

Vers la mise au point d'un dirigeable à l'hydrogène pour le transport lourd dans le Grand Nord

Sousso Kelouwani, Ing. Ph.D, Prof. titulaire, Génie mécanique, UQTR

Loïc Boulon, Prof. titulaire, Génie électrique, UQTR

Marie Hébert, Prof., Génie mécanique, UQTR

Pierre Benard, Prof. titulaire, Département de chimie, biochimie et physique, UQTR

Membres de l'Institut de recherche sur l'hydrogène (IRH)

UQTR



**ÉCOLE
D'INGÉNIERIE**

Génie mécanique

Sommaire

1. Institut de recherche sur l'hydrogène (IRH)
2. Contexte technologique du transport
3. De l'hydrogène vert pour le transport lourd
4. Potentiel éolien pour l'hydrogène vert
5. Nouveau concept de véhicule pour le Grand Nord: le dirigeable à l'hydrogène
6. Conclusion

À propos de l'IRH

☐ Mission:

- Faire **progresser la science et la technologie** pour les systèmes énergétiques durables utilisant **de l'hydrogène** comme vecteur énergétique

☐ **Équipe multidisciplinaire** de plus de 50 personnes

☐ Domaines d'activité

- **Production de l'hydrogène vert**: énergie renouvelable, matériaux, procédé, mise à l'échelle, du stockage et de l'utilisation sécuritaire de l'hydrogène.
- **Stockage et sécurité**: par compression, par adsorption
- **Utilisation et sécurité**: dans les applications stationnaires et **de transport**

Contexte technologique du transport

☐ Loi du marché:

- Les moyens de transport sont développés d'abord pour les climats tropicaux et tempérés
- Les climats tropicaux sont caractérisés par des températures moyennes au-dessus de zéro la plupart du temps
- Les climats tempérés sont caractérisés en général par des hivers/étés doux
- $\frac{3}{4}$ du marché pour le transport sont dans ces régions

☐ Les autres climats (hiver rigoureux, désert, etc.) délaissés... mais pas tout à fait!

Contexte technologique du transport

- ❑ Pour enclencher et maintenir un mouvement d'un véhicule:
 - De l'énergie mécanique : potentiel de créer et maintenir un mouvement
 - De la puissance mécanique : capacité d'utiliser de l'énergie cinétique

