



55.845
26Fe
[Ar] 3d⁶4s²
Iron



**COPPERAS
ELECTROLYSIS**

**ELECTROLYTIC
IRON METAL**

SULFURIC ACID

PURE OXYGEN GAS



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM COPPERAS AND IRON SULFATES: BROCHURE
NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

26 55.845
Fe
IRON

Fe^RWIN Process

François CARDARELLI

Procédé Fe^RWIN

26 55.845
Fe
FER

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER: BROCHURE
NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIE SANS CARBONE





**ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON
SULFATE(S)**

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

PUBLICATION

**TITLE: ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM
COPPERAS AND IRON SULFATES
NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS**

EDITION: 01
VERSION: 03
PAGES: 34 pages
DATE: December 17th, 2020
AUTHOR: François Cardarelli
PUBLISHER: Electrochem Technologies & Materials Inc.
ADDRESS: 201-2037 Aird Avenue
Montreal, Québec, Canada, H1V 2V9
COPYRIGHT: ©2020 François Cardarelli
©2020 Electrochem Technologies & Materials Inc.

**EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE
DE SULFATE(S) DE FER**

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

ÉDITION

**TITRE: EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR
ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER
NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS
CARBONE**

EDITION: 01
REVISION: 03
PAGES: 34 pages
DATE: Le 17 decembre 2020
AUTEUR: François Cardarelli
EDITEUR: Electrochem Technologies & Matériaux Inc.
ADRESSE: 201-2037 Avenue Aird
Montréal, Québec, Canada, H1V 2V9
COPYRIGHT: ©2020 François Cardarelli
©2020 Electrochem Technologies & Matériaux Inc.



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

DISCLAIMER

The information set forth is based on information that Electrochem Technologies & Materials Inc. believes to be accurate. No warranty, expressed or implied, is intended. The information is provided solely for your information and consideration and Electrochem Technologies & Materials Inc. assumes no legal responsibility for use or reliance thereon.

The information given is based on our knowledge of this product, at the time of publication. It is given in good faith.

The attention of the user is drawn to the possible risks incurred by using the product for any other purpose other than that for which it was intended. This does not in any way excuse the user from knowing and applying all the regulations governing his activity. It is the sole responsibility of the user to take all precautions required in handling the product. The aim of the mandatory regulations mentioned is to help the user to fulfill his obligations regarding the use of hazardous products.

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

AVIS DE NON-RESPONSABILITÉ

Les renseignements ci-dessus sont fondés sur des renseignements qu' Electrochem Technologies & Matériaux Inc. considère comme étant précis. Aucune garantie, expresse ou tacite, n'est fournie. Les renseignements sont fournis seulement pour votre information et votre considération et Electrochem Technologies & Matériaux Inc. n'assume aucune responsabilité légale quant à l'utilisation ou la fiabilité.

L'information donnée est basée sur notre connaissance de ce produit, au moment de la publication.

Il est donné de bonne foi. L'attention de l'utilisateur est attirée sur les risques éventuels encourus lors de l'utilisation du produit à d'autres fins que celles pour lesquelles il a été conçu. Ceci n'excuse en aucun cas l'utilisateur de connaître et d'appliquer tous les règlements régissant son activité. Il est de la seule responsabilité de l'utilisateur de prendre toutes les précautions nécessaires lors de la manipulation du produit. Le but des règlements obligatoires mentionnés est d'aider l'utilisateur à remplir ses obligations concernant l'utilisation de produits dangereux.



26 55.845

FeRWIN Process

IRON

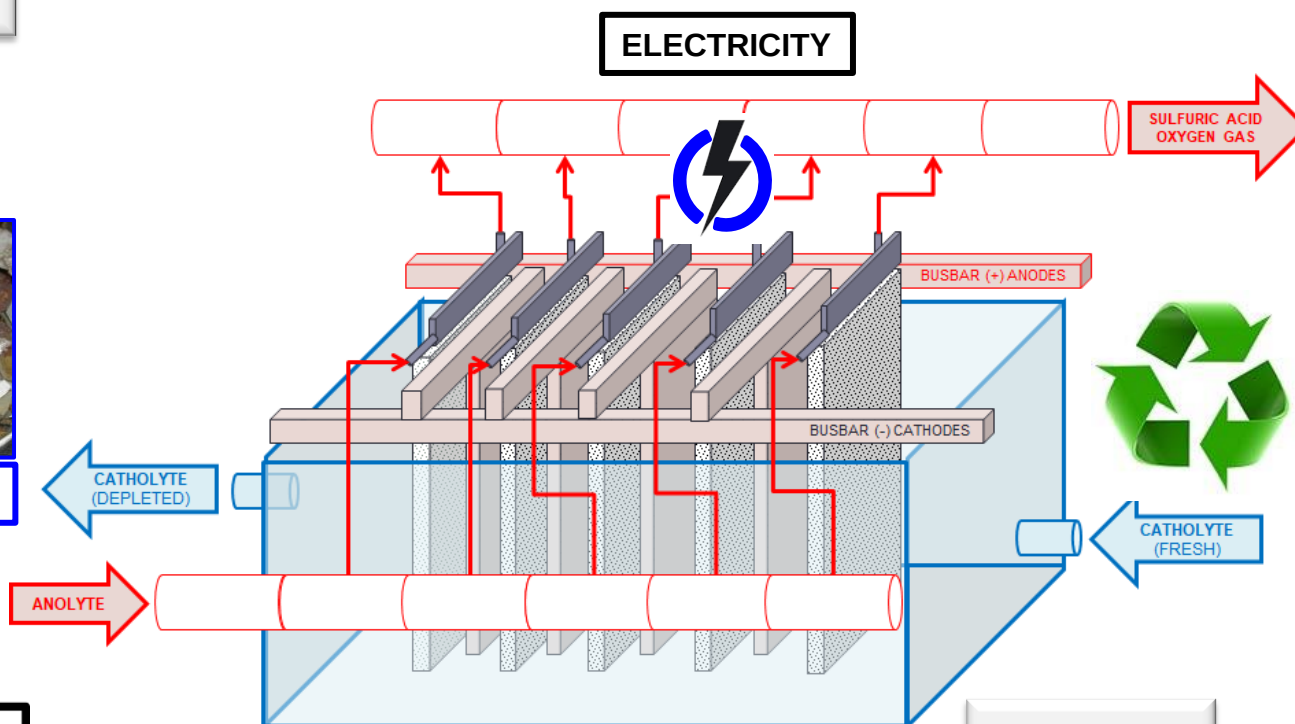
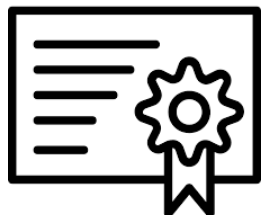


INNOVATION
AWARDS 2018



IRON METAL

PATENTED



OXYGEN



SULFURIC ACID



COPPERAS

26 55.845

Procédé FeRWIN

FER



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

OUTLINE

1. Introduction
2. Background and Current Situation
3. What's copperas?
4. Copperas Sources and Markets
5. Principles of iron electrowinning
6. Pilot Testing
7. Performances
8. Electrolytic Iron vs. Steel
9. Challenges
10. Environmental benefits
11. Economic Benefits
12. CAPEX and OPEX
13. Preliminary financial analysis
14. Intellectual property
15. Press Releases and Awards
16. Contact information

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

SOMMAIRE

1. Introduction
2. Fondements et situation actuelle
3. Qu'est-ce que le copperas?
4. Sources et marchés du copperas
5. Principes de l'électrolyse du fer
6. Essais pilotes
7. Performances
8. Fer électrolytique vs. acier
9. Les défis
10. Les avantages environnementaux
11. Avantages économiques
12. CAPEX et OPEX
13. Analyse financière préliminaire
14. Propriété intellectuelle
15. Coupure de presse et prix
16. Nous contacter



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

1. INTRODUCTION

.This patented technology is a true zero carbon electrowinning process for recovering electrolytic iron metal and iron-rich alloys and concurrently regenerating sulfuric acid from iron-rich sulfate wastes, such as ferrous sulfate heptahydrate ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) also called by its trade name copperas, currently by-produced from the titanium pigment industry, spent pickling liquors (SPLs) originating from iron and steel making plants, and finally pregnant leach solutions (PLS) generated during the sulfuric acid leaching of ores and concentrates at various minerals and metals processing plants worldwide.

