

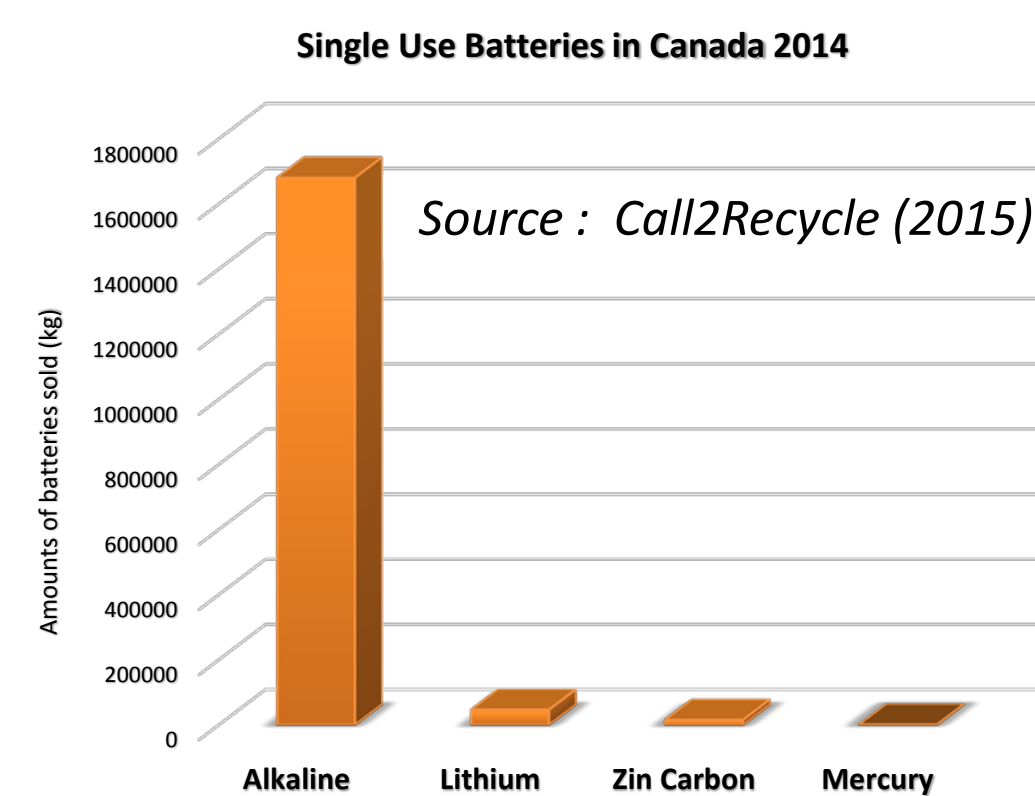
# Étude pilote d'un procédé hydrométallurgique de récupération du Mn et du Zn à partir des déchets de piles alcalines

Ahlame Dalila Jabir\*, Kulchaya Tanong\*, Lan Huong Tran\*, Lucie Coudert\*, Jean-François Blais\* et Guy Mercier\*

\*INRS ETE, 490 de la Couronne, Québec, QC, G1K 9A9

## 1 - Problématique de la recherche

- L'utilisation des piles est devenue une pratique indispensable à notre quotidien (source d'énergie dans de nombreux équipements électroniques).
- Les ventes de piles ne cessent d'augmenter sur le marché mondial.
- Les piles alcalines sont les plus commercialisées au Canada:
  - 97% des piles primaires et secondaires
  - 72% des piles primaires vendues au Québec. (Lachapelle-Charrette, 2014)
- Mode de gestion actuels :
  - Une proportion importante rejoint le flux de matières résiduelles acheminées vers les lieux d'élimination et vers l'incinération → Conséquences indéniables et néfastes sur l'environnement.
  - Actuellement, une partie de ces déchets sont recyclés via des procédés pyrométallurgiques → Nécessité de trouver des solutions plus vertes et moins coûteuses.



