

1° Partie : Analyse Technologique et Fonctionnelle

Question 1 : Etude du mur-rideau au R.D.C.

1.1 Liaison entre la structure aluminium et le gros œuvre

Sur la file 19 au droit de l'ensemble formant entrée, l'épave proche du mur assure le support de la porte 2 vantaux et de l'imposte fixe. L'épave est fixée au sol et sous le plancher en libre dilatation. Le CCTP DT 01 page 07, et le DTC page 01 montrent le principe d'implantation.

- déterminez un principe (en complétant la coupe horizontale) de raccordement assurant la dilatation entre le gros œuvre et l'aluminium.
- à l'aide des règles professionnelles (DA page 01) déterminez le calfeutrement à mettre en place; coter la section du joint et préciser le calfeutrement choisi; en complétant la coupe.
- répondre sur le document DR01

1.2 Etude du raccordement du mur-rideau au droit des poutres béton

L'ensemble des poteaux béton support des poutres du premier étage se trouve à l'extérieur du mur-rideau. Le mur-rideau rencontre les poutres à chaque file tel le document DTC 01 page 02.

- déterminez un principe de raccordement pour assurer l'isolation, la dilatation et l'étanchéité du mur-rideau. Le remplissage sera assuré par un vitrage identique au mur-rideau.
- répondre sur le document DR02

1.3 Etude de l'entrée d'air sur le mur-rideau

Le CCTP DT 01 page 06 et le DTC 1 page 05 décrit des produits qui assurent l'entrée d'air neuf en s'incorporant en partie supérieure des vitrages des menuiseries.

- choisissez et dessinez (par décalque) l'aérateur sur les coupes verticale et horizontale.
- répondre sur le document DR03

1.4 Etude des vitrages d'allège du mur-rideau au R.D.C.

Le CCTP DT 01 page 06 préconise un principe de remplissage. Les extraits des D.T.U. (documents annexes DA page 02) justifient la réglementation.

- identifiez les facteurs qui influencent le choix de la composition des produits verriers face aux risques de bris des vitrages.
- vérifiez la conformité de la composition et de l'épaisseur du vitrage prévu.
- le maître d'œuvre a privilégié l'emploi du verre feuilleté par rapport aux glaces trempées. Quels sont les avantages et les inconvénients de chaque type de produits.
- répondre sur le document DR04

Question 2 : Etude de l'évacuation des eaux pluviales

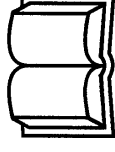
La toiture de l'« CÉuf » est un complexe d'étanchéité sur bacs acier nervurés. Les détails des plans DT 01 page 13 et 14 montrent la répartition des évacuations des entrées d'eaux pluviales (EEP). Les extraits du D.T.U. 43.1 et 20.12 (DA page 03) synthétisent la formule de Bazin sous la forme de tableau permettant de choisir le diamètre du tuyau de descente en fonction de la surface d'eau collectée.

On vous demande d'étudier la descente située sur la file 19

- hachurez sur le document la surface prise en compte par la descente
- calculez cette surface (on considère les EEP dans l'axe de la file de poteau la plus proche)
- en déduisez le diamètre minimum de la descente
- recherchez sur le document commercial DTC page 03, le diamètre du tuyau à commander.
- proposez un principe de protection et de revêtement anticorrosion sur ces tuyaux et justifiez votre réponse.

Les documents DTC 1 pages 06 – 07 – 08 peuvent vous renseigner sur l'anticorrosion et la peinture de finition.

- répondre sur le document DR05



Dossier Technique complémentaire

DTC2

Ce dossier comporte 6 documents

- Élévation et coupes du mur rideau entre la file 16 et 19
- Coupes verticale du mur rideau sous la poutre béton
- Élévation et coupes du mur rideau en allège
- Caractéristiques mécaniques des profils aluminium
- Document commercial et technique des fixations
- Principe d'attache de l'épine sous le plancher du R+1

DTC2 page 01
DTC2 page 02
DTC2 page 03
DTC2 page 04
DTC2 page 05
DTC2 page 06

ELEVATION de principe

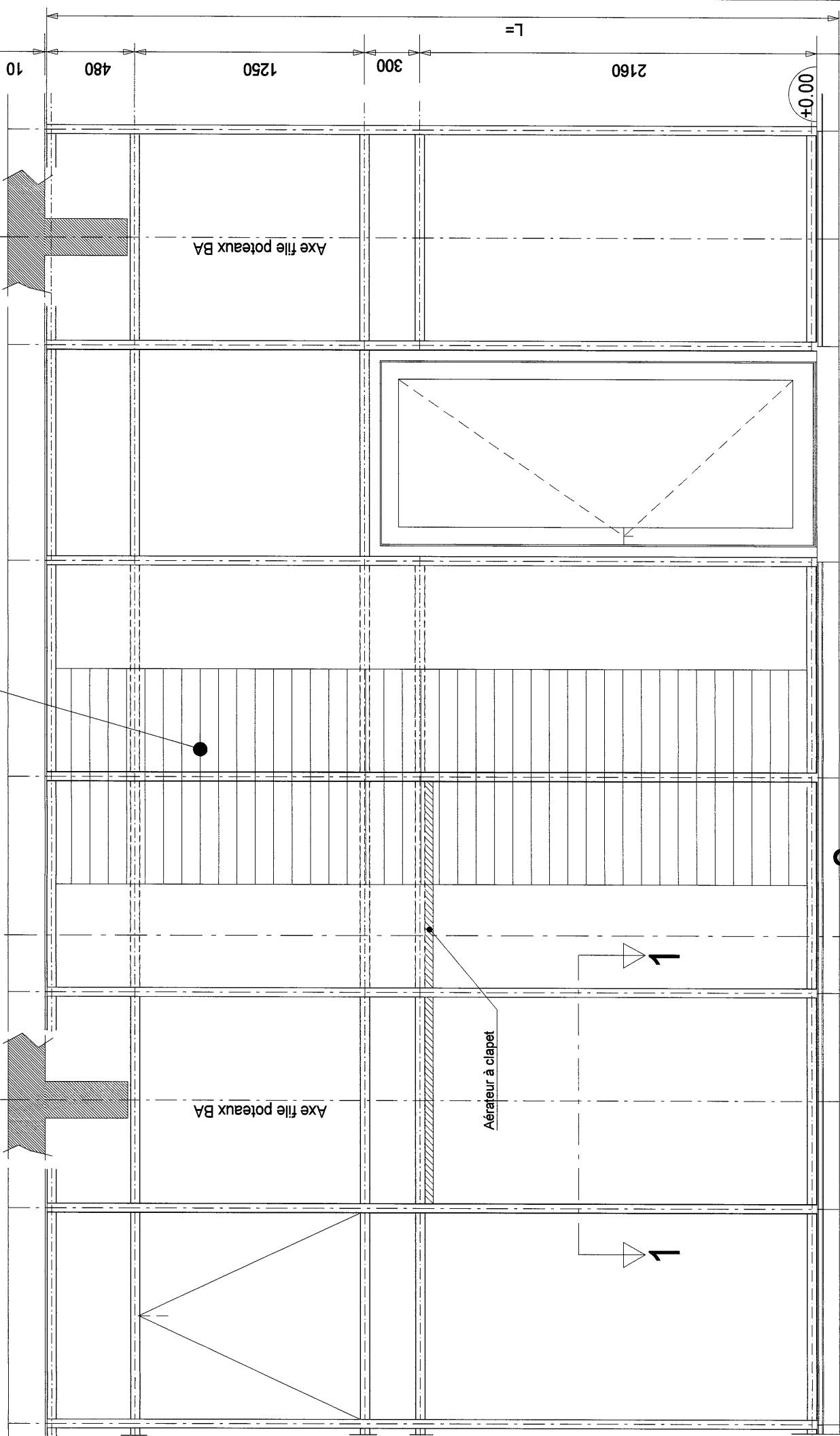
Echelle 1 : 20

2

17

Modélisation du chargement de vent sur l'épine
(trame régulière à 1180)

