

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

Session 2010

Durée : 3 heures

Coefficient : 2

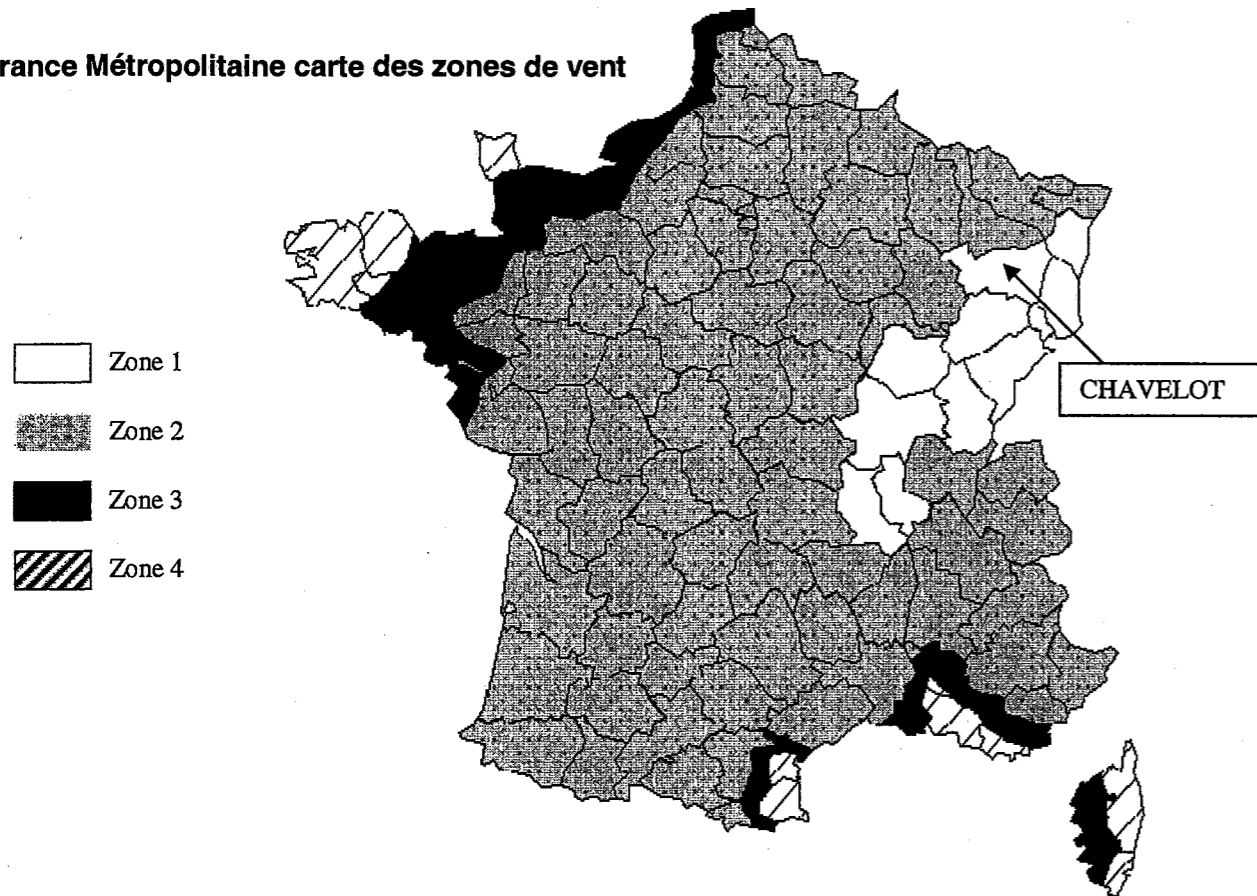
EPREUVE E11 (U11) - Analyse technique d'un ouvrage

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.

DOCUMENTS TECHNIQUES COMPLÉMENTAIRES

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 :

- 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.

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

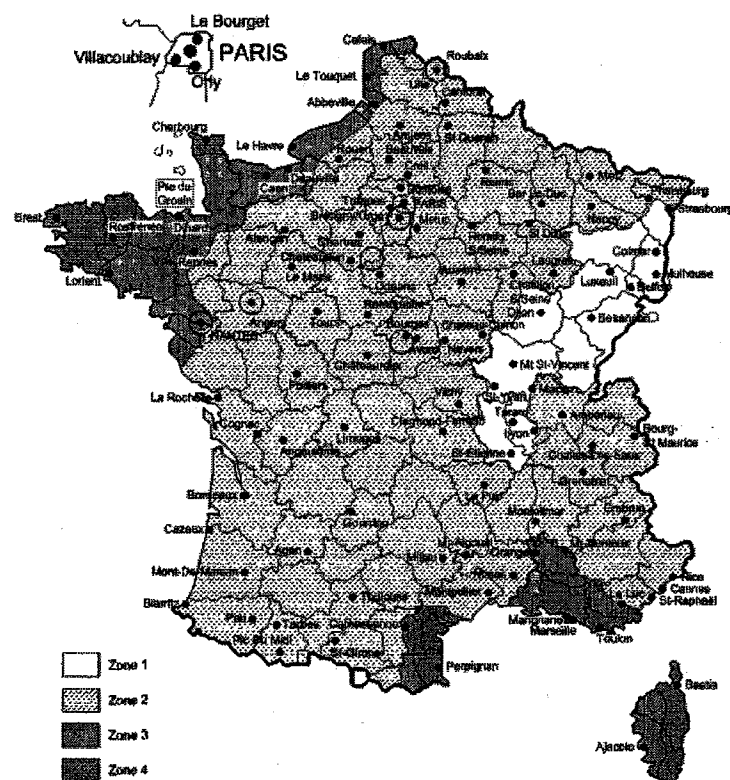


Figure 1 — Carte «vent»

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 :

- 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.

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'ÉPAISSEUR 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

- i. un facteur de réduction c lié au type de châssis est à utiliser,
- ii. 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,
- iii. la condition de vérification est la somme et des épaisseurs nominales e_1 ou équivalentes des composants du vitrage qui doit être au moins égale au produit ($e_1 \times c \times \epsilon$),
- iv. 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

