



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



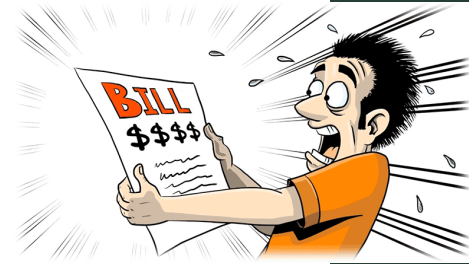
Durabilité et impacts environnementaux



Loin des yeux, loin du coeur...

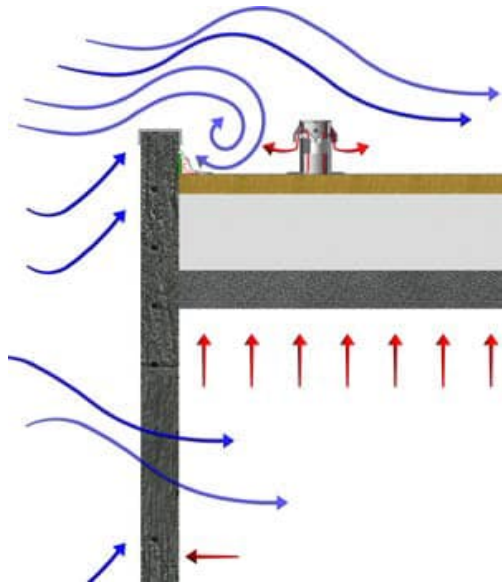
➡ dépenses *imprévisibles* quand les problèmes surviennent

Combien coûte un toit humide?



Penser la toiture municipale autrement

➡ Le système de toiture sous vacuum (VRS)



Source: Protan (www.protan.com)



Installé en 1990 au cégep Ahunatic, Montréal (Qc)

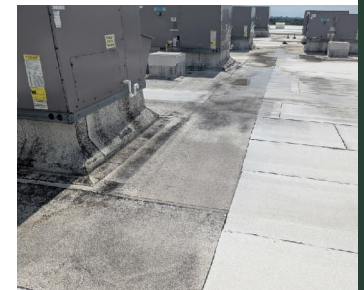
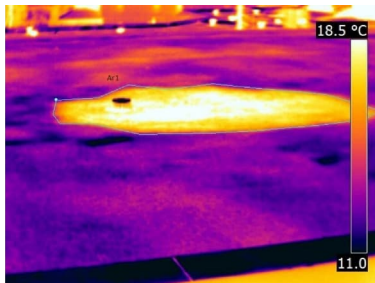
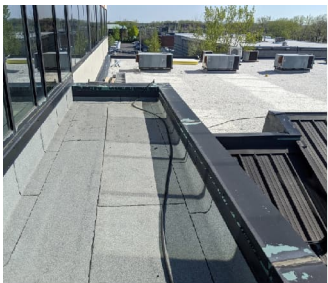
Source: Google maps



Ouragan Charley, Floride, 2004

Voir: https://www.youtube.com/watch?v=SwnL8_avKEQ

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



Contexte et enjeux

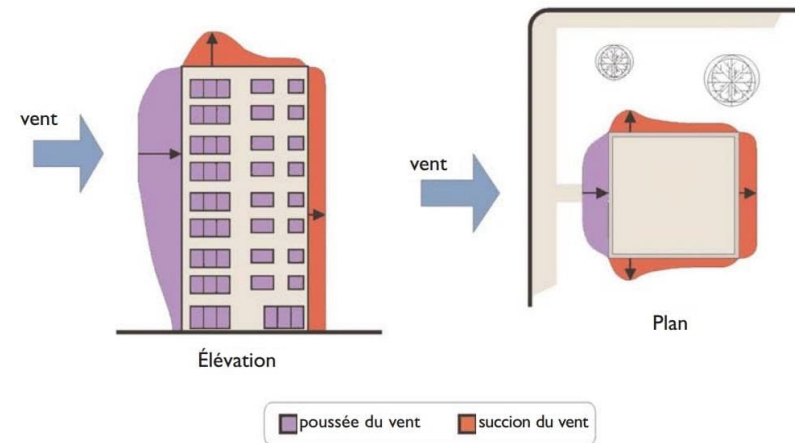
- ▶ *Budgets restreints* et exigences environnementales croissantes
- ▶ Vieillesse/désuétude du parc immobilier
- ▶ *Entretien coûteux*
- ▶ Nécessité d'assurer la pérennité et la performance des bâtiments publics (PGA bâtiment à venir...)



