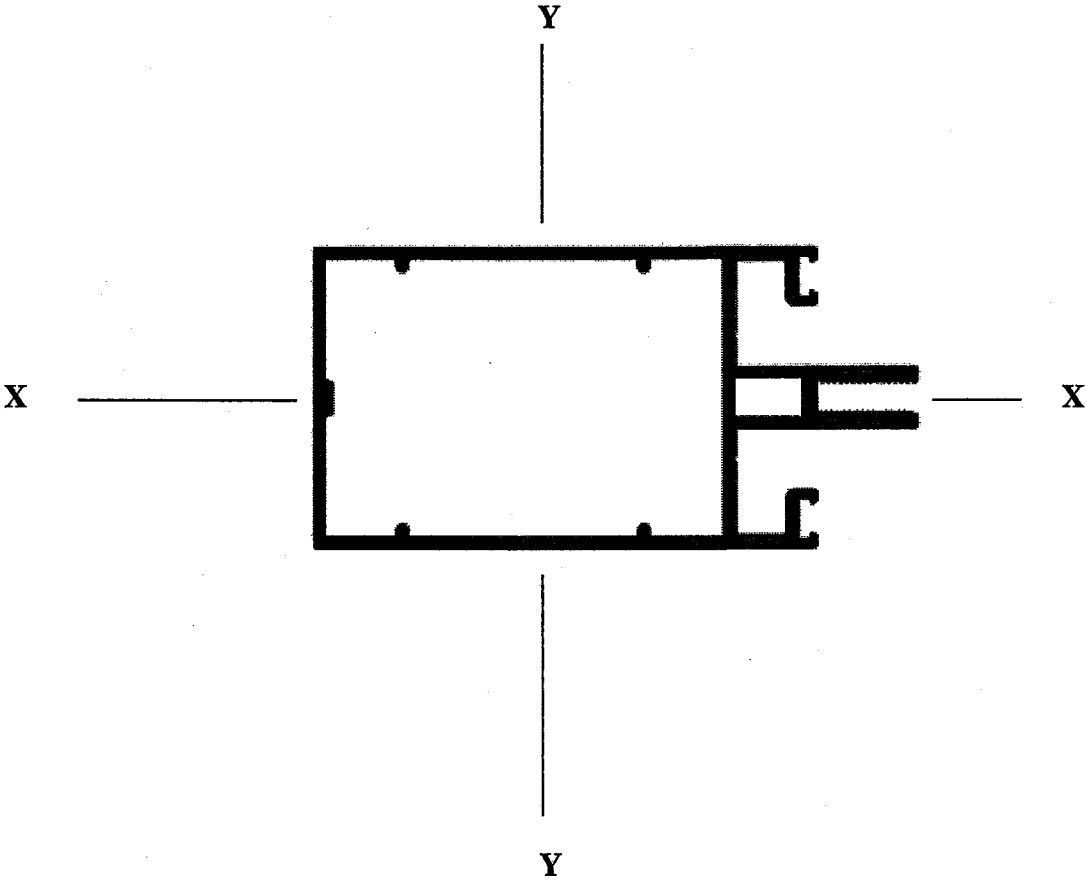
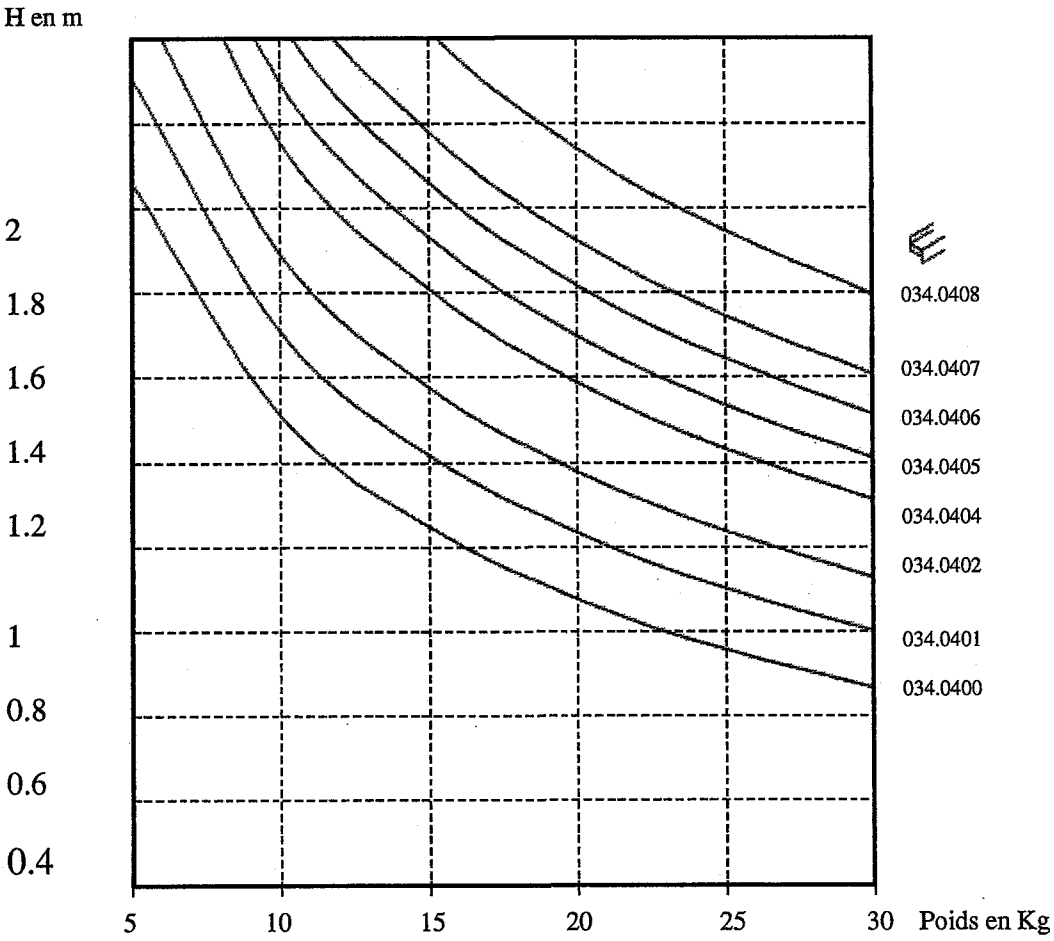