## 4 - Résultats et Discussion

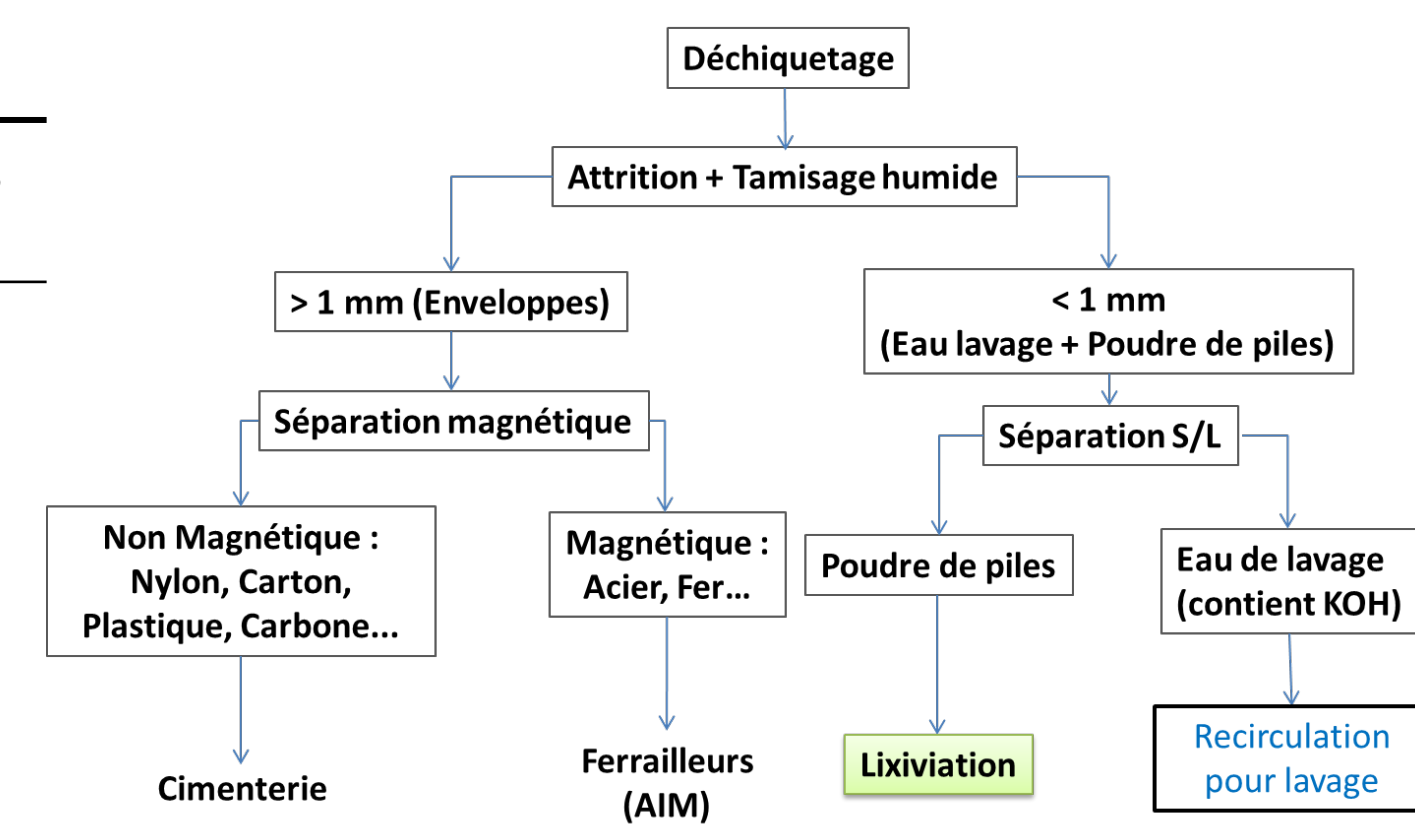
### 4.1 - Caractérisation des déchets de piles



### 4.2 - Performance du prétraitement (Attrition + Tamisage)

Récupération des poudres métalliques avec réutilisation des eaux de lavage (R1 à R5)

| Proportion de poudre récupérée (%) | Lavage 1 (L1) | Lavage 2 (L2) | Lavage 3 (L3) |
|------------------------------------|---------------|---------------|---------------|
| Lavage sans réutilisation R0       | 94,2 ± 1,8    | 4,5 ± 1,7     | 1,4 ± 0,2     |
| R1                                 | 93,5          | 4,7           | 1,7           |
| R2                                 | 93,9          | 4,4           | 1,6           |
| R3                                 | 94,1          | 4,3           | 1,5           |
| R4                                 | 95,1          | 3,5           | 1,3           |
| R5                                 | 96,4          | 2,5           | 1,0           |