18



1180

590

590

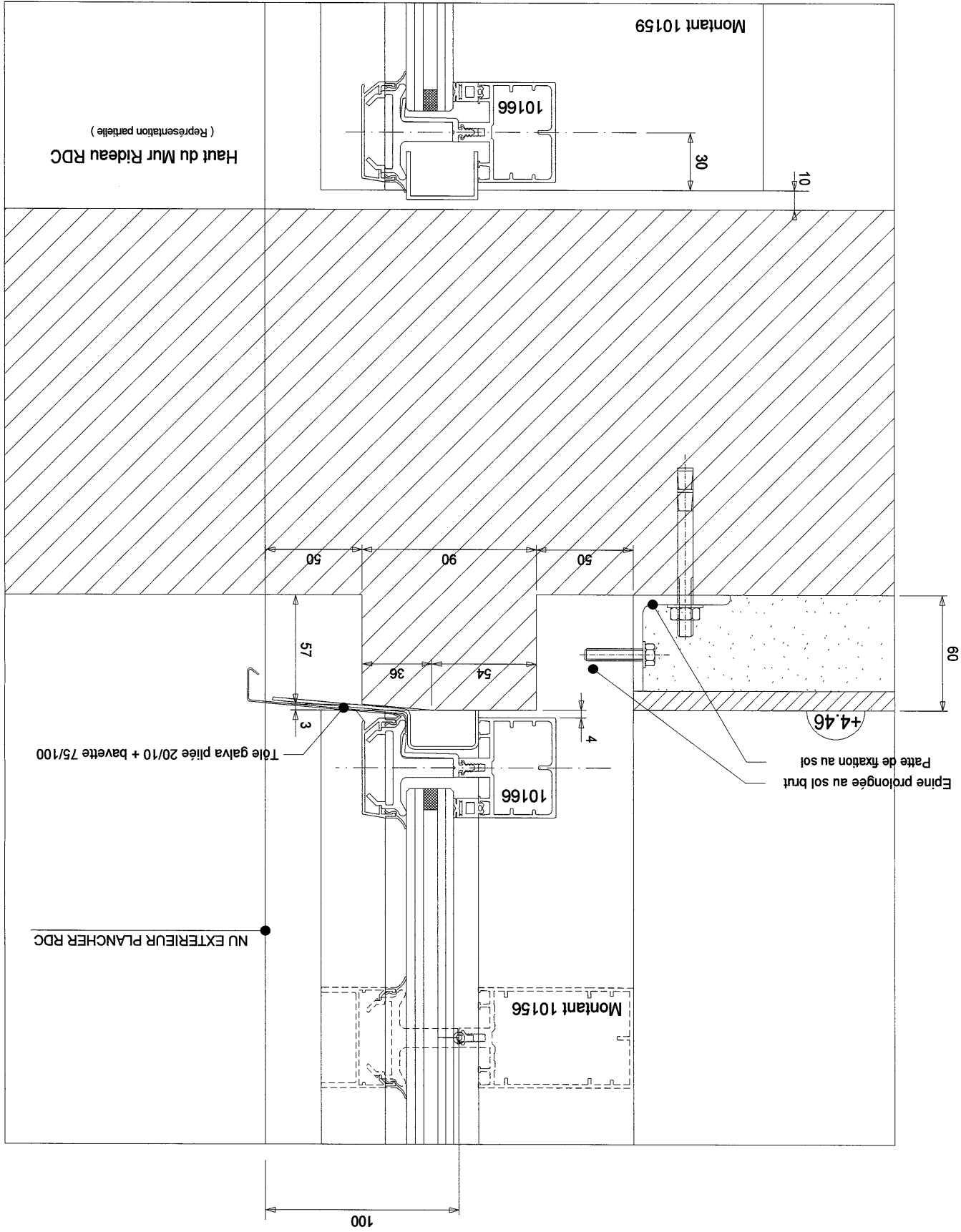
2

Concours Général des Métiers Session 2003
Bâtiment - Métal - Aluminium - Verre - Matériaux de synthèse