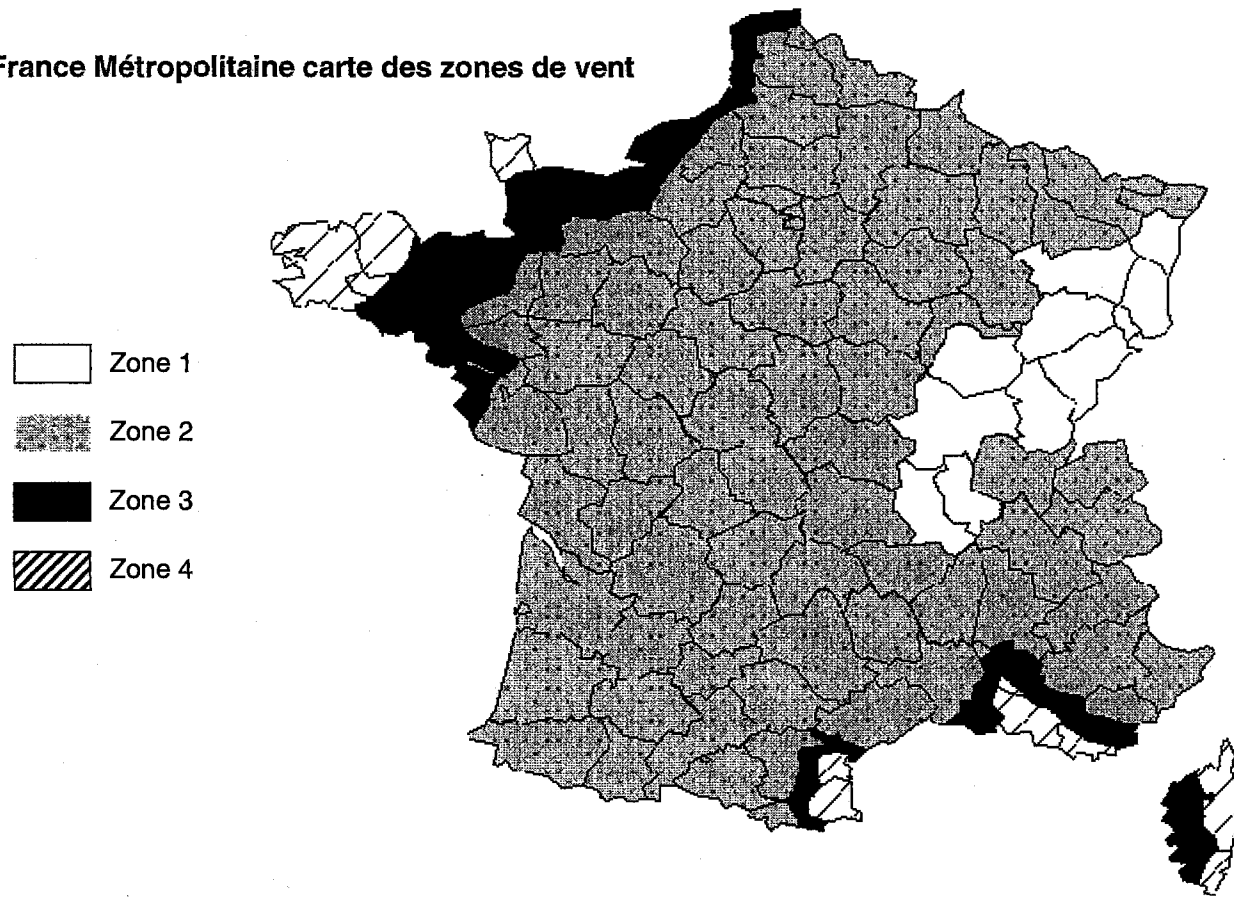
On doit avoir pour chaque cas de composition une vérification, en fonction de la somme des épaisseurs nominales (e_i) mis en place et le produit de l'épaisseur calculée (e_1) avec le facteur d'équivalence (ϵ_x) et le facteur de réduction (C) suivant le cas :

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

EXTRAIT DU DTU P06-002

Dimensionnement des façades légères sup. 2.25m de hauteur

France Métropolitaine carte des zones de vent

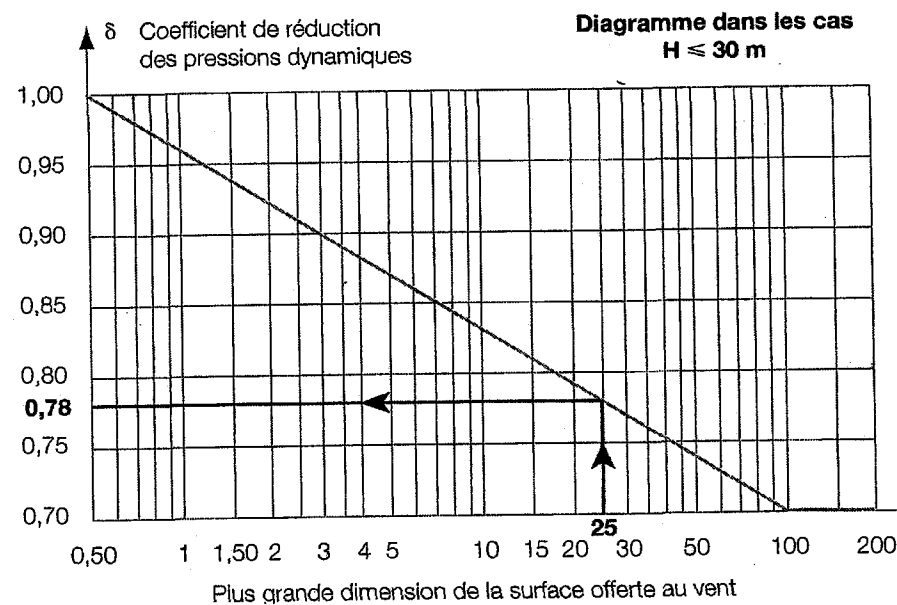


- Zone 1
- Zone 2
- Zone 3
- Zone 4

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



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

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

Résultat en daN/m²

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.

c_e = Coefficient des actions locales extérieures

c_i = Coefficient des actions locales intérieures

$C_g = (c_e - c_i)$ 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 presque îles étroites, vallées étroites où le vent s'engouffre, montagnes isolées ou élevées et certains cols | 1,35 | 1,30 | 1,25 | 1,20 |

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

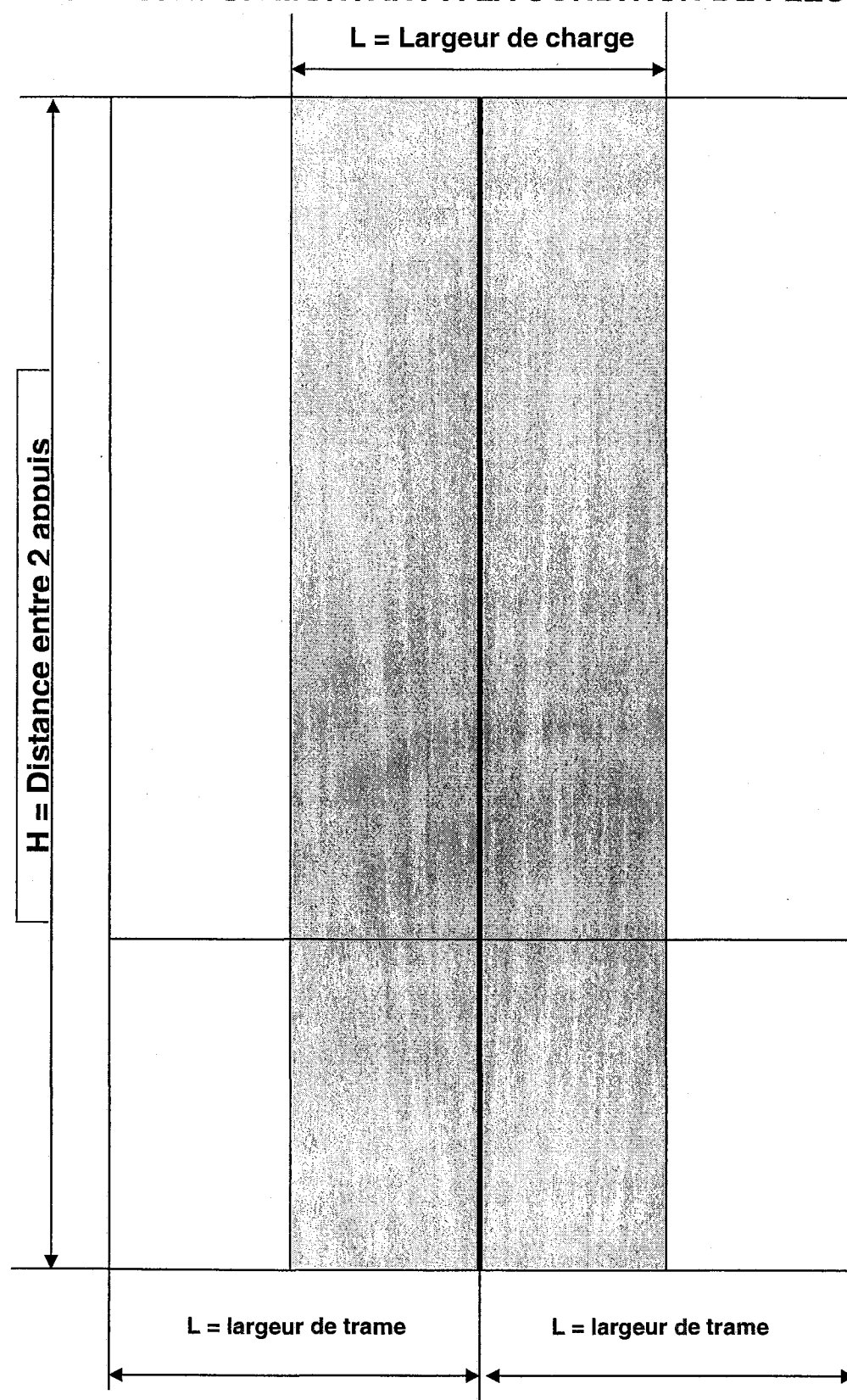
| Convention de signe : actions positives vers l'intérieur du bâtiment | Surpression | | | Dépression | |
|--|-------------|-------|-------|-------------|-------|
| | α | C_e | C_i | $C_e - C_i$ | C_i |
| Cas du bâtiment fermé | | | | | |
| Paroi verticale | 90° | 0,80 | 0,30 | 0,50 | -0,3 |

