

LIVRE BLANC 06 · CAMEROON STEEL

UN ACIER MOINS CARBONÉ AU CAMEROUN : IL POURRAIT ATTEINDRE LE TIERS DE L'INTENSITÉ CARBONE MONDIALE

Une aciérie électrique raccordée au réseau camerounais, à dominante hydroélectrique, pourrait produire de l'acier à environ 0,3 t de CO₂ par tonne dans les périmètres 1 et 2 (émissions directes et électricité achetée) et à environ 0,6 t en incluant les unités de fer importées, selon nos estimations. Les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières peuvent transformer cet avantage estimé, une fois mesuré et vérifié, en atout concurrentiel face à l'acier issu du minerai, et le minerai et l'hydroélectricité de l'Afrique centrale lui ouvrent, à long terme, l'option du fer vert.

FICHE DE CONTRÔLE

Référence	CS-WP-06
Édition	10 octobre 2026
Statut	Première édition
Diffusion	Public
Établi par	Cameroon Steel
Série	Livres blancs publics de Cameroon Steel, 06 sur 10
Champ	Comptabilité carbone, électricité du réseau, empreinte illustrative, mécanismes d'ajustement carbone aux frontières, fer vert, adaptation au changement climatique, circularité, exigences des financeurs et référentiels, et trajectoire de décarbonation d'une aciérie électrique à Mboro, Zone industrialo-portuaire de Kribi
Chiffres du projet	Configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification, édition du 10 octobre 2026) : aciérie électrique de produits longs réalisée par phases, capacité de conception de 1 Mt/an ; aciérie de phase 1 produisant des billettes destinées au fil machine, au rond à béton ou à la vente (capacité nominale de 0,3 Mt/an, production soutenue attendue de 270 000 à 300 000 t par an)
Date d'arrêt des données	10 octobre 2026
Statut des éléments probants	Chaque illustration porte un statut : sourcé, dérivé, hypothèse ou illustratif. Les sources sont recensées à l'annexe C ; les méthodes et les plages à l'annexe A
Données	Les données des graphiques sont publiées avec l'édition web (fichiers JSON, un par illustration) et reproduites à l'annexe D
Langues	anglais (texte intégral), français (texte intégral), chinois (synthèse)
Déclaration d'intérêts	Ce livre blanc est publié par Cameroon Steel, qui développe une aciérie à Kribi. Il est rédigé pour éclairer le débat public ; son analyse est indépendante de toute offre commerciale, et chaque chiffre est sourcé ou assorti de son statut.

Le présent livre blanc expose des éléments probants et des calculs illustratifs. Les données de projet sont des valeurs de planification issues de la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification), qualifiées de prévues, indicatives, dérivées ou relevant d'une hypothèse ; il s'agit d'estimations, et non de résultats mesurés, de garanties ou d'engagements. Les prix du carbone, règles et référentiels sont cités tels que publiés au 10 octobre 2026 ou avant cette date et évolueront.

SOMMAIRE

SYNTHÈSE : UN DÉPART BAS CARBONE QUE SEULE LA MESURE PEUT TRANSFORMER EN ATOUT	7
ES.1 Douze constats	7
ES.2 Ce qu'est ce livre blanc, et ce qu'il n'est pas	11
ES.3 Organisation du livre blanc	11
ES.4 Ce que Cameroon Steel entend faire de ces constats	12
CHAPITRE 1 · L'ACIER ET LE CLIMAT : LA FILIÈRE DÉCIDE	13
1.1 L'acier représente environ 7 % à 8 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre	13
1.2 Trois filières, trois profils carbone	13
1.3 D'où vient le carbone dans chaque filière	15
1.4 Le monde se tourne vers l'acier électrique, et l'Afrique y est déjà	16
1.5 La ferraille est l'intrant le plus propre, et elle est limitée	17
1.6 Ce que cela signifie pour une usine nouvelle au Cameroun	18
CHAPITRE 2 · COMPTABILISER LE CARBONE DE L'ACIER : PRÉCISER LE PÉRIMÈTRE À CHAQUE FOIS	19
2.1 Le GHG Protocol classe les émissions en trois périmètres	19
2.2 La norme ISO 14404 et la méthode de worldsteel comparent les sites sur un périmètre commun	20
2.3 Les empreintes de produit et les déclarations environnementales suivent le produit, non le site	20
2.4 Régulateurs et prêteurs tracent chacun leur propre périmètre	21
2.5 Une usine, sept chiffres défendables	23
2.6 Par tonne de quoi ? L'unité de référence compte	24
2.7 Les allégations électriques fondées sur le marché exigent des preuves, surtout sur un réseau hydroélectrique	24
2.8 Pourquoi cela compte commercialement	25
CHAPITRE 3 · LE FACTEUR D'ÉMISSION DU RÉSEAU : L'HYDROÉLECTRICITÉ CAMEROUNAISE, PREMIER ATOUT DE L'ACIÉRIE ÉLECTRIQUE	26
3.1 Une aciérie électrique est avant tout un consommateur d'électricité	26
3.2 La moyenne du réseau a fortement baissé avec la mise en service de Nachtigal	27
3.3 Le réseau camerounais émet environ deux fois moins de carbone que la moyenne mondiale	28
3.4 La même aciérie sur un autre réseau perdrait l'essentiel de son avantage	29
3.5 Facteurs moyen, marginal et contractuel répondent à des questions différentes	30
3.6 La garantie d'approvisionnement et le coût déterminent ce qui est atteignable	31
3.7 Ce que le facteur d'émission du réseau ne peut pas faire	32

CHAPITRE 4 · UNE EMPREINTE ILLUSTRATIVE : ENVIRON 0,3 T DANS LES PÉRIMÈTRES 1 ET 2, ENVIRON 0,6 T AVEC LE FER IMPORTÉ 34

4.1 La configuration de référence	34
4.2 La méthode : des volumes multipliés par des ratios, chaque plage étant indiquée	36
4.3 L'empreinte par phase	36
4.4 Au cœur d'une tonne de phase 1	38
4.5 Ce qui fait varier le résultat : d'abord les unités de fer, ensuite le réseau	39
4.6 Comment RC-1 se compare aux moyennes par filière	41
4.7 Ce que l'empreinte exclut, et pourquoi cela compte	42
4.8 De l'estimation à la mesure	42

CHAPITRE 5 · LES MÉCANISMES D'AJUSTEMENT CARBONE AUX FRONTIÈRES : UNE FAIBLE INTENSITÉ VÉRIFIÉE DEVIENT UN AVANTAGE DE PRIX 43

5.1 Le fonctionnement du mécanisme européen	43
5.2 Le bouclier de l'allocation gratuite tombe à zéro d'ici 2034	44
5.3 Exposition illustrative : ce que paierait une tonne	45
5.4 Les valeurs par défaut pénalisent ceux qui ne mesurent pas	48
5.5 D'autres mécanismes d'ajustement carbone aux frontières suivent	48
5.6 Ce que le MACF signifie pour RC-1, et ce qu'il ne signifie pas	49

CHAPITRE 6 · LE FER VERT : UNE OPTION DE LONG TERME POUR L'AFRIQUE CENTRALE, CONDITIONNÉE PAR LE MINÉRAI, L'ÉLECTRICITÉ ET LE GAZ 50

6.1 C'est dans la production de fer que se trouve le carbone	50
6.2 D'abord le gaz, ensuite l'hydrogène	50
6.3 La question de la qualité du minerai	51
6.4 Le DRI africain reste à ce jour une affaire nord-africaine	53
6.5 Ce que disent les études sur le potentiel africain du fer vert	54
6.6 Quelle électricité l'hydrogène exigerait-il au Cameroun ?	54
6.7 Le gaz : une transition dont la disponibilité vient de changer	55
6.8 Une trajectoire par étapes et sous conditions	56

CHAPITRE 7 · RISQUES CLIMATIQUES ET ADAPTATION : UN SITE DE PLATEAU, UN CLIMAT HUMIDE QUI SE RÉCHAUFFE ET UNE CÔTE PORTUAIRE EN ÉROSION 58

7.1 Le site et son climat	58
7.2 Les pluies extrêmes constituent la principale charge physique de dimensionnement	59
7.3 Chaleur et humidité : d'abord un enjeu de sécurité du personnel	60
7.4 Élévation du niveau de la mer et recul du trait de côte à l'interface portuaire	61

7.5 Le risque climatique pesant sur l'approvisionnement électrique est aussi un risque carbone	62
7.6 Les risques de transition : l'autre moitié d'une évaluation des risques climatiques	62
7.7 Un examen préliminaire des aléas pour l'usine de Mboro	63
7.8 L'adaptation coûte le moins cher au stade de la conception	64

CHAPITRE 8 · CIRCULARITÉ : LA FERRAILLE EST L'INTRANT LE PLUS PROPRE, LE LAITIER ET LES POUSSIÈRES SONT DES RESSOURCES

66

8.1 La ferraille est le levier le plus puissant dont le secteur dispose déjà	66
8.2 Le Cameroun manque de ferraille	67
8.3 Importer la ferraille : l'autre moitié de la charge	69
8.4 Le laitier : du résidu au granulats routier	69
8.5 Les poussières de four : un déchet dangereux qui contient du zinc	71
8.6 Boucles de l'eau et de l'énergie	72
8.7 Circulaire dès la conception	72

CHAPITRE 9 · FINANCEMENT ET RÉFÉRENTIELS : PRÊTEURS, ACHETEURS ET CERTIFICATEURS EXIGERONT DES PREUVES

73

9.1 Les seuils climatiques des prêteurs	73
9.2 L'analyse des solutions de rechange est déjà largement rédigée	75
9.3 Ce que mesurent les acheteurs et les certificateurs	75
9.4 La vérification transforme une estimation en élément probant	77
9.5 La transparence : des prêteurs aux investisseurs et aux acheteurs	77
9.6 La finance verte suit la performance vérifiée	78
9.7 Conséquences pour Cameroon Steel	78

CHAPITRE 10 · UNE TRAJECTOIRE DE DÉCARBONATION : ENVIRON 40 % DE MOINS AVEC LES LEVIERS CONNUS, DAVANTAGE AVEC LE FER VERT

79

10.1 Les leviers, par ordre d'importance	79
10.2 Ce que coûtent les leviers, et qui les paie	81
10.3 Une trajectoire indicative	82
10.4 Surveillance, déclaration et vérification dès la première coulée	82
10.5 Dix recommandations	83
10.6 Ce que peuvent faire les pouvoirs publics et les partenaires	85
10.7 Conclusion	87

CHAPITRE 11 · LACUNES DE CONNAISSANCE : CE QUE L'ON IGNORE ENCORE, ET COMMENT Y REMÉDIER

88

11.1 Lacunes susceptibles de faire varier l'empreinte	88
11.2 Lacunes relatives à l'exposition aux mécanismes aux frontières et à la certification	89

11.3 Lacunes relatives à l'option fer vert	89
11.4 Lacunes relatives à la conception de l'adaptation	90
11.5 Comment les lacunes seront comblées et rendues publiques	90
ANNEXE A · MÉTHODE, HYPOTHÈSES ET PLAGES	91
A.1 Statut des éléments probants	91
A.2 Le modèle d'empreinte	91
A.3 Analyse de sensibilité	93
A.4 Le contrôle 2025 du réseau	93
A.5 Calcul relatif aux mécanismes aux frontières	93
A.6 Calculs relatifs à l'hydrogène et au fer vert	94
A.7 Calcul de la trajectoire	94
A.8 Autres dérivations	94
A.9 Limites	95
ANNEXE B · GLOSSAIRE ET ABRÉVIATIONS	96
ANNEXE C · SOURCES	99
ANNEXE D · TABLEAUX DE DONNÉES DES FIGURES	106
D.1 Synthèse et chapitre 1 : l'acier et le climat	106
D.2 Chapitre 2 : comptabiliser le carbone de l'acier	108
D.3 Chapitre 3 : le facteur d'émission du réseau	108
D.4 Chapitre 4 : une empreinte illustrative	110
D.5 Chapitre 5 : les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières	113
D.6 Chapitre 6 : le fer vert	114
D.7 Chapitre 7 : risques climatiques et adaptation	116
D.8 Chapitre 8 : la circularité	117
D.9 Chapitre 9 : financement et référentiels	118
D.10 Chapitre 10 : trajectoire et recommandations	119

SYNTHÈSE : UN DÉPART BAS CARBONE QUE SEULE LA MESURE PEUT TRANSFORMER EN ATOUT

Une aciérie électrique implantée à Mboro et alimentée par le réseau camerounais, à dominante hydroélectrique, pourrait produire des billettes, du fil machine et du rond à béton (armatures) avec une intensité carbone d'environ un tiers de la moyenne mondiale. Notre estimation illustrative pour la première phase de la configuration de référence (RC-1) s'établit à environ 0,32 tonne de CO₂ par tonne de produit dans les périmètres 1 et 2 (émissions directes sur site et électricité achetée) et à environ 0,58 tonne une fois incluses les émissions du fer de réduction directe (DRI) importé, contre une moyenne mondiale de 1,92 tonne en 2024. Il s'agit d'estimations, non de mesures. Cet avantage est réel mais conditionnel : il dépend d'une électricité bas carbone garantie, de la teneur en carbone des unités de fer enfournées et d'une mesure suffisamment rigoureuse pour être vérifiée. Les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières, au premier rang desquels celui de l'Union européenne, en phase définitive depuis le 1er janvier 2026, transforment une faible intensité vérifiée en avantage de prix face à l'acier issu du minerai, et le minerai de fer et l'hydroélectricité de l'Afrique centrale offrent au Cameroun l'option, à long terme, de produire lui-même du fer bas carbone.

0,32 t/t

Périmètres 1+2 par t de produit, RC-1 phase 1 (dérivé, illustratif)

0,58 t/t

Avec l'amont du DRI/HBI importé (dérivé, illustratif)

1,92 t/t

Moyenne mondiale, toutes filières, données 2024 (worldsteel)

226 g/kWh

Moyenne du réseau camerounais, 2024 (Ember)

82 € /t CO₂

Prix du certificat MACF (CBAM) de l'UE, 3e trimestre 2026 (82,32 €)

Douze constats

- 01** C'est le choix de la filière, et non l'effort à la marge, qui fixe l'intensité carbone de l'acier. L'acier représente environ 7 % à 8 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre [S02]. Selon les données 2024 de worldsteel, la filière haut fourneau émet 2,34 t CO₂ par tonne d'acier brut, la réduction directe au gaz associée à un four à arc électrique (FAE) 1,47 t et le FAE à ferraille 0,69 t, pour une moyenne mondiale de 1,92 t [S01]. L'Afrique produit déjà 89 % de son acier brut au FAE [S03].
- 02** Le réseau camerounais émet environ deux fois moins de carbone que la moyenne mondiale. L'intensité moyenne de l'électricité camerounaise était d'environ 226 g CO₂e/kWh en 2024, contre 471 g pour le monde et 717 g pour l'Afrique du Sud [S48]. L'hydroélectricité a assuré environ 72 % de la production en 2024 selon les données d'Ember et, selon celles du régulateur, environ 90 % en 2025, après la mise en service complète de la centrale de Nachtigal (420 MW) [S49][S50] ; les deux jeux de données n'ont pas la même cou-

verture. L'application du taux d'émission fossile de 2024 au mix de 2025 suggère une moyenne d'environ 74 à 96 g/kWh (dérivé, indicatif). La valeur de 226 g/kWh est donc prudente au regard de la moyenne, mais pas du facteur marginal : tant que la ligne d'évacuation de Nachtigal et le réseau sud ne sont pas renforcés, une nouvelle charge à Kribi peut être desservie à la marge par des centrales au gaz ou au fioul à environ 770 g/kWh, ce qui ajouterait jusqu'à environ 0,5 t par tonne pendant les heures où les centrales thermiques sont marginales (dérivé).

03 L'empreinte illustrative de la première phase est d'environ 97 000 t de CO₂ par an dans les périmètres 1 et 2.

À sa capacité nominale de 0,3 Mt/an, la phase 1 de RC-1 émettrait environ 31 900 t de façon directe sur site (périmètre 1) et environ 65 300 t au titre de l'électricité achetée au réseau, émises dans les centrales (périmètre 2). Des sources mineures non modélisées (gazole des engins, GPL et SF6 des appareillages électriques) y ajouteraient environ 3 000 à 7 000 t (hypothèse). Le DRI ou le fer briqueté à chaud (HBI) importé y ajoute environ 76 200 t en amont. À la production soutenue attendue de 270 000 à 300 000 t par an, les totaux annuels sont inférieurs d'au plus 10 % et les intensités inchangées. À la capacité de conception de 1 Mt/an, les chiffres sont d'environ 328 000 t (périmètres 1+2) et 582 000 t amont des unités de fer compris ; l'intensité reste proche de 0,33 et 0,58 t par tonne. Avec un four à la valeur haute de planification d'environ 490 kWh par tonne pour une charge à 30 % de DRI, au lieu de 450, chaque intensité augmente d'environ 0,01 t (dérivé de la configuration de référence RC-1).

04 Les unités de fer enfournées pèsent plus que tout autre choix pris isolément.

Porter de 30 % à 50 % la part de DRI importé dans la charge ajoute environ 0,18 t par tonne ; la ramener à 20 % fait gagner environ 0,09 t. L'intensité amont de ce DRI (0,5 à 0,9 t par tonne de DRI) fait varier le résultat d'environ 0,07 t dans un sens ou dans l'autre, et le facteur d'émission du réseau (200 à 300 g/kWh) de -0,03 à +0,07 t. Pris un par un, ces paramètres maintiennent l'intensité de la phase 1 entre environ 0,49 et 0,75 t par tonne ; à leurs extrêmes conjoints, elle varie d'environ 0,42 à 0,95 t (dérivé).

05 L'avantage tient autant au réseau qu'au four.

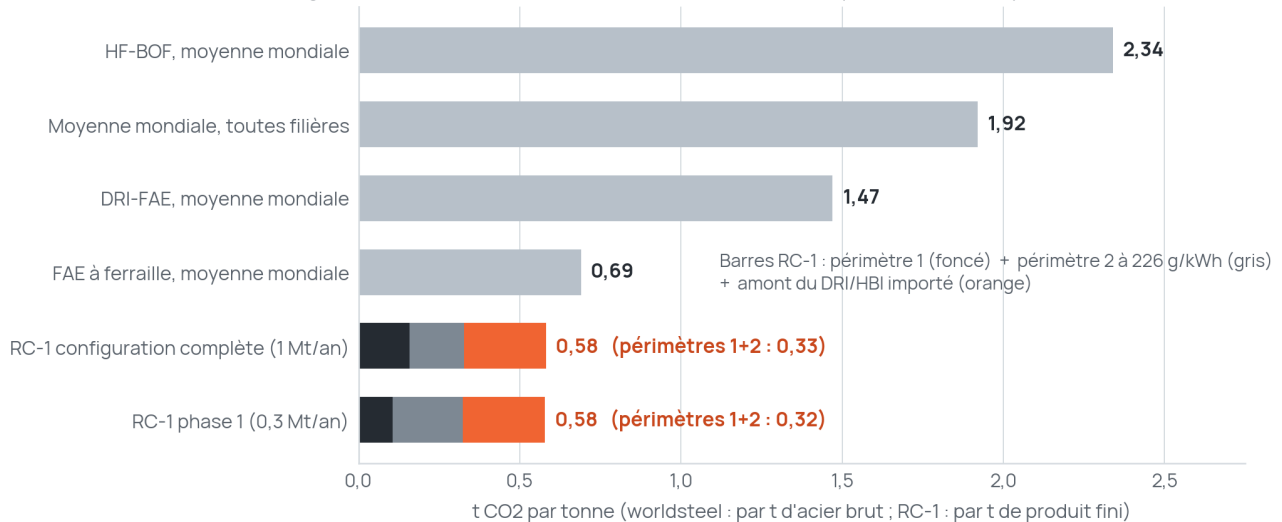
La même aciérie raccordée à un réseau de moyenne mondiale émettrait environ 0,81 t par tonne amont des unités de fer compris, et environ 1,05 t sur le réseau sud-africain. Sur cette base d'empreinte complète, elle perdrait son avance sur la moyenne des FAE à ferraille à partir d'un facteur d'émission du réseau d'environ 340 g/kWh (dérivé). Une électricité bas carbone garantie par contrat relève donc d'une décision carbone, et pas seulement d'une décision énergétique.

06 Une même usine peut déclarer en toute honnêteté sept chiffres différents.

Selon le périmètre retenu, la même tonne de phase 1 porte environ 0,11 t (périmètre 1 seul), 0,11 t (périmètres 1+2 avec un contrat d'électricité hydroélectrique selon la méthode fondée sur le marché), 0,20 t (périmètres 1+2 au facteur de contrôle 2025 de 96 g/kWh), 0,32 t (périmètres 1+2 à la moyenne du réseau de 2024), 0,36 t (base MACF de l'UE, qui compte pour l'acier les émissions directes et celles des précurseurs mais pas l'électricité achetée), 0,54 t (par tonne d'acier brut, sur la base ISO 14404 et worldsteel) ou 0,58 t (la même chose, par tonne de produit). La crédibilité suppose d'indiquer le périmètre à chaque fois et de recourir à une vérification par un tiers.

Sous toutes les moyennes par filière, et loin sous les filières au minerais

Intensité illustrative de RC-1 (configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel, estimation de planification) et moyennes worldsteel 2024



DÉRIVÉ **Figure ES.1.** Intensité carbone illustrative de l'aciérie RC-1 comparée aux moyennes par filière de worldsteel. Les valeurs RC-1 sont exprimées par tonne de produit fini, ce qui les majore d'environ 6 % par rapport à la base par tonne d'acier brut des valeurs de référence ; la comparaison est donc prudente. Les barres décomposent RC-1 en périmètre 1 (foncé), périmètre 2 à 226 g/kWh (gris) et émissions amont du DRI/HBI importé (orange).

Source : worldsteel, Sustainability Indicators 2025 (données 2024) [S01] ; configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification), édition du 10 octobre 2026 [S90] ; modèle WP06 (annexe A).

07 Les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières récompensent une faible intensité vérifiée face à l'acier issu du minerai, et ils taxent le fer importé de RC-1, non son réseau. Le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'Union européenne (MACF) couvre les boulettes de minerai de fer, le DRI, les billettes, le rond à béton et le fil machine [S27]. Pour l'acier, il compte les émissions directes et les émissions directes intrinsèques des précurseurs tels que le DRI, mais pas l'électricité achetée : le réseau bas carbone du Cameroun ne procure donc aucun avantage au titre du MACF [S27]. Le prix des certificats était de 82,32 €/t CO₂ pour le troisième trimestre 2026 [S26], et l'allocation gratuite qui protège les producteurs européens passe de 97,5 % du référentiel en 2026 à zéro en 2034 [S28]. À titre d'illustration, à prix constant de 2026 et avec le référentiel de la bobine laminée à chaud comme approximation pour les produits longs, une tonne de produit de phase 1 de RC-1 destinée à l'UE (0,36 t sur la base MACF, dont environ 70 % au titre du DRI importé) supporterait un coût MACF d'environ 24 € en 2026, porté à 30 € en 2034 ; en 2034, l'acier DRI au gaz-FAE supporterait environ 82 à 121 € et l'acier de haut fourneau environ 99 à 193 €. Un four 100 % ferraille paierait moins que RC-1, environ 3 à 9 €, car la ferraille ne porte aucune émission de précurseur. Les exportateurs dépourvus de données vérifiées se voient appliquer des valeurs par défaut majorées de 10 % en 2026, de 20 % en 2027 et de 30 % à partir de 2028 [S31].

08 Le fer vert est une option de long terme pour l'Afrique centrale, et non un produit de court terme.

Selon les statistiques d'usines de Midrex, l'Afrique subsaharienne a produit 0,09 Mt de DRI en 2025, sur un total mondial de 151 Mt, ses usines au gaz étant à l'arrêt [S13] ; worldsteel, dont les chiffres incluent des estimations pour des usines hors de ce recensement, évalue la production de l'Ouganda, du Kenya et de la Tanzanie à environ 2,7 Mt [S03]. Le minerai de qualité DR est rare (environ 3 % du commerce maritime dépassait 66 % de Fe selon l'évaluation de l'IEEFA de 2022 [S75]), et le minerai à enfournement direct annoncé pour Mbalam titre un peu plus de 62 % de Fe [S72], soit une qualité pour haut fourneau. Un module national de réduction directe exigerait un enrichissement et un bouletage, un contrat de gaz et, pour l'hydrogène, une électricité à l'échelle d'une grande centrale hydroélectrique : environ 0,9 à 1,0 TWh par an pour les seules unités de fer de RC-1 et 2,4 à 2,8 TWh pour un module de 1 Mt/an, à comparer aux 3,6 TWh livrés par Nachtigal en douze mois (dérivé) [S52].

- 09 La plateforme de l'usine est à l'abri de la mer ; l'interface portuaire et le réseau de drainage ne le sont pas.** Le site se trouve à environ 40 à 100 m au-dessus du niveau de la mer (valeur arrondie, à confirmer par levé) [S106] et à environ 3 à 4 km à l'intérieur des terres (livre blanc 07, tableau D.1). Les enjeux de conception sont les pluies extrêmes (une pluie journalière centennale de 264 mm à la station de Kribi [S60], qu'une majoration d'environ 7 % par degré de réchauffement [S59] porterait à environ 280 à 300 mm), la chaleur et l'humidité pour le personnel de l'aciérie, et un littoral qui a reculé en moyenne d'environ 2 m par an entre 2015 et 2020 [S62].
- 10 La circularité commence par la ferraille, et le Cameroun en manque.** La phase 1 de RC-1 nécessite environ 254 000 t de ferraille par an à capacité nominale ; la seule estimation publiée du gisement national est de 53 000 à 62 000 t par an (données de 2006) [S88], et les aciéries existantes importent déjà une grande partie de leur charge [S89]. RC-1 retient donc environ 30 000 t par an de ferraille nationale (fourchette de 0 à 60 000 t, hypothèse) et importe le solde, ce qui porte les réceptions portuaires de la phase 1 en matières métalliques et consommables à environ 351 000 t par an (dérivé). L'usine produirait aussi environ 45 000 t de laitier, utilisable en technique routière après essais, et environ 4 800 t de poussières de four dange-reuses contenant de l'ordre de 1 000 à 1 400 t de zinc par an (dérivé), que la pratique européenne recycle presque intégralement [S69].
- 11 Les prêteurs appliqueront leurs règles climatiques les plus exigeantes dès la première phase.** À 226 g/kWh, les émissions de procédé et l'électricité achetée de la phase 1 atteignent environ 97 000 t par an ; avec le gazole, le GPL et le SF6, le total est d'environ 100 000 à 104 000 t. La phase 1 se situe donc au niveau du seuil de 100 000 t des Principes de l'Équateur pour les périmètres 1+2, ou à proximité immédiate, et les phases suivantes le dépassent nettement [S22]. Cameroon Steel doit donc prévoir, dès la phase 1, une évaluation des risques liés au changement climatique, une analyse des solutions de rechange et une déclaration publique annuelle. Sur l'échelle mobile de ResponsibleSteel, l'intensité illustrative de RC-1 franchit largement le niveau de progrès 1, mais reste loin du seuil « quasi zéro » de l'AIE [S37][S06].
- 12 Les leviers connus réduisent l'empreinte d'environ 40 % ; le fer vert permet d'aller plus loin.** L'efficacité énergétique, la réduction des émissions directes, un réseau à environ 100 g/kWh, davantage de ferraille dans la charge (nationale ou importée) et un DRI moins carboné et certifié ramèneraient l'intensité de la configuration à 1 Mt/an d'environ 0,58 à environ 0,35 t par tonne ; des unités de fer produites à l'hydrogène la porteraient à environ 0,26 t (illustratif). Nous recommandons dix actions, au premier rang desquelles un contrat d'électricité bas carbone garantie, une spécification carbone pour chaque cargaison d'unités de fer, une déclaration vérifiée dès la première coulée et une étude précoce d'un concentré de qualité DR.

COMMENT LIRE LES CHIFFRES

Chaque illustration porte une pastille de statut. Les valeurs **sourcées** sont tirées d'un document cité. Les valeurs **dérivées** sont calculées à partir de données sourcées ou d'hypothèses, selon la méthode exposée à l'annexe A. Les valeurs relevant d'une **hypothèse** sont des valeurs de planification situées dans des plages indiquées. Les valeurs **illustratives** montrent un ordre de grandeur ou un mécanisme et ne constituent pas des prévisions. Les intensités sont exprimées en tonnes de CO₂ par tonne ; les valeurs RC-1 s'entendent par tonne de produit fini, sauf indication contraire.

Ce qu'est ce livre blanc, et ce qu'il n'est pas

Ce document est le sixième d'une série de dix livres blancs publics dans lesquels Cameroon Steel expose les éléments probants qui fondent son projet de Mboro, dans la Zone industrialo-portuaire de Kribi. Il porte sur le carbone : combien émettrait au Cameroun une aciérie électrique moderne de produits longs, comment ces émissions doivent être mesurées et déclarées, ce que les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières impliquent pour elle, comment gérer son exposition à un climat qui change, et comment l'usine pourrait évoluer, en deux décennies, vers un acier à très faible teneur en carbone.

Les données de projet présentées ici proviennent de la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel, estimation de planification établie pour le débat public et réglementaire. RC-1 décrit une usine réalisée par phases, d'une capacité de conception de 1 Mt/an, comme annoncé publiquement en janvier 2025 [S73] : d'abord une aciérie électrique, un four-poche et une coulée continue de billettes (phase 1, capacité nominale de 0,3 Mt/an, production soutenue attendue de 270 000 à 300 000 t par an), puis des laminoirs à profilés et une capacité de fusion supplémentaire, avec une réserve foncière pour un futur module de réduction directe susceptible de traiter du minerai camerounais. Les travaux doivent commencer au premier trimestre 2029, pour une première coulée au second semestre 2030 et une montée en cadence en 2031 (objectifs). L'aciérie de la phase 1 produit des billettes, et sa production peut basculer entre produits laminés (fil machine et rond à béton) et billettes marchandes destinées aux relamineurs existants, qui importent aujourd'hui une grande partie de leur charge [S89]. Ce tonnage vise à remplacer des billettes et du fil machine importés et à exporter vers la CEMAC, et non le marché national du rond à béton, dont les capacités dépassent déjà la demande (livre blanc 04). L'empreinte est calculée pour une production entièrement laminée, en multipliant les volumes de RC-1 par des ratios de consommation et des facteurs d'émission publiés ou supposés, chacun assorti d'une plage ; une tonne vendue sous forme de billette en porte moins (chapitre 4). Il s'agit d'une estimation établie avant les études d'ingénierie de base, et non d'une mesure ni d'une garantie.

Organisation du livre blanc

Tableau ES.1 Les questions auxquelles répond chaque chapitre

Chapitre	Question	Principales illustrations
1 L'acier et le climat	Pourquoi la filière compte-t-elle plus que tout le reste ?	Intensités par filière ; parts des filières ; anatomie des émissions selon l'AIE
2 Comptabiliser le carbone de l'acier	Que faut-il compter, et selon quel référentiel ?	Matrice des référentiels ; une usine, sept chiffres
3 Le facteur d'émission du réseau	Quelle part de l'avantage revient au système électrique camerounais ?	Mix de production ; intensités des réseaux ; courbe de sensibilité
4 Une empreinte illustrative	Qu'émettrait RC-1, phase par phase, et qu'est-ce qui fait varier le résultat ?	Empreinte par phase ; cascade ; tornade ; carte de chaleur
5 Les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières	Que signifieraient concrètement les prélèvements aux frontières de l'UE et du Royaume-Uni ?	Montée en charge ; exposition brute et nette
6 Le fer vert	L'Afrique centrale peut-elle produire du fer bas carbone, et à quelles conditions ?	Production de DRI ; échelle des filières ; besoin électrique de l'hydrogène ; trajectoire pas à pas
7 Risques climatiques et adaptation	Que signifie un climat qui change pour une aciérie côtière ?	Pluviométrie ; extrêmes ; niveau de la mer et trait de côte
8 La circularité	Que deviennent la ferraille, le laitier et les poussières ?	Résidus ; besoin en ferraille ; part de ferraille

Chapitre	Question	Principales illustrations
9 Financement et référentiels	Qu'exigeront les prêteurs, les acheteurs et les certificateurs ?	Seuils des prêteurs ; échelles mobiles
10 Trajectoire et recommandations	Que faut-il faire, qui doit le faire, et quand ?	Cascade de la trajectoire ; trajectoire ; dix recommandations
11 Lacunes de connaissance	Qu'ignore-t-on encore, et comment y remédier ?	Registre des lacunes

Source : Cameroon Steel, le présent livre blanc.

LE BAS CARBONE N'EST PAS UNE ÉTIQUETTE QU'UNE USINE SE CHOISIT. C'EST UN CHIFFRE QU'ELLE MESURE, FAIT VÉRIFIER ET PUBLIE, ANNÉE APRÈS ANNÉE.

