

Mise en contexte

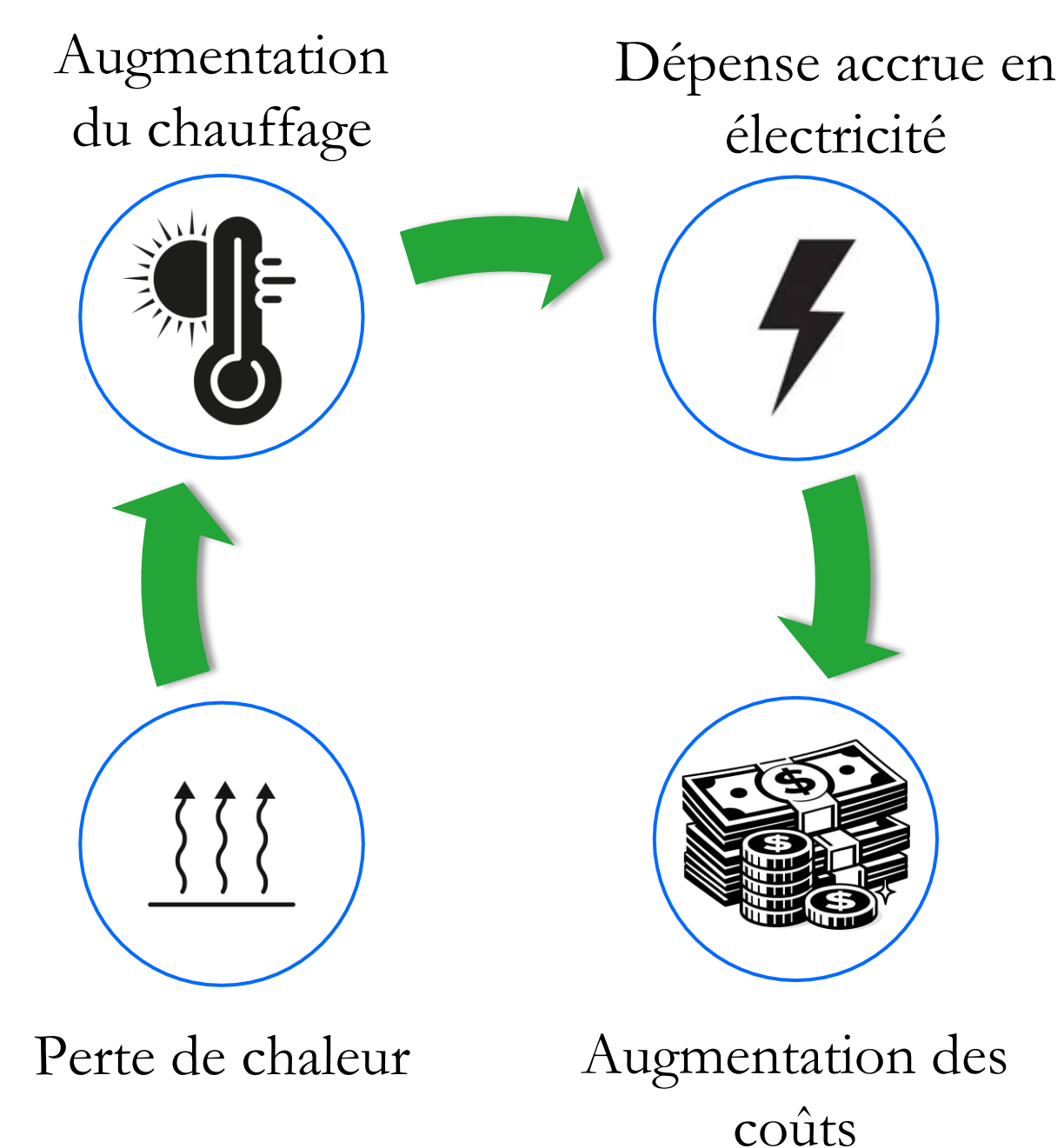
Les fenêtres sont une source importante des pertes de chaleur dans un bâtiment. Il est estimé que près de 25% de l'énergie thermique d'une maison est perdue par le verre^[1]. Il devient donc intéressant de modifier les propriétés thermiques et optiques du verre.

Problématique

Les vitrages traditionnels composés de verres sodo-calciques ont une émissivité de 0,837. Cela signifie qu'ils absorbent de l'énergie thermique et la réémettent en grande partie, à l'intérieur du bâtiment, mais aussi à l'extérieur.