K_r : 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 par l'épine daN / cm

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

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

Montage MUR-RIDEAU

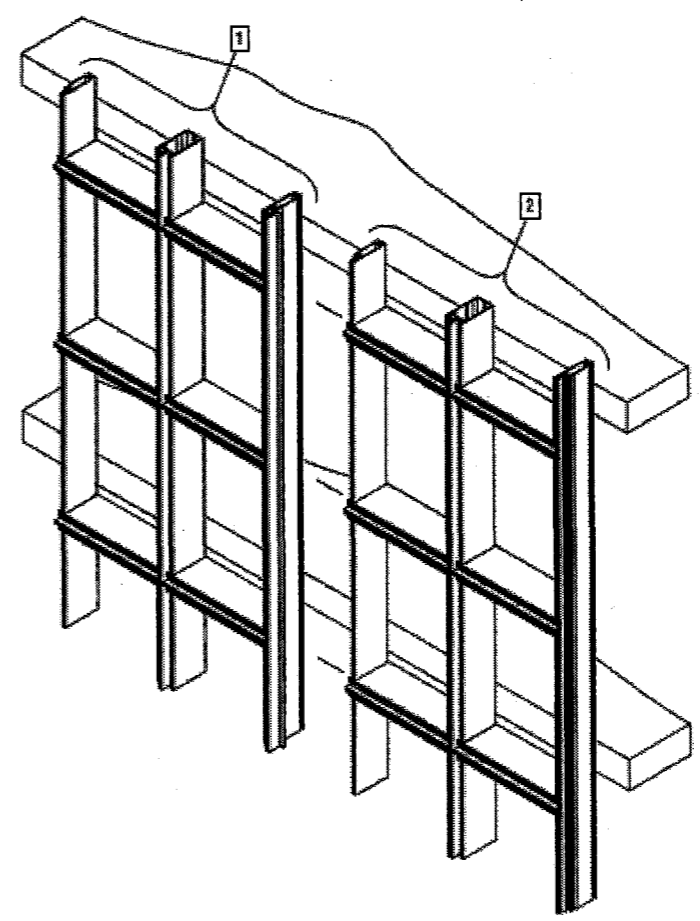
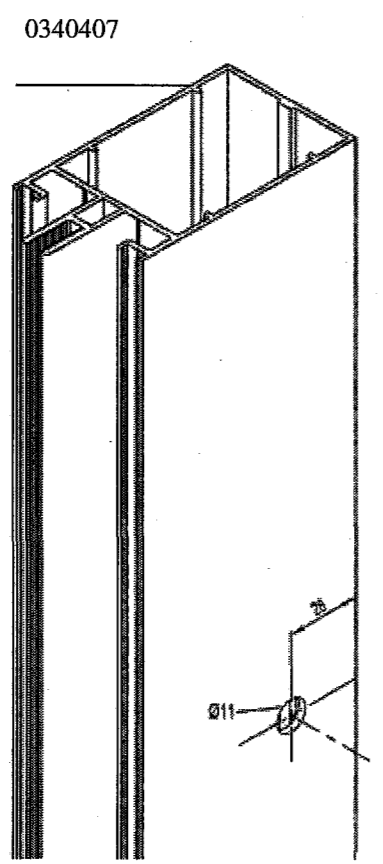
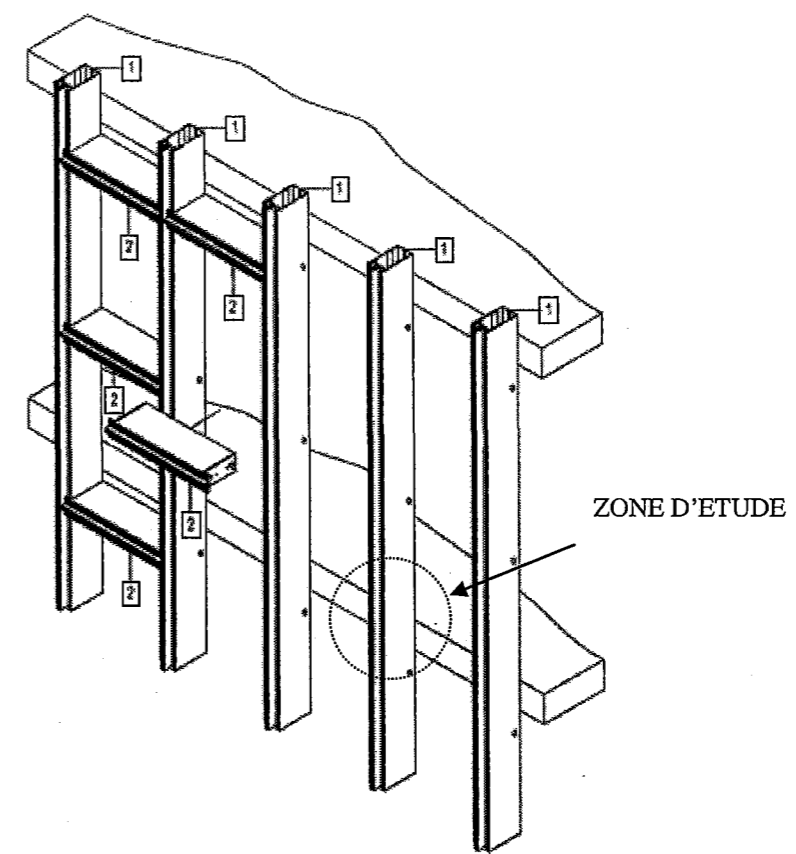
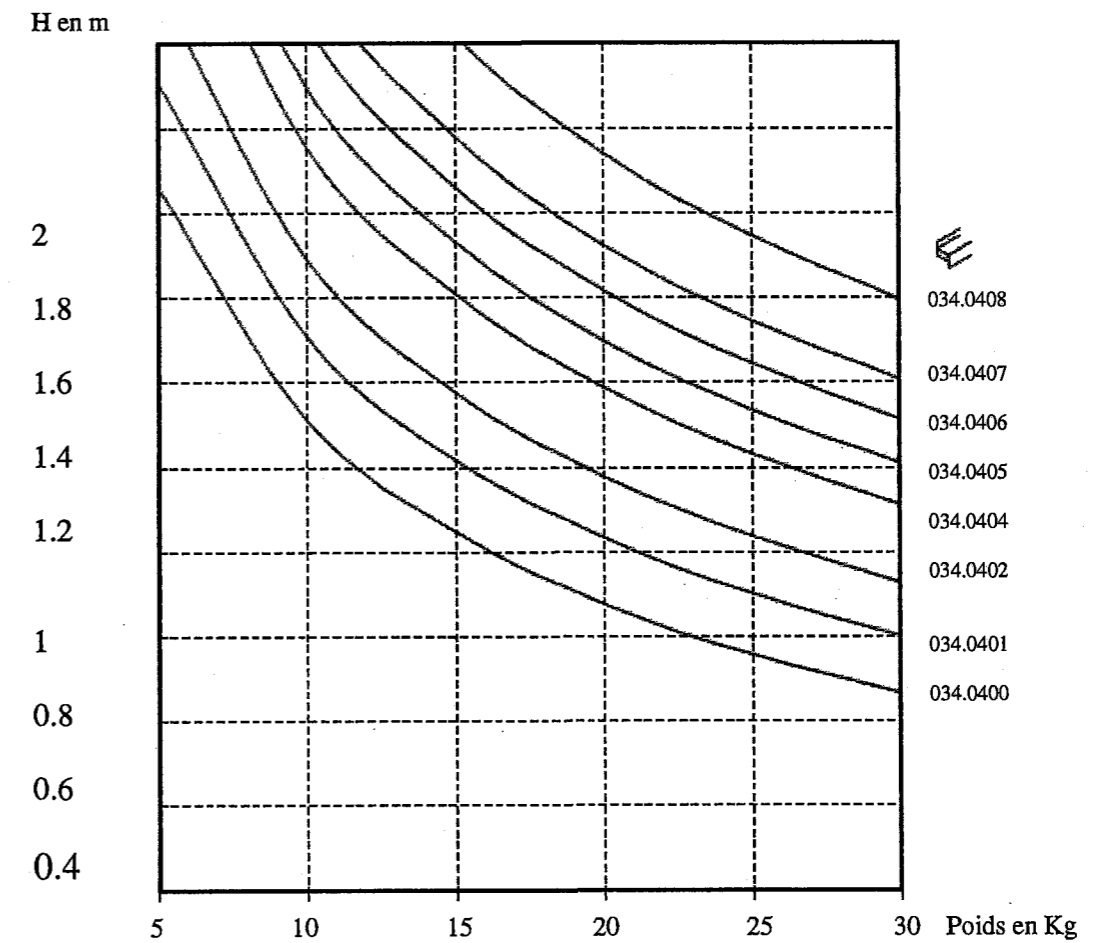
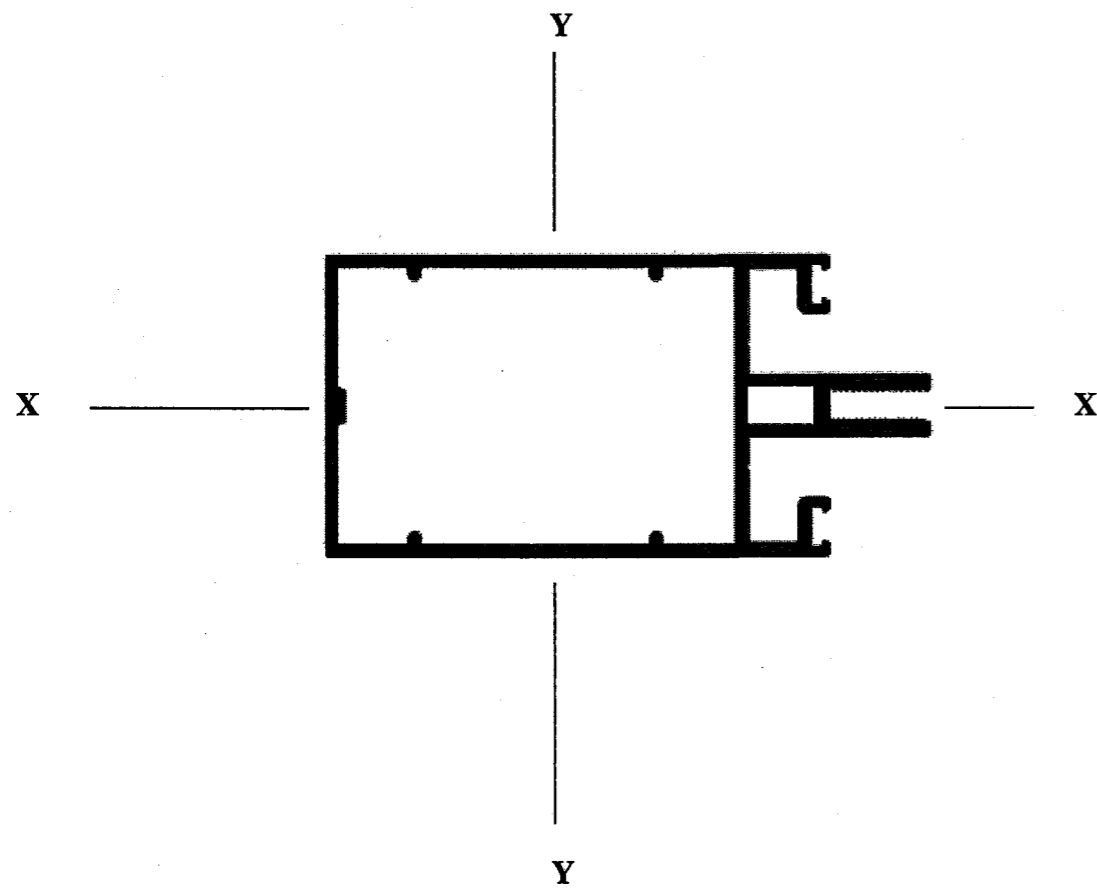
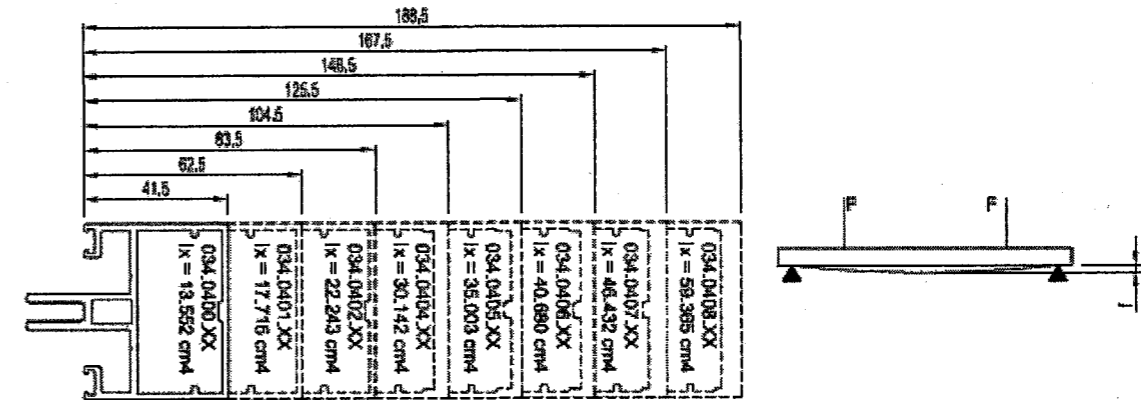