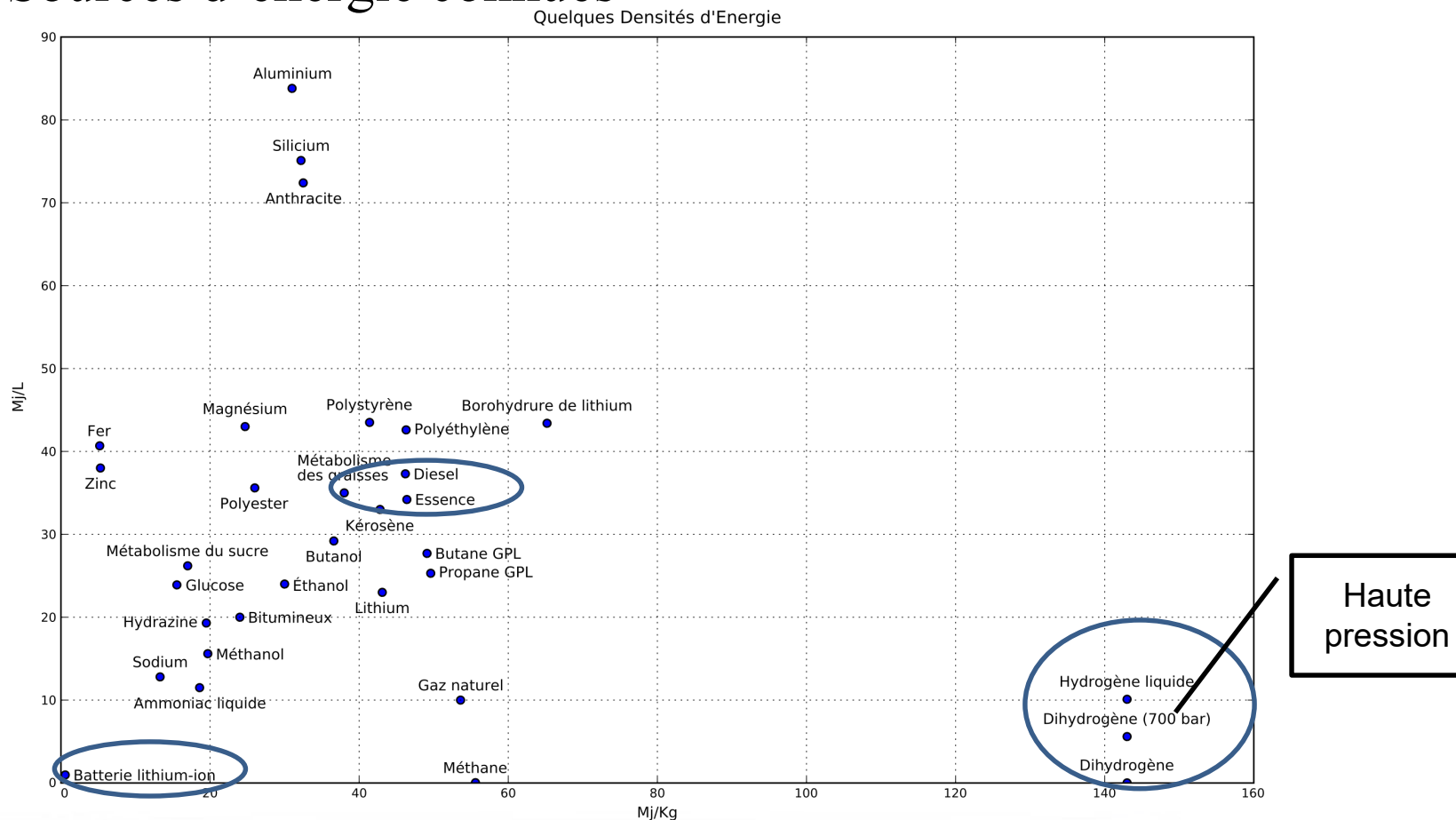
- ❑ Sur un véhicule:
 - Énergie est d'abord stockée (**volume de stockage limité**)
 - Énergie stockée est utilisée pour produire de la puissance mécanique avec un moteur (**moteur puissant pour déplacer efficacement de lourdes charges**)

Contexte technologique du transport

- ❑ Avant la pandémie, une source d'énergie idéale pour le transport:
 - Densité énergétique élevée: énergie par unité de masse élevée
 - Densité de puissance élevée: puissance par unité de volume.
 - **La combinaison des deux caractéristiques = moyen de transport de lourde charge sur de longues distances!**
- ❑ Pendant et après la pandémie, une source d'énergie idéale pour le transport:
 - ✓ Densité énergétique élevée
 - ✓ Densité de puissance élevée
 - **Faible impact écologique!!!**
 - **La combinaison des trois caractéristiques = moyen de transport de lourde charge sur de longues distances pour le futur !**