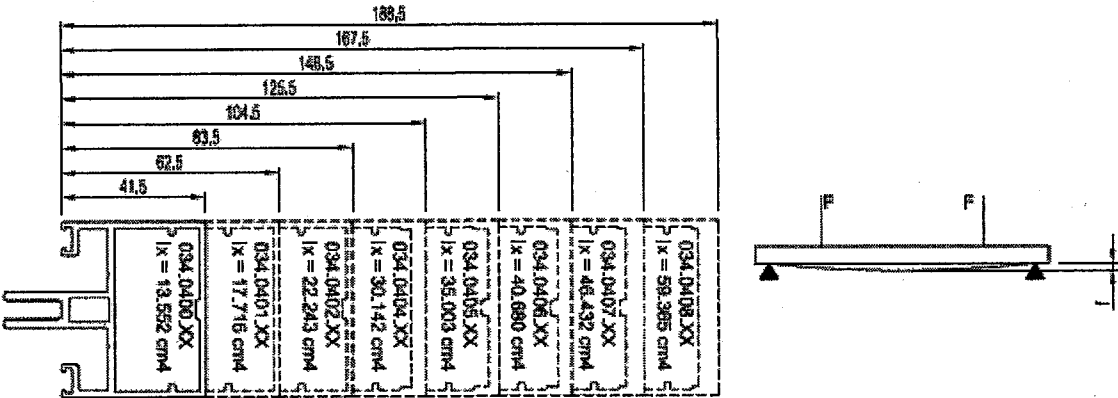