Optimisation du ratio S/L du lavage (attrition)

| Ratio S/L (% - p/v) | Efficacité d'enlèvement du K (%) |
|---------------------|----------------------------------|
| 5                   | 86                               |
| 10                  | 84                               |
| 20                  | 77                               |
| 30                  | 71                               |

### 4.3 - Performance de la lixiviation sélective (1<sup>ère</sup> lixiviation)

Essais de 1<sup>ère</sup> lixiviation pour favoriser la dissolution du Zn:

| Ratio S/L (% - p/v) | [H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> ] (M) | Efficacité de la lixiviation sélective (%) |      |      |      |
|---------------------|---------------------------------------|--|------|------|------|
|                     |                                       | Fe   | K    | Mn   | Zn   |
| 10                  | 0,5                                   | 1,83                                       | 86,0 | 39,5 | 81,6 |
| 20                  | 1,0                                   | 5,54                                       | 88,1 | 39,9 | 79,7 |
| 30                  | 1,5                                   | 1,60                                       | 85,7 | 37,7 | 74,3 |
| 40                  | 2,0                                   | 9,46                                       | 84,8 | 37,8 | 74,4 |

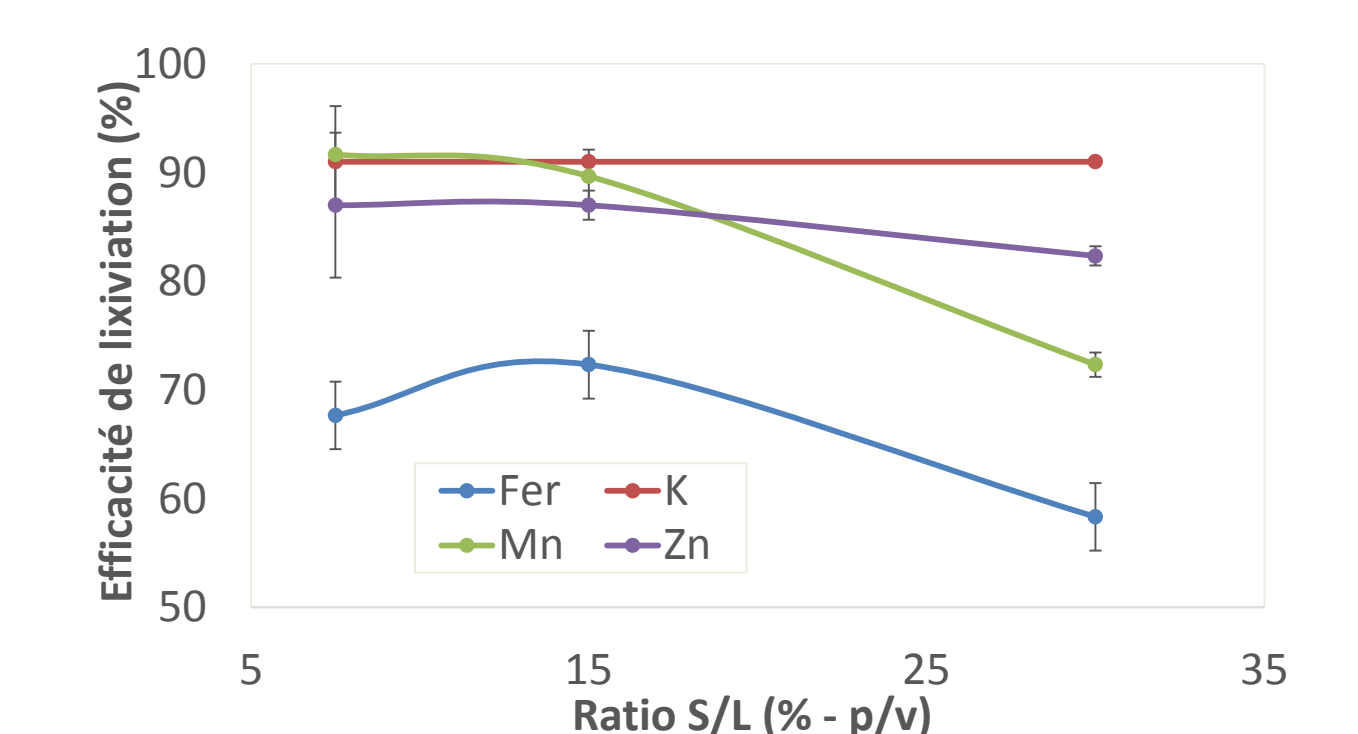
Cinétique de lixiviation:

