

# Ring of Fire Chromite/Ferrochrome R&D Initiative – Processing

Initiative de recherche et de développement sur le chromite et le ferrochrome dans le Cercle de feu - Traitement



Dogan Paktunc<sup>1</sup>, Nail Zagrtednov<sup>1</sup>, Nasseh Khodaie<sup>1</sup>, Kevin Watson<sup>2</sup>

<sup>1</sup>CanmetMINING, <sup>2</sup>Kingston Process Metallurgy/M4Dynamics

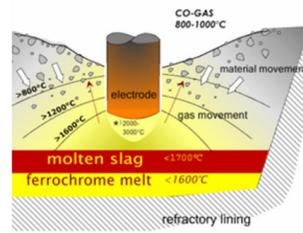
## Background / contexte

- Ring of Fire chromite deposits considered world-class
- Region offers significant potential for economic development and technological innovations
- Opportunity for Canada
- Challenges remain such as site access, infrastructure, pristine and fragile nature of the area and ecosystem, and market entry
- Les dépôts du Cercle de Feu sont d'ordre de classe mondiale
- Potentiel significatif de développement économique et d'innovations technologiques
- Opportunité pour le Canada
- Les défis demeurent l'accès au site, les infrastructures, la nature fragile de la zone et de l'écosystème, et l'entrée sur le marché.

## Program objectives/objectifs du programme

- ensuring responsible development of the Ring of Fire resources
- enabling project proponents to choose the best technologies available to reduce environmental impacts
- supporting innovation and the use of clean technologies
- ensuring that Canadian value and benefits are maximized
- Assurer un développement responsable des ressources du Cercle de feu
- Permettre aux initiateurs du projet de choisir les meilleures technologies disponibles afin de limiter les impacts environnementaux
- supporter l'innovation et l'utilisation de technologies propres
- S'assurer que la valeur canadienne et ses avantages sont maximisés

## Rationale / raisonnement



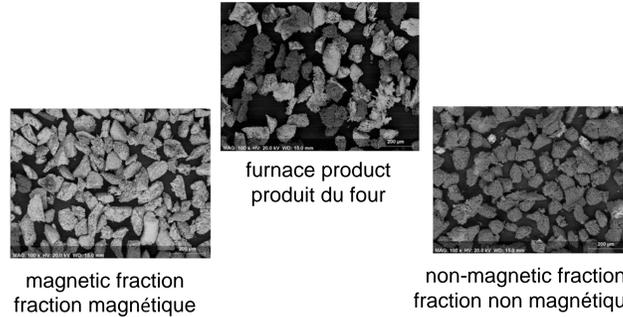
- Ferrochrome smelting processes energy intensive
- Energy requirements can exceed 4 MWh/t<sup>1</sup>
- GHG emissions can exceed 10.5 t CO<sub>2</sub> /t Cr in FeCr produced<sup>2</sup>
- SEC reduced by about one third through pre-reduction (Premus)<sup>3</sup>

- Les processus pour fondre le ferrochrome sont énergivores
- L'énergie requise peut dépasser 4 MWh/t<sup>1</sup>
- Les émissions de GES peuvent dépasser 10.5 t CO<sub>2</sub> /t Cr par FeCr produit<sup>2</sup>
- SEC sont diminués du tiers grâce à une pré-réduction (Premus)<sup>3</sup>

## Need for alternate technologies Besoin de technologies alternatives

Conceptualized flux-assisted direct reduction of chromite at 1300 °C CaCl<sub>2</sub> and cryolite-assisted direct reduction process (DRC)  
Réduction conceptualisée directe par flux assistée de la chromite à 1300 °C  
Processus de réduction directe assistée (RDC) du CaCl<sub>2</sub> et de la cryolite