Tableau des inerties :

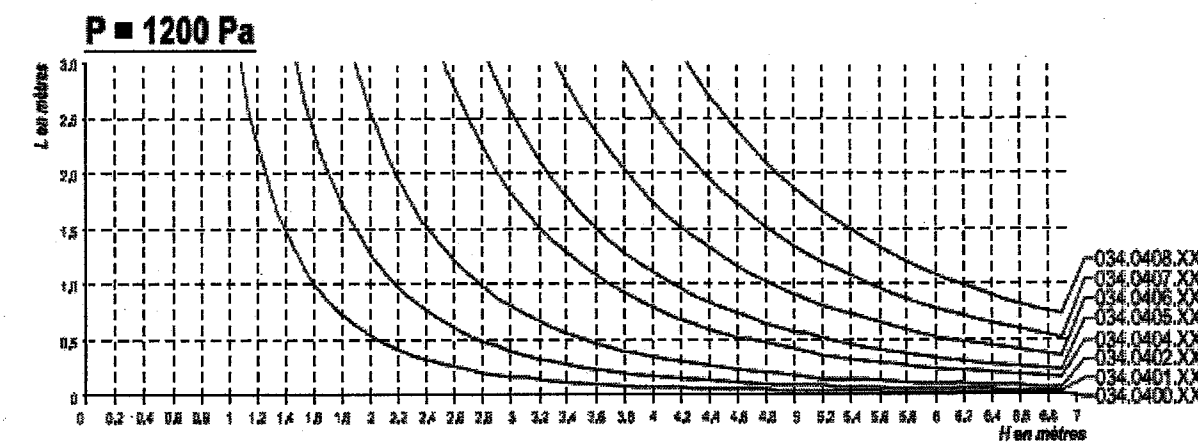
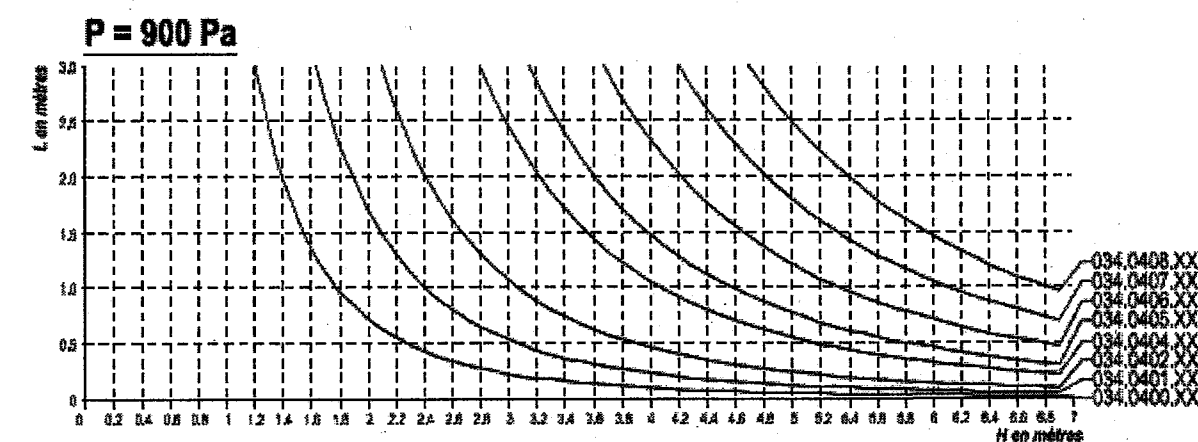
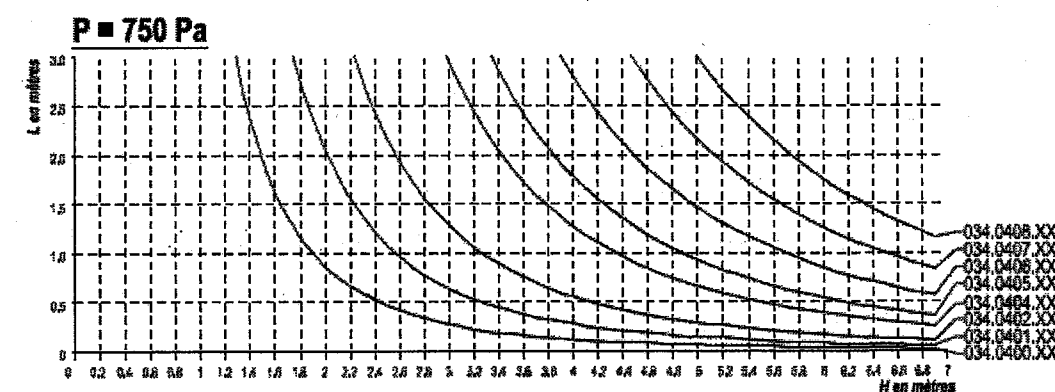
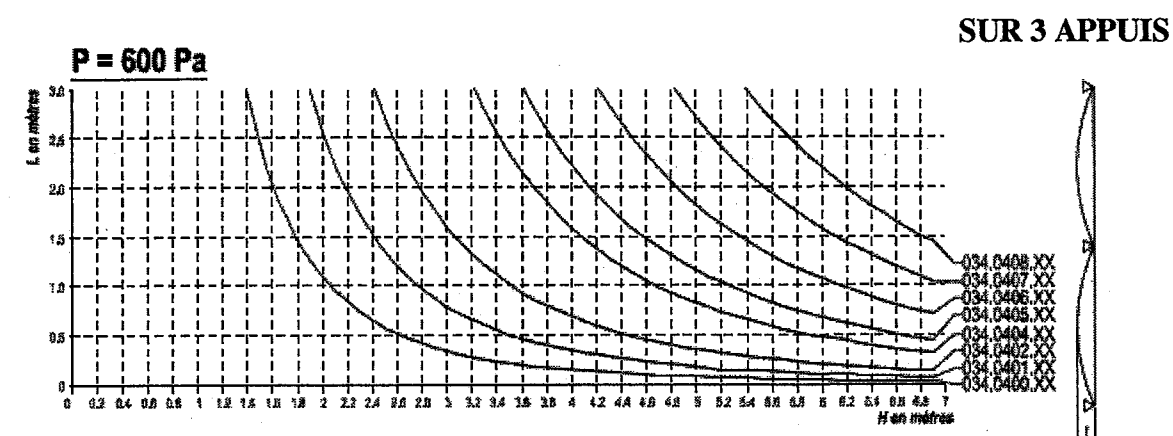
