



Guide d'introduction à l'utilisation des AFR en Tunisie

**Utilisation des combustibles alternatifs en Tunisie :
une approche méthodologique**

Publié par la

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Mandaté par la



Ministère fédéral
de l'Environnement, de la Protection de la Nature
et de la Sécurité nucléaire

de la République fédérale d'Allemagne

À son titre d'entreprise fédérale, la GIZ aide le gouvernement fédéral allemand à concrétiser ses objectifs en matière de coopération internationale pour le développement durable.

Publié par

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sièges de la société

Bonn et Eschborn, Allemagne

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5

65760 Eschborn, Germany

T +49 61 96 79-1022

F +49 61 96 79-80 1022

E proklima@giz.de

I www.giz.de/proklima

Désignation du programme/projet

Global Carbon Market - Tunisia Unit (GCM)

Responsable

Torsten Greis, Chef de Projet, torsten.greis@giz.de

Auteur

Stéphane Poellaer, stephane.poellaer@alterline.eu, (Alterline)

Seif Derouiche, seif.derouiche@giz.de (GIZ, GmbH, Tunisia)

Revue

Seif Derouiche (GIZ, GmbH, Tunisia)

Collecte des données

Stéphane Poellaer (Alterline, Bureau d'études)

Remerciement

Nous remercions tout le secteur cimentier Tunisien, pour son engagement, sa précieuse coopération et l'implication de toutes les parties-prenantes concernées dans la réalisation de ce travail.

Conception

Sana Ben Ammar, Com'In, Tunisie

Crédits photos

GIZ/GCM

Renvois et liens

La présente publication comporte des liens ou renvois vers des sites Internet externes. Les contenus des sites externes liés relèvent de la responsabilité des fournisseurs ou hébergeurs de ces sites. Lors du premier référencement, la GIZ a vérifié si le contenu de tiers n'était pas de nature à entraîner une responsabilité civile ou pénale. Cependant, il ne saurait être raisonnablement envisagé de procéder à un contrôle permanent du contenu des sites liés en l'absence d'indices concrets de violation du droit. Si la GIZ constate ou si on lui signale qu'une offre externe pour laquelle elle a mis un lien à disposition soulève une responsabilité civile ou pénale, le lien correspondant sera immédiatement supprimé. La GIZ se démarque expressément de tels contenus.

Sur mandat du

Ministère fédéral Allemand de l'Environnement, de la Protection de la Nature et de la Sécurité Nucléaire (BMU)

Division KI II 7 International Climate Finance, International Climate Initiative

11055 Berlin, Germany

T +49 30 18 305-0

F +49 30 18 305-4375

La GIZ est responsable du contenu de cette publication.

Tunisie, 2019

SOMMAIRE

Lexique	4
Introduction	6
2.1 Le contexte Tunisien.....	6
2.2 Etapes principales d'un projet de développement AFR.....	8
2.3 Principes généraux du preprocessing.....	10
2.4 Principes généraux du coprocessing.....	12
2.5 Cadre légal et réglementaire.....	15
2.6 Engagement des parties prenantes, gouvernance et communication.....	16
Fiches pratiques	18

LEXIQUE

AF	Alternative Fuel = combustible alternatif
AFR	Alternative Fuels and Raw materials = combustibles et matières premières alternatives
AR	Alternative Raw materials = matières premières alternatives
BPE	Bas Point d'Eclair (liquide produisant des vapeurs à concentration explosible sous 55°C)
CEMS	Continuous Emission Monitoring System : Système de surveillance continue des émissions
CFD	Computational Fluid Dynamics (modélisation informatique basée sur l'étude de la dynamique des fluides)
Clinker	composant de base du ciment, produit à haute température dans un four cimentier à partir de calcaire, d'argiles et d'ajouts (généralement des oxydes de fer et d'aluminium). Une fois finement broyé et mélangé aux ajouts nécessaires (par exemple du gypse, des cendres volantes ou du laitier) on obtient le ciment.
Coprocessing	valorisation de déchets (AF) dans un procédé industriel
COT	Carbone Organique Total
CSR	Combustible Solide de Récupération = RDF, SRF, Fluff (voir SRF)
DIB	Déchet Industriel Banal (ou DND : Déchet Non Dangereux)
DIS	Déchet Industriel Spécial (ou DD : Déchet Dangereux)
DSS	Dried Sewage Sludge = boues séchées (généralement de stations de traitement des eaux)
Fluff	CSR, RDF, SRF (voir SRF)
GAV	Gross Added Value = Valeur ajoutée brute du coprocessing pour le cimentier (ne prend pas en compte le coût des impacts négatifs sur le procédé)
GES	Gaz à Effet de Serre
HPE	Haut Point d'Eclair (liquide inflammable ne produisant pas de vapeurs à concentration explosible sous 55°C)
KPI	Key Performance Indicator = Indicateur de performance clef (ex : GAV, SB...)
MSW	Municipal Solid Waste = ordures ménagères (OM)
NCB	Net Cash Benefit = prix de l'AF après déduction des coûts opérationnels (preprocessing interne, coûts opérationnels liés à l'alimentation en AF)
NOx	Oxydes d'azote
OM	Ordures Ménagères
P&IDs	Process & Instrumentation Diagrams (schémas de process et d'instrumentation)
PCI	Pouvoir Calorifique Inférieur
Preprocessing	prétraitement visant à transformer un déchet en combustible alternatif (AF)
RDF	Refuse Derived Fuel = CSR, SRF, Fluff (voir SRF)
SB	Substitution Benefit = bénéfice lié à la substitution du combustible traditionnel (combustible traditionnel « épargné »)
SSE	Santé Sécurité Environnement
SRF	Solid Recovered Fuel = CSR, RDF, Fluff = combustible solide de substitution, généralement un broyat de différents déchets, comprenant d'ordinaire des fractions de plastiques mous et durs, de caoutchoucs, de papier, de carton, de textiles et de bois
TDF	Tire Derived Fuel = chips (broyat) de pneus
TEE (%)	Thermal Economic Equivalent = indicateur du gain économique issu de l'utilisation des AFR, exprimé en comparant le coût réel des combustibles au coût théorique qui aurait été obtenu sans AFR (à TSR = 0%)

TPA	Tonnes par an (ktpa : kilotonnes par an ; tph : tonnes par heure ; tpj : tonnes par jour)
TSR (%)	Thermal Substitution Ratio = pourcentage de substitution thermique du combustible traditionnel

INTRODUCTION

2.1 Le contexte Tunisien

Suite aux accords de Paris, la Tunisie s'est engagée, sur une base de volontariat, à réduire son intensité carbone de 41% d'ici 2030 versus 2010. La réalisation de cet objectif ambitieux est conditionnée par le développement d'un environnement qui encourage les investissements.

