



Toitures sous vacuum :

Durabilité, efficacité et résilience au service des infrastructures municipales

Geneviève Renaud, ing. M. Ing., BECxP, CxA+BE



Plan de la présentation



Introduction



Contexte et enjeux



Système de toiture sous vacuum



Avantages techniques



Durabilité et impacts environnementaux



Loin des yeux, loin du cœur...

→ dépenses *imprévisibles* quand les problèmes surviennent

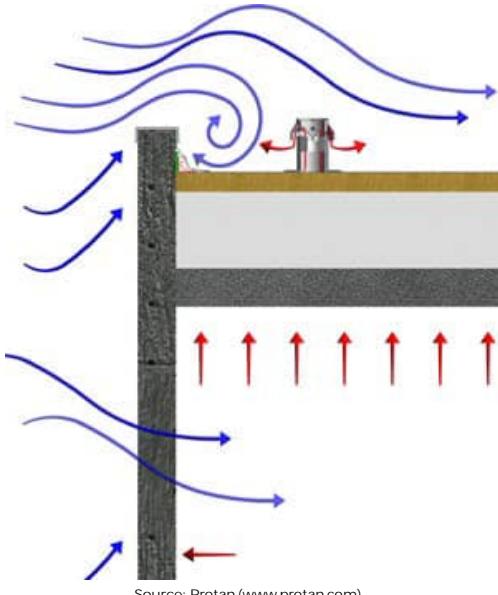
Combien coûte un toit humide?



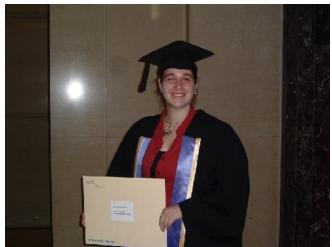
Ingénir

Penser la toiture municipale autrement

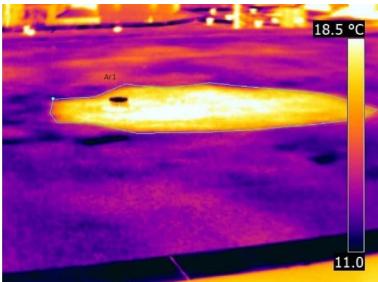
→ Le système de toiture sous vacuum (VRS)



Geneviève Renaud, ing., M.Ing., BECxP, CxA+BE, B.Arch., thermographe niveau III



ASSOCIATION DES
MAÎTRES COUVREURS
DU QUÉBEC



Contexte et enjeux

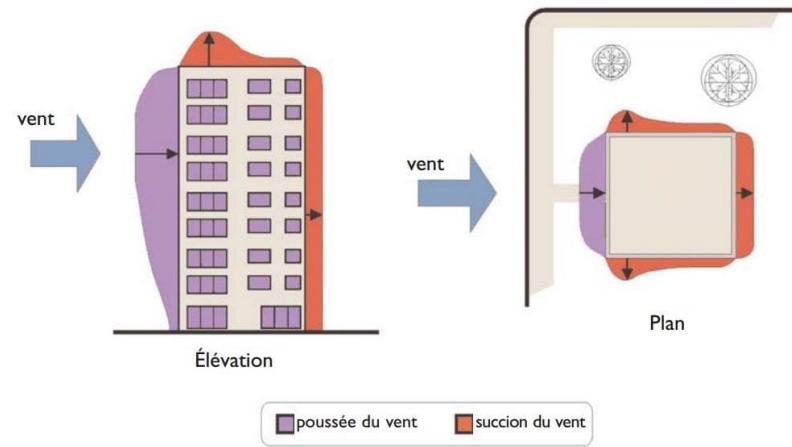
- ▶ *Budgets restreints* et exigences environnementales croissantes
- ▶ Vieillissement/désuétude du parc immobilier
- ▶ *Entretien coûteux*
- ▶ Nécessité d'assurer la pérennité et la performance des bâtiments publics (PGA bâtiment à venir...)