Contexte technologique du transport

☐ Sources d'énergie connues



2023-06-10

https://fr.wikipedia.org/wiki/Densit%C3%A9_massique_d%27%C3%A9nergie

De l'hydrogène vert pour le transport lourd

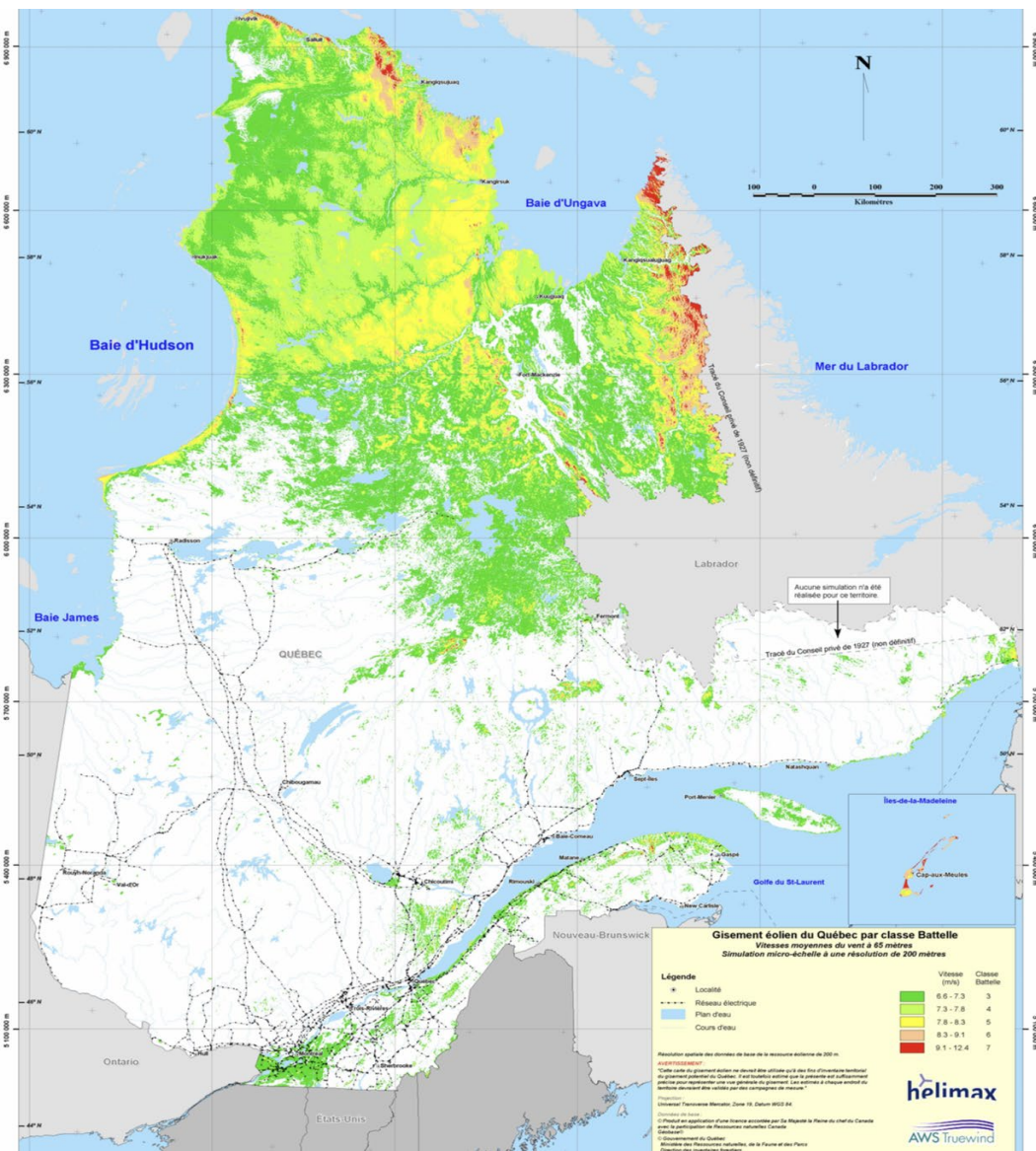
- ❑ L'hydrogène est un vecteur énergétique qui ne retrouve pas à l'état libre dans la nature
- ❑ Production
 - Au Québec, l'électrolyseur et son système de stockage sous pression pour l'hydrogène en utilisant:
 - **Hydroélectricité** : capacité limitée et modèle de déploiement lourd et non flexible
 - **Solaire**: intermittence mais flexibilité dans le déploiement dans le grand nord
 - **Éolien**: flexibilité dans le déploiement dans le grand nord
- ❑ Stockage: contexte du grand nord pour le transport
 - **Sous forme gazeux**
 - **Possiblement sous forme liquide** (cryogénique)

Potentiel éolien pour l'hydrogène vert

- ❑ Le Grand Nord a le plus important potentiel éolien du Québec
- ❑ Condition idéale pour rapprocher la production et l'utilisation de l'électricité
- ❑ Intermittence de l'énergie éolienne:
 - Batterie en fin de vie pour le transport
 - Boucle hydrogène