Cameroon Steel, Livre blanc 06

Ce que Cameroon Steel entend faire de ces constats

Les constats débouchent sur une courte liste de décisions qui fixent la performance carbone de l'usine pour des décennies et qu'il vaut mieux prendre avant la commande des équipements. La première concerne l'électricité : une aciérie électrique n'est jamais plus propre que l'électricité qu'elle consomme ; un contrat d'approvisionnement garanti, adossé à une production bas carbone identifiée, et un raccordement qui maintient le four sur l'hydroélectricité pendant la saison sèche constituent donc, après le choix de la filière, la décision carbone la plus précieuse. La deuxième concerne les unités de fer : chaque cargaison de DRI ou de HBI doit être accompagnée de données carbone vérifiées et d'un plafond d'intensité contractuel, puisque, au titre du MACF, c'est le DRI et non l'électricité qui détermine l'essentiel de la charge sur une tonne destinée à l'UE ; et la part de ferraille dans la charge doit croître à mesure que la collecte nationale et les contrats d'importation le permettent. La troisième concerne la mesure : l'usine doit être instrumentée, et son inventaire conçu dès l'origine pour rendre compte selon le GHG Protocol, la norme ISO 14404 et le MACF de l'UE, avec une vérification par un tiers accrédité, afin que les acheteurs puissent utiliser des valeurs réelles plutôt que des valeurs par défaut. La quatrième concerne l'optionalité : le foncier, les réseaux et les autorisations nécessaires à un futur module de réduction directe doivent être préservés, tandis que l'inconnue décisive, à savoir la possibilité de valoriser économiquement le minerai camerounais en boulettes de qualité DR, doit être étudiée sans tarder.

Rien de tout cela ne rend l'acier camerounais « vert » aujourd'hui. Cela place en revanche une usine nouvelle du bon côté de la ligne de partage du carbone dès sa première coulée, avec une trajectoire crédible et mesurable pour aller plus loin à mesure que l'électricité, les unités de fer et le financement le permettront. Le chapitre 10 détaille les recommandations, et le chapitre 11 recense les lacunes de connaissance à combler avant que les chiffres illustratifs du présent livre blanc puissent devenir des valeurs mesurées. D'autres livres blancs de la série traitent du système électrique (livre blanc 05), du choix de la filière (livre blanc 03) et du marché de la production de la phase 1, y compris le coût d'une billette produite à Kribi comparé à celui d'une billette importée (livre blanc 04, chapitre 8).

Déclaration d'intérêts. Ce livre blanc est publié par Cameroon Steel, qui développe une aciérie à Kribi. Il est rédigé pour éclairer le débat public ; son analyse est indépendante de toute offre commerciale, et chaque chiffre est sourcé ou assorti de son statut.

CHAPITRE 1

L'ACIER ET LE CLIMAT : LA FILIÈRE DÉCIDE

L'acier compte parmi les plus grandes sources industrielles de dioxyde de carbone, et la filière de production détermine l'essentiel de l'empreinte d'une tonne avant même qu'un exploitant ait fait le moindre choix dans l'atelier. Selon les données 2024 de worldsteel, une tonne produite au haut fourneau émet plus de trois fois plus de CO₂ qu'une tonne obtenue par fusion de ferraille au four à arc électrique. Une usine nouvelle qui choisit la filière électrique et se raccorde à un réseau bas carbone part du bon côté de cette ligne de partage.

1.1 L'acier représente environ 7 % à 8 % des émissions mondiales de gaz à effet de serre

Le monde a produit 1 849,4 Mt d'acier brut en 2025, soit 2,0 % de moins que les 1 886,8 Mt de 2024, troisième année consécutive de léger recul de la production, sous l'effet principal de la Chine [S04]. worldsteel estime que l'intensité moyenne de gaz à effet de serre du secteur était de 2,18 t d'équivalent CO₂ par tonne en 2024 et que le secteur représente environ 7 % à 8 % des émissions anthropiques mondiales de gaz à effet de serre [S01] [S02]. Le produit de la production de 2024 par cette moyenne donne environ 4,1 Gt de CO₂e par an (dérivé). Des travaux antérieurs de l'Energy Transitions Commission, fondés sur un périmètre plus étroit du système énergétique, évaluaient le secteur à environ 2,3 Gt de CO₂ par an, soit environ 7 % des émissions du système énergétique [S09]. Les deux chiffres diffèrent en raison de ce qu'ils comptent, thème qui parcourt l'ensemble du présent livre blanc, mais ils s'accordent sur l'ordre de grandeur : l'acier pèse trop lourd pour être laissé à l'écart de toute stratégie climatique sérieuse.

Les émissions de l'acier sont en outre particulièrement difficiles à réduire. Dans la filière dominante du haut fourneau, le carbone n'est pas seulement un combustible : c'est l'agent chimique qui arrache l'oxygène au minerai de fer. Le coke, produit à partir de charbon métallurgique, réduit le minerai dans le four et en sort sous forme de monoxyde et de dioxyde de carbone. Cette chimie ne peut pas être électrifiée en changeant de brûleur ; elle exige un autre agent réducteur (gaz naturel, hydrogène), une autre filière (fondre de la ferraille plutôt que réduire du minerai) ou le captage du CO₂ après sa formation. C'est précisément pour cette raison que la feuille de route technologique de l'Agence internationale de l'énergie (AIE) range le secteur parmi les plus difficiles à décarboner [S05].

Dans le même temps, la demande d'acier continuera de croître là où les infrastructures restent à construire. L'Afrique a consommé 45,0 Mt d'acier fini en 2025, soit 10,4 % de plus en un an, et worldsteel prévoit une nouvelle hausse de 3,8 % en 2026 et de 4,6 % en 2027 [S92]. L'Afrique n'utilise pourtant qu'environ 29 kg d'acier par habitant, contre une moyenne mondiale de 209 kg [S03]. Satisfaire cette demande par les filières les plus carbonées alourdirait sensiblement les émissions mondiales ; la satisfaire par des filières bas carbone est l'un des choix industriels les plus lourds de conséquences auxquels le continent est confronté.

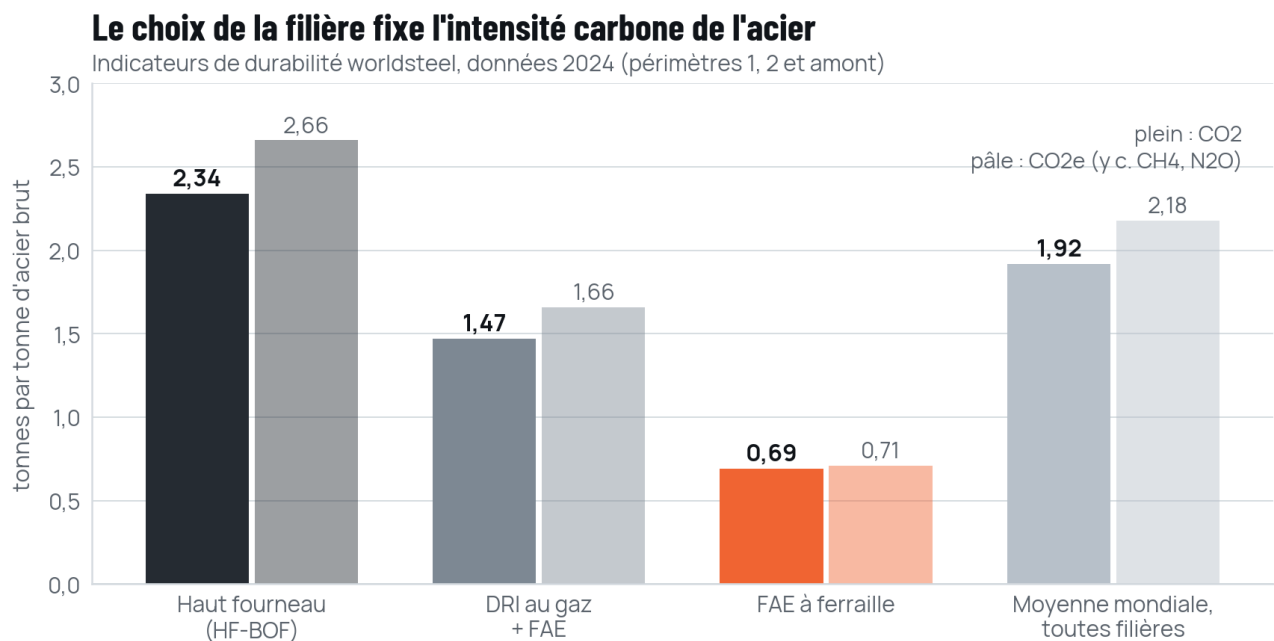
1.2 Trois filières, trois profils carbone

La quasi-totalité de l'acier mondial est produite selon l'une de trois filières. La figure 1.1 présente leur intensité carbone d'après les données 2024 de worldsteel, et le tableau 1.1 résume leur fonctionnement.

Le haut fourneau-convertisseur (HF-BOF). Le minerai de fer, généralement aggloméré sous forme de sinter ou de boulettes, est réduit par le coke dans un haut fourneau pour donner une fonte liquide contenant environ 4 % de carbone. Un convertisseur à oxygène insufflé ensuite de l'oxygène dans la fonte pour brûler l'essentiel de ce carbone et produire de l'acier, avec un ajout de ferraille pouvant atteindre environ un cinquième de la charge pour refroidir le bain. La filière émet en moyenne 2,34 t CO₂ par tonne d'acier brut, soit 2,66 t CO₂e une fois ajoutés le méthane issu de l'extraction du charbon et les autres gaz [S01]. Elle domine la production mondiale parce qu'elle est mature, fonctionne à très grande échelle et utilise du minerai et du charbon abondants.

La réduction directe associée au four à arc électrique (DRI-FAE). Des boulettes de minerai de fer sont réduites à l'état solide dans un four à cuve par un gaz riche en hydrogène et en monoxyde de carbone, généralement obtenu par reformage du gaz naturel, pour produire du fer de réduction directe (DRI), produit métallique poreux contenant environ 90 % à 94 % de fer métallique. Le DRI est ensuite fondu, souvent avec de la ferraille, dans un four à arc électrique. La moyenne de worldsteel pour cette filière est de 1,47 t CO₂ par tonne (1,66 t CO₂e) [S01]. La filière est moins carbonée que le haut fourneau parce que le gaz naturel contient plus d'hydrogène et moins de carbone que le charbon, et parce que le même four à cuve peut, en principe, fonctionner avec une part croissante d'hydrogène.

Les fours à arc électriques à ferraille (FAE à ferraille). La ferraille d'acier, qui est déjà du fer métallique, est fondue par un arc électrique jaillissant entre des électrodes de graphite et la charge. Aucun minerai n'étant réduit, la chimie qui rend la production de fer si carbonée est évitée. La moyenne 2024 de worldsteel est de 0,69 t CO₂ par tonne (0,71 t CO₂e), provenant pour l'essentiel de l'électricité et, pour le reste, des électrodes, du carbone de charge et de la chaux [S01].



SOURCE Figure 1.1. Intensité carbone des trois principales filières sidérurgiques et moyenne mondiale, données 2024. Les barres pleines représentent le CO₂ ; les barres pâles l'équivalent CO₂, qui ajoute le méthane et le protoxyde d'azote. Le périmètre de worldsteel couvre les émissions directes, l'électricité achetée et les émissions amont des produits intermédiaires achetés, tels que le coke, les boulettes et le DRI.

Source : worldsteel, Sustainability Indicators 2025 report, tableau par filière ajouté en février 2026 [S01].

Tableau 1.1 Les trois principales filières comparées

Filière	Ce qu'elle fond ou réduit	CO ₂ , t/t d'acier brut (2024)	CO ₂ e, t/t (2024)	Intensité énergétique, GJ/t (worldsteel)	Principale source de carbone
HF-BOF	Sinter, boulettes, minerai en morceaux ; coke ; jusqu'à environ 20 % de ferraille	2,34	2,66	23,88	Coke et charbon comme réducteur et combustible
DRI-FAE	Boulettes de qualité DR réduites par du gaz naturel reformé ; ferraille	1,47	1,66	23,30	Gaz naturel dans le four à cuve ; électricité
FAE à ferraille	Ferraille (plus de 70 % de la charge) ; un peu de DRI ou de fonte	0,69	0,71	9,84	Électricité ; électrodes, carbone de charge, chaux
Moyenne mondiale	Toutes filières	1,92	2,18	20,95	Dominée par le HF-BOF

Source : worldsteel, Sustainability Indicators 2025 [S01]. worldsteel comptabilise l'électricité en énergie primaire, de sorte que ses intensités énergétiques sont supérieures aux valeurs en énergie finale de l'AIE [S05].

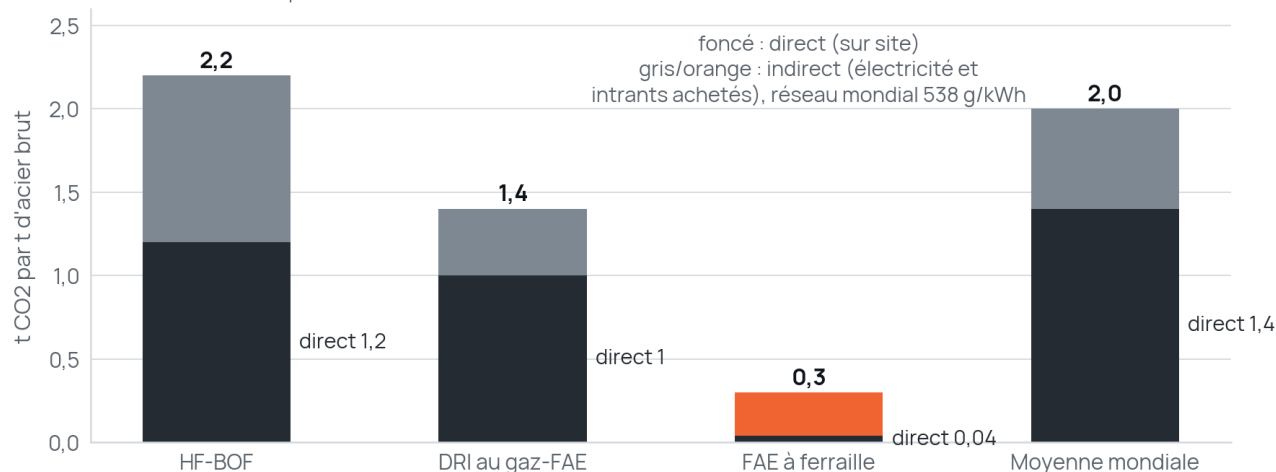
Deux réserves s'imposent. D'abord, il s'agit de moyennes mondiales. Les usines se répartissent largement autour de ces valeurs : un haut fourneau utilisant beaucoup de ferraille et récupérant efficacement l'énergie peut se situer bien en deçà de 2,34 t, tandis qu'une unité de DRI fonctionnant au charbon plutôt qu'au gaz émet bien davantage. L'AIE estime que le DRI au charbon émet environ trois fois plus de CO₂ direct que le DRI au gaz [S05], ce qui compte, car environ 35 % des 151 Mt de DRI produites dans le monde en 2025 l'ont été au charbon, principalement dans des fours rotatifs indiens [S13]. Ensuite, les filières électriques ne sont jamais plus propres que l'électricité qu'elles consomment. La moyenne de 0,69 t du FAE à ferraille reflète un réseau mondial émettant plusieurs centaines de grammes de CO₂ par kWh ; le même four raccordé à un réseau hydroélectrique émettrait beaucoup moins. Le chapitre 3 chiffre cet effet pour le Cameroun.

1.3 D'où vient le carbone dans chaque filière

La figure 1.2 s'appuie sur les estimations de l'AIE pour distinguer les émissions directes, libérées sur le site, des émissions indirectes, libérées là où sont produits l'électricité ou les produits intermédiaires achetés. Cette distinction compte pour la comptabilité (chapitre 2) comme pour les politiques publiques : le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'UE, MACF (CBAM), compte par exemple les émissions directes et celles des précurseurs de l'acier, mais pas les émissions de l'électricité utilisée pour le produire (chapitre 5).

Pour le FAE à ferraille, presque tout le CO2 arrive par la ligne électrique

Estimations de l'AIE pour 2019 : émissions directes, et directes + indirectes



SOURCÉ Figure 1.2. Intensité en CO₂ direct et indirect par filière, estimations de l'AIE pour 2019. Les émissions indirectes sont calculées pour un réseau de moyenne mondiale à 538 g CO₂/kWh. Pour les FAE à ferraille, la quasi-totalité de l'empreinte arrive par la ligne électrique, ce qui explique l'importance du facteur d'émission du réseau pour une aciérie électrique.

Source : AIE, Iron and Steel Technology Roadmap (2020) [S05].

Dans la filière haut fourneau, l'essentiel du carbone est direct : l'AIE estime les émissions directes à environ 1,2 t par tonne et le total, électricité et coke et boulettes achetés compris, à environ 2,2 t. La filière DRI-FAE au gaz compte environ 1,0 t d'émissions directes pour 1,4 t au total. Pour les FAE à ferraille, la part directe est infime, environ 0,04 t, tandis que le total atteint environ 0,3 t avec un réseau à 538 g/kWh [S05]. Ces chiffres diffèrent légèrement de ceux de worldsteel en raison de l'année et du périmètre, mais la structure est la même.

Cette structure a une conséquence pratique pour une usine comme RC-1, dont la charge associée de la ferraille à du DRI ou du HBI achetés. Son empreinte comporte trois composantes d'ampleur comparable : une composante directe liée au four (électrodes, carbone de charge et décarbonatation de la chaux, puis gaz de réchauffage), une composante électrique qui dépend du réseau, et une composante amont qui dépend de la manière dont les unités de fer achetées ont été produites. Le chapitre 4 montre que cette troisième composante est la plus importante.

LA FILIÈRE ÉLECTRIQUE DÉPLACE LA QUESTION DU CARBONE VERS L'AMONT

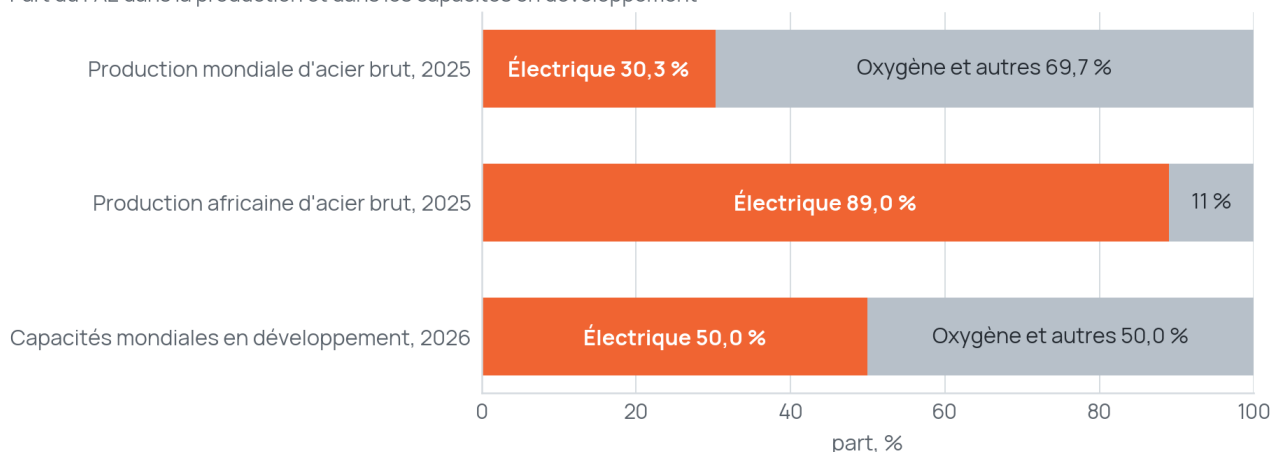
Dans un haut fourneau, la décision carbone se prend à l'intérieur de l'usine. Dans une aciérie électrique, elle se prend en grande partie à l'extérieur : dans le système électrique qui alimente le four et dans les usines qui produisent le DRI ou le HBI qu'il fond. La gestion du carbone d'une aciérie électrique relève donc autant des contrats et des fournisseurs que de la conduite du four.

1.4 Le monde se tourne vers l'acier électrique, et l'Afrique y est déjà

Les FAE ont produit 30,3 % de l'acier brut mondial en 2025, contre 29,1 % un an plus tôt ; les convertisseurs à oxygène en ont produit 69,4 % [S03]. Le basculement est lent pour le parc installé, mais plus rapide pour les capacités en construction. Le recensement 2026 de Global Energy Monitor, portant sur les usines de 0,5 Mt/an et plus, montre que les FAE représentent environ 34 % des capacités en service, mais environ la moitié des capacités en développement et 71 % des projets en construction [S14].

L'Afrique fond déjà à l'électricité ; le monde suit le mouvement

Part du FAE dans la production et dans les capacités en développement



SOURCE Figure 1.3. Part de l'acier électrique dans la production mondiale et africaine (2025) et dans les capacités mondiales en développement (2026). L'acier brut africain est déjà très majoritairement électrique, car ses grands producteurs d'Égypte et d'Algérie utilisent la réduction directe au gaz et ses petits producteurs fondent de la ferraille.

Source : worldsteel, World Steel in Figures 2026 [S03] ; Global Energy Monitor, Pedal to the Metal 2026 [S14].

L'Afrique fait figure d'exception dans l'autre sens : 89 % de ses 29,8 Mt d'acier brut produites en 2025 sont sorties de FAE [S03]. La raison n'en est pas la politique climatique. Les producteurs nord-africains ont bâti la réduction directe au gaz sur un gaz national bon marché, et les petits producteurs des autres régions fondent de la ferraille ou des billettes importées, car un complexe à haut fourneau exige une échelle, un approvisionnement en charbon à coke et une enveloppe d'investissement que peu de marchés africains peuvent soutenir. Selon les statistiques d'usines de Midrex, l'Algérie a produit à elle seule 6,70 Mt de DRI en 2025 et l'Égypte 6,06 Mt ; selon ces mêmes statistiques, l'Afrique subsaharienne en a produit 0,09 Mt, ses usines au gaz étant à l'arrêt [S13], tandis que worldsteel, dont les chiffres incluent des estimations pour des usines hors de ce recensement, évalue la production de l'Ouganda, du Kenya et de la Tanzanie à environ 2,7 Mt [S03]. Le chapitre 6 revient sur ce que cet écart signifie pour l'Afrique centrale.

La conséquence pratique est qu'une aciérie électrique au Cameroun n'est pas un choix exotique imposé par la décarbonation : c'est la norme régionale et la direction prise à l'échelle mondiale. Ce qui distingue une aciérie électrique bas carbone d'une aciérie électrique ordinaire, ce n'est pas le four, mais l'électricité et les unités de fer.

1.5 La ferraille est l'intrant le plus propre, et elle est limitée

Chaque tonne de ferraille utilisée à la place de fer issu du minerai évite environ 1,5 t de CO₂, selon worldsteel [S02]. Quelque 630 Mt de ferraille sont utilisées chaque année dans la sidérurgie mondiale, ce qui, selon le Bureau of International Recycling et worldsteel, évite près de 950 Mt de CO₂ [S68]. La ferraille est donc le levier de décarbonation le plus puissant dont le secteur dispose déjà.

Elle est aussi limitée. La quantité de ferraille disponible une année donnée dépend de la quantité d'acier entrée en service des décennies plus tôt et qui arrive aujourd'hui en fin de vie. Les pays qui ont bâti leurs infrastructures il y a longtemps, comme les États-Unis ou les États membres de l'Union européenne, génèrent de grands volumes de ferraille de récupération ; ceux qui construisent encore les leurs en génèrent peu. Au Cameroun, la seule étude chiffrée évaluait le gisement de ferraille entre 53 000 et 62 000 t par an sur la base de données de 2006 [S88], et les aciéries existantes indiquent que la ferraille locale ne couvre qu'environ 40 % de leurs besoins [S89]. Les études mondiales aboutissent à la même conclusion à l'échelle de la planète : même avec un recy-

clage beaucoup plus poussé, le fer primaire produit à partir du minerai restera nécessaire pendant des décennies, ce qui explique que la décarbonation de la production de fer elle-même, par la réduction directe au gaz puis à l'hydrogène, soit au cœur de toute trajectoire crédible de neutralité carbone pour l'acier [S08][S11].

Tableau 1.2 Ce qui détermine l'empreinte d'une tonne d'acier, et qui en a la maîtrise

Déterminant	Effet sur l'intensité	Qui le maîtrise	Où il est traité
Filière de production	Le plus important : environ 0,7 à 2,3 t par tonne d'une moyenne à l'autre	L'investisseur, au stade de la conception	Le présent chapitre ; chapitre 4
Facteur d'émission du réseau	Environ 0,1 t par tonne pour chaque tranche de 100 g/kWh, pour une consommation de RC-1 d'environ 960 kWh par tonne	Système électrique ; contrat d'approvisionnement	Chapitre 3
Teneur en carbone des unités de fer achetées	Environ 0,2 à 0,3 t par tonne pour une part de DRI de 30 % dans RC-1	Achats ; fournisseurs	Chapitres 4 et 6
Part de ferraille	Environ 0,09 t par tonne pour 10 points de la charge, pour RC-1	Marché de la ferraille ; collecte	Chapitre 8
Conduite du four et des laminoirs	Généralement quelques centièmes de tonne	Exploitation	Chapitres 4 et 10

Source : worldsteel [S01] ; AIE [S05] ; modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90]. Les plages sont indicatives.

1.6 Ce que cela signifie pour une usine nouvelle au Cameroun

Trois enseignements de ce chapitre structurent la suite du livre blanc.

Premièrement, en choisissant la filière du four à arc électrique et en excluant le haut fourneau, RC-1 écarte dès la conception la principale source de carbone de la sidérurgie. Cette décision, plus que toute amélioration ultérieure, place son empreinte dans la partie basse de la distribution mondiale.

Deuxièmement, une aciérie électrique reporte la question du carbone sur deux acteurs extérieurs : le réseau et ses fournisseurs d'unités de fer. Une usine raccordée à un réseau fortement charbonné et fondant du DRI au charbon peut émettre autant qu'une usine intégrée moyenne. Une usine raccordée à un réseau à dominante hydroélectrique et fondant de la ferraille et du DRI au gaz peut émettre trois fois moins, voire moins encore. La qualité du contrat d'approvisionnement électrique et la spécification carbone des unités de fer achetées sont donc des instruments climatiques à part entière.

Troisièmement, la ferraille étant rare au Cameroun et le minerai abondant dans la région, la question de long terme pour une aciérie d'Afrique centrale n'est pas seulement de fondre proprement, mais de produire du fer proprement. C'est la question du fer vert, qui fait l'objet du chapitre 6.

UNE ACIÉRIE ÉLECTRIQUE NE DÉCARBONE PAS L'ACIER À ELLE SEULE. ELLE REPORTE LA DÉCISION CARBONE SUR LE RÉSEAU ET SUR LES UNITÉS DE FER QU'ELLE ACHÈTE.

Constat du chapitre 1

Le chapitre suivant traite d'une question préalable : avant de comparer des usines ou des filières, il faut savoir précisément ce que l'on compte. Une même usine peut déclarer des chiffres qui varient du simple au quintuple selon le périmètre retenu, et c'est là que commence l'essentiel de la confusion publique autour de l'« acier vert ».

CHAPITRE 2

COMPTABILISER LE CARBONE DE L'ACIER : PRÉCISER LE PÉRIMÈTRE À CHAQUE FOIS

L'intensité carbone d'une tonne d'acier n'est pas une donnée intrinsèque d'une usine ; c'est le résultat d'une règle de comptage appliquée à cette usine. La même tonne RC-1 peut être déclarée en toute honnêteté à sept valeurs différentes, d'environ 0,11 à 0,58 t de CO₂, selon les émissions comptées et l'unité de référence retenue. Les référentiels qui comptent pour les prêteurs, les acheteurs et les régulateurs de Cameroon Steel sont désormais bien établis. La discipline qui en découle est simple : choisir le référentiel adapté à l'usage, en préciser le périmètre et faire vérifier le chiffre.

2.1 Le GHG Protocol classe les émissions en trois périmètres

La plupart des comptabilités carbone d'entreprise reposent sur le Greenhouse Gas Protocol, élaboré par le World Resources Institute et le World Business Council for Sustainable Development [S45]. Il classe les émissions selon l'entité qui en maîtrise la source.

- **Le périmètre 1** couvre les émissions directes des sources que l'entreprise possède ou contrôle. Pour une aciérie électrique, il s'agit du CO₂ issu de l'oxydation dans le four des électrodes de graphite et du carbone de charge ou d'injection, de la part carbonatée des fondants tels que la chaux et la dolomie, et de tout combustible brûlé sur le site, comme le gaz naturel d'un four de réchauffage.
- **Le périmètre 2** couvre les émissions liées à la production de l'électricité, de la vapeur ou de la chaleur achetées par l'entreprise. Pour une aciérie électrique, c'est généralement la principale catégorie des périmètres 1 et 2, bien que ces émissions se produisent dans les centrales et non sur site. Les lignes directrices du Protocole de 2015 exigent deux chiffres : un chiffre fondé sur la localisation, qui utilise le facteur d'émission moyen du réseau auquel l'usine est raccordée, et un chiffre fondé sur le marché, qui utilise le facteur d'émission de l'électricité contractée par l'entreprise, attestée par des instruments contractuels [S45].
- **Le périmètre 3** couvre toutes les autres émissions indirectes de la chaîne de valeur, en amont (biens achetés, transport des intrants) et en aval (transformation, utilisation et fin de vie des produits).

Pour l'acier, une catégorie du périmètre 3 est si importante que les méthodes sectorielles la traitent à part : les émissions amont des produits intermédiaires ferreux achetés, tels que le coke, les boulettes, la fonte et le DRI. Une usine qui achète du DRI au lieu de le produire fait sortir les émissions de la production de fer de son propre périmètre 1 pour les placer dans celui d'un autre. Comparer les périmètres 1 et 2 de cette usine à ceux d'une usine intégrée qui produit son propre fer la flatterait indûment. Les méthodes sectorielles réintègrent donc les émissions amont des produits intermédiaires achetés, afin que des usines de degrés d'intégration différents puissent être comparées à périmètre équivalent.

DEUX CHIFFRES POUR LE PÉRIMÈTRE 2, ET POURQUOI DÉCLARER LES DEUX

Le chiffre fondé sur la localisation répond à la question « qu'émet le réseau pour alimenter cette usine ? » ; c'est la base prudente retenue dans le présent livre blanc pour les seuils des prêteurs. Le chiffre fondé sur le marché répond à la question « quelle électricité l'entreprise a-t-elle choisi d'acheter ? » et récompense les contrats passés avec des producteurs bas carbone. Déclarer les deux, en justifiant le second, est ce qu'exige le GHG Protocol et ce qu'attendent les lecteurs avertis.

2.2 La norme ISO 14404 et la méthode de worldsteel comparent les sites sur un périmètre commun

La série ISO 14404, fondée sur la méthodologie de collecte des données CO₂ de l'Association mondiale de l'acier (worldsteel), constitue la méthode de référence du secteur pour calculer l'intensité en CO₂ d'un site sidérurgique [S41][S42][S43]. La partie 1 traite des usines à haut fourneau et la partie 2 des usines à four à arc électrique, toutes deux publiées en deuxième édition en 2024 ; la partie 3 traite des usines associant un four à arc électrique à une unité de réduction directe au charbon ou au gaz (2024) ; la partie 4 (2020) donne des lignes directrices d'utilisation de la série, dont une feuille de calcul universelle couvrant toutes les filières.

La méthode présente trois caractéristiques qui comptent pour une usine comme RC-1 :

1. **Un périmètre de site fixe.** Tous les procédés, de la manutention des matières premières au laminage à chaud, y sont inclus, avec un traitement défini des unités auxiliaires telles que les unités d'oxygène et les fours à chaux.
2. **Des émissions amont pour les produits intermédiaires achetés.** Le DRI, la fonte, les boulettes, le coke, la chaux et l'oxygène achetés se voient appliquer des facteurs d'émission amont standard ou propres au fournisseur, de sorte que l'achat d'un produit intermédiaire ne réduit pas l'intensité déclarée.
3. **Des crédits pour les coproduits et l'énergie exportés.** Le laitier envoyé en cimenterie ou l'électricité exportée peuvent donner lieu à un crédit, car ils se substituent à des émissions ailleurs.

Le résultat est exprimé par tonne d'acier brut (acier coulé), l'unité de référence utilisée par worldsteel pour ses moyennes par filière [S01]. worldsteel collecte depuis de nombreuses années les données de sites de ses membres sur cette base, et l'AIE a examiné la série, aux côtés des méthodes de worldsteel et du standard ResponsibleSteel, dans son rapport de 2023 sur la mesure des émissions pour une sidérurgie neutre en carbone, en recommandant une convergence vers une méthode commune [S07].

ACHETER DU FER AU LIEU DE LE PRODUIRE FAIT SORTIR DES ÉMISSIONS DES COMPTES D'UNE USINE. LES MÉTHODES SECTORIELLES LES Y RÉINTÈGRENT, AFIN QUE LES USINES PUISSENT ÊTRE COMPARÉES.

Constat du chapitre 2

2.3 Les empreintes de produit et les déclarations environnementales suivent le produit, non le site

Les maîtres d'ouvrage, les prescripteurs et les acheteurs publics demandent de plus en plus, non pas une intensité de site, mais l'empreinte du produit qu'ils achètent, documentée dans une déclaration environnementale de produit (DEP). Les empreintes de produit suivent la norme ISO 14067 [S46] ; les DEP des produits de construction suivent la norme ISO 14025 et, en Europe, les règles de base de la norme EN 15804+A2 [S47].

Une DEP « du berceau à la sortie d'usine » (modules A1 à A3) compte tout, de l'extraction des matières premières à la sortie d'usine : les émissions directes du site, son électricité, les émissions amont de chaque intrant acheté (unités de fer, ferroalliages, électrodes, chaux, réfractaires, gaz) et le transport amont. La norme EN 15804 exige en outre un module D distinct, qui rend compte du bénéfice du recyclage de l'acier en fin de vie. L'inventaire du cycle de vie de worldsteel, dont le jeu de données 2024 a été publié en mai 2026 avec des données mondiales et régionales pour 16 produits, dont le rond à béton et les profilés, suit les normes ISO 14040 et 14044 et est compatible avec les normes ISO 14067 et EN 15804 [S44].