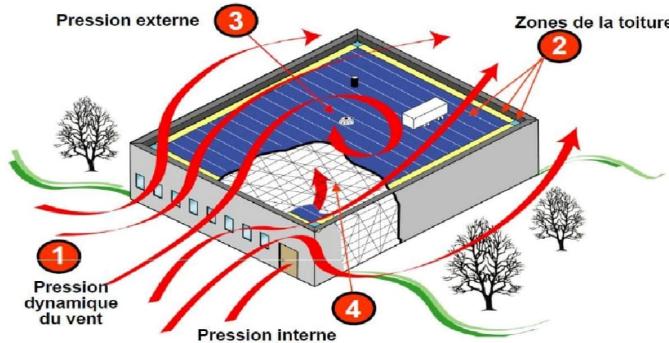
- ▶ Recherche de solutions durables, économiques et rapides à implanter

La physique au service de la pérennité

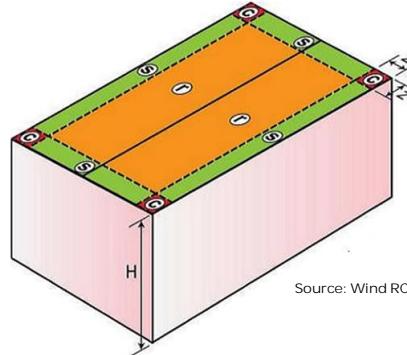
- ▶ L'ancrage par pression atmosphérique
- ▶ Mécanisme de fixation sans attache
- ▶ Le vent crée un vacuum



Source: QUIROUETTE, Rick. La pression d'air et l'enveloppe du bâtiment, SCHL, novembre 2004



Source: Boîte à lunch Carlisle (présenté par l'ACLE), mars 2014

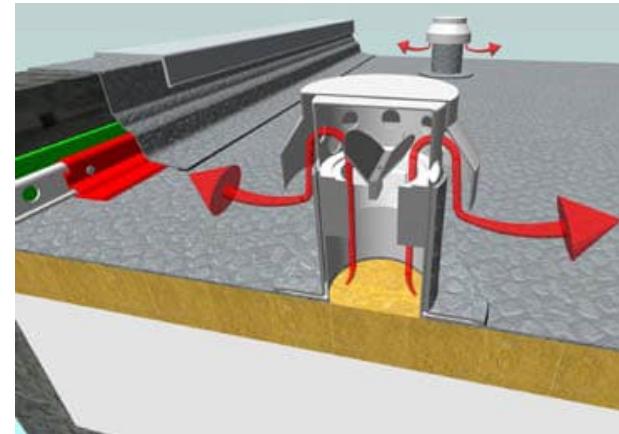


Zones de la toiture:
R = Champs pression faible
S = Périphérie pression modérée
C = Coins pression élevée

La physique au service de la pérennité

- ▶ L'ancrage par pression atmosphérique
- ▶ Mécanisme de fixation sans attache
- ▶ Le vent crée un vacuum
- ▶ Le dispositif clé: l'extracteur d'air à sens unique

