



CEBQ
QBEC

Conseil de l'enveloppe du bâtiment du Québec
Quebec Building Envelope Council



AVFQ
Association de vitrerie
et fenestration du Québec

Le nouveau guide du mur-rideau CEBQ/AVFQ

Louis Fortin, ing. MGP
Directeur de projets



PTVD

EXPERTS CONSEILS EN ENVELOPPE DU BÂTIMENT
BUILDING ENVELOPE CONSULTANTS
MEMBRE DE CLEB

Un besoin pour l'industrie

- Pas de référence au mur-rideau dans le présent Code national du bâtiment (CNB 2005).
- Pas de référence non plus dans celui qui devrait être approuvé au Québec prochainement (CNB 2010).
- Le travail de rédaction du prochain code (CNB 2015), qui devrait être approuvé au Québec vers 2018, est amorcé depuis quelques années, et le mur-rideau y fera son entrée.
- Le CEBQ et l'AVFQ collaborent présentement à mettre à jour le guide du mur-rideau du CEBQ . Celui-ci incorporera les modifications concernant le mur-rideau qui devraient être introduites dans le CNB 2015.

Work in progress...

- **Le nouveau guide du mur-rideau sera édité par chapitre.**
- **Le premier chapitre traitera des points suivants:**
 - Historique de l'utilisation du mur-rideau;
 - Différents systèmes sur le marché;
 - Principes de conception;
 - Critères de performance à atteindre.

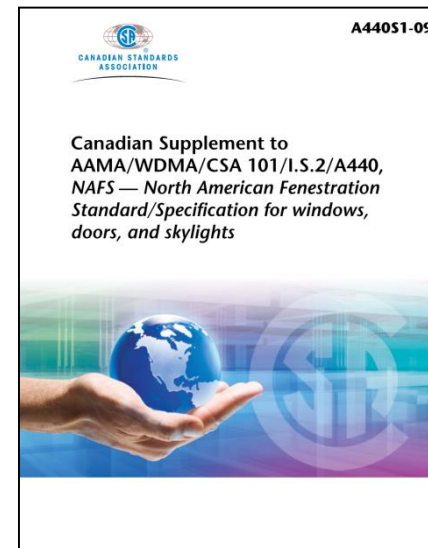
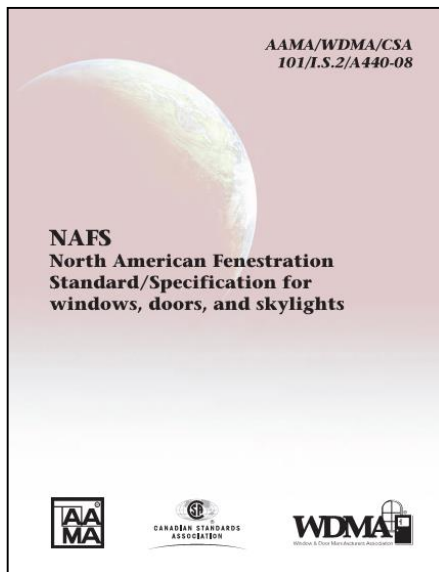
La conférence portera en partie sur le premier chapitre du nouveau guide et plus précisément sur l'arrivée du mur-rideau dans le CNB 2015 et les changements que cela entraîne lorsque l'on établit les niveaux de performance à atteindre.

Le nouveau guide du mur-rideau CEBQ/AVFQ

- **Chapitre 1: Systèmes de mur-rideau, principes et choix de conception.**
- **Chapitre 2: Matériaux et composantes.**
- **Chapitre 3: Vitrages.**
- **Chapitre 4: Détails de construction.**
- **Chapitre 5: Durabilité et contrôle de qualité.**
- **Chapitre 6: Spécifications techniques.**

Où en sommes-nous ?

- Présentement, il n'y a pas de norme spécifique pour les murs-rideaux au Canada;
- Dans le CNB 2010, qui devrait être bientôt approuvé au Québec, il n'y aura pas non plus de référence spécifique au mur-rideau;
- La norme de référence utilisée dans le CNB 2010 est le supplément canadien à l'AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440 – Norme nord-américaine sur les fenêtres (NAFS)/spécification relative aux fenêtres, aux portes et aux lanterneaux.



Qu'est-ce qu'il manque?

- Toujours pas de référence au-mur rideau.
- On doit faire des interprétations par rapport au CNB et par rapport à la NAFS.
- L'absence d'exigences de performance minimales et d'identification adéquate des normes d'essais applicables au mur-rideau entraîne une incohérence dans l'évaluation et la sélection des produits ainsi qu'une définition inappropriée des exigences de performance.
- On ne dispose pas de moyens pour établir la conformité. Il n'y a pas d'indication pour les murs-rideaux comparativement aux fenêtres, aux portes et aux lanterneaux, qui sont adéquatement visés par la norme NAFS incorporée au code par renvoi.
- Pour cette raison, il est fréquent, sur le même bâtiment et aussi sur la même hauteur de ce bâtiment (où tous les types de produits de fenêtrage peuvent être présents), que l'on constate une incohérence évidente des exigences de performance pour des produits qui, en bout de ligne, sont conçus pour accomplir les mêmes fonctions de base.

CNB 2015

- Devrait être approuvé au Québec vers 2018;
- Plutôt que d'introduire de nouvelles définitions dans le code, on introduit, dans les annexes, la notion d'autres fenestrages;
 - Murs-rideaux;
 - Pans de verre (ou murs-fenêtres);
 - Façades de magasin;
 - Structures architecturales vitrées.
- La modification proposée apportera des indications sur la façon de déterminer adéquatement ces produits et leurs applications en précisant la terminologie reconnue utilisée par l'industrie.
- La modification proposée établira des exigences de performance minimales ainsi que des procédures d'essai standard en laboratoire et sur place (in situ).

CNB 2015

- **Les critères de performance applicables seront:**
 - L'étanchéité à l'air;
 - La résistance à la pénétration d'eau;
 - La rigidité et la résistance des éléments aux surcharges dues au vent ou à une charge permanente;
 - La résistance à la condensation;
 - La durabilité.
- **Bien que les essais normalisés renferment la marche à suivre, il ne s'agit que de critères minimaux. Les différences de pression, les débits, la durée et les critères de réussite ou d'échec doivent être dictés par le prescripteur.**

- **En établissant des exigences de performance minimales et en faisant renvoi aux normes d'essais applicables, on s'assure que la performance de ces produits sera choisie adéquatement et évaluée de façon uniforme. Ceci permettra de :**
 - Réduire le risque que les fenêtrages soient installés sans moyens d'évaluation de la conformité;
 - Réduire le risque de défaillance afin d'atteindre la performance attendue pour ces composants de l'enveloppe du bâtiment, une telle défaillance pouvant entraîner des conditions défavorables, notamment des infiltrations d'eau et des infiltrations d'air excessives;
 - Veiller à ce que les murs-rideaux atteignent leur durée de vie utile prévue.

- **Répercussions sur les coûts**

- Aucune augmentation des coûts n'est prévue dans les cas où les règles de l'art sont déjà suivies puisque ces normes auraient déjà été incorporées par renvoi dans les spécifications de conception.
- Réductions des coûts dans les cas où les concepteurs ont consacré du temps et des ressources pour déterminer les matériaux appropriés pour ces applications et pour vérifier que ces produits ont une performance acceptable.

Définitions

- De quoi on parle...
- Avec des définitions claires, on se comprend mieux
- Nouveau vocabulaire

Changements au code 2010

Modification proposée 534

Commentaires

Renvoi(s) :

CNB10 Div.B 5.10.

Sujet :

Fenêtrage

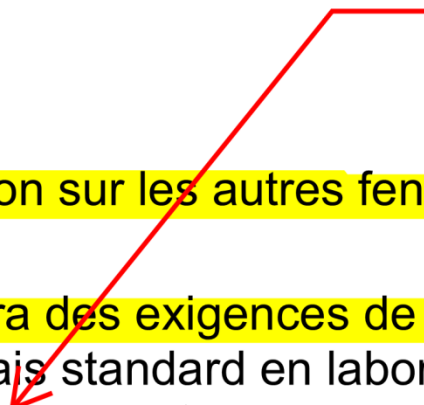
Titre :

Ajouter une nouvelle sous-section sur les autres fenêtrages

Description :

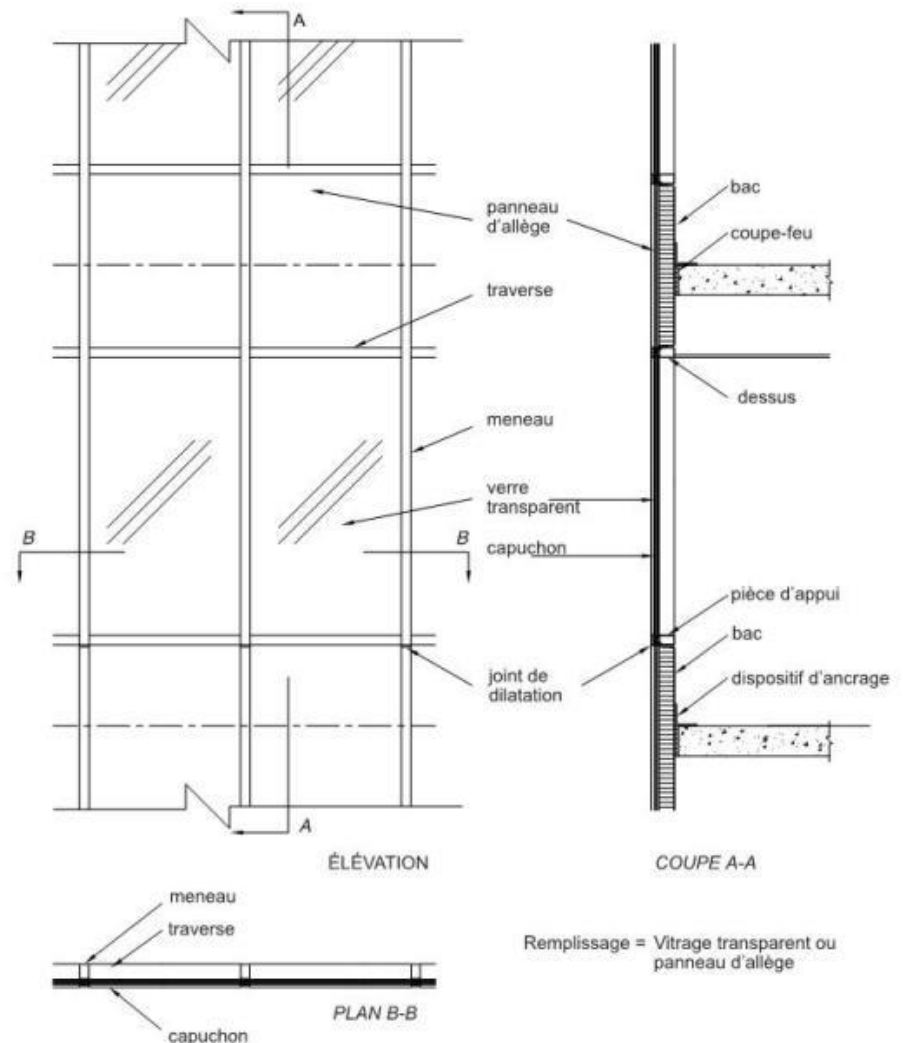
La modification proposée établira des exigences de performance minimales ainsi que des procédures d'essais standard en laboratoire et sur place pour les murs-rideaux, les pans de verre, les façades de magasin et les structures architecturales vitrées (appelés autres fenêtrages). Elle donnera aussi des indications sur la façon de déterminer adéquatement ces produits et leurs applications en précisant la terminologie reconnue utilisée par l'industrie.

Murs-Fenêtres



MURS-RIDEAUX

Un mur-rideau est considéré comme étant un assemblage de fenestration œuvrant comme revêtement mural continu suspendu à distance de l'extrémité de la structure de plancher principale. Un mur-rideau ne supporte pas de charge verticale autre que son propre poids. La fixation s'effectue habituellement par des ancrages à la structure de plancher. Un mur-rideau peut être construit sur le chantier, en assemblant chaque unité principale, ou constituer un système unifié, des unités principales préfabriquées étant installées et reliées sur le chantier.