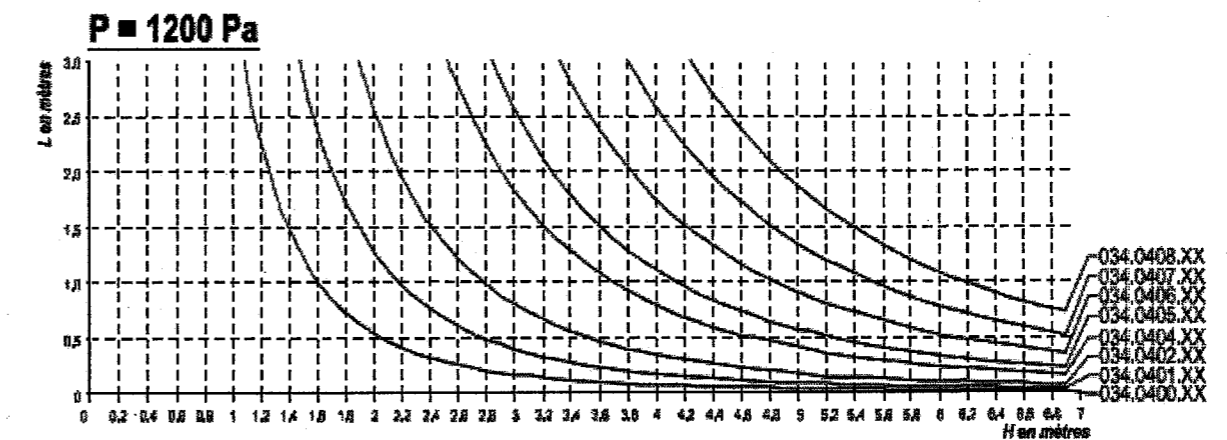
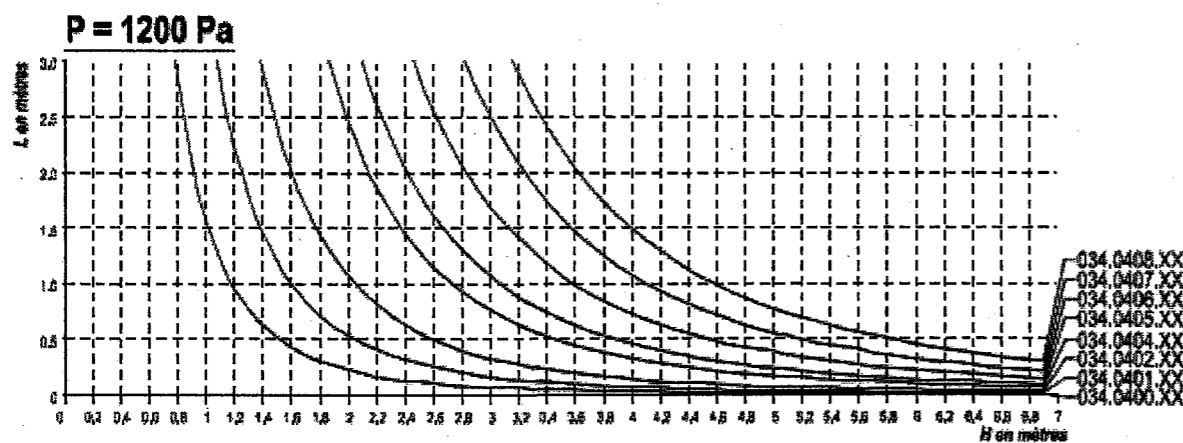
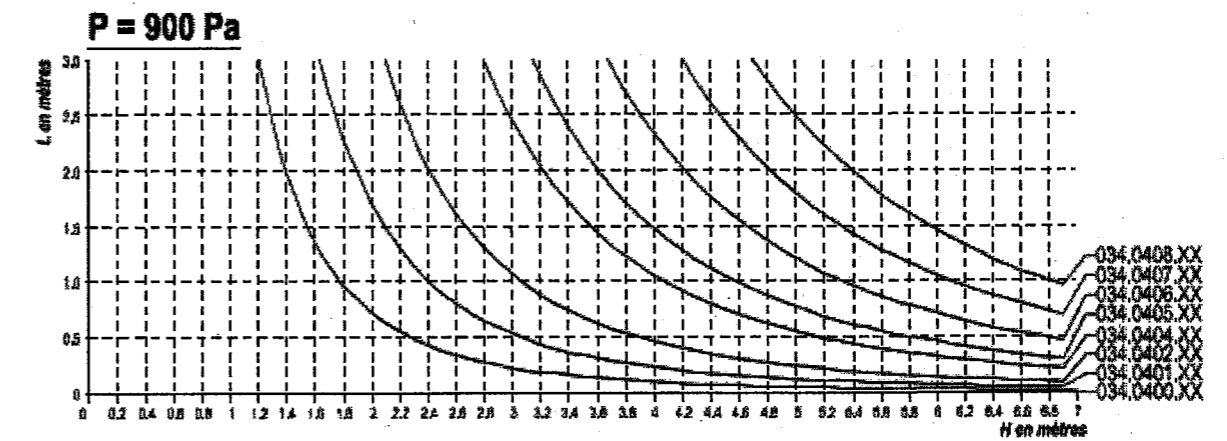
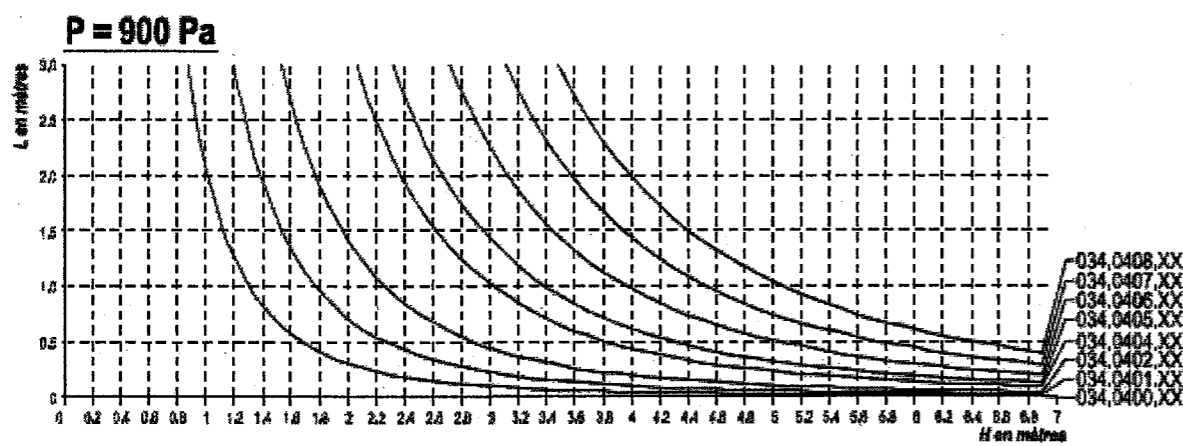