Les empreintes de produit sont plus élevées que les intensités de site parce qu'elles comptent davantage d'intrants, et elles sont exprimées par tonne du produit déclaré plutôt que par tonne d'acier brut. Ce sont ces chiffres qu'un acheteur comparera aux produits concurrents et intégrera au calcul du carbone intrinsèque d'un bâtiment.

2.4 Régulateurs et prêteurs tracent chacun leur propre périmètre

Trois périmètres réglementaires ou contractuels comptent particulièrement pour RC-1.

Le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'UE, MACF (CBAM), tarifie les « émissions intrinsèques » des marchandises importées. Pour le fer et l'acier, l'aluminium et l'hydrogène, l'annexe II du règlement MACF dispose que seules les émissions directes sont prises en compte, y compris les émissions directes intrinsèques des précurseurs tels que le DRI ou la fonte ; les émissions de l'électricité utilisée sont surveillées et déclarées, mais pas tarifées [S27]. Une aciérie électrique fondant de la ferraille et du DRI sur un réseau hydro-électrique a donc un périmètre MACF qui exclut son électricité achetée, principale catégorie de ses périmètres 1 et 2, mais inclut la totalité des émissions directes du DRI qu'elle achète. La même règle explique pourquoi un four 100 % ferraille supporte une charge MACF inférieure à celle de RC-1, alors même que l'empreinte totale de RC-1 sur le réseau camerounais est inférieure à celle du FAE à ferraille moyen (chapitre 5).

Les Principes de l'Équateur (EP4) fondent leurs exigences climatiques sur la somme des périmètres 1 et 2 : une évaluation des risques liés au changement climatique, comprenant une analyse des solutions de rechange, pour les projets dont les émissions attendues dépassent 100 000 t CO₂e par an, et une déclaration publique annuelle au-delà du même seuil [S22]. **La NP 3 de la Société financière internationale (SFI)** exige une quantification au-delà de 25 000 t par an [S21].

Les dispositifs de certification et les définitions de l'acier à faibles émissions, tels que le seuil « quasi zéro » de l'AIE, les niveaux de progrès de ResponsibleSteel, le standard du Global Steel Climate Council et le Low Emission Steel Standard allemand, comptent les périmètres 1 et 2 ainsi que les émissions amont des produits intermédiaires achetés, avec des différences de détail [S06][S37][S39][S40]. Le chapitre 9 examine leurs seuils.

La figure 2.1 résume les sources d'émission comptées par chaque périmètre.

Une même aciérie, huit périmètres carbone différents

Ce que compte chaque référentiel (simplifié)

	Carbone FAE et four-poche	Gaz sur site	Électricité du réseau	Unités de fer importées	Chaux, alliages, électrodes	Transport amont	Usage et recyclage
GHG Protocol, périmètre 1	●	●	●	●	●	●	●
GHG Protocol, périmètre 2	●	●	●	●	●	●	●
Seuil EP4 (périmètres 1+2)	●	●	●	●	●	●	●
MACF de l'UE, fer et acier	●	●	●	●	●	●	●
ISO 14404 / worldsteel	●	●	●	●	○	●	●
ResponsibleSteel, quasi zéro AIE	●	●	●	●	○	●	●
Empreinte produit, berceau-porte	●	●	●	●	●	●	●
DEP avec fin de vie (module D)	●	●	●	●	●	●	●

plein : compté creux : compté en partie point : non compté. Orange : unités de fer importées, premier poste de RC-1.

SOURCE Figure 2.1. Ce que compte chaque référentiel, de façon simplifiée. Cercles pleins : compté ; cercles creux : compté en partie (certains intrants achetés tels que la chaux ou l'oxygène) ; points : non compté. Les unités de fer importées (en orange) sont comptées par tous les périmètres à l'exception des périmètres 1 et 2 et du seuil EP4, et elles constituent le premier poste de l'empreinte de RC-1.

Source : GHG Protocol [S45] ; Principes de l'Équateur EP4 [S22] ; règlement (UE) 2023/956, annexe II [S27] ; série ISO 14404 [S41][S43] ; ResponsibleSteel [S37] ; AIE [S06] ; ISO 14067 [S46] ; EN 15804+A2 [S47]. Simplification par Cameroon Steel.

Tableau 2.1 Les principaux référentiels et périmètres comparés

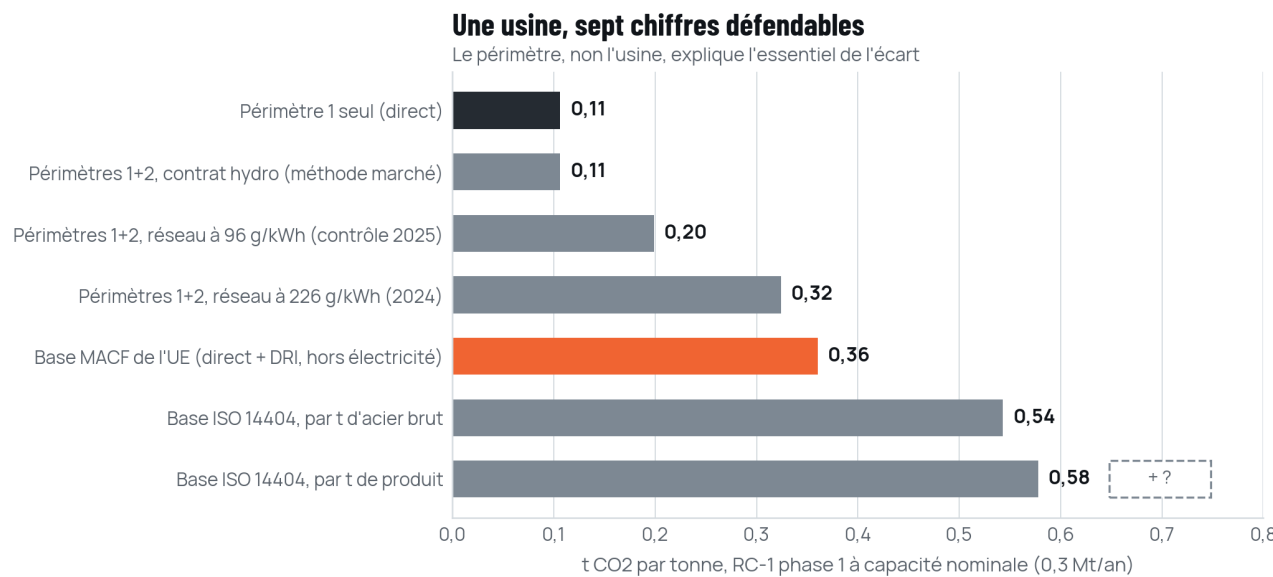
Référentiel	Objet	Périmètre	Unité de référence	Électricité	Unités de fer achetées	Statut pour RC-1
GHG Protocol, périmètres 1 et 2	Inventaire d'entreprise	Contrôle opérationnel ou financier	Absolute, t CO ₂ e par an	Périmètre 2, fondé sur la localisation et sur le marché	Périmètre 3	Inventaire dès la première coulée
Principes de l'Équateur EP4	Diligence raisonnable des prêteurs	Périmètres 1 et 2	Absolute, au-delà de 100 kt	Incluse	Exclues	S'applique dès la phase 1
NP 3 de la SFI	Norme des prêteurs	Projet	Absolute, au-delà de 25 kt	Incluse	Exclues	S'applique
ISO 14404 / worldsteel	Intensité de site, étalonnage	Site, avec amont et crédits	Par t d'acier brut	Incluse	Inclues (amont)	Base principale de déclaration
MACF de l'UE (fer et acier)	Prélèvement à la frontière	Installation, avec précurseurs	Par t de marchandise	Déclarée, non tarifée	Inclues (émissions directes du précurseur)	Pour toute tonne destinée à l'UE
ISO 14067 / DEP (EN 15804+A2)	Allégations produit, marchés publics	Du berceau à la sortie d'usine (A1 à A3), module D distinct	Par t de produit déclaré	Incluse	Inclues, avec tous les autres intrants	Pour les acheteurs du bâtiment

Référentiel	Objet	Périmètre	Unité de référence	Électricité	Unités de fer achetées	Statut pour RC-1
Quasi zéro de l'AIE, ResponsibleSteel, GSCC, LESS	Définitions, certification	Périmètres 1 et 2 avec amont	Par t d'acier brut ou de produit	Incluse	Incluses	Repère de progression

Source : comme pour la figure 2.1 ; GSCC [S39] ; LESS [S40] ; AIE [S07].

2.5 Une usine, sept chiffres défendables

La figure 2.2 applique ces périmètres à l'empreinte illustrative de la phase 1 de RC-1 établie au chapitre 4. Aucun de ces chiffres n'est faux ; chacun répond à une question différente.



DÉRIVÉ Figure 2.2. Sept périmètres appliqués à la même tonne de phase 1 de RC-1 à capacité nominale. Le cadre en tirets signale les intrants non encore quantifiés (ferroalliages, électrodes, chaux et réfractaires produits ailleurs, et transport amont), qu'une empreinte de produit du berceau à la sortie d'usine ajouterait. Le chiffre fondé sur le marché suppose un contrat d'approvisionnement adossé à une production hydroélectrique dont le facteur d'émission de combustion est nul.

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; facteurs d'émission du réseau d'Ember via Our World in Data [S48] et de l'ARSEL [S50] ; périmètre MACF selon le règlement (UE) 2023/956 [S27].

Du plus faible au plus élevé :

- **Environ 0,11 t (périmètre 1 seul)**. Les émissions propres du four : électrodes, carbone de charge et chaux. C'est ce que l'usine émet par ses cheminées en phase 1, lorsque les billettes sont réchauffées par induction plutôt qu'au gaz.
- **Environ 0,11 t (périmètres 1 et 2, méthode fondée sur le marché, contrat hydroélectrique)**. Si Cameroon Steel achète son électricité dans le cadre d'un contrat adossé à une production hydroélectrique identifiée, le GHG Protocol autorise un périmètre 2 fondé sur le marché, au facteur d'émission de la source contractée, nul sur une base de combustion. Ce chiffre ne vaut que ce que valent le contrat et les justificatifs qui l'accompagnent (chapitre 3).
- **Environ 0,20 t (périmètres 1 et 2 à 96 g/kWh)**. Le chiffre fondé sur la localisation si le facteur d'émission du réseau descend au niveau suggéré par le mix de production de 2025 (dérivé, indicatif ; chapitre 3).
- **Environ 0,32 t (périmètres 1 et 2 à 226 g/kWh)**. Le chiffre fondé sur la localisation, à la moyenne publiée du réseau pour 2024. C'est la valeur de planification prudente retenue dans tout le présent livre blanc.
- **Environ 0,36 t (base MACF de l'UE)**. Les émissions directes augmentées des émissions directes du DRI acheté, hors électricité ; le facteur amont complet du DRI est retenu comme ses émissions directes intrin-

sèques, simplification prudente. Ce chiffre dépasse celui des périmètres 1 et 2, car le DRI qu'il ajoute pèse plus que l'électricité qu'il retire.

- **Environ 0,54 t (base ISO 14404, par tonne d'acier brut)**. Les périmètres 1 et 2 augmentés des émissions amont du DRI acheté, par tonne d'acier liquide coulé. C'est le chiffre à comparer aux moyennes par filière de worldsteel.
- **Environ 0,58 t (même périmètre, par tonne de produit fini)**. Les mêmes émissions rapportées au tonnage plus faible de produits laminés, puisqu'environ 6 % de l'acier liquide est perdu en chutes, calamine et rebuts entre la coulée continue et la botte de produit fini.

2.6 Par tonne de quoi ? L'unité de référence compte

Les deux derniers chiffres illustrent une source fréquente de confusion. Les moyennes par filière de worldsteel, le seuil « quasi zéro » de l'AIE et les niveaux de progrès de ResponsibleSteel sont exprimés par tonne d'acier brut. Les émissions intrinsèques du MACF et les DEP sont exprimées par tonne de la marchandise déclarée. Pour une usine de produits longs, l'écart tient au rendement entre la coulée continue et le produit fini, d'environ 0,94 dans RC-1 [S90]. Le tableau 2.2 présente les chiffres de RC-1 sur les deux bases.

Tableau 2.2 Intensités illustratives de RC-1 selon les deux unités de référence (t CO₂ par tonne)

Périmètre	Phase 1, par t d'acier brut	Phase 1, par t de produit	1 Mt/an, par t d'acier brut	1 Mt/an, par t de produit	Statut
Périmètre 1	0,100	0,106	0,148	0,157	dérivé
Périmètre 2 à 226 g/kWh	0,205	0,218	0,160	0,170	dérivé
Périmètres 1 et 2	0,305	0,324	0,308	0,328	dérivé
Amont du DRI/HBI importé	0,239	0,254	0,239	0,254	dérivé
Périmètres 1 et 2 plus amont du DRI	0,543	0,578	0,547	0,582	dérivé
Base MACF de l'UE (direct et précurseur)	0,339	0,360	0,387	0,411	illustratif

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] (annexe A). Le périmètre 1 de la configuration à 1 Mt/an est plus élevé parce que les phases 2 et 3 réchauffent les billettes au gaz naturel ; son périmètre 2 par tonne est plus faible pour la même raison.

Dans le présent livre blanc, les chiffres de RC-1 s'entendent par tonne de produit fini, sauf indication contraire, et les comparaisons avec des valeurs de référence exprimées par tonne d'acier brut sont signalées. Rapprocher la base produit de valeurs de référence par tonne d'acier brut majore RC-1 d'environ 6 % : les comparaisons sont donc prudentes.

2.7 Les allégations électriques fondées sur le marché exigent des preuves, surtout sur un réseau hydroélectrique

L'écart entre le périmètre 2 fondé sur la localisation et celui fondé sur le marché (0,32 contre 0,11 t à la figure 2.2) est suffisamment important pour appeler à la prudence. Sur un réseau où l'électricité est déjà majoritairement hydroélectrique, un contrat qui « attribue » une production hydroélectrique à un client ne réduit pas en soi les émissions du réseau ; il peut se borner à transférer sur le papier de l'électricité bas carbone d'autres clients vers celui-ci. Les critères de qualité du GHG Protocol exigent que les instruments contractuels soient uniques, traçables, concordants dans le temps et issus du même marché [S45], et les acheteurs comme les certifica-

teurs recherchent de plus en plus la preuve que l'approvisionnement contracté est additionnel, ou à tout le moins qu'il n'est pas compté deux fois. Nous n'avons pas identifié, pour le présent livre blanc, de registre national de garanties d'origine de l'électricité au Cameroun, et le Cameroun ne dispose, à notre connaissance, d'aucun régime obligatoire de déclaration des émissions industrielles de gaz à effet de serre. Sa contribution déterminée au niveau national actualisée vise une réduction de 35 % des émissions par rapport au scénario tendanciel d'ici 2030, dont 12 % de façon inconditionnelle [S80], et son Plan National Climat a été approuvé en juillet 2025 [S81].

La position de Cameroon Steel est donc de déclarer le chiffre fondé sur la localisation comme valeur principale du périmètre 2, de ne déclarer un chiffre fondé sur le marché que lorsqu'un contrat bilatéral avec une centrale identifiée et une livraison mesurée le justifie, et de présenter les deux. Un contrat d'approvisionnement qui apporte au réseau une nouvelle capacité bas carbone, ou qui lie l'usine à une centrale déterminée pendant la saison sèche, renforcerait les deux chiffres.

DISPOSITIF DE DÉCLARATION DE RC-1

L'inventaire de RC-1 doit être conçu, dès la première coulée, pour produire à partir d'un même jeu de données mesurées : (1) un inventaire d'entreprise selon le GHG Protocol, avec un périmètre 2 fondé sur la localisation et sur le marché ; (2) une intensité de site selon la norme ISO 14404, par tonne d'acier brut ; (3) les émissions intrinsèques au sens du MACF, par produit et par installation ; et (4) des DEP du berceau à la sortie d'usine pour les billettes, le fil machine et le rond à béton. Chacun doit être vérifié par un tiers accrédité. L'intégrer dès la conception coûte peu ; l'ajouter après coup coûte beaucoup, et les acheteurs n'attendront pas.

2.8 Pourquoi cela compte commercialement

Les règles comptables peuvent sembler une affaire technique, mais pour une aciérie exportatrice elles se traduisent directement en argent et en accès aux marchés. Dans le cadre du MACF, un importateur incapable de documenter les émissions intrinsèques réelles doit utiliser des valeurs par défaut qui, pour de nombreuses origines, supposent des intensités proches de celles du haut fourneau et sont assorties de majorations atteignant 30 % à partir de 2028 (chapitre 5). Dans plusieurs marchés, les acheteurs publics attribuent désormais des points ou fixent des plafonds de carbone intrinsèque, qu'ils évaluent à partir des DEP. Les prêteurs appliquent des seuils aux périmètres 1 et 2. Une usine capable de produire des chiffres vérifiés pour chaque périmètre pourra valoriser sa faible intensité ; celle qui en est incapable sera présumée moyenne, voire pire.

Le chapitre suivant aborde le paramètre qui pèse le plus sur le périmètre 2, et donc sur les chiffres des périmètres 1 et 2, d'une aciérie électrique au Cameroun : le facteur d'émission du réseau.

CHAPITRE 3

LE FACTEUR D'ÉMISSION DU RÉSEAU : L'HYDROÉLECTRICITÉ CAMEROUNAISE, PREMIER ATOUT DE L'ACIÉRIE ÉLECTRIQUE

L'électricité camerounaise compte parmi les moins carbonées d'Afrique, car elle provient en majorité de l'hydroélectricité. À la moyenne 2024 d'environ 226 g CO₂e/kWh, l'électricité du réseau ajoute environ 0,22 t de CO₂ à chaque tonne de produit de la phase 1 de RC-1 ; sur un réseau de moyenne mondiale, le même four et les mêmes laminoirs en ajouteraient environ 0,45 t, et sur le réseau sud-africain environ 0,69 t. Le mix de production de 2025, avec Nachtigal en pleine exploitation, laisse entrevoir une moyenne plus basse encore. L'avantage est réel, mais il s'agit d'une moyenne : il ne tient que si l'usine peut soutirer une puissance garantie pendant la saison sèche sans appeler des centrales thermiques à la marge.

3.1 Une aciérie électrique est avant tout un consommateur d'électricité

La phase 1 de RC-1 consommerait environ 289 GWh d'électricité par an à capacité nominale, soit environ 960 kWh par tonne de produit fini (dérivé de la configuration de référence RC-1 [S90]). Sur ce total, le four à arc électrique, le four-poche et les auxiliaires de l'aciérie absorbent environ 166 GWh (57 %), le chauffage par induction des billettes avant laminage environ 90 GWh (31 %) et les laminoirs environ 33 GWh (11 %). La valeur de planification de 450 kWh par tonne d'acier liquide retenue pour le four se situe dans la plage de 347 à 500 kWh/t indiquée par les lignes directrices de la SFI pour les aciéries [S20] ; les aciéries européennes déclarent de 404 à 748 kWh/t selon la charge et la conduite [S19]. Comme le DRI demande plus d'énergie à fondre que la ferraille, environ 14,5 kWh/t de plus pour chaque tranche de 10 points de DRI dans la charge [S15], environ 490 kWh/t constitue la valeur haute de planification pour une charge à 30 % de DRI ou de HBI. À cette valeur, la phase 1 consommerait environ 302 GWh par an et appellerait en moyenne environ 38 MW, et ses périmètres 1 et 2 augmenteraient d'environ 0,01 t par tonne (dérivé).

À la configuration complète de 1 Mt/an, la demande annuelle atteindrait environ 753 GWh. Les phases 2 et 3 étant prévues avec un réchauffage au gaz, la consommation électrique par tonne baisserait à environ 750 kWh et une partie de la demande d'énergie se reporterait sur le gaz naturel (chapitre 4). En puissance, la phase 1 appellerait en moyenne environ 36 MW et l'usine complète environ 94 MW, avec des pointes bien supérieures à ces moyennes : un four à arc électrique de la classe 40 t, doté d'un transformateur de four de la classe 30 à 33 MVA, appelle bien plus que la moyenne pendant la fusion [S90]. Comme la fusion peut être programmée en dehors des pointes du système, le four offre une charge programmable, et non une charge interruptible : il a besoin d'un approvisionnement garanti pendant les heures où il fond.

Ces volumes sont significatifs pour le système électrique camerounais, que le livre blanc 05 (chapitres 2 et 3) décrit en détail ; le présent chapitre n'en retient que ce dont l'estimation carbone a besoin. La production totale s'est élevée à 8 120 GWh en 2025, pour une puissance installée de 2 033 MW et une pointe de 1 278 MW [S50]. La

phase 1 de RC-1 consommerait donc environ 3,6 % de la production de 2025, et l'usine complète environ 9 % (dérivé). C'est pourquoi la teneur en carbone du réseau et la garantie d'approvisionnement sont au cœur de toute estimation honnête de l'empreinte de l'usine.

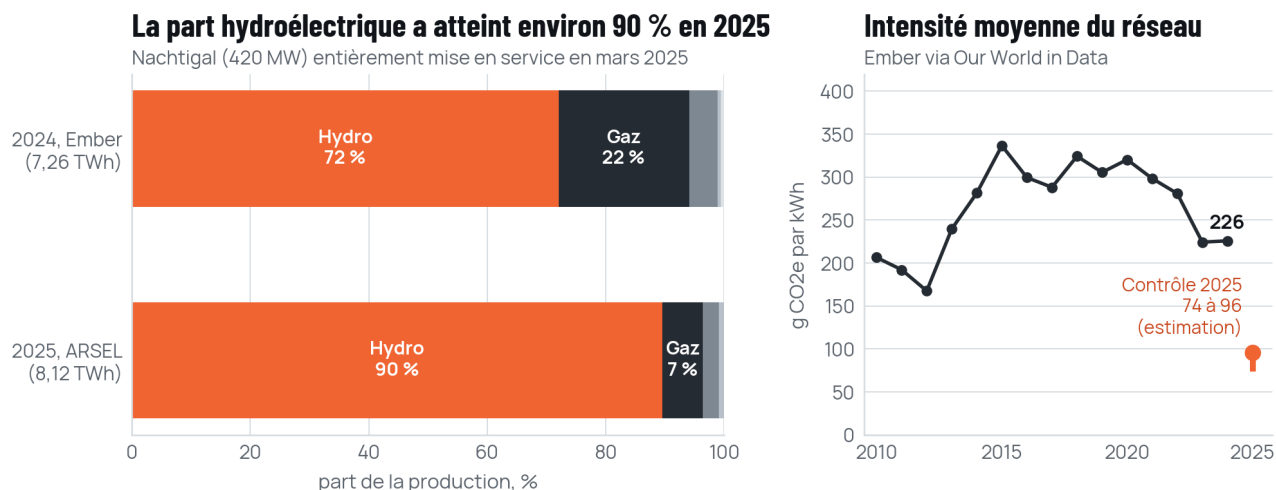
Tableau 3.1 Le système électrique camerounais et la demande de RC-1 en perspective

Élément	Valeur	Année	Statut	Source
Puissance installée	2 033 MW, dont 69,5 % d'hydroélectricité	2025	sourcé	[S50]
Production	8 119,9 GWh, dont 7 272,4 GWh d'origine hydroélectrique	2025	sourcé	[S50]
Pointe de consommation	1 278 MW	2025	sourcé	[S50]
Centrale hydroélectrique de Nachtigal	420 MW, entièrement mise en service en mars 2025 ; 3,6 TWh injectés sur les 12 mois à mai 2026	2025 à 2026	sourcé	[S91] [S52]
Demande industrielle non satisfaite dans l'attente de la ligne d'évacuation 400 kV de Nachtigal	150 MW ; ligne attendue en novembre 2026	octobre 2026	sourcé	[S51]
Alimentation en 225 kV de la plateforme portuaire de Kribi	100 MW au départ, 330 à 400 MW ensuite	2025 à 2026	sourcé	[S55] [S56]
Potentiel hydroélectrique	environ 115 TWh par an, aménagé à environ 4 %	2026	sourcé	[S53]
Électricité de la phase 1 de RC-1	environ 289 GWh/an ; environ 36 MW en moyenne	à capacité nominale	dérivé	[S90]
Électricité de RC-1 en configuration complète	environ 753 GWh/an ; environ 94 MW en moyenne	à capacité nominale	dérivé	[S90]

Source : comme indiqué. Les moyennes de RC-1 supposent 8 000 heures de fonctionnement par an.

3.2 La moyenne du réseau a fortement baissé avec la mise en service de Nachtigal

La figure 3.1 présente le mix de production du Cameroun et l'intensité carbone moyenne du réseau. Selon le jeu de données d'Ember publié par Our World in Data, l'hydroélectricité a fourni environ 5,23 TWh sur 7,26 TWh en 2024 (72 %), le gaz 1,60 TWh, le fioul 0,35 TWh, le solaire et la bioénergie de faibles quantités ; l'intensité moyenne était de 225,9 g CO₂e/kWh, proche des 224 g de 2023 et en baisse par rapport aux 281 g de 2022 [S48] [S49]. Le rapport 2025 du régulateur, l'ARSEL, fait apparaître un mix très différent : 8,12 TWh produits, dont 7,27 TWh (environ 90 %) d'origine hydroélectrique et seulement environ 0,78 TWh issus du gaz et du fioul [S50]. L'écart traduit la mise en service complète, en mars 2025, de la centrale de Nachtigal (420 MW), qui a livré environ 2,07 TWh en 2025 malgré une hydrologie inférieure aux prévisions [S50].



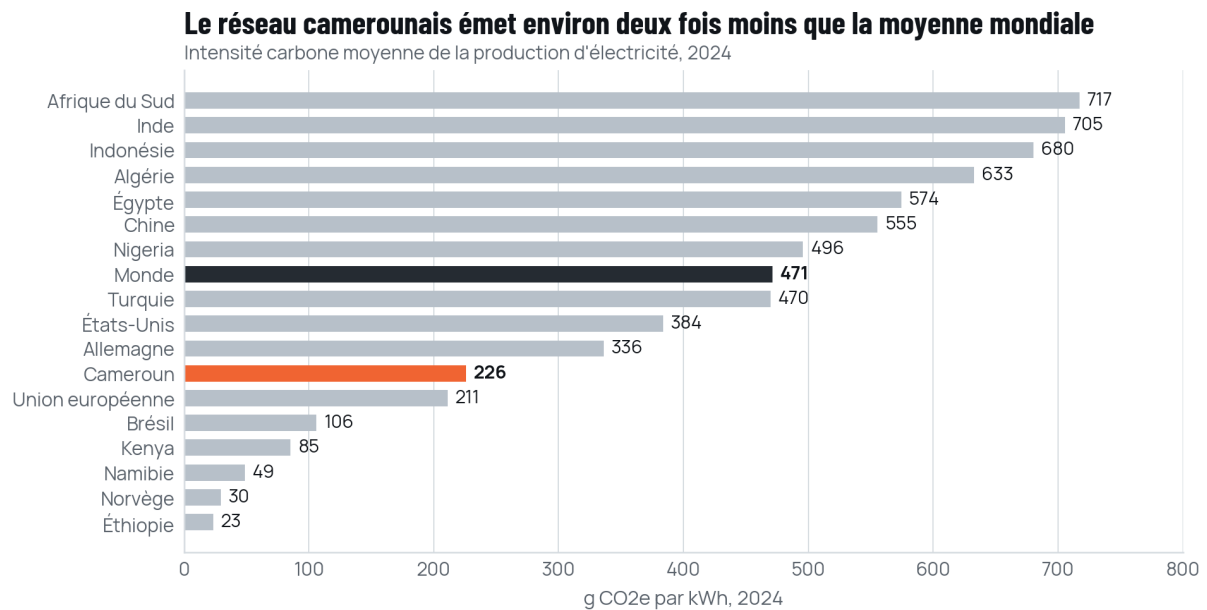
DÉRIVÉ Figure 3.1. Mix de production du Cameroun en 2024 (Ember) et en 2025 (ARSEL), et intensité carbone moyenne du réseau depuis 2010. Le repère orange correspond à un contrôle 2025, une estimation obtenue en appliquant au mix de 2025 le taux d'émission fossile implicite des données de 2024 : environ 74 g/kWh sur une base de combustion et environ 96 g/kWh si les sources renouvelables se voient appliquer des facteurs en cycle de vie.

Source : Ember via Our World in Data, intensité carbone et production par source [S48] [S49] ; ARSEL, Rapport d'activités 2025 [S50] ; facteurs en cycle de vie de l'hydroélectricité (24 g), du solaire (48 g) et de la bioénergie (230 g) tirés du GIEC, AR5, annexe III [S58]. Contrôle 2025 dérivé par Cameroon Steel (annexe A).

Aucune valeur 2025 n'a encore été publiée sur la base d'Ember. Pour en estimer l'ordre de grandeur, nous avons dérivé le taux d'émission moyen de la production fossile implicite des données de 2024 (environ 770 g CO₂e/kWh, ce qui est cohérent avec des moteurs à gaz et des centrales au fioul) et l'avons appliqué à la production fossile de 2025 déclarée par l'ARSEL. Le résultat, une estimation d'environ 74 à 96 g/kWh selon que l'hydroélectricité et le solaire sont comptés à zéro ou à leurs valeurs en cycle de vie, représente moins de la moitié de la moyenne de 2024. Nous le considérons comme un contrôle indicatif, non comme une valeur de substitution : les deux jeux de données n'ont pas la même couverture, l'hydrologie de 2025 n'avait rien d'exceptionnel et une seule année ne fait pas une tendance. La valeur de planification du présent livre blanc reste la valeur publiée de 226 g/kWh, qui est donc prudente au regard de la moyenne. Elle ne l'est pas au regard du facteur marginal examiné ci-après.

3.3 Le réseau camerounais émet environ deux fois moins de carbone que la moyenne mondiale

La figure 3.2 situe le Cameroun parmi d'autres systèmes électriques. Sa moyenne 2024 de 226 g/kWh est proche des 211 g de l'Union européenne et bien inférieure aux 471 g du monde, aux 555 g de la Chine, aux 705 g de l'Inde et aux 717 g de l'Afrique du Sud [S48]. Plusieurs systèmes africains dotés d'une forte part d'hydroélectricité ou de géothermie, comme ceux de l'Éthiopie, du Kenya et de la Namibie, sont plus bas encore.



SOURCÉ Figure 3.2. Intensité carbone moyenne de la production d'électricité, pays et régions sélectionnés, 2024. Le Cameroun (en orange) se situe près de l'Union européenne et à environ la moitié de la moyenne mondiale (en foncé).

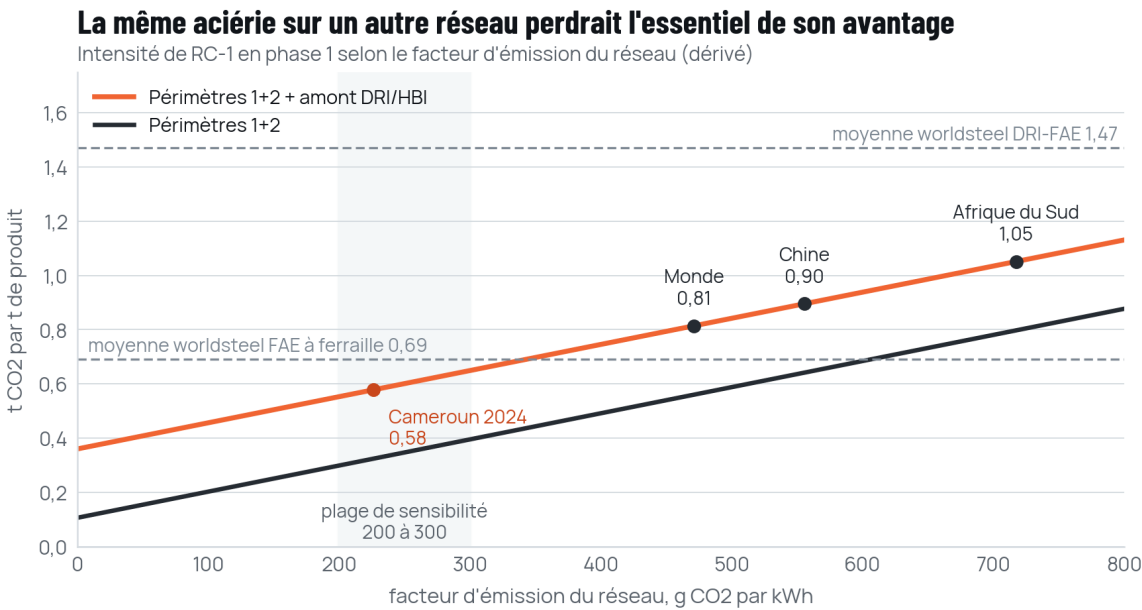
Source : Ember via Our World in Data, intensité carbone de la production d'électricité, consulté le 10 octobre 2026 [S48].

Pour une aciérie, ce classement se traduit directement en carbone par tonne. Les principaux pays producteurs d'acier font fonctionner leurs FAE sur des réseaux de 400 à 700 g/kWh, ce qui explique en partie que la moyenne mondiale du FAE à ferraille, 0,69 t par tonne, soit très supérieure à ce que la même technologie obtient sur des réseaux hydroélectriques ou nucléaires.