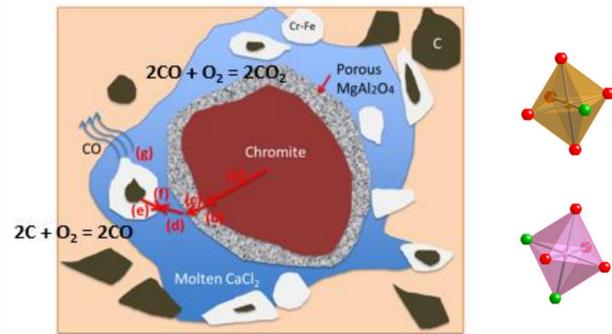
## CaCl<sub>2</sub>-assisted DRC Process / processus de RDC assisté par CaCl<sub>2</sub>



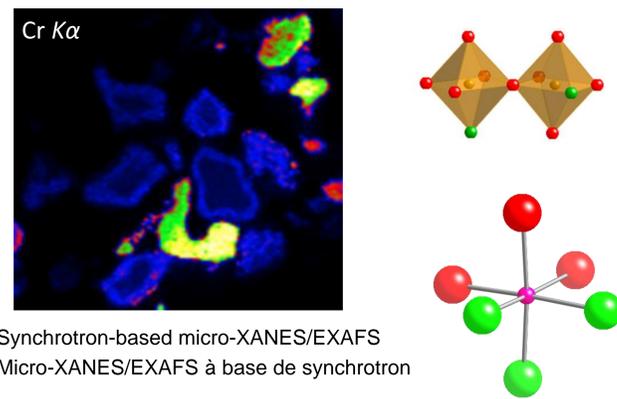
magnetic fraction  
fraction magnétique

non-magnetic fraction  
fraction non magnétique

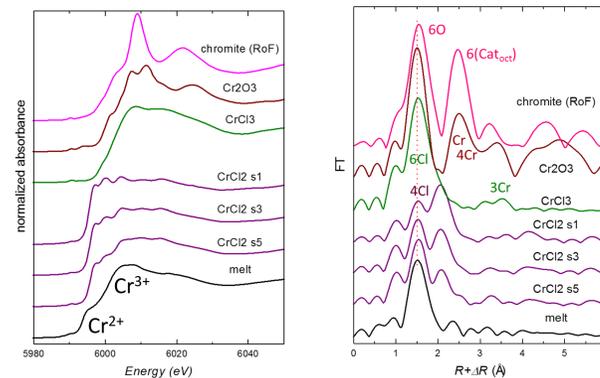
## Mechanism of CaCl<sub>2</sub>-assisted DRC mécanisme de la RDC assistée par CaCl<sub>2</sub>



## Speciation of chromium / spéciation du chrome



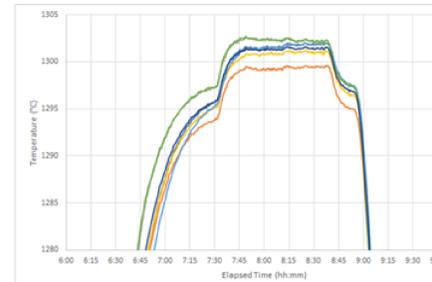
Synchrotron-based micro-XANES/EXAFS  
Micro-XANES/EXAFS à base de synchrotron



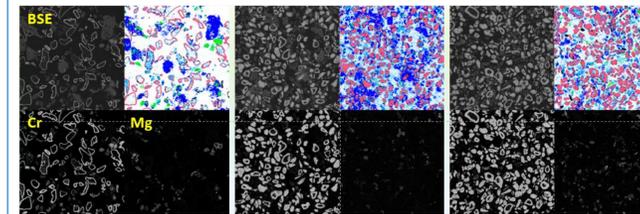
## Development of energy efficient DRC process - Scaling-up / développement de processus RDC écoénergétiques - passage à l'échelle



Two potential industrial furnaces identified: rotary kiln and rotating hearth reactors  
Deux types de fours industriels ont été retenus: le four rotatif et les réacteurs rotatifs à sole