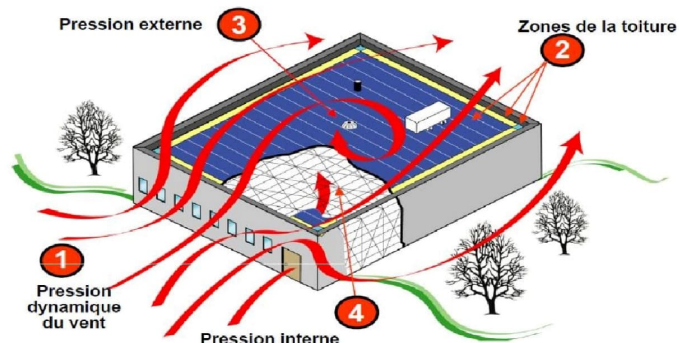
- ▶ Recherche de solutions durables, économiques et rapides à implanter

La physique au service de la perennité

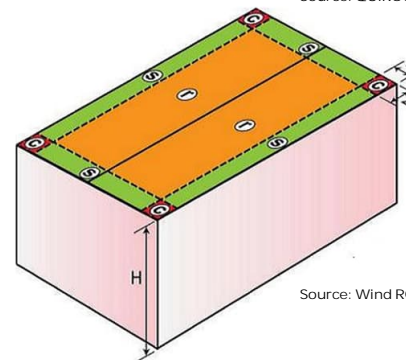
- L'ancrage par pression atmosphérique
- Mécanisme de fixation sans attache
- Le vent crée un vacuum



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



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

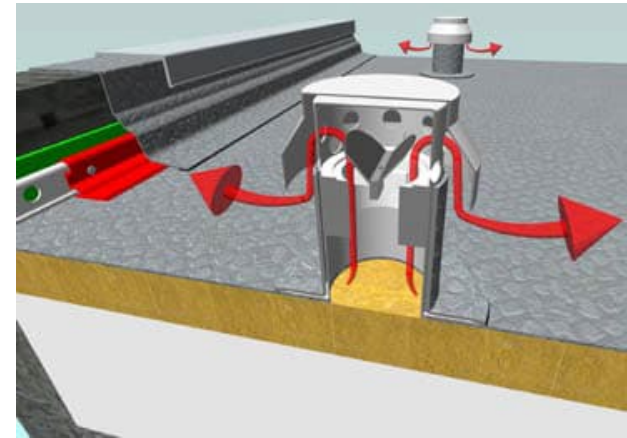


Source: Wind RCI

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

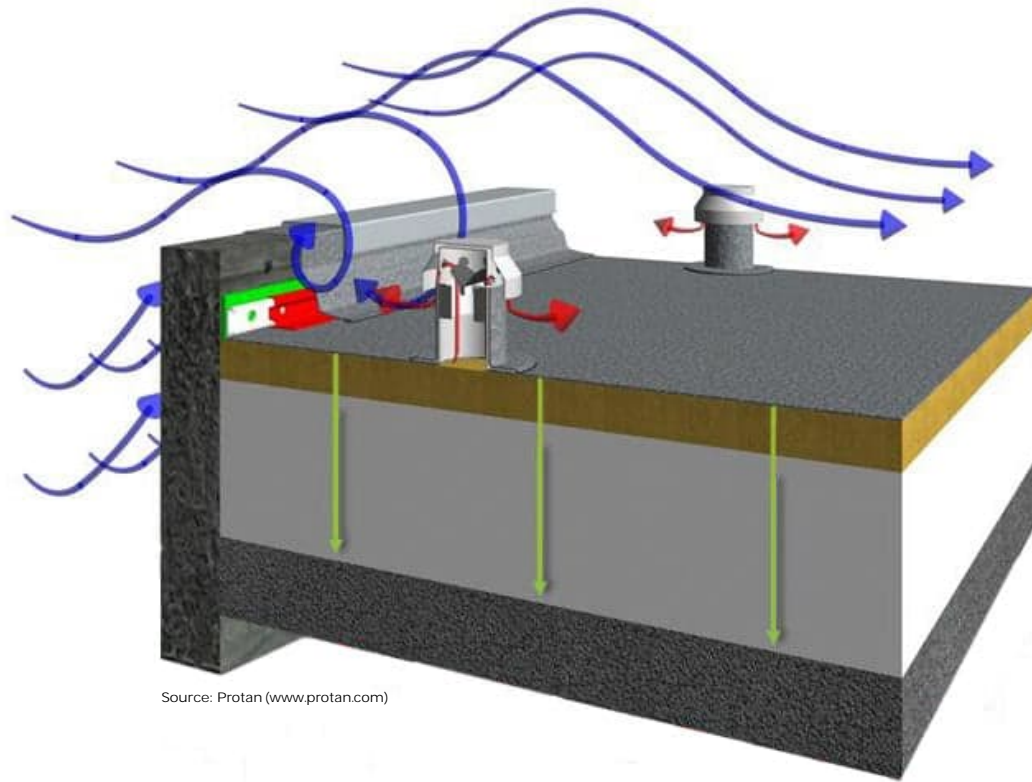


Source: Protan (www.protan.com)