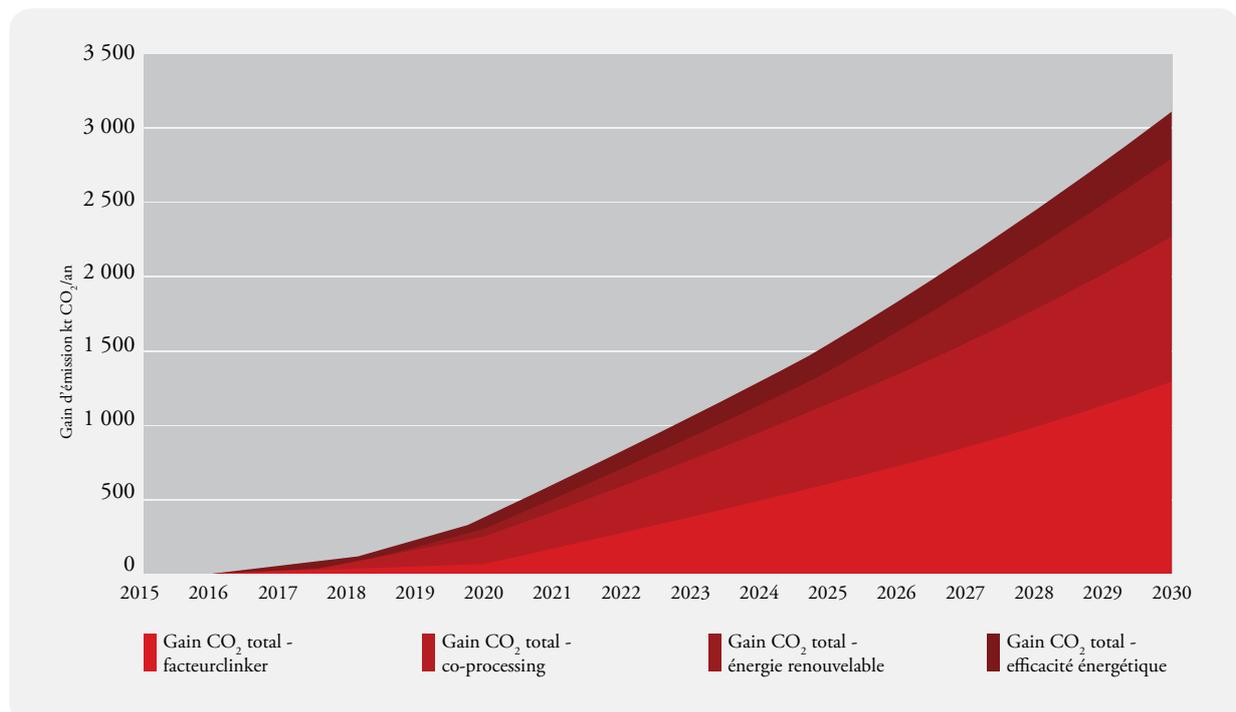
Le secteur cimentier est un secteur énergivore et représente une industrie grosse émettrice de Gaz à Effet de Serre (GES) en Tunisie. C'est dans ce cadre que l'Agence Nationale pour la Maitrise de l'Energie (ANME) a lancé, en 2013, une initiative destinée à engager le secteur cimentier tunisien dans un programme volontaire d'atténuation des émissions de GES. Cette initiative est appuyée par le Ministère Fédéral Allemand de l'Environnement, de la Protection de la Nature, de la Construction et de la Sûreté nucléaire (BMU) et exécuté par la Coopération Allemande au Développement (GIZ). Cette initiative a abouti à une proposition qui consiste à mettre en place un mécanisme d'atténuation des GES dans le secteur cimentier en Tunisie.

Cette initiative a été basée sur une large consultation des parties prenantes et a débouché sur l'identification d'un potentiel d'atténuation des émissions de GES non négligeable. Une récente étude d'impacts menée par un bureau d'expertise a permis d'évaluer ce potentiel à 18,3 MtCO₂éq entre 2016 et 2030. Celui-ci pourrait être concrétisé à travers la mise en oeuvre de quatre types de mesures d'atténuation identifiées en concertation avec les cimentiers :

- Les actions d'efficacité énergétique ;
- Les énergies renouvelables et plus particulièrement l'éolien ;
- L'utilisation de combustibles alternatifs (coprocessing de déchets en cimenterie) ;
- La réduction du taux de clinker dans le mélange du ciment.

Avec 6,6 MtCO₂éq évitées d'ici 2030, le coprocessing est un levier d'atténuation prépondérant (34 % de l'atténuation totale), comme illustré par la figure suivante.

Contribution de chaque levier d'atténuation des émissions de CO₂



Afin de stimuler les actions visant à la concrétisation des objectifs de ce levier stratégique, un projet d'appui aux parties prenantes a été mis sur pieds.

Le présent guide d'utilisation des AFR constitue un outil de support pour l'ensemble des parties prenantes. Celui-ci se justifie par une solution de coprocessing pertinente dotée d'un riche potentiel, comme le montrent les constats suivants :

- Entre 2010 et 2012, les inventaires GES ont montré que chaque année de cette période, 4 Mt de déchets ménagers ont fini en décharge.
- Selon les simulations du premier rapport biennal de la Tunisie (BUR1), ces quantités pourraient grimper à 8,6 Mt en 2030.
- Il faut ajouter à ces volumes des déchets dangereux, dont environ 100 ktpa pourraient être valorisés en cimenterie, ainsi que des déchets industriels banals (DIB), dont 100 ktpa également seraient utilisables comme combustible alternatif.
- La croissance des volumes de déchets ménagers, les enjeux environnementaux et les engagements de la Tunisie en la matière, sur le plan international sont autant de facteurs qui vont imposer aux autorités publiques la mise en place d'une réelle politique de gestion de déchets et l'adéquation des ressources correspondantes.
- De par son positionnement dans la pyramide de gestion des déchets, le coprocessing représente une option privilégiée pour le traitement et la valorisation des déchets.
- Avec neuf usines et près d'une quinzaine de fours, la capacité cimentière installée en Tunisie dispose d'un potentiel de coprocessing important, bien supérieur à la production nationale de déchets industriels et capable d'absorber les volumes de SRF que pourraient produire les TMB installés prochainement :

- Les Ciments de Jbel Oust « CJO » (groupe brésilien VOTORANTIM)
- Les Ciments d'Enfida « SCE » (groupe espagnol VALDERRIVAS)
- Les Ciments d'Oum El Kébil « CIOK » (Etat)
- La SOTACIB de Kairouan (groupe espagnol CEMENTS MOLINS INTERNATIONAL)
- La SOTACIB de Feriana, usine de ciment blanc (groupe espagnol CEMENTS MOLINS INTERNATIONAL)
- La société des Ciments de Gabes « SCG » (groupe portugais SECIL)