| Ratio S/L (% - p/v) | Temps (min) | Concentration (g/L) |      |      |      |
|---------------------|-------------|---------------------|------|------|------|
|                     |             | Fe                  | K    | Mn   | Zn   |
| 40                  | 45          | 0,01                | 5,30 | 28,8 | 84,4 |
| 40                  | 60          | 0,01                | 5,20 | 28,2 | 83,4 |
| 40                  | 75          | 0,01                | 5,30 | 28,8 | 85,0 |
| 40                  | 90          | 0,01                | 5,30 | 28,8 | 85,0 |

### 4.4 - Performance de la lixiviation sélective (2<sup>ème</sup> lixiviation)

Essais de 2<sup>ème</sup> lixiviation pour favoriser la dissolution du Mn (avec ajout de l'agent réducteur Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>):

- 0,45 g de Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/g de poudre de piles
- [H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] = 2 M
- T° ambiante
- Vitesse d'agitation = 200 rpm
- Temps de réaction = 45 min



### 4.5 - Performance de la précipitation sélective

| Élément   | Fe   | K     | Mn   | Zn   |
|---|------|-------|------|------|
| Lixiviat initial (g/L)                            | 5,26 | 1,63  | 36,5 | 21,8 |
| Après précipitation Fer (g/L)                     | 0,00 | 1,62  | 34,5 | 19,7 |
| Efficacité d'enlèvement (%)                       | 99,9 | 0,55  | 5,34 | 9,62 |
| Avant ajout Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (g/L) | 0,00 | 1,34  | 25,1 | 0,03 |
| Efficacité d'enlèvement (%)                       | 78,0 | 0,00  | 11   | 99,4 |
| Après précipitation MnCO <sub>3</sub> (g/L)       | 0,00 | 1,44  | 0,00 | 0,00 |
| Efficacité d'enlèvement (%)                       | 54,6 | -7,24 | 99,9 | 96,4 |

Composition des précipités lavés:

| Élément  | Fe   | K    | Mn   | Zn   | Na   |
|--|------|------|------|------|------|
| Composition précipité ZnS (g/kg)               | 0,15 | 0,16 | 89,0 | 460  | 1,67 |
| Composition précipité ZnS (%)                  | 0,03 | 0,03 | 16,0 | 83,0 | 0,30 |
| Composition précipité MnCO <sub>3</sub> (g/kg) | 0,25 | 0,08 | 454  | 2,95 | 9,60 |
| Composition précipité MnCO <sub>3</sub> (%)    | 0,05 | 0,02 | 96,8 | 0,63 | 2,05 |