Certaines solutions existantes n'étant pas efficaces, il est intéressant d'utiliser de nouvelles techniques afin de réduire l'émissivité des surfaces vitrées.

Effets en hiver



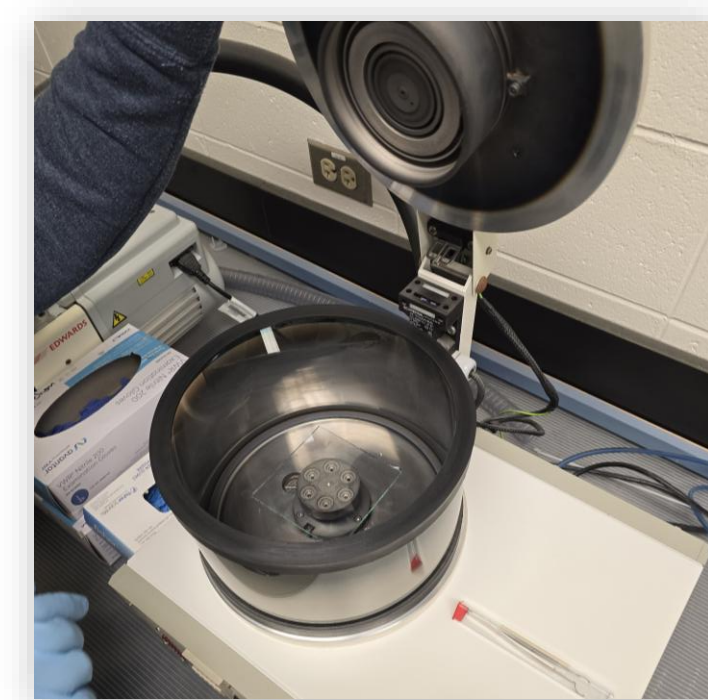
Objectifs

Optimiser l'isolation thermique des fenêtres en bloquant le rayonnement infrarouge, tout en maintenant une transmission élevée de la lumière visible.

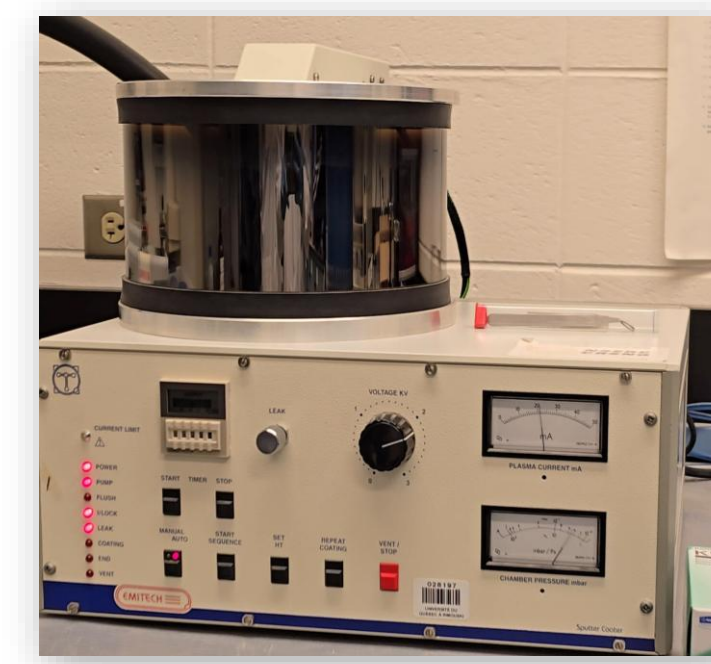
- Produire deux revêtements innovants :
 - Pulvérisation cathodique d'or-palladium (Au-Pa) ;
 - Nanoparticules d'argent.
- Évaluer la capacité des revêtements à limiter les transferts de chaleur par rayonnement infrarouge ;
- Mesurer l'effet des revêtements sur la transmission de la lumière visible.