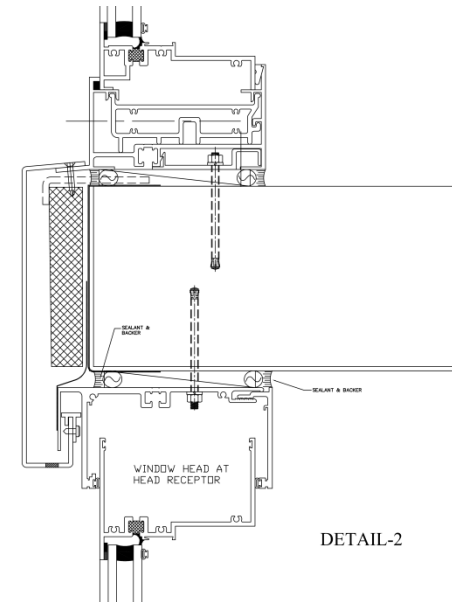






MURS-FENÊTRES

Un mur-fenêtre est un assemblage de fenestration de revêtement mural inséré entre le sommet d'une structure de plancher principale et le dessous de la structure de plancher principale immédiatement supérieure. Un mur-fenêtre ne supporte pas de charge verticale autre que son propre poids. L'ancrage principal s'effectue à des points du linteau et de l'appui à la structure de plancher correspondante. Un mur-fenêtre peut comporter des revêtements de bordure de plancher intégrés ou distincts.



FAÇADES DE MAGASIN

Une façade de magasin est un assemblage de fenestration non résidentiel constitué d'un ou de plusieurs éléments pouvant comprendre des portes, des fenêtres et un cadre de mur-rideau. Un profil classique de façade de magasin comporte des éléments d'ossature étroits et rectilignes, utilisant une combinaison de vitrage installé d'affleurement et de parclozes pour bien fixer le vitrage dans l'élément d'ossature. Les éléments d'ossature verticaux ont habituellement une hauteur de 1 étage ou peuvent être fixés à l'intérieur d'une ouverture pratiquée dans la structure.

Une façade de magasin est conçue et choisie en fonction des conditions prévues d'utilisation et d'exposition, qui peuvent différer de celles d'autres parties du bâtiment.



STRUCTURES ARCHITECTURALES VITRÉES

Une structure architecturale vitrée est un assemblage de fenestration fixé de façon non traditionnelle, par exemple avec des crampons en coins, des points d'appui, un support linéaire ou des crampons en bordure. Les systèmes de support structural peuvent notamment comprendre des câbles de tension, des tiges de tension et des éléments d'acier et de verre. Ces ensembles sont conçus et choisis en tenant compte des conditions prévues d'utilisation et d'exposition, qui peuvent différer de celles d'autres parties du bâtiment.



Types de murs-rideaux

- Murs-rideaux en série

- Détails d'exécution et composants conçus et normalisés par le fabricant;
- Vente des produits des fabricants par un réseau de revendeurs (Prévost, Kawneer, Alumicor, Alumico);
- Peut aussi être un système propriétaire, qui est utilisé seulement par le concepteur manufacturier (Epsylon, Gamma, Vitreco-Flynn);
- Stock des fabricants généralement offert en longueurs normalisées de 6,5 à 8,2 m (20 à 27 pi.);
- Finis standards ou de série, mais également offerts sur mesure;
- En général, largeur d'ossature de 50 mm (2 po) ou de 63,5 mm (2 ½ po) et profondeur d'ossature de 75 à 150 mm (3 à 6 po);
- Renseignements faciles à obtenir dans les catalogues des fabricants;
- Le qualificatif « standard ou de série » désigne les composants, non pas la disposition possible des composants.

Types de murs-rideaux

- **Murs-rideaux sur mesure**

- Détails d'exécution et composants conçus spécialement pour un seul projet ou un groupe de projets;
- Matériaux non offerts généralement sur le marché libre, mais limités à un manufacturier;
- Taille minimale du projet requise pour justifier les profilés faits sur mesure;
- Utilisation optimale des matériaux et flexibilité pour répondre aux besoins architecturaux;
- Dimensions et coupes des composants bien souvent différentes sur le plan architectural.

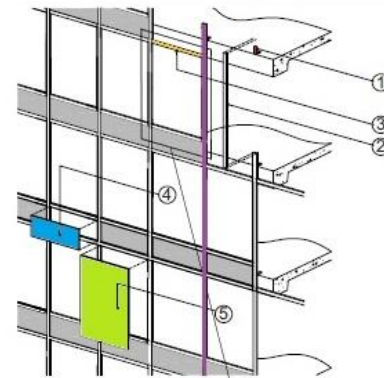
Types de mise en place

- Système à résille (conventionnel ou *stick*)
- Système préfabriqué (*preglazed*)

Système à résille (*stick*)

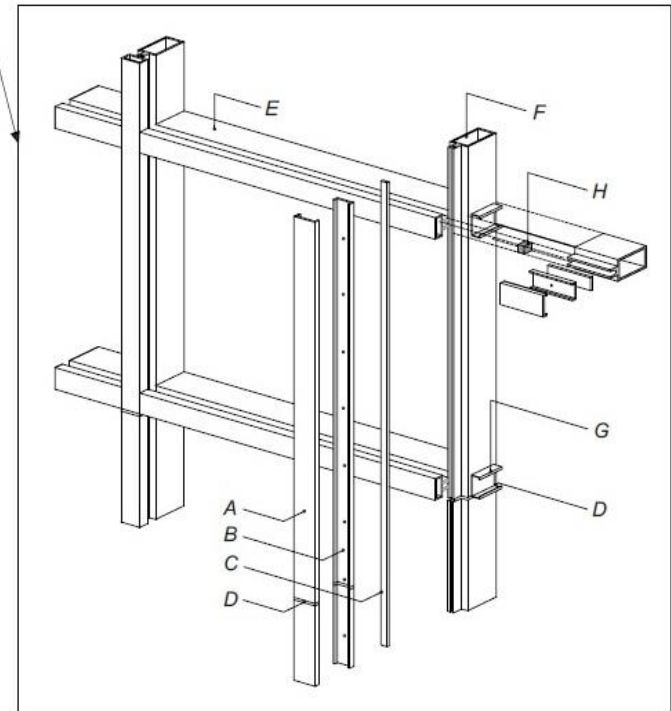
- Plus répandu pour les bâtiments de faible hauteur
- Mis en place pièce par pièce au chantier
- Court délai de production
- Longue période de mise en chantier

SYSTÈME À OSSATURE – GÉNÉRALITÉS

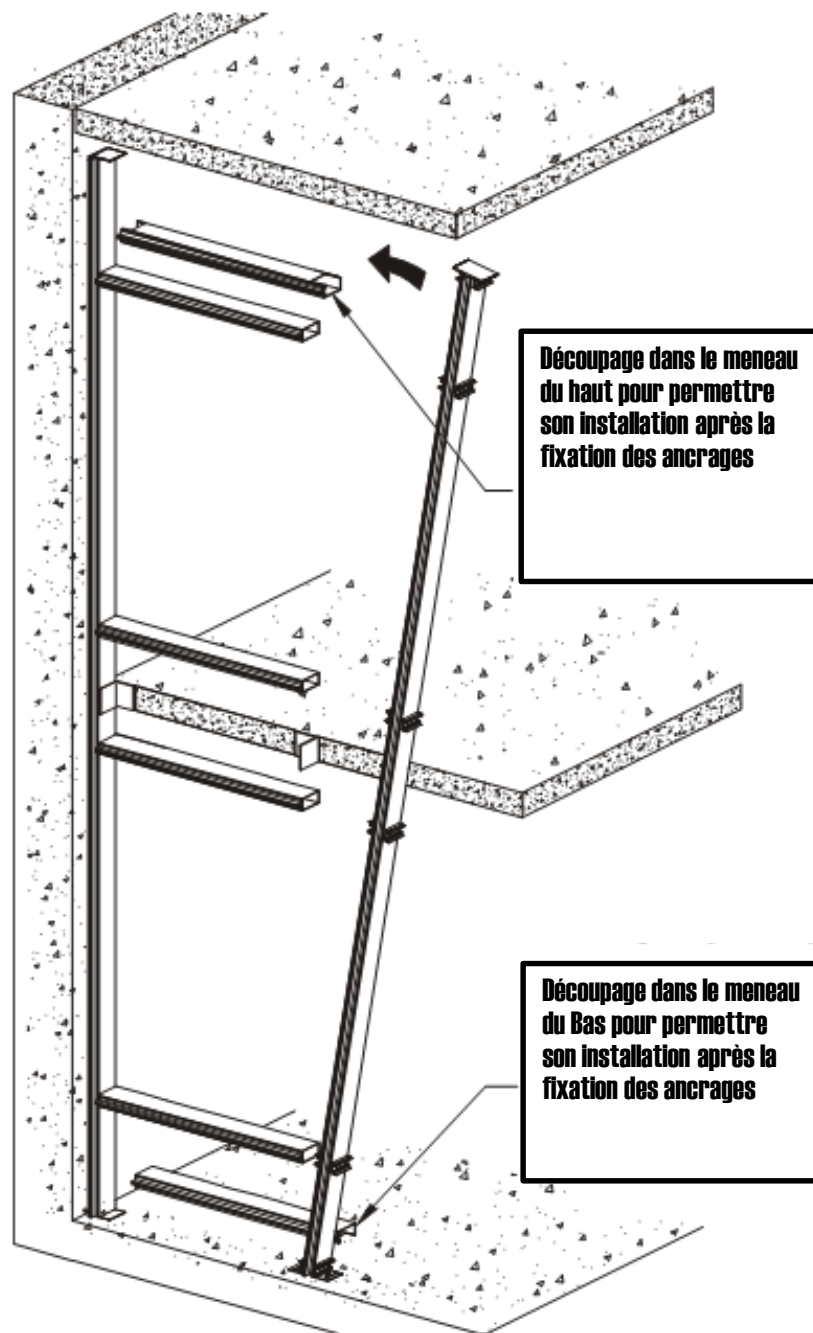


1. Dispositif d'ancrage
2. Meneau s'emboîtant à la verticale
3. Traverse mise en place sur des cales de fixation
4. Bac et panneau d'allège
5. Vitrage transparent

- A Capuchon
B Plaque pression
C Coupure thermique
D Joint de dilatation
E Traverse
F Meneau
G Cale de fixation
H Cale d'angle







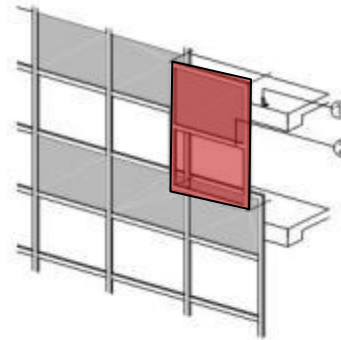
Mur-rideau à résille



Système préfabriqué (*preglazed*)

- Surtout pour les bâtiments de grande hauteur
- Grands panneaux usinés, avec tympan et vitrages intégrés
- Mise en place séquentielle
- Délai de production plus long
- Délai d'installation minimal au chantier