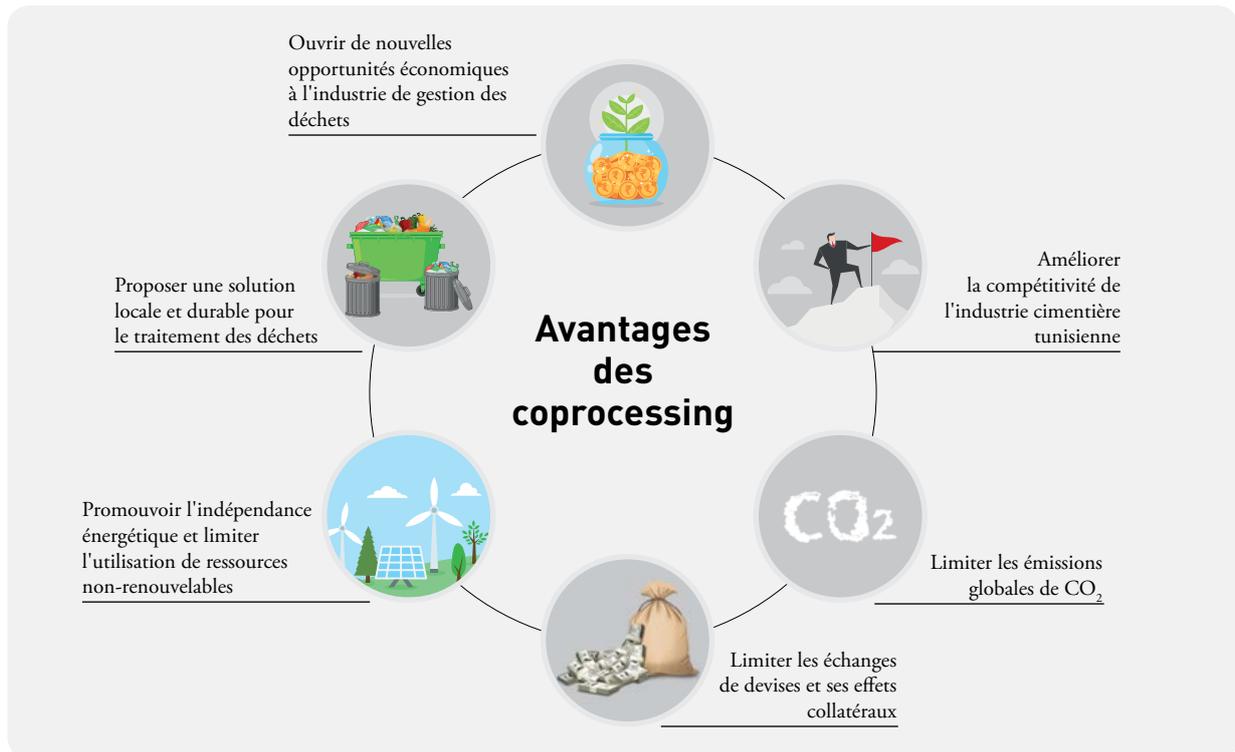
- Carthage Cement (Etat)
- Les Ciments de Bizerte « SCB » (Etat)
- Les Ciments Artificiels Tunisiens « CAT » (groupe italien COLACEM)

- Au-delà des économies réalisées sur les exploitations de décharges, le coprocessing permettra de produire

une énergie thermique compétitive par rapport à l'énergie noble actuellement utilisée en cimenterie, principalement le coke de pétrole.

- Cette filière de valorisation des déchets permettra ainsi à

l'Etat tunisien de réduire sa dépendance énergétique et d'alléger la balance des paiements, mais aussi de rendre les cimentiers plus autonomes par rapport au marché du coke de pétrole.



2.2 Etapes principales d'un projet de développement AFR

L'objectif principal d'un projet de combustible alternatif, (AF, alternative Fuel) est généralement de réduire le coût de production du clinker de manière durable et respectueuse de l'environnement et parfois d'apporter une solution au problème posé localement par le traitement de certains déchets.

La ligne d'alimentation AF, est un outil important pour atteindre cet objectif mais n'est pas suffisante en tant que telle. En particulier, si l'usine commence le coprocessing : dans ce cas, le meilleur moyen d'atteindre les objectifs fixés, notamment financiers, est de mettre en oeuvre un véritable processus de développement AF.

Ce processus vise à évaluer quelles performances peuvent être attendues, puis à les atteindre durablement. Il doit prendre en compte tous les aspects de la chaîne de valeur, le modèle économique adopté (achat / semi-intégré / intégré) et les paramètres spécifiques de l'usine. Les AF peuvent avoir un impact positif significatif sur le coût du combustible et les émissions de CO₂ fossile. Cependant, les impacts négatifs sur le procédé cimentier et sur la qualité du clinker doivent être évalués et atténués. Le coprocessing ne peut commencer que lorsque le fonctionnement du four est généralement stable et régulier, une condition requise pour minimiser les impacts négatifs.

Le processus de développement AF est généralement le suivant (certaines étapes sont effectuées simultanément) :

- Analyse du marché AF local (volumes, qualité et prix des AF disponibles) et objectifs de l'usine en termes de coprocessing et éventuellement de préprocessing (dans ce cas on effectuera une analyse de marché de l'ensemble des déchets locaux susceptibles d'être convertis en AF). Envisager la configuration organisationnelle. Sécuriser des volumes AF.
- Demande et obtention des permis nécessaires et communication.
- Déterminer la « base line » (ligne de base, ou socle) du procédé cimentier : évaluer dans quelle mesure les fondamentaux sont sous contrôle et quelles sont les limites du procédé pour chaque four. La stabilité du four, les KPI's du procédé (par exemple air faux, entrées en chlore), la qualité des combustibles et les fluctuations de l'alimentation, la performance et les réglages des brûleurs, les caractéristiques du cru, etc. seront pris en compte. Si nécessaire et en fonction des caractéristiques du précalcinateur, une modélisation CFD peut être utilisée pour simuler la combustion de différents AF, sélectionner le point d'alimentation optimal et envisager des modifications potentielles pour augmenter le taux maximal de substitution thermique (TSR).
- « Base case » (cas de base). Il ne peut être défini qu'à partir des résultats de l'analyse du marché AF et de la « base line » du procédé. Sinon cela ne correspondrait pas à la réalité locale, serait purement théorique, ce qui est une cause fréquente d'échec du projet AFR. Le « base case » est toujours spécifique à chaque usine et les impacts potentiels sur le fonctionnement du four et la qualité du clinker sont calculés. Les spécifications AF sont rédigées en conséquence.
- Scénarios AF : propositions et options pour maximiser le potentiel de coprocessing et atteindre les performances attendues avec un impact minimal sur la production, la qualité du clinker et les performances environnementales, de santé et de sécurité au travail. Les propositions devraient être priorisées :
 1. Actions liées au procédé et mesures organisationnelles :
 - Spécifications AF, procédure de sélection, contrôle qualité
 - Adaptation des paramètres du procédé, instructions de maintenance et d'opération
 - Formation AFR aux ingénieurs et aux opérateurs (quels sont les impacts possibles, comment atténuer les impacts négatifs potentiels sur le fonctionnement du four et la qualité du clinker, comment maîtriser les risques en matière d'environnement et de santé-sécurité au travail, comment prendre en compte l'impact sur le contrôle du four, comment échantillonner les AF etc.)
 2. Projets à investissement limité (par exemple, équipement de laboratoire AF, brûleur de nouvelle génération, modification de l'orifice du précalcinateur, instrumentation supplémentaire, équipement AF etc.)
 3. Projets à investissements plus importants (par exemple, ligne de stockage, manutention et d'alimentation AF ou ligne de pré-traitement, modifications importantes du précalcinateur, by-pass chlore etc.)
- Sur la base du scénario AF choisi, installation de la ligne d'alimentation AF (et éventuellement autres travaux liés au projet) [note : parfois une « ligne pour débutants », assez légère et à débit limité, est utilisée comme première étape pour mieux évaluer les limites du four et habituer les opérateurs au coprocessing]. La ligne de stockage, de manutention, de dosage et d'injection doit être considérée comme un équipement fonctionnel unique, conçu comme tel. La conception détaillée de chaque équipement AFR est de première importance en raison de la tendance au voûtage et au colmatage de nombreux AFR et du comportement élastique et abrasif des SRF. La conception est principalement basée sur l'expérience (« le diable est dans les détails »). La lutte contre l'incendie doit généralement être envisagée.
 - Conception de base (basic design) de la ligne complète (description fonctionnelle, P&IDs, paramètres d'exploitation) et options techniques, planification, évaluations budgétaires, évaluation des risques