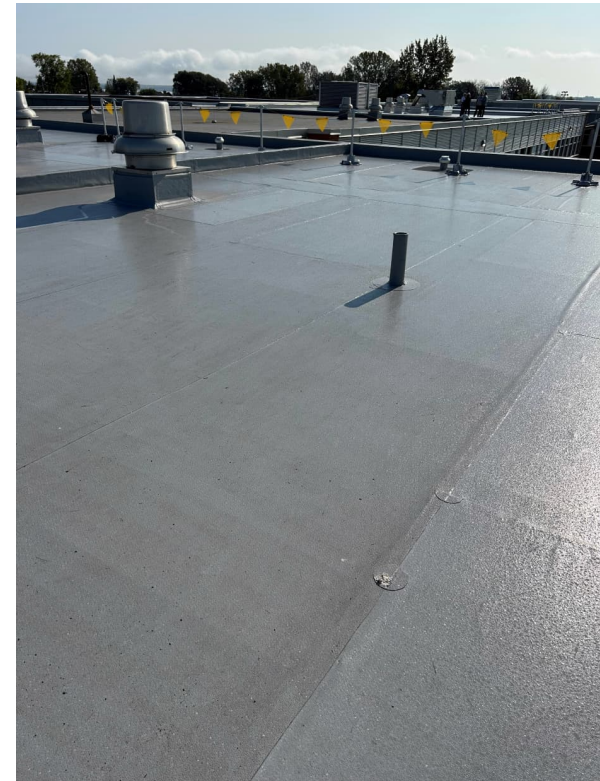
*Plus il y a de vent,
mieux le système
fonctionne!*



Système de toiture sous vacuum (VRS)



Source: Protan (www.protan.com)



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)



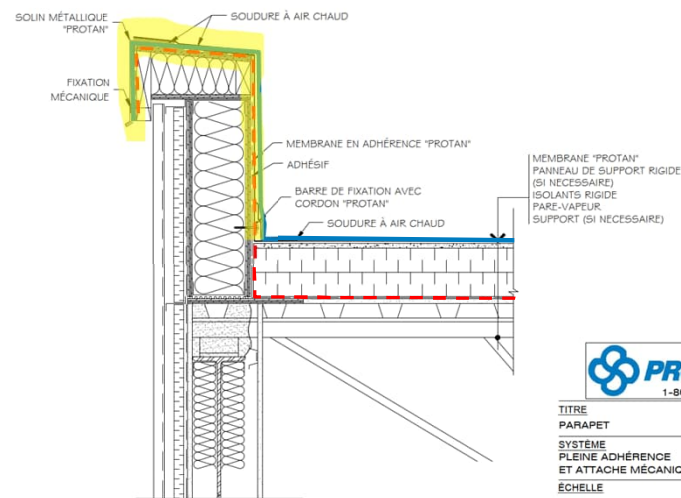
Source: Leister (<https://www.leister.com/fr/Solutions/Roofing>)



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 toiture (ISO/IEC 17025)
Participant du Third Party Test Data Program de UL

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

PROTAN

Numéro de dossier:	DHS-2307018
Date d'essai:	2023-08-28
Date prévue de réévaluation:	2026-12-04

MEMBRANE PVC PROTAN SE 1.8, SYSTÈME AVEC VENTURI

Description de l'assemblage testé

Membrane de finition	Membrane PVC mono-couche - En indépendance avec système venturi
Membrane de sous-couche	As
Panneau de recouvrement	Panneau de gaine résistante à l'humidité et au feu 4 x 8 pi x 7/8 pi - En indépendance
Isolant	Panneau isolant de polystyrène extrudé 4 x 8 pi x 2 pi - En indépendance
Isolant additionnel	Panneau isolant de polystyrène extrudé 4 x 8 pi x 2 pi - En indépendance
Paro-vent	Membrane auto-collante
Barrière thermique	Panneau de gaine résistante à l'humidité et au feu 4 x 8 pi x 7/8 pi - Asphalte
Plancher	Asphalte granulé