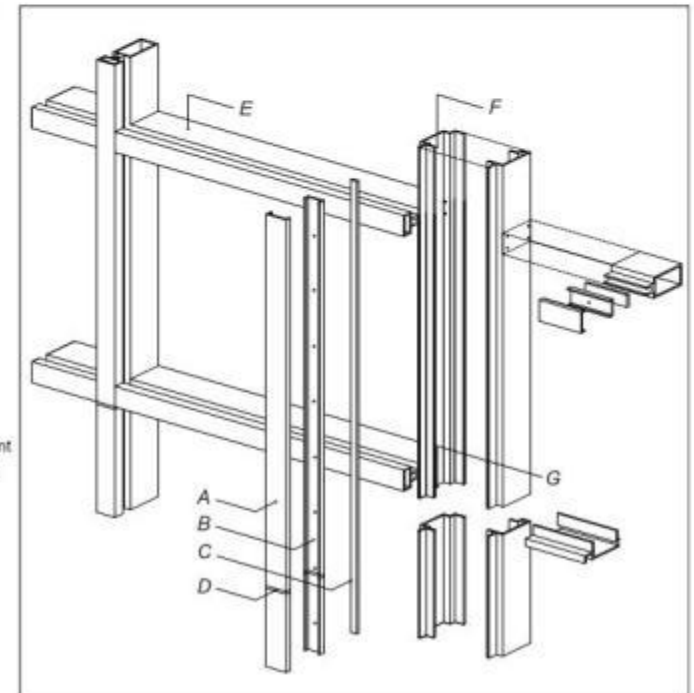
SYSTÈME EN PANNEAUX – GÉNÉRALITÉS

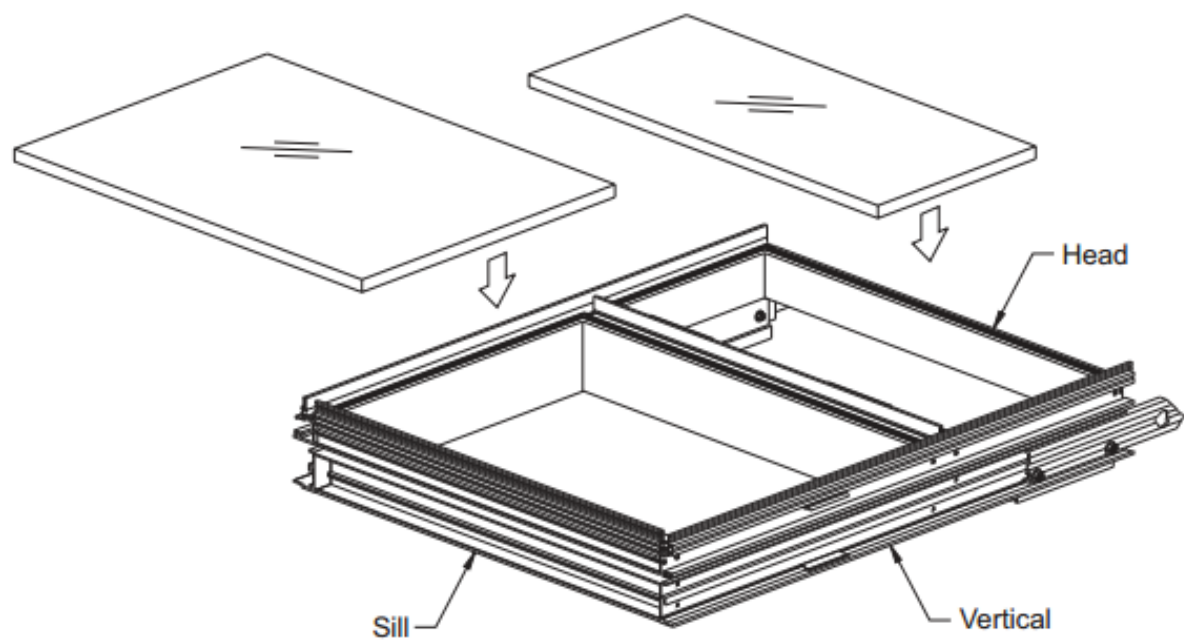
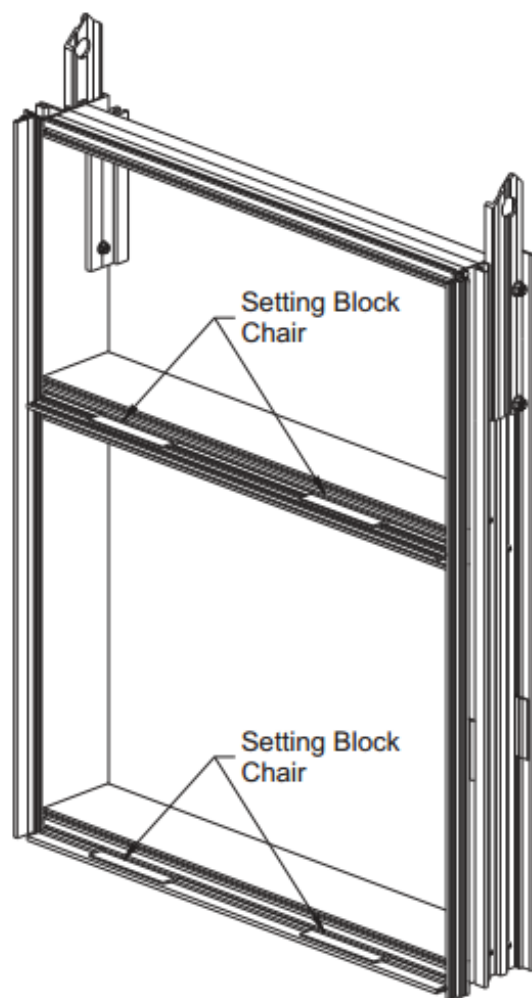


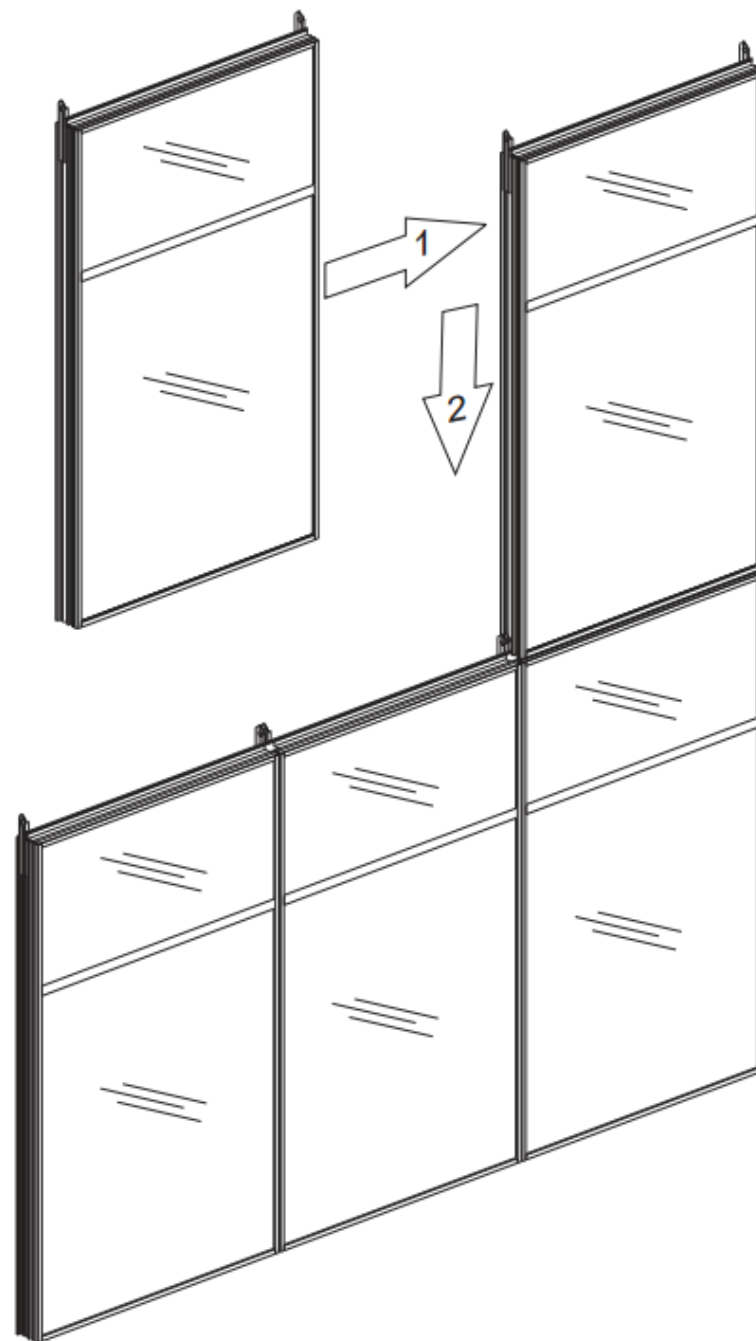
1. Dispositif d'ancrage
2. Ossature préfabriquée et prévitree

- A Capuchon
B plaque pression
(peut être constituée
de deux éléments)
C Coupure thermique
D Joint de dilatation
E Traverse
F Meneau composé
G Éclisse de meneau*

* Le raccordement à
l'endroit du joint de
dilatation varie grandement
d'un concepteur à l'autre.











Nouvelle approche du CNB 2015 pour les murs-rideaux au Canada

Modification proposée 534

Commentaires

Renvoi(s) :

CNB10 Div.B 5.10.

Sujet :

Fenêtrage

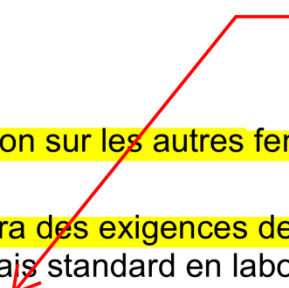
Titre :

Ajouter une nouvelle sous-section sur les autres fenêtrages

Description :

La modification proposée établira des exigences de performance minimales ainsi que des procédures d'essais standard en laboratoire et sur place pour les murs-rideaux, les pans de verre, les façades de magasin et les structures architecturales vitrées (appelés autres fenêtrages). Elle donnera aussi des indications sur la façon de déterminer adéquatement ces produits et leurs applications en précisant la terminologie reconnue utilisée par l'industrie.

Murs-Fenêtres



Critères de performance

- Étanchéité à l'air
- Étanchéité à l'eau
- Résistance structurale
- Résistance à la condensation

La modification proposée reflète ce que l'on retrouve dans l'industrie:

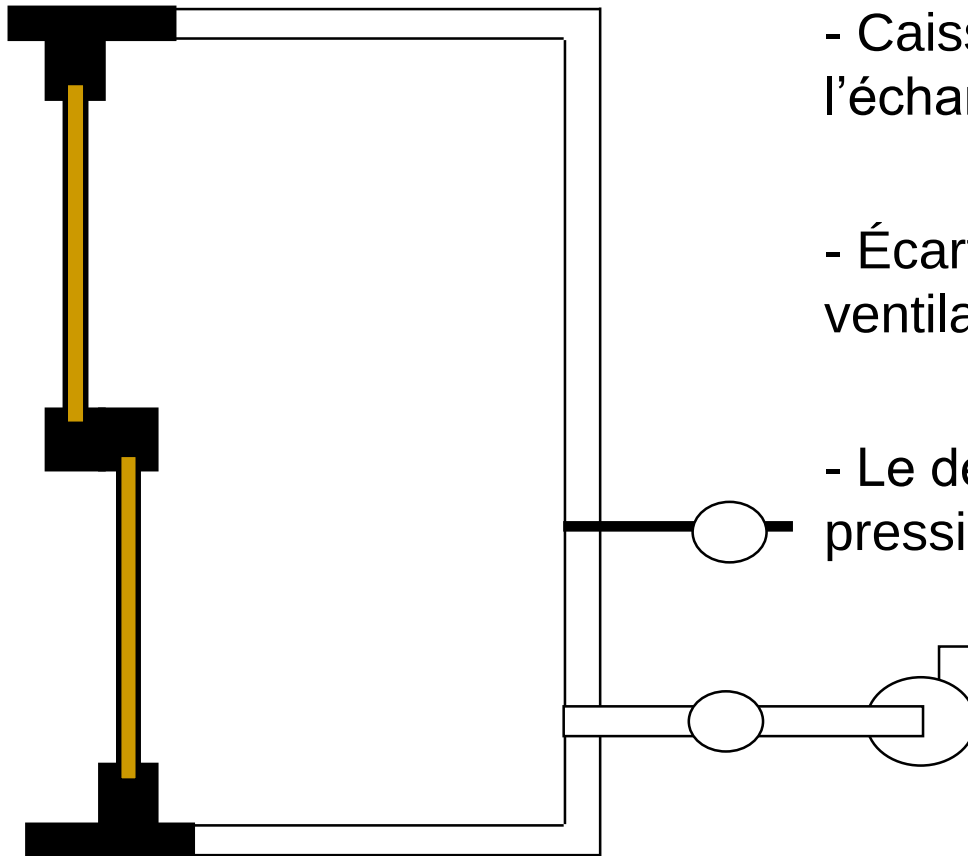
- *Normes*
- *Procédures*

Étanchéité à l'air

Fuites d'air (selon la modification proposée)

- [1] --) Les autres fenêtrages et leurs composants doivent être conçus et construits conformément à la section 5.4.
- [2] --) Sous réserve du paragraphe 3), les autres fenêtrages et les composants doivent présenter un taux de perméabilité à l'air, mesuré sous une pression d'air différentielle de 75 Pa, lors d'essais conformes à la norme ASTM E283, « Standard Test Method for Determining Rate of Air Leakage Through Exterior Windows, Curtain Walls, and Doors Under Specified Pressure Differences Across the Specimen » ne dépassant pas :
- [a] --) 0,2 L/(s•m²) pour les parties fixes; et
 - [b] --) 1,5 L/(s•m²) pour les parties mobiles.
- [3] --) Il n'est pas obligatoire que les éléments suivants soient conformes au paragraphe 2) :
- [a] --) les fenêtres et les portes intérieures, à moins qu'elles ne servent d'éléments de séparation de milieux différents;
 - [b] --) les portes d'accès pour véhicules (portes de garage);
 - [c] --) les contre-fenêtres et les contre-portes;
 - [d] --) les systèmes d'entrée commerciaux;
 - [e] --) les portes tournantes;
 - [f] --) les exutoires de fumée et de décharge d'air;
 - [g] --) les systèmes de portes fabriqués sur le chantier; et
 - [h] --) les portes d'acier commerciales.

Le recours à des pressions différentielles d'essai supérieures pourrait se prêter à l'évaluation d'ensembles à faible taux de fuites. Cette application est typique pour des fenêtrages fixes ou non mobiles, pour lesquels il est difficile de mesurer le taux de fuite d'air aux pressions différentielles inférieures de la norme.



- Caisson étanche relié au cadre de l'échantillon.
- Écart de pression créé à l'aide d'un ventilateur.
- Le débit d'air à un différentiel de pression donné (75 Pa) est mesuré.

Norme ASTM E-283 « *Standard Test Method for Determining Rate of Air Leakage Through Exterior Windows, Curtain Walls, and Doors Under Specified Pressure Differences Across the Specimen* »



Norme ASTM E-283 « *Standard Test Method for Determining Rate of Air Leakage Through Exterior Windows, Curtain Walls, and Doors Under Specified Pressure Differences Across the Specimen* »

Exemple de spécification

L'étanchéité à la pénétration d'air.