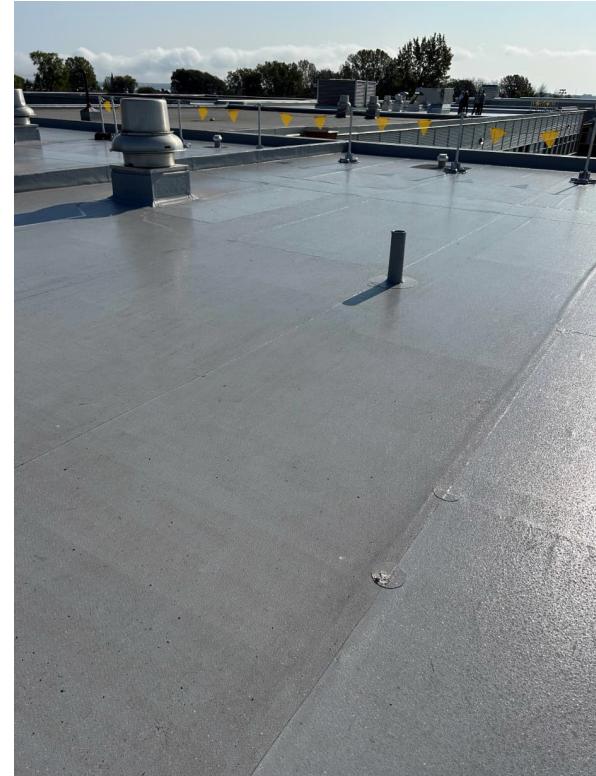
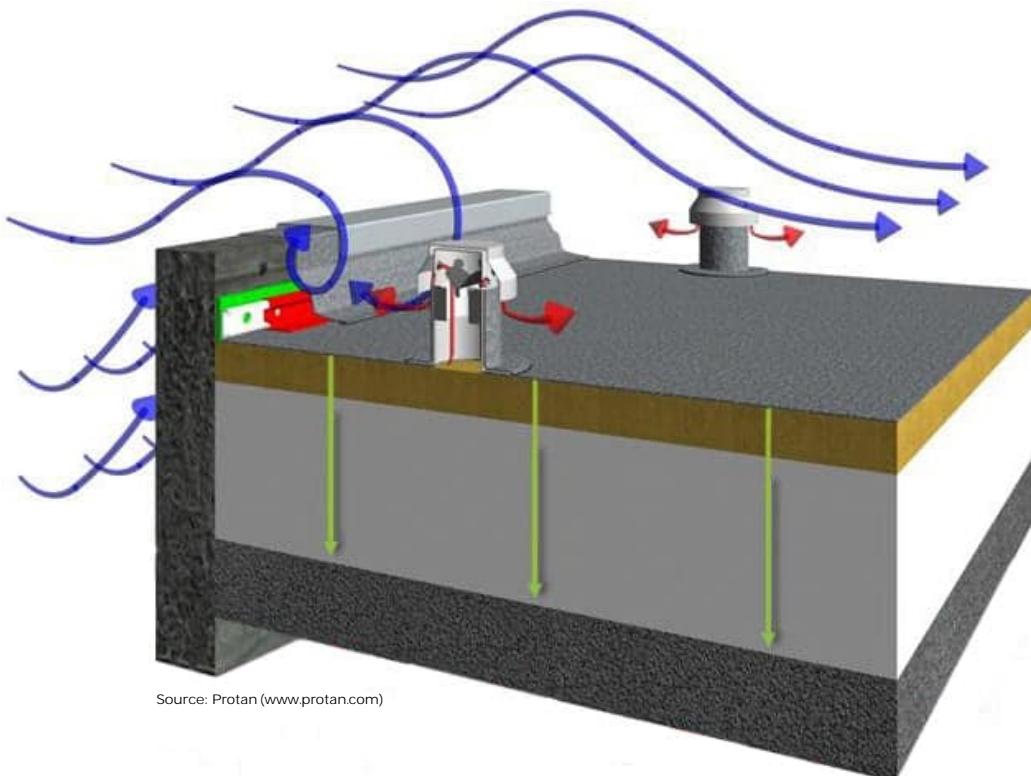
*Plus il y a de vent,
mieux le système
fonctionne!*



Source: Protan (www.protan.com)



Système de toiture sous vacuum (VRS)



École secondaire de la Rive, Lavaltrie, 2022

Les composantes du système

- ▶ Pare-vapeur en parfaite adhérence et étanche à l'air
- ▶ Membrane de PVC soudée à l'air chaud (aucun permis de feu requis)
- ▶ Membrane de PVC est auto-extinguible
- ▶ Matériau recyclable (PVC), imputrescibles et résistant aux fientes d'oiseaux
- ▶ Membrane installée en indépendance (aucune fixation mécanique ou colle)
- ▶ Continuité du système (entre le pare-vapeur et la membrane)



