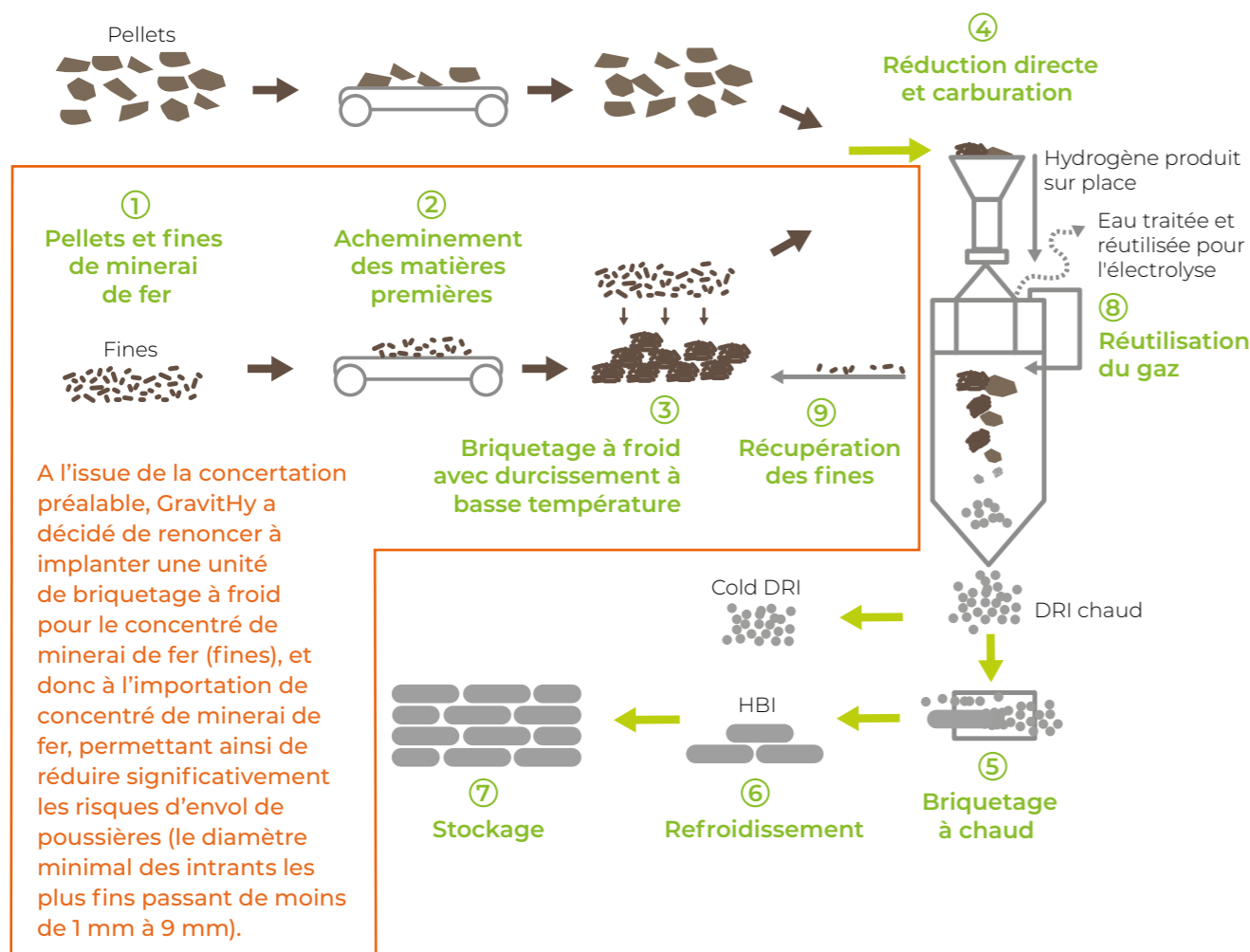


LE PROCÉDÉ DE PRODUCTION DE DRI PAR GRAVITY

L'usine de production de DRI est principalement composée d'une tour de DRI, d'un électrolyseur, d'une usine de traitement des eaux et de systèmes de briquetage à chaud (pour la production de HBI) et de briquetage à froid pour la production de briquettes issues de co-produits

métalliques et de minerai de fer concentré. Sont également nécessaires des systèmes de manutention (convoyeur, tour de transfert, etc.) ainsi qu'un système de réchauffage des gaz (qui pourrait être un réchauffeur électrique).