The process invented by Francois CARDARELLI and entitled **ELECTROCHEMICAL PROCESS FOR THE RECOVERY OF METALLIC IRON AND SULFURIC ACID VALUES FROM IRON-RICH SULFATE WASTES, MINING RESIDUES, AND PICKLING LIQUORS** was published originally under the PCT International Patent Application WO 2009/124393 (A1)

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

1. INTRODUCTION

. Cette technologie brevetée est véritablement un procédé sidérurgique sans carbone afin de produire par électrolyse du fer pur électrolytique et des alliages de fer tout en régénérant l'acide sulfurique à partir de sulfate de fer (II) heptahydraté ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$) encore appelé communément copperas dans l'industrie. Le copperas est présentement un sous produit majeur de l'industrie du pigment de dioxyde de titane, tandis que les solutions usées contenant des sulfates de fer provenant du décapage des tôles d'acier de l'industrie sidérurgique et celles issues du traitement hydrométallurgique comme la lixiviation des concentrés de métaux non-ferreux sont des sources toutes aussi importantes.

Le procédé a été inventé par François CARDARELLI et porte la dénomination **ELECTROCHEMICAL PROCESS FOR THE RECOVERY OF METALLIC IRON AND SULFURIC ACID VALUES FROM IRON-RICH SULFATE WASTES, MINING RESIDUES, AND PICKLING LIQUORS** dont l'application internationale est PCT WO 2009/124393 (A1).

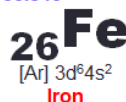


ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

2. BACKGROUND and CURRENT SITUATION

55.845



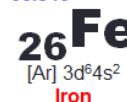
- ❑ The mining and metallurgical industries generate annually about **22 million tonnes** (as copperas equivalent) of metallurgical wastes and industrial effluents.
- ❑ **80% of these wastes are currently disposed-off or land filled** without any technological attempt to recycle them.
- ❑ More stringent environmental regulations are enforced in North America, Europe, and Asia.
- ❑ The only alternative is to recycle the sulfuric acid contained in these wastes and to recover pure electrolytic iron and iron-rich alloys.
- ❑ The technology is a **true zero-carbon iron making process** patented worldwide.
- ❑ Electrochem Technologies & Materials Inc. business model aims the commercialization of this **green and disruptive technology** by licensing the technology to address the important issue of iron control in the mining and metallurgical industries.

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

2. FONDEMENTS et SITUATION ACTUELLE

55.845



- ❑ Les industries minières et métallurgiques génèrent annuellement **22 millions de tonnes** (sous forme de copperas contenu) de rejets et résidus métallurgiques ainsi que des effluents industriels.
- ❑ **80% de ces déchets sont présentement enfouis ou entreposés** sans aucun efforts technologiques pour les recycler.
- ❑ Des réglementations environnementales strictes sont maintenant en vigueur en Amérique du Nord, en Europe, ainsi qu'en Asie.
- ❑ La seule alternative est de recycler l'acide sulfurique contenu dans ces déchets et de récupérer le fer électrolytique pur ou le cas échéant des alliages de fer.
- ❑ **Un véritable procédé sidérurgique sans carbone** breveté mondialement.
- ❑ Le modèle d'affaire d'Electrochem Technologies & Matériaux Inc. vise la commercialisation de cette **nouvelle technologie verte et innovante** en vendant des licences afin d'adresser le problème important du contrôle du fer dans les industries minières et métallurgiques.



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

3. WHAT'S COPPERAS

Copperas is the trade name for **ferrous sulfate heptahydrate** with chemical formula $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ and CAS No. [7782-63-0]. It is highly soluble in pure water with a mass percentage reaching a maximum of 64.62 wt.% at 56.6°C. Beside copperas, it also exists other ferrous sulfate hydrates usually produced from the copperas and that are listed hereafter:

Sulfate de fer (II) heptahydraté (COPPERAS)	Sulfate de fer (II) tetrahydraté	Sulfate de fer (II) monohydraté
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Facteurs massiques d'équivalence:		
1 tonne de copperas $\equiv$ 201 kg de fer électrolytique (99.999 %Fe) $\equiv$ 379 kg d'acide sulfurique (93 wt.%)		



Ferrous sulfate heptahydrate (COPPERAS)	Ferrous sulfate tetrahydrate	Ferrous sulfate monohydrate
$\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeSO}_4 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$	$\text{FeSO}_4 \cdot \text{H}_2\text{O}$
Theoretical mass equivalence factors:		
1 tonne of copperas $\equiv$ 201 kg of pure electrolytic iron (99.999 wt.%Fe) $\equiv$ 379 kg sulfuric acid (93 wt.%)		

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

3. QU'EST-CE QUE LE COPPERAS?

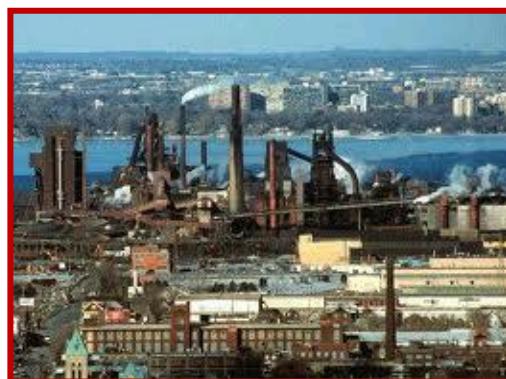
Le **copperas** est le nom commercial usuel du **sulfate ferreux heptahydraté** de formule chimique $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$ et le numéro du CAS [7782-63-0]. Il est très soluble dans l'eau pure avec un pourcentage massique qui atteint un maximum de 64.62 (m/m)% à 56.6°C. En plus du copperas, il existe aussi d'autres hydrates de sulfate de fer (II) qui sont décrits ci-après:





SOURCES OF COPPERAS AND FERROUS SULFATE WASTES

TITANIUM DIOXIDE PIGMENT INDUSTRY	IRON & STEEL MAKING INDUSTRIES	PROCESSING OF NONFERROUS METALS
COPPERAS & SPENT WEAK ACID	SPENT PICKLING LIQUORS (SPL)	PREGNANT LEACH SOLUTIONS (PLS) & SPENT ACID SOLUTIONS



LES SOURCES DE COPPERAS ET DE SULFATES DE FER

INDUSTRIE DU PIGMENT DE DIOXYDE DE TITANE	INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE	MÉTALLURGIE DES MÉTAUX NONFERREUX
COPPERAS ET ACIDE USÉ	LIQUEURS DE DÉCAPAGE	SOLUTIONS DE LIXIVIATION USÉES



TITANIUM PIGMENT INDUSTRY

[1] The **titanium dioxide pigment** plants using the sulfate process represent today the the major source of copperas as illustrated by the table below:

GEOGRAPHICAL LOCATION	ANNUAL PRODUCTION (tonnes)	MARKET SHARE
• CHINA (approx. 70 plants)	6,360,000	74%
• EUROPE (10 plants)	1,680,000	20%
• ASIA (excluding CHINA)	530,000	6%
WORLD = 8,650,000 tonnes of copperas ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)		

[1] Les usines produisant du **pigment de dioxyde de titane** à partir du procédé au sulfate représentent aujourd'hui la source la plus importante de copperas comme cela est illustré dans le tableau ci-dessous:

SITUATION GÉOGRAPHIQUE	PRODUCTION ANNUELLE (tonnes)	PARTS DE MARCHÉ
• CHINE (approx. 70 usines)	6,360,000	74%
• EUROPE (10 usines)	1,680,000	20%
• ASIE (excluant la CHINE)	530,000	6%
MONDE = 8,650,000 tonnes de copperas ($\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$)		



IRON & STEEL PICKLING INDUSTRIES

The iron and steelmaking industries represent the third major source of ferrous sulfate containing wastes

- ❑ **1,500 million tonnes** of crude steel are produced annually worldwide.
- ❑ **600 million tonnes** are heat treated and require acid pickling.
- ❑ Currently 80% of pickling plants uses hydrochloric but **20%** still use sulfuric acid.
- ❑ **120 million tonnes** are pickled in sulfuric acid.
- ❑ Average pickling losses are **10 kg of iron per tonne of steel**.
- ❑ **6,000,000 tonnes of copperas** equivalents to recycle annually.
- ❑ Spent pickling liquors are discarded when 13 wt.% Fe or 65% copperas.
- ❑ **6,450,000 million m³** (1.703 billion US gallons) of SPLs.