3.4 La même aciérie sur un autre réseau perdrait l'essentiel de son avantage

La figure 3.3 maintient constants tous les paramètres de la phase 1 de RC-1, sauf le facteur d'émission du réseau. À 226 g/kWh, les périmètres 1 et 2 représentent environ 0,32 t par tonne de produit et le total, DRI importé compris, environ 0,58 t. À la moyenne mondiale de 471 g/kWh, ces valeurs deviennent environ 0,56 et 0,81 t ; sur le réseau chinois, environ 0,64 et 0,90 t ; sur le réseau sud-africain, environ 0,80 et 1,05 t (dérivé). Le total de RC-1 rejoindrait la moyenne mondiale du FAE à ferraille, 0,69 t, à partir d'un facteur d'émission du réseau d'environ 343 g/kWh.

Chaque tranche de 100 g/kWh du facteur d'émission du réseau représente environ 0,096 t de CO₂ par tonne de produit de la phase 1, l'usine consommant environ 960 kWh par tonne. Cette pente constitue l'argument chiffré pour traiter l'électricité comme une décision climatique. Un écart de 100 g/kWh dans l'intensité carbone moyenne de l'électricité fournie pèse davantage que l'ensemble des mesures d'efficacité du four présentées au chapitre 10.



DÉRIVÉ **Figure 3.3.** Intensité carbone de la phase 1 de RC-1 en fonction du facteur d'émission du réseau, tous les autres paramètres étant fixés à leurs valeurs RC-1. La bande grisée correspond à la plage de sensibilité de 200 à 300 g/kWh retenue dans le présent livre blanc. Les points signalent les moyennes 2024 du Cameroun, du monde, de la Chine et de l'Afrique du Sud.
Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; facteurs d'émission du réseau d'Ember via Our World in Data [S48] ; moyennes par filière de worldsteel [S01].

Tableau 3.2 Cas de facteur d'émission du réseau pour l'empreinte de RC-1 (t CO₂ par tonne de produit)

Cas	Facteur du réseau, g/kWh	Phase 1, périmètres 1+2	Phase 1, amont du DRI compris	1 Mt/an, périmètres 1+2	1 Mt/an, amont du DRI compris	Statut
Méthode fondée sur le marché, contrat hydroélectrique (base de combustion)	0	0,106	0,360	0,157	0,411	illustratif
Facteur hydroélectrique en cycle de vie (médiane GIEC AR5)	24	0,129	0,383	0,176	0,429	illustratif
Contrôle sur le mix de 2025	74 à 96	0,178 à 0,199	0,432 à 0,453	0,213 à 0,230	0,467 à 0,484	dérivé
Sensibilité basse	200	0,299	0,553	0,308	0,562	hypothèse
Valeur de planification, moyenne 2024	226	0,324	0,578	0,328	0,582	dérivé
Sensibilité haute	300	0,395	0,649	0,383	0,637	hypothèse
Moyenne mondiale, 2024	471	0,560	0,814	0,512	0,766	illustratif
Taux de la production fossile implicite des données de 2024	environ 770	0,849	1,103	0,738	0,992	illustratif

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; Ember via Our World in Data [S48] ; ARSEL [S50] ; GIEC, AR5, annexe III [S58].

3.5 Facteurs moyen, marginal et contractuel répondent à des questions différentes

La moyenne du réseau est le facteur adéquat pour un inventaire du périmètre 2 fondé sur la localisation au sens du GHG Protocol [S45], et c'est le facteur retenu pour l'estimation centrale du présent livre blanc. Ce n'est pas le seul pertinent.

Le facteur marginal. Une nouvelle charge de 36 à 94 MW ne prélève pas une tranche moyenne du réseau ; elle est servie par la centrale qui s'ajuste pour y répondre. Dans un système à dominante hydroélectrique disposant d'eau en réserve, il s'agit de l'hydroélectricité et les émissions marginales sont proches de zéro. En saison sèche, ou lorsque les contraintes de transport s'exercent, il peut s'agir de la centrale à gaz de Kribi ou d'unités au fioul, et le facteur marginal se rapproche alors du taux fossile d'environ 770 g/kWh implicite des données de 2024. La ligne de 225 kV qui alimentera la plateforme portuaire de Kribi part du poste de la centrale à gaz de Kribi [S55], et Business in Cameroon rapportait le 9 octobre 2026 que 150 MW de demande industrielle n'étaient pas satisfaits, dans l'attente de la ligne d'évacuation 400 kV de Nachtigal [S51]. Tant que cette ligne et l'ensemble du réseau sud ne seront pas renforcés, il existe un risque réel que la nouvelle charge industrielle de Kribi soit servie à la marge par le gaz. Pendant les heures où elle l'est, la phase 1 porterait environ 0,5 t de CO₂ de plus par tonne qu'à la moyenne de 226 g/kWh (dérivé), soit davantage que la totalité de son périmètre 2 à la moyenne. Les prêteurs multilatéraux utilisent souvent, pour la comptabilité des projets, un facteur de « marge combinée » qui associe les approches moyenne et marginale ; le facteur harmonisé pour le Cameroun n'a pas pu être vérifié pour le présent livre blanc et figure parmi les lacunes de connaissance (chapitre 11).

Le facteur contractuel. Un contrat d'approvisionnement bilatéral avec une centrale hydroélectrique identifiée, mesuré et concordant dans le temps, justifierait un périmètre 2 fondé sur le marché proche de zéro. Sur un réseau déjà majoritairement hydroélectrique, une telle allégation n'est crédible que si elle ne se borne pas à réattribuer une production bas carbone existante au détriment d'autres clients. La forme la plus solide est un contrat qui apporte une capacité nouvelle au système, par exemple en garantissant une partie d'un nouveau projet hydroélectrique ou un dispositif de sécurisation, de sorte que la demande de l'usine soit couverte par une offre bas carbone additionnelle.

Le facteur saisonnier. Le réseau sud du Cameroun dépend de cours d'eau dont les débits varient selon les saisons et les années. Nachtigal a livré environ 28 % de moins que prévu en 2025 en raison de l'hydrologie [S50]. Une aciérie fonctionnant en continu soutirera aussi de l'électricité pendant les mois secs. Déclarer le facteur d'émission du réseau mois par mois, et contracter une puissance garantie, est donc plus parlant qu'une moyenne annuelle.

LE FACTEUR D'ÉMISSION DU RÉSEAU EST UNE DÉCISION STRATÉGIQUE

Pour RC-1, chaque tranche de 100 g/kWh du facteur d'émission du réseau représente environ 0,1 t de CO₂ par tonne de produit, et l'écart entre un approvisionnement adossé à l'hydroélectricité et une marge thermique représente environ 0,7 t. Sécuriser une électricité bas carbone garantie et identifiée, ainsi que le réseau de transport qui l'achemine, est la décision carbone la plus précieuse après le choix de la filière. Elle compte aussi pour la fiabilité : un FAE qui perd l'alimentation en cours de coulée gaspille de l'énergie et du temps.

3.6 La garantie d'approvisionnement et le coût déterminent ce qui est atteignable

Une électricité bas carbone n'a de valeur pour une aciérie que si elle est garantie et abordable. Le livre blanc 05 (chapitre 3) analyse la tarification et la contractualisation des gros consommateurs ; deux points comptent pour le carbone. Il n'existe pas de tarif réglementé au-delà de 10 MW, de sorte qu'une usine de la taille de RC-1 contracterait de gré à gré ; les contrats haute tension historiques s'établissaient en moyenne à environ 18,4 FCFA/kWh en 2025, alors que le régulateur estime la moyenne reflétant les coûts, tous clients confondus, à environ 105 FCFA/kWh [S50][S54]. La position d'une nouvelle aciérie dans cette fourchette influera à la fois sur sa compétitivité et sur la teneur en carbone de l'électricité qu'elle pourra obtenir, puisque l'électricité la moins chère provient souvent d'anciennes centrales hydroélectriques dont la production est déjà engagée.

Ces contraintes ne sont pas des raisons de renoncer à l'avantage hydroélectrique ; ce sont des raisons de le planifier délibérément. Le chapitre 10 recommande une stratégie électrique reposant sur quatre éléments : un contrat bilatéral garanti avec une production bas carbone identifiée ; un soutien aux renforcements du réseau

de transport qui amènent l'hydroélectricité jusqu'à Kribi ; des mesures sur site (compensation de l'énergie réactive et du papillotement, fusion programmée en dehors des pointes du système et flexibilité des laminoirs) qui font de l'usine un bon utilisateur du réseau ; et une déclaration mensuelle du périmètre 2 fondé sur la localisation et sur le marché.

3.7 Ce que le facteur d'émission du réseau ne peut pas faire

Même un réseau parfaitement propre ne rendrait pas l'acier de RC-1 « quasi zéro ». Avec un facteur d'émission nul, la phase 1 émettrait encore environ 0,11 t par tonne de façon directe et porterait environ 0,25 t d'émissions amont liées au DRI importé dans sa charge, soit un total d'environ 0,36 t. C'est moins que toutes les moyennes par filière, mais bien au-dessus du seuil « quasi zéro » de l'AIE pour une usine utilisant environ 70 % de ferraille, qui est d'environ 0,16 t par tonne d'acier brut [S06]. Au-delà du réseau, les gains suivants devront venir des unités de fer et des émissions directes du four. Le chapitre 4 présente l'empreinte complète et montre lequel de ces facteurs pèse le plus.



**CHAQUE TRANCHE DE 100 GRAMMES DE CO₂ PAR
KILOWATTHEURE SUR LE RÉSEAU REPRÉSENTE
ENVIRON UN DIXIÈME DE TONNE DE CO₂ SUR
CHAQUE TONNE D'ACIER.**

Vue d'illustration. Image générée d'un poste haute tension dans un paysage tropical ; il ne s'agit pas d'une photographie d'un projet, d'un lieu ou d'une personne.

CHAPITRE 4

UNE EMPREINTE ILLUSTRATIVE : ENVIRON 0,3 T DANS LES PÉRIMÈTRES 1 ET 2, ENVIRON 0,6 T AVEC LE FER IMPORTÉ

Sur la base de planification RC-1, la première phase de l'usine de Mboro émettrait à capacité nominale environ 97 000 t de CO₂ par an au titre des périmètres 1 et 2, émissions directes sur site et électricité achetée, soit environ 0,32 t par tonne de produit laminé ; les combustibles annexes et le SF6 y ajouteraient quelques milliers de tonnes. Le DRI ou le HBI importé y ajouterait environ 76 000 t en amont, portant le total à environ 0,58 t par tonne. À la capacité de conception de 1 Mt/an, les totaux annuels sont multipliés par trois environ tandis que l'intensité varie à peine. La principale incertitude ne tient pas au réseau mais aux unités de fer : à leur part dans la charge et à leur mode de production.

4.1 La configuration de référence

La configuration de référence de Cameroon Steel, RC-1, est l'estimation de planification que Cameroon Steel utilise pour le débat public et réglementaire sur le projet. Ce n'est pas une conception figée. Elle décrit une aciérie électrique de produits longs réalisée en trois phases, avec une réserve pour un module de réduction directe, comme le résume le tableau 4.1. La capacité de conception du projet, 1 Mt/an, et l'orientation de sa première phase vers les produits longs pour la construction relèvent du domaine public [S73][S72].

L'aciérie de la phase 1 produit des billettes. Sa production peut basculer entre produits laminés (fil machine et rond à béton) et billettes marchandes vendues aux relamineurs camerounais existants, qui indiquent que la ferraille locale ne couvre qu'environ 40 % de leurs besoins et que le complément provient de billettes importées [S89]. Ce tonnage vise à remplacer des billettes et du fil machine importés et à exporter vers la CEMAC ; le marché national du rond à béton dispose déjà de capacités de laminage supérieures à la demande, de sorte qu'une capacité nouvelle de rond à béton ne comblerait à elle seule aucun déficit (livre blanc 04). La phase 1 a une capacité nominale de 300 000 t par an ; avec un seul four, la production soutenue attendue est de 270 000 à 300 000 t, selon le taux d'utilisation. L'empreinte ci-dessous est calculée à capacité nominale pour une production entièrement laminée ; la section consacrée à l'empreinte indique aussi ce que porterait une tonne vendue sous forme de billette.

Tableau 4.1 La configuration de référence RC-1 (indicative)

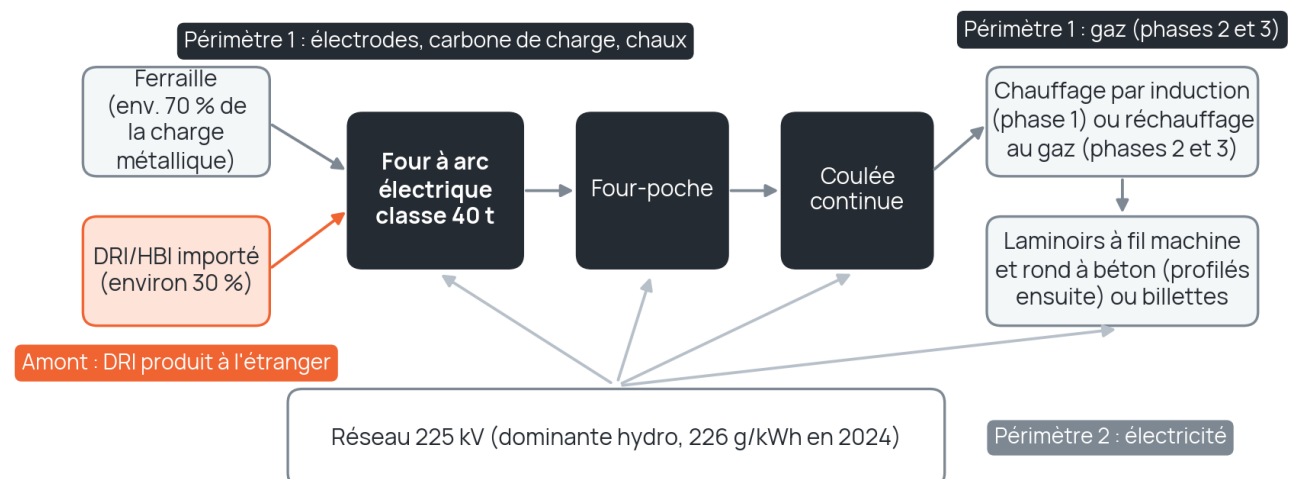
Phase	Principales unités	Production finie	Réchauffage avant laminage	Calendrier (indicatif)	Statut
Phase 1	Four à arc électrique de la classe 40 t, four-poche, coulée continue de billettes, chauffage des billettes par induction, laminoir à ronds à béton, laminoir à fil machine à grande vitesse	300 000 t/an de capacité nominale (270 000 à 300 000 t de production soutenue attendue) ; billettes laminées ou vendues	Induction électrique, enfournement partiellement à chaud	Travaux dès le 1 ^{er} trimestre 2029 ; première coulée au 2 ^e semestre 2030 ; montée en cadence en 2031	prévu
Phase 2	Deuxième ligne de fusion (FAE, four-poche, coulée continue), laminoir à profilés légers et moyens	+200 000 t/an	Four à longerons mobiles au gaz naturel	2032 à 2034, sous réserve du marché et du financement	indicatif
Phase 3	Extension de l'aciérie, laminoir à profilés lourds et poutrelles H	+500 000 t/an, jusqu'à 1 000 000 t/an	Four à longerons mobiles au gaz naturel	Après 2034, sous réserve du marché et du financement	indicatif
Réserve	Module de réduction directe pour minerai camerounais	Hors empreinte	Sans objet	Ultérieurement, sous réserve de la qualité du minerai, de l'approvisionnement en gaz et des autorisations	indicatif

Source : configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification), édition du 10 octobre 2026 [S90].

La charge métallique de chaque phase est supposée composée d'environ 70 % de ferraille et 30 % de DRI ou de HBI importé, valeur de planification de la configuration de référence RC-1, avec une plage de 20 % à 50 % de DRI. La ferraille serait achetée sur le marché national dans la mesure où la collecte le permet, soit environ 30 000 t par an dans le cas de planification (fourchette de 0 à 60 000 t), et importée pour le complément (chapitre 8). La figure 4.1 présente la chaîne de procédé et les points où les émissions y entrent.

Où le carbone entre dans une aciérie électrique de produits longs

Chaîne de procédé RC-1 en phase 1 et points d'émission (simplifié)



ILLUSTRATIF **Figure 4.1.** La chaîne de procédé de la phase 1 de RC-1 et ses points d'émission. Les émissions directes se produisent dans le four (électrodes, carbone de charge, chaux) et, à partir de la phase 2, dans le réchauffage au gaz ; l'électricité intervient à chaque unité ; les émissions amont du DRI produit à l'étranger entrent avec la charge.

Source : configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90]. Schéma simplifié.

4.2 La méthode : des volumes multipliés par des ratios, chaque plage étant indiquée

L'empreinte est un inventaire de la porte d'entrée à la porte de sortie de l'usine, étendu en amont aux unités de fer importées. Elle suit la logique de périmètre du GHG Protocol et de la norme ISO 14404 décrite au chapitre 2 et repose sur quatre relations, présentées en détail à l'annexe A :

- **L'acier liquide** est égal à la production finie divisée par le rendement coulée-laminage (0,94) ; **la charge métallique** est égale à l'acier liquide divisé par le rendement métallique (0,88).
- **Le périmètre 1** est égal à l'acier liquide multiplié par un facteur direct de 0,10 t CO₂ par tonne (électrodes, carbone de charge et d'injection, part carbonatée des fondants), augmenté du gaz naturel brûlé pour le réchauffage multiplié par 0,0561 t CO₂ par GJ, valeur par défaut du GIEC pour le gaz naturel [S57].
- **Le périmètre 2** est égal à l'électricité multipliée par le facteur d'émission du réseau (226 g/kWh), l'électricité étant égale à l'acier liquide multiplié par 520 kWh/t (450 pour le four, valeur de planification dans la plage SFI de 347 à 500 [S20], plus 70 pour les auxiliaires ; environ 490 constitue la valeur haute de planification pour une charge à 30 % de DRI), augmenté de la production finie multipliée par 110 kWh/t pour le laminage (plage SFI de 70 à 140 [S20]) et, en phase 1, de 300 kWh/t pour le chauffage par induction.
- **L'amont du DRI/HBI** est égal à la charge métallique multipliée par la part de DRI (30 %) et par 0,70 t CO₂ par tonne de DRI, valeur de planification pour du fer produit en four à cuve au gaz, avec une plage de 0,5 à 0,9.

Le tableau 4.2 présente les données d'activité qui en résultent. Toutes les valeurs s'entendent à capacité nominale sur une année complète ; les années de montée en charge seraient inférieures en valeur absolue et, généralement, supérieures en intensité.

Tableau 4.2 Données d'activité par phase (bilans RC-1 à capacité nominale)

Grandeur	Unité	Phase 1	Phases 1+2	Configuration complète	Statut
Production finie	t/an	300 000	500 000	1 000 000	prévu
Acier liquide (brut)	t/an	319 149	531 915	1 063 830	dérivé
Charge métallique	t/an	362 669	604 449	1 208 897	dérivé
dont DRI/HBI importé	t/an	108 801	181 335	362 669	dérivé
dont ferraille	t/an	253 868	423 114	846 228	dérivé
Électricité	MWh/an	288 957	421 596	753 191	dérivé
Puissance électrique moyenne (8 000 h)	MW	36,1	52,7	94,1	dérivé
Gaz naturel pour le réchauffage	GJ/an	0	260 000	910 000	dérivé

Source : configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification), bilans de la phase 1, des phases 1+2 et de la configuration complète [S90].

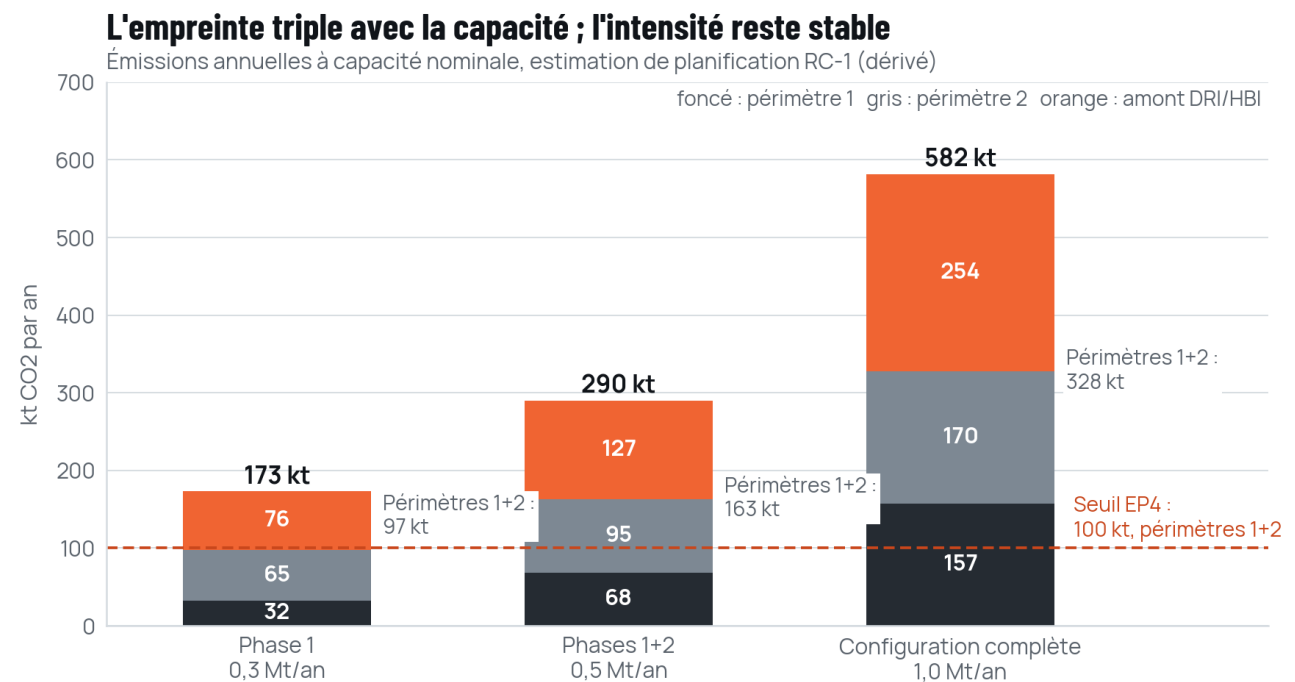
4.3 L'empreinte par phase

Le tableau 4.3 et la figure 4.2 présentent l'empreinte annuelle qui en résulte. Les périmètres 1 et 2 passent d'environ 97 000 t en phase 1 à environ 163 000 t avec la phase 2 et environ 328 000 t à 1 Mt/an. Les unités de fer en amont y ajoutent de 76 000 à 254 000 t. Toutes les phases utilisant la même composition de charge et des ratios voisins, l'intensité reste quasi constante, à environ 0,32 à 0,33 t par tonne pour les périmètres 1 et 2 et à 0,58 t amont compris.

Tableau 4.3 Empreinte annuelle par phase à capacité nominale (t CO₂ par an)

Composante	Phase 1 (0,3 Mt/an)	Phases 1+2 (0,5 Mt/an)	Configuration complète (1 Mt/an)	Statut
Périmètre 1, FAE et four-poche (électrodes, carbone, chaux)	31 915	53 191	106 383	dérivé
Périmètre 1, réchauffage au gaz naturel	0	14 586	51 051	dérivé
Total du périmètre 1	31 915	67 777	157 434	dérivé
Périmètre 2, électricité du réseau à 226 g/kWh	65 304	95 281	170 221	dérivé
Périmètres 1+2	97 219	163 058	327 655	dérivé
Amont du DRI/HBI importé	76 161	126 934	253 868	dérivé
Total, amont du DRI compris	173 380	289 992	581 524	dérivé
Périmètres 1+2 par t de produit	0,324	0,326	0,328	dérivé
Total par t de produit	0,578	0,580	0,582	dérivé

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; les valeurs concordent à la tonne près avec les bilans de RC-1.



DÉRIVÉ **Figure 4.2.** Empreinte annuelle par phase à capacité nominale. En phase 1, les périmètres 1 et 2 (foncé et gris) atteignent environ 97 000 t au titre des émissions de procédé et de l'électricité achetée, soit le niveau du seuil de 100 000 t des Principes de l'Équateur, ou à proximité immédiate, une fois ajoutés les combustibles annexes et le SF₆ ; les phases suivantes le dépassent nettement. L'amont du DRI/HBI (orange) est le premier poste à chaque phase.

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; Principes de l'Équateur EP4 [S22].

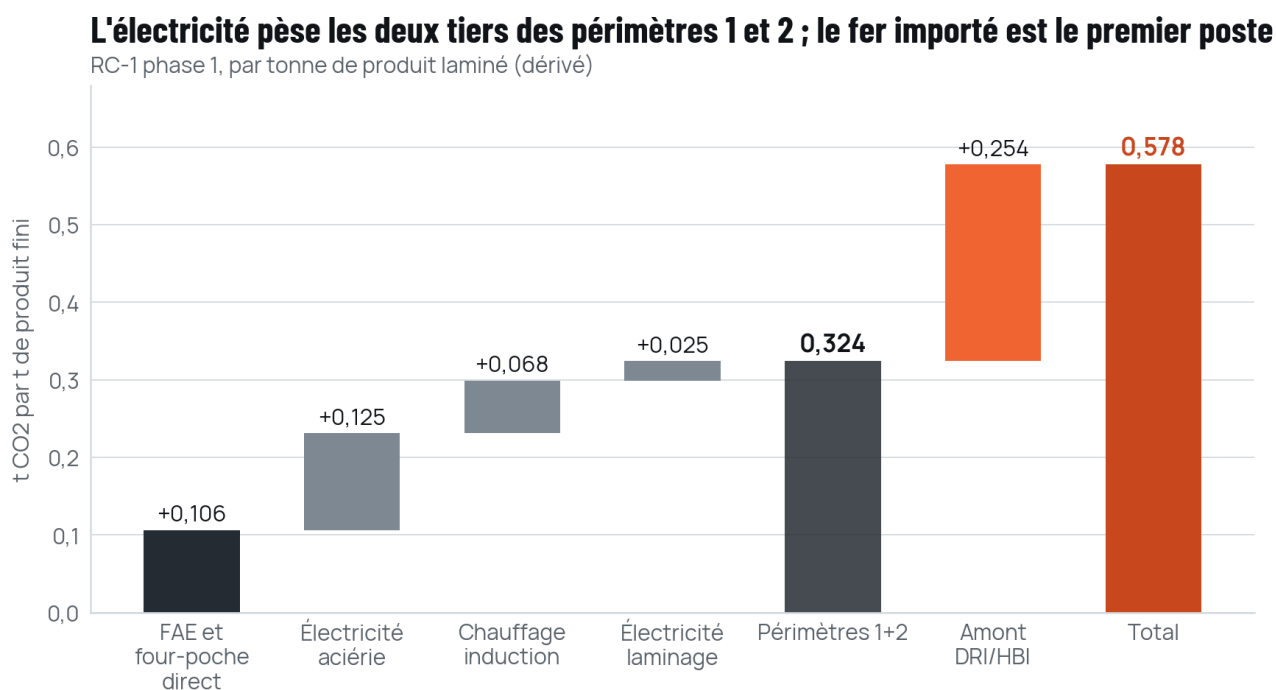
La composition évolue à mesure que l'usine grandit. En phase 1, avec le chauffage par induction, l'électricité du réseau représente environ les deux tiers des périmètres 1 et 2. Dans les phases 2 et 3, le réchauffage au gaz fait passer une partie de la consommation d'énergie du périmètre 2 au périmètre 1, de sorte qu'à 1 Mt/an les deux périmètres sont d'ampleur comparable. Le choix entre induction et réchauffage au gaz relève donc en partie du

carbone : sur le réseau camerounais à 226 g/kWh, 300 kWh de chauffage par induction émettent environ 0,068 t par tonne, contre environ 0,073 t pour 1,3 GJ de gaz, de sorte que les deux options sont proches ; sur un réseau plus propre, l'induction l'emporte nettement.

Une tonne vendue sous forme de billette marchande quitte l'usine avant le réchauffage et le laminage. Par tonne d'acier coulé, une billette de la phase 1 porterait environ 0,10 t d'émissions directes et environ 0,12 t au titre de l'électricité de l'aciérie, soit environ 0,22 t dans les périmètres 1 et 2, et environ 0,46 t amont du DRI compris ; sur la base MACF, elle porterait environ 0,34 t (dérivé). Vendre des billettes plutôt que des produits laminés réduit donc les périmètres 1 et 2 de l'usine, mais les émissions du réchauffage et du laminage se déplacent vers le laminoir de l'acheteur plutôt qu'elles ne disparaissent.

4.4 Au cœur d'une tonne de phase 1

La figure 4.3 décompose une tonne de produit de la phase 1 en ses composantes. L'électricité de l'aciérie (four, four-poche et auxiliaires) est le premier poste des périmètres 1 et 2, avec environ 0,125 t, suivie des émissions directes du four, environ 0,106 t, du chauffage par induction, environ 0,068 t, et de l'électricité du laminage, environ 0,025 t. Les émissions amont du DRI présent dans la charge, environ 0,254 t, dépassent chacun des postes des périmètres 1 et 2.



DÉRIVÉ Figure 4.3. Une tonne de produit de la phase 1 de RC-1, reconstituée à partir de ses sources d'émission. L'électricité achetée représente environ les deux tiers des périmètres 1 et 2 ; les unités de fer importées constituent le premier poste.

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] (annexe A).

Tableau 4.4 Consommation d'électricité et émissions du périmètre 2 par poste

Poste	Base	Phase 1, MWh/an	Phase 1, t CO ₂	Configuration complète, MWh/an	Configuration complète, t CO ₂
Four à arc électrique, four-poche, auxiliaires	520 kWh/t d'acier liquide	165 957	37 506	553 191	125 021
Laminoirs	110 kWh/t de produit	33 000	7 458	110 000	24 860

Poste	Base	Phase 1, MWh/an	Phase 1, t CO ₂	Configuration complète, MWh/an	Configuration complète, t CO ₂
Chauffage des billettes par induction	300 kWh/t, phase 1 seulement	90 000	20 340	90 000	20 340
Total		288 957	65 304	753 191	170 221

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; ratios de la SFI [S20] et de la configuration de référence RC-1.

Trois conclusions pratiques en découlent pour la conception. Premièrement, l'efficacité du four compte plus que toute autre mesure électrique, puisque l'aciérie absorbe 57 % de l'électricité de la phase 1 et 73 % en configuration complète ; la préparation de la ferraille, la pratique du laitier moussant, l'assistance oxy-combustible, l'exploitation avec pied de bain et l'enfournement continu de la ferraille (qui a permis d'atteindre 321 kWh/t dans une usine asiatique [S94]) sont toutes pertinentes. Deuxièmement, l'enfournement à chaud des billettes directement depuis la coulée continue réduit la charge d'induction, et la valeur de planification de 300 kWh/t suppose déjà un enfournement partiellement à chaud. Troisièmement, le facteur direct de 0,10 t par tonne est une valeur de planification qui devra être remplacée par les bilans carbone et électrodes mesurés dès les premières campagnes.



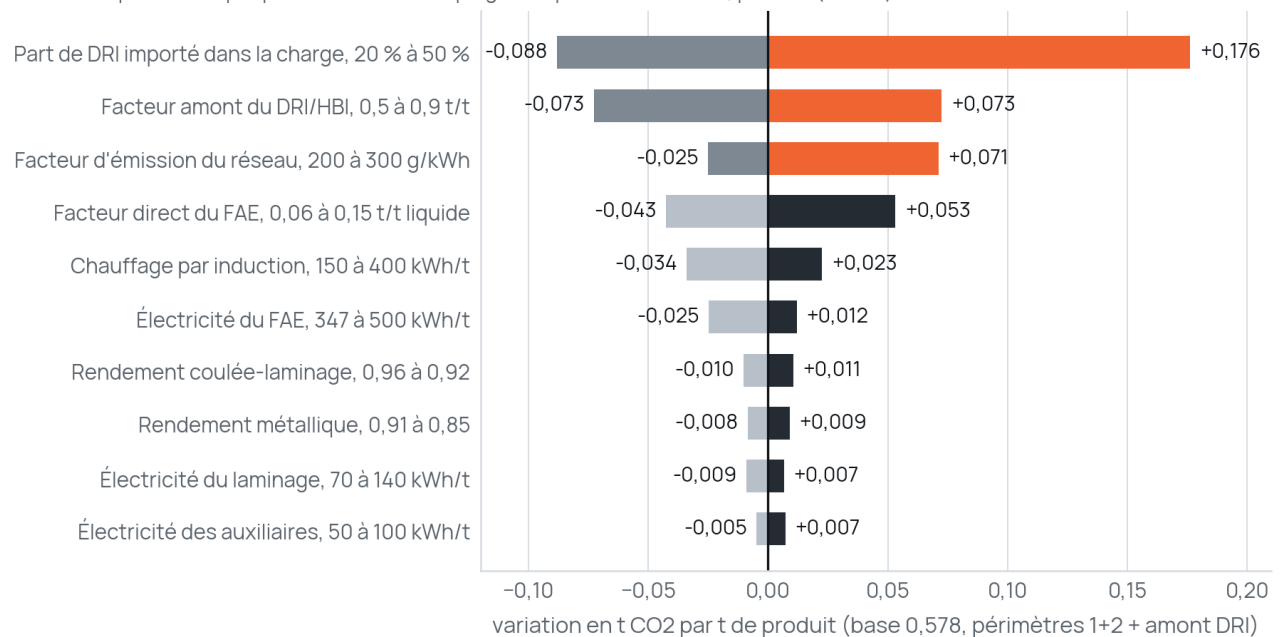
ILLUSTRATIF Vue d'illustration. Image générée d'une surface d'acier en fusion ; il ne s'agit pas d'une photographie d'un projet, d'un lieu ou d'une personne.