Figure 1. Le procédé de production de DRI par Gravity



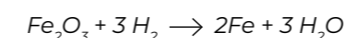
LES ÉTAPES DE LA PRODUCTION DE DRI À PARTIR D'HYDROGÈNE ISSU DE L'ÉLECTROLYSE :

① **Stockage des intrants** : Une fois déchargés, les pellets et fines* de minerai de fer sont stockés dans une aire dédiée. Ce stockage sert de tampon pour garantir un approvisionnement constant à l'installation, même en cas de retard de livraison. Des engins de reprise tels que des appareils à roues à godets sont utilisés pour récupérer les intrants stockés et les envoyer aux unités de traitement.

② **Acheminement des matières premières sur le site** : Les convoyeurs à bandes, composés d'une longue bande se déplaçant entre des poulies, sont les moyens privilégiés de transport des matériaux au sein de l'usine. Le minerai de fer* est acheminé de convoyeur en convoyeur via les points de transfert pour atteindre les unités de conversion des fines métalliques vers l'unité de briquetage et des pellets vers le four à DRI.

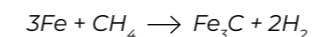
③ **Formation des agglomérats au sein de l'unité de briquetage à froid** : L'usine développée par Gravity comporterait une unité de briquetage dite "à froid" permettant d'agglomérer les fines* en briquettes pour faciliter le processus de réduction directe. Cette étape n'est pas nécessaire pour les pellets, déjà prêts à l'emploi. **A l'issue de la concertation préalable, Gravity a décidé de renoncer à implanter une unité de briquetage à froid pour le concentré de minerai de fer (fines), et donc à l'importation de concentré de minerai de fer, permettant ainsi de réduire significativement les risques d'envol de poussières (le diamètre minimal des intrants les plus fins passant de moins de 1 mm à 9 mm).**

④ **Réduction directe et carburation** : De l'hydrogène chaud est injecté dans le four. L'usine utilisera un four de réduction de diamètre intérieur de plus de 7 mètres et d'environ 135 mètres de hauteur. L'hydrogène agit comme un agent réducteur, c'est-à-dire qu'il « enlève » l'oxygène du minerai de fer* sous forme dite hématite (Fe_2O_3). La réaction principale est la suivante :



Afin d'assurer une teneur en carbone minimale du DRI et de minimiser la consommation électrique des EAF* utilisateurs, de diminuer leur temps de coulée (et d'augmenter ainsi la productivité), l'ajout d'une faible quantité de méthane (CH_4) est nécessaire pour opérer une carburation (renforcement en carbone de l'acier nécessaire à certains usages et optimisation des EAF). Gravity étudie la possibilité d'utiliser du biométhane*, produit à partir d'énergies renouvelables, qui n'est pas émetteur de CO_2 de manière plus volontariste que l'augmentation progressive prévue dans les réseaux de gaz.

La réaction de carburation privilégiée est la suivante :



Cette réaction génère également de l'hydrogène, qui est aussi utilisé pour la réduction du minerai. Une fois que la réduction et la carburation sont terminées, le produit, désormais appelé fer réduit direct (DRI) avec une teneur en carbone accrue, est extrait du four. Le gaz réducteur non converti est recyclé et réintroduit dans le réacteur pour un usage continu, ce qui rend le procédé plus économe en énergie.