Infiltration et exfiltration d'air inférieures à 0,2 L/s/m² lorsque soumis à un différentiel de pression statique de 300 Pa en conformité avec la norme ASTM E-283.

Étanchéité à l'eau

Infiltrations d'eau (selon la modification proposée)

[1] --) Les autres fenêtrages et leurs composants doivent être conçus et construits conformément à la section 5.6.

[2] --) Sous réserve du paragraphe 4), les autres fenêtrages et leurs composants non visés par l'article 5.10.2.2. doivent résister aux infiltrations d'eau lors d'essais conformes à la norme :

[a] --) ASTM E331, « Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference »; ou

[b] --) ASTM E547, « Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Skylights, Doors, and Curtain Walls by Cyclic Static Air Pressure Difference ».

[3] --) La pression d'essai pertinente pour satisfaire aux exigences du paragraphe 2) doit être la pression de la pluie poussée par le vent calculée conformément à la norme CSA A440S1, « Supplément canadien à l'AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440 – Norme nord-américaine sur les fenêtres (NAFS)/Spécification relative aux fenêtres, aux portes et aux lanterneaux »

[4] --) Il n'est pas obligatoire que les éléments suivants soient conformes au paragraphe 2) :

[a] --) les fenêtres et les portes intérieures, à moins qu'elles ne servent d'éléments de séparation de milieux différents;

[b] --) les portes d'accès pour véhicules (portes de garage);

[c] --) les contre-fenêtres et les contre-portes;

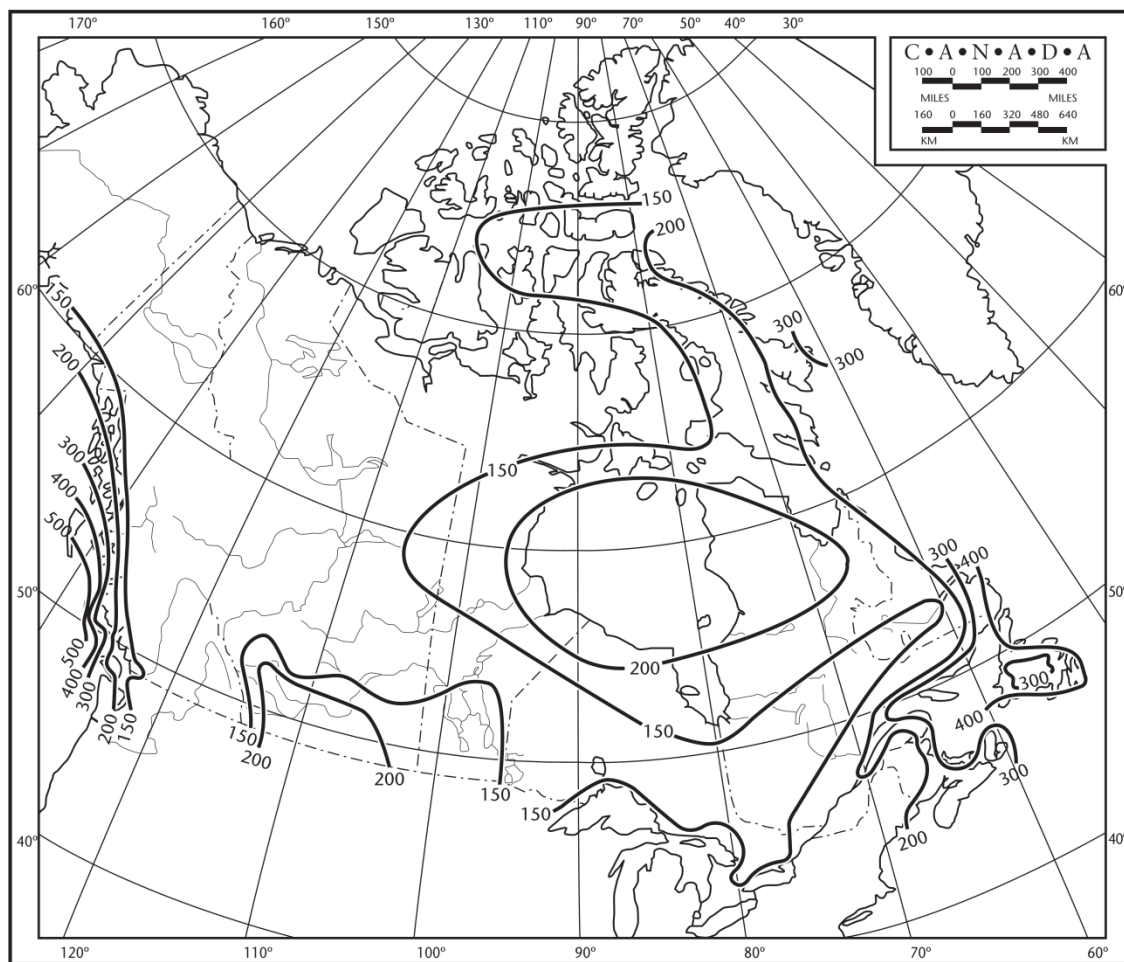
[d] --) les systèmes d'entrée commerciaux;

[e] --) les portes tournantes;

[f] --) les exutoires de fumée et de décharge d'air;

[g] --) les systèmes de portes fabriqués sur le chantier; et

[h] --) les portes d'acier commerciales.

**Notes :**

- 1) La [figure A.2](#) provient d'Environnement Canada.
- 2) Voir les notes 2) et 3) du [tableau A.1](#).

Figure A.2
Carte des PPPV (période de récurrence de dix ans)
(voir l'[article A.4.2.1](#) et le [tableau A.1](#))

Tableau A.1 (suite)

Localité	Colonne A Pression de la pluie poussée par le vent (PPPV), Pa, 1/10	Colonne B Pressions horaires du vent (PHV), kPa, 1/50	Colonne C Charge de neige, kPa, 1/50		Colonne D Température de calcul pour janvier (TCJ), °C, 2,5 %
			Charge de neige au sol, S_s	Charge associée due à la pluie, S_r	
Montmagny	200	0,55	2,9	0,6	-25
Montréal (région)					
Beaconsfield	200	0,40	2,3	0,4	-23
Dorval	200	0,40	2,4	0,4	-23
Laval	200	0,40	2,6	0,4	-24
Montréal	200	0,40	2,6	0,4	-23
Montréal-Est	200	0,40	2,7	0,4	-23
Montréal-Nord	200	0,40	2,6	0,4	-23
Outremont	200	0,40	2,8	0,4	-23
Pierrefonds	200	0,40	2,4	0,4	-23
Sainte-Anne-de-Bellevue	200	0,40	2,3	0,4	-23
Saint-Lambert	200	0,40	2,5	0,4	-23
Saint-Laurent	200	0,40	2,5	0,4	-23
Verdun	200	0,40	2,5	0,4	-23
Nicolet (Gentilly)	200	0,42	2,8	0,4	-25
Nitchequon	180	0,37	3,5	0,3	-38
Noranda	120	0,35	3,2	0,3	-33
Percé	350	0,85	3,8	0,6	-22
Pincourt	200	0,40	2,3	0,4	-23
Plessisville	200	0,35	2,8	0,6	-26
Port-Cartier	350	0,68	4,1	0,4	-29
Povungnituk	300	0,91	4,5	0,2	-36
Québec	240	0,53	3,6	0,6	-25
Sillery	220	0,53	3,1	0,6	-25
Sainte-Foy	220	0,53	3,7	0,6	-25
Richmond	200	0,32	2,2	0,6	-25
Rimouski	240	0,60	3,8	0,4	-25
Rivière-du-Loup	220	0,58	3,3	0,6	-25
Roberval	180	0,35	3,5	0,3	-30

(à suivre)

Terrain à découvert — terrain plat avec relativement peu de bâtiments, d'arbres ou autres obstacles, d'étendues d'eau ou de rivages.



Terrain rugueux — banlieue, zone urbaine ou terrain boisé qui part d'un bâtiment et qui est ininterrompu sur une distance d'au moins 1 km ou 10 fois la hauteur du bâtiment, selon la valeur la plus élevée.



Tableau 1
PPPV spécifiée (p_r) pour les terrains à découvert
 (voir les [articles 4.2.1](#) et [A.4.2.1](#) et la [figure A.1](#))

Hauteur, m	p_r , Pa																				
	PPPV 1/10, Pa																				
	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	350	400	450	500	550	600	650
10	49	73	98	122	146	171	195	220	244	268	293	317	342	366	427	488	549	610	671	732	793
15	53	79	106	132	159	185	212	238	265	291	318	344	370	397	463	529	595	662	728	794	860
20	56	84	112	140	168	196	224	252	280	308	336	364	392	420	490	561	631	701	771	841	911
25	59	88	117	147	176	205	234	264	293	322	352	381	410	440	513	586	659	733	806	879	952
30	61	91	122	152	182	213	243	274	304	334	365	395	426	456	532	608	684	760	836	912	988
35	63	94	125	157	188	219	251	282	313	345	376	408	439	470	549	627	705	784	862	940	1019
40	64	97	129	161	193	225	258	290	322	354	386	419	451	483	563	644	724	805	885	966	1046
45	66	99	132	165	198	231	264	297	330	363	396	429	461	494	577	659	742	824	906	989	1071
50	67	101	135	168	202	236	269	303	337	370	404	438	471	505	589	673	757	842	926	1010	1094
55	69	103	137	172	206	240	275	309	343	377	412	446	480	515	600	686	772	858	944	1029	1115
60	70	105	140	175	209	244	279	314	349	384	419	454	489	524	611	698	786	873	960	1047	1135
65	71	106	142	177	213	248	284	319	355	390	426	461	497	532	621	710	798	887	976	1064	1153
70	72	108	144	180	216	252	288	324	360	396	432	468	504	540	630	720	810	900	990	1080	1170
75	73	110	146	183	219	256	292	329	365	402	438	475	511	548	639	730	821	913	1004	1095	1187
80	74	111	148	185	222	259	296	333	370	407	444	481	518	555	647	740	832	925	1017	1110	1202
85	75	112	150	187	225	262	299	337	374	412	449	487	524	562	655	749	842	936	1029	1123	1217
90	76	114	151	189	227	265	303	341	379	417	454	492	530	568	663	757	852	947	1041	1136	1231
95	77	115	153	191	230	268	306	344	383	421	459	498	536	574	670	766	861	957	1053	1148	1244
100	77	116	155	193	232	271	309	348	387	425	464	503	541	580	677	773	870	967	1063	1160	1257

Note : La pression maximale pour l'essai de résistance à l'infiltration d'eau spécifiée dans l'AAMA/WDMA/CSA 101/I.S.2/A440 est 730 Pa.

[1] --) Les autres fenêtrages et leurs composants doivent être conçus et construits conformément à l'article 5.1.4.1. (voir l'annexe A).

9

Tableau 2
PPPv spécifiée (p_r) pour les terrains rugueux
(voir les [articles 4.2.1](#) et [A.4.2.1](#) et la [figure A.1](#))

Hauteur, m	p_r , Pa																					
	PPPv 1/10, Pa																					
	40	60	80	100	120	140	160	180	200	220	240	260	280	300	350	400	450	500	550	600	650	
10	34	51	68	85	102	120	137	154	171	188	205	222	239	256	299	342	384	427	470	512	555	
15	37	55	73	91	110	128	146	164	183	201	219	237	256	274	320	365	411	457	502	548	594	
20	40	60	80	100	119	139	159	179	199	219	239	259	279	299	348	398	448	498	547	597	647	
25	43	64	85	106	128	149	170	192	213	234	255	277	298	319	373	426	479	532	585	639	692	
30	45	67	90	112	135	157	180	202	225	247	270	292	315	337	393	450	506	562	618	675	731	
35	47	71	94	118	141	165	188	212	235	259	283	306	330	353	412	471	530	589	648	706	765	
40	49	74	98	123	147	172	196	221	245	270	294	319	343	368	429	490	551	613	674	735	797	
45	51	76	102	127	152	178	203	229	254	279	305	330	355	381	444	508	571	635	698	762	825	
50	52	79	105	131	157	183	210	236	262	288	314	341	367	393	459	524	590	655	721	786	852	
55	54	81	108	135	162	189	216	243	270	297	324	351	378	405	472	539	607	674	742	809	876	
60	55	83	111	138	166	194	221	249	277	304	332	360	388	415	484	554	623	692	761	830	900	
65	57	85	113	142	170	198	227	255	284	312	340	369	397	425	496	567	638	709	780	851	921	
70	58	87	116	145	174	203	232	261	290	319	348	377	406	435	507	580	652	725	797	870	942	
75	59	89	118	148	178	207	237	266	296	326	355	385	414	444	518	592	666	740	814	888	962	
80	60	91	121	151	181	211	241	272	302	332	362	392	422	453	528	604	679	754	830	905	981	
85	61	92	123	154	184	215	246	277	307	338	369	399	430	461	538	615	691	768	845	922	999	
90	63	94	125	156	188	219	250	281	313	344	375	406	438	469	547	625	703	782	860	938	1016	
95	64	95	127	159	191	222	254	286	318	349	381	413	445	477	556	635	715	794	874	953	1033	
100	65	97	129	161	194	226	258	290	323	355	387	419	452	484	565	645	726	807	887	968	1049	

Note : La pression maximale pour l'essai de résistance à l'infiltration d'eau spécifiée dans l'AAMA/WDMA/CSA 101/LS.2/A440 est 730 Pa.