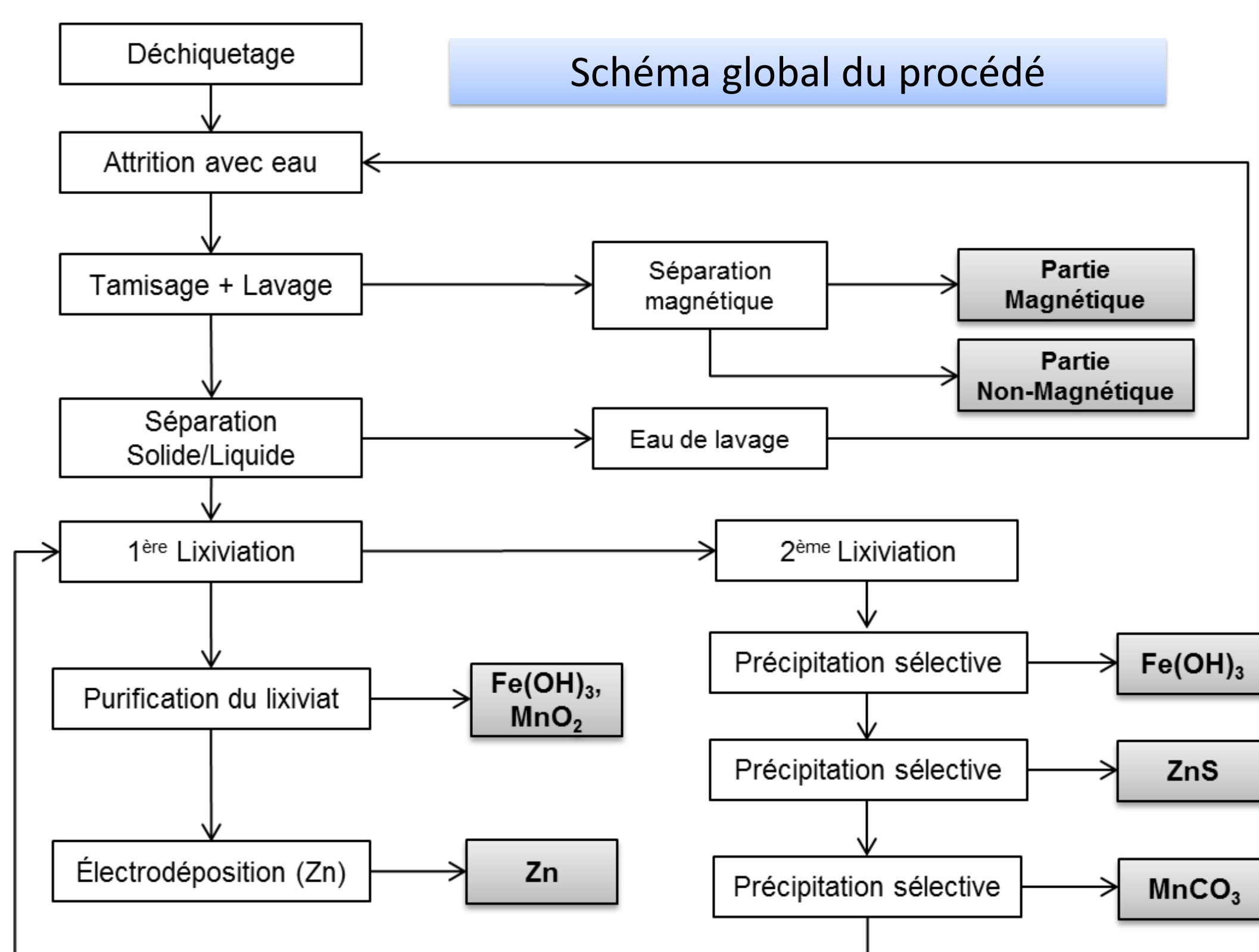
## 2 - Objectifs du projet

Développer et valider, à l'échelle pilote, une filière technologique efficace et économique permettant la récupération des métaux (zinc et manganèse) présents dans les déchets de piles alcalines

## 3 - Méthodologie



Schéma global du procédé



## 5 - Conclusions

Lavage (Attrition + Tamisage)

- Moyen efficace pour récupérer les poudres collées sur les enveloppes
- Recirculation en boucle des eaux de lavage efficace
- Rend la lixiviation encore plus efficace (vu que le KOH est enlevé)

Lixiviation

- Une lixiviation en deux étapes pour favoriser la dissolution d'un élément
- 1<sup>ère</sup> lixiviation avec [H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] = 2 M et ratio S/L = 40% : 30% pour le Mn et 80% pour le Zn
- 2<sup>ème</sup> lixiviation avec [H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>] = 2 M et 0,45 g Na<sub>2</sub>S<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/g de poudre de piles efficace

Précipitation sélective des métaux

- Précipitation Fe(OH)<sub>3</sub> très efficace
- Précipitation du ZnS avec lavage du résidu : ZnS = 69% et MnS = 14%
- Précipitation du MnCO<sub>3</sub> très efficace (pureté après lavage = 95%)

## 6 - Références

- Lachapelle-Charrette, S. (2014). Récupération et traitement des piles au Québec pour mettre en œuvre la responsabilité élargie des producteurs. Mémoire de maîtrise, Univ. de Sherbrooke, 120 p.
- Frohlich, S. et Sewing, D. (1995). The BATENUS process for recycling mixed battery waste. Journal of Power Sources 57 (1-2) : 27-30.
- Provazi, K., Campos, B.A., Espinosa, D.C.R. et Tenorio, J.A.S. (2011). Metal separation from mixed types of batteries using selective precipitation and liquid-liquid extraction techniques. Waste Management 31(1) : 59-64.

## 7 - Remerciements