1 million tonnes of steel ≡ 50,000 tonnes copperas

L'INDUSTRIE SIDÉRURGIQUE ET L'ACIERAGE

L'industrie sidérurgique représente la troisième source d'effluents liquides contenant des sulfates de fer

- ❑ **Environ 1,500 millions de tonnes d'acier** sont produites par an dans le monde.
- ❑ **600 million de tonnes** sont traitées thermiquement et donc requiert un traitement en bain de décapage.
- ❑ Malgré le fait que 80% des usines utilisent de l'acide chlorhydrique il reste encore **20% des usines** qui continuent d'utiliser l'acide sulfurique.
- ❑ Par conséquent, environ **120 millions de tonnes d'acier** sont décapées par an dans l'acide sulfurique.
- ❑ Les pertes de décapages sont en moyenne de **10 kg de fer par tonne d'acier**.
- ❑ Cela correspond à **6,000,000 tonnes de copperas** équivalent produites annuellement.
- ❑ Les liqueurs de décapage sont rejetées lorsque le pourcentage de fer atteint 13% (65% de copperas).
- ❑ Nous estimons qu'il y a **6,450,000 millions de mètre cubes** de ces solutions de décapage par an.

1 million de tonnes d'acier ≡ 50,000 tonnes copperas



[3] The processing of non-ferrous metals is the second source of ferrous sulfates containing wastes despite the plethora of chemical and metallurgical processes involved and the numerous commodities concerned (copper, aluminum, zinc, nickel, vanadium, niobium, tantalum, tungsten, rare earth and uranium) does not allow at present to account with great precision the total amount of wastes and hence rounded values were used.

Overall, the totalized production of copperas is staggering as shown in the following table

[3] Le traitement hydrométallurgique des métaux non ferreux occupe la seconde place dans la génération d'effluents contenant des sulfates de fer. La multitude de procédés chimiques et métallurgiques impliqués ainsi que la plethure de matières premières concernées (cuivre, aluminium, zinc, nickel, vanadium, niobium, tantale, tungstène, terres rares et uranium) ne permettent pas d'avoir une valeur assez précise à ce stade et donc une valeur arrondie a été utilisée.

De manière globale, la production annuelle cumulée de copperas est très significative comme en témoignent les valeurs colligées ci-dessous

Geographical region	Country	Copperas	Spent Pickling Liquors	Pregnant Leach Solution	Total copperas equivalent per region
INDUSTRIES		Titanium pigment industries	Iron and steel industries	Processing of non ferrous metals	
North America	USA	none	500,000	1,000,000	2,610,000
	Canada	30,000	60,000	1,000,000	
South America	Brazil	none	150,000	1,000,000	1,200,000
	Argentina		25,000		
	Others		25,000		
Europe	Finland	600,000	1,200,000	500,000	3,380,000
	Germany	400,000			
	Spain	230,000			
	Others	450,000			
Oceania	Australia	none	40,000	1,500,000	1,540,000
	New Zealand				
	Others				
Asia	China	6,400,000(*)	3,000,000	1,000,000	11,950,000
	Japan	250,000	500,000	1,000,000	
	Others	300,000	500,000		
Total worldwide by industries =		8,650,000	6,000,000	7,000,000	21,680,000



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

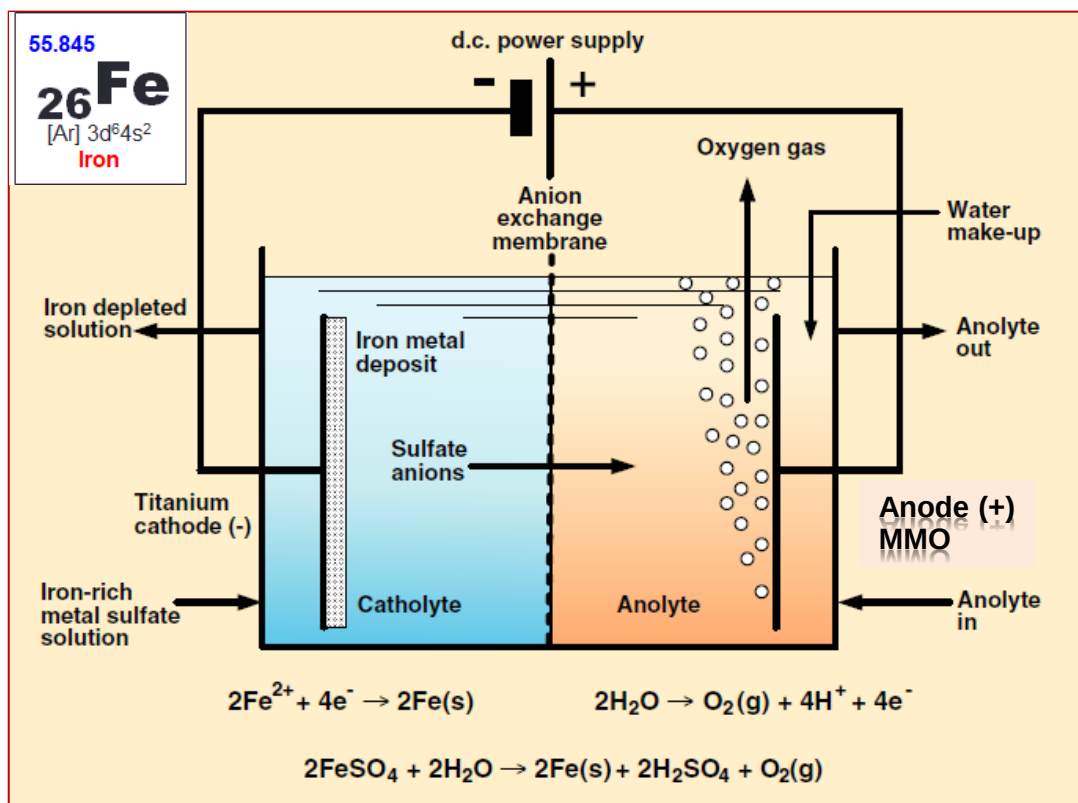
NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

5. PRINCIPLES OF IRON ELECTROWINNING

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

5. LES PRINCIPES DE L'ÉLECTROLYSE DU FER





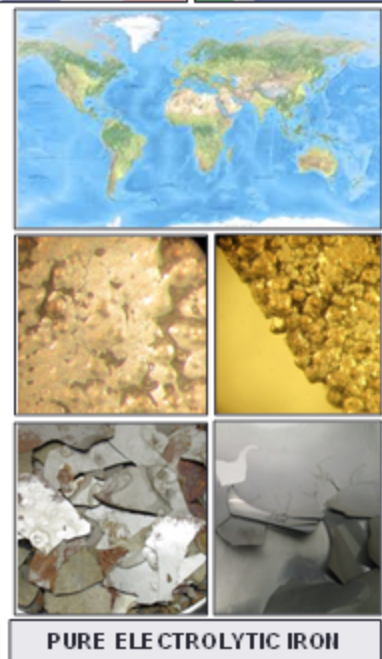
© 2019 **ELECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATERIAUX INC.**