DTC 2 page 1

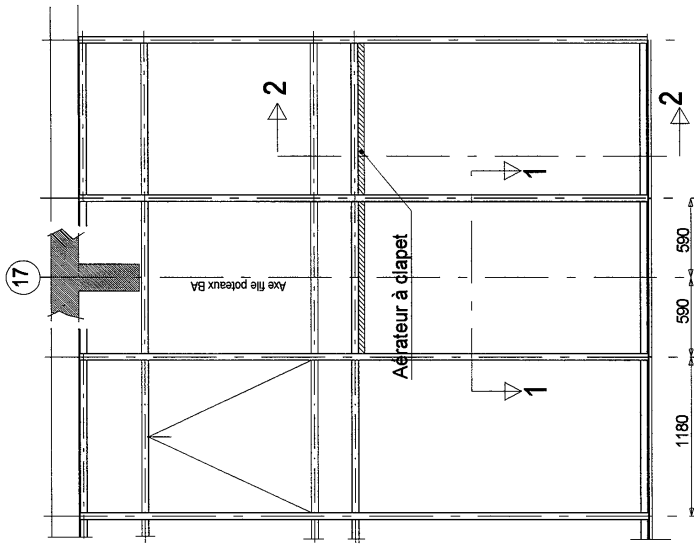
DETAIL B

Coupe 2 - 2 partielle



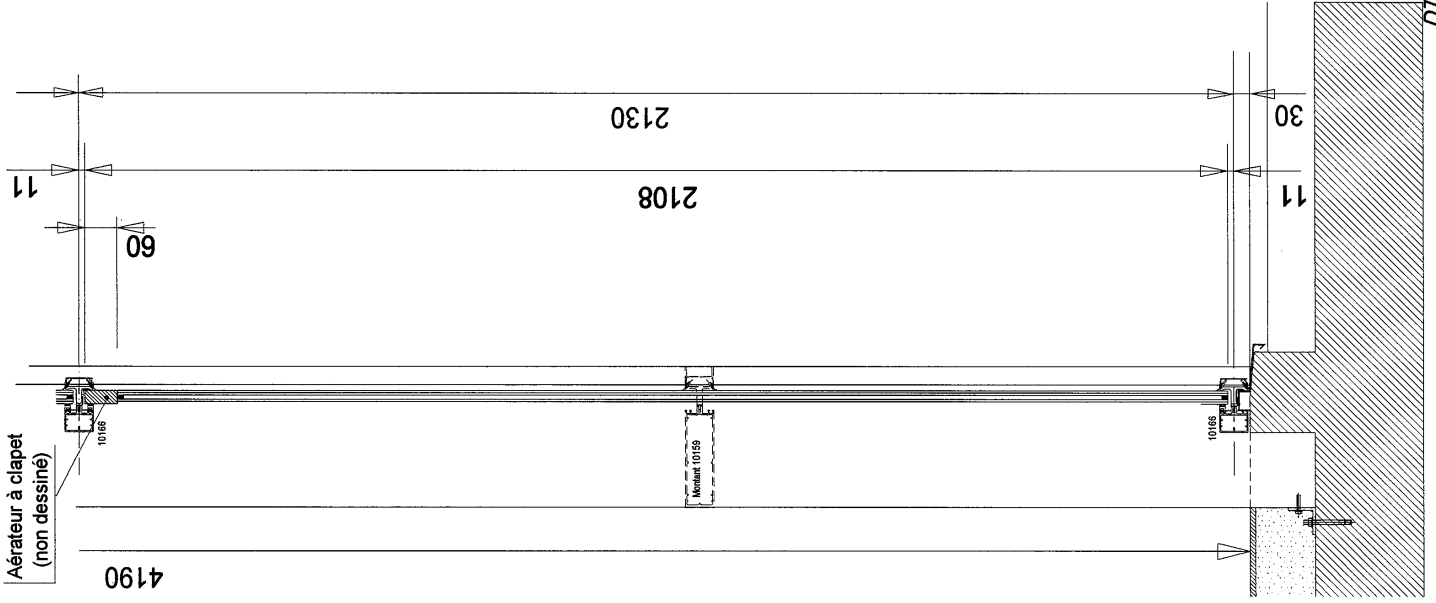
ELEVATION de principe

Echelle 1: 40



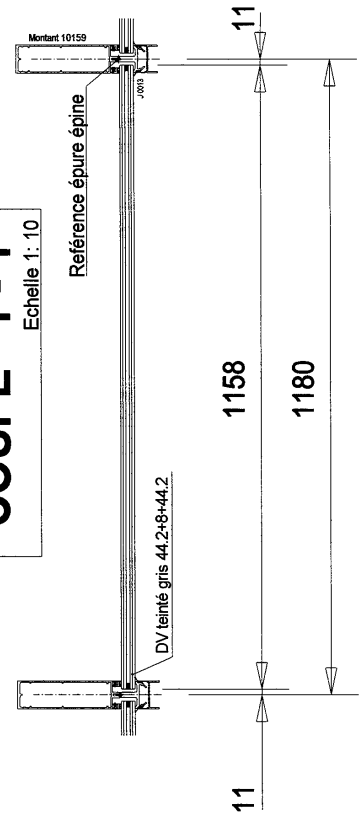
COUPE 2 - 2

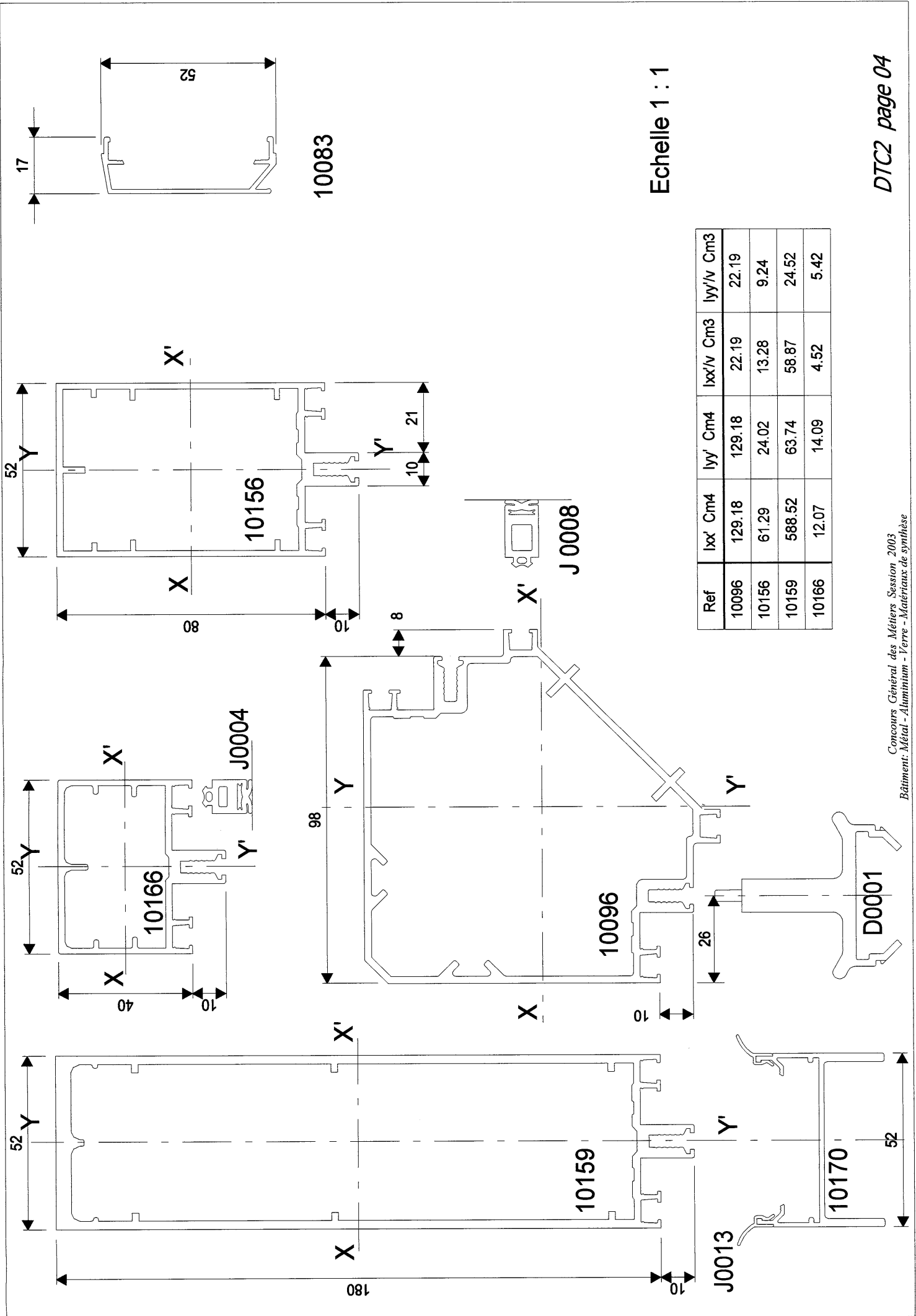
Echelle 1: 10



COUPE 1 - 1

Echelle 1: 10





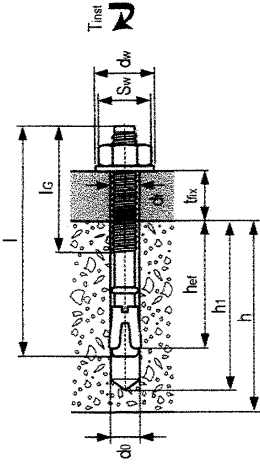
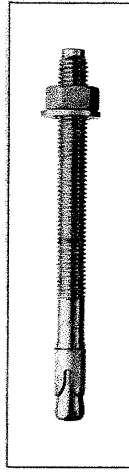
Echelle 1 : 1

Ref	lxx' Cm4	lyy' Cm4	lxx'lv Cm3	lyy'lv Cm3
10096	129.18	129.18	22.19	22.19
10156	61.29	24.02	13.28	9.24
10159	588.52	63.74	58.87	24.52
10166	12.07	14.09	4.52	5.42