Résistance dynamique d'arrachement (RDA) mesurée selon CSA A123.21¹

Désignation de système	Pression statique (P.S.) (mmHg)	Selon CSA A123.21:20 ¹ RDA = (P.S. x 1.55)	Selon CSA A123.21:14 RDA = (P.S. x 1.5)
A	114.4 kPa (1 500 psf)	177.2 kPa (1 950 psf)	171.6 kPa (1 900 psf)

¹ Voir déclaration de conformité à la page 6.
* Pour note générale, voir la page 6.

Selon la portée d'accréditation publiée sur le site du CLC
Révisé le 14/08/2023

2400 rue Canadian, Drummondville (Québec) J2C 7G3 Tél. 819-850-6247 www.exp.ca Page 7 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 AVS.

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	B _{smod} (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 EN 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-tl-15-l-ruller/>)

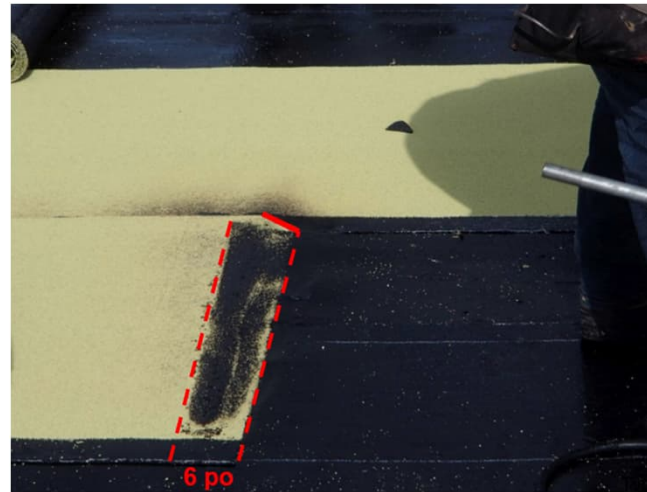
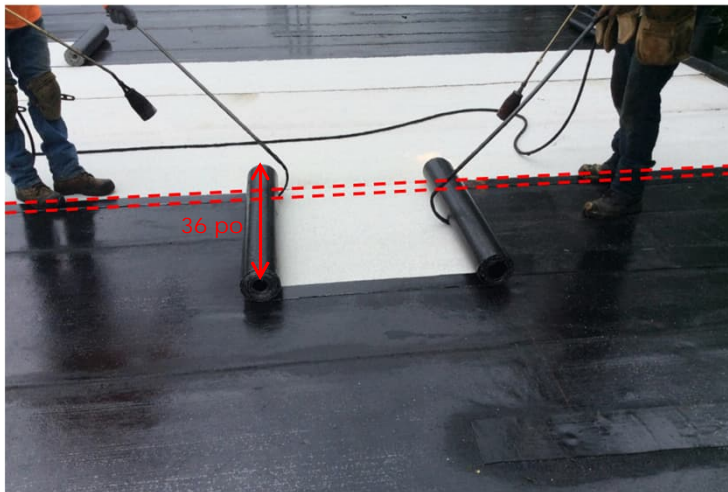
Avantages économiques et environnementaux

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



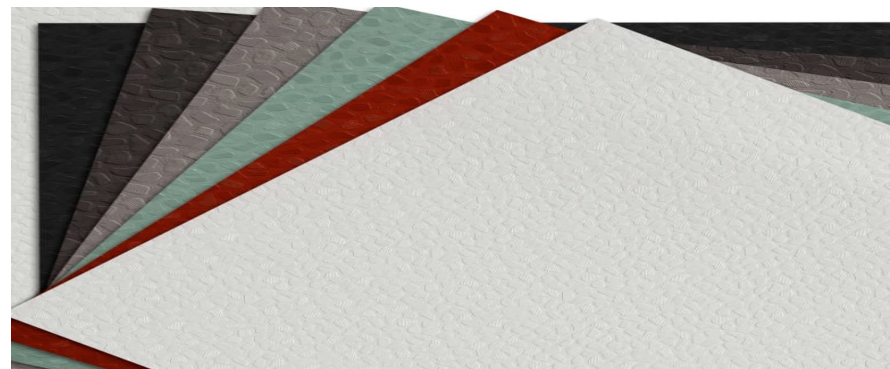
Avantages économiques et environnementaux

- ▶ 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!