ELECTROWINNING PURE ELECTROLYTIC IRON FROM COPPERAS and FERROUS SULFATE

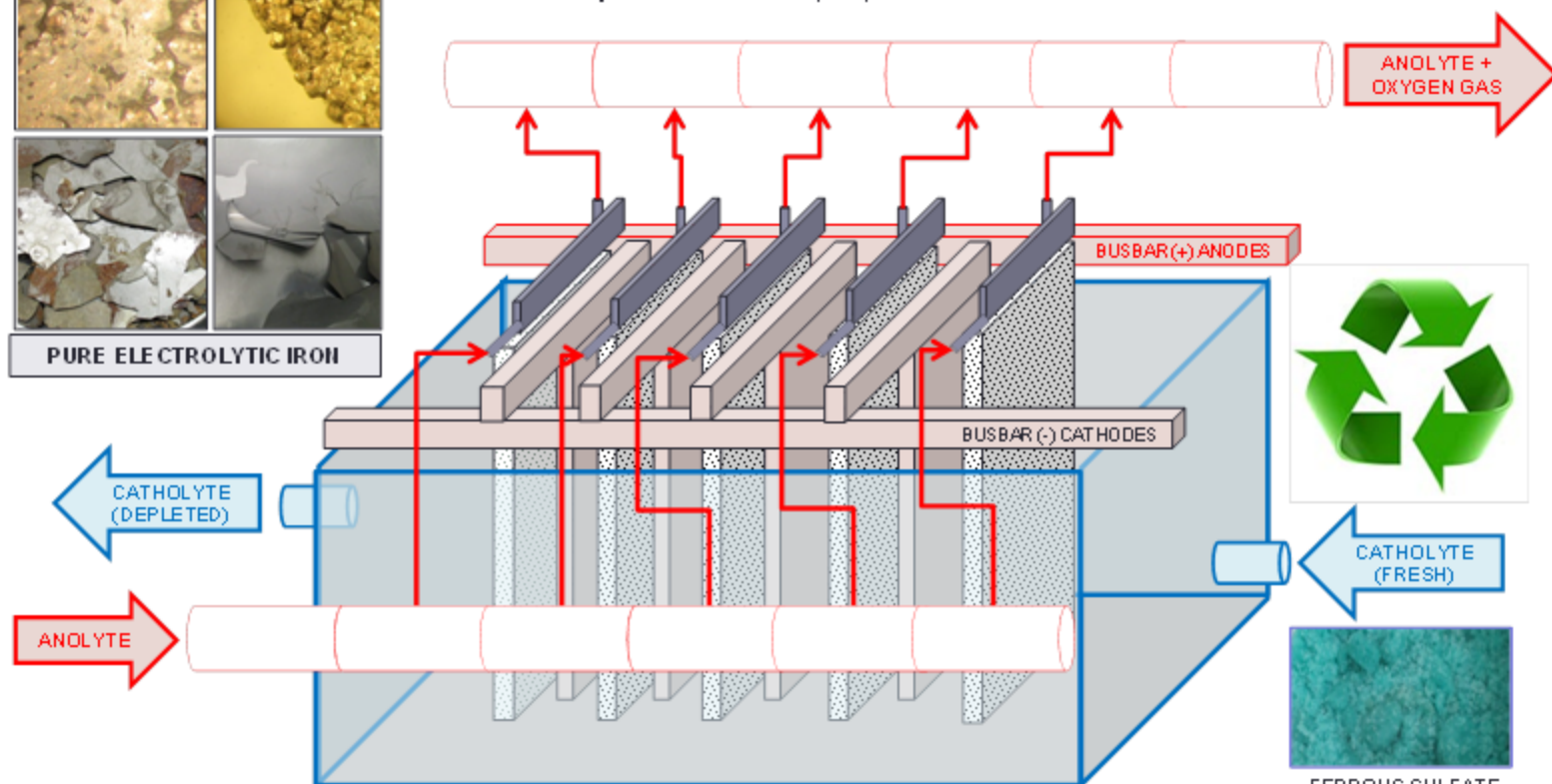
Canadian Patent CA 2,717,887 C - Chinese Patent CN 102,084,034 B - European Patent EP 2,268,852 B1

Brazil Patent BRPI 0911653 B1 - Indian Patent IN 294,372 B

Japanese Patent JP 5,469,157 B2 - South African Patent ZA 2010/07214



PURE ELECTROLYTIC IRON



INNOVATION
AWARDS 2018

© 2019 **ELECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATÉRIAUX INC.**





© 2018 **ELECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATERIALS INC.**

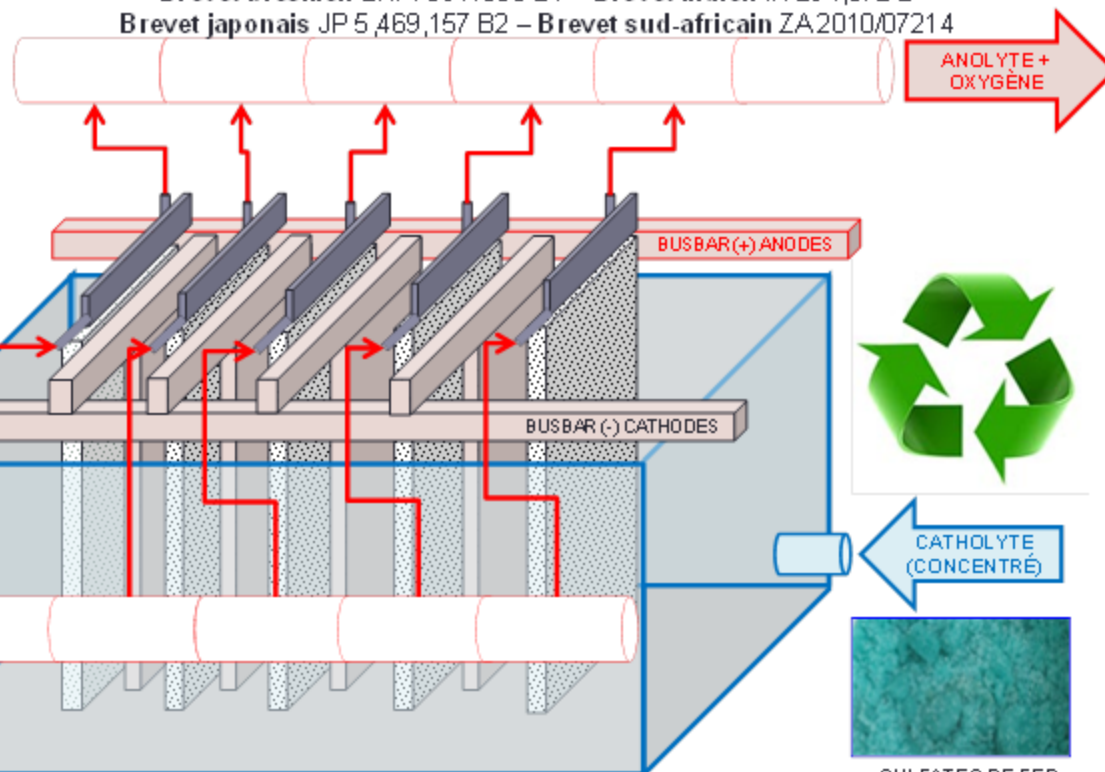
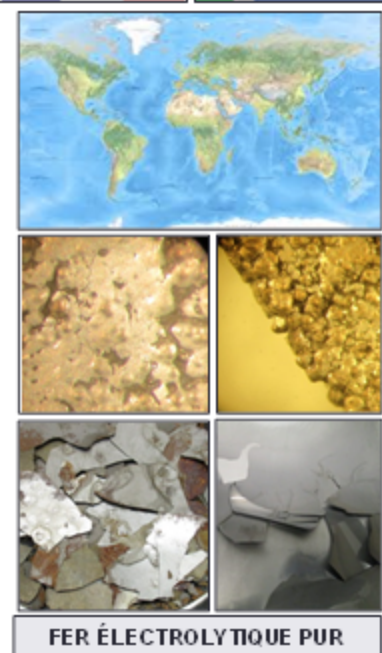
PRODUCTION DE FER ÉLECTROLYTIQUE À PARTIR DE COPPERAS ET DE SULFATES DE FER PAR ÉLECTROLYSE

Brevet canadien CA2,717,887 C – Brevet chinois CN 102,084,034 B

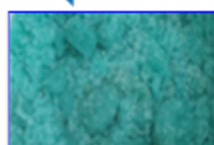
Brevet européen EP 2,268,852 B1

Brevet brésilien BRPI 0911653 B1 – Brevet indien IN 294,372 B

Brevet japonais JP 5,469,157 B2 – Brevet sud-africain ZA2010/07214



**INNOVATION
AWARDS 2018**



SULFATES DE FER
COPPERAS
SOLUTIONS USÉES
LIQUEURS DE DÉCAPAGE

© 2018 **ÉLECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATÉRIAUX INC.**