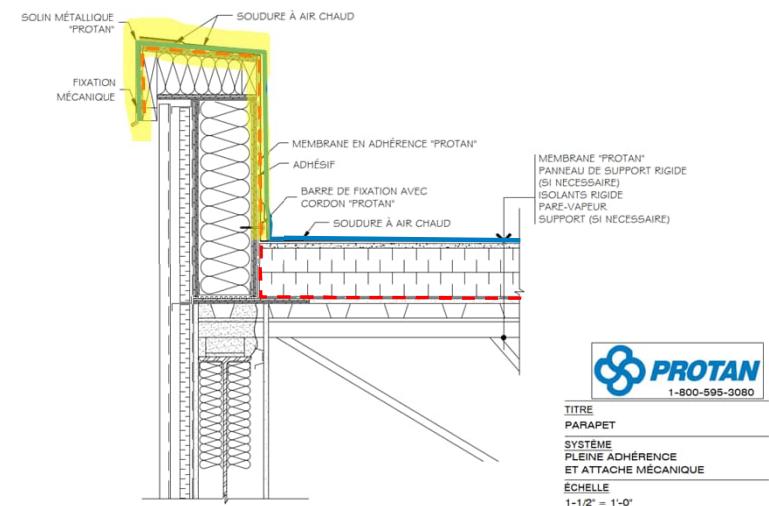
Source: Leister (<https://www.leister.com/fr/Solutions/Roofing>)



Image générée par l'IA



Source: Protan (www.protan.com)



Les avantages techniques

- Résistance à l'arrachement au vent supérieure à 300 km/h
- Installation rapide = réduction des coûts de main d'œuvre



Source: Protan (https://www.youtube.com/watch?v=YBH8nShbV_Y&t=19s)

Communiqué
Laboratoire d'essais en tolérite (ISO/IEC 17025)
Partagé par le Third Party Test Data Program de UL

exp.
Résultats d'évaluation d'essai dynamique
d'arrachement au vent d'un système de toiture

PROTAN

MÉMBRANE PVC PROTAN SE 1.8, SYSTÈME AVEC VENTURI

Description de l'assemblage testé

Mébrane de toiture :	Mébrane PVC mono-couche 1 En indépendance avec système venturi
Matériau de revêtement :	Panneau de gypse résistant à l'humidité et au feu 4 x 8 po x 1 po
Panneau de recouvrement :	Panneau de gypse résistant à l'humidité et au feu 4 x 8 po x 1 po. En indépendance
Isolant :	Panneau isolant de polyisoprénate 4 x 8 po x 2 po. En indépendance
Base extérieure :	Panneau isolant de polyisoprénate 4 x 8 po x 2 po. En indépendance
Plancher :	Mémoire autocollante
Barrière thermique :	Panneau de gypse résistant à l'humidité et au feu 4 x 8 po x 1 po / Athlét
Fixage :	Avec griffes

Résistance dynamique d'arrachement (RDA) mesurée selon CSA A123.2⁽¹⁾

Désignation du système	Pression système (P.S.) (mesurée)	Selon CSA A123.21-20 ⁽²⁾ RDA = (P.S. x 0.65)	Selon CSA A123.21-14 RDA = (P.S. - 1.5)
A	14.4 MPa (-200 psf)	-9.3 MPa (-195 psf)	-9.8 MPa (-200 psf)

(1)Voir déclaration de conformité sur la page 8.
(2)Voir note générale 6.1 à la page 8.

Selon la partie d'accréditation publique sur le site du CPO
Document # P09
2420 Rue Canadien, Drummondville (Québec) J2C 7N9 Tel.: 819-650-6247 www.cpo.ca Page 1 de 8

Source: Résultats d'évaluation d'essai dynamique d'arrachement au vent d'un système de toiture, gracieuseté de Protan (www.protan.com)

Les avantages techniques

- ▶ Résistance à l'arrachement au vent supérieure à 300 km/h
- ▶ Installation rapide = réduction des coûts de main d'œuvre
- ▶ Installation très peu bruyante
- ▶ Conçu pour permettre l'assèchement d'isolant humide
- ▶ Durabilité prouvée de plus de 40 ans

Service Life

Protan SE single-ply membrane has been used in Scandinavia since 1990 and has performed satisfactorily. Accelerated aging tests and field investigations confirm that the physical properties remain adequate. A field study covering 12 cases with a total of approx. 50,000 m² of roofing shows that original physical properties are largely retained after 25 years. Based on this, the Protan SE single-ply membrane, when properly applied, **is expected to have a lifespan of at least 50 years.** This expected service life is not a warranty from ETA-Danmark A/S.

