

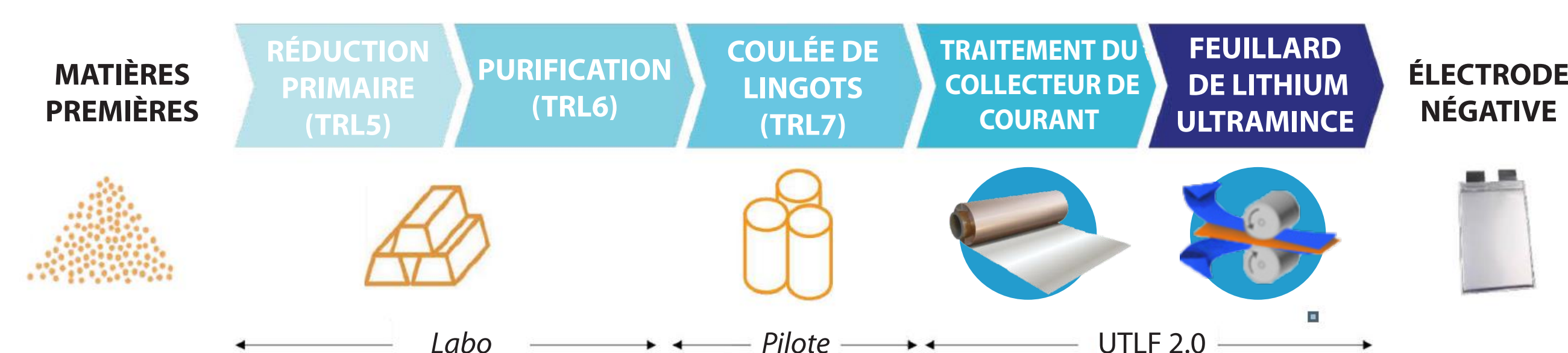
# TRINITY

## PROGRAMME DE FEUILLARD DE LITHIUM ULTRAMINCE (UTLF) D'HYDRO-QUÉBEC

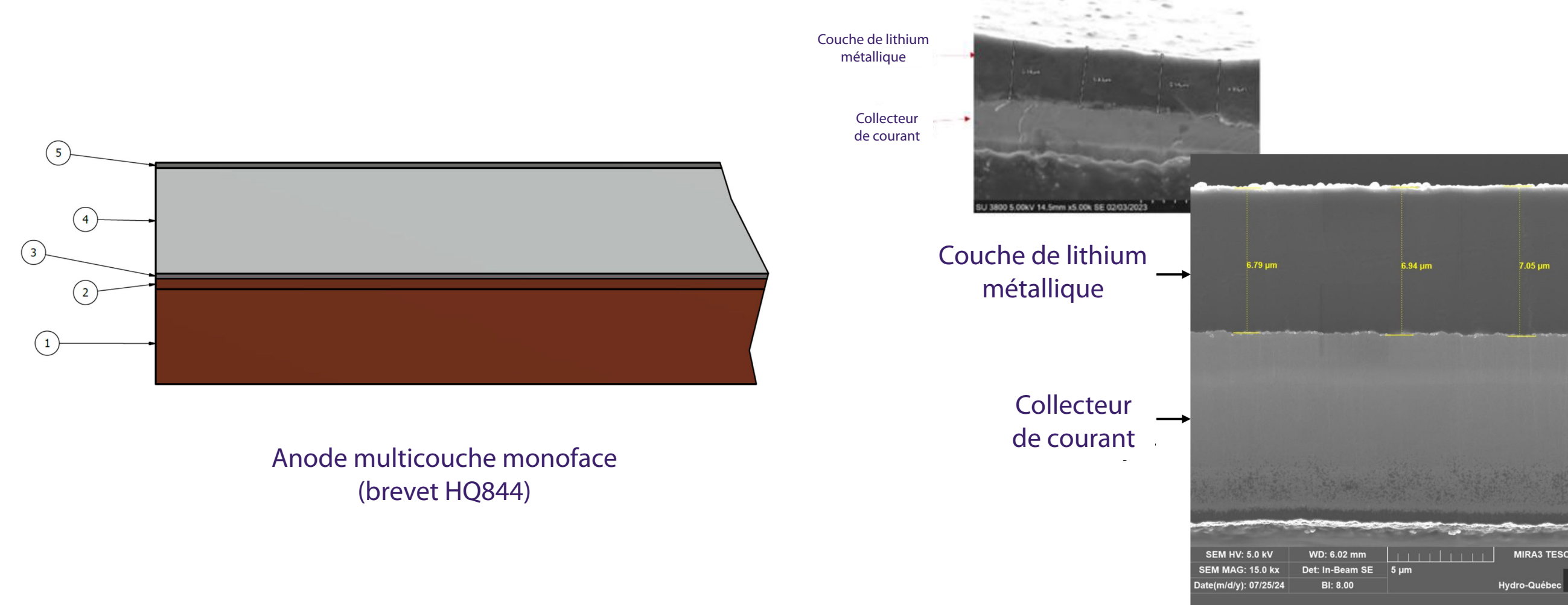
Hydro-Québec utilise exclusivement le lithium métallique comme matériau d'anode pour toutes ses technologies de batteries à électrolyte solide. L'anode UTLF 1.0, qui est un feuillard de lithium autoportant d'une épaisseur de 25 à 50 µm, a déjà été mise à l'essai dans différentes générations de ces batteries. Elle est produite à une vitesse très élevée (30 m/min) à des tolérances d'épaisseur rigoureuses ( $\pm 1$  µm), selon un procédé de fabrication déjà adapté à l'échelle industrielle. Ces dernières années, afin de réduire le coût de l'anode en lithium et d'améliorer ses performances, Hydro-Québec a axé ses efforts sur la mise au point d'une nouvelle génération d'anodes en lithium (UTLF 2.0), qui se compose d'une couche de lithium métallique d'une épaisseur de 2 à 15 µm déposée de part et d'autre d'un collecteur de courant par un procédé rouleau à rouleau en mode continu. L'épaisseur totale du feuillard peut être aussi faible que 12 µm, ce qui se traduit par une amélioration de la densité volumétrique d'énergie et une réduction du coût des matériaux. La mise au point du procédé de fabrication de l'UTLF 2.0 est actuellement au niveau de maturité technologique TRL5 (laboratoire) et passera au niveau TRL6 (pilote) d'ici la fin de 2026.

### PROJET TRINITY

#### PRODUCTION DE LITHIUM, PURIFICATION ET FEUILLARD DE LITHIUM ULTRAMINCE (UTLF 2.0)



### COLLECTEUR DE COURANT MULTICOUCHE



### RÉDUCTION PRIMAIRE

#### ÉLECTROLYSE DE SELS FONDUS



Précurseur de lithium

#### RÉDUCTION MÉTALLURGIQUE



Étalonnage à partir de la production de magnésium (Mg)