- Sélection de l'option technique
- Rédaction du cahier des charges (spécifications techniques) et processus d'appel d'offres
- Sélection et commande auprès du (des) fournisseur (s)
- Montage des équipements
- Mise en service de la ligne et montée en puissance
- Revue après réalisation, phase d'auto-amélioration, système d'audit AFR, formation régulière des opérateurs, etc.

Toutes ces étapes sont les briques fondamentales du projet AFR et doivent être considérées pour atteindre durablement le niveau de performance attendu. L'étape limitante en termes de calendrier de projet est souvent le permis. L'analyse du marché AF, la détermination de la « base line » du four et la conception de base de l'installation doivent être commencées pendant le processus d'autorisation afin de minimiser le délai d'exécution du projet.

Il est toujours recommandé de s'appuyer sur des experts, externes ou internes (groupes importants ayant des services de support internes expérimentés en projets AFR) mais issus de l'industrie cimentière et y ayant acquis une expérience importante dans la préparation, la manutention et la valorisation des AFR.

2.3 Principes généraux du preprocessing

Le preprocessing est le prétraitement permettant de transformer un déchet en combustible alternatif (AFR). En

effet, la plupart des déchets ne peuvent être directement valorisés à cause de leurs propriétés physico-chimiques (hétérogénéité, granulométrie, humidité, présence de corps étranger, caractère collant...).

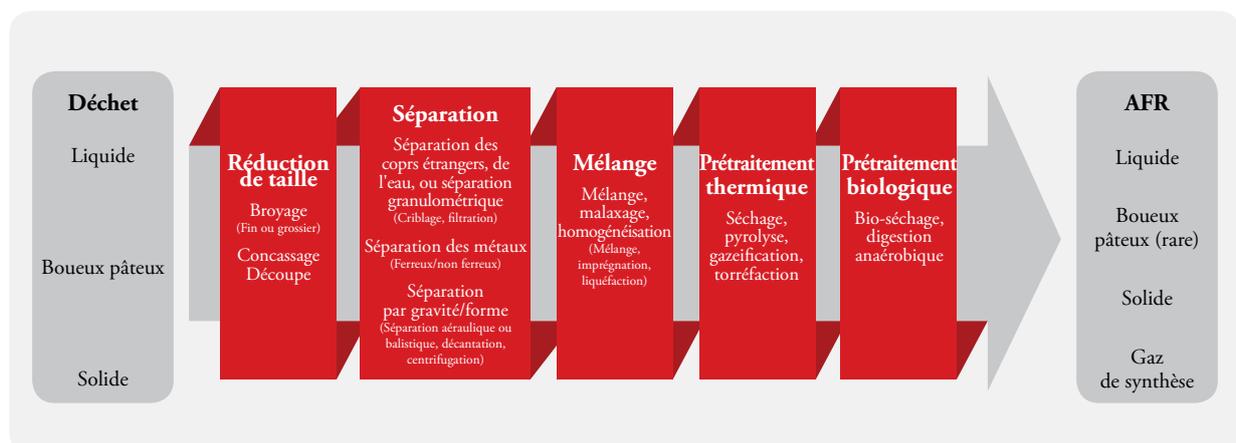
La méthode choisie dépend bien entendu du type de déchets (mono flux, en mélange, etc...) et de leurs caractéristiques (état, propriétés physiques, présence de corps étrangers, point d'éclair etc.) et vise généralement à :

- Adapter la granulométrie (distribution de la taille des particules)
- Réduire la teneur en eau (humidité)
- Séparer les corps étrangers, les fractions incombustibles ou le PVC
- Modifier la viscosité ou transformer des déchets boueux-pâteux en solides
- Assurer l'homogénéité nécessaire (PCI mais aussi chlore, soufre, cendres, alcalins)

Les spécifications des AF, et donc le degré de prétraitement nécessaire, est aussi dépendant des spécificités de chaque site cimentier et du point d'injection (voir ci-après).

Le prétraitement est réalisé par le cimentier lui-même, par une Joint-Venture entre le cimentier et un partenaire ou par un acteur extérieur (souvent collecteur de déchets).

Les différents modes de prétraitement sont les suivants :



Si l'homogénéisation est une bonne pratique et est généralement indispensable afin d'obtenir un AF aux propriétés suffisamment stables, la dilution d'un composé non souhaité, voir nocif, est interdite. Par exemple :

- Il sera autorisé de mélanger différents flux de DIB ou de solvants usagés pour la production d'AF afin de limiter les fluctuations de PCI, d'humidité ou de chlore.
- Il sera interdit d'ajouter peu à peu un flux de déchets extrêmement riche en métaux lourds au reste des déchets afin de ne pas atteindre les limites fixées par les spécifications ou réglementations.

Les critères d'acceptation des déchets sur une plateforme de prétraitement seront bien plus larges que ceux des AFR en cimenterie, de par le prétraitement (possible séparation et élimination de fractions) et l'homogénéisation qui en résulte.