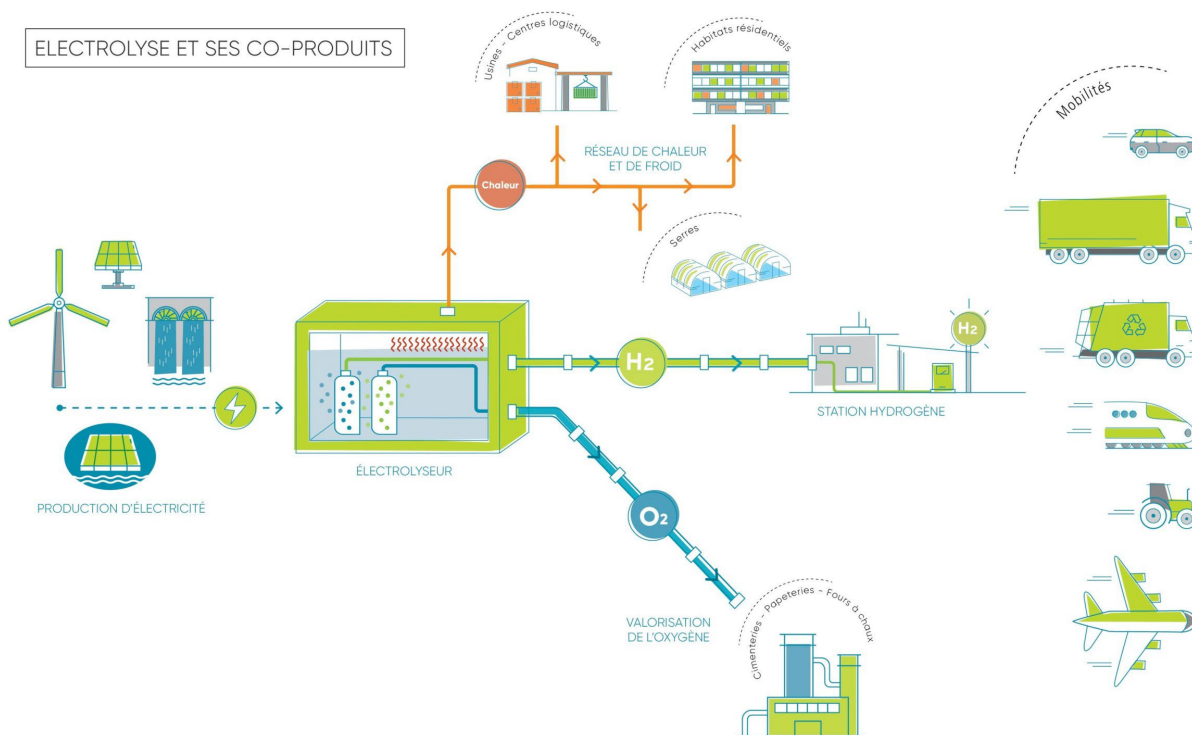
<https://www.economie.gouv.qc.ca/bibliotheques/l-e-secteur/eolien/energie-eolienne/potentiel-eolien-au-quebec>

