

Synthèse technique – Mini-Réacteur DRI & Mini-Four à Arc

1. Mini-Réacteur de Réduction Directe du Fer (DRI)

Principe de fonctionnement

Le procédé consiste à réduire l'oxyde de fer (Fe_2O_3) en fer métallique à l'aide de gaz réducteur hydrogène (H_2), à une température de 900 à 1000 °C. Le fer obtenu est à l'état solide (préréduit), utilisable en aval dans un four à arc.

Réaction chimique : $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$

Dimensionnement proposé (échelle laboratoire)

Élément	Spécifications
Type de réacteur	Four à cuve vertical (zones : réduction, transition, refroidissement)
Hauteur	0,5 m
Diamètre	0,1 m
Température de travail	900 – 1000 °C
Capacité de production	≈ 1 kg/h de fer préréduit
Chauffage	Résistances électriques ou brûleurs internes
Refroidissement	Par air ou eau (échangeur simple)
Capteurs intégrés	Température, débit, pression
Matériaux	Réfractaires haute température
Sécurité	Détecteurs H_2 , soupapes, arrêt d'urgence

Consommation en hydrogène (H_2)

Réaction : $\text{Fe}_2\text{O}_3 + 3\text{H}_2 \rightarrow 2\text{Fe} + 3\text{H}_2\text{O}$

Données stœchiométriques :

- Masse molaire Fe_2O_3 = 159.7 g/mol

- Masse molaire H_2 = 2 g/mol

- 6 g de H_2 permettent de produire 111.6 g de Fe

→ Pour produire 1 kg de Fe : $(6 / 111.6) \times 1000 \approx 53.76$ g de H_2

→ Avec une marge de 20 % : $53.76 \times 1.2 \approx 64.5$ g de H_2/h

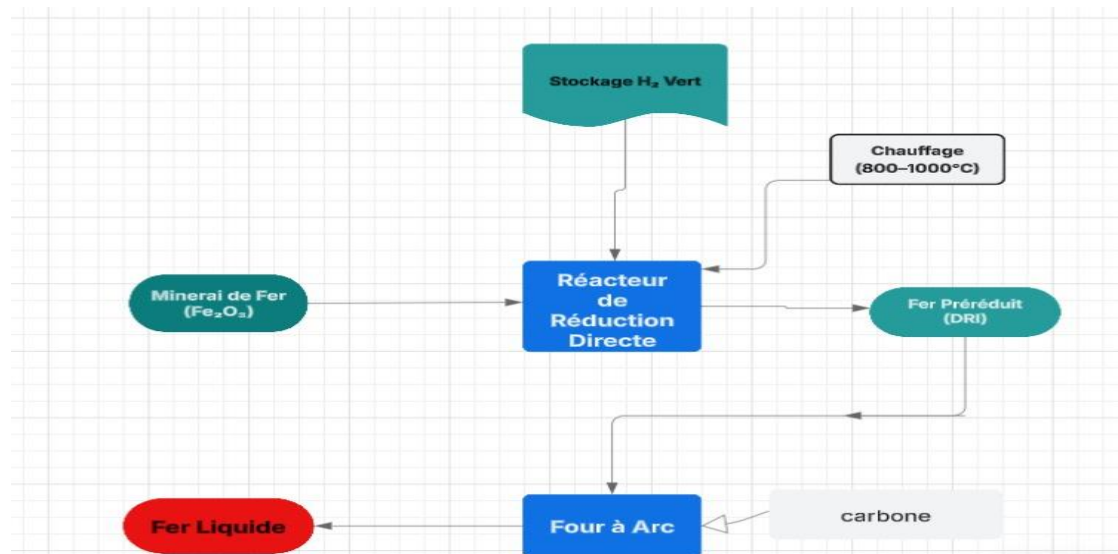
2. Mini-Four à Arc pour la Fusion du Fer

Principe de fonctionnement

Deux électrodes (carbone ou tungstène) génèrent un arc électrique qui permet de chauffer et fondre le fer à sa température de fusion (1538 °C). Ce procédé simule à petite échelle la fusion industrielle en four électrique.

Dimensionnement proposé (échelle laboratoire)

Élément	Spécifications
Dimensions internes	20 × 20 × 20 cm
Volume de la chambre	≈ 8 litres
Température de fusion	≈ 1538 °C
Puissance requise	12 à 15 kW
Tension / Courant	50 V / 250 A
Électrodes	Carbone ou tungstène, Ø 5–10 mm, L ≈ 18 cm
Matériaux réfractaires	Briques réfractaires ou laine céramique
Contrôle thermique	Thermocouple ou pyromètre
Sécurité	Mise à la terre, fusibles, disjoncteurs, ventilation forcée



Conclusion

Les deux dispositifs proposés – le mini-réacteur DRI utilisant exclusivement Fe₂O₃ et le gaz H₂, et le mini-four à arc – permettent une illustration pédagogique complète du processus sidérurgique, de la réduction à la fusion. Ils sont dimensionnés pour une utilisation

sécurisée en laboratoire, tout en respectant les conditions réalistes des procédés industriels.