La sélection des déchets à prétraiter est basée sur :

- Les spécifications de l'AF qui sera produit
- Les installations de prétraitement et notamment
- La capacité éventuelle de séparation
 - Métaux
 - Lourds <> Légers (solides)
 - Fins <> grossiers (solides)
 - Corps étrangers
 - PVC (solides)
 - Eau, sédiments (liquides)
- La protection ATEX et incendie de la ligne (BPE <> HPE, inflammabilité et explosivité des poussières produites etc.)
- La conception générale de la ligne : résistance aux corps étrangers, fosse, etc
- Les aspects réglementaires et opérationnels

Seuls les déchets permettant une maîtrise de l'ensemble des risques liés au préprocessing comme ensuite au coprocessing peuvent être considérés. A fortiori, les

déchets interdits au coprocessing (guideline GIZ) le sont également au préprocessing si les risques ne sont pas maîtrisés ou si la séparation efficace de ces matériaux de l'AF ne peut être garantie avant coprocessing :

- Explosifs
- Déchets contenant de l'amiante
- Déchets à haute concentration en cyanures
- Batteries et piles
- Acides minéraux
- Oxydants forts
- Déchets pathogènes
- Déchets d'hôpitaux anatomiques
- Déchets radioactifs [jamais acceptables]
- Déchets électroniques (non triés / séparés)
- Déchets municipaux non traités [acceptables en entrée TMB par exemple]

Un contrôle qualité efficace devra être mis en oeuvre, incluant des procédures de réception et d'acceptation. Pour chaque flux de déchets (comme pour les AFR préparés), les informations seront regroupées dans un « dossier permanent » de manière à assurer la traçabilité. Il rassemblera les informations telles que :

- Données générales : désignation du déchet, source, volume, disponibilité, propriétés macroscopiques et informations générales
- Propriétés chimiques et physiques : composition chimique, point d'éclair, viscosité, granulométrie, etc.
- Renseignements sur l'OH&S : protections requises, premiers secours, etc.
- Informations sur la manipulation et le stockage
- Rapport d'essai industriel (premier prétraitement du déchet)
- Enregistrement de tous les incidents et anomalies

Le risque lié à des déchets en provenance d'un producteur déterminé est généralement moindre que le risque lié aux déchets en mélange obtenus de collecteurs. Un plan de contrôle doit être mis en place en collaboration avec

le producteur de déchets (échange des analyses, audits / visites mutuelles...) ou le collecteur. Les analyses réalisées dépendront du type de déchet. Pour les déchets dangereux liquides (et éventuellement boueux-pâteux), un test de compatibilité, indispensable, sera mis en place selon les bonnes pratiques.

2.4 Principes généraux du coprocessing

Le coprocessing se définit par l'utilisation de déchets dans des procédés industriels hautement consommateurs de ressources naturelles (ciment, chaux, acier, verre, électricité, etc...), au lieu d'énergie fossile et de matières premières naturelles.

Dans le cas de déchets combustibles, le coprocessing se résume ainsi par la valorisation simultanée d'énergie et de matières premières (cendres).

Comme illustré par la figure suivante le coprocessing offre une solution mieux positionnée dans la hiérarchie des modes de gestion de déchets, par rapport aux solutions d'incinération classique et de mise en décharge.

Il est aujourd'hui clairement établi que le coprocessing présente les avantages suivants :

- Préservation des ressources naturelles (matière et énergie) non-renouvelables
- Approche intégrée émettant moins de CO₂
- Réduction des impacts environnementaux liés à l'exploitation des ressources naturelles (extraction, transformation, transport, ...)
- Baisse de la dépendance en combustibles fossiles et en matières premières naturelles
- Réduction des impacts environnementaux des opérations d'élimination (incinération, exploitation de décharges etc.)

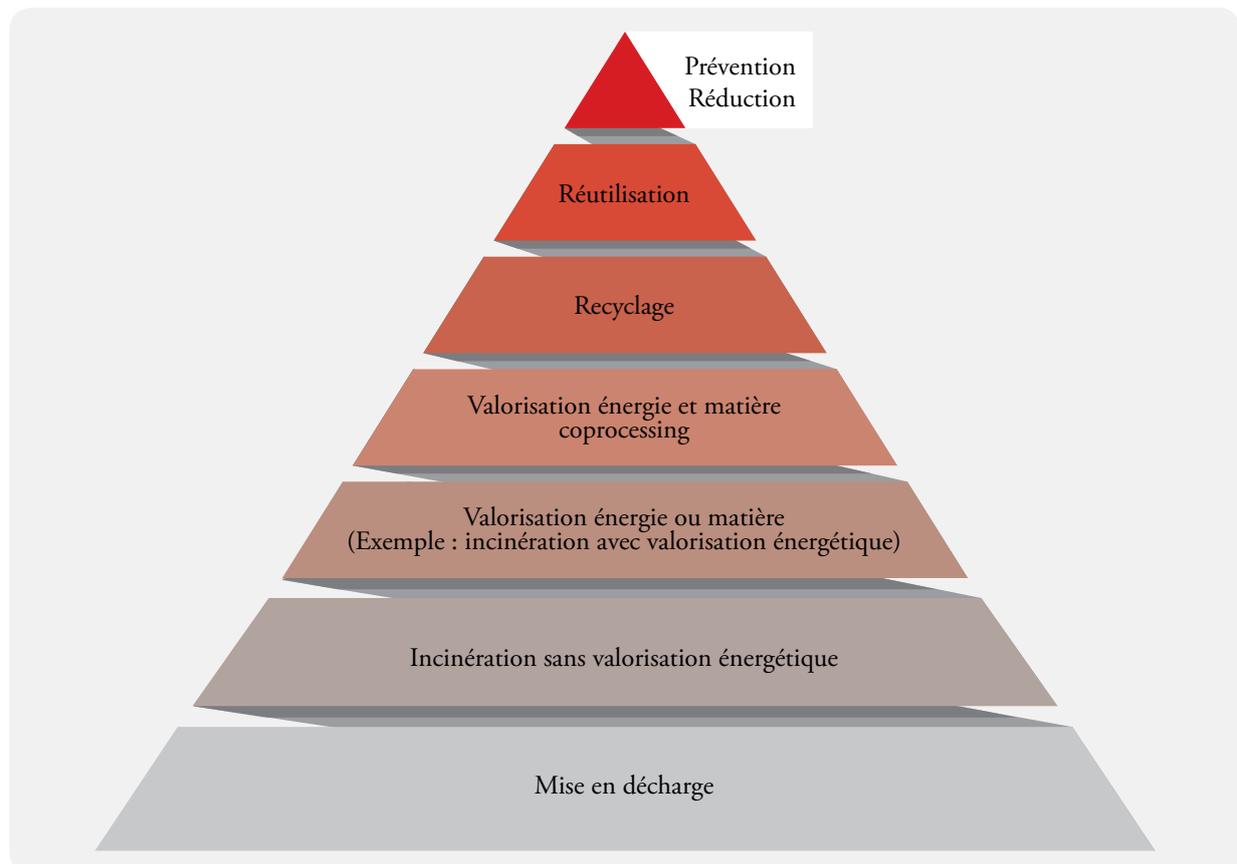
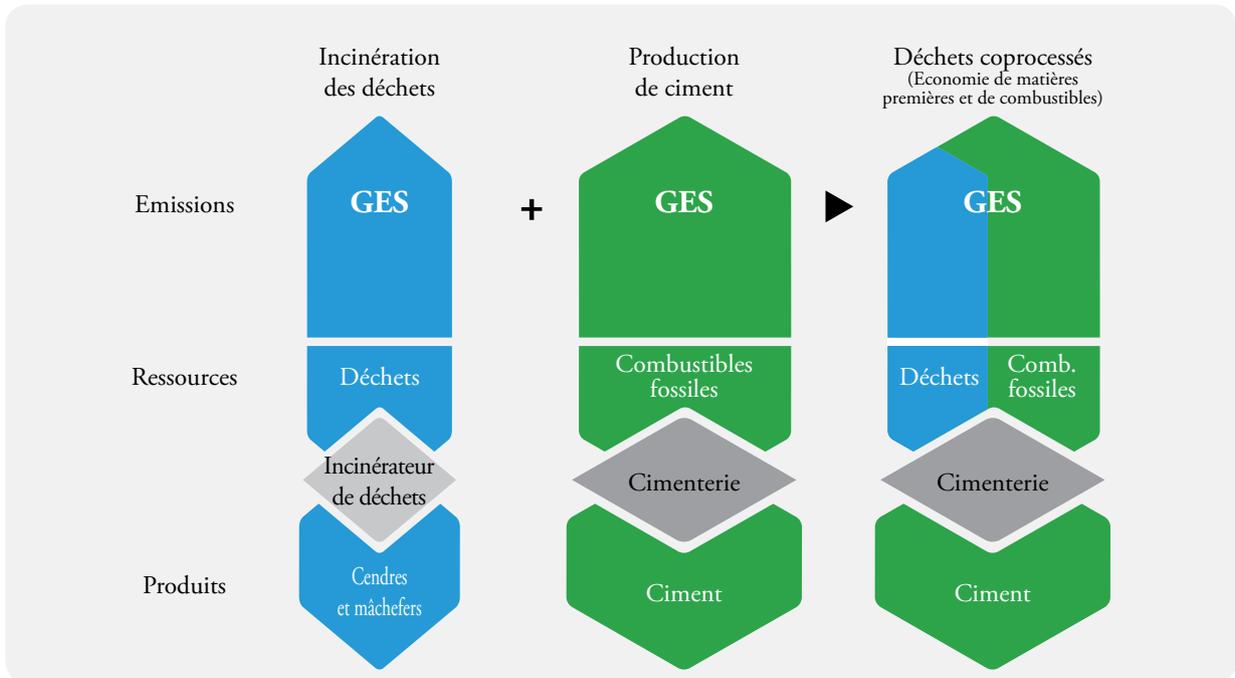