⑤ **Briquetage à chaud** : L'usine de production de DRI de Gravity pourrait comporter une unité de briquetage à chaud ou presse à briquettes recevant une partie du DRI sortant du four et le compactant à chaud sous forme de briquettes denses. Cette compaction augmente la densité du DRI et lui permet de simplifier son transport, notamment maritime, sous forme de HBI (« Hot Briquetted Iron » ou « fer aggloméré à chaud »).

⑥ **Refroidissement** : Le fer aggloméré à chaud (HBI) ainsi que le DRI chaud sont ensuite refroidis dans un échangeur de chaleur à air jusqu'à la température ambiante, le DRI chaud formant ainsi du Fer Réduit à Froid dit « Cold DRI ou CDRI ».

⑦ **Inertage* et passivation lors du stockage** : Gravity appliquerait des méthodes d'inertage et de passivation afin de permettre un stockage sécuritaire du CDRI produit et ainsi éviter les risques potentiels d'auto-inflammation notamment associés au CDRI.

HBI (fer aggloméré à chaud) :

— Stockage : Le HBI est généralement stocké dans des zones bien ventilées et à l'abri des éléments, en particulier de l'eau.

CDRI (fer réduit directement à froid) :

— Passivation : La passivation est un processus par lequel une fine couche d'oxyde est intentionnellement formée sur la surface du CDRI pour le protéger contre une oxydation ultérieure. Dans le contexte du CDRI, la passivation est réalisée en exposant le produit à un flux d'air contrôlé pendant une période déterminée. Cela forme une fine couche protectrice d'oxyde sur les particules de fer, réduisant ainsi le risque d'oxydation ultérieure lorsqu'il est stocké.

— Inertage* : Tout comme pour le HBI, l'inertage peut également être utilisé pour le CDRI, en particulier lorsqu'il est stocké en vrac dans de grands silos ou des conteneurs. L'objectif est de minimiser la teneur en oxygène* pour éviter tout risque d'auto-inflammation.

— Stockage : En raison de sa nature fine et poreuse, le CDRI est plus susceptible de réagir avec l'humidité ou l'oxygène de l'air. Par conséquent, il doit être stocké dans un endroit sec, à l'abri des éléments, et de préférence sous une atmosphère inerte pour éviter tout risque d'auto-inflammation ou d'oxydation.

⑧ **Les gaz quittent le réacteur et sont recyclés dans un circuit fermé** qui reconduit le gaz pour le réutiliser dans le réacteur. La chaleur recyclée est utilisée en interne dans le circuit au moyen de la récupération de chaleur.

⑨ **La réduction directe du minerai de fer génère des fines tout au long du processus qui sont réutilisables** (particules composées d'oxyde de fer) et de la poudre. Elles seraient collectées et réutilisées dans un nouveau cycle de réduction dans le réacteur. Néanmoins, les fines ne peuvent être réutilisées directement dans le réacteur. Elles doivent être préalablement transformées de telle façon qu'elles résistent aux conditions du processus de réduction. En conséquence, les fines seraient collectées et transformées en briquettes dans l'usine de briquetage à froid, permettant ainsi de réduire la consommation de minerai de fer tout en minimisant les envois de poussières du fait de système de collectes des poussières prévus dès la construction.

Une faible quantité de déchets solides résiduels, non dangereux, pourrait être issue du processus. La quantité précise et les modalités de valorisation feront l'objet d'études complémentaires en amont du dossier d'autorisation environnementale. En cas de déchets ultimes non valorisables, ceux-ci seraient mis en décharge. **A l'issue de la concertation préalable, Gravity a décidé de renoncer à implanter une unité de briquetage à froid pour le concentré de minerai de fer (fines), et donc à l'importation de concentré de minerai de fer, permettant ainsi de réduire significativement les risques d'envol de poussières (le diamètre minimal des intrants les plus fins passant de moins de 1 mm à 9 mm).**

Gravity ne prévoit pas à ce jour de construire d'unité de traitement de l'air pour satisfaire le besoin en azote* de ses équipements. Elle pourrait ainsi acheter l'azote aux industriels voisins afin de réduire ses besoins en foncier et en consommation électrique.