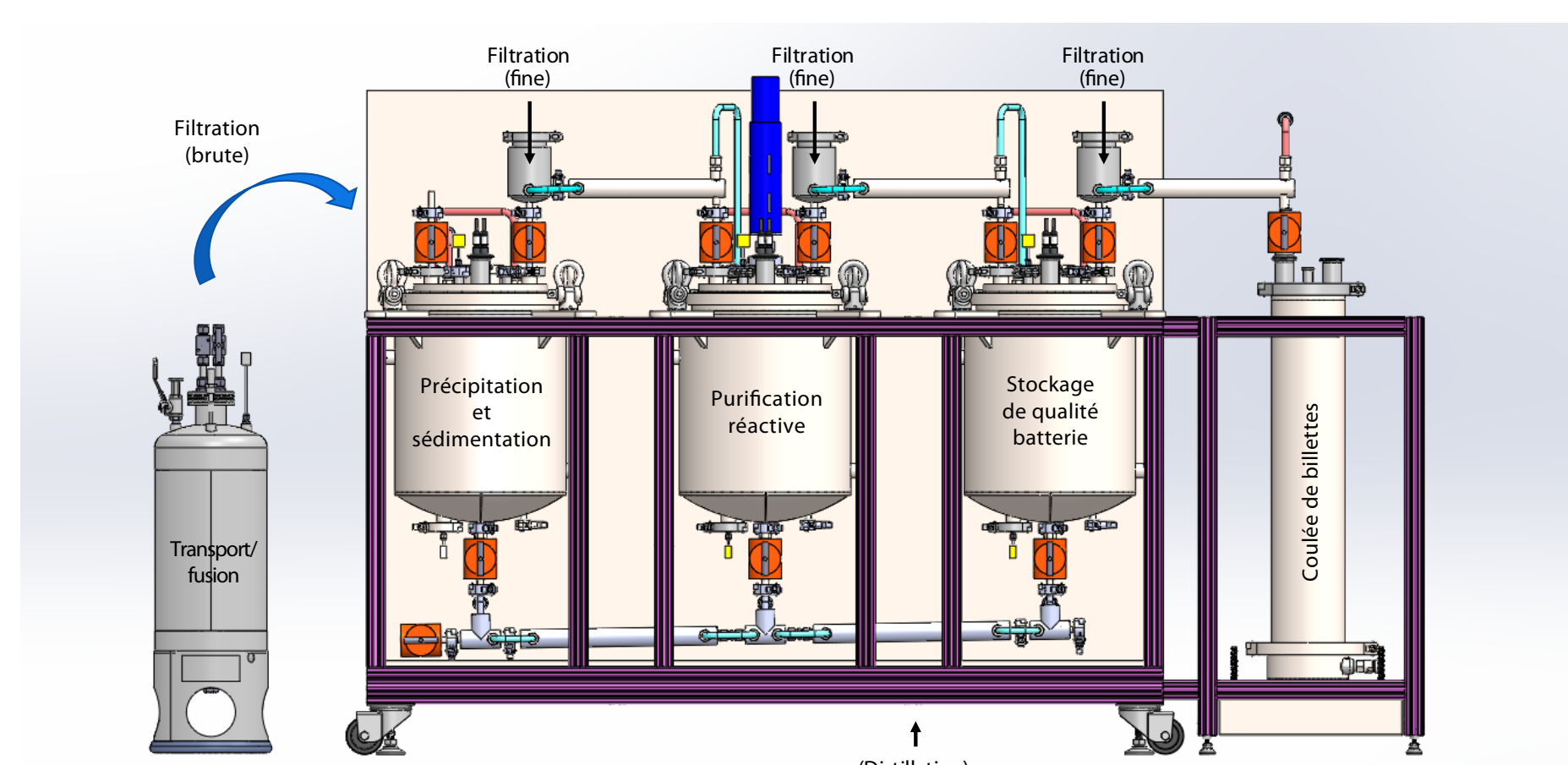
### SPÉCIFICATIONS DU PRODUIT UTLF

	UTLF 1.0	UTLF 2.0
<b>Caractéristiques</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Feuillard de lithium autoportant sans substrat</li> <li>Épaisseur : 25-50 µm</li> <li>Largeur : 145 mm</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mince couche de lithium métallique déposée sur un collecteur de courant</li> <li>Épaisseur de la couche de lithium pouvant être réduite à 2 µm</li> <li>Largeur du feuillard pouvant dépasser 200 mm</li> </ul>
<b>Photo</b>		
<b>Marchés finaux</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nouvelle génération de batteries au lithium</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Nouvelle génération de batteries au lithium</li> </ul>
<b>Maturité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Capacité de production interne : industrielle</li> <li>Quantité d'échantillons illimitée</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Prototypage en laboratoire d'une machine rouleau à rouleau</li> <li>Echantillons pour l'externe produits depuis la fin de 2023</li> </ul>
<b>Compatibilité de l'électrolyte</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Conception et validation pour la batterie solide de première génération d'Hydro-Québec</li> <li>Compatibilité optimale avec les électrolytes solides à base de polymères</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Formulations et traitements de surface modulables en fonction de la composition chimique de l'électrolyte</li> </ul>