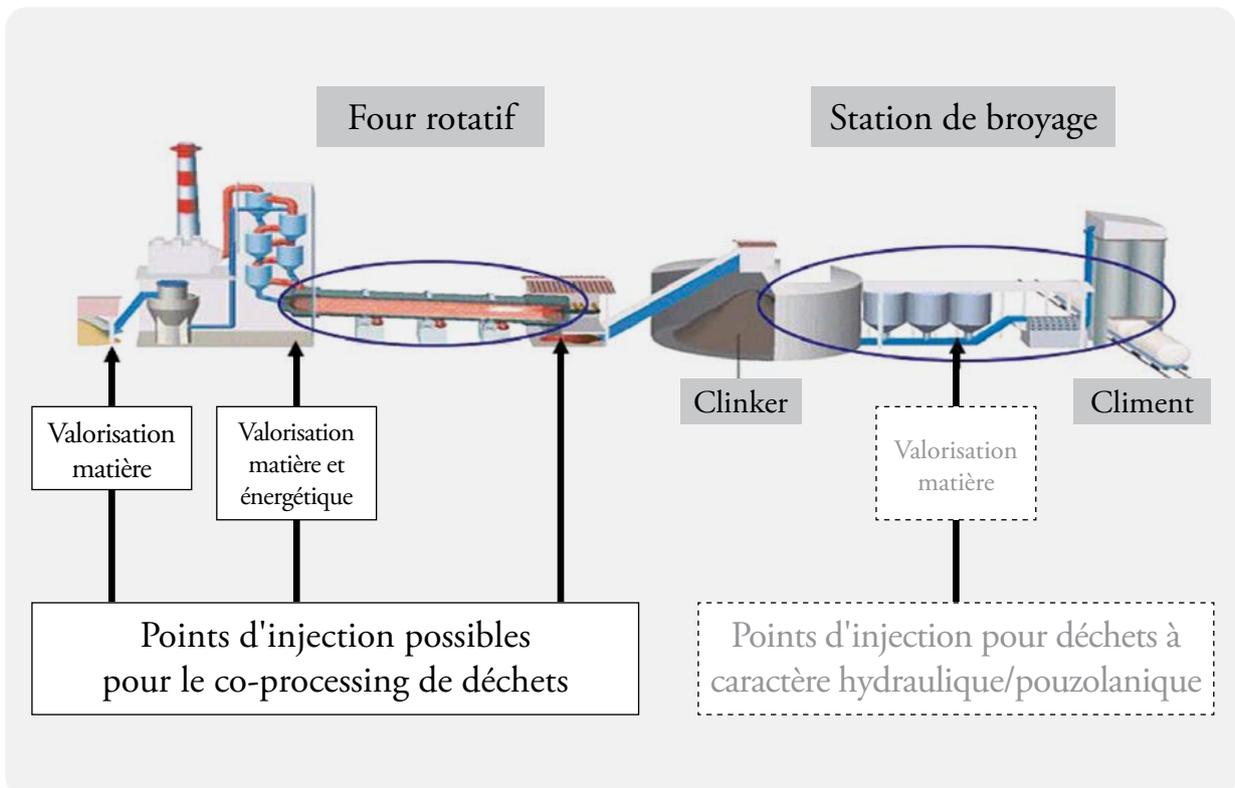
Illustration de l'approche intégrée :



Les avantages du processus cimentier :

- L'introduction de déchets pour coprocessing en

cimenterie peut se faire à différents points d'injection, en fonction de la nature du déchet :



- De par ses caractéristiques, le four à clinker, en particulier, représente un outil idéal pour le coprocessing de déchets :

UN PROCEDE MAITRISE

- Température de combustion très élevée (2000°C)
- Temps de séjour prolongé dans le four
- Intégration complète des cendres de combustion dans la matière en fusion (clinker)
- Neutralisation des gaz acides de combustion par la chaux présente dans le clinker et traitement final des émissions
- Procédures, certifications et contrôles garantissant une totale constance dans le processus de fabrication et la qualité du ciment.