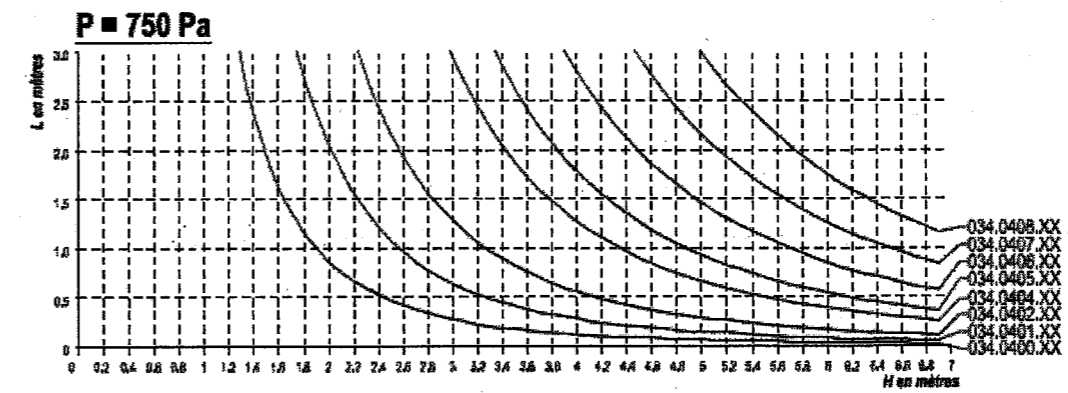
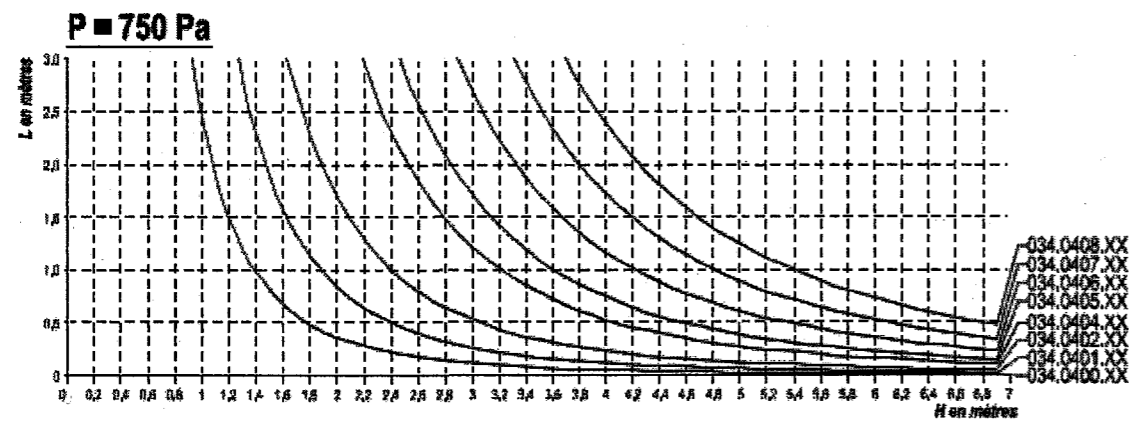
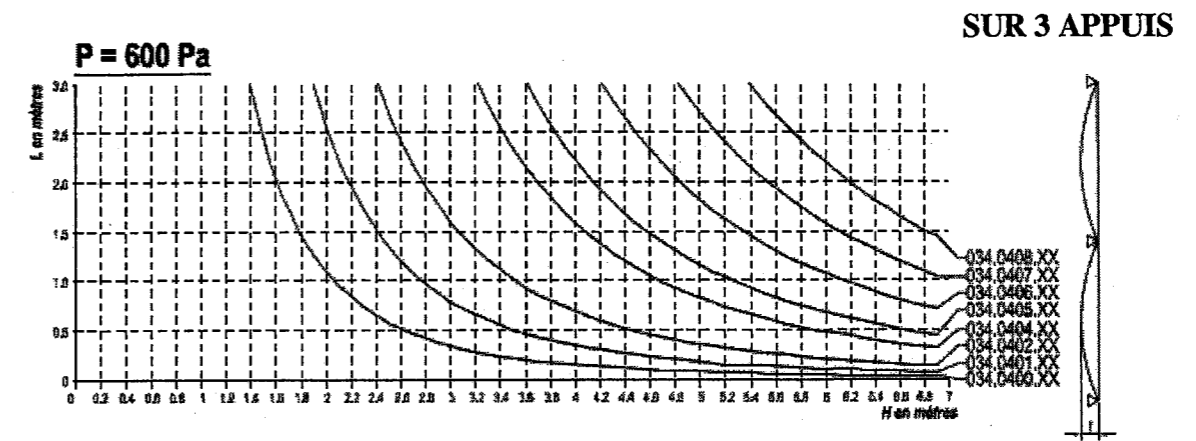
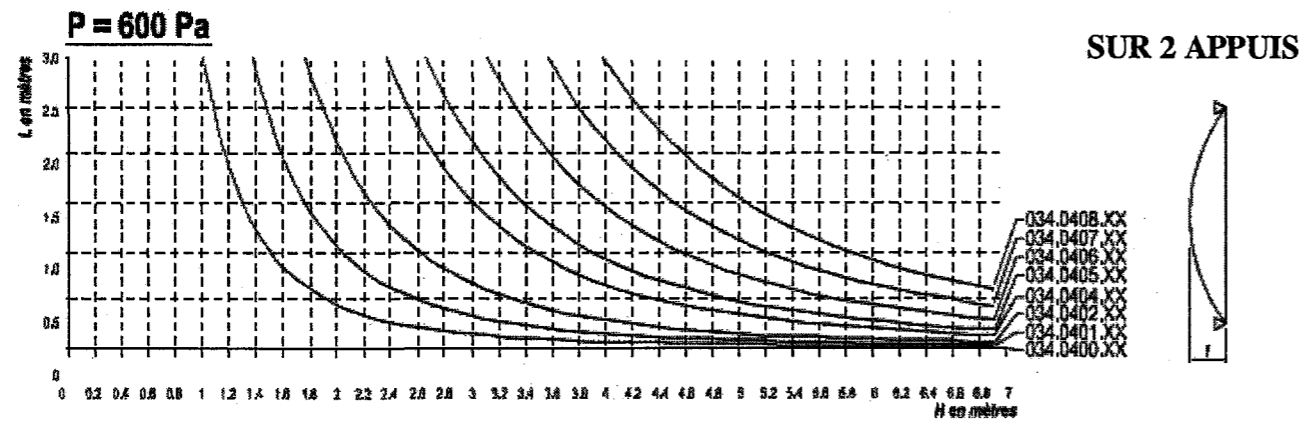
Tableau des inerties :