A440S1-09

© Association canadienne de normalisation

Septembre 2009

Différentiel de pression		Vitesse de vent équivalente selon le type de terrain			
		<i>Terrain Rugueux¹</i>		<i>Terrain Découvert²</i>	
(Pa)	<i>lb/pi²</i>	Km/h	<i>mile/h</i>	Km/h	<i>mile/h</i>
75	1,57	46	29	39	24
150	3,13	66	41	55	34
200	4,18	76	47	63	39
300	6,27	93	58	78	48
400	8,35	107	67	90	56
500	10,44	120	74	100	62
600	12,53	131	81	110	68
700	14,62	142	88	118	74

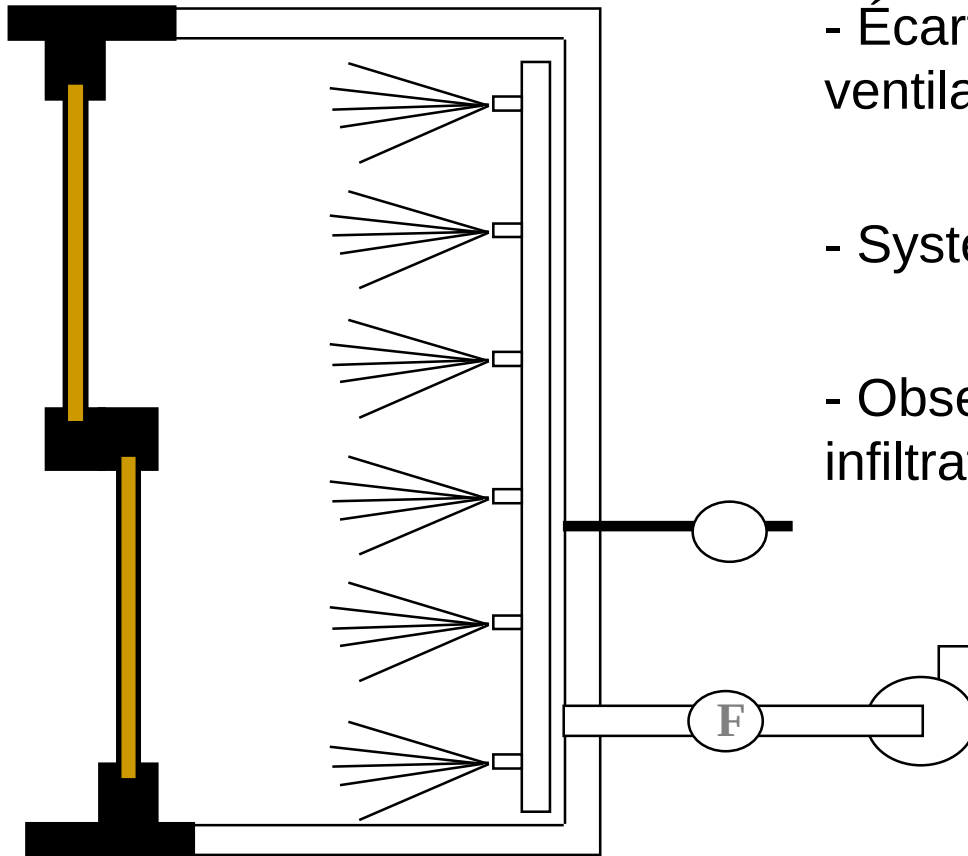
Notes:

- 1) Terrain Rugueux: Banlieu, zone urbaine, terrain boisé ininterrompu sur un 1 km ou 10 fois la hauteur du bâtiment
- 2) Terrain Découvert: Terrain plat comportant seulement des bâtiments, des arbres ou d'autres obstacles dispersés, des étendues d'eau ou leur littoral.
- 3) La hauteur de référence pour le calcul des vitesses de vent présentées dans ce tableau est 10 m.
- 4) La conversion des pressions du vent en vitesses est réalisée selon les méthodes de calculs des charges dues au vent du Guide de l'utilisateur de la norme CAN/CSA A440-00, et selon les critères de l'effet du vent de l'Annexe C - Division B du Code National du Bâtiment 2005.
- 5) Les vitesses de vent présentées dans ce tableau sont celles mesurées aux endroits où sont localisées les stations météo utilisées pour mesurer la vitesse horaire du vent. Les vitesses de vent mesurées au niveau de la fenestration seront plus faible.

Exemple de spécification

La résistance à la pénétration d'eau.

Aucune infiltration d'eau lorsque soumis à une pression statique en conformité avec la norme ASTM E-331 ni lorsque soumis a un différentiel de pression d'air statique minimum de 700 Pa en conformité avec la norme ASTM E-547.



- Écart de pression créé à l'aide d'un ventilateur.
- Système de gicleurs calibrés.
- Observation visuelle des infiltrations d'eau.



Norme ASTM E-331 « *Standard Test Method for Water Penetration of Exterior Windows, Skylights, Doors and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference* »

Représentativité des essais

- Il faut s'assurer que le prototype mis à l'essai est représentatif de ce qui sera installé au chantier.

Le projet



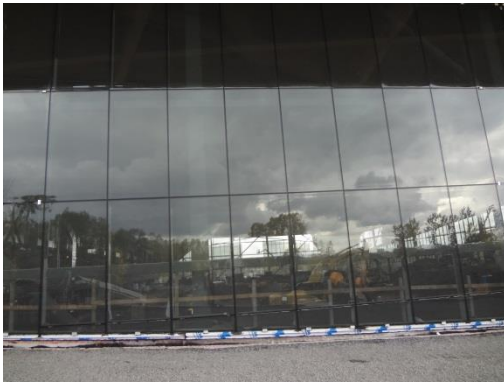
Représentativité des essais

- Ce qui a été proposé par la manufacturier



Représentativité des essais

- Ce que finalement on a mis à l'essai.



Charges structurales (selon la modification proposée)

5.10.3.2 Charges structurales

[1] --) Les autres fenêtrages et leurs composants doivent être conçus et construits conformément à l'article 5.1.4.1.

Note: l'article 5.1.4.1 réfère à la partie 4.

A-5.10.3.2. 1) Charges structurales.

La norme appropriée d'essais en laboratoire pour démontrer une performance structurale adéquate des autres fenêtrages est la norme ASTM E330, « Standard Test Method for Structural Performance of Exterior Windows, Doors, Skylights and Curtain Walls by Uniform Static Air Pressure Difference ».

A-5.10.3. Normes applicables aux autres fenêtrages.

Cette sous-section donne en référence des méthodes d'essai normalisées par l'ASTM. Les normes suivantes peuvent également servir à évaluer les caractéristiques de performance d'autres fenêtrages :

AAMA 501.6, « *Recommended Dynamic Test Method for Determining the Seismic Drift Causing Glass Fallout From A Wall System* ».

Charge de calcul due au vent

C'est toujours la partie 4 du Code qui gouverne en ce qui a trait aux calculs structuraux. C'est l'ingénieur en structure du manufacturier qui est responsable d'utiliser les normes de calcul applicables:

Aluminium: CAN/CSA-S157-03 (« *Strength design in aluminum* »);

Acier: CSA S136-01, « *Spécification nord-américaine pour le calcul des éléments de charpente en acier formés à froid* »;

Verre: CAN/CGSB-12.20-89, « *Règles de calcul du verre à vitre pour le bâtiment* ».

Silicone structural: ASTM C1401 Standard Guide for Structural Sealant Glazing

Rigidité (charge de calcul du vent)

Permet de maintenir les performances de l'ouvrage et de rassurer les occupants lors de rafales de vent.

Flèche maximale permise des différents éléments d'un mur-rideau.

Éléments du mur rideau	Flèche perpendiculaire au plan du panneau	Flèche parallèle au plan du panneau
Meneau (étage/étage, meneau horizontal)	L/175 ou 20 mm max L/175 pour les portées inférieures à 4100 mm (13 pi 6 po) et de L/240 + 6 mm (1/4 po) pour les portées supérieures à 4100 mm (13 pi 6 po)	L/360 ou 3 mm
Meneau vertical (porte-à-faux : soffite ou parapet)	L/88 ou 20 mm	—
Panne métallique	L/200 maximum 6 mm	—
Vitrage	L/100 ou 20 mm	—
Panneau de parement en métal	0,8 mm/600 mm et 1,6 mm maximum pour la portée	—



english | français

Outil de calcul des exigences des Codes du Bâtiment pour la fenestration

pour les codes basés sur le CNB 2010

calculs basés sur les normes AAMA/WDMA/CSA/101/I.S. 2/A440-08 (NAFS-08)
et CSA A440S1-09, M.A.J. No. 1, juillet 2013 (Supplément canadien à la NAFS-08)

localité

province

ville

situation

hauteur du produit mètres
de la surface du sol au haut du produit-mètres

type de terrains* ☒ terrain à découvert ☐ terrain rugueux



exigences de performances

catégorie de performances (CP) minimales*

pression de calcul (PC) positive minimale

pression de calcul (PC) négative minimale

PA

pression minimale d'essai de résistance à l'infiltration d'eau

PA

niveau canadien minimum d'infiltration/exfiltration d'air^f

PA

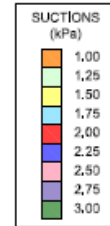
notes sur le projet

PRINT

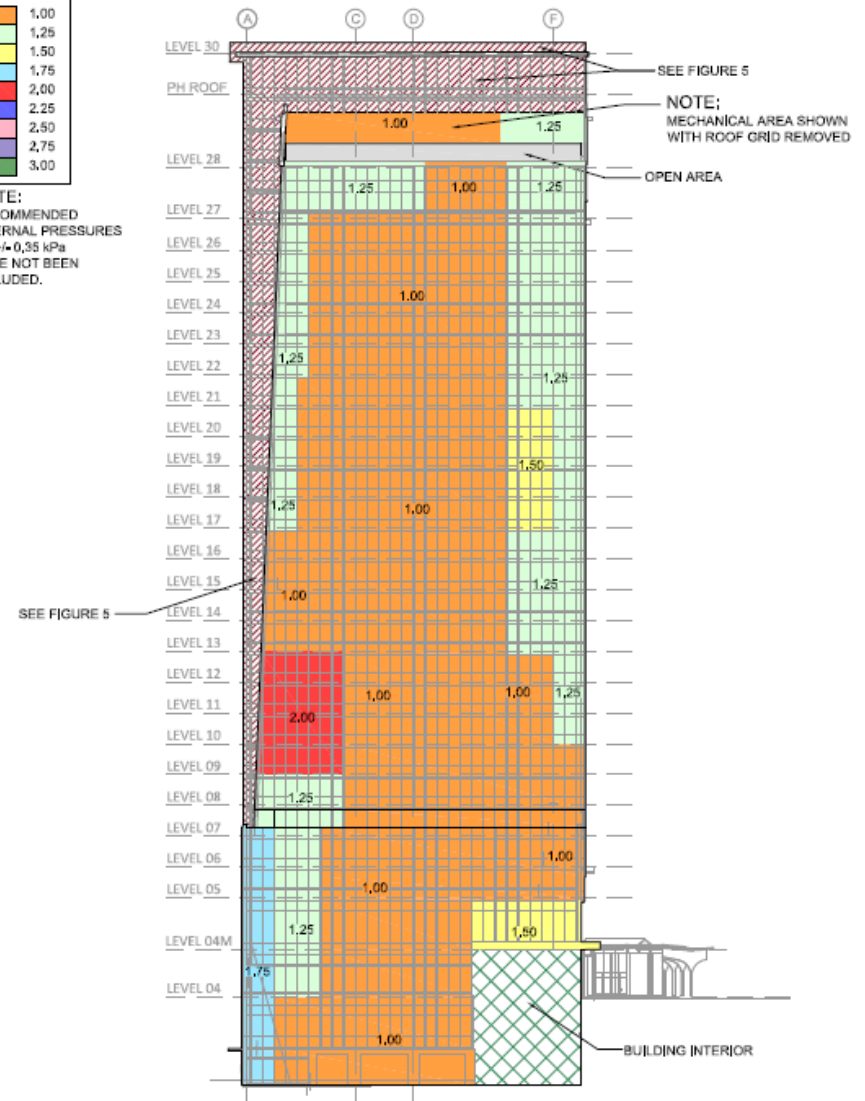
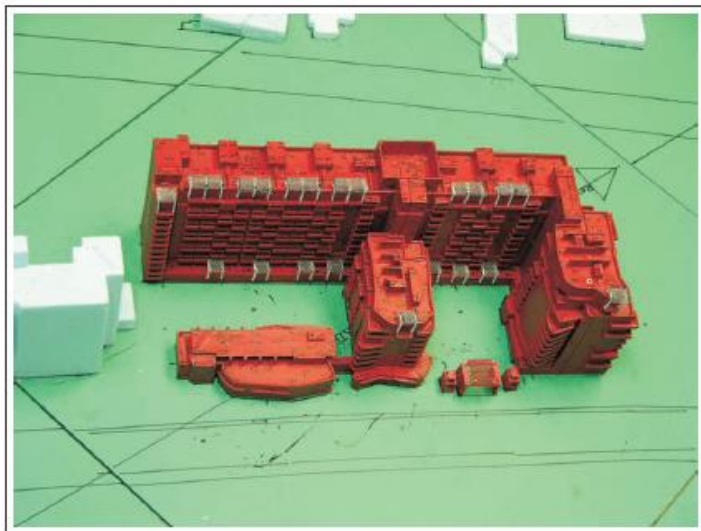
À titre indicatif, la méthode de calcul proposée par la NAFS nous donne une bonne idée des charges applicables, mais certaines particularités de la partie 4 du Code pourraient faire en sorte que les charges soient sous-évaluées.