Source: Protan (<https://www.protan.com/news-and-insight/technical-approval-tga>)



Source: Protan (<https://www.protan.com>)

Construction (dBA)

Charpentier, monteur de charpentes :	91
Ouvrier en béton :	92
Conducteur de grue :	90
Poseur de cloison sèche :	89
Électricien :	89
Conducteur d'équipement :	91
Monteur de charpentes métalliques :	93
Ouvrier au marteau perforateur :	97
Ouvrier :	93
Conducteur d'engins mobiles :	91
Couvreur :	88
Chauffeur de camion :	89
Soudeur :	94

Source: Au travail Quel est le niveau sonore? Commission de la sécurité au travail et de l'indemnisation des travailleurs (wscc.nt.ca)

Les avantages techniques

- ▶ Résistance à l'arrachement au vent supérieure à 300 km/h
- ▶ Installation rapide = réduction des coûts de main d'œuvre
- ▶ Installation très peu bruyante
- ▶ Conçu pour permettre l'assèchement d'isolant humide
- ▶ Durabilité prouvée de plus de 40 ans
- ▶ Possibilité de membrane blanche (IRS 104)

Table 1: Product properties

PROPERTY	VALUE	UNIT	EN 13953 - TEST METHOD
Thickness	1.5 (-5/+10%)	mm	EN1849-2
Tensile strength L/T	≥ 1100/1050	N/50mm	EN12311-2(A)
Elongation L/T	≥ 15/15	%	EN12311-2(A)
Tear strength trapezoidal	≥ 210	N/50mm	EN12310-2
Dimensional stability	± 0.5	%	1107-2:2001
Foldability at low temperature	≤ -30	°C	EN495-5
Resistance to static load	≥ 20	Kg	EN12730(C)
Resistance to impact	≥ 600	mm	EN1269(A)
Joint shear resistance	≥ 1000	N/50mm	EN12317-2
Shear resistance of joints	≥ 150	N/50mm	EN12316-2:2000
Water vapour resistance	22	m	ISO 12572:2001
Exposure to UV	Pass>5000h		EN 1297
Dangerous substances	None		
Hail resistance:			
Hard substrate	≥ 22	m/s	EN13583
Soft substrate	≥ 50	m/s	EN13583
Reaction to fire	Class E		EN13501-1
External fire performance	Bacor(t1,t2 and t3)		EN1187 part 1,2,3
Reflectance	0.86		ASTM C 1549
Emittance	0.84		ASTM C 1371
Solar Reflectance Index (SRI)	104		ASTM E 1980

*) External documentation for fire classification according to ENV 1187 part 1, and 3, for the most relevant substrates are available on request.

Source: Protan SE 1.5 Cool Roof (<https://www.protan.com/products/roofs-and-membranes/exposed-roofing/standard-rolls/protan-se-t1-15-i-ruller/>)