Méthodologie

Pulvérisation cathodique Au-Pa



Préparation du verre



Mise en marche

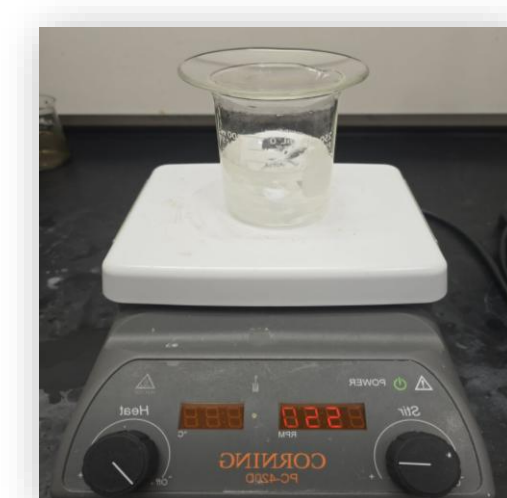


Transparence variant en fonction du temps

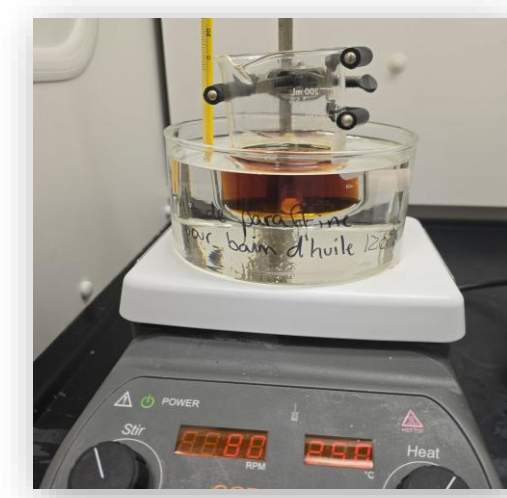
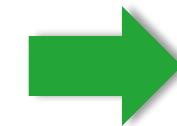
.Caractérisation

- Détermination de l'absorbance IR par spectromètre FTIR.
- Conduction thermique et réchauffement.
- Simulation de la dépense énergétique dans un bâtiment (boîte isolée).

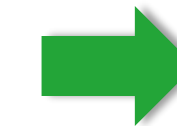
Nanoparticules (NPs) d'argent



Solution précurseur



Synthèse des NPs



Préparation du verre



Séchage et recuit



Déposition sur verre

.Caractérisation future

- Transmission lumière visible avec capteur intensité lumineuse.

Pulvérisation cathodique

Analyse

Les verres avec un revêtement par pulvérisation cathodique ont une transmission lumineuse du visible qui diminue selon une relation linéaire divisée en deux sections.

De plus, ils ont une vitesse de réchauffement de plus en plus rapide selon le temps de déposition. Le rayonnement thermique du soleil est donc absorbé et la chaleur est transférée par conduction au verre, ce qui aura comme effet de réchauffer la pièce par convection.

Futurs tests (communs aux deux revêtements)

- Détermination du spectre d'absorbance par spectrométrie visible-proche IR.
- Détermination de l'émissivité avec caméra infrarouge.
- Application dans un système à double vitrage.

Conclusion

Les objectifs ont été partiellement atteints : deux procédés ont été utilisés afin de créer des prototypes. Ils sont ensuite caractérisés pour leurs propriétés thermiques et optiques.

Les verres avec un revêtement par pulvérisation cathodique absorbent le rayonnement infrarouge et le transfèrent au verre, ce qui est contraire au résultat recherché.

Les verres traités aux NPs d'argent semblent prometteurs, mais il manque certains tests à réaliser avant d'affirmer le tout.

Application possible

Le verre pulvérisé pendant 30 secondes retient une bonne transparence du visible (~60%) ainsi qu'un transfert thermique accru. Cela pourrait être envisagé comme technique de revêtement pour une serre en région plus froide afin de servir de radiateur thermique.

Remerciements

Nous remercions le Département des sciences de la nature du CMÉC pour son accompagnement, Benoît-Jason Leblanc pour ses connaissances informatiques, l'UQAR, Jacopo Profili et son équipe pour leur soutien précieux tout au long du projet, Fene-Tech pour les verres, ainsi que le SEREX pour leur expertise et l'accès aux équipements.