| 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 :



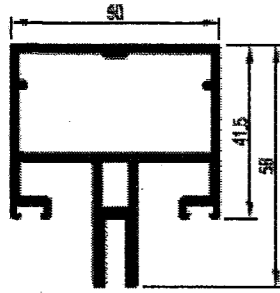
Courbes d'inertie pour montants :



Meneaux et traverses :

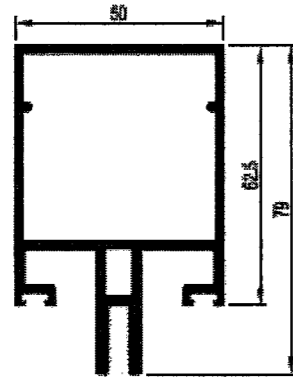
034.0400.XX

$I_x = 13,074 \text{ cm}^4$
 $I_y = 13,532 \text{ cm}^4$



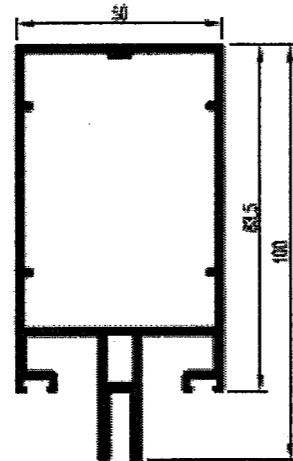
034.0401.XX

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



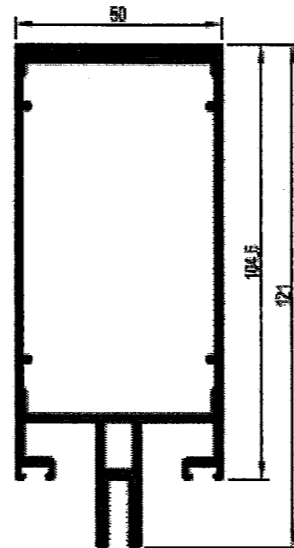
034.0402.XX

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



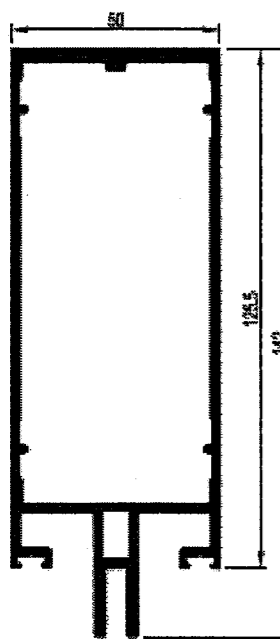
034.0404.XX

$I_x = 152,047 \text{ cm}^4$
 $I_y = 30,142 \text{ cm}^4$



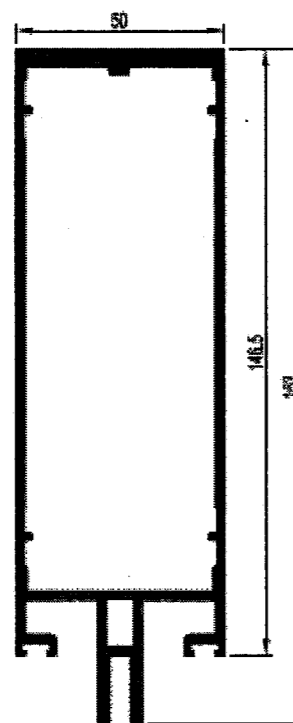
034.0405.XX

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



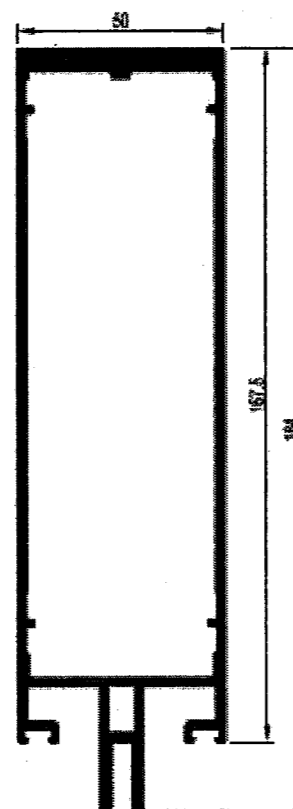
034.0406.XX

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



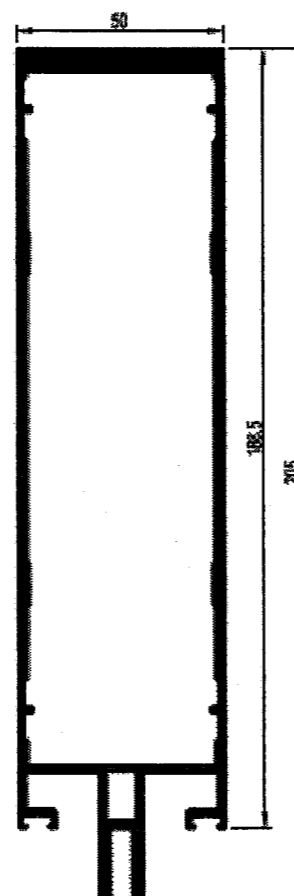
034.0407.XX