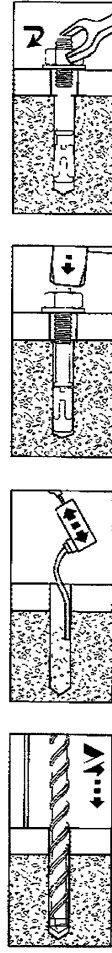
Fiche technique HSA

Chevilles métalliques acier classe 6.8 zinguée

1. Présentation



2. Principe de pose



Données de pose et commerciale

M	Diamètre de perçage		Diamètre de scellement		Diamètre de scellement		Diamètre de scellement		Diamètre de scellement		Diamètre de scellement		Code article						
	h ₁	h ₂	h ₁	h ₂	h ₁	h ₂	h ₁	h ₂	h ₁	h ₂	h ₁	h ₂	h ₁	h ₂					
M 6x50	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	A	2583226	2583226	2583226	33211833
M 6x55	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	B	2583226	2583226	2583226	33211841
M 6x60	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	C	2583226	2583226	2583226	33211849
M 6x65	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	D	2583226	2583226	2583226	33211856
M 6x70	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	E	2583226	2583226	2583226	33211863
M 6x75	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	F	2583226	2583226	2583226	33211870
M 6x80	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	G	2583226	2583226	2583226	33211877
M 6x85	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	H	2583226	2583226	2583226	33211884
M 6x90	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	I	2583226	2583226	2583226	33211891
M 6x95	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	J	2583226	2583226	2583226	33211898
M 6x100	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	K	2583226	2583226	2583226	33211905
M 6x105	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	L	2583226	2583226	2583226	33211912
M 6x110	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	M	2583226	2583226	2583226	33211919
M 6x115	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	N	2583226	2583226	2583226	33211926
M 6x120	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	O	2583226	2583226	2583226	33211933
M 6x125	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	P	2583226	2583226	2583226	33211940
M 6x130	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	Q	2583226	2583226	2583226	33211947
M 6x135	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	R	2583226	2583226	2583226	33211954
M 6x140	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	S	2583226	2583226	2583226	33211961
M 6x145	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	T	2583226	2583226	2583226	33211968
M 6x150	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	U	2583226	2583226	2583226	33211975
M 6x155	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	V	2583226	2583226	2583226	33211982
M 6x160	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	W	2583226	2583226	2583226	33211989
M 6x165	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	X	2583226	2583226	2583226	33211996
M 6x170	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	Y	2583226	2583226	2583226	33212003
M 6x175	40	30	20	100	55	40	10	100	65	30	5	10	6,8	12	Z	2583226	2583226	2583226	33212010

3. Recherche des coefficients en fonction de l'effort (traction ou cisaillement) et de sa direction

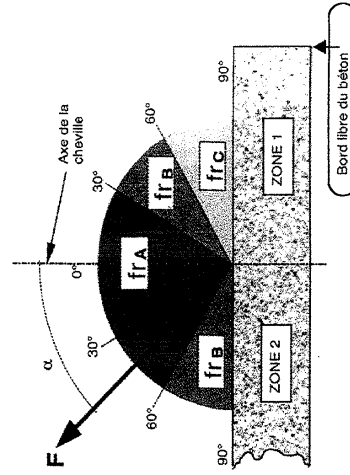
Direction par rapport à l'axe principal de la cheville

L'effort est du type « Traction » si $0^\circ \leq \alpha < 30^\circ$

« Traction oblique » si $30^\circ \leq \alpha < 60^\circ$

« Cisaillement » si $60^\circ \leq \alpha < 90^\circ$

Vérifier la zone en fonction du bord libre
Si l'existe.



4. Valeur de la charge de service R_{ds} de la cheville en fonction du type d'effort

Traction (angle 0° à 30°)

Implantation minimum

HSA-K	Risque élevé ET Béton fissuré		Autres cas	
	B41. C20/25	B41. C30/37	Risque élevé et béton non fissuré	Risque modéré (tout béton)
M 6	160	200	30	105
M 8	250	315	350	275
M 10	350	440	440	350
M 12	440	530	530	440
M 16	530	620	620	530

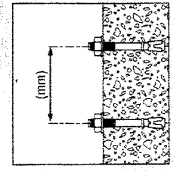
Cisaillement (angle 60° à 90°)

Implantation minimum

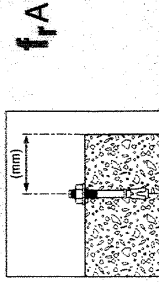
HSA-K	Toutes applications	
	Béton ≥ C20/25	
M 6	130	
M 8	310	
M 10	570	
M 12	680	
M 16	1000	

5. Valeur du coefficient en fonction de l'entraxe (en mm)

HSA-K	mini	Entraxe entre chevilles (mm)
M 6	35	44
M 8	40	50
M 10	50	65
M 12	60	75
M 16	75	94
f _{ra}	0,7	0,75



HSA-K	mini	Distance au bord (mm)
M 6	44	49
M 8	50	54
M 10	61	66
M 12	72	78
M 16	90	97
f _{ra}	0,65	0,9



6. Distance au bord en mm en fonction de la zone 1 ou 2 et de l'angle formé par rapport à l'axe de la cheville

HSA-K	Distance au bord (mm)	
	mini	maxi
M 6	44	49
M 8	50	55
M 10	61	68
M 12	72	80
M 16	90	99
f _{ra}	0,5	0,55

7. Recherche des coefficients en fonction de l'effort (traction ou cisaillement) et de sa direction

HSA-K	Distance au bord (mm)	
	mini	maxi
M 6	44	49
M 8	50	55
M 10	61	68
M 12	72	80
M 16	90	99
f _{ra}	0,5	0,55

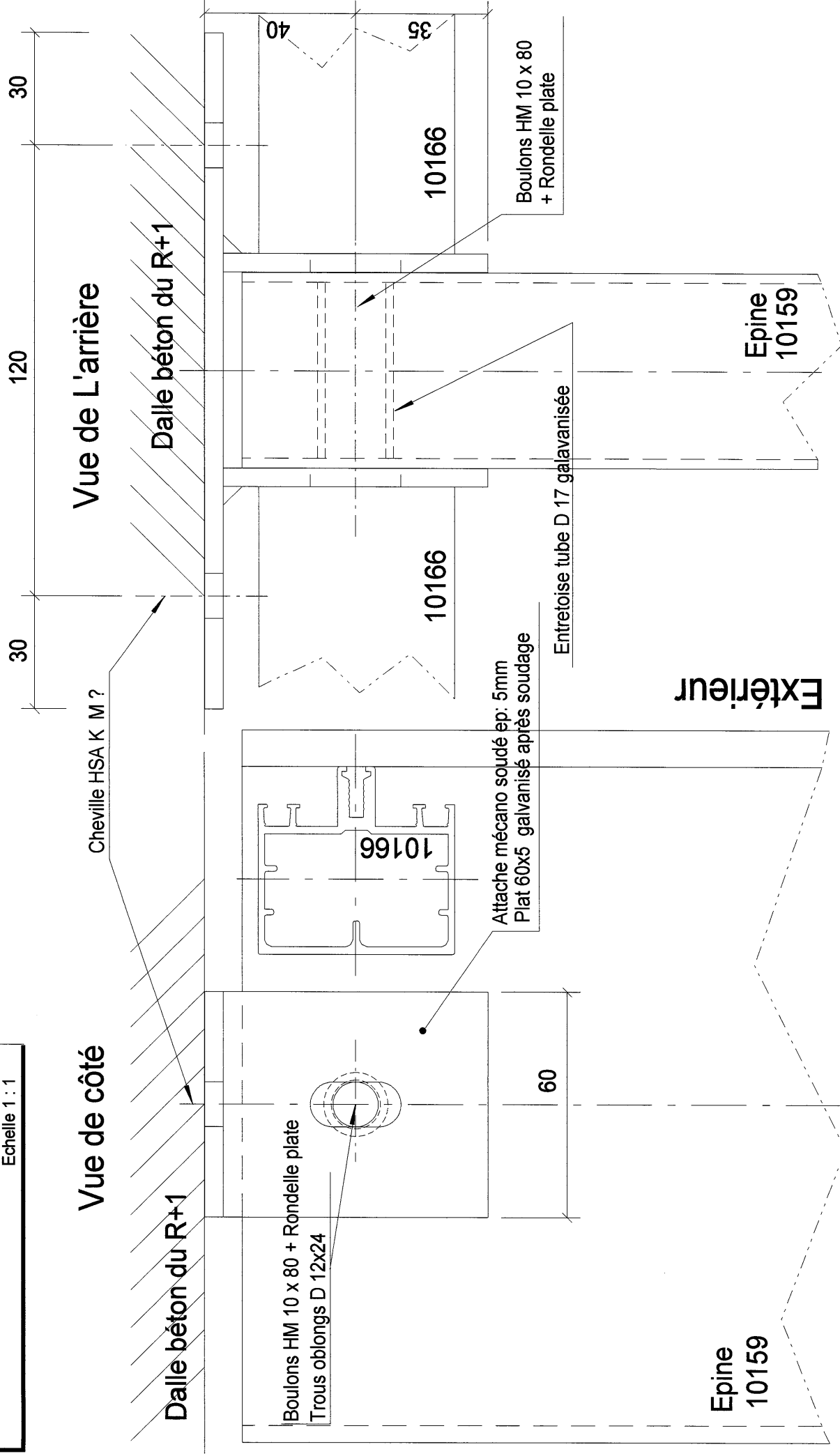
8. Recherche des coefficients en fonction de l'effort (traction ou cisaillement) et de sa direction