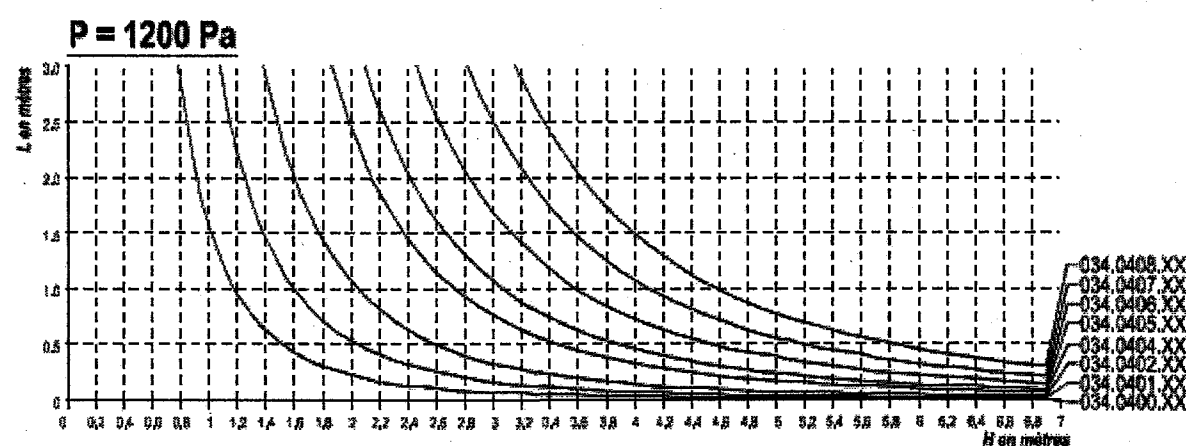
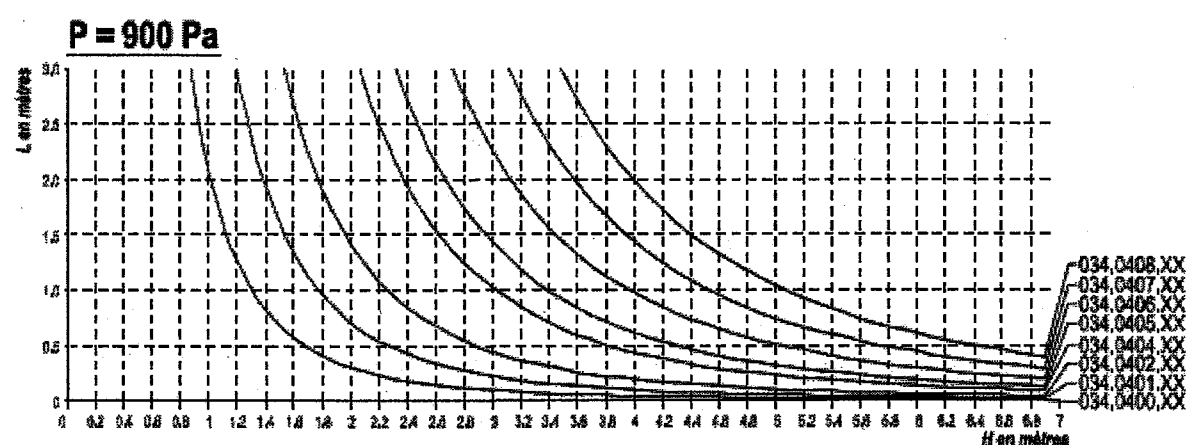
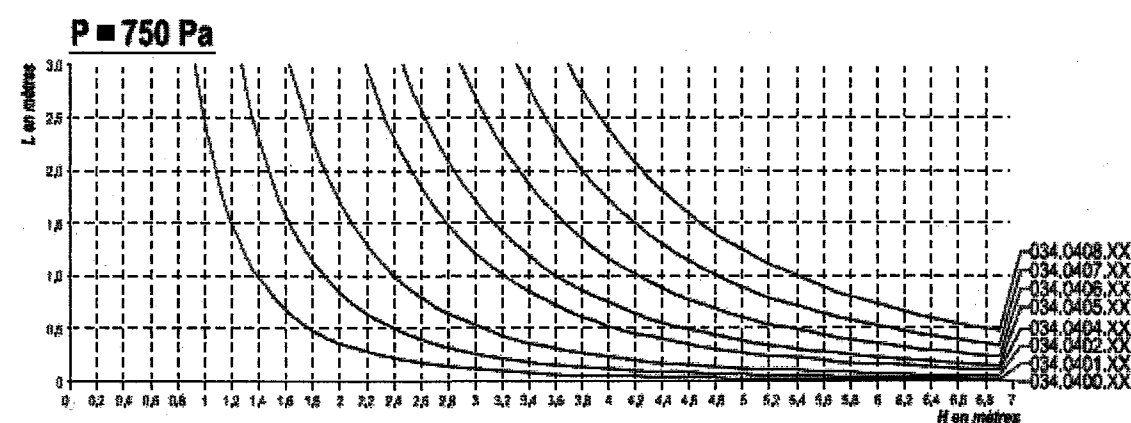
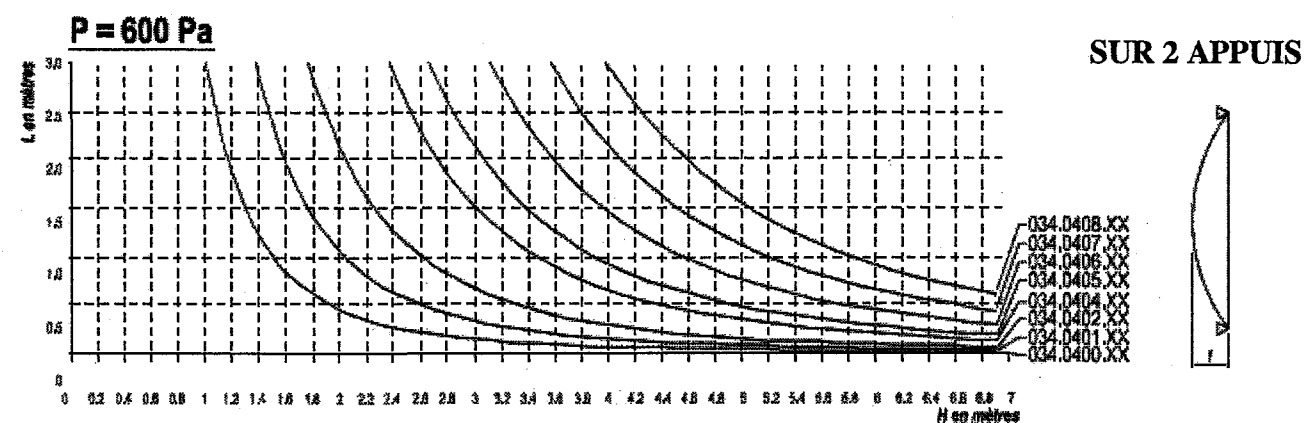
Ref .	Ix cm4	Iy cm4
034.0400	13.974	13.552
034.0401	32.895	17.716
034.0402	66.042	22.243
034.0404	152.047	30.142
034.0405	213.241	35.003
034.0406	336.425	40.680
034.0407	497.968	46.432
034.0408	690.139	59.365