$I_x = 487,368 \text{ cm}^4$
 $I_y = 46,432 \text{ cm}^4$

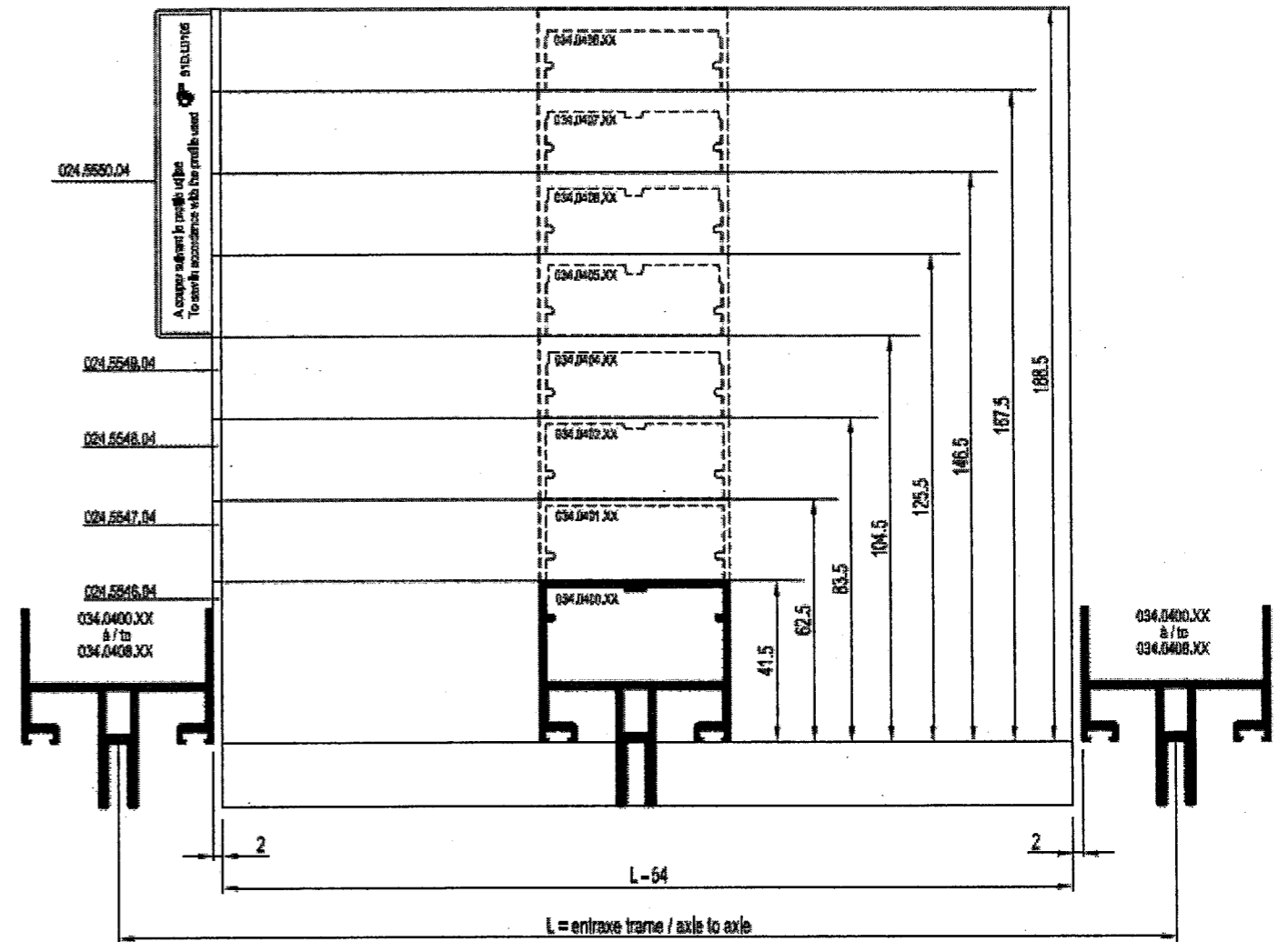


034.0408.XX

$I_x = 880,139 \text{ cm}^4$
 $I_y = 59,366 \text{ cm}^4$



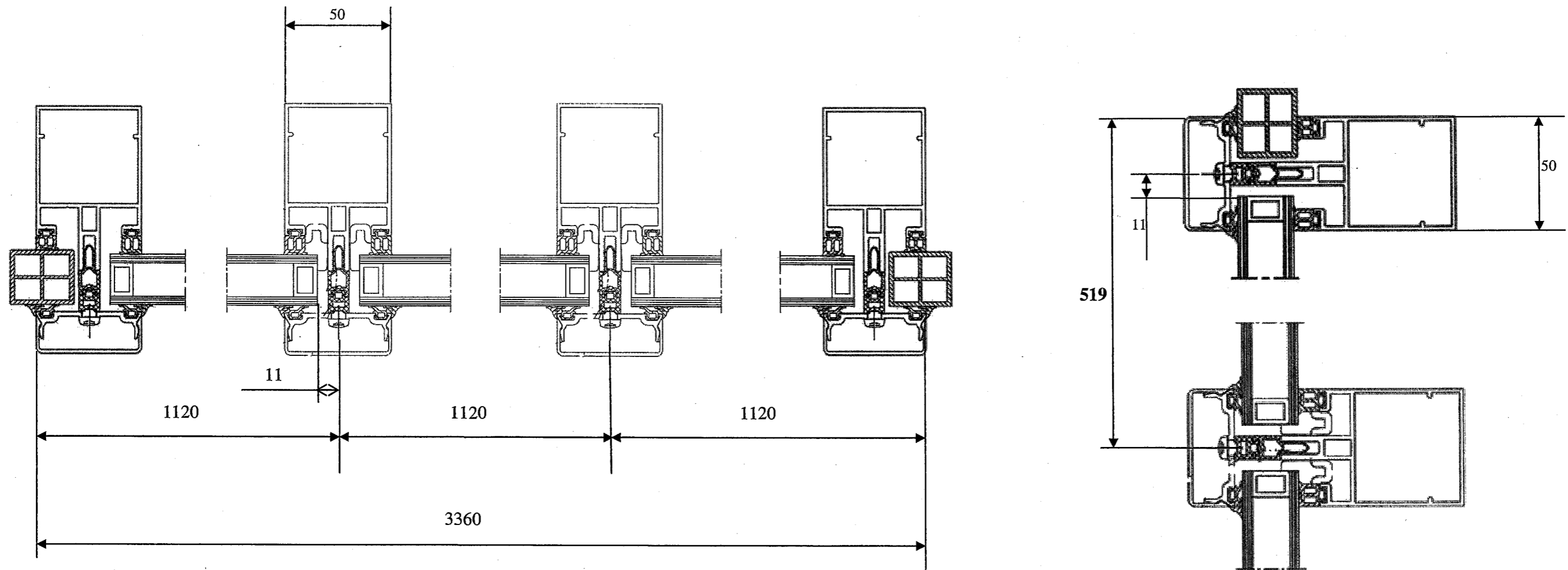
Débit des traverses :



PRISE DE VOLUME :

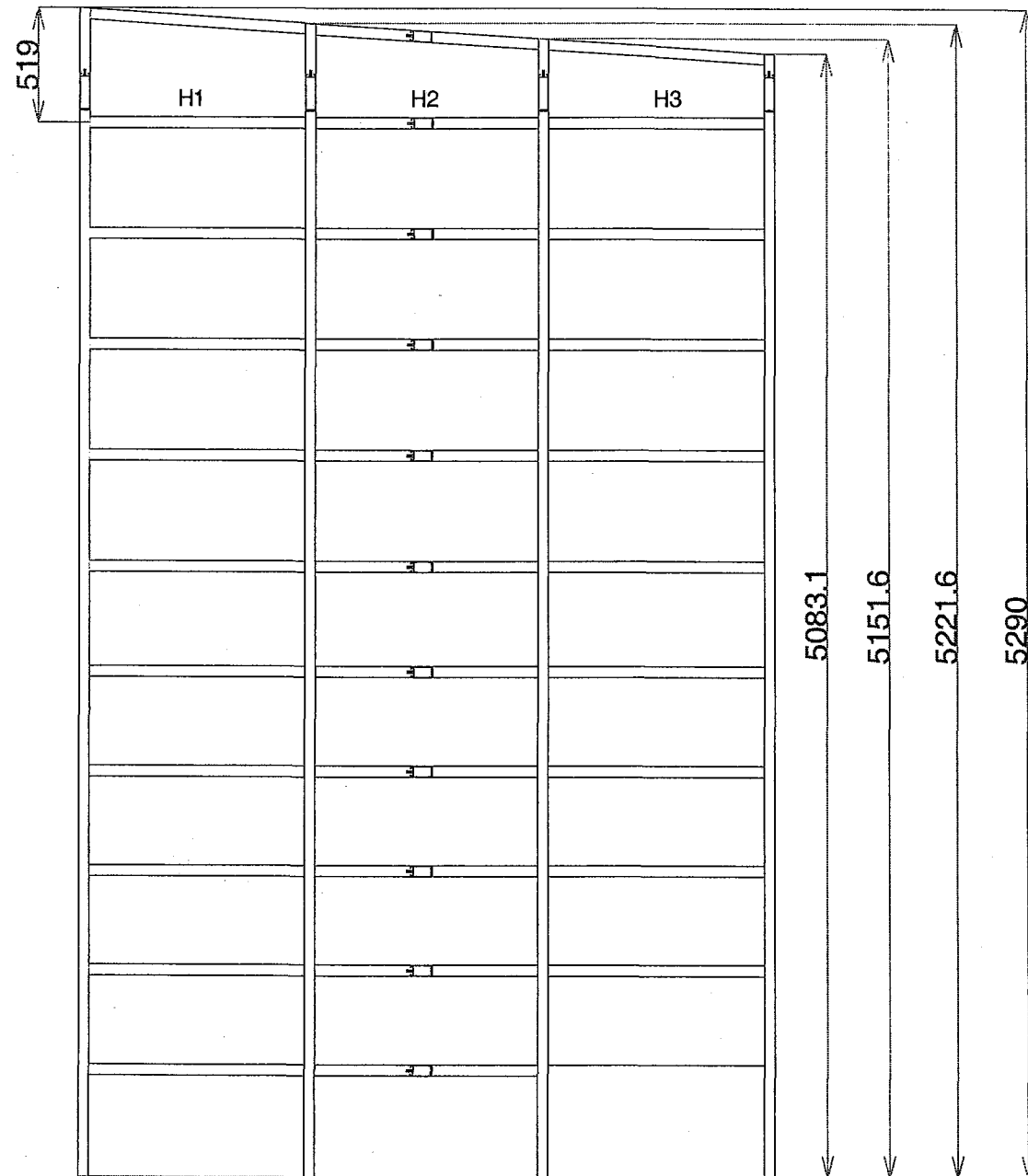
Coupes horizontales et verticales de l'ensemble Rep. H

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 | Référence |
| 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 | 3,70m ² | DOUBLE VITRAGE 28MM | |
| 2x | 1075mm | 436mm | 0,94m ² | DOUBLE VITRAGE 28MM | |
| 2x | 1075mm | 454mm | 0,98m ² | PANNEAU 24MM | |
| 8x | 1075mm | 483mm | 4,15m ² | DOUBLE VITRAGE 28MM | |
| 4x | 1100mm | 431mm | 1,90m ² | DOUBLE VITRAGE 28MM | |
| 1x | 1100mm | 436mm | 0,48m ² | DOUBLE VITRAGE 28MM | |
| 1x | 1100mm | 454mm | 0,50m ² | PANNEAU 24MM | |
| 4x | 1100mm | 483mm | 2,12m ² | DOUBLE VITRAGE 28MM | |