2023-06-10

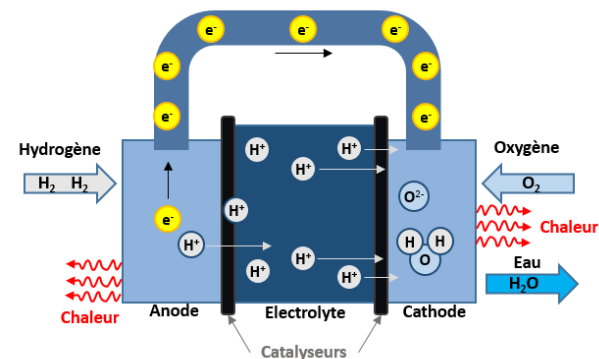


Potentiel éolien pour l'hydrogène vert

ELECTROLYSE ET SES CO-PRODUITS



Pile à combustible



<https://h2sys.fr/technologies/pile-a-combustible/>

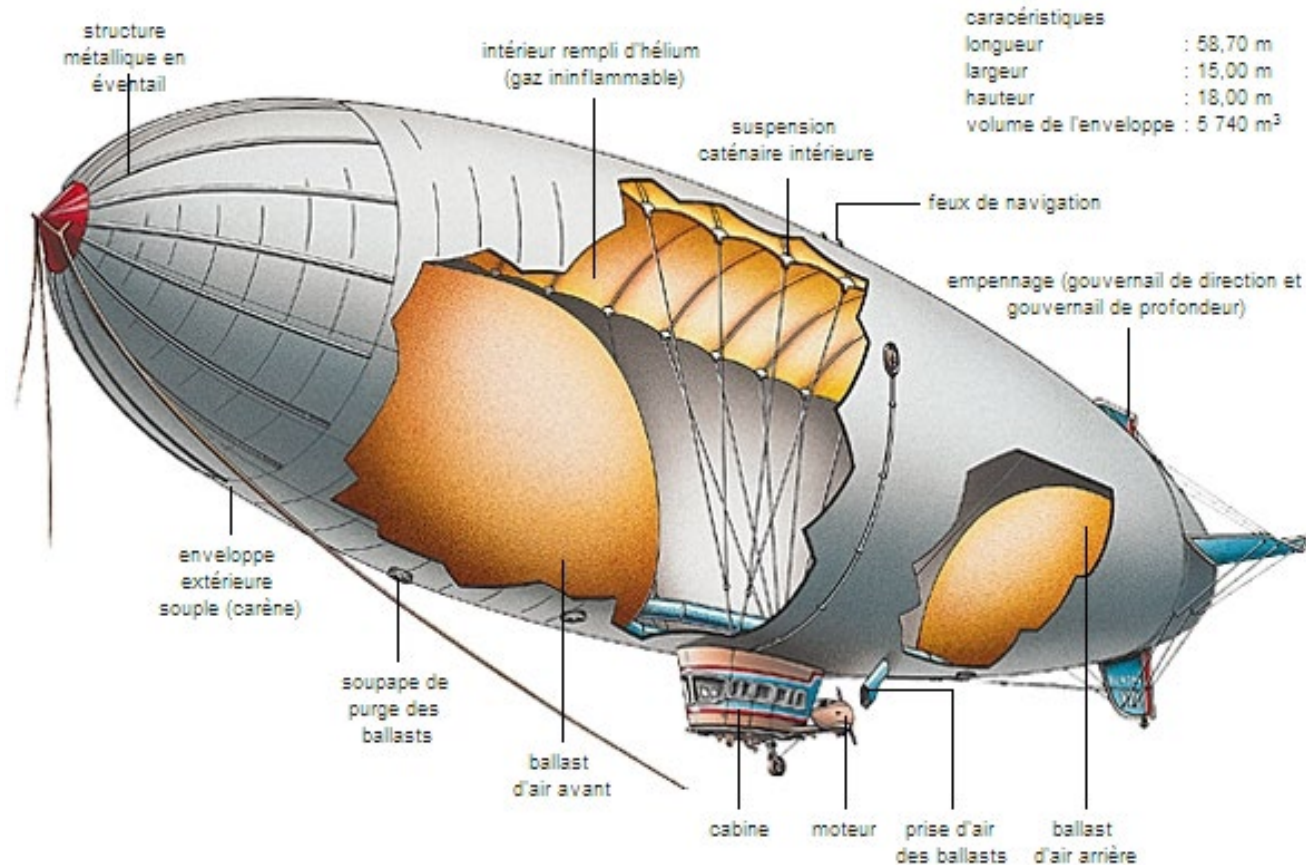
<https://mobhy.eu/>

Nouveau concept de véhicule pour le Grand Nord: le dirigeable à l'hydrogène



Un dirigeable
c'est...

- Un aéronef plus léger que l'air
- Un aéronef à décollage et atterrissage vertical



Nouveau concept de véhicule pour le Grand Nord: le dirigeable à l'hydrogène

- Projet OYANA (Flying Whales): chargement déchargement sans aéroport
- Transport de charge lourde (60 tonnes)
- Propulser à l'hydrogène
- Sustentation à l'hélium



La Presse (7 septembre 2022)

Nouveau concept de véhicule pour le Grand Nord: le dirigeable à l'hydrogène

- Aucune infrastructure lourde
- Peu d'impact environnemental
- Déploiement flexible