4.5 Ce qui fait varier le résultat : d'abord les unités de fer, ensuite le réseau

La figure 4.4 teste l'intensité de la phase 1, amont des unités de fer compris, sur la plage de chacun des paramètres de la configuration de référence RC-1, un à un. Les plages proviennent de ratios publiés lorsqu'ils existent (SFI pour l'électricité du four et du laminage [S20]) et d'hypothèses de planification dans le cas contraire.

Ce qui fait varier l'intensité de la phase 1 : d'abord les unités de fer, ensuite le réseau

Sensibilité paramètre par paramètre dans les plages de planification RC-1, phase 1 (dérivé)



DÉRIVÉ Figure 4.4. Sensibilité, paramètre par paramètre, de l'intensité de la phase 1 de RC-1 (périmètres 1 et 2 plus amont du DRI, t CO2 par tonne de produit). Les barres orange et gris signalent les trois paramètres que le présent livre blanc considère comme décisifs : la part de DRI dans la charge (y compris le surcroît d'électricité du four qu'exige le DRI), l'intensité amont du DRI et le facteur d'émission du réseau.

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; surconsommation électrique d'environ 14,5 kWh/t par tranche de 10 points de DRI dans la charge, d'après l'Innovation Centre for Industrial Transformation de la Commission européenne [S15].

Tableau 4.5 Sensibilité de l'intensité de la phase 1 aux trois paramètres décisifs et à la valeur haute de planification du four (t CO2 par tonne de produit)

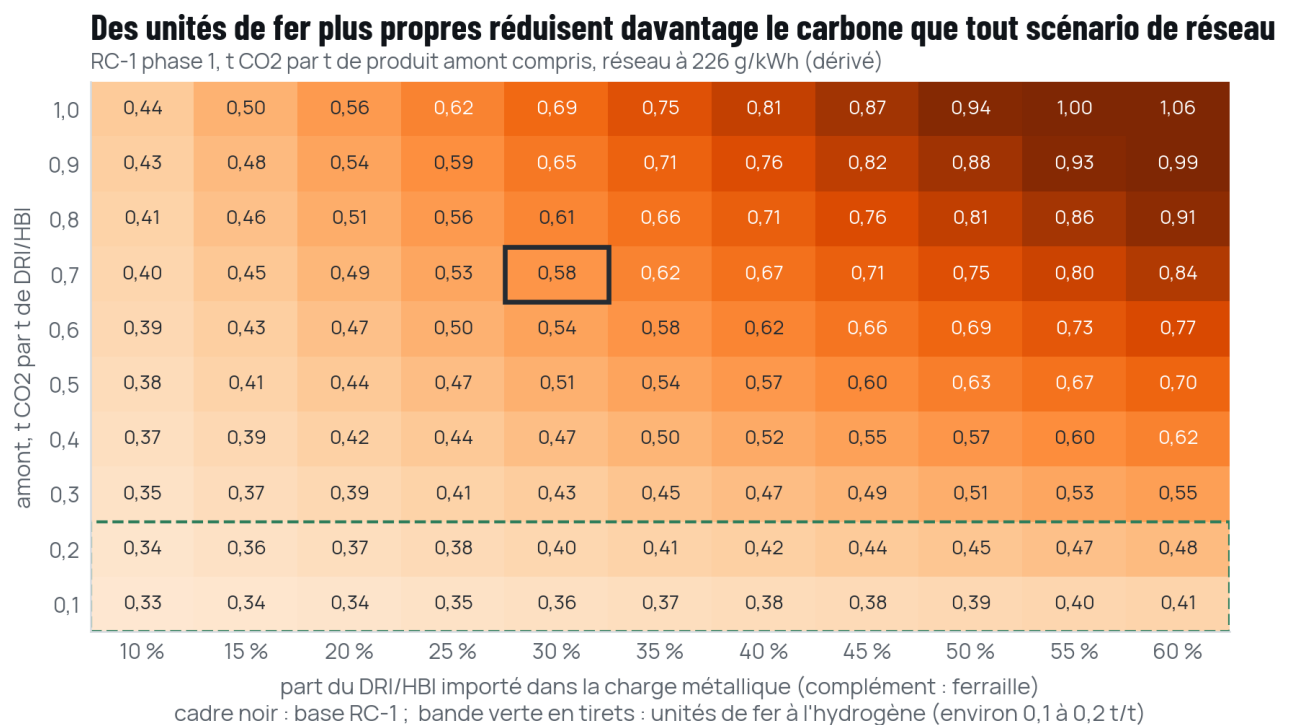
Paramètre	Plage testée	Variation des périmètres 1+2	Variation du total, amont compris	Total obtenu
Part de DRI importé dans la charge	20 % à 50 %	-0,004 à +0,007	-0,088 à +0,176	0,49 à 0,75
Intensité amont du DRI/HBI	0,5 à 0,9 t/t de DRI	aucune	-0,073 à +0,073	0,51 à 0,65
Facteur d'émission du réseau	200 à 300 g/kWh	-0,025 à +0,071	-0,025 à +0,071	0,55 à 0,65
Électricité du four à la valeur haute de planification (490 au lieu de 450 kWh/t)	490 kWh/t	+0,010	+0,010	0,59
Les trois paramètres décisifs à leurs extrêmes conjoints		-0,028 à +0,081	-0,161 à +0,371	0,42 à 0,95

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90]. Base : périmètres 1+2 0,324 ; total 0,578. La part de DRI modifie légèrement les périmètres 1+2, car le DRI exige davantage d'électricité au four que la ferraille.

La part de DRI domine parce qu'elle agit sur le poste le plus important. Chaque tranche de 10 points de DRI ajoutée à la charge, en remplacement de ferraille, ajoute environ 0,09 t par tonne pour un DRI à 0,7 t par tonne. L'intensité amont du DRI est le levier suivant : acheter un DRI produit à 0,5 plutôt qu'à 0,9 t par tonne représente environ 0,15 t par tonne d'acier pour une part de 30 %. Vient ensuite le facteur d'émission du réseau, avec une plage asymétrique puisque la valeur de planification de 226 g/kWh se situe près du bas de la fourchette. Le facteur direct du four (0,06 à 0,15 t par tonne d'acier liquide) constitue la principale incertitude sur les émissions

directes sur site, et le seul de ces paramètres qui relève pour l'essentiel de l'exploitant. L'électricité du four pèse moins : passer de la valeur de planification de 450 kWh/t à la valeur haute d'environ 490 kWh/t pour une charge à 30 % de DRI ajoute environ 0,01 t par tonne.

La figure 4.5 montre comment les deux premiers leviers interagissent. Le cas de base de RC-1 se situe au milieu de la carte. Diviser par deux la part de DRI à intensité amont constante a à peu près le même effet que diviser par deux l'intensité amont à part constante ; faire les deux, ou remplacer le DRI au gaz par des unités de fer produites à l'hydrogène à environ 0,1 à 0,2 t par tonne, ramène le total à environ 0,4 t par tonne ou moins, même avec le facteur d'émission actuel du réseau.



DÉRIVÉ Figure 4.5. Intensité de la phase 1 de RC-1, amont des unités de fer compris, pour différentes combinaisons de la part de DRI (colonnes) et de l'intensité amont du DRI (lignes), réseau à 226 g/kWh. Le cadre noir correspond au cas de base de RC-1 ; la bande en tirets indique la plage attendue pour des unités de fer produites à l'hydrogène.

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; surconsommation électrique liée au DRI d'après [S15] ; plage du fer à l'hydrogène examinée au chapitre 6.

LES UNITÉS DE FER SONT LE LEVIER CARBONE QUE MAÎTRISENT LES ACHATS

Pour RC-1, la teneur en carbone et la part des unités de fer achetées font davantage varier l'empreinte que le facteur d'émission du réseau, la conduite du four et l'ensemble des mesures d'efficacité réunis. La spécification d'achat du DRI et du HBI (une intensité carbone vérifiée, un plafond contractuel et une préférence pour les fourneaux les moins carbonés) devient ainsi l'instrument climatique le plus important après le contrat d'électricité.

4.6 Comment RC-1 se compare aux moyennes par filière

Sur la base ISO 14404 et worldsteel, par tonne d'acier brut, l'intensité illustrative de RC-1, amont des unités de fer compris, s'établit à environ 0,54 t en phase 1 et 0,55 t en configuration complète. C'est environ 21 % de moins que la moyenne mondiale des FAE à ferraille (0,69 t), environ 63 % de moins que la filière DRI-FAE au gaz (1,47 t), environ 72 % de moins que la moyenne mondiale toutes filières (1,92 t) et environ 77 % de moins que la filière haut fourneau (2,34 t) [S01]. Par tonne de produit, base retenue dans le présent livre blanc pour RC-1 et qui le surestime légèrement, le total d'environ 0,58 t représente environ 30 % de la moyenne mondiale.

Ces comparaisons appellent trois mises en garde. RC-1 est une estimation et non une mesure ; les moyennes par filière décrivent des usines réelles. Le périmètre de RC-1 ne compte pas encore tous les intrants achetés que worldsteel inclut (ferroalliages, chaux, électrodes produites ailleurs), ce qui ajouterait quelques centièmes de tonne ; le plan de surveillance de Cameroon Steel comblerait cet écart dès la première année d'exploitation. Enfin, la comparaison avec la moyenne du FAE à ferraille ne flatte personne : RC-1 fond une part de ferraille inférieure à celle d'une usine à ferraille type, mais fonctionne sur un réseau plus propre, et les deux effets se compensent à peu près.

4.7 Ce que l'empreinte exclut, et pourquoi cela compte

Cinq catégories sortent du champ de l'estimation. Elles sont énumérées afin que le sens de tout biais soit clair.

1. **Les autres intrants achetés.** Ferroalliages, chaux, électrodes et réfractaires produits ailleurs, ainsi que l'oxygène ou les gaz industriels achetés plutôt que produits sur site avec l'électricité du réseau. Ils augmenteraient une empreinte de produit du berceau à la sortie d'usine d'un montant restant à mesurer.
2. **Le transport.** Le fret maritime de la ferraille et du DRI importés jusqu'à Kribi et le transport des produits finis. Ces émissions relèvent du périmètre 3 et seront déclarées.
3. **La construction et le changement d'affectation des terres.** Les émissions intrinsèques des bâtiments et des équipements, ainsi que tout carbone libéré par le défrichement du site, seront quantifiés dans l'étude d'impact environnemental et social dès que l'inventaire de la végétation et le plan de construction seront disponibles.
4. **Le méthane et le protoxyde d'azote.** Ils sont marginaux pour la filière électrique : l'intensité en CO₂e du FAE à ferraille selon worldsteel ne dépasse que de 0,02 t son intensité en CO₂ [S01].
5. **Les combustibles annexes et le SF6.** Le gazole des engins mobiles et des groupes de secours, le gaz de pétrole liquéfié (GPL) pour le préchauffage des poches et des répartiteurs, et les fuites d'hexafluorure de soufre (SF6) des appareillages haute tension sont des émissions directes que les bilans de RC-1 ne modélisent pas. Nous les estimons entre 0,01 et 0,02 t de CO₂ par tonne d'acier liquide pour les combustibles, et à 0,5 % par an d'un inventaire de 0,5 à 2 t de SF6, avec un potentiel de réchauffement global de 23 500 [S105] : environ 3 000 à 7 000 t CO₂e par an en phase 1 (hypothèse). Faibles par tonne, environ 0,01 à 0,02 t, elles portent néanmoins les périmètres 1 et 2 de la phase 1 à environ 100 000 à 104 000 t, ce qui compte au regard du seuil des prêteurs (chapitre 9).

L'estimation suppose en outre un fonctionnement à capacité nominale. À la production soutenue attendue de 270 000 à 300 000 t, les émissions annuelles de la phase 1 seraient inférieures d'au plus 10 %, à intensité égale. Pendant la montée en charge, les fours fonctionnent en deçà de leur meilleure performance énergétique et les rendements sont plus faibles, de sorte que l'intensité est généralement plus élevée la première ou les deux premières années. Cameroon Steel déclarerait les chiffres réels dès la première coulée, afin que la trajectoire soit visible.

4.8 De l'estimation à la mesure

Les chiffres de ce chapitre ne valent que ce que valent les ratios qui les sous-tendent. L'étape suivante, au stade des études d'ingénierie de base, consiste à remplacer les valeurs de planification par les consommations garanties du fournisseur de technologie, l'approvisionnement contracté auprès de l'électricien et les données carbone de fournisseurs nommément désignés de DRI et de HBI. Après la mise en service, les données mesurées prennent le relais. Le chapitre 10 expose le plan de surveillance, de déclaration et de vérification qui rend cette transition vérifiable ; le chapitre 5 montre pourquoi elle a une valeur monétaire.

CHAPITRE 5

LES MÉCANISMES D'AJUSTEMENT CARBONE AUX FRONTIÈRES : UNE FAIBLE INTENSITÉ VÉRIFIÉE DEVIENT UN AVANTAGE DE PRIX

Le mécanisme d'ajustement carbone aux frontières de l'Union européenne, MACF (CBAM), facture depuis le 1er janvier 2026 le carbone intrinsèque de l'acier importé, et celui du Royaume-Uni suivra le 1er janvier 2027. Tous deux couvrent l'ensemble des produits qu'une aciérie électrique camerounaise pourrait exporter : boulettes de minerai de fer, DRI et HBI, billettes, rond à béton, fil machine et profilés. Pour l'acier, le mécanisme européen compte les émissions directes et les émissions directes intrinsèques des précurseurs tels que le DRI, mais pas celles de l'électricité achetée. Au prix du certificat du troisième trimestre 2026, 82,32 € par tonne de CO₂, un produit RC-1 supporterait environ 30 € par tonne une fois supprimée la protection des producteurs européens, dont environ 70 % au titre du DRI importé, contre environ 82 à 121 € pour l'acier DRI au gaz-FAE et 99 à 193 € pour l'acier de haut fourneau. Un four 100 % ferraille paierait moins que RC-1, et le réseau bas carbone du Cameroun ne procure aucun avantage. L'avantage est réel face à l'acier issu du minerai, et il ne profite qu'aux exportateurs capables de prouver leurs chiffres.

5.1 Le fonctionnement du mécanisme européen

Le MACF s'applique aux importations dans l'UE de marchandises de six secteurs : fer et acier, aluminium, ciment, engrais, hydrogène et électricité [S27]. Après une période transitoire de simple déclaration, ouverte en octobre 2023, le régime définitif s'applique depuis le 1er janvier 2026 [S25]. Les importateurs doivent être déclarants MACF autorisés, acheter des certificats MACF correspondant aux émissions intrinsèques des marchandises importées et les restituer une fois par an.

Le règlement de simplification adopté en octobre 2025, le règlement (UE) 2025/2083, a apporté plusieurs modifications importantes pour les exportateurs [S29] :

- un seuil de minimis unique de 50 t par an et par importateur pour l'ensemble du fer et de l'acier, de l'aluminium, des engrais et du ciment, en deçà duquel aucune obligation ne naît ;
- le dépôt des demandes d'autorisation de déclarant au plus tard le 31 mars 2026, la vente des certificats à partir du 1er février 2027 et la première déclaration et restitution annuelles, couvrant les importations de 2026, au plus tard le 30 septembre 2027 ;
- une obligation de détention trimestrielle ramenée de 80 % à 50 % de l'obligation annuelle estimée.

Le prix du certificat suit le système d'échange de quotas d'émission de l'UE (SEQUE-UE). En 2026, il est fixé chaque trimestre à partir des prix moyens des enchères : 75,36 € pour le premier trimestre, 75,28 € pour le deuxième et 82,32 € pour le troisième, publié le 5 octobre 2026 ; à partir de 2027, il sera fixé chaque semaine [S26]. Pour mémoire, le prix moyen des enchères du SEQUE-UE s'est établi à 73,43 € par tonne en 2025 [S82].

Tableau 5.1 Le régime du MACF appliqué à l'acier, au 10 octobre 2026

Élément	Disposition	Source
Base juridique	Règlement (UE) 2023/956, modifié par le règlement (UE) 2025/2083	[S27] [S29]
Régime définitif	À partir du 1er janvier 2026 ; première déclaration et restitution des certificats au titre des importations de 2026 au plus tard le 30 septembre 2027	[S25] [S29]
Marchandises couvertes (fer et acier)	Chapitre 72 de la NC, à l'exception de certains ferroalliages et des déchets et débris de fer (7204), y compris le DRI et le HBI (7203), les demi-produits (7206, 7207), le fil machine (7213), les barres (7214, 7215) et les profilés (7216) ; ouvrages des positions 7301 à 7311, 7318 et 7326 ; minerai de fer aggloméré, boulettes comprises (2601 12 00)	[S27]
Émissions comptées pour l'acier	Émissions directes, y compris celles intrinsèques aux précurseurs (par exemple DRI, fonte) ; émissions de l'électricité déclarées mais non tarifées (annexe II)	[S27]
Prix du certificat	Trimestriel en 2026 : 75,36 €, 75,28 €, 82,32 € par t CO ₂ (1er au 3e trimestre) ; hebdomadaire à partir de 2027	[S26]
Seuil de minimis	50 t par importateur et par an, tous secteurs couverts confondus	[S29]
Ajustement au titre de l'allocation gratuite	Nombre de certificats réduit d'un référentiel MACF multiplié par un facteur MACF qui passe de 97,5 % (2026) à 0 % (2034)	[S28] [S31]
Valeurs par défaut	Propres à chaque pays, majorées de 10 % (2026), 20 % (2027) et 30 % (à partir de 2028) ; en l'absence de données nationales fiables, moyenne des dix pays exportateurs aux intensités d'émission les plus élevées	[S31] [S30]
Prix du carbone acquitté dans le pays d'origine	Déductible, s'il est effectivement acquitté et documenté	[S27]
Extension proposée	Environ 180 produits d'aval à forte intensité d'acier et d'aluminium, plus des règles anticcontournement, à partir du 1er janvier 2028 (proposition COM(2025) 989)	[S33] [S32]

Source : comme indiqué.

5.2 Le bouclier de l'allocation gratuite tombe à zéro d'ici 2034

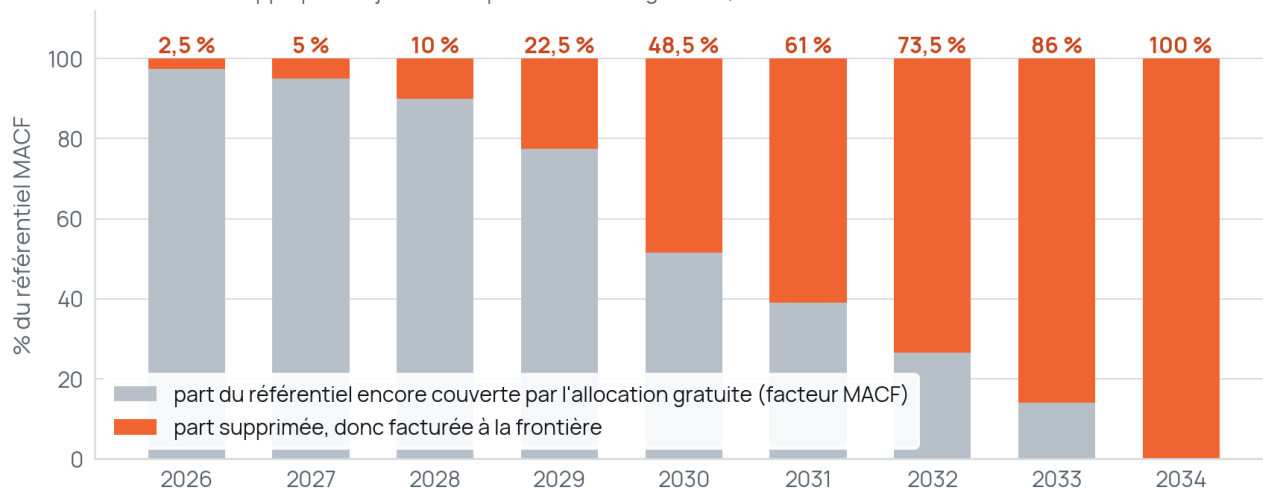
Les sidérurgistes européens reçoivent depuis longtemps l'essentiel de leurs quotas d'émission à titre gratuit, afin de limiter les « fuites de carbone » vers des pays dépourvus de tarification du carbone. Le MACF remplace progressivement cette protection. Chaque année, le nombre de certificats qu'un importateur doit restituer est réduit d'un montant reflétant l'allocation gratuite dont bénéficient encore les producteurs européens de la même marchandise : un référentiel MACF, multiplié par un facteur MACF qui suit la suppression progressive de l'allocation gratuite prévue par la directive SEQUE-UE révisée [S28][S31]. La figure 5.1 présente ce calendrier.

Les référentiels comptent autant que le facteur. Le règlement d'exécution (UE) 2025/2620, adopté en décembre 2025, fixe des valeurs de référence propres à chaque filière pour les produits sidérurgiques [S104]. Nous n'en avons pas extrait les valeurs relatives au fil machine et aux barres (NC 7213 et 7214). Tels que publiés par la presse spécialisée pour la bobine laminée à chaud, les référentiels s'établissent à 1,370 t CO₂e par tonne pour la filière haut fourneau, 0,481 t pour la filière DRI-FAE et 0,072 t pour le FAE à ferraille, avec un référentiel spécifique pour le DRI au gaz afin que ses importations ne soient pas ajustées en deçà de zéro [S31][S32]. Le présent livre blanc utilise ces valeurs de la bobine laminée à chaud comme approximation pour les produits longs. Cette approximation n'affecte que l'ajustement au titre de l'allocation gratuite : pour RC-1, elle représente

environ 6 € par tonne en 2026 et plus rien à partir de 2034. Le référentiel applicable à une importation donnée dépend de sa filière de production ; selon un guide de conformité publié, un produit dont l'acier brut provient pour plus de moitié de ferraille est classé dans la catégorie FAE à ferraille [S93]. Avec environ 70 % de ferraille dans sa charge, le produit RC-1 relèverait de la catégorie FAE à ferraille, dont le référentiel, et donc l'ajustement, est faible. En pratique, le produit RC-1 supporterait d'emblée la quasi-totalité de ses émissions intrinsèques au titre du MACF. À environ 0,36 t, ces émissions sont faibles au regard des filières à partir du minerai, mais plus de trois fois supérieures à celles d'un four 100 % ferraille, car le précurseur DRI est compté en totalité.

Le bouclier de l'allocation gratuite passe de 97,5 % en 2026 à zéro en 2034

Facteur MACF appliqué à l'ajustement pour allocation gratuite, directive SEQUE-UE modifiée en 2023



SOURCÉ Figure 5.1. Le facteur MACF appliqué dans l'ajustement au titre de l'allocation gratuite. La part du référentiel encore couverte (gris) passe de 97,5 % en 2026 à 51,5 % en 2030 et à zéro en 2034 ; la part supprimée (orange) est intégralement facturée à la frontière.

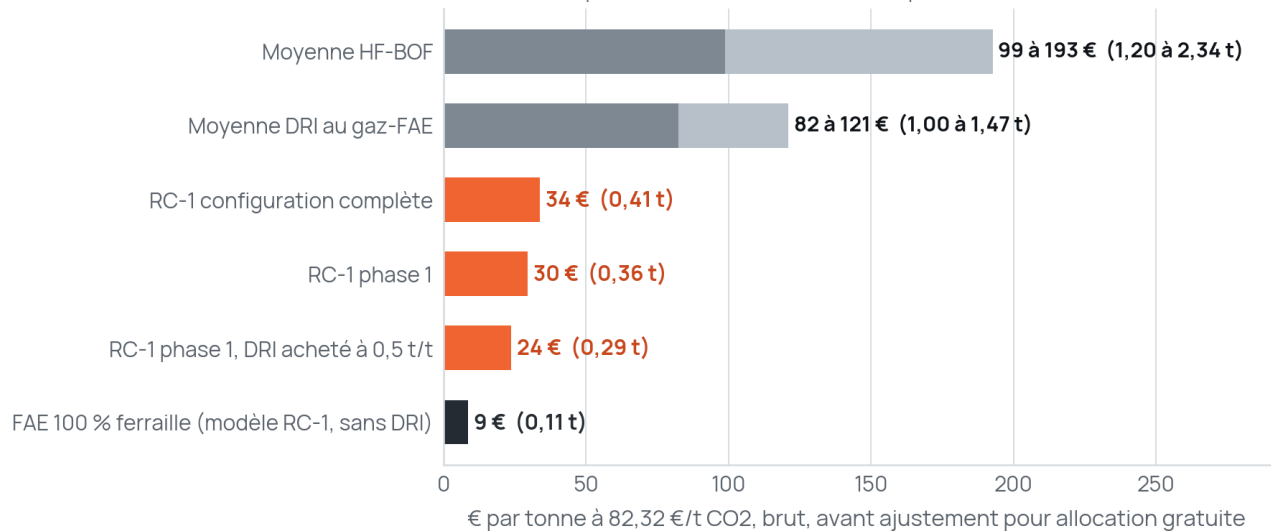
Source : directive (UE) 2023/959 modifiant la directive SEQUE-UE, calendrier de suppression progressive de l'allocation gratuite [S28] ; règles d'application du MACF [S31].

5.3 Exposition illustrative : ce que paierait une tonne

La figure 5.2 présente l'exposition brute, avant ajustement au titre de l'allocation gratuite, d'une tonne de produit au prix du troisième trimestre 2026. Toutes les barres sont établies sur la base MACF applicable à l'acier : émissions directes augmentées des émissions directes des précurseurs, sans l'électricité achetée [S27]. Pour RC-1 et pour un four 100 % ferraille, les valeurs proviennent du modèle WP06 ; le cas 100 % ferraille correspond à RC-1 sans DRI dans sa charge. Les moyennes publiées pour les filières à partir du minerai ne sont pas établies sur la base MACF ; la figure les présente donc sous forme de fourchettes. La borne basse est l'estimation des émissions directes par filière de l'AIE, qui omet les précurseurs achetés par l'usine [S05] ; la borne haute est la moyenne 2024 de worldsteel par filière, qui compte aussi l'électricité et d'autres intrants amont [S01]. Les émissions pertinentes au sens du MACF d'une usine moyenne à partir du minerai se situent entre les deux.

Au titre du MACF, le fer importé fait la facture de RC-1 ; l'acier issu du minerai paie le plus

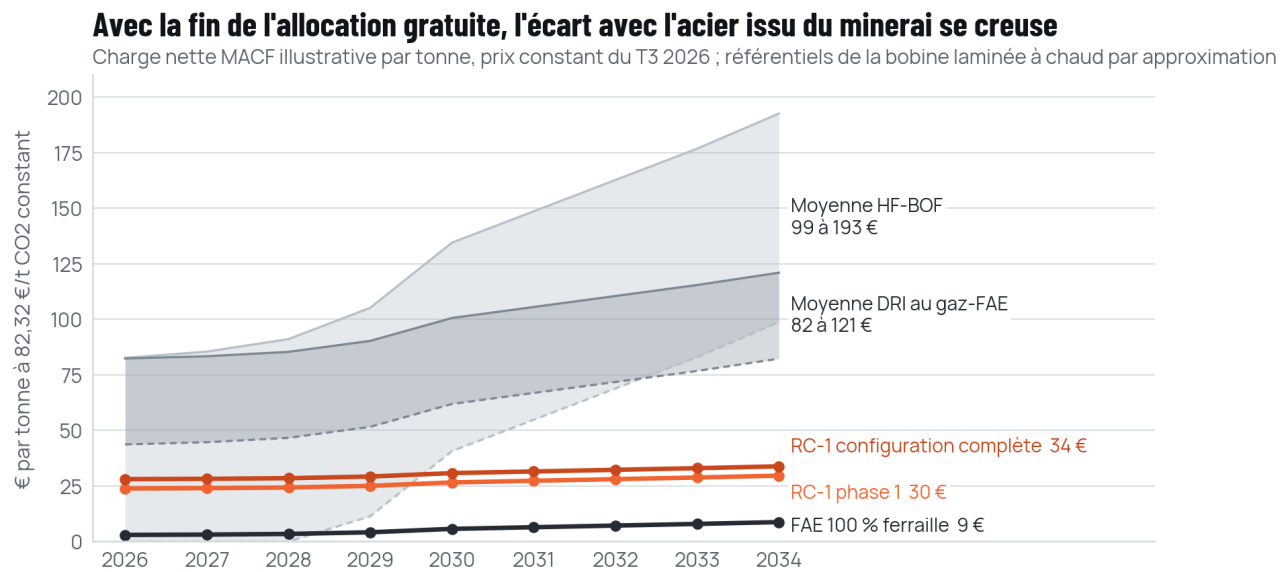
Illustratif, base MACF de l'acier : émissions directes et des précurseurs, électricité non comptée



ILLUSTRATIF **Figure 5.2.** Charge brute illustrative au titre du MACF par tonne de produit à 82,32 €/t CO₂, avant ajustement au titre de l'allocation gratuite, sur la base MACF applicable à l'acier (émissions directes et des précurseurs, sans l'électricité). Les fourchettes des filières à partir du minerai vont de l'estimation des émissions directes de l'AIE (plein) à la moyenne tous périmètres de worldsteel (pâle) ; RC-1 et le four 100 % ferraille utilisent le modèle WP06.

Source : Commission européenne, prix des certificats MACF [S26] ; règlement (UE) 2023/956, annexe II [S27] ; AIE [S05] ; worldsteel [S01] ; modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90].

Sur la base MACF, une tonne de produit de la phase 1 de RC-1 incorpore environ 0,36 t de CO₂ (0,11 t d'émissions directes et 0,25 t dans le DRI acheté), soit environ 30 € bruts à 82,32 €. En configuration complète, le réchauffage au gaz accroît la part directe et porte le chiffre à environ 0,41 t et 34 €. Chaque tranche de 10 points de DRI dans la charge ajoute environ 0,085 t, soit environ 7 € bruts (dérivé). Un four 100 % ferraille n'incorporerait que ses émissions directes, environ 0,11 t, soit 9 € : au titre du MACF, le produit RC-1 paierait davantage que l'acier à base de ferraille, et non moins. L'application de l'ajustement au titre de l'allocation gratuite au référentiel du FAE à ferraille ramène la charge de 2026 à environ 24 € pour la phase 1, 28 € pour l'usine complète et 3 € pour un four 100 % ferraille, avant une remontée jusqu'aux montants bruts en 2034 (figure 5.3 et tableau 5.2).



ILLUSTRATIF Figure 5.3. Charge nette illustrative au titre du MACF par tonne, de 2026 à 2034, à prix constant de 82,32 €/t CO₂, sur la base MACF. Chaque série applique le référentiel de sa filière (valeurs de la bobine laminée à chaud utilisées comme approximation pour les produits longs : 1,370, 0,481 et 0,072 t/t pour le HF-BOF, le DRI-FAE et le FAE à ferraille) et le facteur MACF de chaque année. Les bandes des filières à partir du minerai reprennent les fourchettes de la figure 5.2 ; les prix évolueront.

Source : comme pour la figure 5.2 ; référentiels tels que publiés pour la bobine laminée à chaud, utilisés comme approximation pour les produits longs [S31] [S104] ; facteur MACF [S28].

Tableau 5.2 Calcul illustratif du MACF par tonne de produit sur la base MACF applicable à l'acier (prix constant de 82,32 €/t CO₂)

Produit	Émissions intrinsèques retenues, t CO ₂ /t	Référentiel appliqué, t/t (approximation bobine laminée à chaud)	Charge nette 2026, €/t	Charge nette 2030, €/t	Charge nette 2034, €/t	Statut
FAE 100 % ferraille (modèle WP06, sans DRI)	0,11	0,072 (FAE à ferraille)	3	6	9	illustratif
RC-1 phase 1, DRI acheté à 0,5 t/t	0,29	0,072 (FAE à ferraille)	18	21	24	illustratif
RC-1 phase 1 (DRI à 0,7 t/t)	0,36	0,072 (FAE à ferraille)	24	27	30	illustratif
RC-1 configuration complète	0,41	0,072 (FAE à ferraille)	28	31	34	illustratif
DRI au gaz-FAE (émissions directes AIE à moyenne worldsteel tous périmètres)	1,00 à 1,47	0,481 (DRI-FAE)	44 à 82	62 à 101	82 à 121	illustratif
HF-BOF (émissions directes AIE à moyenne worldsteel tous périmètres)	1,20 à 2,34	1,370 (HF-BOF)	0 à 83	41 à 135	99 à 193	illustratif

Source : modèle WP06 (annexe A) ; prix [S26] ; base MACF [S27] ; référentiels tels que publiés pour la bobine laminée à chaud [S31] ; facteur MACF [S28] ; AIE [S05] ; worldsteel [S01]. Charge nette = (émissions intrinsèques – référentiel × facteur MACF) × prix, avec un plancher à zéro. Il ne s'agit pas d'une prévision : les prix, les référentiels des produits longs du règlement d'exécution (UE) 2025/2620 [S104] et la classification par filière doivent être vérifiés avant toute vente dans l'UE.