Courbes d'inertie pour traverses :



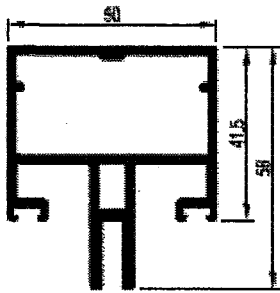
Courbes d'inertie pour montants :



Meneaux et traverses :

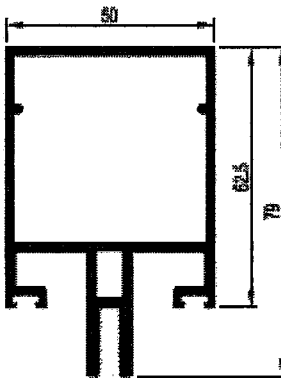
034.0400.XX

$I_x = 13,974 \text{ cm}^4$
 $I_y = 13,552 \text{ cm}^4$



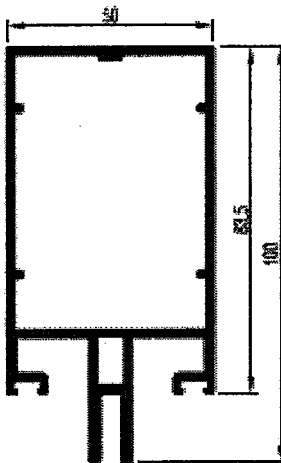
034.0401.XX

$I_x = 32,585 \text{ cm}^4$
 $I_y = 17,718 \text{ cm}^4$



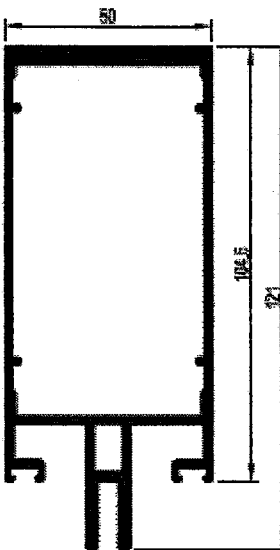
034.0402.XX

$I_x = 88,042 \text{ cm}^4$
 $I_y = 22,243 \text{ cm}^4$



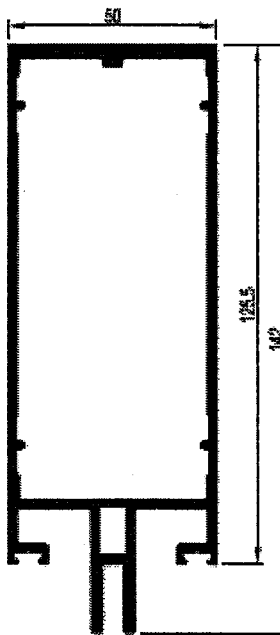
034.0404.XX

$I_x = 152,047 \text{ cm}^4$