- Géométrie particulières
- Charges sismiques
- Mouvements différentiels entre les étages
- Etc.





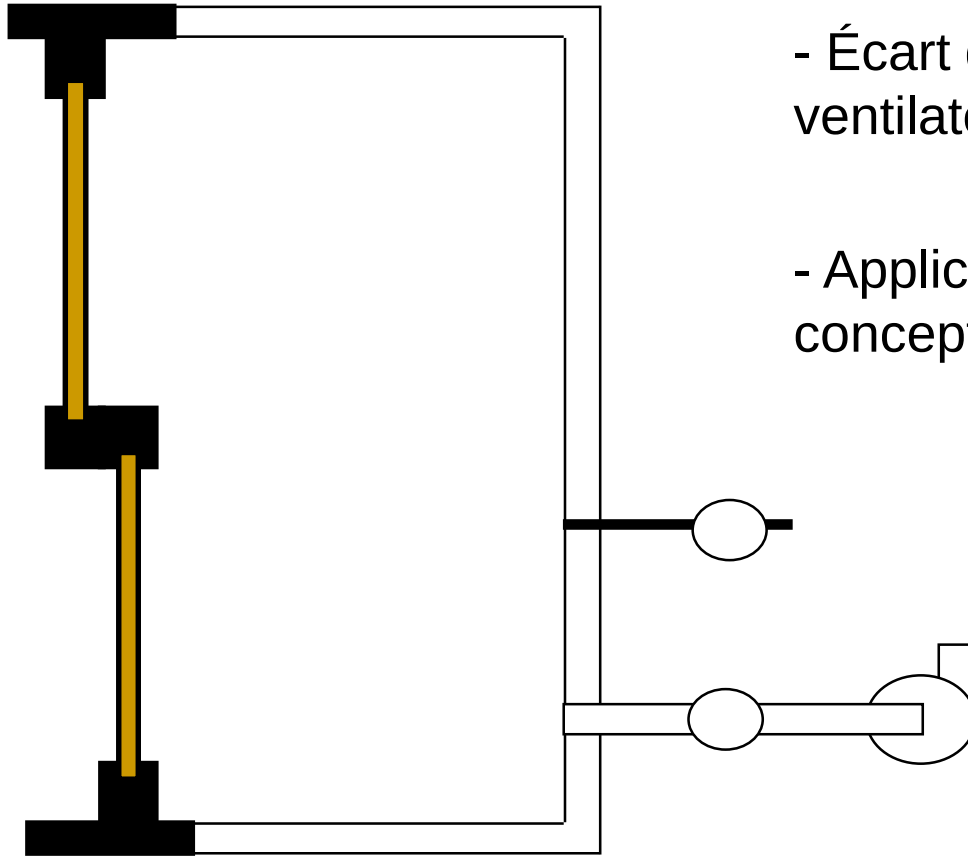
NOTE:
RECOMMENDED
INTERNAL PRESSURES
OF ± 0.35 kPa
HAVE NOT BEEN
INCLUDED.



Exemple de spécification

La résistance aux surcharges dues au vent

1. Les composantes du système doivent être conçues et dimensionnées de manière à résister aux charges mortes et aux charges vives causées par la pression du vent, calculées selon le Code de construction du Québec (CCQ) et mesurées en conformité avec la norme ASTM E-330.
2. Les déflexions maximales des meneaux sont de $L/175$ pour les portées inférieures à 4100 mm (13 pi 6 po) et de $L/240 + 6\text{mm}$ (1/4 po) pour les portées supérieures à 4100 mm (13 pi 6 po).



- Écart de pression créé par un ventilateur.

- Application des charges de conception et ultimes (flèches).









Transfert de chaleur (selon la modification proposée)

[5.10.3.3.] ---Transfert de chaleur

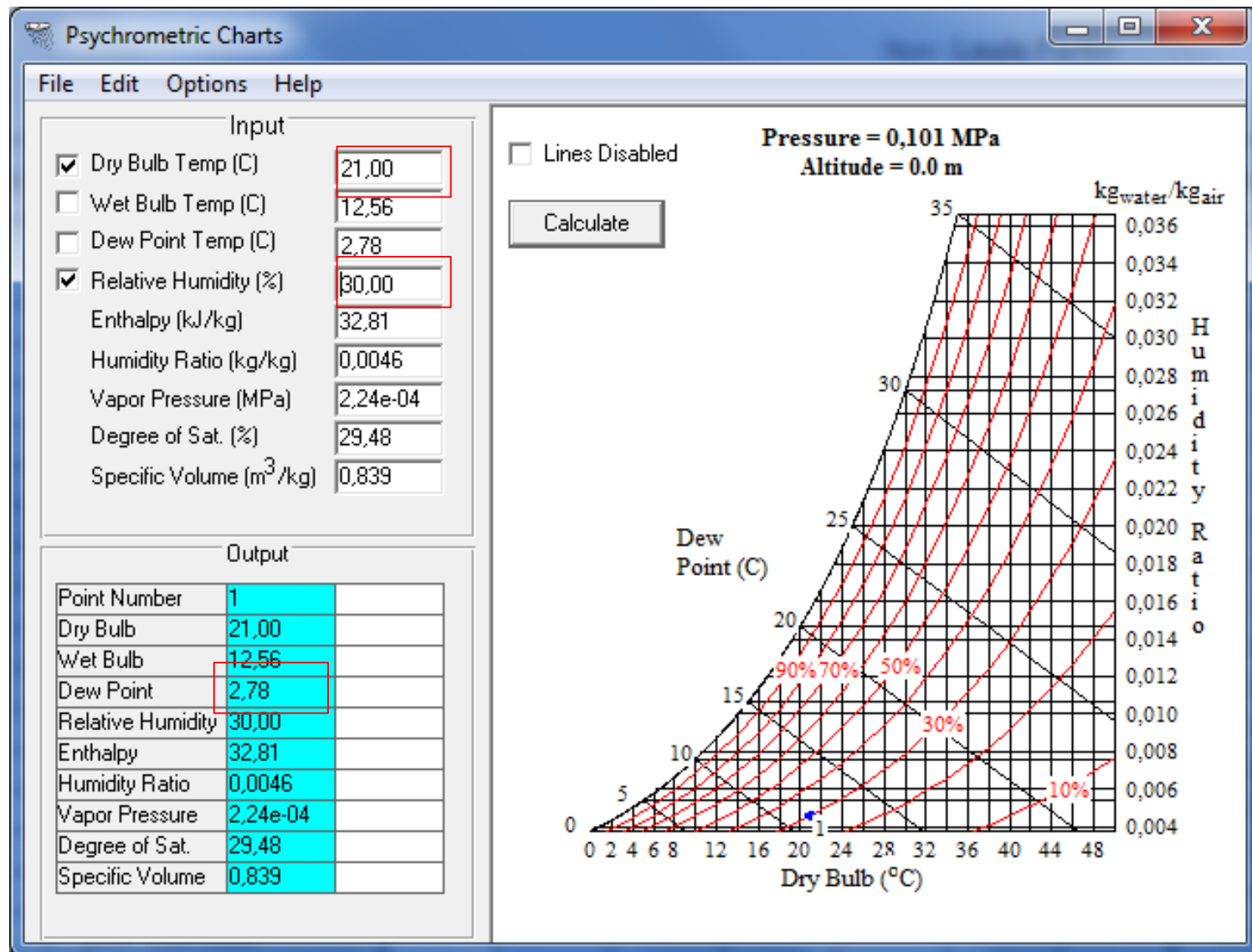
[1] --)Les autres fenêtrages et leurs composants doivent satisfaire aux exigences de performance en matière de transfert de chaleur énoncées à la section 5.3.

[2] --)Les autres fenêtrages à cadre de métal séparant un espace climatisé intérieur et un espace intérieur ou extérieur non climatisé doivent intégrer un isolant thermique pour réduire au minimum la condensation.

5.10.3.3. 1) Résistance à la condensation.

Bien que la portée des essais de la norme CSA A440.2, « Rendement énergétique des systèmes de fenêtrage », ne soit pas exhaustive pour les autres fenêtrages, la méthode d'essai énoncée dans cette norme peut servir à évaluer la résistance à la condensation, sous réserve de modifications techniques pour tenir compte des différences de taille et de configuration du fenêtrage à l'essai. Il est également pratique courante d'utiliser un cycle de froid tel que décrit dans la norme AAMA 501.5, « Test Method for Thermal Cycling of Exterior Walls », afin d'évaluer la probabilité de condensation. Les deux méthodes peuvent s'appliquer à des maquettes lors d'évaluations de la performance en laboratoire. Il faudrait toutefois appliquer seulement la méthode d'essai de la norme CSA A440.2 s'il faut produire un indice de température. Dans la plupart des cas, les documents de spécifications du projet énonceront les conditions hygrothermiques (c.-à-d., température extérieure, température intérieure, humidité relative intérieure) dans lesquelles la probabilité de condensation devrait se situer au minimum. Dans ces conditions, les méthodes susmentionnées pourraient faciliter la sélection de la performance appropriée du système pour réduire au minimum la probabilité de condensation sur les surfaces intérieures. Dans chacun des cas, il faut porter attention à la construction et à la configuration du spécimen, car ces paramètres peuvent influencer sur la performance thermique et la résistance à la condensation du spécimen à l'essai. Les paramètres peuvent notamment comprendre la construction et les revêtements de finition des murs intérieurs, les installations de chauffage et les installations de ventilation, pour simuler le plus fidèlement possible les conditions réelles de service.

Charte psychrométrique



L'indice de température (I)

$$I_{\min} = \left(\frac{T_s - T_e}{T_i - T_e} \right) \times 100$$

Où

- T_s = Température de surface minimale (intérieur)
- T_e = Température de calcul de janvier
- T_i = Température sèche de l'air (intérieur)

La valeur (I) peut être déterminée pour les conditions de conception en connaissant le point de rosée de l'air ambiant.

Exemple de spécification

La résistance à la condensation

Aucune trace de condensation ou de givre sur les faces intérieures du verre, du cadrage ou des panneaux de finition intérieurs lorsque sujets aux conditions climatiques suivantes :

- Température extérieure : - 25 °C
- Température intérieure : 21 °C
- Humidité relative : 30 %
- Point de rosée : 2,78 °C

On pourrait arrêter là... ou mettre l'indice de température...

$$I = \frac{2,78 - (-25)}{21 - (-25)} \times 100 = 60,39$$

- Indice de condensation : I=60

Tableau II.2
Indice de température recherché
(Voir l'article I.11 et le tableau II.3.)