Trois observations s'imposent. Premièrement, l'avantage de RC-1 au titre du MACF s'exerce face à l'acier issu du minerai. En 2034, au prix actuel, un produit moyen de haut fourneau paierait environ 70 à 160 € de plus par tonne qu'un produit RC-1, et un produit moyen DRI au gaz-FAE environ 50 à 90 € de plus. Au regard de prix à l'exportation du rond à béton d'environ 620 à 630 USD la tonne FOB Türkiye début octobre 2026 [S96], ces montants

sont considérables. Deuxièmement, un four 100 % ferraille paierait environ 21 € de moins par tonne que RC-1 en 2034. Le MACF taxe en totalité le précurseur DRI et ignore l'électricité, grâce à laquelle le réseau camerounais procure à RC-1 une empreinte totale plus faible : le réseau propre ne rapporte donc rien à la frontière de l'UE. Le levier de RC-1 au titre du MACF est la teneur en carbone de son DRI : chaque 0,1 t de CO₂ par tonne de DRI vaut environ 3 € par tonne de produit, et un DRI acheté à 0,5 t plutôt qu'à 0,7 t ferait économiser environ 6 €. Troisièmement, l'ajustement au titre de l'allocation gratuite protège surtout les filières très carbonées au cours des premières années, si bien que l'effet concurrentiel du MACF face à l'acier issu du minerai croît régulièrement jusqu'en 2034.

5.4 Les valeurs par défaut pénalisent ceux qui ne mesurent pas

Un importateur incapable de documenter des émissions intrinsèques réelles, vérifiées selon les règles du MACF, doit utiliser des valeurs par défaut. Celles-ci sont fixées par pays et par produit lorsque des données fiables existent, avec des majorations qui passent de 10 % en 2026 à 20 % en 2027 et à 30 % à partir de 2028 [S31]. En l'absence de données fiables pour un pays, la valeur par défaut est l'intensité d'émission moyenne des dix pays exportateurs aux intensités d'émission les plus élevées pour ce type de marchandise [S30]. Pour un pays doté d'un faible historique d'exportation d'acier, comme le Cameroun, cette règle pourrait attribuer à un produit fabriqué dans une aciérie électrique propre une intensité caractéristique des producteurs les plus carbonés du monde.

Le calcul est implacable. À 82,32 €, chaque tonne de CO₂ par tonne d'acier dont une valeur par défaut excède la valeur réelle vérifiée coûte environ 82 € par tonne de produit. Un producteur dont les émissions intrinsèques vérifiées sont de 0,36 t, mais dont l'acheteur doit utiliser une valeur par défaut de, par exemple, 2 t, ferait supporter à cet acheteur un surcoût de plus de 130 € par tonne. La mesure n'est donc pas une corvée déclarative : c'est la condition pour valoriser la faible intensité de l'usine.

LES DONNÉES VÉRIFIÉES SONT L'ACTIF

Dans le cadre du MACF, la faible intensité carbone d'un exportateur n'a de valeur monétaire que si un vérificateur accrédité l'a confirmée et si l'importateur peut la déclarer. Cameroon Steel doit concevoir son dispositif de surveillance selon les règles du MACF dès la première coulée, afin que chaque tonne destinée à l'UE puisse être assortie d'émissions intrinsèques réelles vérifiées, et doit s'attendre à ce que les acheteurs en fassent une condition contractuelle.

5.5 D'autres mécanismes d'ajustement carbone aux frontières suivent

L'UE n'est pas seule. Le MACF britannique s'applique à partir du 1er janvier 2027 aux importations de fer et d'acier, entre autres marchandises, avec un seuil d'enregistrement de 50 000 livres sterling d'importations couvertes par an [S34]. L'examen australien des fuites de carbone, dont le rapport final a été publié en février 2026, a désigné un ajustement carbone aux frontières comme la réponse privilégiée pour certains produits à haut risque et recommandé une introduction progressive commençant par le ciment et le clinker, puis étendue à d'autres marchandises dont l'acier [S35]. D'autres juridictions envisagent des instruments analogues ou des normes carbone applicables aux produits. Le tableau 5.3 récapitule les mesures pertinentes pour un exportateur camerounais.

Tableau 5.3 Mécanismes d'ajustement carbone aux frontières pertinents pour l'acier camerounais, au 10 octobre 2026

Juridiction	Instrument	Situation	Acier couvert	Intérêt pour Cameroon Steel
Union européenne	MACF, règlement (UE) 2023/956	Définitif depuis le 1er janvier 2026 ; certificats en vente à partir de février 2027	Oui, y compris DRI/ HBI, demi-produits, barres, fil machine, boulettes	S'applique à toute tonne destinée à l'UE ; les données réelles vérifiées sont décisives
Union européenne	Extension proposée aux produits d'aval, COM(2025) 989	Proposition ; application envisagée au 1er janvier 2028	Produits sidérurgiques transformés	Étendrait la couverture aux treillis, armatures façonnées et structures
Royaume-Uni	MACF britannique	À partir du 1er janvier 2027	Oui	Logique analogue ; enregistrement et déclaration distincts
Australie	Ajustement carbone aux frontières recommandé par l'examen des fuites de carbone	Recommandation ; mise en œuvre progressive, en commençant par le ciment	À un stade ultérieur	Signe d'une tendance plus large
CEMAC et Afrique de l'Ouest	Aucun	Aucun mécanisme d'ajustement carbone aux frontières identifié	Non	Les principaux marchés de RC-1 n'appliquent aucune charge carbone

Source : [S27][S33][S34][S35]. L'accès au marché européen est en outre limité par le contingent tarifaire applicable à l'acier qui a remplacé la mesure de sauvegarde de l'UE au 1er juillet 2026, avec un droit hors contingent de 50 % [S95].

5.6 Ce que le MACF signifie pour RC-1, et ce qu'il ne signifie pas

Il serait facile de surestimer l'importance du MACF pour une usine dont les marchés prévus sont principalement nationaux et régionaux. La demande camerounaise d'acier est en grande partie satisfaite par des importations d'unités de fer et de produits finis, et la région CEMAC n'applique aucune charge carbone. RC-1 ne dépend pas des ventes en Europe, et l'accès de l'acier au marché européen est limité par les contingents autant que par le carbone [S95].

Le MACF compte néanmoins pour trois raisons. Premièrement, il crée une option : des demi-produits, des profilés ou, plus tard, du HBI issus d'une usine camerounaise bas carbone seraient compétitifs sur un marché où les concurrents produisant à partir du minerai paient davantage, et cette option mérite d'être préservée. Deuxièmement, il fixe le modèle qu'adoptent les acheteurs, les prêteurs et d'autres gouvernements : les règles de surveillance du MACF deviennent de facto la norme internationale pour les émissions intrinsèques au niveau de l'installation, et s'y conformer est le moyen le moins coûteux de répondre à toutes les autres demandes. Troisièmement, il s'applique aux boulettes de minerai de fer et au DRI, de sorte que toute exportation future d'unités de fer camerounaises vers l'Europe, examinée au chapitre 6, sera tarifée sur sa teneur en carbone dès l'origine.

CE QUE L'ON IGNORE ENCORE

Les valeurs des référentiels applicables aux produits longs et leur application à la gamme de produits de RC-1 ; les valeurs par défaut qui s'appliqueraient au Cameroun pour chaque code NC ; l'évolution future du prix du MACF ; et l'éventuelle introduction par le Cameroun d'un prix intérieur du carbone susceptible d'être déduit. Le chapitre 11 recense ces lacunes et la manière de les combler.

Le chapitre suivant porte le regard plus loin : si le fer bas carbone vérifié prend de la valeur, l'Afrique centrale peut-elle en produire ?

CHAPITRE 6

LE FER VERT : UNE OPTION DE LONG TERME POUR L'AFRIQUE CENTRALE, CONDITIONNÉE PAR LE MINÉRAI, L'ÉLECTRICITÉ ET LE GAZ

Les réductions les plus profondes des émissions de l'acier viendront de la production de fer sans charbon : d'abord au gaz naturel dans des fours à cuve de réduction directe, puis avec une part croissante d'hydrogène produit à partir d'électricité bas carbone. Les régions qui associent minerai de fer et énergie propre abondante pourraient produire ce fer et l'expédier sous forme de fer briqueté à chaud (HBI) vers des aciéries situées ailleurs. L'Afrique centrale dispose de minerai et d'un vaste potentiel hydroélectrique inexploité. Elle ne dispose pas encore du concentré de qualité DR, du gaz contracté ni de l'électricité garantie à bas coût qu'exige le fer vert. Pour RC-1, le fer vert est donc une option réservée et progressive, qu'il faudra mériter, et non un produit de court terme.

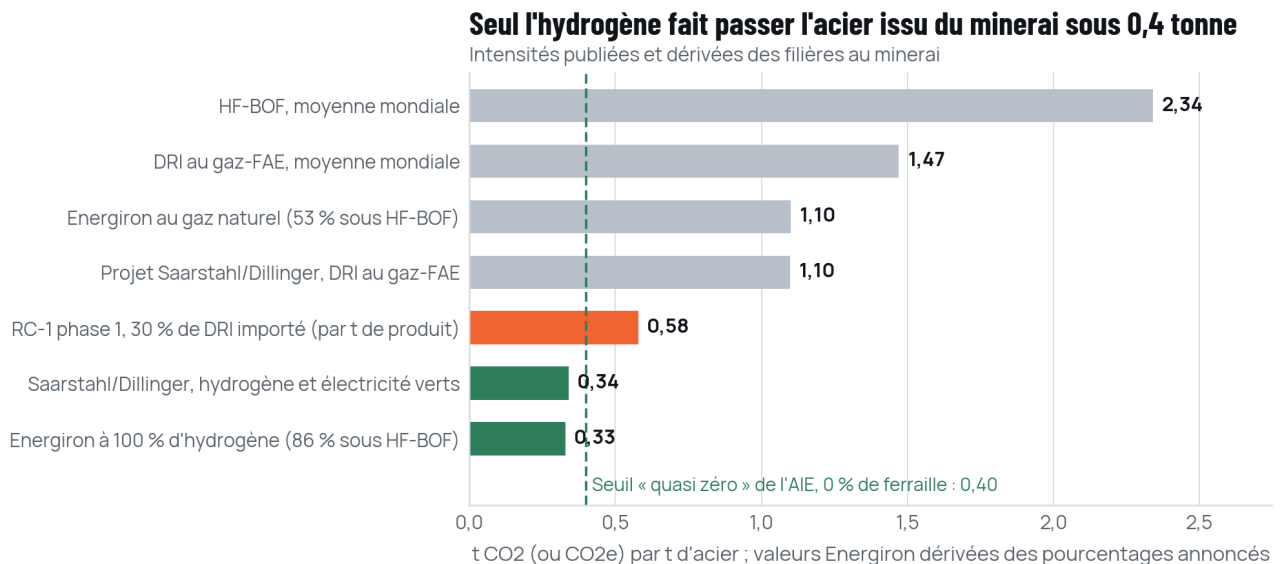
6.1 C'est dans la production de fer que se trouve le carbone

Dans la filière haut fourneau, la quasi-totalité du CO₂ de l'acier provient de la transformation du minerai en fer ; la conversion du fer en acier et le laminage y ajoutent relativement peu. Dans une aciérie électrique qui achète du DRI, le même carbone apparaît en amont, dans le four à cuve du fournisseur. Le chapitre 4 a montré que les unités de fer importées constituent le premier poste de l'empreinte de RC-1. Abaisser la teneur en carbone du fer, quel que soit son lieu de production, est donc la tâche centrale de la décarbonation de l'acier.

Deux technologies dominent les projets. La réduction directe au gaz, selon les procédés MIDREX ou Energiron, produit déjà environ les deux tiers du DRI mondial ; le reste est produit principalement dans des fours rotatifs au charbon en Inde [S13]. Les mêmes fours à cuve peuvent être conçus pour fonctionner avec une part croissante d'hydrogène, jusqu'à 100 %, car le gaz réducteur qu'ils tirent du gaz naturel est déjà un mélange d'hydrogène et de monoxyde de carbone [S15][S17]. L'hydrogène réduit l'oxyde de fer en fer et en vapeur d'eau au lieu de CO₂.

6.2 D'abord le gaz, ensuite l'hydrogène

La figure 6.1 situe sur une même échelle les intensités publiées des filières à partir du minerai. La moyenne de worldsteel pour la filière DRI-FAE au gaz est de 1,47 t CO₂ par tonne [S01]. Energiron indique que son procédé au gaz naturel émet environ 53 % de moins que la filière haut fourneau et, à 100 % d'hydrogène, environ 86 % de moins [S15] ; appliqués à la moyenne haut fourneau de worldsteel, ces pourcentages correspondent à environ 1,10 t et 0,33 t par tonne (dérivé). Le projet de Saarstahl et Dillinger en Allemagne prévoit que sa filière DRI-FAE au gaz émettra 1,098 t CO₂e par tonne et, avec de l'hydrogène et de l'électricité verts, 0,339 t [S18].



DÉRIVÉ Figure 6.1. Intensités carbone publiées et dérivées des filières sidérurgiques à partir du minerai. Seules les filières à l'hydrogène approchent le seuil « quasi zéro » de l'AIE pour l'acier primaire, 0,40 t CO₂e par tonne. Le chiffre de la phase 1 de RC-1 (par tonne de produit) figure pour comparaison ; il est inférieur à ceux des filières au minerai parce qu'environ 70 % de sa charge est constituée de ferraille.

Source : worldsteel [S01] ; Innovation Centre for Industrial Transformation de la Commission européenne, pages Energiron et POWER4STEEL [S15] [S18] ; seuil « quasi zéro » de l'AIE [S06] ; modèle WP06 [S90]. Valeurs Energiron dérivées en appliquant les pourcentages annoncés à la moyenne haut fourneau de worldsteel.

Les besoins en énergie et en matières sont bien documentés :

- **Gaz naturel.** Un four à cuve moderne consomme environ 9,2 à 10 GJ de gaz naturel par tonne de DRI ; l'égyptien Suez Steel a fait état d'une consommation soutenue de 9,2 GJ par tonne en 2026 [S16] [S15]. Un module de DRI de 1 Mt/an nécessiterait donc environ 9,2 à 10 PJ de gaz par an, soit environ 11 % à 12 % de la production camerounaise de gaz de 2025, 75,5 milliards de pieds cubes (dérivé) [S83].
- **Hydrogène.** La réduction intégrale à l'hydrogène exige environ 54 kg d'hydrogène par tonne de DRI [S17]. Avec des rendements d'électrolyseur d'environ 45 à 52 MWh par tonne d'hydrogène [S05], cela représente environ 2,4 à 2,8 MWh d'électricité par tonne de DRI pour le seul hydrogène (dérivé).
- **Minerai.** Les fours à cuve au gaz comme à l'hydrogène exigent des boulettes de qualité DR, riches en fer et pauvres en silice et en alumine, car, contrairement au haut fourneau, le four à cuve n'élimine pas la gangue sous forme de laitier avant la fusion ; la gangue passe dans le FAE, dont elle accroît la consommation d'énergie et le volume de laitier.

Le coût de la filière hydrogène dépend avant tout de l'électricité. L'AIE estime que le DRI à l'hydrogène exige une électricité inférieure à environ 35 USD par MWh pour concurrencer le DRI au gaz équipé du captage du carbone [S05]. L'analyse antérieure de l'Energy Transitions Commission concluait qu'une électricité inférieure à environ 40 USD par MWh est nécessaire pour que le DRI à l'hydrogène l'emporte sur le captage du carbone appliqué à un haut fourneau neuf, et que la décarbonation complète de l'acier coûte environ 60 USD par tonne de CO₂, soit environ 115 USD par tonne d'acier, coût ramené à environ 25 USD par tonne de CO₂ et 50 USD par tonne d'acier là où une électricité renouvelable très bon marché est disponible [S09].

6.3 La question de la qualité du minerai

Le minerai de fer de qualité DR est rare. L'Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA) relevait en 2022 qu'un minerai de qualité DR contient idéalement 67 % de fer ou plus, et que seulement environ 3 % du commerce maritime de minerai de fer présentait une teneur en fer supérieure à 66 % [S75]. Agora Industry avertissait en 2023 que, faute de mesures urgentes, la demande de minerai de qualité DR dépasserait largement l'offre d'ici 2030 [S11]. L'évaluation 2026 de l'IEEFA prévoit une croissance du marché du minerai à haute teneur, à

mesure que de nouvelles mines et unités d'enrichissement entrent en service [S76], mais cette rareté est une caractéristique structurelle de la transition : le minerai de fer que le monde extrait aujourd'hui a été choisi pour les hauts fourneaux, qui tolèrent davantage de gangue.

Le Cameroun est un producteur potentiel de minerai de premier plan. Global Energy Monitor recense au Cameroun 64 Mt/an de capacités minières de fer en développement, soit environ 9 % du total mondial [S14]. Le gisement de Mbalam, dont le permis d'exploitation est détenu par Cameroon Mining Company, société sœur de Cameroon Steel, a été présenté lors de la pose de la première pierre du complexe sidérurgique de Kribi comme renfermant plus de 2 milliards de tonnes de minerai, dont 517 Mt de minerai à enfournement direct titrant plus de 62,3 % de fer [S72] ; la déclaration de réserves publiée selon le code JORC en 2015 donne 62,2 % de fer pour ces mêmes 517 Mt (livre blanc 03, chapitre 4). C'est une teneur honorable pour l'alimentation des hauts fourneaux et de l'agglomération. Ce n'est pas une qualité DR. Les formations ferrifères rubanées à plus faible teneur (itabirites), beaucoup plus abondantes et qui constituent l'essentiel de ces ressources, devraient être broyées, concentrées et bouletées pour atteindre la spécification DR.

Tableau 6.1 Qualité du minerai de fer et filière de réduction directe

Charge	Teneur en fer type	Filière adaptée	Ce qu'exigerait la réduction directe	Source
Boulettes de qualité DR	67 % de Fe ou plus, faible teneur en silice et en alumine	Four à cuve au gaz ou à l'hydrogène	Déjà de qualité DR ; rares dans le commerce maritime	[S75]
Minerai maritime à haute teneur (plus de 66 % de Fe)	plus de 66 % de Fe	Four à cuve après bouletage, ou charge de haut fourneau de qualité supérieure	Environ 3 % du commerce maritime en 2022	[S75]
Minerai à enfournement direct annoncé pour Mbalam	plus de 62,3 % de Fe selon les données publiées ; 62,2 % dans la déclaration de réserves JORC de 2015	Haut fourneau, agglomération	Pas de qualité DR à l'extraction ; nécessiterait enrichissement et bouletage	[S72]
Itabirite (formation ferrifère rubanée)	faible à l'extraction ; enrichissable	Après concentration : alimentation de bouletage	Broyage, concentration (magnétique ou par flottation), bouletage ; pas encore démontré à l'échelle commerciale au Cameroun	[S72] [S75]

Source : comme indiqué. Les procédés de concentration sont décrits de manière générique et ne constituent pas une conception de projet.

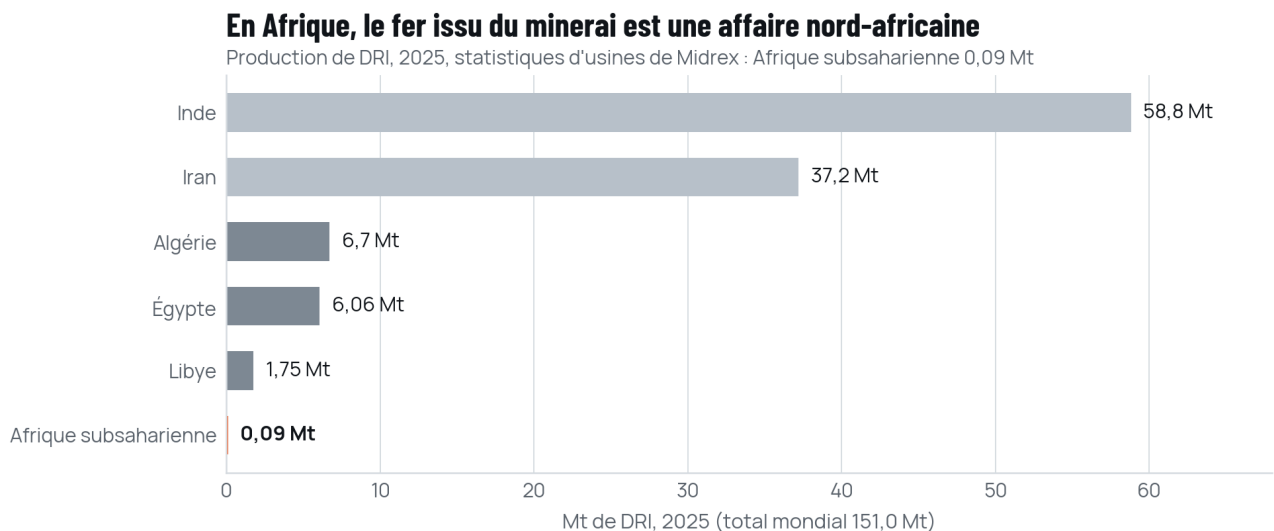
C'est l'inconnue la plus importante de l'option fer vert. Si le minerai camerounais peut être enrichi de manière économique en concentré de qualité DR et bouleté, le pays pourrait un jour approvisionner sa propre aciérie et exporter des unités de fer à faible teneur en carbone. Dans le cas contraire, un module camerounais de réduction directe dépendrait de boulettes de qualité DR importées, en concurrence pour un produit rare. Le chapitre 10 recommande de mener sans tarder une étude de concentration et de bouletage pour trancher cette question avant d'engager du foncier, du gaz ou de l'électricité au profit du module de réserve.



ILLUSTRATIF Vue d'illustration. Image générée de boulettes de minerai de fer ; il ne s'agit pas d'une photographie d'un projet, d'un lieu ou d'une personne, ni de minerai camerounais.

6.4 Le DRI africain reste à ce jour une affaire nord-africaine

L'Afrique a produit environ 16 Mt de DRI en 2025, pour l'essentiel en Afrique du Nord : l'Algérie 6,70 Mt, l'Égypte 6,06 Mt et la Libye 1,75 Mt selon les statistiques d'usines de Midrex, toutes au gaz [S13][S03]. Selon ces mêmes statistiques, l'Afrique subsaharienne en a produit 0,09 Mt, et ses unités au gaz, dont celle de Delta Steel au Nigeria (1,02 Mt/an) et celle de Saldanha en Afrique du Sud (0,80 Mt/an), étaient à l'arrêt fin 2025 [S13]. worldsteel, dont les chiffres incluent des estimations pour des usines hors de ce recensement, évalue la production de l'Ouganda, du Kenya et de la Tanzanie à environ 2,7 Mt [S03] ; les deux séries n'ont pas la même couverture, et aucune ne fait apparaître d'unité au gaz en fonctionnement au sud du Sahara. La figure 6.2 illustre ce contraste.



SOURCÉ Figure 6.2. Production de DRI en 2025, producteurs sélectionnés. L'Afrique du Nord a bâti la réduction directe au gaz sur son gaz national, et l'Algérie est devenue exportatrice nette d'acier ; selon les statistiques d'usines de Midrex, l'Afrique subsaharienne a produit 0,09 Mt de DRI sur un total mondial de 151,0 Mt ; les estimations de worldsteel y ajoutent environ 2,7 Mt en Afrique de l'Est, non couvertes par ce recensement. Source : Midrex Technologies, 2025 World Direct Reduction Statistics [S13] ; estimation pour l'Afrique de l'Est : worldsteel, World Steel in Figures 2026 [S03].

La première usine africaine de fer vert se trouve en Namibie. Le projet Hylron Oshivela, inauguré en avril 2025 avec un soutien européen, associe énergie solaire, batteries et électrolyseur pour produire du DRI à l'hydrogène dans une unité pilote d'environ 15 000 t par an, avec un projet d'extension par étapes [S77][S78]. Il est modeste, mais il montre que la technologie peut être déployée sur le continent et que des partenaires européens sont prêts à la cofinancer.

6.5 Ce que disent les études sur le potentiel africain du fer vert

Un ensemble d'analyses récentes soutient que la production de fer se relocalisera en partie là où se rencontrent minerai et énergie propre bon marché. Le tableau 6.2 résume les études les plus pertinentes pour l'Afrique centrale.

Tableau 6.2 Études sélectionnées sur le fer vert et la transition de l'acier

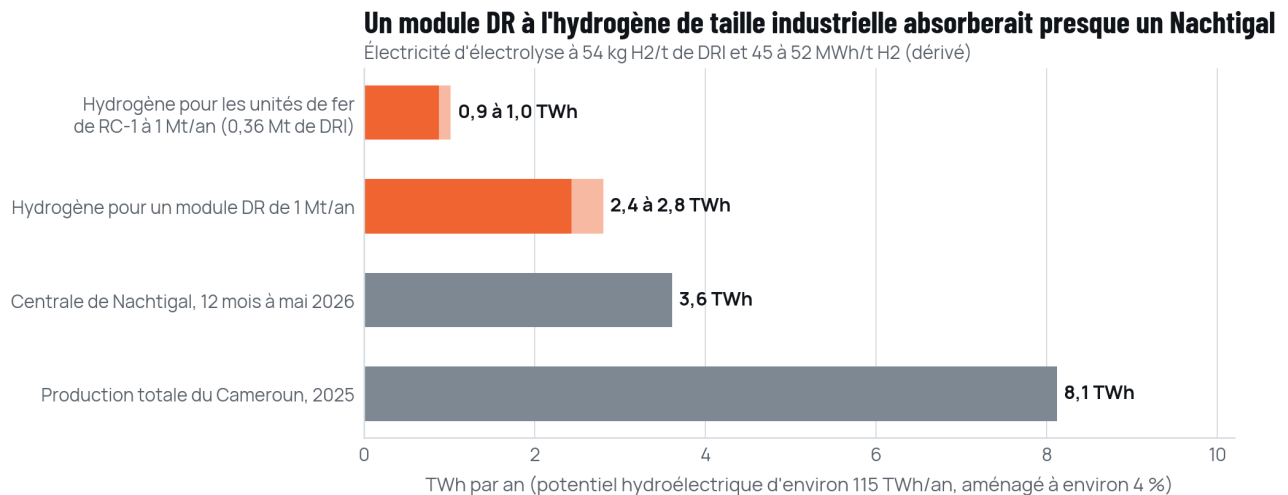
Étude	Principal enseignement pour l'Afrique centrale	Source
RMI et Green Hydrogen Catapult, Green Iron Corridors (2024)	Restructurer la moitié de la sidérurgie primaire autour du fer vert permettrait d'économiser plus de 25 milliards USD par an pour les dix principaux importateurs, soit environ 80 à 125 USD par tonne d'acier ; l'accélération de corridors pourrait éviter environ 30 Mt de CO ₂ par an d'ici 2030 ; l'Afrique du Sud et la Mauritanie figurent parmi les exportateurs les moins coûteux	[S10]
Agora Industry, 15 Insights on the Global Steel Transformation (2023)	Un acier neutre en carbone est réalisable au début des années 2040 ; le commerce du fer vert profite aux exportateurs comme aux importateurs ; la demande de minerai de qualité DR dépassera l'offre d'ici 2030 faute de mesures urgentes	[S11]
Agora Industry et Cambridge Econometrics, Green Iron, Shared Gains (octobre 2026)	Le commerce du fer vert accroît le PIB et l'emploi des pays exportateurs comme importateurs ; selon la modélisation, l'Afrique du Sud gagnerait environ 161 000 emplois d'ici 2050	[S12]
Energy Transitions Commission, Mission Possible : acier (2018 à 2019)	La décarbonation complète de l'acier coûte environ 60 USD/t CO ₂ (environ 115 USD/t d'acier), ramenés à environ 25 USD/t CO ₂ avec une électricité propre très bon marché ; le DRI à l'hydrogène exige une électricité inférieure à environ 40 USD/MWh pour l'emporter sur le captage du carbone	[S09]
Mission Possible Partnership, Making Net-Zero Steel Possible (2022)	Une prime de l'acier primaire quasi zéro d'environ 175 USD/t (environ 40 %) par rapport à l'acier de haut fourneau vers 2030, soit environ 2 % de plus sur le prix d'un bâtiment	[S08]
AIE, Iron and Steel Technology Roadmap (2020) et Global Hydrogen Review (2025)	Le DRI à l'hydrogène exige une électricité inférieure à environ 35 USD/MWh pour concurrencer le DRI au gaz avec captage du carbone ; plus de 200 projets d'hydrogène à faibles émissions ont atteint la décision d'investissement depuis 2020	[S05] [S79]
IEEFA (2022, 2026)	Le minerai de qualité DR est un goulet d'étranglement : environ 3 % du commerce maritime au-dessus de 66 % de Fe en 2022 ; le marché du minerai à haute teneur devrait croître	[S75] [S76]

Source : comme indiqué.

Lues ensemble, ces études conduisent à trois conclusions pour l'Afrique centrale. L'opportunité est réelle : les importateurs paieront pour un fer à faible teneur en carbone, et paieront davantage à mesure que les prix du carbone et les mécanismes aux frontières se durciront. Les gagnants seront les sites qui associent minerai de qualité DR, électricité propre garantie à bas coût et accès portuaire, et non l'un seulement de ces trois atouts. Enfin, l'horizon est lointain : la plupart des études situent le commerce du fer vert à grande échelle dans les années 2030 et 2040.

6.6 Quelle électricité l'hydrogène exigerait-il au Cameroun ?

La figure 6.3 rapporte l'électricité nécessaire à la réduction à l'hydrogène au système électrique camerounais. Couvrir à l'hydrogène les besoins en unités de fer de RC-1 en configuration complète, environ 0,36 Mt de DRI par an, exigerait environ 0,9 à 1,0 TWh d'électricité par an pour la seule électrolyse. Un module de taille industrielle de 1 Mt/an en exigerait environ 2,4 à 2,8 TWh. À titre de comparaison, Nachtigal, la plus grande centrale hydro-électrique du Cameroun, a injecté 3,6 TWh sur les douze mois à mai 2026 [S52], et l'ensemble du pays a produit 8,12 TWh en 2025 [S50].



DÉRIVÉ **Figure 6.3.** Électricité nécessaire à la réduction directe à l'hydrogène, comparée à l'offre camerounaise. Les plages reflètent des rendements d'électrolyseur de 45 à 52 MWh par tonne d'hydrogène, à raison de 54 kg d'hydrogène par tonne de DRI ; l'électricité propre de l'unité de réduction directe est exclue.

Source : besoin en hydrogène [S17] ; rendement des électrolyseurs [S05] ; production de Nachtigal [S52] ; production nationale [S50] ; potentiel hydroélectrique [S53]. Dérivé par Cameroon Steel (annexe A).

La ressource existe : le potentiel hydroélectrique du Cameroun est estimé à environ 115 TWh par an, dont seulement 4 % environ sont aménagés [S53]. La contrainte tient au coût et à la garantie de fourniture. Au prix d'achat d'environ 43,93 FCFA par kWh indiqué pour la centrale de Memve'ele [S50][S103], soit environ 73 USD par MWh à un taux de planification de 600 FCFA pour un dollar (dérivé), l'hydroélectricité nouvelle se situe bien au-dessus des 35 à 40 USD par MWh que l'AIE et l'ETC jugent compétitifs pour le fer à l'hydrogène [S05][S09]. L'hydroélectricité ancienne vendue dans le cadre de contrats historiques est moins chère, mais sa production est engagée. Le fer à l'hydrogène au Cameroun exigerait donc soit une hydroélectricité nouvelle à très bas coût, soit un prix du carbone ou une prime qui comble l'écart, soit les deux.

6.7 Le gaz : une transition dont la disponibilité vient de changer

Un module de réduction directe au gaz, conçu pour accepter ultérieurement de l'hydrogène, constitue la première étape naturelle du fer issu du minerai en Afrique centrale, comme il l'a été en Afrique du Nord. Le gaz camerounais provient principalement du champ de Sanaga Sud, près de Kribi. En 2025, environ 95 % de la production nationale de gaz a été vendue pour alimenter l'unité flottante de liquéfaction Hilli Episeyo [S83] ; l'affrètement de celle-ci a pris fin et elle a quitté le Cameroun en juillet 2026 [S84]. Du gaz se trouve ainsi libéré à court terme, mais le champ est mature, ses réserves restantes ne sont pas certifiées publiquement, et la ressource plus importante de Yoyo-Yolanda n'a fait l'objet d'aucune décision finale d'investissement [S85]. Un module de réduction directe exigerait, avant de pouvoir être conçu, un contrat d'approvisionnement de long terme adossé à un audit des réserves.

LES TROIS CONDITIONS DU FER VERT AU CAMEROUN

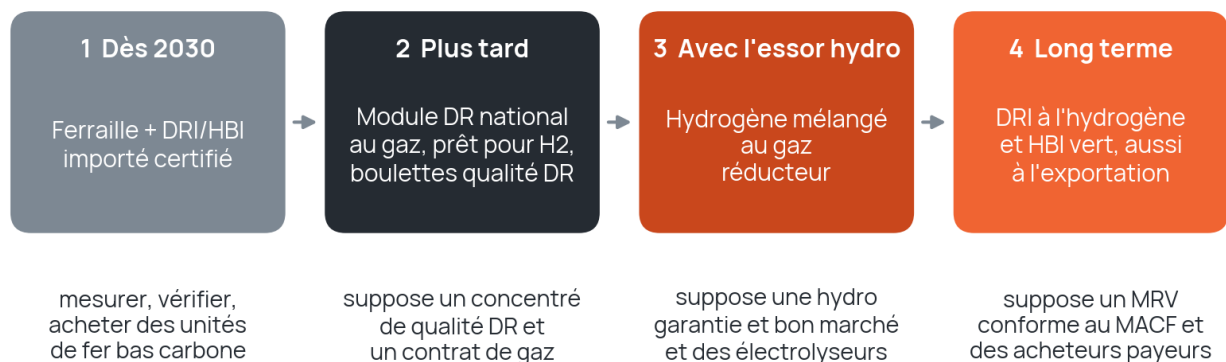
Un module camerounais de réduction directe, puis un module à l'hydrogène, devraient satisfaire à trois conditions : (1) un concentré de qualité DR issu de minerai camerounais, démontré à l'échelle pilote et chiffré ; (2) un contrat de gaz naturel de long terme adossé à des réserves auditées, avec un four à cuve conçu pour le mélange d'hydrogène ; et (3) une électricité bas carbone garantie, à un coût compatible avec l'hydrogène, issue d'une hydroélectricité nouvelle ou d'un dispositif de sécurisation. Aucune n'est remplie aujourd'hui ; toutes trois peuvent être étudiées dès maintenant.