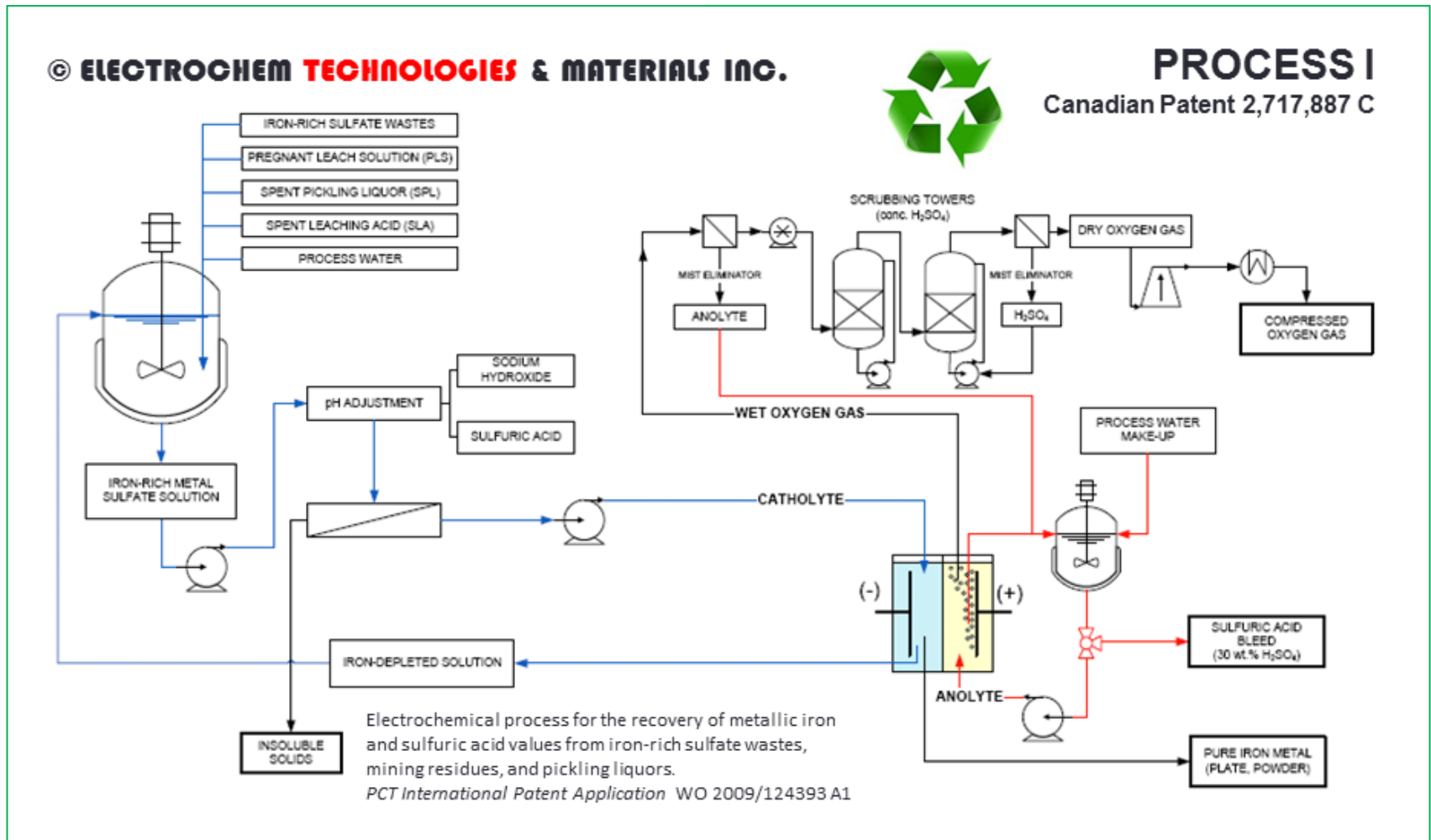


ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE





ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

6. PILOT TESTING

The pilot testing of the process was performed inside **ELECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATERIALS INC.** own facilities using our proprietary equipment's and our custom build electrolyzer .

- ❑ 1/50 of commercial scale
- ❑ Allows to perform all the current operation units.
- ❑ Improved setup designed to mimic industrial electrolyzer.
- ❑ Optimized anodes with long service life and customized membranes.
- ❑ In-house program used to retrieve the data obtained from piloting.
- ❑ This innovative approach convinced our clients to favor piloting instead of performing tests on-site.

6. ESSAIS PILOTES

Nous avons récemment effectué les essais pilotes dans les installations **ELECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATERIAUX INC.** avec nos équipement exclusifs qui nous permettent d'effectuer les opérations requises par ce procédé électrochimique vert et innovant.

- ❑ 1/50 de la taille commerciale
- ❑ Permet d'effectuer toutes les opérations unitaires.
- ❑ Système amélioré afin de mimer l'installation industrielle.
- ❑ Anodes industrielles avec durée de vie étendues et membranes.
- ❑ Programme d'acquisition et de traitement de données expérimentales .
- ❑ Cette approche innovante permet de convaincre nos clients d'effectuer des essais plutôt que des essais sur site.

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

Fe

©ELECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATERIALS INC.
Industrial Electrochemistry – Electrochemical Processes – Materials
www.electrochem-technologies.com

ELECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATERIALS INC.
Industrial Electrochemistry – Electrochemical Processes – Materials

Ferrous sulfate heptahydrate: $\text{FeSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$

ELECTROWINNING ELECTROLYTIC IRON FROM COPPERAS
CANADIAN PATENT 2,717,887 C

©ELECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATERIAUX INC.
Électrochimie industrielle – Procédés électrochimiques – Matériaux
www.electrochem-technologies.com



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

7. PERFORMANCES OF ELECTROWINNING



☐ PERFORMANCES

- LOW CELL VOLTAGE
- HIGH CURRENT DENSITY
- ELEVATE THROUGHPUT
- NO SIDE REACTIONS

☐ PRODUCTS

- PURE ELECTROLYTIC IRON
- IRON-RICH ALLOYS (Fe-V, Fe-Cr, Fe-Mn, Fe-Ni)
- PURE OXYGEN GAS
- SULFURIC ACID

☐ OPTIONS

- IRON METAL FLAKES
- IRON METAL PLATES
- IRON METAL POWDER
- IRON METAL FOILS

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

7. PERFORMANCES DE L'ÉLECTROLYSE



☐ PERFORMANCES

- FAIBLE TENSION DE CELLULE
- HAUTE DENSITÉ DE COURANT
- PRODUCTION HORAIRE ÉLEVÉE
- PAS DE RÉACTIONS PARASITES

☐ PRODUITS

- FER ÉLECTROLYTIQUE PUR
- ALLIAGES DE FER (Fe-V, Fe-Cr, Fe-Mn, Fe-Ni)
- OXYGÈNE PUR
- ACIDE SULFURIQUE

☐ OPTIONS

- PLAQUES DE FER
- COPEAUX DE FER
- POUDRE DE FER
- TÔLES DE FER



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

8. ELECTROLYTIC IRON vs. STEEL

Electrolytic iron is one of the purest form of metallic iron along with carbonyl iron. However, by contrast with the latter it is absolutely devoid of carbon that means it is the pure alpha-iron allotrope while other pure iron products are always made of ferrite (i.e., solid solution of carbon into alpha-iron). The elevate purity of electrolytic iron makes it suitable for various purposes such as in iron cores for electromagnets, diamond tools manufacturing, chemicals, food additives and pharmaceutical industries.

Despite nowadays electrolytic iron is a niche market by comparison of the other iron products, the aim of the iron electrowinning technology is to largely widen its use and to offer a greener alternative to conventional steel making by matching the current price for high quality steel due to the low OPEX in order to offer a sustainable and affordable alternative to steel making.