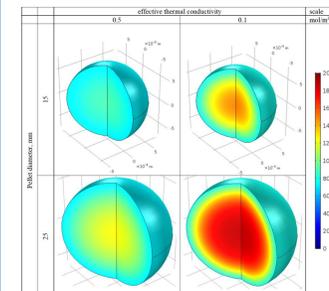


Optimizing pellet make-up (physical properties, strength)  
Optimisation de la fabrication des boulettes (propriétés physiques, résistance)



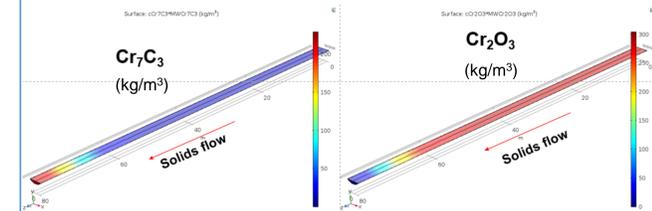
High degrees of Cr metallization and fast reduction rates  
Alloy particle growth controlled by reductant particle size and porosity  
Process minimizes the formation of fine alloy particles within chromite  
Liberation and physical separation of ferrochrome possible

Degré élevé de métallisation du Cr et taux rapides de réduction  
La croissance de particules dans les alliages est contrôlée par la porosité et la dimension des particules réductrices  
Le processus minimise la formation de fines particules d'alliage dans la chromite  
La libération et la séparation physique du ferrochrome sont possibles

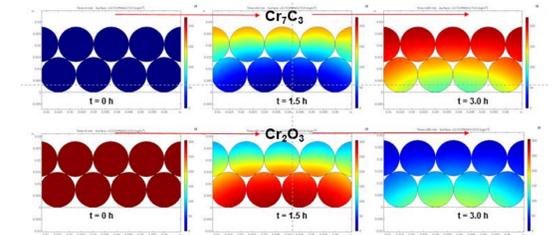


Kinetic and Heat Transfer – 2D Single pellet model  
Transfert cinétique et thermique - Modèle 2D à granule unique

## Computational Fluid Dynamics model (CFD) Modèle numérique de dynamique des fluides



Rotary kiln - 3D Granular Flow Model  
Four rotatif - Modèle à écoulement granulaire 3D



Rotary Hearth Furnace / Four à sole rotatif

## Implications

Commercialization of DRC technology is promising  
Ferrochrome can be produced at much lower temperatures than required by conventional smelting technologies  
Possible to reduce energy consumption and GHG emissions by more than about one-third

- The new Made-in Canada ferrochrome production technology will
- support innovation and use of clean technologies agenda
- ensure responsible development of the Ring of Fire resources and maximize the Canadian value and benefits from the resources
- make Canadian industry competitive as a new market entrant

La commercialisation de la technologie RDC s'avère prometteuse  
Le ferrochrome peut être produit à des températures beaucoup plus basses que celles requises dans les procédés de fusion conventionnels  
Possibilité de réduire, de plus du tiers, la consommation d'énergie et les émissions de GES

- La nouvelle technologie de production de ferrochrome "fait au Canada"
- supportera l'innovation et l'utilisation de technologies propres
- assurera un développement responsable des ressources du Cercle de feu et verra à maximiser la valeur et les avantages de ces ressources au Canada
- fera de l'industrie canadienne un joueur compétitif lors de son entrée sur le marché

## Next steps / prochaines étapes

Assess heat transfer limitation and reduction kinetics  
Evaluation of biochars from forestry industry as an alternate and sustainable source of reductant in a low-carbon economy  
Optimization of process conditions and refinement of CFD models  
Quantitative PFD and TEA of DRC

Évaluer la limite de transfert de chaleur et la cinétique de réduction  
Évaluation du biocharbon provenant de l'industrie forestière comme source alternative et durable de réducteur dans une économie sobre en carbone  
Optimiser les conditions de traitement et raffiner les modèles de CFD  
PFD et TEA quantitatifs de la RDC