 $I_y = 39,142 \text{ cm}^4$



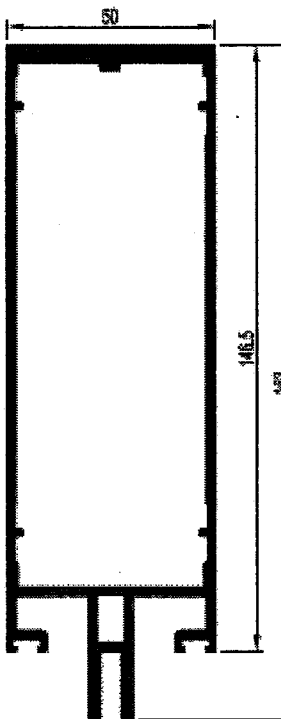
034.0405.XX

$I_x = 213,241 \text{ cm}^4$
 $I_y = 35,003 \text{ cm}^4$



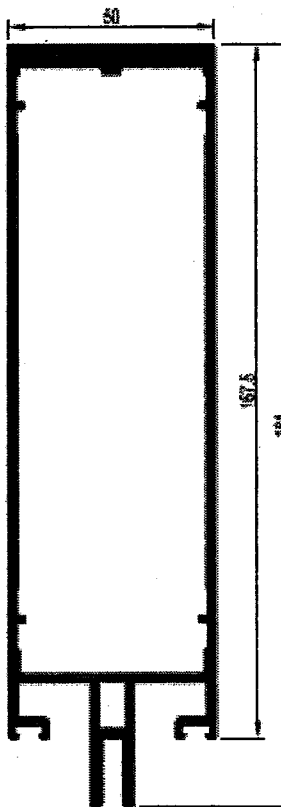
034.0406.XX

$I_x = 338,425 \text{ cm}^4$
 $I_y = 40,890 \text{ cm}^4$



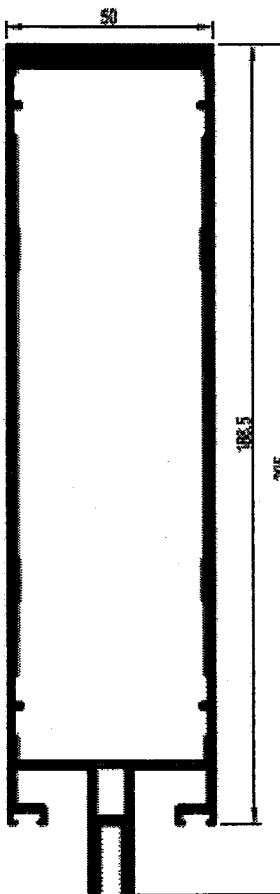
034.0407.XX

$I_x = 487,968 \text{ cm}^4$
 $I_y = 46,432 \text{ cm}^4$

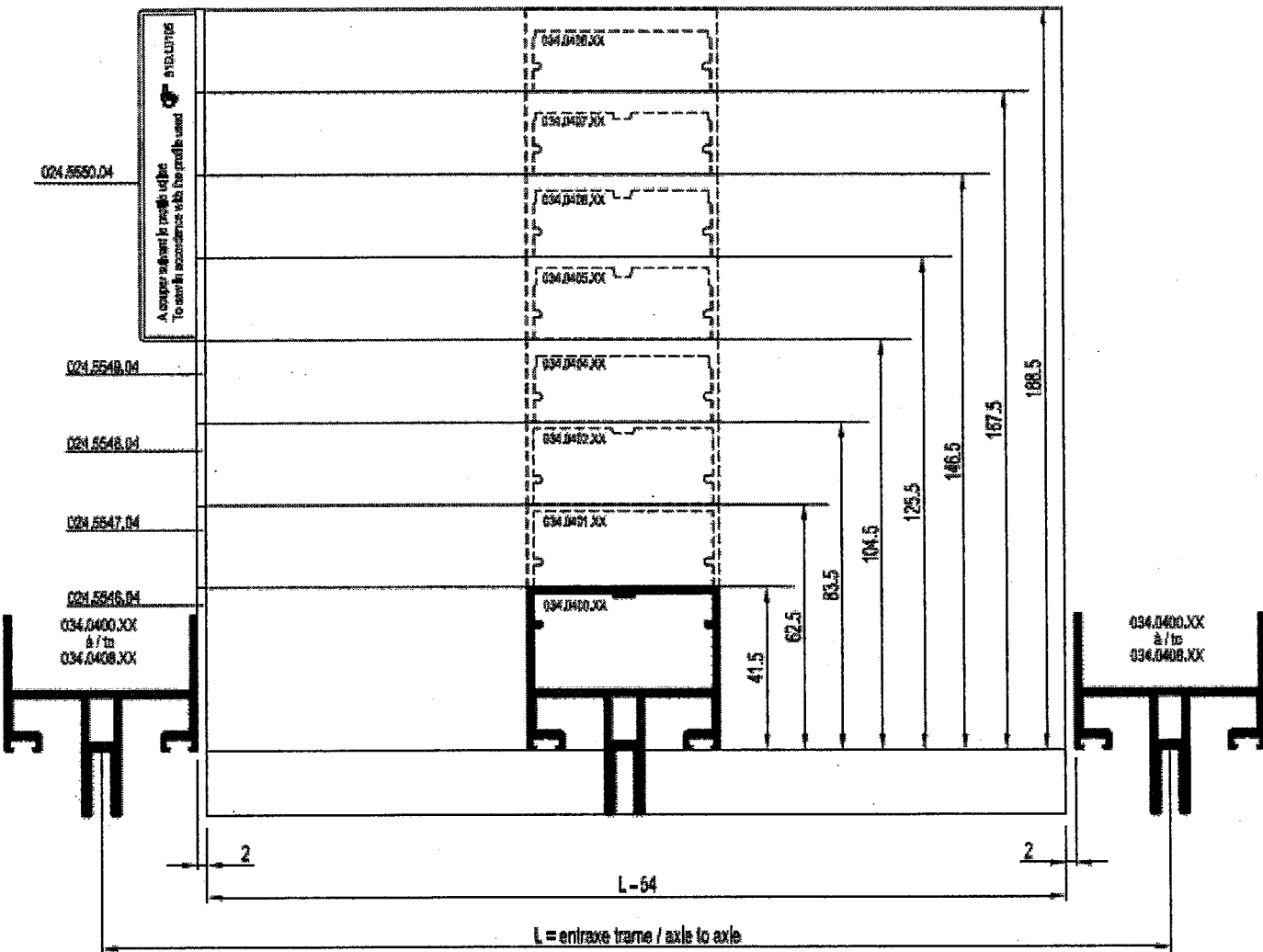


034.0408.XX

$I_x = 680,139 \text{ cm}^4$
 $I_y = 59,366 \text{ cm}^4$



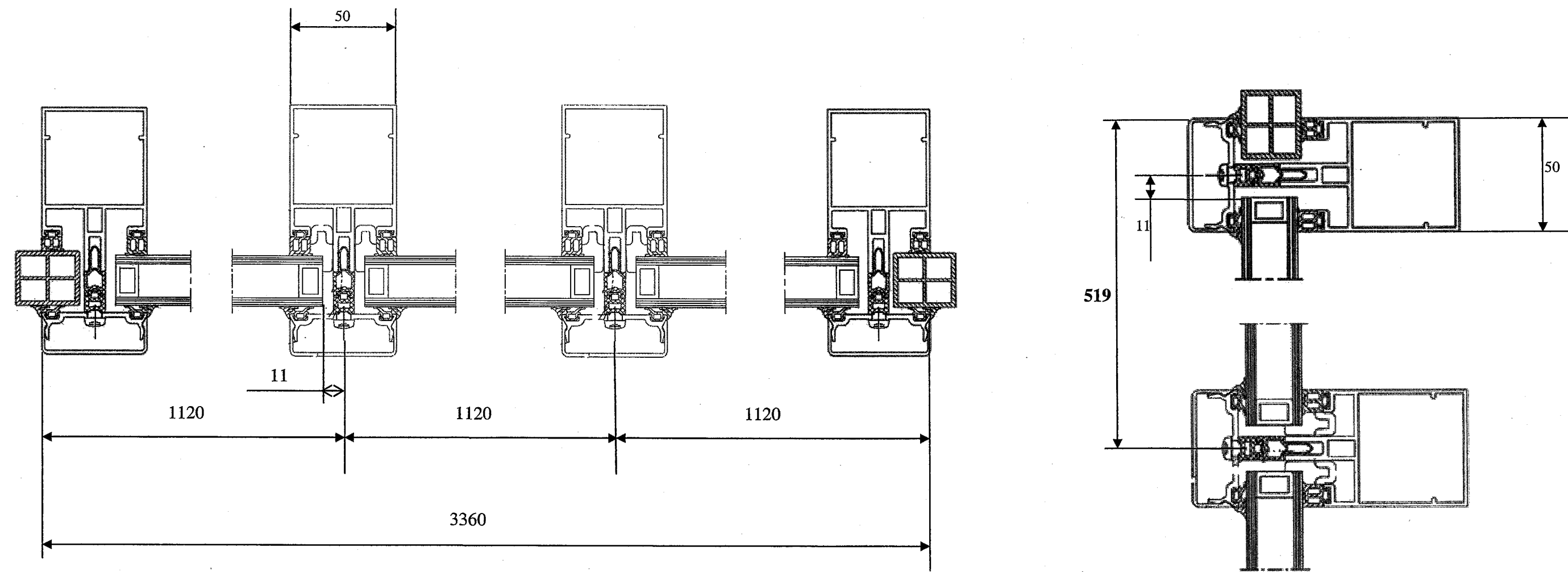
Débit des traverses :



PRISE DE VOLUME :