### PURIFICATION DU LITHIUM MÉTALLIQUE

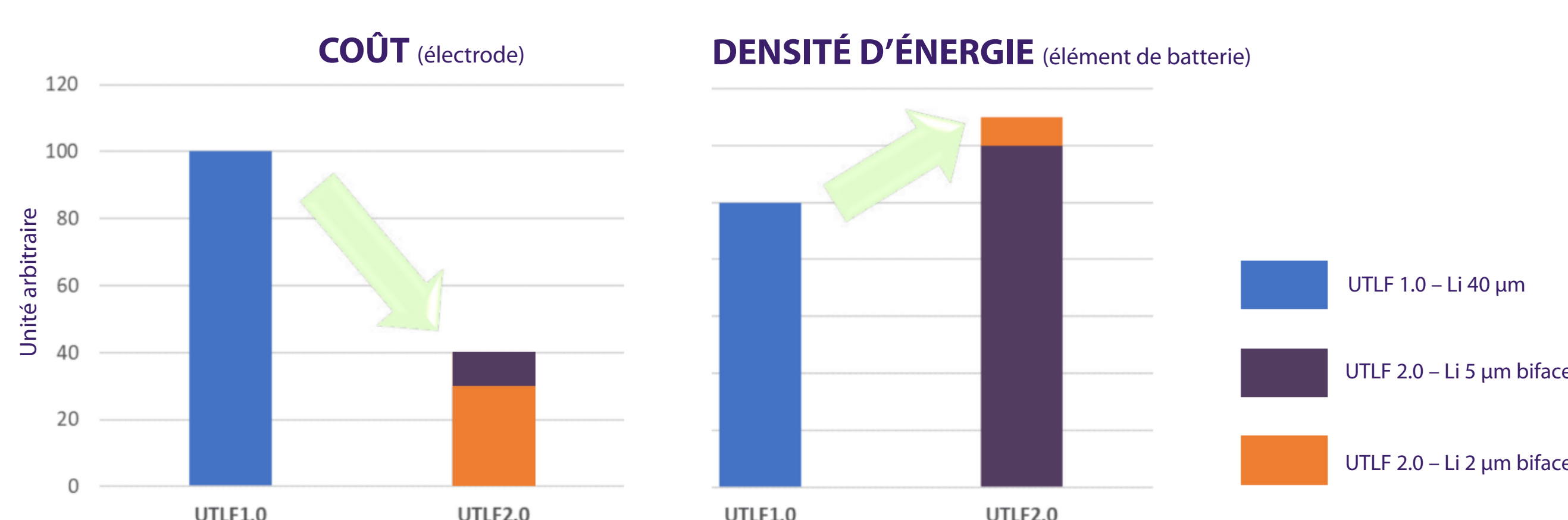
Prototype avancé à l'échelle du laboratoire (TRL5) en construction