DES PERFORMANCES ENVIRONNEMENTALES MESURABLES

- Destruction complète des organiques évitant la formation de polluants secondaires
- Absence totale de déchets résiduels
- Strict respect des normes d'émission : les émissions ne sont pas influencées par la combustion des déchets
- Pas d'influence du traitement des déchets sur la qualité du ciment produit

[La température de combustion est d'environ 2000°C à la tuyère pour 900-1000°C au précalcinateur]

Cependant, le coprocessing en cimenterie n'est possible que si les conditions opérationnelles qui le régissent sont

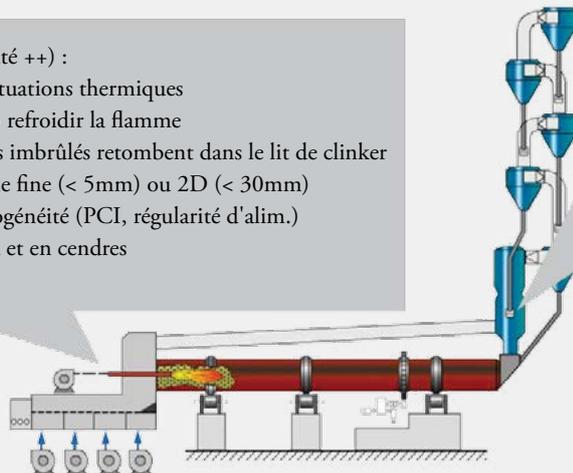
strictement respectées, au travers d'une parfaite maîtrise du procédé de production de clinker.

Tuyère (sensibilité ++):

- Eviter les fluctuations thermiques
- Eviter de trop refroidir la flamme
- Eviter que des imbrûlés retombent dans le lit de clinker
 - Granulométrie fine (< 5mm) ou 2D (< 30mm)
 - Grande homogénéité (PCI, régularité d'alim.)
 - Limite en eau et en cendres
 - PCI suffisant

Précalcinateur (sensibilité --):

- Eviter que des imbrûlés retombent dans le lit de clinker à l'entrée du four
- Limiter les fluctuations thermiques
 - Granulométrie et/ou densité permettant d'être entraînés par le flux gazeux mais sans remonter dans les cyclones
 - Stabilité chimie des cendres



De manière plus globale, le coprocessing ne souffrira d'aucun compromis sur la santé et la sécurité (riverains, personnel, etc.), la performance environnementale (émissions polluantes, etc.), la qualité des produits (ciments, bétons, etc.) et l'efficacité des procédés de production.

2.5 Cadre légal et réglementaire

Le secteur du ciment tunisien apprécie l'approbation du nouveau décret-loi no. 928-2018 du 7 novembre 2018 concernant sur la fixation des limites maximales d'émission pour les sources fixes qui révisé l'ancien

décret no. 2519-2010. Le nouveau décret aligne les limites d'émission de polluants atmosphériques issus de la combustion fixe sur les valeurs européennes et permet ainsi de développer davantage le coprocessing des combustibles dérivés de déchets dans les fours à ciment en Tunisie.

Ainsi le cadre réglementaire devient propice pour ce type de valorisation et permettrait aux différents acteurs de réfléchir au meilleur montage possible pour démarrer.

Les principales modifications portent sur les éléments suivants :

- Révision de certaines limites d'émissions polluantes :

Type de polluants (mg/Nm ³)	Ancien décret	Révision (décret 2018-928 du 07 novembre 2018)
Poussière	10	30
NO ₂	200	800 Installations existantes 500 Nouvelles installations
CO ₂	50	50 avec conditions
COT	10	10 avec conditions

- Précision du type de déchets pouvant et ne pouvant pas être incinérés

Tous types de déchets peuvent être co-incinérés dans les cimenteries y compris les déchets dangereux à l'exception des déchets figurant dans une liste qui a été définie conformément aux directives techniques sur le co-traitement écologiquement rationnel des déchets dangereux dans les fours à ciment dans le cadre de la convention de Bâle.

Liste des déchets interdits :

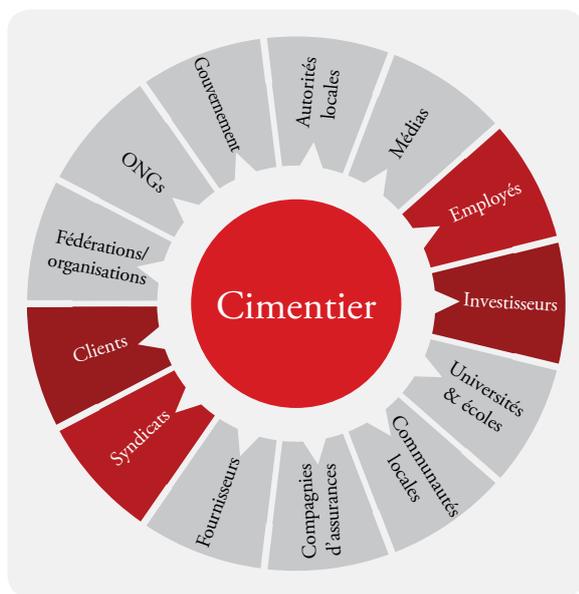
- Déchets contenant plus de 50 parties par million de PolyChloroBiphényles-PolyChloroTerphényles (PCB-PCT).
- Déchets radioactifs.
- Déchets d'équipements électriques et électroniques.
- Batteries complètes.

- Déchets corrosifs, y compris acides minéraux.
- Explosifs.
- Déchets contenant du cyanure.
- Déchets contenant de l'amiante.
- Déchets médicaux infectieux.
- Déchets contenant du mercure.
- Déchets de composition inconnue ou imprévisible, y compris ordures municipales non triées.

La révision de ce décret, intégrant les modifications précitées, est ainsi une condition indispensable à la mise en place du coprocessing dans les cimenteries tunisiennes.

2.6 Engagement des parties prenantes, gouvernance et communication

Le cimentier n'est pas isolé et il est nécessaire d'identifier les parties prenantes et de les impliquer de manière cohérente et en toute transparence.



Le secteur cimentier est caractérisé par des opérations à long terme, généralement sur plusieurs générations (investissements lourds, réserves pour plusieurs dizaines d'années etc.) et l'activité du secteur à de nombreux impacts, positifs ou négatifs, réels ou apparents, en termes économiques, environnementaux, sociaux... Un développement durable implique donc de se comporter en bon voisin.

S'impliquer dans la vie communautaire permet de

- Comprendre ses voisins
- Trouver une forme de coexistence durable
- Détecter et répondre aux préoccupations
- Détecter des opportunités éventuelles

Les oppositions les plus fréquentes rencontrées par les cimentiers sont les projets de nouvelles usines (greenfields), les questions des droits humains mais aussi

la préparation et l'utilisation de combustibles alternatifs.