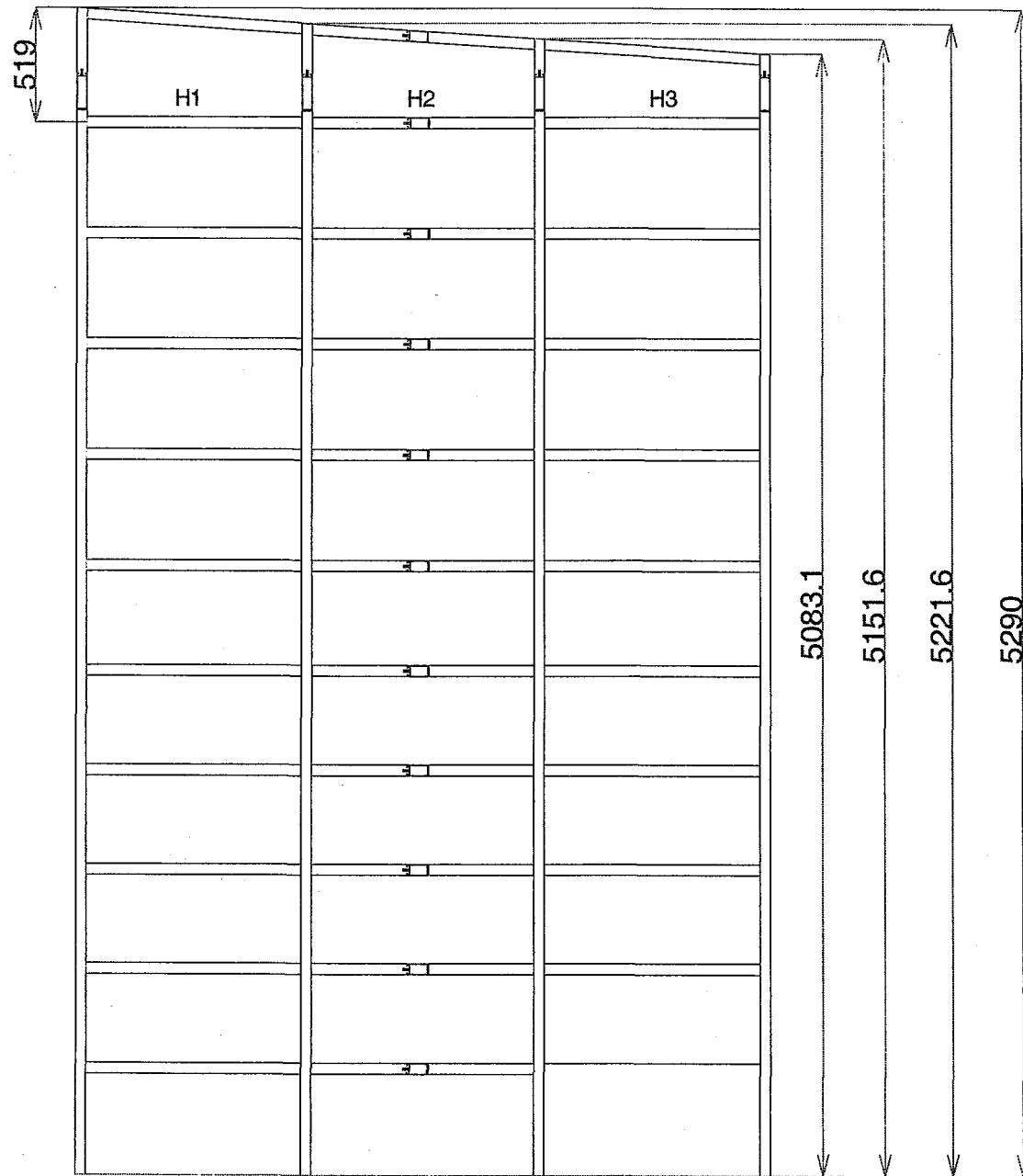
Coupes horizontales et verticales de l'ensemble Rep. H

On considère la prise de volume identique à celle d'un vitrage rectangulaire



Dessin de l'ensemble Rep H :

On considère la prise de volume identique à celle d'un vitrage rectangulaire



Fiche de débit Rep H :

0340404.59 7016			TRAVERSE 104.5 TA 404			
			RAL 60µ BRILL CAT 2 (Gris anthracite)			
Qté	Position		L. scie	Angle 1	Angle 2	Référence
1x	*		1105,3mm	93,6°	86,4°	GIROD REP H*00001*1
2x	*		1080,2mm	93,6°	86,4°	GIROD REP H*00001*1
11x	-		1066,0mm	90,0°	90,0°	GIROD REP H*00001*1
22x	-		1041,0mm	90,0°	90,0°	GIROD REP H*00001*1

0340407.59 7016				MENEAU 167.5 MA 407			
RAL 60µ BRILL CAT 2 (Gris anthracite)							
Qté	Position		L. scie	Angle 1	Angle 2	Reference	
1x			5290,0mm	86,4°	90,0°	GIROD REP H*00001*1	
1x			5221,6mm	90,0°	93,6°	GIROD REP H*00001*1	
1x			5151,6mm	90,0°	93,6°	GIROD REP H*00001*1	
1x			5083,1mm	90,0°	93,6°	GIROD REP H*00001*1	

Vitrage				
Qté	Largeur	Hauteur	Surface	Description
3x				DOUBLE VITRAGE 28MM
8x	1075mm	431mm	3,70m²	DOUBLE VITRAGE 28MM
2x	1075mm	436mm	0,94m²	DOUBLE VITRAGE 28MM
2x	1075mm	454mm	0,98m²	PANNEAU 24MM
8x	1075mm	483mm	4,15m²	DOUBLE VITRAGE 28MM
4x	1100mm	431mm	1,90m²	DOUBLE VITRAGE 28MM
1x	1100mm	436mm	0,48m²	DOUBLE VITRAGE 28MM
1x	1100mm	454mm	0,50m²	PANNEAU 24MM
4x	1100mm	483mm	2,12m²	DOUBLE VITRAGE 28MM