6.8 Une trajectoire par étapes et sous conditions

La figure 6.4 présente l'évolution possible des unités de fer de RC-1. Chaque étape est optionnelle et conditionnelle ; aucune ne constitue un engagement du présent livre blanc.

Une trajectoire pas à pas, des unités de fer importées au fer vert

Séquence illustrative pour le module de réduction directe réservé dans RC-1



Chaque étape est optionnelle et conditionnelle : aucune ne constitue un engagement du présent livre blanc.

ILLUSTRATIF Figure 6.4. Trajectoire illustrative par étapes, des unités de fer importées au fer vert, pour le module de réduction directe réservé dans RC-1. Chaque étape dépend de la condition indiquée en dessous.

Source : configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification), module de réserve [S90] ; analyse du présent chapitre.

- 1. Dès la première coulée (visée au second semestre 2030) : ferraille et DRI/HBI importés certifiés.** La phase 1 fonde la ferraille et achète du DRI ou du HBI sur le marché international, avec une intensité carbone vérifiée et un plafond contractuel pour chaque cargaison. C'est là que se trouvent les gains les plus importants à court terme (chapitre 4).
- 2. Plus tard, après les phases principales : un module national au gaz.** Si un concentré de qualité DR et un contrat de gaz sont sécurisés, un four à cuve dimensionné pour les besoins de RC-1 (environ 0,36 Mt de DRI par an à 1 Mt/an), ou plus grand, remplacerait les importations. Le plan directeur de RC-1 réserve du foncier pour un module de réduction directe et un parc à boulettes. Au gaz, ses émissions passeraient de l'amont au périmètre 1 de Cameroon Steel, à une intensité comparable à celle du DRI importé qu'il remplace ; le gain porterait sur la valeur ajoutée et la sécurité d'approvisionnement, pas encore sur le carbone.
- 3. Avec l'essor de l'hydroélectricité : le mélange d'hydrogène.** Les fours à cuve peuvent accepter une part croissante d'hydrogène dans le gaz réducteur. Chaque étape exigerait des électrolyseurs et une électricité garantie, et réduirait les émissions du module en proportion.
- 4. À long terme : DRI à l'hydrogène et HBI vert.** Avec une forte part d'hydrogène, le module pourrait produire du fer à quelques dixièmes de tonne de CO₂ par tonne, pour les fours de RC-1 et pour l'exportation sous forme de HBI vers des marchés où le MACF et les acheteurs récompensent le bas carbone. Dans le cadre du MACF, le DRI et le HBI sont des marchandises couvertes, tarifées sur leurs émissions directes dès l'origine (chapitre 5).

Tableau 6.3 Éléments probants requis avant chaque étape

Étape	Décision	Éléments probants requis	Calendrier indicatif
1	Spécification carbone du DRI/HBI acheté	Données carbone des fournisseurs, vérifiées selon les règles du MACF ou de la norme ISO 14404 ; étude de marché des fournisseurs bas carbone	Avant les achats de la phase 1
2	Module national de réduction directe au gaz	Étude de concentration et de bouletage du minerai camerounais ; audit des réserves de gaz et contrat d'approvisionnement ; dimensionnement du module ; autorisations	Études à partir de 2027 ; décision après 2034
3	Mélange d'hydrogène	Électricité bas carbone garantie à prix compétitif ; fourniture d'électrolyseurs ; dossier de sécurité	Avec la nouvelle capacité hydroélectrique
4	DRI à l'hydrogène et exportations de HBI	Contrat d'enlèvement de long terme assorti d'une prime bas carbone ; surveillance conforme au MACF ; manutention portuaire de vracs	Long terme

Source : analyse de Cameroon Steel. Les calendriers sont indicatifs.

Le plan de développement de KPIZ S.A. range déjà la sidérurgie liée aux exportations minérales parmi les filières de la zone [S74], et le Code minier camerounais de 2023 prévoit la transformation locale d'une partie de la production minière [S86]. Une trajectoire progressive vers le fer vert s'inscrirait dans ces deux cadres, tout en subordonnant chaque investissement aux éléments probants qui le justifient.

CHAPITRE 7

RISQUES CLIMATIQUES ET ADAPTATION : UN SITE DE PLATEAU, UN CLIMAT HUMIDE QUI SE RÉCHAUFFE ET UNE CÔTE PORTUAIRE EN ÉROSION

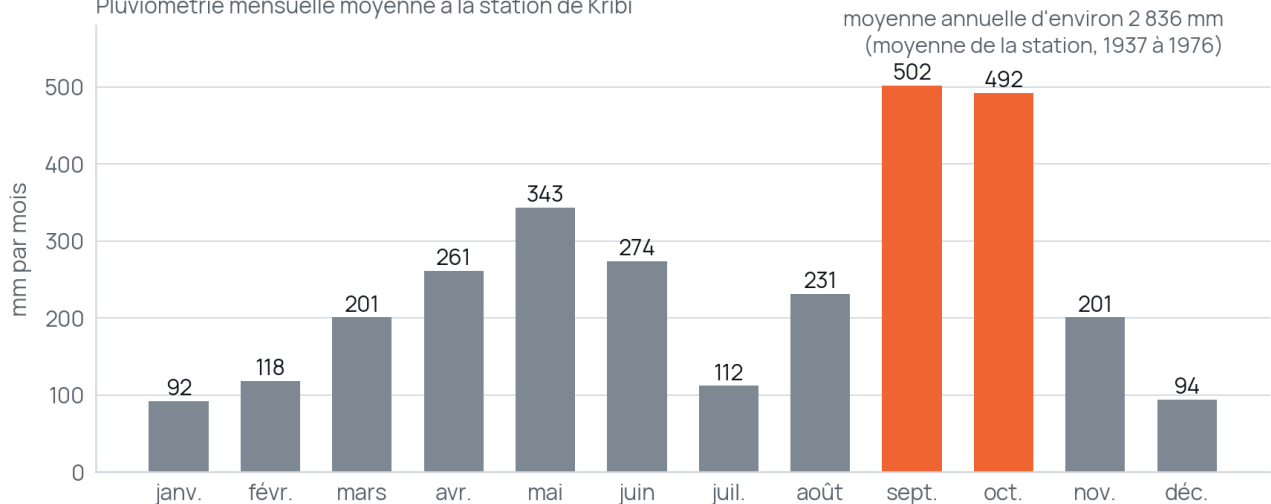
Une aciérie construite vers 2030 fonctionnera jusqu'aux années 2070, sous un climat plus chaud et, à Kribi, plus humide dans ses extrêmes que les relevés sur lesquels les ingénieurs fondent habituellement leurs calculs. Le site de Mboro se trouve sur un plateau situé à environ 40 à 100 m au-dessus du niveau de la mer et à environ 3 à 4 km à l'intérieur des terres : il n'est donc pas exposé aux submersions marines. Ses risques significatifs se situent ailleurs : les pluies extrêmes sur de vastes surfaces revêtues et couvertes, la chaleur et l'humidité pour le personnel travaillant face à un FAE, la foudre, la fiabilité d'une électricité d'origine hydraulique pendant les années sèches, et une interface portuaire située sur un littoral en recul depuis la construction du port en eau profonde. Tous ces risques peuvent être maîtrisés par la conception, à condition d'être pris en compte dès maintenant.

7.1 Le site et son climat

La côte de Kribi connaît un climat équatorial à deux saisons des pluies, sans mois véritablement sec : même les mois les plus secs reçoivent environ 90 mm de pluie [S60]. La chronique homogénéisée de la station de Kribi donne une pluviométrie annuelle moyenne d'environ 2 836 mm sur la période 1937 à 1976, la principale saison des pluies se situant en septembre et octobre, avec environ 500 mm par mois, et une période relativement plus sèche en juillet [S60]. D'autres sources donnent des moyennes voisines, comprises entre environ 2 800 et 2 900 mm [S60][S64]. Selon la réanalyse ERA5 pour la maille de Kribi, les températures maximales journalières moyennes vont d'environ 26 °C en août à environ 30 °C en mars, et les minimales d'environ 23 à 25 °C (1991 à 2020) [S64] ; les réanalyses tendent à sous-estimer les maximales littorales, que des mesures sur site confirmeront (chapitre 11) ; l'humidité relative est d'environ 70 % à 78 % l'après-midi et de 92 % à 96 % la nuit [S60]. Les lignes de grains apportent des rafales brèves et violentes pouvant atteindre environ 20 m/s [S60][S62]. Le catalogue de l'US Geological Survey ne recense aucun séisme de magnitude 4,6 ou plus dans un rayon d'environ 170 km autour de Kribi depuis 1900 [S97] ; une évaluation de l'aléa sismique propre au site fait partie des études géotechniques.

Deux saisons des pluies, et aucun mois sans pluie

Pluviométrie mensuelle moyenne à la station de Kribi



SOURCÉ Figure 7.1. Pluviométrie mensuelle moyenne à la station de Kribi. Septembre et octobre apportent chacun environ 500 mm ; même les mois les plus secs reçoivent environ 90 mm.

Source : Olivry, Monographie du Nyong et des fleuves côtiers, ORSTOM (1979), chronique homogénéisée de la station de Kribi, 1937 à 1976 [S60].

Le site de RC-1 se trouve sur le plateau côtier ; les modèles numériques de surface issus de satellites donnent environ 50 à 120 m sur l'ensemble du secteur et, une fois retranchée la hauteur de la canopée qu'ils intègrent, situent le sol à environ 40 à 100 m au-dessus du niveau de la mer (valeur arrondie, à confirmer par levé) [S106]. Le site se trouve à environ 3 à 4 km du trait de côte au droit du port, mesurés depuis le centre de la zone indicative (livre blanc 07, tableau D.1). À cette altitude, aucune crue fluviale ni submersion marine ne peut atteindre les plateformes de l'usine. La question des inondations sur le site relève donc des eaux pluviales : quelle quantité de pluie tombe sur les toitures, les voiries et les parcs de stockage d'une grande usine, et où s'écoule-t-elle ?

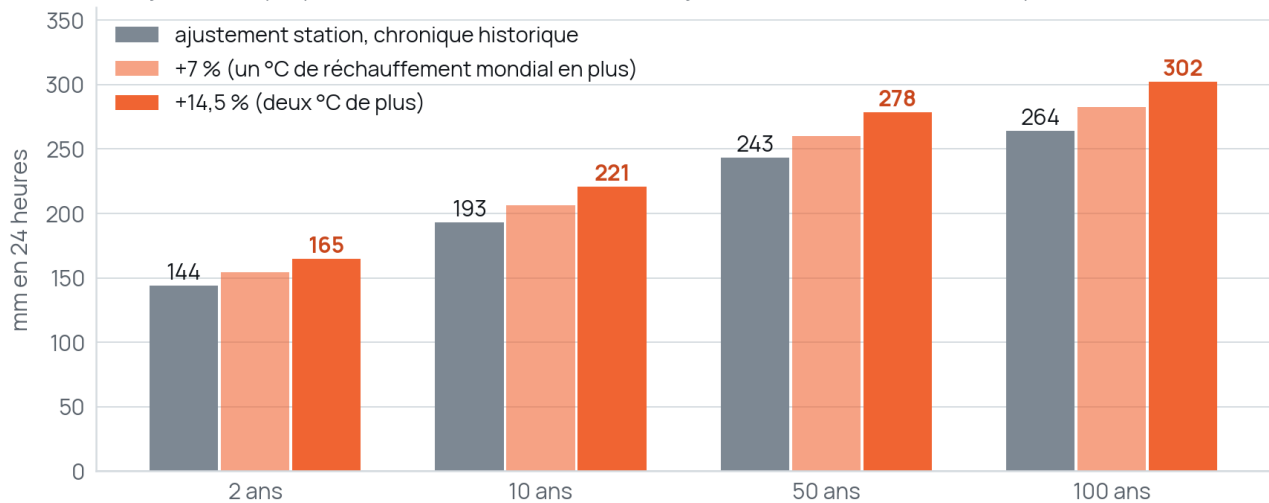
7.2 Les pluies extrêmes constituent la principale charge physique de dimensionnement

La chronique de la station donne des pluies journalières d'environ 144 mm pour une période de retour de deux ans, 193 mm pour dix ans, 243 mm pour cinquante ans et 264 mm pour cent ans, d'après un ajustement selon la loi de Pearson de type III sur 33 années de données ; la plus forte pluie journalière observée a atteint 205,3 mm [S60]. Les jeux de données de réanalyse tels qu'ERA5 lissent fortement ces extrêmes (leur maximum annuel moyen est d'environ 76 mm [S64]) et ne doivent pas être utilisés pour le dimensionnement du drainage.

Le réchauffement climatique intensifie les fortes pluies. Le sixième rapport d'évaluation du GIEC conclut que les précipitations journalières extrêmes s'intensifient d'environ 7 % pour chaque degré supplémentaire de réchauffement mondial [S59]. L'application de ce taux aux valeurs de la station donne une marge illustrative : environ 283 mm pour la pluie journalière centennale avec un degré de réchauffement supplémentaire et environ 302 mm avec deux (figure 7.2). L'ajustement de la station reposant lui-même sur des données du milieu du XXe siècle, une partie de cette majoration est peut-être déjà intervenue.

Le drainage doit être dimensionné pour un climat plus humide que celui des relevés

Pluie journalière par période de retour à Kribi, avec une majoration illustrative d'environ 7 % par °C



ILLUSTRATIF Figure 7.2. Pluie journalière à Kribi par période de retour, d'après la chronique de la station, avec une majoration illustrative d'environ 7 % par degré supplémentaire de réchauffement mondial. La majoration est une marge de dimensionnement, non une projection régionale.

Source : ajustement de Pearson III de la station de Kribi [S60] ; GIEC, AR6, groupe de travail I, évolution des précipitations journalières extrêmes avec le réchauffement [S59]. Majoration appliquée par Cameroon Steel.

Pour une aciérie, les conséquences d'un drainage sous-dimensionné ne se limitent pas à des inondations gênantes. L'eau qui pénètre dans une aciérie peut provoquer des explosions de vapeur au contact de l'acier ou du laitier liquides ; l'inondation des caniveaux de câbles et des postes électriques arrête la production ; la ferraille mouillée accroît la consommation d'énergie du four et constitue un danger si elle introduit de l'eau emprisonnée dans le four ; enfin, les eaux de ruissellement des parcs de stockage et des aires à laitier doivent être collectées et traitées avant rejet. Les courbes intensité-durée-fréquence de courte durée pour Kribi, qui déterminent le dimensionnement des descentes d'eaux pluviales et des caniveaux, ne sont pas disponibles dans le domaine public et constituent une lacune de connaissance (chapitre 11).

7.3 Chaleur et humidité : d'abord un enjeu de sécurité du personnel

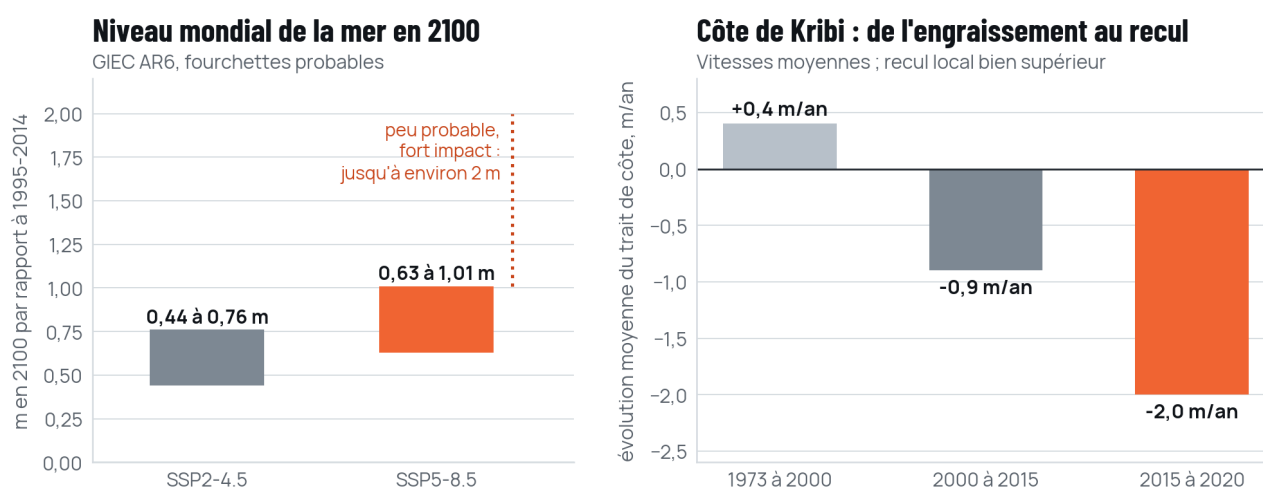
Les aciéries exposent leur personnel à la chaleur rayonnante de l'acier, du laitier et des produits chauds, qui s'ajoute au climat ambiant. Dans les conditions chaudes et humides de Kribi, la capacité du corps à se refroidir par la transpiration est limitée, de sorte que la combinaison des deux est plus éprouvante que chacune prise isolément. L'Organisation internationale du Travail estimait en 2019 que le stress thermique ferait perdre 2,2 % du total des heures travaillées dans le monde d'ici 2030, environ 5 % en Afrique de l'Ouest, l'Afrique centrale figurant parmi les régions les plus touchées [S65]. La gestion du stress thermique de RC-1 doit reposer sur l'indice de température au thermomètre-globe mouillé (WBGT) défini par la norme ISO 7243 [S66], avec des régimes de travail et de repos, des abris et cabines climatisés, l'hydratation, l'acclimatation et la surveillance, et avec des équipements spécifiés pour des conditions ambiantes intégrant des marges de réchauffement.

La chaleur affecte aussi les équipements. Les caractéristiques nominales des transformateurs, des moteurs et des variateurs, la capacité des tours de refroidissement (qui dépend de la température humide) et les performances des salles de contrôle et des locaux électriques climatisés doivent toutes être spécifiées pour des conditions plus chaudes et plus humides que les moyennes actuelles.

7.4 Élévation du niveau de la mer et recul du trait de côte à l'interface portuaire

À l'échelle mondiale, le GIEC projette une élévation du niveau de la mer en 2100, par rapport à la période 1995 à 2014, d'environ 0,44 à 0,76 m dans un scénario d'émissions intermédiaire (SSP2-4.5) et de 0,63 à 1,01 m dans un scénario d'émissions très élevées (SSP5-8.5), une issue peu probable mais à fort impact pouvant atteindre environ 2 m ne pouvant être exclue [S59]. Aucune projection propre à Kribi n'a été obtenue pour le présent livre blanc.

Sur la côte de Kribi, l'élévation du niveau de la mer s'ajoute à un processus plus immédiat. Les études du trait de côte montrent que le littoral progressait en moyenne d'environ 0,4 m par an entre 1973 et 2000, puis a reculé d'environ 0,9 m par an entre 2000 et 2015 et d'environ 2 m par an entre 2015 et 2020, avec des vitesses locales bien supérieures : environ 32 m par an aux chutes de la Lobé en 2015 à 2020 et 45 à 70 m par an près de Lolabé en 2013 à 2017, tandis que plus de 15 m par an s'accumulaient en amont de la digue du port dans le sens de la dérive littorale [S62]. Une évaluation de 2025 a classé 68,3 % des 31,5 km de la côte de Kribi comme très vulnérables et attribué une partie de cette évolution au piégeage des sédiments par la digue [S63].



SOURCE Figure 7.3. Élévation mondiale du niveau de la mer en 2100 selon deux scénarios (gauche) et évolution moyenne du trait de côte à Kribi (droite). La plateforme de l'usine n'est pas exposée ; l'interface portuaire, par laquelle transiteraient les unités de fer importées et les exportations, l'est.

Source : GIEC, AR6, groupe de travail I, résumé à l'intention des décideurs [S59] ; Fendoung, Tchindjang et Hubert-Ferrari (2022) [S62].

RC-1 dépend du port dans les deux sens. En phase 1, l'usine ferait entrer environ 351 000 t par an de charges métalliques et de consommables importés et expédierait jusqu'à 300 000 t de produits, volumes portés à environ 1,24 Mt et 1 Mt en configuration complète [S90]. Les infrastructures portuaires relèvent de l'autorité portuaire. Un terminal minéralier à Kribi a fait l'objet d'un protocole d'accord signé le 4 novembre 2025, et le directeur général du port a indiqué en mars 2026 qu'il devrait être achevé dans un délai de cinq à six ans [S87] [S61] [S74] ; d'ici là, les unités de fer transiteraient par les terminaux existants (livre blanc 02). L'exposition propre de Cameroon Steel tient à tout appontement, convoyeur ou atterrissage de canalisation qu'elle pourrait construire, aux voies d'accès proches du littoral et au stockage des unités de fer importées.

Le DRI mérite une attention particulière. Fraîchement produit, il réagit avec l'eau et l'air en dégageant de la chaleur et de l'hydrogène ; il est réglementé comme cargaison solide en vrac dangereuse par le Code maritime international des cargaisons solides en vrac, qui fixe des conditions strictes pour son transport [S99]. Le HBI, compacté à chaud, est plus stable, mais doit tout de même être maintenu au sec. Sous un climat d'environ 2 836 mm de pluie par an, un stockage couvert du DRI et du HBI, au port comme sur le site, est une exigence de sécurité autant que de qualité. Le plan de masse de RC-1 réserve un magasin couvert pour le DRI et le HBI dans le parc à charges métalliques [S90].

7.5 Le risque climatique pesant sur l'approvisionnement électrique est aussi un risque carbone

Le risque climatique physique atteint l'usine par son alimentation électrique. Le réseau sud du Cameroun est à environ 90 % hydroélectrique, et la production hydraulique varie avec les précipitations : Nachtigal a livré environ 28 % de moins que prévu en 2025 en raison de l'hydrologie [S50]. Des années plus sèches, ou des saisons sèches plus longues, appelleraient davantage de production thermique à la marge, augmentant à la fois le coût et la teneur en carbone de l'électricité au moment où l'usine en a besoin (chapitre 3). À l'inverse, des extrêmes plus humides accroissent les risques d'inondation et de sédimentation au droit des centrales hydroélectriques et le long des couloirs de transport. Pour une aciérie électrique, la résilience climatique du système électrique fait donc partie de son propre dossier d'adaptation, et constitue une raison de contracter une puissance garantie plutôt qu'une simple quantité d'énergie.

7.6 Les risques de transition : l'autre moitié d'une évaluation des risques climatiques

Une évaluation des risques liés au changement climatique au sens des Principes de l'Équateur couvre les risques de transition aussi bien que les risques physiques : les évolutions politiques, juridiques, technologiques, commerciales et réputationnelles qu'entraîne le passage à une économie bas carbone [S22]. Pour une aciérie électrique raccordée à un réseau à dominante hydroélectrique, la plupart de ces risques sont moindres que pour une aciérie conventionnelle, et plusieurs constituent des opportunités. Ils ne sont pas négligeables pour autant, et relèvent du même registre que les aléas physiques.

Le canal politique passe principalement par les marchés d'exportation. Les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières de l'UE et du Royaume-Uni tarifient déjà les émissions intrinsèques (chapitre 5), et les règles d'achat des acheteurs en font de plus en plus autant par le biais des déclarations de produit. Au niveau national, la contribution déterminée au niveau national actualisée du Cameroun et son Plan National Climat fixent l'orientation de la politique nationale [S80][S81] ; une future obligation nationale de déclaration ou un prix du carbone ne peuvent être exclus sur une durée de vie de quarante ans. Le canal technologique concerne les unités de fer : si la production de fer s'oriente vers l'hydrogène et si le minerai de qualité DR reste rare, le prix et la disponibilité du DRI et du HBI achetés par RC-1 pourraient évoluer sensiblement [S11]. Le canal commercial joue dans les deux sens : l'acier bas carbone peut obtenir une prime sur certains marchés, mais les importations concurrentes mettront elles aussi en avant leurs références bas carbone, et les allégations invérifiables ne résisteront pas à l'examen.

Tableau 7.1 Examen préliminaire des risques de transition pour l'usine RC-1

Facteur	Canal	Effet sur RC-1	Horizon	Réponse
Mécanismes d'ajustement carbone aux frontières (UE, Royaume-Uni, éventuellement d'autres)	Coût des exportations ; exigences des acheteurs	Opportunité si les données sont vérifiées ; risque si des valeurs par défaut s'appliquent	Dès maintenant et jusqu'en 2034	Surveillance au niveau d'exigence du MACF dès la première coulée (chapitre 5)
Politique climatique nationale	Obligations de déclaration ; prix du carbone éventuel	Risque modéré ; la faible intensité limite l'exposition	Moyen terme	Déclaration volontaire vérifiée en amont de toute obligation
Normes des prêteurs et des investisseurs	Accès au financement et coût de celui-ci	Exigences applicables dès la phase 1	Dès maintenant	Évaluation au niveau d'exigence EP4 et déclaration annuelle (chapitre 9)
Passage de la production de fer à l'hydrogène ; rareté du minerai de qualité DR	Prix et teneur en carbone du DRI/HBI acheté	Risque sur les coûts ; opportunité pour une option camerounaise de fer vert	Années 2030	Diversification des sources d'unités de fer ; études sur le minerai et le gaz (chapitre 6)

Facteur	Canal	Effet sur RC-1	Horizon	Réponse
Demande des acheteurs pour des produits bas carbone	Prime de prix ; accès aux marchés	Opportunité, sous réserve de DEP et de certification	Dès maintenant et jusqu'en 2040	DEP et certification du site (chapitres 2 et 9)
Crédibilité des allégations	Réputation	Risque si les allégations dépassent les preuves	En continu	Préciser les périmètres ; vérifier ; publier (chapitre 2)

Source : examen de Cameroon Steel ; exigence issue des Principes de l'Équateur EP4 [S22].

7.7 Un examen préliminaire des aléas pour l'usine de Mboro

Le tableau 7.2 récapitule les aléas, leur pertinence pour la plateforme de l'usine et pour l'interface portuaire, et les réponses de conception qui en découlent. Il s'agit d'un examen préliminaire, et non de l'évaluation complète des risques liés au changement climatique exigée par les Principes de l'Équateur pour un projet de cette taille [S22], qui sera réalisée dans le cadre de l'étude d'impact environnemental et social avec des données propres au site.

Tableau 7.2 Examen préliminaire des aléas climatiques physiques (étude documentaire)

Aléa	Plateforme de l'usine	Interface portuaire et accès	Tendance avec le réchauffement	Réponse de conception
Pluies extrêmes et crues éclair	Élevé : vastes surfaces imperméables, danger de l'eau en aciérie	Élevé	En hausse (environ 7 % par °C pour les extrêmes journaliers)	Dimensionner le drainage et la rétention sur la pluie journalière centennale majorée ; tenir l'eau à l'écart des zones de métal liquide ; stockage couvert de la ferraille et du DRI/HBI
Chaleur et humidité	Élevé pour le personnel ; modéré pour les équipements	Modéré	En hausse	Plan de gestion du stress thermique fondé sur le WBGT ; abris et cabines climatisés ; équipements dimensionnés avec des marges
Élévation du niveau de la mer et érosion côtière	Nul à environ 40 à 100 m d'altitude	Élevé près du rivage	En hausse	Aucun ouvrage critique près du rivage ; marges de recul pour tout appontement ou atterrissage de convoyeur
Vents des lignes de grains	Modéré (bardages, ponts roulants, cheminées)	Modéré (opérations navire-quai)	Incertaine	Charges de vent avec marges ; asservissement des ponts roulants au vent
Foudre	Élevé mais non quantifié	Élevé	Incertaine	Protection contre la foudre et mise à la terre conçues selon la série IEC 62305
Sécheresse dans les bassins versants hydroélectriques	Indirect : fiabilité de l'électricité et carbone	Sans objet	Incertaine	Contrat de puissance garantie ; fusion programmée en dehors des pointes du système ; qualité de l'électricité sur site

Aléa	Plateforme de l'usine	Interface portuaire et accès	Tendance avec le réchauffement	Réponse de conception
Séismes	Non coté au stade documentaire : aucun séisme de magnitude 4,6 ou plus dans un rayon d'environ 170 km autour de Kribi depuis 1900 (catalogue de l'USGS) [S97]	Non coté	Sans objet	Évaluation de l'aléa sismique propre au site dans le cadre des études géotechniques ; conception selon ses résultats et le code applicable

Source : données de la station de Kribi [S60] ; GIEC, AR6 [S59] ; études du trait de côte [S62][S63] ; catalogue de l'USGS [S97] ; OIT [S65] ; ISO 7243 [S66] ; IEC 62305 [S98]. Examen réalisé par Cameroon Steel.

7.8 L'adaptation coûte le moins cher au stade de la conception

La plupart des mesures d'adaptation d'une usine nouvelle coûtent peu si elles sont intégrées à la conception, et beaucoup si elles sont ajoutées après coup. Les principes directeurs pour RC-1 sont les suivants :

- **Concevoir pour le climat futur, non pour les relevés passés.** Utiliser les extrêmes de la station avec une marge explicite de réchauffement pour le drainage, la rétention et la conception des toitures, et spécifier les systèmes de refroidissement et les équipements électriques pour des conditions plus chaudes et plus humides.
- **Tenir l'eau à l'écart du métal liquide.** Les sols, fosses et aires à laitier de l'aciérie exigent un drainage gravitaire, des seuils surélevés et un stockage au sec des matières enfournées.
- **Séparer les eaux de ruissellement propres et polluées.** Les eaux de toiture peuvent être récupérées pour l'appoint en eau de refroidissement ; les eaux de ruissellement des parcs à ferraille, à laitier et de stockage doivent être collectées et traitées.
- **Protéger d'abord les personnes.** La gestion du stress thermique, la protection contre la foudre et les plans d'urgence face aux phénomènes météorologiques extrêmes doivent être en place avant la première coulée.
- **Contracter une puissance garantie.** La résilience climatique du réseau fait partie de celle de l'usine.
- **Surveiller et réviser.** Une station météorologique installée sur le site dès le début de la construction, et une revue des hypothèses de conception à chaque phase, maintiendront le dossier d'adaptation à jour.

CE QUE L'ON IGNORE ENCORE

Les intensités pluviométriques de courte durée à Kribi ; les statistiques de stress thermique propres au site ; la densité de foudroiement ; les projections du niveau de la mer propres à Kribi ; et la variabilité, liée à l'hydrologie, du facteur d'émission du réseau sud. Le chapitre 11 explique comment chacune de ces lacunes sera comblée.

Risque physique et décarbonation se rejoignent en un dernier point : les matières que l'usine consomme et produit. Le chapitre suivant aborde la circularité.



LA PLATEFORME DE L'USINE EST À L'ABRI DE LA MER. C'EST SUR LE DRAINAGE, LE PERSONNEL ET L'INTERFACE PORTUAIRE QUE SE FERA SENTIR LE CHANGEMENT CLIMATIQUE.

Vue d'illustration. Image générée d'un estuaire à mangrove sur une côte atlantique ; il ne s'agit pas d'une photographie d'un projet, d'un lieu ou d'une personne.

CHAPITRE 8

CIRCULARITÉ : LA FERRAILLE EST L'INTRANT LE PLUS PROPRE, LE LAITIER ET LES POUSSIÈRES SONT DES RESSOURCES

La circularité n'est pas un sujet annexe pour une aciérie ; c'est l'un de ses principaux leviers carbone. Chaque tonne de ferraille fondue à la place de fer issu du minerai évite environ 1,5 t de CO₂, et pour RC-1, chaque tranche supplémentaire de 10 points de ferraille dans la charge retire environ 0,09 t de CO₂ par tonne de produit. Le Cameroun génère toutefois peu de ferraille : la seule estimation publiée fait état de 53 000 à 62 000 t par an, dont l'essentiel alimente déjà les aciéries existantes, contre un besoin de RC-1 d'environ 254 000 t en phase 1. RC-1 retient donc environ 30 000 t par an de ferraille nationale et importe le reste. En sortie, l'usine produirait chaque année, en phase 1, environ 45 000 t de laitier et environ 4 800 t de poussières de four contenant du zinc. Les deux peuvent être valorisés, le premier comme granulats routiers, les seconds comme source de zinc récupéré, à condition que les débouchés soient préparés avant la première coulée.