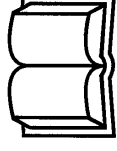
HSA-K	Distance au bord (mm)	
	mini	maxi
M 6	44	49
M 8	50	55
M 10	61	68
M 12	72	80
M 16	90	99
f _{ra}	0,5	0,55

COUPE Verticale

Echelle 1 : 1

Liaison haute du mur rideau sur le support





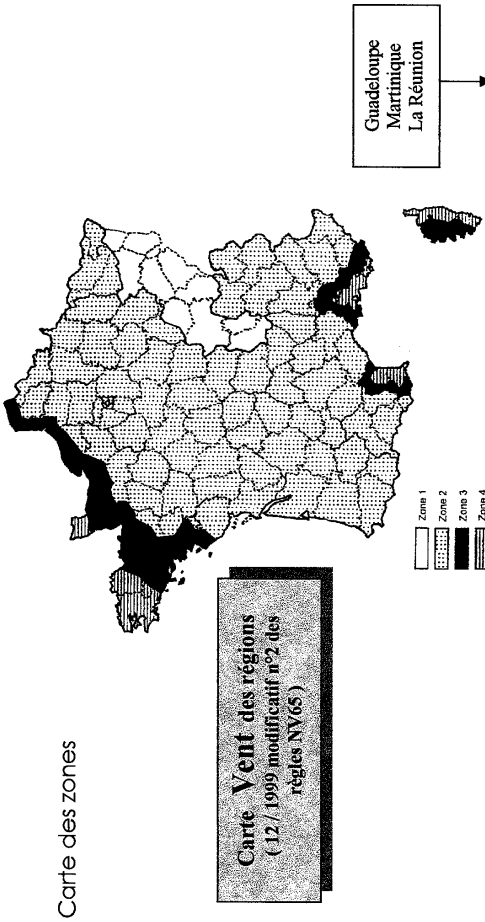
Dossier Annexe

DA2

Ce dossier comporte 4 documents

- Extrait du D.T.U. P 06-002 sur les valeurs des pressions de vent DA2 page 01
- Extrait du D.T.U. 39 sur le calcul de l'épaisseur des vitrages DA2 page 02
- Extrait des règles Th-U DA2 page 03
- Extrait du formulaire sur le calcul statique des poutres uniformément chargées DA2 page 04

Détermination de la pression « Pn » de vent de calcul Pour la vérification des éléments de structure



ZONES	1	2	3	4	5
Pression dynamique de base normale q_{10}	500	750	900	1200 N/m ²	
Pression dynamique de base extrême q'_{10}	875	1310	1575	2100 N/m ²	

La formule à développer est : $P_n = q_{10} \times K_s \times K_m \times \delta \times K_h \times (C_e - C_i)$

À partir des pressions dynamiques de base q_{10} et q'_{10} on affecte des coefficients correcteurs ($q_{10} \times Coef$) ou ($q'_{10} \times Coef$). Les coefficients correcteurs sont :

1. Effet de site (k_s)
2. Effet de masque (k_m) Coef pris égal à 1 dans notre cas d'étude
3. Effet de dimensions (δ)
4. Effet de hauteur au-dessus du sol (k_h)

- 1 - Effet de site (k_s) Destiner à moduler les pressions en fonction des sites, on distingue :

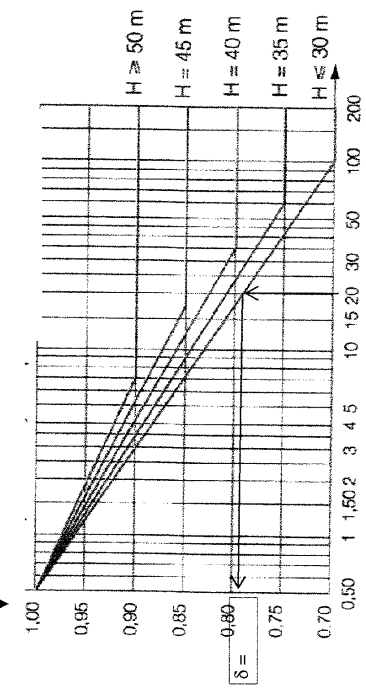
Coef. de site k_s	Zone 1	Zone 2	Zone 3	Zone 4	Zone 5
Site protégé	0.80	0.80	0.80	0.8	(*)
Site normal	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
Site exposé	1.35	1.30	1.25	1.20	1.20

(*) La notion de site protégé n'est pas prise en compte dans cette zone

- 3 - Effet de dimensions (δ)

La pression dynamique, s'exerçant sur une paroi, diminue lorsque sa surface augmente. Les pressions dynamiques correspondant à chaque niveau d'une construction doivent être affectées : - d'un coefficient de réduction δ déterminé en fonction de la plus grande dimension (horizontale ou verticale) de la surface offerte au vent (maître couple) intéressant l'élément de stabilité considéré.

δ Coefficient de réduction recherché



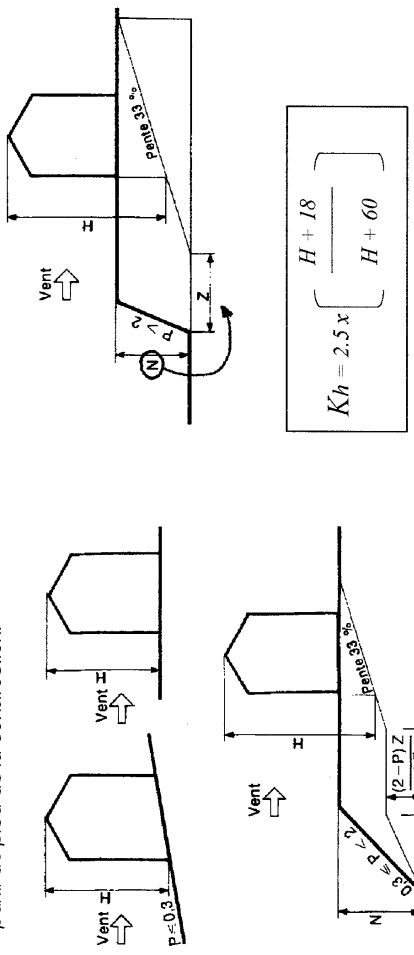
La hauteur (H) considéré est de 20m voir DT 01 page 9

La lecture sur le graphique δ est = 0,79

Plus grande dimension de la surface offerte au vent en mètre

- 4 - Effet de la hauteur au-dessus du sol (k_h)

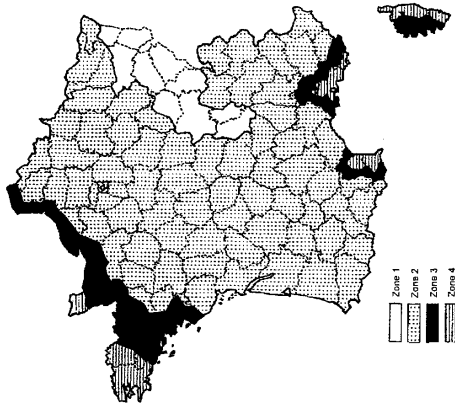
La variation de la vitesse du vent avec la hauteur H dépend de plusieurs facteurs : le site, la vitesse maximale du vent et le freinage dû au sol. La hauteur H est comptée à partir du sol environnant supposé sensiblement horizontal dans un grand périmètre en plaine autour de la construction. Si la pente est \leq à 0.3, la hauteur H peut être comptée à partir du pied de la construction.