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

8. LE FER ÉLECTROLYTIQUE vs. L'ACIER

Le fer électrolytique est l'une des formes les plus pures du fer métallique avec le fer carbonyle. Cependant, contrairement à ce dernier, il est absolument dépourvu de carbone, ce qui signifie qu'il est l'allotrope du fer alpha tandis que les autres produits de fer pur sont toujours faits de ferrite (c'est-à-dire une solution solide de carbone dans le fer alpha). La pureté élevée du fer électrolytique le rend approprié à diverses utilisations telles que dans les noyaux de fer pour les électro-aimants, la fabrication d'outils diamantés, les produits chimiques, les additifs alimentaires et les industries pharmaceutiques.

Malgré le fait que le fer électrolytique est aujourd'hui un marché de niche comparé aux autres produits du fer, la technologie de l'électro-extraction du fer a pour but d'élargir son utilisation et d'offrir une alternative plus écologique à la sidérurgie conventionnelle. Le faible coût de production permet d'offrir une alternative compétitive, durable et abordable à la fabrication de l'acier.



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

8. ELECTROLYTIC IRON vs. STEEL (continued)

Actually, the prevailing Blast furnace process produces pig iron from iron ore using carbon as reductant; the process releases carbon dioxide to the atmosphere as a byproduct while the pig iron produced is further refined inside a BOF by blowing oxygen to yield low carbon steel. Moreover, the energy consumed during the smelting and slagging steps together with the carbon dioxide emissions are rather significant. based on published data in: Fruehan, R.J.; Fortoni, O.; Paxton, H.W.; and Brindle, R. (2000) - *Theoretical Minimum Energies To Produce Steel for Selected Conditions*. - Carnegie Mellon University, Pittsburgh, PA.

From the report, the actual specific energy consumption for producing a steel slab by smelting, steelmaking and hot rolling is on average **22.95 GJ per tonne** of steel slab (**6.38 MWh/tonne**) while the greenhouse gases (GHGs) emission is on average **1.8 tonne of CO₂ per tonne of steel**. This must be compared with a specific energy consumption that can be as low as 2.90 MWh per tonne of pure electrolytic iron with only oxygen gas as by-product with a relatively low OPEX.

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

8. LE FER ÉLECTROLYTIQUE vs. L'ACIER (suite)

En fait, le procédé de haut fourneau conventionel produit de la fonte à partir de minerai de fer en utilisant du carbone comme réducteur; le processus libère du dioxyde de carbone dans l'atmosphère en tant que sous-produit, la fonte est ensuite convertie en acier bas carbone par injection d'oxygène. De plus, l'énergie consommée pendant les étapes de fusion et de scorification ainsi que les émissions de dioxyde de carbone sont plutôt importantes basé sur des données publiées dans: Fruehan, R.J. ; Fortoni, O. ; Paxton, H.W. ; et Brindle, R. (2000) - *Theoretical Minimum Energies To Produce Steel for Selected Conditions*. - Université de Carnegie Mellon, Pittsburgh, PA.

Selon ce rapport, la consommation d'énergie spécifique pour la production d'une plaquee d'acier par smeltage, sidérurgie et laminage à chaud est en moyenne de **22.95 GJ par tonne** de dalle d'acier (**6.38 MWh/tonne**) alors que l'émission de gaz à effet de serres (GES) est en moyenne de **1.8 tonne de CO₂** par tonne d'acier. Ceci doit être comparé à une consommation d'énergie spécifique qui peut être aussi faible que 2.90 MWh par tonne de fer électrolytique pur avec seulement de l'oxygène gazeux comme sous-produit tout cela avec un bas cout de production.



**ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON
SULFATE(S)**

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

**EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE
DE SULFATE(S) DE FER**

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE





ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

8. ELECTROLYTIC IRON vs. STEEL (end)

However, we are also realistic and we are not expecting steelmakers to strip down their existing facilities but rather promote the new technology for either expanding their current production capacity or when building new facilities by accessing the large pool of copperas and ferrous sulfates currently available worldwide.

Moreover, the technology is also highly attractive for new projects in the metallurgy of nonferrous metals and the recycling of spent pickling liquors.

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

8. LE FER ÉLECTROLYTIQUE vs. L'ACIER (fin)

Cependant, nous sommes également très réalistes et nous ne nous attendons pas à ce que les aciéristes renoncent à leurs installations existantes, mais plutôt favorisent cette nouvelle technologie lors de projets d'expansion pour accroître leur capacité ou l'envisage pour la construction de nouvelles installations en accédant au grand bassin de copperas et de sulfates ferreux actuellement disponibles à travers le monde.

Cette technologie est aussi une solution prometteuse pour les nouveaux projets miniers et métallurgiques des métaux non ferreux à travers le monde sans oublier le recyclage des solutions de décapage.



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

9. CHALLENGES



The major challenges that **ELECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATERIALS INC.** had to overcome are:

- ☐ The mining and metallurgical industries are highly mature and owned by large corporations but reluctant to implement new technologies
- ☐ The process must rely on a nearby source of chemicals and raw material to reduce transportation costs
- ☐ The technology must be deployed commercially on all continents
- ☐ Only implement cost affordable and proven technologies
- ☐ Electrowinning despite already used in these industries is not well understood
- ☐ To limit both water and energy consumptions
- ☐ To minimize the carbon foot print
- ☐ To use existing industrial equipment off-the-shelves
- ☐ To implement a cost affordable and proven technologies

9. LES DÉFIS



Les défis majeurs qu'**ELECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATÉRIAUX INC.** devait relever étaient:

- ☐ L'industrie minière et métallurgique est mure et détenu par de grande entreprise mais peu enclin à implémenter de nouvelles technologies
- ☐ La technologie doit être facilement implanter sur tous les continents
- ☐ Doit reposer sur l'utilisation de produits chimiques peu dispendieux et disponibles
- ☐ Accès à une source locale pour ces produits afin de minimiser l'impact des coûts de transport
- ☐ Réduire drastiquement la consommation d'eau et d'énergie
- ☐ Minimiser l'empreinte carbone
- ☐ Utiliser des infrastructures et des équipements industriels existants
- ☐ Technologie abordable et prouvée.
- ☐ Facile et rapide à implémenter commercialement
- ☐ Doit être très profitable rapidement après le démarrage



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

10. ENVIRONMENTAL BENEFITS



☐ GREEN DISRUPTIVE IRON-MAKING PROCESS

- ZERO-CARBON FOOT-PRINT
- LOW WATER CONSUMPTION
- OXYGEN GAS AS BY-PRODUCT

☐ ROBUST AND EFFICIENT PROCESS

- RECOVERY OF PURE IRON METAL
- IRON-RICH ALLOYS
- LOW SPECIFIC ENERGY CONSUMPTION

☐ SUSTAINABLE TECHNOLOGY

- RECYCLES SULFURIC ACID
- REDUCES WASTES VOLUMES
- WIDE OPERATING SPAN
- SMALL FOOT-PRINT

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

10. LES AVANTAGES ENVIRONNEMENTAUX



☐ PROCÉDÉ VERT ET INNOVANT

- AUCUNE EMPREINTE CARBONE
- FAIBLE CONSOMMATION D'EAU
- OXYGÈNE PUR COMME SOUS-PRODUIT

☐ TECHNOLOGIE ROBUSTE ET EFFICACE

- RÉCUPÉRATION DE FER MÉTALLIQUE PUR
- ALLIAGES DE FER
- FAIBLE CONSOMMATION D'ÉNERGIE SPÉCIFIQUE

☐ TECHNOLOGIE PROPRE

- RECYCLAGE DE L'ACIDE SULFURIQUE
- RÉDUCTION DU VOLUME DES DÉCHETS
- DOMAINE D'OPÉRATION ÉTENDU
- FAIBLE ENCOMBREMENT AU SOL



ENVIRONMENTAL BENEFITS

Environmental equivalence factors	REDUCTION OF GREEN HOUSE GASES EMISSIONS & ENERGY CONSUMPTION
	(98% efficiency)
1 tonne of copperas	≡ less 360 kg of CO ₂
	≡ less 450 kg of water
	≡ less 700 kWh energy
	≡ less 11 kg (SO _x , NO _x , dust)



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

11. ECONOMIC BENEFITS



COSTS & BENEFITS

- ☐ Low CAPEX et OPEX
- ☐ High profitability with access to affordable electricity
- ☐ High profitability for targeted jurisdictions (Canada, Scandinavia)