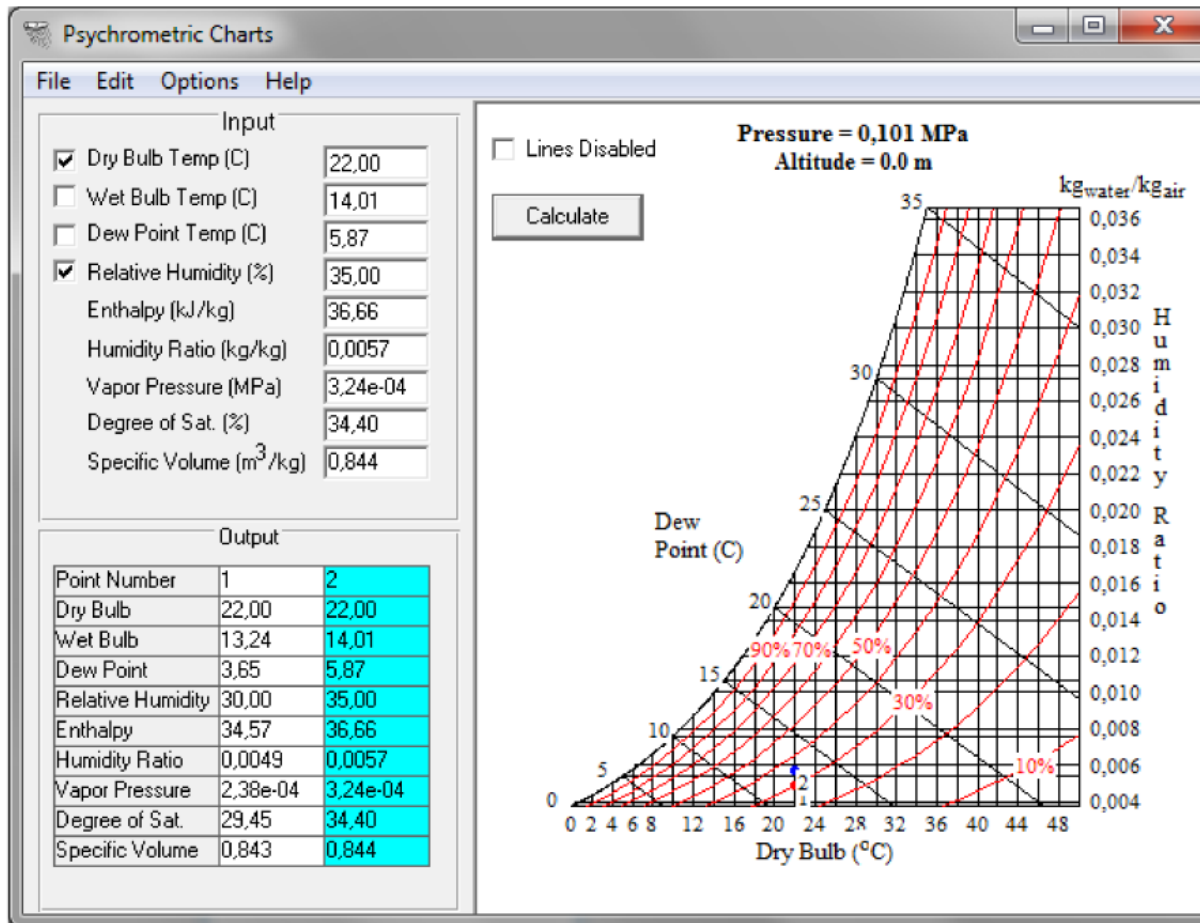
		Température de calcul de janvier de 2,5 % (d'après la Colonne D du tableau II.3), °C										
Humidité relative (RH), %	Température du point de rosée	0	−5	−10	−15	−20	−25	−30	−35	− 40	− 45	−50
		Indice de température										
5	−20,8	—	—	—	—	—	9	18	26	32	37	42
10	−12,5	—	—	—	7	19	28	35	41	46	50	54
15	−7,4	—	—	9	22	31	39	45	50	54	58	61
20	−3,6	—	5	21	32	41	47	53	57	61	64	66
25	−0,6	—	17	31	41	48	54	59	62	66	68	71
30	1,9	9	28	40	48	55	60	64	67	70	72	74
35	4,1	20	36	47	54	60	65	68	71	73	75	77
40	6,0	30	44	53	60	65	69	72	75	77	78	80
45	7,7	38	54	59	65	69	73	75	78	79	81	82
50	9,3	46	57	64	69	73	76	79	80	82	83	85
55	10,7	53	63	69	73	77	79	81	83	84	86	87
60	12,0	60	68	73	77	80	82	84	85	87	88	89
65	13,2	66	73	77	81	83	85	86	88	89	90	90
70	14,4	72	77	81	84	86	87	89	90	91	91	92
75	15,4	77	82	85	87	89	90	91	92	92	93	93
80	16,4	82	86	88	90	91	92	93	94	94	95	95

Extrait: CSA A440.2-09

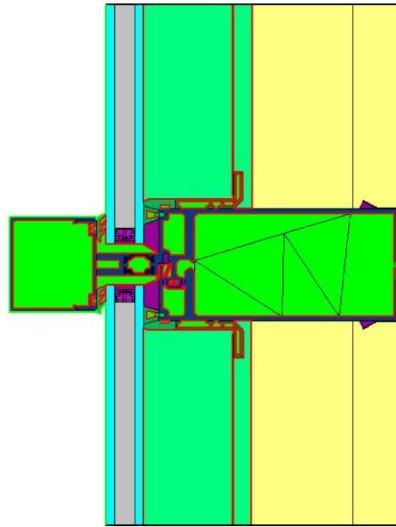
Tableau II.1
Niveaux d'humidité relative pour minimiser la condensation
(Voir l'article II.11.)

Température de l'air extérieure	Humidité relative intérieure
$\leq -29.1\text{ °C}$	$\leq 15\text{ \%}$
$-29\text{ à }-23,1\text{ °C}$	$\leq 20\text{ \%}$
$-23\text{ à }-18,1\text{ °C}$	$\leq 25\text{ \%}$
$-18\text{ à }-12,1\text{ °C}$	$\leq 30\text{ \%}$
$-12\text{ à }-7,1\text{ °C}$	$\leq 35\text{ \%}$
$-7\text{ à }4\text{ °C}$	$\leq 40\text{ \%}$

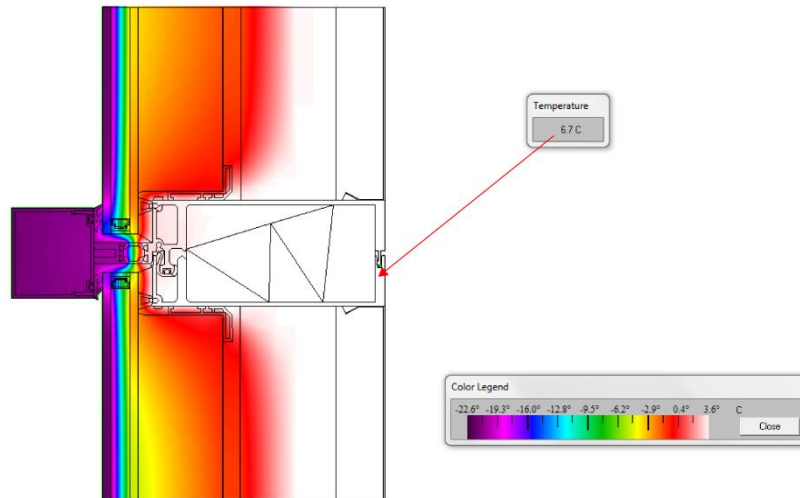
Étude de cas



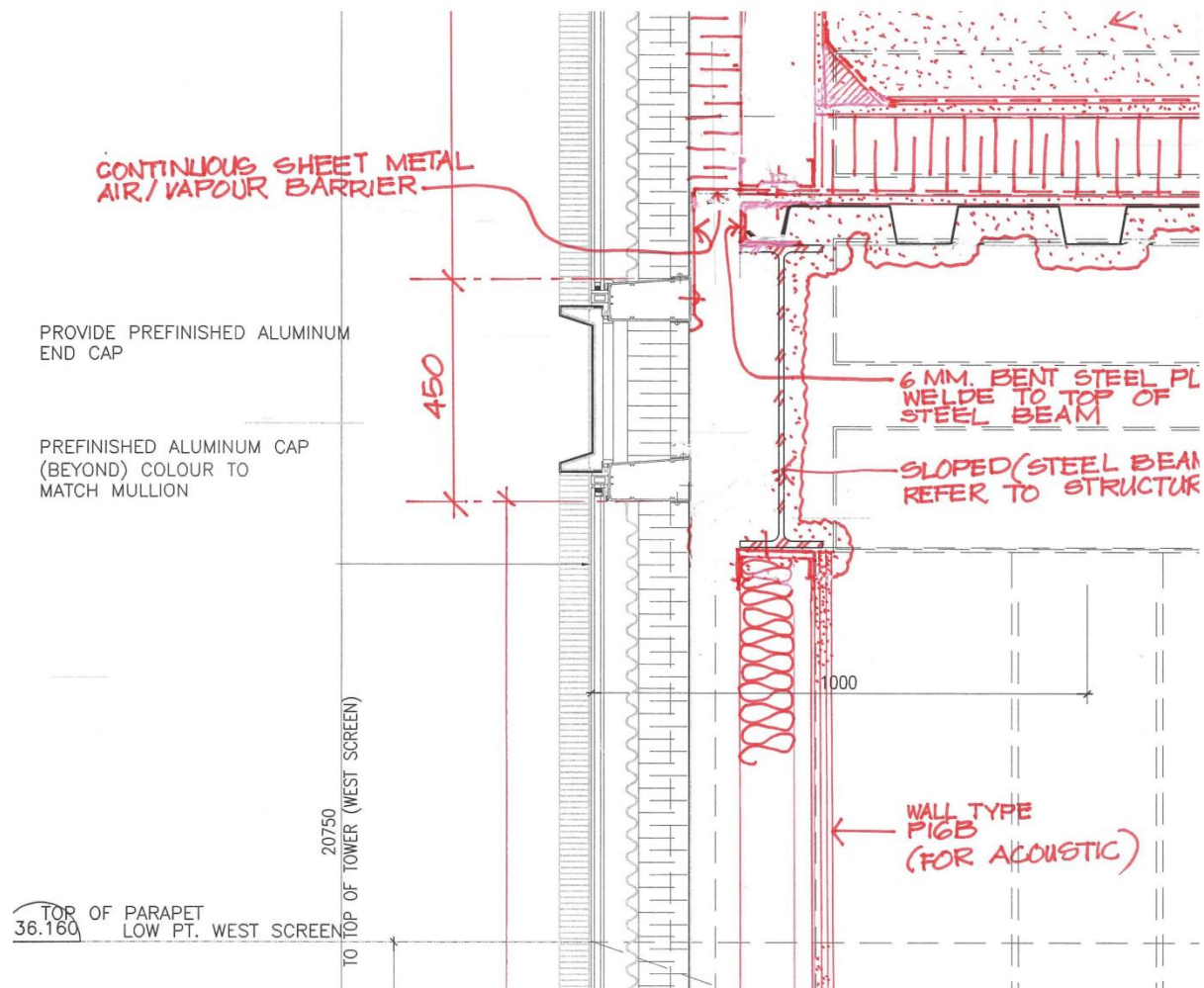
Calcul du point de rosée
22 degré Celcius à
l'intérieur



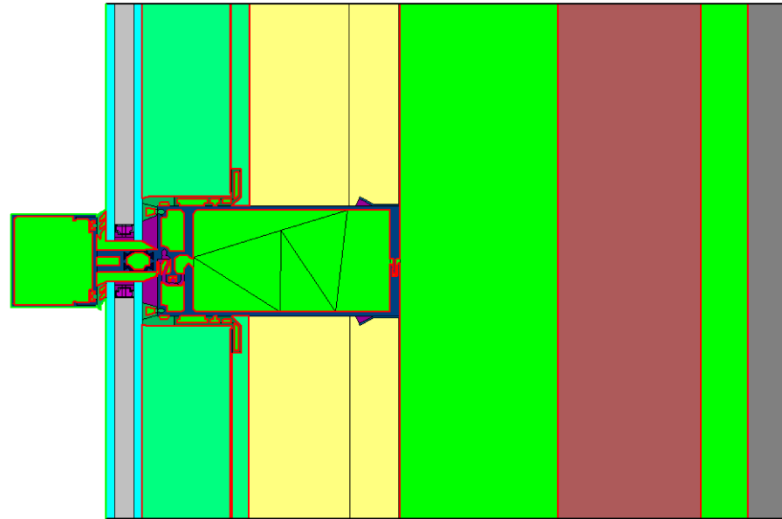
Modèle
Meneau vertical vis à vis tympan
-23 C ext, 22 C int