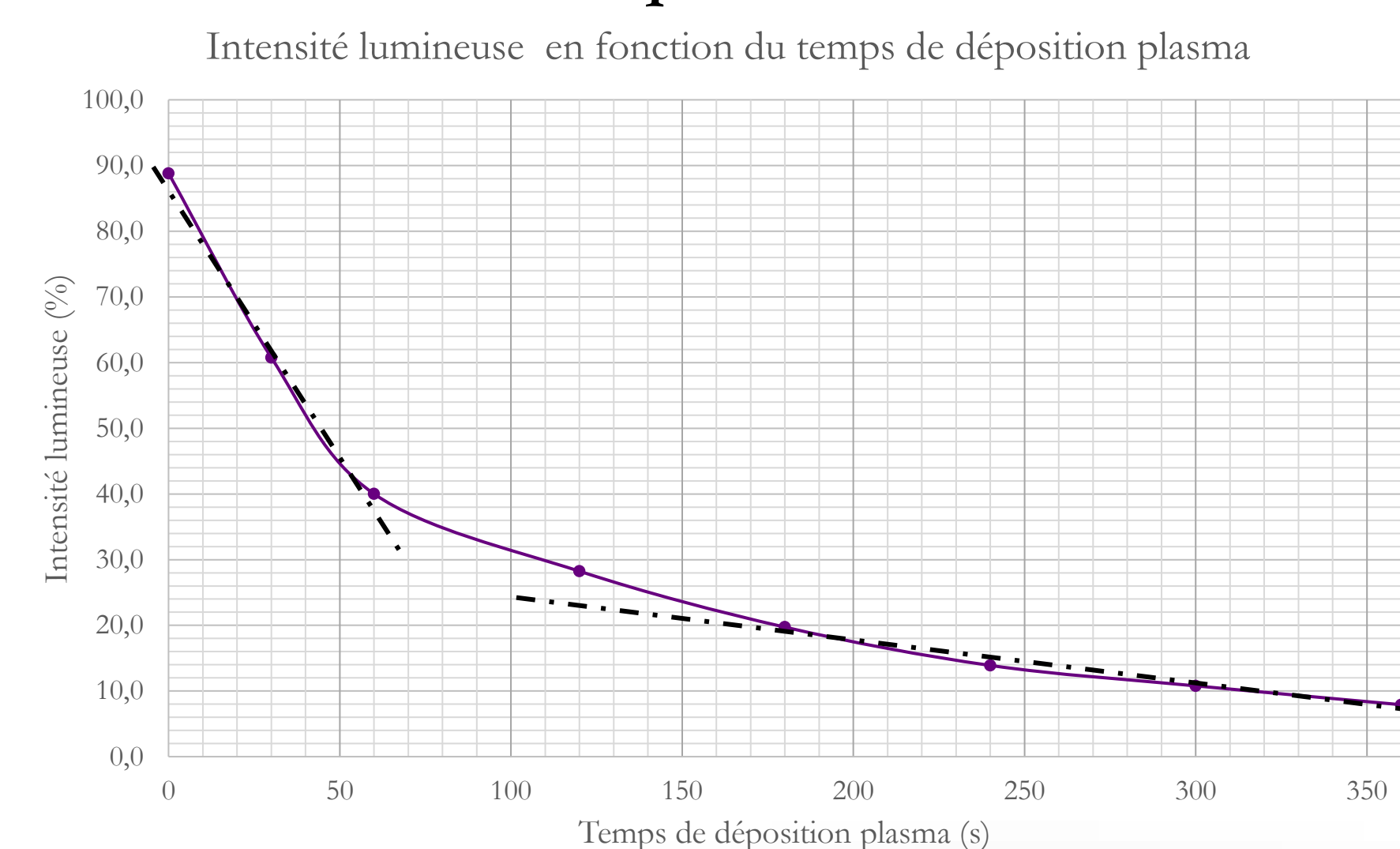
Références

[1] Portes et Fenêtres Dalmen. « Tout ce qu'il faut savoir sur les fenêtres à faible émissivité: Partie 1 » (27 avril 2019), <https://dalmen.com/fr/everything-you-wanted-to-know-about-low-e-windows/> (Page consultée le 31 mars 2026).

[2] Tao GAO, Björn PETTER JELLE. « Silver nanoparticles as low-emissivity coating materials », *IOP Science* (10 mars 2017), <https://iopscience.iop.org/article/10.1088/2053-1613/aa5ad1/meta> (Page consultée le 30 janvier 2026).

Résultats

Pulvérisation cathodique Au-Pa



Réchauffement du verre par une source infrarouge

Temps de déposition plasma Au-Pa (s)	Temps de réchauffement 23 à 100 °C (s)
0 (verre non traité)	293
30	110
60	84
120	80
180	76
240	78
300	80
360	75

NPs d'argent

Les résultats sont à venir quant à la transmission de la lumière visible et l'émissivité.