COMMERCIAL DEPLOYMENT

- ☐ Affordable equipment's
- ☐ Modular design
- ☐ Brownfield implementation
- ☐ Rapid expansion

COMPETITIVE ADVANTAGES OFFERED BY FROM ELECTROCHEM

- ☐ Supply of industrial electrode materials
- ☐ Pilot testing and training of staff
- ☐ Exclusive technical support on-site

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

11. BENEFICES ECONOMIQUES



COUTS ET BÉNÉFICES

- ☐ Faible investissement en capital et faible couts d'expl
- ☐ Faible capital spécifique (CAPEX par unité de masse de capacité nominale)
- ☐ Profitabilité élevée pour des localisations ciblées (Canada, Scandinavie)

DÉPLOIEMENT COMMERCIAL

- ☐ Électrolyseurs disponibles commercialement
- ☐ Conception modulaire
- ☐ Installation sur site préexistant
- ☐ Agrandissement rapide

AVANTAGES COMPÉTITIFS OFFERT PAR ELECTROCHEM

- ☐ Sélections des matériaux et des équipement
- ☐ Essais pilotes & formation du personnel
- ☐ Support technique exclusif sur site



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON
 SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE
 DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

12. CAPEX – ELECTROWINNING PLANT with SULFURIC ACID CONCENTRATION PLANT

QUEBEC (CANADA) in USD 2020

100,435 tpa	FIXED CAPITAL	WORKING CAPITAL	TOTAL CAPEX	TOTAL OPEX (per tonne of Fe)
IRON ELECTROWINNING PLANT	\$171,211,388	\$13,452,857	\$184,664,245	\$313.48
SULFURIC CONCENTRATION PLANT				

500,000 tonnes per year of copperas

- ❑ 100,435 tonnes of electrolytic iron
- ❑ 164,221 tonnes of sulfuric acid (100% basis)
- ❑ 25,449 tonnes of pure oxygen gas

CAPEX (GREENFIELD PLANT) (USD, 2020)

- ❑ DIRECT COSTS = \$104,845,000
 - ❑ INDIRECT COSTS = \$44,035,000
 - ❑ CONTINGENCY = \$22,332,000
 - ❑ WORKING CAPITAL = \$13,453,000
- CAPEX = \$184,665,000**



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON
SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE
DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

12 OPEX - OPERATING EXPENDITURE

❑ **PROCESSING COST (USD)** = operating cost per tonne of electrolytic iron

○ PROCESS MATERIALS	\$21.21
○ UTILITIES	\$119.66
○ LABOUR	\$13.28
○ OVERHEAD(S)	\$85.23
○ ROYALTIES(*)	\$40.00
○ LOCAL TAXES & INSURANCES	<u>\$34.09</u>

TOTAL (OPEX) = \$313.47 per tonne Fe

(*) **GROSS REFONERY RETURN:** 5% ON PRODUCTION NOT SALES

OPEX (without royalties) = \$273.47 per tonne Fe



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

13. PRELIMINARY FINANCIAL INDICATORS

INVESTMENT	
Total investment required (CAPEX = FC + WC)	\$ 184,664,245
Fixed costs (FC)	\$ 171,211,388
Working capital (WC)	\$ 13,452,857
Preproduction costs (0.15 FC)	\$ 2,769,964
Ratio building/land	1.0
FINANCING	
Borrowed bank loan (B)	\$ 80,000,000
Debt ratio (B/(FC-B))	47%
Nominal (annual) interest rate (R)	8.0%
Compounding periods per year (M = C x K)	12.0
Compounding period per payments period (C)	1.0
Payment periods per year (K)	12.0
Effective interest rate (I)	0.7%
PROJECT	
Deflation production rate (Deflator)	-1.0%
Inflation rate (Inflator)	3%
Project life or Year depreciation (N)	25 years
Ramp-up factor	1.050
Minimum attractive rate of return (MARR 1)	8.0%
Minimum attractive rate of return (MARR 2)	12.0%
TAXES	
Marginal tax rates	31%

MARKETABLE PRODUCTS	USD/tonne
SULFURIC ACID (96 wt.%)	\$ 50.00
ELECTROLYTIC IRON	\$ 800.00
OXYGEN GAS	\$ 45.00
OPERATING & MAINTENANCE COSTS (O&Ms)	\$ 273.48
SHIPPING FREIGHT COSTS	\$ 20.00
COPPERAS PRICE	\$ 50.00

AFTER-TAXES	INDICATORS
PRICES per TONNE (USD)	\$800.00 Fe \$45.00 oxygen \$50.00 H₂SO₄
NET PRESENT VALUE (NPV _{8%})	\$308M
INTERNAL RATE OF RETURN (IRR _{8%})	17%
DISCOUNTED PAYBACK PERIOD	4 years
RETURN ON INVESTMENT (ROI)	31%



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

14. INTELLECTUAL PROPERTY



Electrochem Technologies & Materials Inc. (www.electrochem-technologies.com) own 100% of the exclusive rights for the patented technology worldwide.

GET A COMMERCIAL LICENSE

Electrochem Technologies & Materials Inc. is willing to license and/or to sell the technology worldwide. The company began negotiating optioning and licensing agreements with customers but we were also approached by the newcomers in the mining, metallurgical and chemical industries.

Feel free to contact us if you are interested. Usually, the optioning and licensing agreement are determined according to several criteria such as:

- **BY FIELD OF USE**
- **BY JURISDICTIONS**
- **VARIOUS ROYALTIES PAYMENT OPTIONS AVAILABLE**

14. PROPRIETES INTELLECTUELLE



Electrochem Technologies & Matériaux Inc. (www.electrochem-technologies.com) détient 100% des droits exclusifs pour le monde entier de la nouvelle technologie.

OBTENIR UNE LICENCE COMMERCIALE

Electrochem Technologies & Matériaux Inc. est prête à vendre des licences ou des brevets de cette technologie dans le monde entier et la société a déjà commencée à négocier des accords d'option d'achat de licence mais nous sommes aussi sollicité par des nouveaux venus dans les industries minière, métallurgique et chimique.

N'hésitez pas à nous contacter à ce propos. Habituellement, l'accord d'option d'achat et de licence est déterminé en fonction de plusieurs critères dont:

- **PAR UTILISATION**
- **PAR JURISDICTIONS**
- **ROYAUTÉES ET MODE DE PAIEMENT DISPONIBLES**



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

INTELLECTUAL PROPERTY & RIGHTS WORLDWIDE

						
Canadian Patent CA 2,717,887 C June 14, 2016	Chinese Patent CN 102084034 B December 12, 2012	Japanese Patent JP 5469157 B2 February 7, 2014	South African Patent ZA 2010/07214 August 31, 2011	European Patent EP 2268852 B1 December 5, 2018	Brazil Patent BRPI 0911653 B1 August 2019	Indian Patent IN 294,372 March 15, 2018
GRANTED	GRANTED	GRANTED	GRANTED	GRANTED	GRANTED	GRANTED