Les AFR sont un sujet sensible car :

- Les déchets et les « produits chimiques » font peur, parfois pour de bonnes raisons : scandales à répétition liés aux incinérateurs (crise de la dioxine etc.), scandale de l'amiante, pollutions, perturbateurs endocriniens, malbouffe, etc...
- Le public est mal informé, l'information souvent « sensationnaliste »
- La chimie et la biochimie sont complexes, pour certains « tout ce qui rentre sort par la cheminée »
- Le public est focalisé sur l'intérêt financier pour le cimentier et ignore les avantages environnementaux

De bonnes relations avec le voisinage et les communautés locales et les autorités sont nécessaires ainsi qu'une réputation de sérieux, de maîtrise des risques et de transparence.

Il s'agira donc d'agir également en amont, sans attendre qu'un incident survienne. Différentes mesures aideront à générer un climat de confiance :

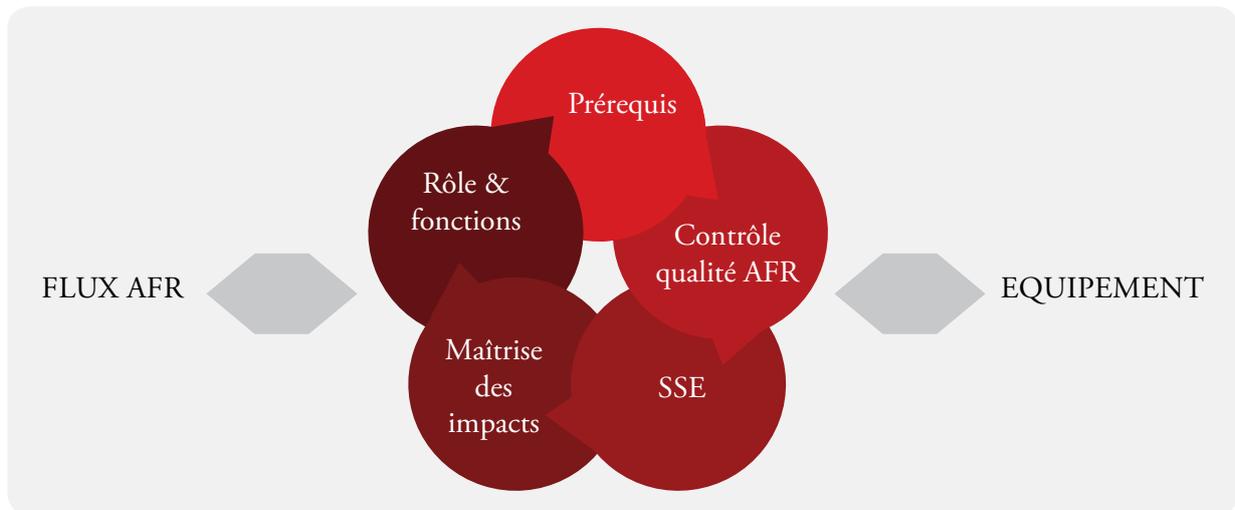
- Le respect des procédures, recommandations et bonnes pratiques
- La prévention des accidents mais également des incidents, d'autant plus s'ils ont un impact hors du site. Lorsqu'un impact hors site est constaté (ex: émission de poussières, d'odeurs, de bruit, de fumée...), l'incident doit être expliqué ainsi que les mesures prises pour éviter qu'il se reproduise
- L'alignement entre les équipes commerciales et techniques
- Les salariés sont les premiers ambassadeurs de l'entreprise (également sur les réseaux sociaux), il faudra donc veiller à les informer et à maintenir un climat positif au sein de l'entreprise
- La création d'un « Conseil Consultatif Communautaire » à composer pour chaque site, avec un rôle de conseil réel, pris en compte dans les décisions et actions entreprises

- La préparation d'un « Plan d'implication de la communauté »
- L'absence de report des investissements liés à la protection de l'environnement et à la sécurité
- Une communication transparente, honnête et cohérente (également en ce qui concerne les investissements) :
 - Préparer une stratégie et un plan de communication, des documents de support, et acquérir des compétences nécessaires (formations à la communication de crise etc.).
 - Vulgariser les concepts compliqués pour les faire comprendre, mais avec transparence et honnêteté, et en restant précis
 - S'appuyer sur des experts extérieurs reconnus (médecins et scientifiques locaux, ONGs ou associations)
 - Ne jamais se défendre à chaud mais préparer la réaction après s'être informés et en prenant en compte tous les aspects
 - Objectivation / factualisation et communication des mesures prises après un incident ou pour répondre à une préoccupation des parties prenantes

FICHES PRATIQUES

Les fiches pratiques sont organisées par thème et couvrent l'ensemble des dimensions de la démarche AFR. L'excellence en matière d'AFR s'articule autour des trois axes fondamentaux suivants, tel qu'illustré par la figure ci-dessous :

- Des flux AFR disponibles en quantités significatives et répondant aux exigences et critères définis,
- Des processus parfaitement fiables, qui s'inscrivent dans une dynamique d'amélioration continue,
- Des équipements répondant aux meilleurs standards disponibles et adaptés aux AF valorisés.



Les fiches sont les suivantes :

1. Check list des étapes de développement AFR [1]
2. Check-list des éléments à prendre en compte pour la définition l'établissement de la base line, d'un cahier des charges AFR et l'estimation des capacités AFR [2]
3. Indicateurs de performance AFR [3]
4. Rôles et responsabilités
 - Gestion opérationnelle [4A]
 - Management et corporate [4B]
5. Contrôle qualité AFR
 - Philosophie [5A]
 - Procédures clefs [5B]
 - Plan de contrôle, méthodes et équipements [5C]
6. Sécurité et environnement
 - Risque accidentel [6A]
 - Risque occupationnel (exposition) [6B]
 - Évaluation et maîtrise des risques [6C1 ; 6C2 ; 6C3]
7. Impacts potentiels des AFR et moyens d'atténuation
 - Impacts sur le pyroprocessing [7A1 ; 7A2 ; 7A3 ; 7A4]
 - Impacts sur les émissions polluantes (hors GES) [7B1 ; 7B2 ; 7B3]
 - Impact sur les émissions de GES [7C]
 - Impacts sur la qualité clinker et ciment [7D]
 - Impacts des éléments mineurs [7E]
8. AFR typiques
 - Familles AFR et exemples [8A]
 - RDF - SRF [8B]
 - TDF [8C]
 - Boues séchées (DSS) [8D]
 - Huiles usagées [8E]
 - Solvants usagés [8F]
 - Grignon d'olives[8G]
9. Équipements AFR
 - Équipements de prétraitement des DIB et assimilé [9A1 ; 9A2 ; 9A3]
 - Équipements pour les liquides [9B]
 - Équipements pour l'alimentation des solides fins [9C]
 - Équipements pour l'alimentation des solides grossiers [9D]
 - Tuyères [9E]



Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Torsten GREIS
Chef de projet

T + 216 71 902 575
F + 216 71 902 543

E torsten.greis@giz.de
I www.giz.de

Seif DEROUICHE
Expert-Conseiller

T + 216 71 902 575
F + 216 71 902 543

E seif.derouiche@giz.de
I www.giz.de