Lithium métallique



### UTLF 2.0

#### DENSITÉ D'ÉNERGIE ET AVANTAGES ÉCONOMIQUES



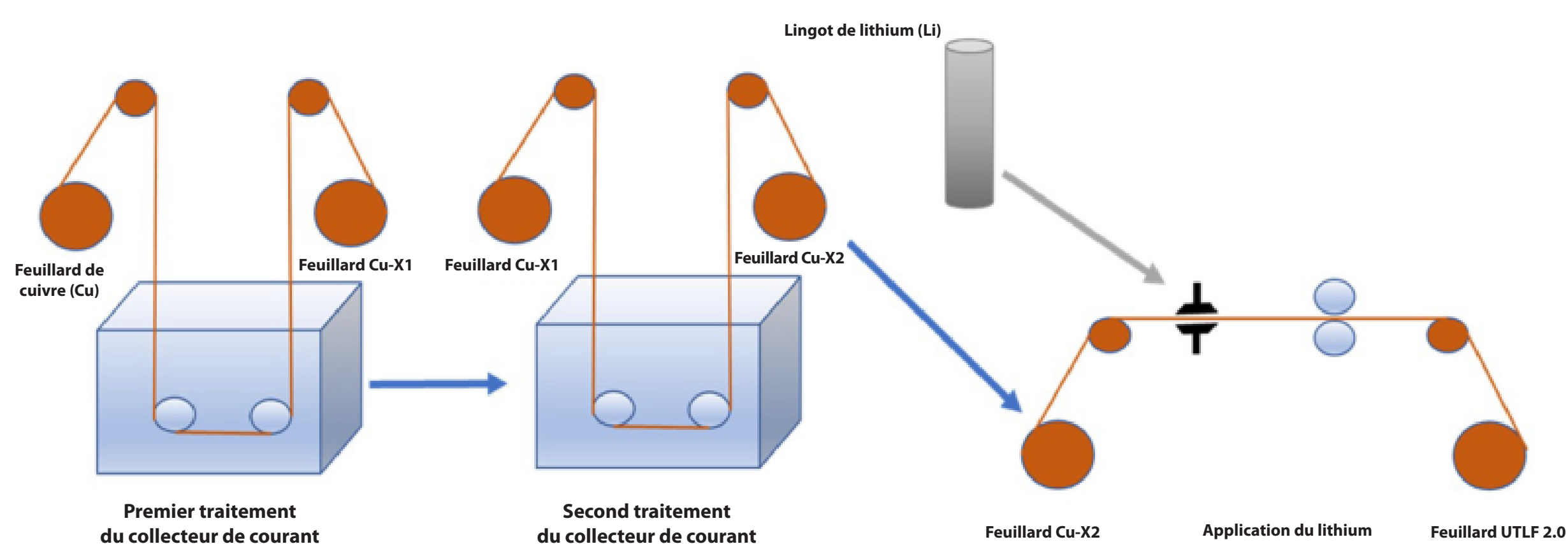
### UTLF 2.0

#### PROCÉDÉ BREVETÉ DE FABRICATION ROULEAU À ROULEAU EN MODE CONTINU

Hydro-Québec travaille activement à la mise au point d'une technologie révolutionnaire permettant de produire des feuillets de lithium métallique ultraminces à l'aide d'un procédé rouleau à rouleau hautement évolutif.

L'épaisseur du lithium peut être réduite à 2 µm, ce qui permet d'augmenter la densité énergétique des batteries tout en réduisant le coût des matériaux.

Le dépôt de lithium est effectué directement à partir du lingot de lithium, à l'aide d'une technique à grande vitesse abordable.



Feuillard de cuivre



Feuille de cuivre + traitements



Feuillard UTLF 2.0

### UTLF 2.0 FEUILLE DE ROUTE

Prototype partiel à l'échelle du laboratoire (TRL5) : T4 de 2023

Production en continu suivant un procédé rouleau à rouleau (10 à 30 m de longueur)

Chaîne de qualification (TRL8) : T4 de 2026

Production en continu suivant un procédé rouleau à rouleau (plus de 100 m de longueur)

Prochaine étape

Production de feuillard UTLF 2.0 à grande échelle pour faire la démonstration d'une chaîne de qualification entièrement automatisée en collaboration avec EcoPro Innovation

### CONCLUSIONS

#### PRINCIPAUX AVANTAGES DE LA TECHNOLOGIE UTLF 2.0 PAR RAPPORT AU FEUILLARD DE LITHIUM AUTOPORTANT

##### Couche mince de lithium

Coût réduit et densité d'énergie volumétrique accrue

##### Procédé de fabrication rouleau à rouleau évolutif

Rapidité et facilité de mise à l'échelle

##### Adaptabilité des dimensions

Largeur de feuillard adaptable entre 50 mm et plus de 500 mm, en fonction de la conception de la batterie

##### Adaptabilité de l'épaisseur

Couche de lithium modulable, allant de très mince (de 2 à 5 µm, pour les électrolytes solides) à beaucoup plus épaisse (15 µm, pour les électrolytes liquides) sans effet sur la productivité

##### Adaptabilité selon la composition chimique des électrolytes

Traitement de surface et épaisseur de la couche de lithium adaptables en fonction de la nature et de la composition de l'électrolyte