- Coefficient de Pression (C) correspondant à l' « Action moyenne » égale aux Actions extérieures (C_e) moins les Actions intérieures (C_i) ; Soit $C = (C_e - C_i)$ Pour chaque élément du bâtiment, on combine de la façon la plus défavorable ces actions. Quelle que soit la construction, elles produisent simultanément un effet de renversement et un effet de soulèvement. On admet pour les constructions courantes ce coefficient $C = 1, 1$ dans le cas d'une dépression intérieure

Calcul de l'épaisseur des vitrages rectangulaires

Carte des zones



Valeur des pressions

Zone	Situation	Hauteur H (m) de la fenêtre au dessus du sol			
		H ≤ 6	6 < H ≤ 18	18 < H ≤ 28	18 < H ≤ 50
1	a	800	800	800	800
	b	800	800	800	800
	c	800	800	800	850
	d	800	800	800	950
2	a	800	800	800	800
	b	800	800	800	800
	c	800	800	900	1000
	d	800	800	900	1100
3	a	800	800	800	800
	b	800	800	800	850
	c	800	800	900	1200
	d ^{a)}	800	950	1050	1300
4	a	800	800	800	800
	b	800	800	800	1000
	c	800	950	1050	1350
	d ^{a)}	850	1100	1150	1500
5	a	800	800	800	1050
	b	800	800	850	1300
	c	900	1200	1350	1750
	d	1100	1400	1500	1850

a) sur le littoral méditerranéen, hors Corse, les fenêtres en situation d, des zones 3 et 4 sont considérées comme en situation c.

La situation d'environnement de la construction

On distingue 4 situations :

- a) Constructions situées 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) Constructions situées dans les villes petites et moyennes ou à la périphérie des grands centres urbains, dans les zones industrielles, dans les zones forestières.
 - c) constructions isolées en rase campagne.
 - d) Constructions isolées en bord de mer ou situées dans les villes côtières, lorsque la construction étudiée est à une distance du rivage inférieure à 20 fois la hauteur de cette construction. En bord de lacs ou plans d'eau pouvant être parcourus par le vent sur une distance d'au moins 5km. (voir autres commentaires du DTU)
- 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 situations (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 le tableau (H_z : 6m ; 6m < H ≤ 18m ; etc.) Lorsque la construction est située au-dessus d'une dénivellation de pente moyenne > 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 > à 2 fois la hauteur de cette dénivellation.

1. Vitrages monolithiques plans

Les formules indiquées ci-après ont été établies en se basant sur la théorie générale de la flexion des plaques, confirmée par la pratique.

1.1 Vitrages pris en feuillure sur 3côtés :

Pour un vitrage monolithique, recuit, plan, non armé, l'épaisseur minimale théorique (e) déterminée par les formules suivantes en fonction des pressions conventionnelles.

Les formules à employées sont fonction de du rapport L/L

Dans ces formules :

- e est exprimée en mm ; P est exprimée en Pa ; S est exprimée en m² ; L est | sont exprimée en m

$$1) \text{ le bord libre est le petit côté } e = \frac{4,9}{\sqrt{P}}$$

$$2) \text{ le bord libre est le grand côté } e = \frac{4,9}{\sqrt{\frac{S \cdot P}{24}}}$$

$$3) \text{ le bord libre est le grand côté } e = \frac{31}{\sqrt{P}}$$

1.2 Facteur de réduction pour les vitrages fixes

Les épaisseurs calculées selon les dispositions ci-avant sont multipliées dans le cas de vitrages fixes par 0,9

2. Facteur d'équivalence ε pour les autres vitrages

Tous les types de vitrages n'ayant pas, à épaisseur égale, la même résistance, on est amené, pour certain d'entre eux, à utiliser un facteur d'équivalence permettant, à partir de l'épaisseur calculée en l, de

déterminer l'épaisseur minimale du vitrage considéré $e_t = \epsilon \cdot x \cdot e$

Pour les vitrages feuilletés ou les vitrages isolants thermiques, l'épaisseur à prendre en considération est la somme des épaisseurs des verres à l'exclusion de celles des films d'assemblage ou des épaisseurs d'air.

Pour les vitrages habituels ε est donné dans le tableau ci-dessous

Type de Vitrage	ε
Vitrages simples plans recuits armés	1,2
Glaces non colorées armées	0,80
Verres l'impitités, armés	0,75
Vitrages simples plans en verre ou glace trempée	P ≤ à 900 Pa P > à 900 Pa
Vitrages feuilletés (*)	Comportant 2 constituants verriers de même épaisseur Comportant 3 constituants verriers de même épaisseur
Vitrages isolants thermiques (*)	Comportant 2 produits verriers Comportant 3 produits verriers
(*) Pour les calculs les constituants trempés des vitrages feuilletés ou isolant thermiques sont considérés comme recuits	1,30 1,60 1,50 1,70

Extrait des règles Th-U

Explication des coefficients

U le coefficient de transmission surfacique d'une paroi est le flux thermique par unité de surface, pour une différence de température de 1 kelvin (k) entre les milieux situés de part et d'autre de cette paroi. Il se calcule par une formule de la forme :

$$U = \frac{1}{R_{si} + R + R_{se}} \quad (\text{Résultat en } W/m^2.k)$$

R_{si} = Résistances thermiques superficielles cotés intérieur de la paroi
 R_{se} = Résistances thermiques superficielles cotés extérieur de la paroi

R_{si} + R_{se} sont des valeurs forfaitaires suivant si la paroi est verticale (= 0,17) et horizontale flux ascendant (= 0,14)

Nota : pour notre étude nous retiendrons R_{si} + R_{se} = 0,17

R est la résistance thermique de la paroi. C'est la somme (Σ) des résistances thermiques (R_i) des couches qui composent la paroi.

$$R = \Sigma R_i \quad (\text{Résultat en } m^2.k/W)$$

$$\text{Est } R_i = \frac{e_i}{\lambda_i}$$

e_i = l'épaisseur du matériau exprimé en mètre
 λ_i = conductivité du matériau exprimé en W/m.k

Quelques valeurs de λ

Matériau et autres	λ
Verre	1,1
Béton plein granulats lourds	1,75
Brique de terre cuite	0,44
Mortier d'enduits et de joints	1,15
Laine minérale quelconque	0,065
Mousse polyuréthane AD	0,030
Polystyrène extrudé	0,033
Laine de roche	0,047
Aluminium	230
Lame d'air non ventilée	Epaisseur en mm de 5 à 7
Position verticale	Epaisseur en mm de 7,1 à 9

Exemple de calcul : mur de briques de 18cm et un panneau d'isolation extérieur de 8cm d'épaisseur ayant un λ de 0,038 W/m.k

$$R = [0,18/0,44 + 0,08/0,038] + 0,17 = 2,684 \quad m^2.k/W$$

$$U = 1 / 2,684 = 0,3725 \quad W/m^2.k$$

$U < 0,47 \quad W/(m^2.k)$ le complexe brique et isolant convient au critère de RT2000

La nouvelle réglementation thermique dite « RT2000 » veut répondre aux accords de Rio et de Kyoto sur les objectifs de limitation des émissions de gaz à effet de serre. La France a décidé de réduire la consommation d'énergie des bâtiments. Le gaz carbonique rejeté par les installations de combustion pour le chauffage des bâtiments contribue pour plus du quart à la production des gaz à effet de serre.