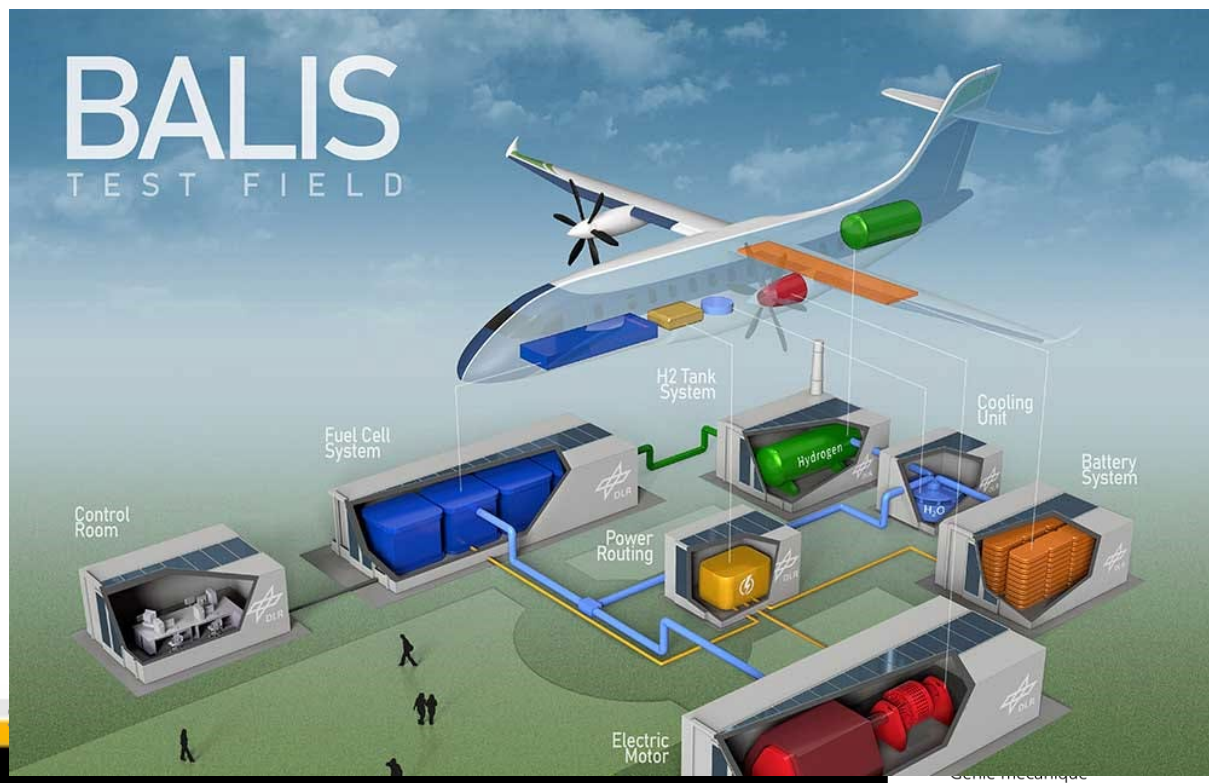
Le Devoir (22 octobre 2021): Des dirigeables-cargo bientôt assemblés au Québec?

Nouveau concept de véhicule pour le Grand Nord: le dirigeable à l'hydrogène

□ Expertise de l'IRH

- Concevoir le système de propulsion à l'hydrogène
- Faire la preuve de concept
- Proposer une « recette » d'optimisation de l'utilisation de l'hydrogène

https://www.h2-mobile.fr/img/post-h2/balis-hydrogene_230121.jpg



Conclusion

- ☐ Transport dans le Grand Nord doit être pensé avec de nouveaux concepts
- ☐ L'expertise québécoise peut contribuer à faire avancer les connaissances
- ☐ Défis demeurent:
 - Longévité des cœurs de pile à combustible
 - Sécurité de l'utilisation de l'hydrogène
 - Maîtrise des effets des hivers rigoureux sur les performances du dirigeable



MTLS
aerostructure



UQTR



ÉCOLE
D'INGÉNIERIE

Génie mécanique

Merci!

2019-03-21

UQTR

Université du Québec
à Trois-Rivières



Savoir. Surprendre.
ÉCOLE
D'INGÉNIERIE