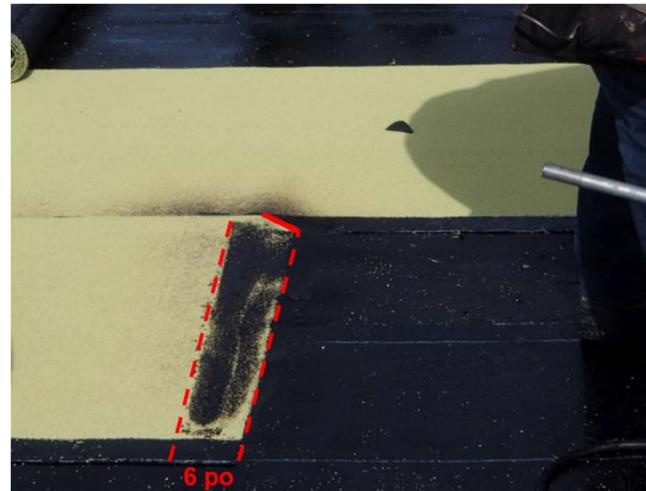
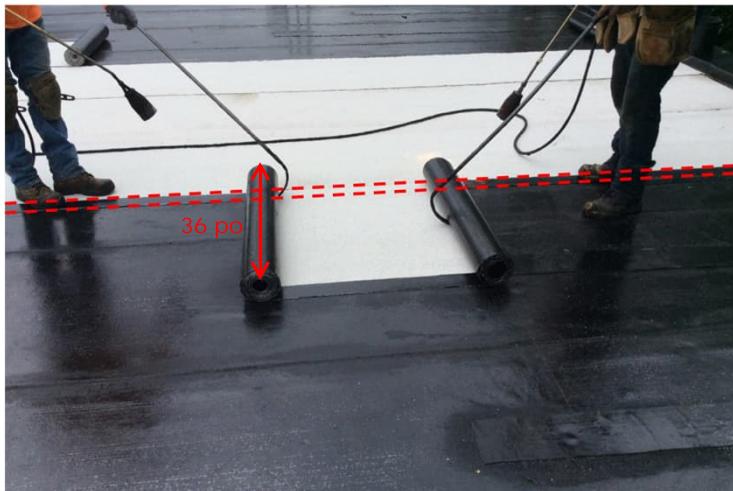
Avantages économiques et environnementaux

- Conservation de matériaux existants imputrescibles (ex: fibre minérale ou polystyrène extrudé/expansé)
- Réduction des déchets et des coûts d'enfouissement



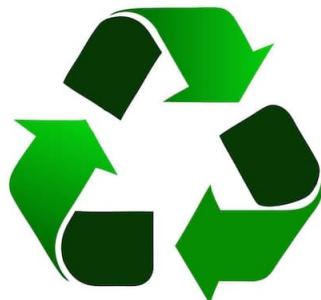
Avantages économiques et environnementaux

- Conservation de matériaux existants imputrescibles (ex: fibre minérale ou polystyrène extrudé/expansé)
- Réduction des déchets et des coûts d'enfouissement
- Allègement des charges structurales



Avantages économiques et environnementaux

- ▶ Conservation de matériaux existants imputrescibles (ex: fibre minérale ou polystyrène extrudé/expansé)
- ▶ Réduction des déchets et des coûts d'enfouissement
- ▶ Allègement des charges structurales
- ▶ Réduction de l'empreinte carbone
- ▶ Membrane de PVC 100% recyclable



Avantages opérationnels



Rapidité d'exécution



Pose flexible; matériaux humides ou en hiver



Résiste aux conditions hivernales



Réparations simples et rapides (soudure de bande de PVC)



Assèchement naturel et accéléré des matériaux humides



Sécurité incendie (soudure à air chaud et auto-extinguible)



Maintenance sécuritaire; fini antidérapant



Minimisation des coûts des travaux correctifs et maintien de la performance

Bonnes pratiques et leçon apprises



Assurer la continuité du système pare-air



Coordination entre l'architecte et l'entrepreneur dès la conception
(= conception intégrée)



Utiliser des matériaux compatibles et durables



Formation des équipes

Bénéfices pour les municipalités



- ↓ \$\$\$ de réfection
- ↓ \$\$ d'installation
- ↓ \$ d'entretien



Amélioration de la durabilité et de la sécurité



- ↓ des îlots de chaleur urbains
- Contribution directe aux objectifs de développement durable

Conclusion

→ Le système VRS utilise l'énergie éolienne pour renforcer la toiture

*Fais-en la demande
auprès de vos
professionnels*



Des questions

Geneviève Renaud
grenaud@ingenir.ca
(514) 686-9342

Ingénir
LE GÉNIE EN ACTION!  KidSport
Sport Jeunesse.