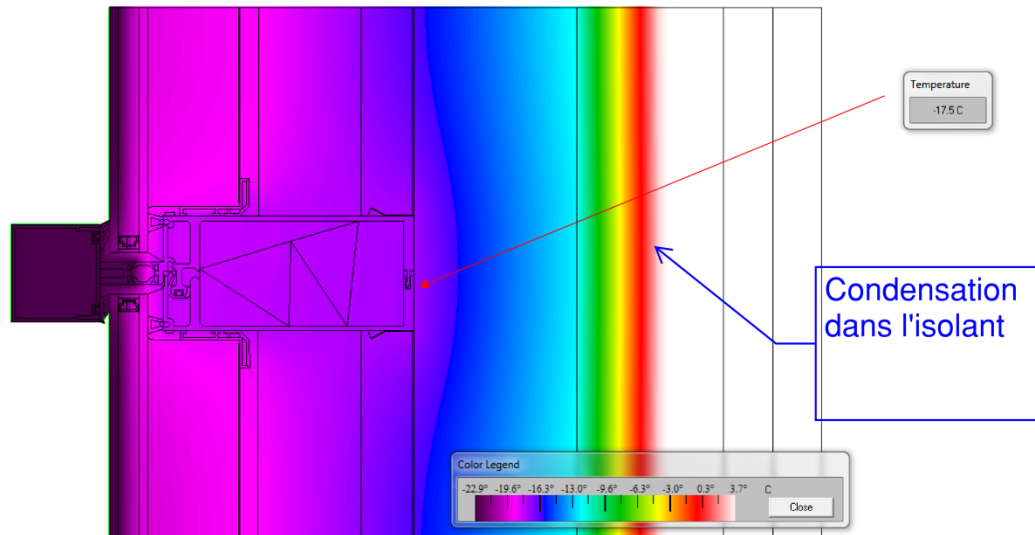
Temperatures



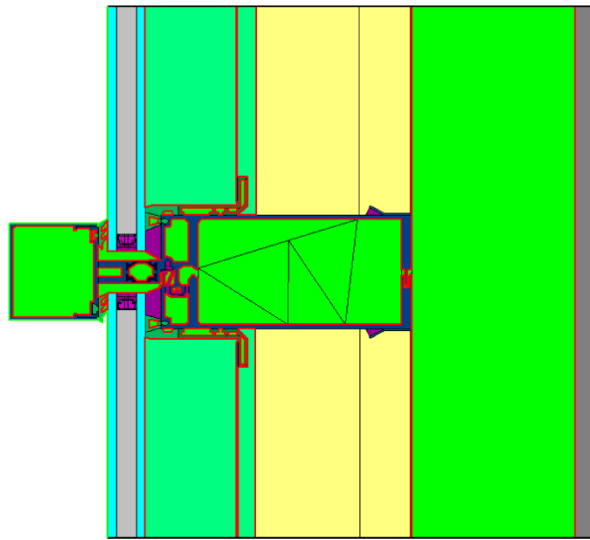
Détail proposé par
l'acousticien



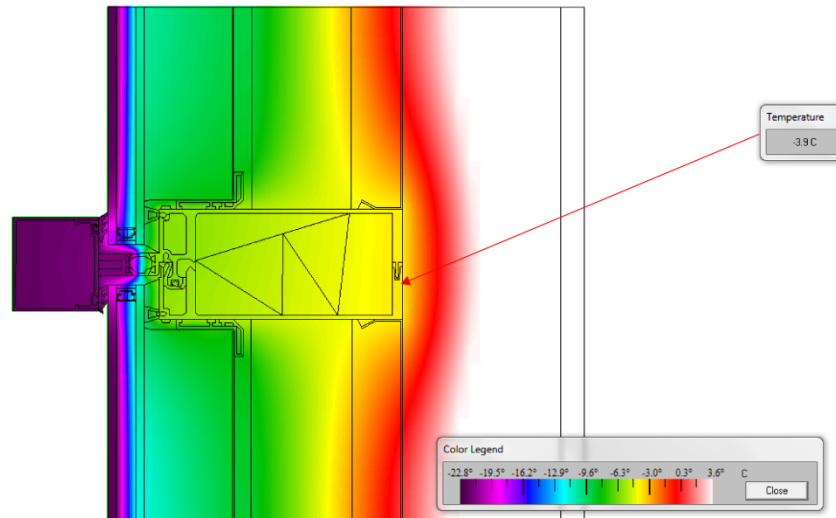
Modèle
avec cloison acoustique



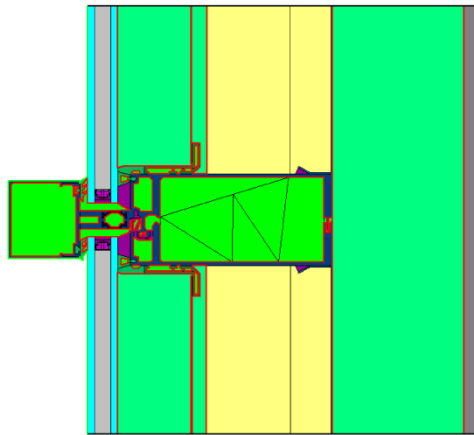
Temperatures



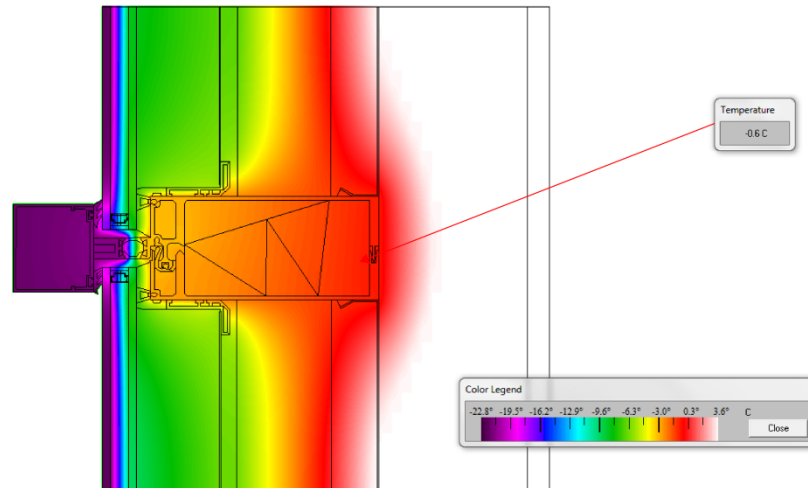
Modèle
avec cloison sèche
cavité fermée



Temperatures



Modèle
Cloison sèche légèrement
ventilée



Temperatures

Donc, le chapitre un du Guide:

- **Est terminé à 95 %;**
- **Sera soumis au comité technique pour relecture bientôt.**

Historique

Il semble que l'origine de l'utilisation du verre et du métal pour la réalisation de façades de bâtiments date de la fin du 19^{ème} siècle. En effet, on retrouve dans les manuels d'architecture plusieurs bâtiments de différents types datant de cette période et dont les grandes façades sont faites de verre. Certes, il y avait certaines limites structurelles, mais le principe d'ouverture vers l'extérieur était lancé (Figure 1.1).

FIGURE 1.1

Reliance Building
Chicago, Illinois,
D.H. Burnham and
Company (1895)

**Cage Group
Buildings**
Chicago, Illinois
Holabird and Roche,
(1899)

www.wikipedia.com



Des difficultés techniques telles que l'isolation défective, les infiltrations d'eau, l'éblouissement par le verre ou même la difficulté d'entretien ont ralenti l'utilisation des façades de verre, particulièrement dans les bâtiments en hauteur. Malgré cela, à partir de la deuxième guerre mondiale, des évolutions dans la technologie ont rendu possible la réalisation de bâtiments de grande hauteur complètement en verre et métal. Le premier exemple de bâtiment de grande hauteur en Amérique du Nord est le 860-880 Lake Shore Drive à Chicago, conçu par le célèbre architecte Ludwig Mies van der Rohe (Figure 1.2).

FIGURE 1.2

**Fagus Shoe-Last
Factory**, Alleenrode,
Walter Gropius et Adolf
Meyer (1911)

Waldorf Building
San Francisco,
California
Willis Polk, 1918

www.wikipedia.com



Par la suite, l'industrialisation de produits d'aluminium comme matériaux de construction, dans les années 1950, a permis le développement de nouvelles techniques de construction, dont les murs-rideaux contemporains. Les alliages d'aluminium sont significativement plus légers que les matériaux bruts d'antan et permettent des portées beaucoup plus grandes avec des poids inférieurs. Le même type d'évolution technologique des produits verriers a permis la création de baies de verre beaucoup plus grandes, plus solides et plus performantes.

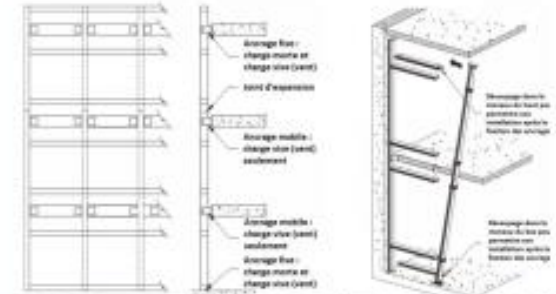
Type de mise en place

S.2.1 Système à résille (stick)

Le système à résille, à ossature ou « stick » est probablement le système mural le plus répandu surtout pour les bâtiments de faible hauteur et dans les petites agglomérations. Chaque composant du mur est mis en place pièce par pièce sur le chantier. Les meneaux ont généralement un ou deux étages de hauteur et les traverses sont de longueur égale à la largeur des panneaux de remplissage.

Beaucoup de main-d'œuvre sont nécessaires à l'installation et l'installation a bien souvent recours à un système de sèrie. Les exigences sont minimales pour les installations d'assemblage et l'expédition. On peut s'attendre à un court délai de production, mais une longue période de mise en place sur le chantier. Finalement, il est difficile de tenir compte des mouvements en plan en raison des oscillations et des séismes.

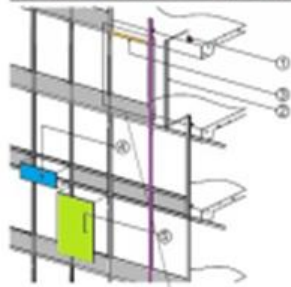
FIGURE 1.6
Système à résille
(Stick)



Sources : Internet

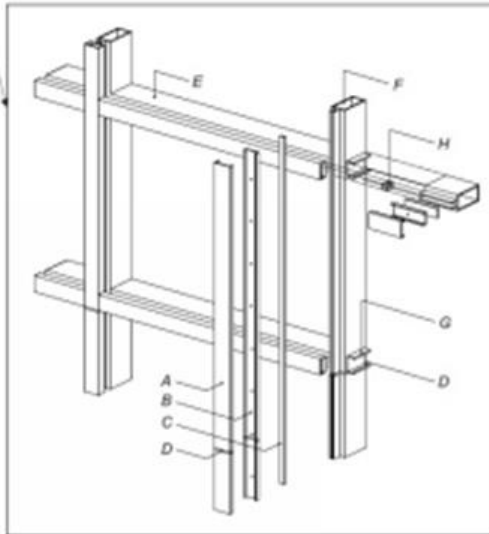
Système à résille

SYSTÈME À OSSATURE – GÉNÉRALITÉS



1. Dispositif d'ancrage
2. Meneau s'imbottant à la verticale
3. Traverse mise en place sur des cales de fixation
4. Soc et panneau d'allège
5. Vitrage transparent

- A Capuchon
B Plaque pression
C Coupure thermique
D Joint de dilatation
E Traverse
F Meneau
G Cais de fixation
H Cais d'angle



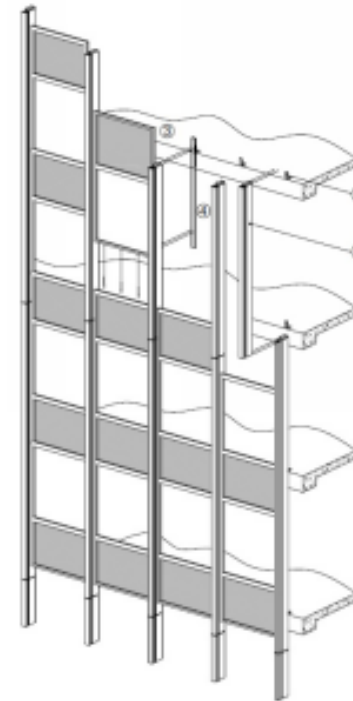
Autres systèmes

3.3 Autres système

3.3.1 Meneau et panneaux

Il s'agit d'une structure quadrillée semblable au système à ossature et ses panneaux préfabriqués intercalés. C'est un système qui était populaire au cours des années 1970, mais rarement employé de nos jours. C'est une combinaison des attributs des systèmes à ossature et en panneaux.

MENEAU ET PANNEAU – GÉNÉRALITÉS



1. Dispositif d'ancrage
2. Meneau
3. Ossature préfabriquée
4. Bande d'ancrage

Limites de déflexion révisées

Éléments du mur rideau	Flèche perpendiculaire au plan du panneau	Flèche parallèle au plan du panneau
Meneau (étage/étage, meneau horizontale)	L/175 ou 20 mm max L/175 pour les portées inférieures à 4100mm (13'-6") et de L/240 + 6mm (1/4") pour les portées supérieures à 4100mm (13'-6")	L/360 ou 3 mm
Meneau vertical (porte-à-faux : soffite ou parapet)	L/88 ou 20 mm	—
Panne métallique	L/200 maximum 6 mm	—
Vitrage	L/100 ou 20 mm	—
Panneau de parement en métal	0,8 mm / 600 mm et 1,6 mm maximum pour la portée	—

Merci

Des questions???

Louis Fortin, ing. MGP

Directeur de projets



PTVD

EXPERTS CONSEILS EN ENVELOPPE DU BÂTIMENT
BUILDING ENVELOPE CONSULTANTS
MEMBRE DE CLEB