PATENT GRANTED & ENFORCED IN 16 COUNTRIES WORLDWIDE



BREVET EN VIGUEUR DANS 16 PAYS A TRAVERS LE MONDE



	BELGIAN PATENT	BE/EP2268852 - PROCÉDÉ ÉLECTROCHIMIQUE DE RÉCUPÉRATION DE VALEURS DE FER MÉTALLIQUE ET D'ACIDE SULFURIQUE À PARTIR DE DÉCHETS SULFATÉS RICHES EN FER, DE RÉSIDUS D'EXPLOITATION ET DE LESSIVES DE DÉCAPAGE. [PDF file (0.57 MB)]
	BRAZILIAN PATENT	BR 0911653 B - PROCESSO ELETROQUÍMICO PARA A RECUPERAÇÃO DE VALORES DE FERRO METÁLICO E DE ÁCIDO SULFÚRICO A PARTIR DE RESÍDUOS DE SULFATO RICOS EM FERRO, RESÍDUOS DE MINERAÇÃO E LÍQUIDOS DE DECAPAGEM. [PDF file (3.64 MB)]
	CANADIAN PATENT	CA 2,717,887 C - ELECTROCHEMICAL PROCESS FOR THE RECOVERY OF METALLIC IRON AND SULFURIC ACID VALUES FROM IRON-RICH SULFATE WASTES, MINING RESIDUES AND PICKLING LIQUORS [PDF file (1.82 MB)]
	CHINESE PATENT	CN 102084034 B - 电化学方法从富铁硫酸盐废料，矿渣和酸洗液中回收金属铁和硫酸值 [PDF file (1.45 MB)]
	EUROPEAN PATENT	EP 2268852 B1 - ELECTROCHEMICAL PROCESS FOR THE RECOVERY OF METALLIC IRON AND SULFURIC ACID VALUES FROM IRON-RICH SULFATE WASTES, MINING RESIDUES AND PICKLING LIQUORS. [PDF file (0.57 MB)]
	FINNISH PATENT	FI/EP2268852 - SÄHKÖKEMIALLINEN PROSESSI RAVOKKAIDEN RAUTAMETALLI- JA RIKKIHAPPOJÄÄMIEN TALTEENOTTOON RUNSASRAUTAISISTA SULFAATTIJÄTTEISTÄ, KAIVOSTOIMINNAN JÄTTEISTÄ JA PEITTAUSNESTEISTÄ. [PDF file (0.21 MB)]
	FRENCH PATENT	NO/EP2268852 - PROCÉDÉ ÉLECTROCHIMIQUE DE RÉCUPÉRATION DE VALEURS DE FER MÉTALLIQUE ET D'ACIDE SULFURIQUE À PARTIR DE DÉCHETS SULFATÉS RICHES EN FER, DE RÉSIDUS D'EXPLOITATION ET DE LESSIVES DE DÉCAPAGE. [PDF file (0.57 MB)]
	GERMAN PATENT	DE 60 2009 056 032.8 - ELEKTROCHEMISCHES VERFAHREN ZUR RÜCKGEWINNUNG METALLISCHEN EISENS UND SCHWEFELSÄUREWERTE AUS EISENREICHEN SCHWEFELABFÄLLEN, ABBAURESTSTOFFEN UND ALTBEIZLÖSUNGEN. [PDF file (0.57 MB)]
	GREAT BRITAIN PATENT	GB/EP2268852 - ELECTROCHEMICAL PROCESS FOR THE RECOVERY OF METALLIC IRON AND SULFURIC ACID VALUES FROM IRON-RICH SULFATE WASTES, MINING RESIDUES AND PICKLING LIQUORS. [PDF file (0.57 MB)]
	INDIAN PATENT	IN 294,372 - इलोन-रिन् सलफेट वेस्ट, मिनिंग रिसिड्यूज और पिक्लिंग लाइक्वर्स से मेटालिक इयरन और सोल्वि एसिड वल्यू के अधिग्रहण के लिए मुख्य प्रक्रिया।
	ITALIAN PATENT	IT/EP2268852 - PROCESSO ELETTOCHIMICO PER IL RECUPERO DI VALORI DI FERRO METALLICO E ACIDO SOLFORICO DA RIFIUTI DI SOLFATO RICCO DI FERRO, RESIDUI DI ATTIVITÀ MINERARIA E LIQUIDI DI DECAPAGGIO. [PDF file (0.57 MB)]
	JAPANESE PATENT	JP 5469157 B2 - 鉄に富む硫酸塩廃棄物、鉱業残渣、およびピクルング液からの金属鉄および硫酸の値を回収するための電気化学プロセス [PDF file (1.04 MB)]
	NORVEGIAN PATENT	NO/EP2268852 - EN ELEKTROKJEMISK PROSESS FOR GJENVINNING AV METALLISK JERN ELLER EN JERNRIKT LEGERING, OXYGEN OG SVOVELSYRE FRA EN JERNRIKT METALLSULFATLØSNING, IDET NEVNTPROSESS. [PDF file (0.58 MB)]
	SLOVENIAN PATENT	SI/EP2268852 - ELEKTROKEMIČNI POSTOPEK ZA PRIDOBIVANJE VREDNOSTI KOVINSKEGA ŽELEZA IN ŽVEPLOVE KISLINE IZ ODPADNIH ŽVEPLOVIH ODPADKOV, RUDARSKIH OSTATKOV IN LUŠČENJA. [PDF file (0.05 MB)]
	SPANISH PATENT	ES 2712722 - PROCEDIMIENTO ELECTROQUÍMICO PARA LA RECUPERACIÓN DE VALORES DE HIERRO METÁLICO Y ÁCIDO SULFÚRICO A PARTIR DE DESECHOS DE SULFATOS RICOS EN HIERRO, RESIDUOS DE MINERÍA Y LÍQUIDOS DECAPANTES. [PDF file (1.03 MB)]
	SOUTH AFRICAN PATENT	ZA 2010/07214 - ELECTROCHEMICAL PROCESS FOR THE RECOVERY OF METALLIC IRON AND SULFURIC ACID VALUES FROM IRON-RICH SULFATE WASTES, MINING RESIDUES AND PICKLING LIQUORS.
	SWEDISH PATENT	SE 2268852 T3 - ELEKTROKEMISK PROSESS FÖR UTVINNING AV METALLISKT JÄRN OCH SVAVELSYRAVÄRDET FRÅN JÄRNRIKT SULFATAVFALL, GRUVRESTER OCH BETNINGSLÖCKO. [PDF file (0.205 MB)]



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON SULFATE(S) NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE DE SULFATE(S) DE FER NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

14. PRESS RELEASES & AWARDS

14. COUPURES DE PRESSE ET PRIX

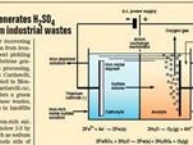


INNOVATION AWARDS 2018

Best Innovation by a Small and Medium Size Enterprise (SME)

CHEMENTATOR
Edited by Gerald Parkinson June 2010

Electrochemistry regenerates H₂SO₄ and recovers iron from industrial wastes



As iron sulfide process

A device to measure density and viscosity non-invasively

LIFT made in the USA

PROCESS TECHNOLOGY

Novel fuel cell catalyst lowers need for precious metal

Green process for electrochemical iron and regenerating sulfuric acid

Novel fuel cell catalyst lowers need for precious metal

Green process for electrochemical iron and regenerating sulfuric acid

Electrolysis makes a winning solution

Electrochem's electrolytic approach to recovering pure iron from titanium dioxide waste and iron sulphate pickling solutions yields a cost-efficient recycling route



JANE GIBSON, ICIS

Electrochem's electrolytic approach to recovering pure iron from titanium dioxide waste and iron sulphate pickling solutions yields a cost-efficient recycling route

- ☐ **Green process for electrowinning of iron and regenerating sulfuric acid.** Published in *Advanced Materials & Processes* (ASM International, Materials Park, OH, USA), January 2011 [[PDF file \(116 KB\)](#)].
- ☐ **Electrowinning of iron and concurrent regeneration of sulfuric acid from copperas and iron-rich sulfate wastes by Gerald Parkinson.** Published in *CHEMENTATOR* section of *Chemical Engineering Magazine* (New York City, NY, USA), June 2010 [[PDF file \(296 KB\)](#)].
- ☐ **Electrolysis makes a winning solution.** - by Jane Gibson Published in *ICIS Chemicals* (London, UK), October 2018 [[PDF file \(377 KB\)](#)].



ELECTROWINNING OF IRON METAL FROM IRON
SULFATE(S)

NOVEL ZERO-CARBON IRON MAKING PROCESS

EXTRACTION DU FER MÉTALLIQUE PAR ÉLECTROLYSE
DE SULFATE(S) DE FER

NOUVEAU PROCÉDÉ SIDÉRURGIQUE SANS CARBONE

15. CONTACT INFORMATION



If you are interested please contact us by email:

technologies@electrochem-technologies.com

15. NOUS CONTACTER



Si vous exprimer un intérêt SVP veuillez nous
contacter par courriel:

technologies@electrochem-technologies.com

ELECTROCHEM TECHNOLOGIES & MATERIALS INC.

HEADOFFICE

2037 AIRD AVENUE, SUITE 201
MONTRÉAL (QC) H1V 2V9
CANADA

Corporation Number: 794872-7
NEQ: 1167876276

R&D LABORATORY & FACILITIES

75 DE MORTAGNE BLVD C.P. 112
BOUCHERVILLE (QC) J4B 6Y4
CANADA