La prise en compte de ces enjeux fait que RT2000 se caractérise par plusieurs aspects, par rapport aux règlements précédents.

La RT2000 est entrée en vigueur début juin 2001, elle s'applique aux bâtiments neufs dont le permis de construire aura été déposé à compter du 02 juin 2001.

Elle améliore la performance énergétique des constructions neuves d'environ 15 à 40% par rapport à la précédente selon le type de bâtiment.

La RT2000 fixe une exigence sous la forme d'un coefficient C à ne pas dépasser. Elle laisse une certaine liberté aux concepteurs pour optimiser leurs projets et permet l'innovation technologique. Par exemple : un chauffage particulièrement performant peut autoriser une enveloppe peu isolée. Mais sa destination peut changer ou son système de chauffage peut adopter une autre source d'énergie, etc. pour ce faire le législateur a voulu placer des « gardes fous » et impose des caractéristiques thermiques minimales.

1. Pour l'enveloppe des bâtiments sur le plan de l'isolation thermique des parois dont la surface est supérieure ou égale à 0,50m² et donnant sur l'extérieur ou un local non chauffé doit satisfaire à :

$$U \leq U_{\text{maximal}} \quad (W/m^2.k)$$

Ci après quelques extraits de l'article 31 de l'arrêté :

- Murs en contact avec l'extérieur ou avec le sol
- Fenêtres et portes-fenêtres prises nues
- Façades rideaux

$$U_{\text{Maximal}} = 0,47 \quad W/(m^2.k)$$

$$U_{\text{Maximal}} = 2,90 \quad W/(m^2.k)$$

$$U_{\text{Maximal}} = 2,90 \quad W/(m^2.k)$$

Le coefficient U_{maximal} pris en compte pour les fenêtres et les portes-fenêtres est celui correspondant à la position verticale.

2. Pour les bâtiments d'habitation le coefficient moyen de transmission par les parois et les baies est :

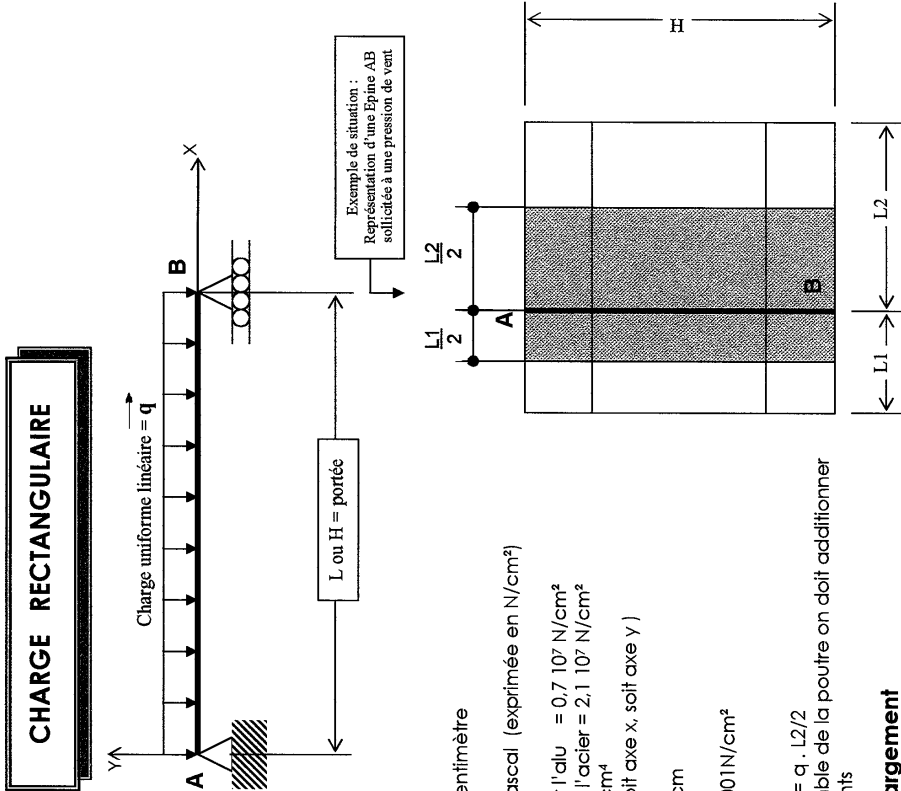
$$U_{\text{bat}} \leq 1,3 \quad U_{\text{bati-éfil}} \quad (W/m^2.k)$$

Coefficients et symboles de la RT2000

C	Coefficient de consommation conventionnelle d'énergie de référence du bâtiment	kWh-ep
U	Coefficient de transmission surfacique d'une paroi (auparavant le symbole K était utilisé)	W/m ² .k
U_{bat}	Coefficient moyen de déperdition par les parois et les baies d'un bâtiment	W/m ² .k
R_g	Résistance thermique globale de la paroi	m ² .k/W
λ	Conductivité thermique d'un matériau	W/m.k

Extrait du formulaire

Ce formulaire se limite à une poutre sur deux appuis avec une charge répartie sur la longueur de la poutre suivant le schéma mécanique ci-dessous.



Mise en situation

Longueur / Distance : en centimètre

Charge q : en Pascal (exprimée en N/cm^2)

Module d'élasticité E : pour l'alu = $0,7 \cdot 10^7 N/cm^2$
 Pour l'acier = $2,1 \cdot 10^7 N/cm^2$

Inertie du profil I : en cm^4
 (attention à la position du profil soit axe x, soit axe y)

Déformée (flèche) f : en cm

Nota : $1 Pa = 1 N/m^2$ soit $0,0001 N/cm^2$
 $1 Mpa = 0,01 N/cm^2$

$q_1 = q \cdot L_1/2$ et $q_2 = q \cdot L_2/2$
 pour vérifier l'ensemble de la poutre on doit additionner les deux chargements

Résultats Pour 1 chargement

Chercher la charge $q_1 = q \cdot L_1/2$

En suite :

1. Moment fléchissant (maxi en H/2) : $q_1 \cdot H^2 / 8$ (en $cm \cdot N$)
2. Actions aux liaisons $Y_A = Y_B$: $q_1 \cdot H / 2$ (en N)
3. Flèche (maxi entre C & D) : $- 5 q_1 \cdot H^4 / 384 \cdot E \cdot I_z$ (en cm)
4. Inertie : $5 q_1 \cdot H^4 / 384 \cdot E \cdot f$ (en cm^4)

Notion de contraintes normales en flexion

En flexion, les contraintes normales σ sont généralement prépondérantes devant les contraintes de cisaillement τ .

Dans le cas de flexion pure les poutres se déforment suivant des arcs de cercle. La ligne moyenne ou plan neutre ne subit ni allongement ni raccourcissement. Les fibres au dessus du plan neutre sont comprimées (contrainte de compression) ; les fibres en dessous sont tendues (contraintes de traction). En utilisant la loi de Hooke et en faisant intervenir le moment fléchissant on montre la formule fondamentale suivante :

$$\sigma_{max} = Mf_{max} / (Iz/V) \leq R_{pe}$$

σ_{max} = Contrainte normale de flexion Mf_{max} = Moment fléchissant dans la section droite
 Iz/V = module de flexion (valeur donnée dans les catalogues des profilés) R_{pe} = Contrainte admissible

Notions sur les coefficients de sécurité

Pour qu'une structure puisse supporter en toute sécurité les charges qui normalement la sollicitent, il suffit qu'elle puisse résister à des charges plus élevées. Le coefficient est appelé « **pondération de charges** ». Les règles AL76 et NV65 définissent ces valeurs en fonction de l'association des types de charges. Ci-après quelques valeurs avec comme dénomination G (poids propre des structures) S (charge de neige) et W (pour les charges de vent)

a) $G \cdot 1,1 + W \cdot 1,93$ b) $G \cdot 1,5 + W \cdot 1,5 + S \cdot 1,5$ c) $W \cdot 1,75$

Dans tous les cas la contrainte σ est calculée **après avoir pondéré** le moment fléchissant

Vérification d'une épine sollicitée à une pression de vent (Suivant le schéma ci avant)

Exemple : H = 4,00m, L1 = 0,80m, L2 = 1,40m f = 1/300, Charge de vent Zone 2 situation a et h < 6
 P = 800 Pa, profil aluminium à vérifier.

Avec un profil **Technal** renforcé d'un tube acier de 80x40x5 (« 6603 ») ayant l'inertie I suivant xx' de 442,15 cm^4 , et un module d'inertie de flexion I/V xx' de 46,81 cm^3 .

On cherche la flèche du profil et on vérifie que le profil satisfait aux conditions de flèche de 1/300^e
 1. On applique (la formule 3) pour trouver la déformée du profil

D'abord on détermine les chargements (q1 pour chargement n°1 & q2 pour chargement n°2)
 $Q_1 = (800 \cdot 0,0001) \cdot 80 / 2 = 3,2 N/cm$ et $Q_2 = (800 \cdot 0,0001) \cdot 140 / 2 = 5,6 N/cm$ $q_1 + q_2 = Q = 8,80 N/cm$

f = $(5 \cdot 8,8 \cdot 400^4) / 384 \cdot 0,7 \cdot 10^7 \cdot 442,15 = 0,948$ cm

soit une CDF de $400 / 0,948 = 422$ soit $1/422 > 1/300$ Le profil convient. CDF = Condition De Flèche

2. On recherche le moment fléchissant :

$Mf_{1-2} = 8,80 \cdot 400^2 / 8 = 176000$ $cm \cdot N$

On vérifie la contrainte : sous la pondération 1,75
 $\sigma = 176000 \cdot 1,75 / 46,81 = 6579,79 N/cm^2 = 65,8 Mpa < 170 Mpa$ Le profil convient.

3. On cherche les actions aux appuis :

$q_1 + q_2 = 3,2 + 5,6 = 8,8 N/cm$

$Y_A = Y_B = 8,8 \cdot 400 / 2 = 1760 N$

2° Partie : Vérification de caractéristiques

Question 1 : Etude de l'ossature du mur-rideau au R.D.C.

Répondre sur le document DR06

On vous demande de déterminer le profil minimum des montants. On supposera l'élément vertical en appui au sol et en libre dilatation sous le plancher du 1er étage.

L'étude se situe au RDC

1.1 Dimensions et paramètres

- A l'aide du document DT01 page 1 pour situer la zone
- A l'aide du document DTC 2 page 1 relever les dimensions nécessaires à l'étude
- A l'aide du document DTC 2 page 4 relever les caractéristiques mécaniques

- déterminez la longueur L
- déterminez les largeurs a1, a2
- matérialisez par une flèche l'action du vent sur le profil vu en coupe horizontale

1.2 Etude de la pression de vent

- A partir des extraits DTU document DA 2 page 01, en considérant un site normal
- lisez la pression dynamique de base de vent appliquée sur l'ouvrage.
- recherchez la pression de vent de calcul P_n
- recherchez la valeur de la flèche admissible pour L/300, la valeur trouvée sera limitée à 8mm pour tenir compte du vitrage isolant.

1.3 Flèche du profil.

La répartition de la pression de vent sur l'élément est modélisée par une charge rectangulaire. La formule du document DA2 page 04 permet de vérifier la flèche du profil.

- vérifiez par calcul la flèche réelle du profil **10159**.
- comparez avec la flèche admissible.

1.4 Contrainte du profil.

Vérifiez que la contrainte engendrée par le vent sur le montant ne dépasse pas la limite élastique Le document annexe DA2 page 04. Justifiez les choix.

- déterminez le moment fléchissant pour le chargement rectangulaire
- vérifiez la contrainte de flexion,
- comparez avec la limite élastique de l'aluminium $R_{pe} = 170$ Mpa et justifiez votre réponse.

Question 2 : Etude du vitrage du mur-rideau au RDC

Il s'agit de vérifier l'épaisseur du vitrage décrit au CCTP situé en allège du mur rideau. On se place dans le cas défavorable, là où sont placés des aérateurs sur la partie haute du vitrage. L'aérateur inséré entre la traverse du mur rideau et le vitrage ne permet pas entièrement d'assurer la reprise de la charge de vent.

- Répondre sur le document DR07

2.1 Vérification du vitrage d'allège.

- A l'aide du document DTC2 page 03 recherchez les dimensions du vitrage
- A l'aide du document DA2 page 02 recherchez la pression de vent
- A l'aide du document DA2 page 02 recherchez la formule

- déterminez par le calcul l'épaisseur minimal du vitrage
- comparez avec la proposition du maître d'œuvre
- le vitrage préconisé convient-il ?

2.2 Etude thermique du vitrage

- A l'aide du document DA2 page 03 recherchez des valeurs λ pour matériaux et éléments
- déterminez par le calcul la résistance globale du double vitrage
- déterminez le coefficient de transmission surfacique U en fonction de Rg
- justifiez votre réponse par rapport à RT2000
- déterminez le pourcentage de diminution des déperditions thermiques entre un simple vitrage et le double vitrage étudié précédemment.

Question 3 : Etude de liaison du mur-rideau au gros-œuvre

On vous demande d'étudier la liaison haute de l'épave située proche de la file 17. Vous devez définir le diamètre de la fixation permettant d'assurer le maintien du montant sur le nez de dalle supérieure sous l'action du vent sur la façade.

document DTC2 page 01 et 02 : situation de l'épave et de sa fixation.
document DTC2 page 06 : dimensions de l'attache
document DTC2 page 05 : paramètres de la fixation

à partir de l'effort global sur les fixations hautes de l'épave :

- recherchez la charge de service R_{ds} unitaire correspondant à un diamètre de cheville (M6, M8, etc.) en fonction de la sollicitation,
- calculez la charge admissible (Rd) de la fixation en fonction des coefficients (f)
- ce type de fixation convient-il ? justifiez votre réponse
- complétez le document réponse en précisant la référence commerciale de la cheville vérifiée.

- Répondre sur le document DR08

ETUDE TECHNOLOGIQUE : 2 ° PARTIE

Composition du Dossier : Vérification de caractéristiques

Dossier Technique complémentaire

- Elévation et coupes du mur rideau entre la file 16 et 19
- Coupe verticale du mur rideau sous la poutre béton
- Elévation et coupes du mur rideau en allège
- Caractéristiques mécaniques des profils aluminium
- Document commercial et technique des fixations
- Principe d'attache de l'épave sous le plancher du R+1

DTC2 page 01
DTC2 page 02
DTC2 page 03
DTC2 page 04
DTC2 page 05
DTC2 page 06

Dossier Annexe

- Extrait du D.T.U. P 06-002 sur les valeurs des pressions de vent
- Extrait du D.T.U. 39 sur le calcul de l'épaisseur des vitrages
- Extrait des règles Th-u
- Extrait du formulaire sur le calcul statique des poutres uniformément chargées

DA2 page 01
DA2 page 02
DA2 page 03
DA2 page 04

Dossier Sujet

- 2° partie : Vérification de caractéristiques
question n°1 : Etude des montants du mur rideau du RDC
question n°2 : Etude du vitrage d'allège sur le mur rideau du RDC
question n°3 : Etude de liaison haute du mur rideau sur le support

DS ET2 page 01
DS ET2 page 01
DS ET2 page 01