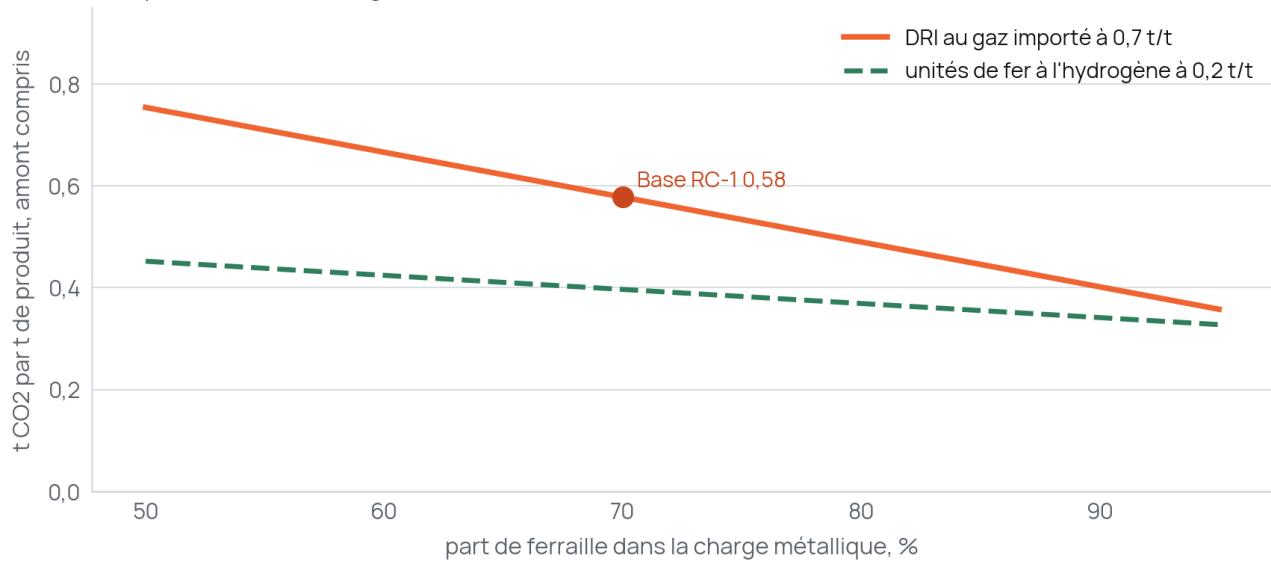
8.1 La ferraille est le levier le plus puissant dont le secteur dispose déjà

worldsteel estime que chaque tonne de ferraille utilisée pour produire de l'acier évite environ 1,5 t de CO₂ [S02]. Quelque 630 Mt de ferraille sont utilisées chaque année dans la sidérurgie mondiale, évitant près de 950 Mt de CO₂, selon le Bureau of International Recycling ; la consommation déclarée par les pays qu'il suit a progressé de 4,5 % pour atteindre 480 Mt en 2025 [S68]. Selon les conventions comptables décrites au chapitre 2, la ferraille entre dans une aciérie sans émissions amont, et les déchets et débris de fer (NC 7204) sont hors du champ du MACF de l'UE [S27].

Pour RC-1, la part de ferraille est le deuxième levier après la teneur en carbone du DRI acheté. La figure 8.1 montre que, dans la configuration de la phase 1 et avec un facteur d'émission du réseau de 226 g/kWh, une hausse de 10 points de la part de ferraille dans la charge (et une baisse correspondante de la part de DRI) réduit l'intensité totale d'environ 0,09 t par tonne. Une usine fondant 90 % de ferraille émettrait environ 0,40 t par tonne, amont des unités de fer compris ; une usine en fondant 50 % émettrait environ 0,75 t.

Chaque tranche de 10 points de ferraille retire environ 0,09 t par tonne

RC-1 phase 1, réseau à 226 g/kWh, surconsommation du FAE liée au DRI incluse (dérivé)



DÉRIVÉ Figure 8.1. Intensité de la phase 1 de RC-1, amont des unités de fer compris, en fonction de la part de ferraille dans la charge métallique, avec du DRI au gaz importé à 0,7 t CO₂ par tonne (trait plein) ou des unités de fer à l'hydrogène à 0,2 t (tirets). Le surcroît d'électricité du four lié au DRI est inclus.

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; surconsommation électrique liée au DRI [S15].

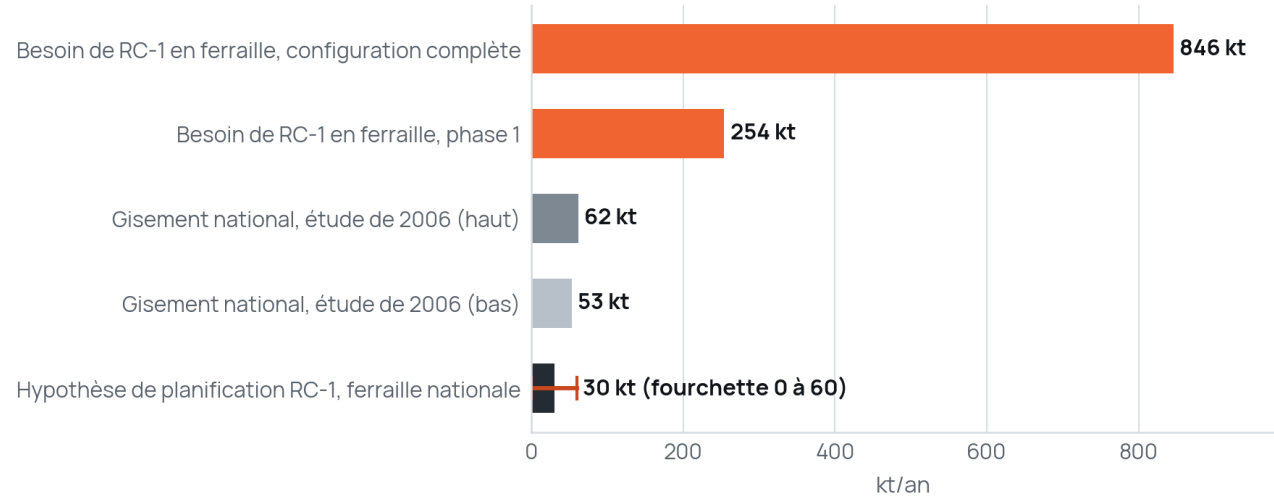
8.2 Le Cameroun manque de ferraille

La disponibilité de la ferraille dépend de la quantité d'acier qu'un pays a mise en service des décennies plus tôt. Le stock d'acier en service au Cameroun est faible au regard des normes internationales, et son gisement de ferraille est limité en conséquence. La seule étude chiffrée, réalisée par des chercheurs de l'École nationale supérieure polytechnique et du centre local de recherche sur les matériaux, estimait le gisement entre 53 000 et 61 833 t par an sur la base de données de 2006, dont environ 53 % étaient collectés par des recycleurs, 29 % par des démonteurs informels et 15 % par des exportateurs [S88]. Des déclarations plus récentes du secteur indiquent que la ferraille locale ne couvre qu'environ 40 % des besoins des aciéries camerounaises existantes, le complément provenant de billettes importées [S89]. L'Afrique dans son ensemble est importatrice nette de ferraille, avec des exportations d'environ 1,2 Mt et des importations d'environ 3,4 Mt en 2025 [S03].

La figure 8.2 met en regard le besoin en ferraille de RC-1 et ces éléments. Même en tenant compte de la croissance du gisement depuis 2006, la ferraille nationale ne pourrait couvrir qu'une partie de la phase 1 et une faible part de la configuration complète, et l'essentiel de ce qui est collecté alimente déjà les aciéries existantes. Le cas de planification de RC-1 retient donc environ 30 000 t par an de ferraille nationale, avec une fourchette de 0 à 60 000 t [S90]. Le complément devrait provenir de ferraille importée ou d'une part plus élevée de DRI ou de HBI, ce qui, comme l'a montré le chapitre 4, alourdit l'empreinte.

La ferraille est l'intrant le plus propre, et le Cameroun en manque

Besoin en ferraille de RC-1 (dérivé), seule estimation publiée du gisement national et hypothèse de planification



DÉRIVÉ Figure 8.2. Besoin annuel de RC-1 en ferraille comparé à la seule estimation publiée du gisement national de ferraille au Cameroun et à l'hypothèse de planification de RC-1 pour l'approvisionnement national. L'estimation de 2006 est ancienne ; le gisement actuel est vraisemblablement plus élevé, mais il n'est pas documenté, et l'essentiel en est déjà utilisé par les aciéries existantes.

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; Bidoung et al. (2007), données de 2006 [S88].

Tableau 8.1 La ferraille au Cameroun et dans le bilan de RC-1

Indicateur	Valeur	Année	Statut	Source
Gisement national de ferraille (seule estimation publiée)	53 000 à 61 833 t/an	données de 2006	sourcé	[S88]
Part de la ferraille nationale collectée par des recycleurs formels	environ 53 %	données de 2006	sourcé	[S88]
Couverture des besoins des aciéries existantes par la ferraille locale	environ 40 %	2026	sourcé	[S89]
Exportations / importations africaines de ferraille	environ 1,2 Mt / 3,4 Mt	2025	sourcé	[S03]
Besoin en ferraille de RC-1, phase 1	environ 254 000 t/an	à capacité nominale	dérivé	[S90]
Hypothèse de planification de RC-1 pour la ferraille nationale	environ 30 000 t/an (fourchette de 0 à 60 000)	phase 1	hypothèse	[S90]
Ferraille et DRI/HBI importés, phase 1	environ 224 000 t et 109 000 t/an ; réceptions portuaires avec les consommables : environ 351 000 t/an	à capacité nominale	dérivé	[S90]
Besoin en ferraille de RC-1, configuration complète	environ 846 000 t/an	à capacité nominale	dérivé	[S90]
Effet de 10 points de ferraille supplémentaires dans la charge	environ -0,09 t CO ₂ par t de produit	phase 1	dérivé	[S90]

Source : comme indiqué.

Trois conséquences en découlent. Premièrement, RC-1 sera importateur de ferraille autant qu'acheteur de ferraille nationale, et sa performance carbone dépendra de sa capacité à se procurer sur le marché international une ferraille de qualité adaptée. Deuxièmement, une filière nationale de collecte bien organisée mérite d'être développée pour des raisons à la fois climatiques et économiques : elle crée des emplois locaux, maintient la valeur dans le pays et réduit l'empreinte de l'usine. Cette filière doit respecter les normes internationales de

travail et de sécurité, y compris des contrôles contre le travail des enfants dans la collecte informelle, que les prêteurs exigeront au titre de la NP 2 de la SFI [S21]. Troisièmement, l'offre nationale de ferraille augmentera avec le temps à mesure que le Cameroun se construit : les ronds à béton et les profilés que RC-1 et d'autres aciéries fournissent aujourd'hui aux bâtiments et infrastructures du pays feront partie de son stock de ferraille dans la seconde moitié du siècle.

Un programme national d'approvisionnement en ferraille pour RC-1 s'appuierait sur plusieurs flux : les déchets de démolition et de construction, les véhicules et machines hors d'usage, les chutes et copeaux industriels, et les actifs publics en fin de vie cédés par appel d'offres. Il passerait par des collecteurs et négociants agréés plutôt que par des achats informels à l'entrée de l'usine, avec des ponts-bascules, des paiements traçables, une formation à la sécurité et des équipements de protection individuelle pour les partenaires de collecte. Il exigerait aussi des garde-fous contre l'achat de matériaux volés, tels que câbles électriques, accessoires ferroviaires ou mobilier routier, problème récurrent partout où les prix de la ferraille augmentent. Un tel programme prend des années à se constituer, et ses bénéfices s'accumulent : chaque tonne supplémentaire de ferraille nationale remplace une tonne importée de ferraille ou de DRI, réduisant à la fois le fret et l'empreinte de l'usine.

La qualité de la ferraille compte autant que sa quantité. Le cuivre et l'étain provenant des câblages et des revêtements ne peuvent être éliminés au FAE et s'accumulent dans l'acier ; le fil machine destiné au tréfilage y est particulièrement sensible. Un système de tri et de contrôle de la qualité de la ferraille au parc, avec détection de la radioactivité à l'entrée, constitue une exigence standard pour une aciérie électrique.

8.3 Importer la ferraille : l'autre moitié de la charge

Dans le cas de planification, la phase 1 importerait environ 224 000 t de ferraille par an, en plus d'environ 109 000 t de DRI ou de HBI (dérivé). Avec les consommables, les réceptions portuaires atteindraient environ 351 000 t par an [S90]. L'Afrique dans son ensemble est déjà importatrice nette de ferraille [S03], et le marché mondial est vaste : les pays suivis par le Bureau of International Recycling en ont consommé environ 480 Mt en 2025 [S68]. Acheter quelques centaines de milliers de tonnes par an est donc faisable, mais cela a trois conséquences pour le carbone. Premièrement, le fret maritime et la manutention de la ferraille importée ajoutent des émissions du périmètre 3 que le présent livre blanc ne compte pas (chapitre 4) ; faibles par tonne, elles doivent néanmoins être déclarées. Deuxièmement, la ferraille importée est disputée par des acheteurs dont les propres plans de décarbonation reposent sur la ferraille, si bien que le prix et la disponibilité des nuances à faible teneur en résiduels pourraient se tendre à mesure que la production électrique progresse (chapitre 1). Troisièmement, la ferraille n'est pas une marchandise couverte par le MACF et entre dans son calcul sans émissions intrinsèques [S27] : chaque tonne de ferraille qui remplace une tonne de DRI réduit donc la charge MACF d'une tonne destinée à l'UE autant que l'empreinte totale, d'environ 7 € par tonne de produit pour chaque tranche de 10 points de charge (chapitre 5).

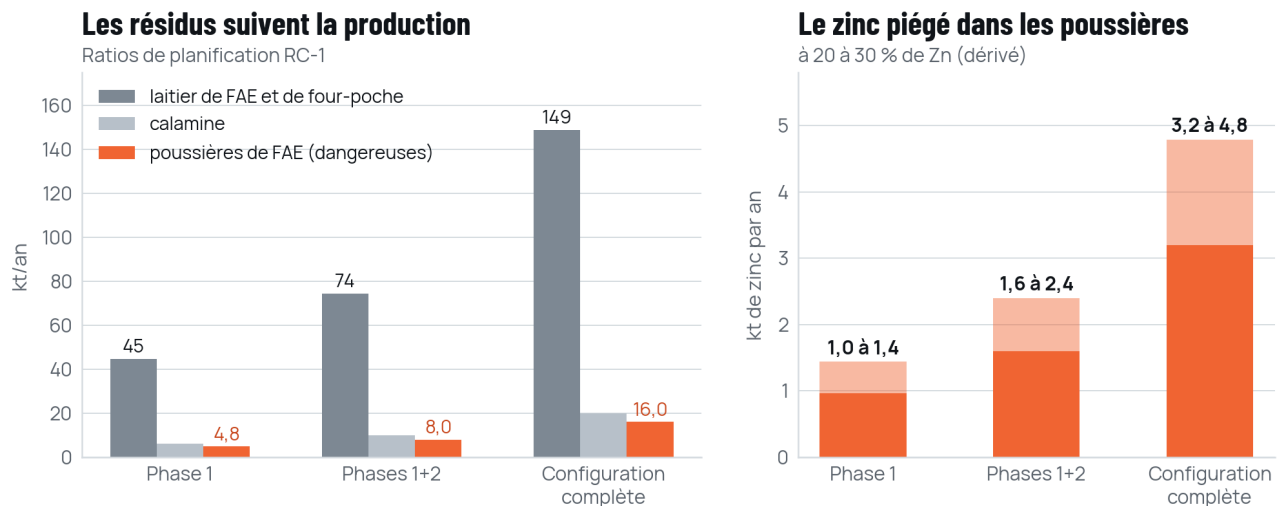
Le cas de planification est volontairement prudent. Si la collecte nationale atteignait le haut de l'estimation de 2006, soit environ 60 000 t par an, l'usine importerait encore environ les trois quarts de la ferraille de sa phase 1 ; si elle n'en trouvait aucune, les réceptions portuaires augmenteraient d'environ 30 000 t. Dans les deux cas, le résultat carbone dépend de la part de ferraille dans la charge, et non de l'origine de cette ferraille. C'est pourquoi la trajectoire du chapitre 10 traite « davantage de ferraille dans la charge », nationale ou importée, comme un levier unique, et pourquoi un programme national de collecte mérite d'être construit pour des raisons économiques et sociales autant que pour le carbone.

8.4 Le laitier : du résidu au granulats routier

Un four à arc électrique laisse environ 110 à 180 kg de résidus solides, pour l'essentiel du laitier, par tonne de produit, selon les lignes directrices de la SFI pour les aciéries [S20] ; RC-1 retient 140 kg de laitier par tonne d'acier liquide. Cela représente environ 45 000 t par an en phase 1 et environ 149 000 t en configuration complète

(figure 8.3). Le laitier de FAE est un matériau dur, dense et anguleux qui, après concassage, récupération du métal et vieillissement destiné à stabiliser la chaux libre, est largement utilisé en couche de fondation routière, en granulat pour enrobés et en remblai. Les lignes directrices de la SFI indiquent que le laitier sidérurgique se vend comme coproduit pour le génie civil, la construction routière et la cimenterie [S20].

La pratique européenne montre ce qui est possible. En 2024, sur environ 16,5 Mt de laitier d'aciérie produites dans l'UE, environ 13,5 Mt (82 %) ont été utilisées, dont environ 9 Mt dans la construction routière ; en incluant le laitier de haut fourneau, 92 % des laitiers sidérurgiques ont été utilisés, évitant l'extraction d'environ 40 Mt de pierre naturelle [S67].



DÉRIVÉ Figure 8.3. Résidus annuels par phase (gauche) et zinc contenu dans les poussières de four (droite), à capacité nominale. Le zinc est représenté pour une teneur supposée de 20 % à 30 %, qui dépend de la part de ferraille galvanisée dans la charge.

Source : configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) : laitier 140 kg/t, poussières 15 kg/t, calamine 20 kg/t [S90] ; référence de la SFI pour les résidus solides [S20] ; plage de teneur en zinc [S69]. Dérivé par Cameroon Steel.

La région de Kribi offre un marché local. Les chantiers d'autoroute, de port et de zone industrielle ont tous besoin de granulats, et chaque tonne de laitier utilisée remplace une tonne de pierre de carrière. La condition est l'assurance qualité : chaque produit issu du laitier doit être testé quant à sa stabilité volumique et à la lixiviation de métaux tels que le chrome et le vanadium selon des méthodes d'essai reconnues, et agréé par l'administration routière pour l'usage prévu. Cameroon Steel solliciterait un agrément des produits de laitier auprès des autorités chargées des travaux publics avant la première coulée, afin que le laitier quitte le site comme un produit plutôt que de s'accumuler comme un déchet.



ILLUSTRATIF Vue d'illustration. Image générée d'une couche de fondation routière en granulats de laitier en cours de mise en œuvre ; il ne s'agit pas d'une photographie d'un projet, d'un lieu ou d'une personne.

8.5 Les poussières de four : un déchet dangereux qui contient du zinc

Les poussières captées par le système d'aspiration des fumées d'un four à arc électrique contiennent du zinc, du plomb et du cadmium issus de la ferraille [S20] et se gèrent comme un déchet dangereux. La plage de planification est de 10 à 20 kg par tonne d'acier liquide (10 à 30 kg selon le document de référence européen) [S19] ; RC-1 retient 15 kg/t, soit environ 4 800 t par an en phase 1 et environ 16 000 t en configuration complète. Leur zinc provient principalement de la ferraille galvanisée, et des teneurs en zinc supérieures à environ 15 % rendent la récupération économiquement viable ; les poussières courantes atteignent ou dépassent ce niveau [S69]. Avec 20 % à 30 % de zinc, les poussières de RC-1 contiendraient environ 1 000 à 1 400 t de zinc par an en phase 1 et environ 3 200 à 4 800 t en configuration complète (dérivé).

La filière de récupération éprouvée est le four Waelz, qui volatilise le zinc des poussières et le récupère sous forme de concentré d'oxyde de zinc destiné aux fonderies de zinc. Environ 98 % des poussières de FAE produites par les sidérurgistes européens sont recyclées [S69], et le premier opérateur a traité à lui seul plus de 1,2 Mt de poussières en 2024 [S70]. Il n'existe aucune unité Waelz en Afrique centrale. En phase 1, les poussières de RC-1 seraient donc entreposées dans une installation sécurisée et couverte, puis expédiées vers une usine de valorisation agréée à l'étranger, selon les procédures de consentement préalable en connaissance de cause de la Convention de Bâle sur les mouvements transfrontières de déchets dangereux [S71]. À mesure que les volumes croîtront, ou si d'autres aciéries électriques de la région génèrent des poussières, une installation régionale de valorisation pourrait devenir viable. La mise en décharge de poussières non traitées n'est pas une option qu'une usine moderne doit envisager.

Tableau 8.2 Principaux résidus et coproduits de l'usine RC-1

Flux	Ratio	Phase 1, t/an	Configuration complète, t/an	Classement	Filière privilégiée	Éléments probants requis
Laitier de FAE et de four-poche	140 kg/t d'acier liquide (plage 110 à 180)	environ 45 000	environ 149 000	Non dangereux après essais	Concassage, récupération du métal, vieillissement ; couche de fondation et granulats pour enrobés	Essais de lixiviation et de stabilité volumique ; agrément de l'administration routière ; marché local
Poussières de FAE	15 kg/t d'acier liquide (plage 10 à 20)	environ 4 800	environ 16 000	Dangereux	Récupération du zinc (Waelz) à l'étranger dans le cadre de la Convention de Bâle ; option régionale ultérieure	Analyse des poussières ; contrat avec un recycleur ; autorisations d'exportation
Calamine	20 kg/t de produit (plage 15 à 25)	environ 6 000	environ 20 000	Non dangereux, fraction huileuse traitée	Charge ferreuse pour l'agglomération, le bouletage ou la cimenterie	Teneur en huile ; acheteur
Réfractaires, déchets huileux, boues	non chiffré ici	à mesurer	à mesurer	Mixte	Réemploi des réfractaires lorsque c'est possible ; traitement agréé	Inventaire des déchets au stade de la conception

Source : configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; lignes directrices EHS de la SFI pour les aciéries intégrées [S20] ; pratique de valorisation des poussières de FAE [S69][S70] ; Convention de Bâle [S71].

8.6 Boucles de l'eau et de l'énergie

La circularité s'applique aussi à l'eau et à la chaleur. RC-1 prévoit un refroidissement en circuit fermé avec un appoint d'environ 2,0 m³ par tonne de produit (plage 1,5 à 3,0) [S90], à comparer aux moyennes sectorielles 2024 de worldsteel de 2,3 m³ consommés et 8,5 m³ prélevés par tonne [S01]. Avec environ 2 836 mm de pluie par an, la récupération des eaux de toiture pour l'appoint de refroidissement s'impose. L'enfournement à chaud des billettes de la coulée continue au laminoir réduit l'énergie de réchauffage ; la récupération de chaleur sur les fumées du four et sur les gaz de combustion du four de réchauffage devient intéressante à l'échelle plus grande des phases 2 et 3.

8.7 Circulaire dès la conception

Les principes qui en découlent pour RC-1 sont simples :

- **Maximiser la ferraille dans les limites de qualité**, grâce à des partenariats de collecte nationale et à une stratégie d'importation rigoureuse, et déclarer chaque année la part de ferraille aux côtés de l'intensité carbone.
- **Vendre le laitier comme un produit**, avec des essais, des agréments et un marché local préparés avant la mise en service.
- **Récupérer le zinc des poussières**, grâce à un contrat avec un recycleur agréé dès la première année et à une solution régionale à mesure que les volumes croissent.
- **Fermer la boucle de l'eau** et récupérer les eaux de pluie.
- **Concevoir les produits pour une longue durée de vie et leur récupération**. Le rond à béton et les profilés en acier sont intégralement recyclables ; les données de cycle de vie de worldsteel supposent un taux de recyclage en fin de vie de 95 % pour les crédits déclarés dans le module D d'une DEP [S44].

LA CIRCULARITÉ PAIE DEUX FOIS

La ferraille, le laitier et les poussières sont le point de rencontre de la performance carbone et des coûts. Chaque tonne de ferraille collectée localement réduit à la fois l'empreinte de l'usine et sa facture d'importation ; chaque tonne de laitier vendue remplace une tonne de pierre de carrière ; chaque tonne de zinc récupérée évite un passif lié aux déchets dangereux. Ces débouchés prennent du temps à se constituer, c'est pourquoi ils doivent figurer dans le plan du projet avant la première coulée.

Le chapitre suivant passe des matières à l'argent : ce que les prêteurs, les acheteurs et les certificateurs demanderont à une aciérie bas carbone de prouver.

CHAPITRE 9

FINANCEMENT ET RÉFÉRENTIELS : PRÊTEURS, ACHETEURS ET CERTIFICATEURS EXIGERONT DES PREUVES

Les prêteurs internationaux et les acheteurs d'acier ont convergé vers un ensemble commun d'attentes à l'égard d'une nouvelle aciérie : quantifier l'empreinte de gaz à effet de serre, évaluer le risque climatique, comparer des solutions de rechange moins carbonées, rendre compte chaque année et faire vérifier les chiffres. La phase 1 de RC-1 se situe au niveau du seuil de 100 000 t des Principes de l'Équateur, ou à proximité immédiate, et les phases suivantes le dépassent nettement : les plus strictes de ces attentes s'appliquent donc en pratique dès le départ. Sur les principales échelles de certification, l'intensité illustrative de RC-1 franchit aisément le premier niveau, mais reste loin du « quasi zéro ». Cette position est crédible et finançable, à condition d'être étayée par un historique mesuré, vérifié et en amélioration.

9.1 Les seuils climatiques des prêteurs

Trois ensembles de normes encadrent ce que les institutions de financement du développement et les banques commerciales exigeront du projet.

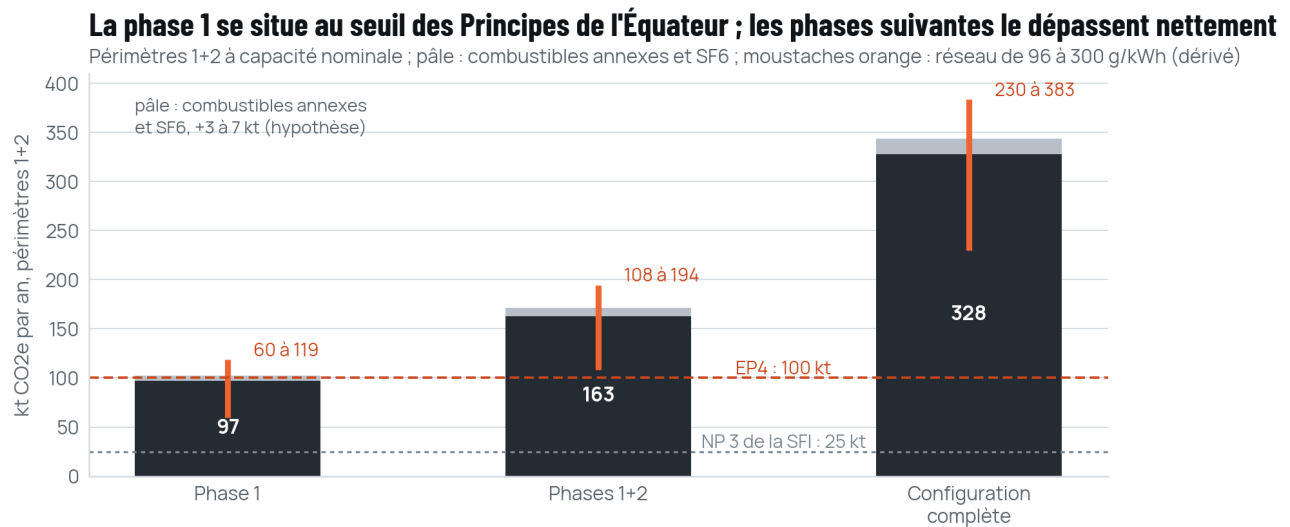
La NP 3 de la SFI, relative à l'utilisation rationnelle des ressources et à la prévention de la pollution, impose aux projets dont les émissions attendues dépassent 25 000 t CO₂e par an de quantifier chaque année leurs émissions directes et indirectes et d'examiner les options techniquement et financièrement réalisables pour les réduire [S21].

Les Principes de l'Équateur (EP4), cadre de gestion des risques appliqué par de nombreuses banques au financement de projets, ajoutent deux exigences au-delà de 100 000 t CO₂e par an d'émissions cumulées des périmètres 1 et 2 : une évaluation des risques liés au changement climatique couvrant à la fois les risques physiques et de transition, assortie d'une analyse des solutions de rechange évaluant des technologies moins émettrices, et une déclaration publique annuelle des émissions en phase d'exploitation [S22]. Une évaluation des risques liés au changement climatique est également exigée pour tous les projets de catégorie A, catégorie dont relèverait une aciérie de cette taille. Le Cameroun n'étant pas un pays désigné au sens des EP4, les NP de la SFI et les directives environnementales, sanitaires et sécuritaires du Groupe de la Banque mondiale s'appliquent intégralement [S22].

L'alignement sur l'Accord de Paris. Les banques multilatérales de développement évaluent les nouvelles opérations selon une méthodologie commune comportant deux volets, l'un pour l'atténuation, l'autre pour l'adaptation [S24]. La SFI s'est engagée à aligner 85 % de ses nouvelles opérations dans le secteur réel à partir du 1er juillet 2023 et 100 % à partir du 1er juillet 2025, et indique avoir atteint l'alignement complet au cours de son

exercice 2025 [S23]. En pratique, un projet sidérurgique doit démontrer que sa technologie et ses émissions sont compatibles avec des trajectoires de développement bas carbone, qu'il n'enferme pas l'économie dans des actifs fortement émetteurs et qu'il résiste au risque climatique physique.

La figure 9.1 met en regard l'empreinte de RC-1 et ces seuils.



DÉRIVÉ Figure 9.1. Périmètres 1 et 2 de RC-1 par phase à capacité nominale, au regard des seuils de la SFI et des Principes de l'Équateur. Les moustaches orange indiquent la plage correspondant à des facteurs d'émission du réseau de 96 g/kWh (contrôle sur le mix de 2025) à 300 g/kWh. Le segment pâle ajoute le gazole, le GPL et le SF6, que le modèle RC-1 omet (hypothèse, valeur centrale). Sur la base du seul modèle, la phase 1 franchit le seuil de 100 000 t à partir d'un facteur d'émission d'environ 236 g/kWh ; avec les sources mineures, à partir d'environ 219 g/kWh.

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; NP 3 de la SFI [S21] ; Principes de l'Équateur EP4 [S22].

Au facteur d'émission de planification de 226 g/kWh, les émissions de procédé et l'électricité achetée de la phase 1 s'élèvent à environ 97 000 t par an selon le modèle RC-1. Le gazole des engins mobiles, le GPL et les fuites de SF6 des appareillages, que le modèle omet, y ajouteraient environ 3 000 à 7 000 t (hypothèse ; chapitre 4), portant les périmètres 1 et 2 de la phase 1 à environ 100 000 à 104 000 t. La phase 1 se situe donc au niveau du seuil EP4, ou à proximité immédiate, et non en dessous. Sur la base du seul modèle, le seuil est franchi à partir d'un facteur d'émission d'environ 236 g/kWh ; avec les sources mineures, il l'est à partir d'environ 219 g/kWh, soit en deçà de la moyenne de 2024. À la production soutenue attendue de 270 000 à 300 000 t par an, le total serait d'environ 90 000 à 104 000 t, de part et d'autre du seuil. Avec la phase 2, l'empreinte atteint environ 163 000 t, et à 1 Mt/an environ 328 000 t avant les sources mineures (dérivé). La conclusion pratique est que Cameroon Steel doit appliquer les exigences prévues au-delà de 100 000 t dès la phase 1, plutôt que de raisonner autour d'un seuil que l'estimation propre au projet chevauche.

Tableau 9.1 Exigences climatiques des prêteurs et réponse de RC-1

Exigence	Déclencheur	Ce qu'elle demande	Situation de RC-1	Réponse prévue
Quantification des GES (NP 3 de la SFI)	Au-delà de 25 000 t CO ₂ e/an	Quantification annuelle des périmètres 1 et 2 ; options de réduction réalisables	S'applique à chaque phase	Inventaire dès la première coulée (chapitre 2)
Évaluation des risques liés au changement climatique (EP4)	Catégorie A, ou au-delà de 100 000 t pour les périmètres 1+2	Risques physiques et de transition, selon des cadres de déclaration reconnus	S'applique (catégorie A ; phase 1 au niveau du seuil ou à proximité)	Réalisée dans le cadre de l'étude d'impact environnemental et social (chapitre 7)

Exigence	Déclencheur	Ce qu'elle demande	Situation de RC-1	Réponse prévue
Analyse des solutions de rechange (EP4)	Au-delà de 100 000 t pour les périmètres 1+2	Comparaison de solutions moins émettrices techniquement et financièrement réalisables	S'applique dès la phase 1, au niveau du seuil ou à proximité ; nettement dépassé à partir de la phase 2	Solutions de rechange portant sur la filière, l'électricité, les unités de fer et le réchauffage (chapitres 1, 3, 4, 6)
Déclaration publique des GES (EP4)	Au-delà de 100 000 t pour les périmètres 1+2 (encouragée au-delà de 25 000 t)	Déclaration publique annuelle des émissions et de l'intensité	Retenue dès la phase 1	Rapport annuel vérifié
Alignement sur l'Accord de Paris (BMD)	Toutes les nouvelles opérations	Compatibilité avec des trajectoires bas carbone ; absence d'enfermement ; adaptation	S'applique	Éléments du présent livre blanc ; trajectoire par étapes (chapitre 10)

Source : NP de la SFI [S21] ; Principes de l'Équateur EP4 [S22] ; méthodologie commune des BMD [S24] ; SFI [S23].

9.2 L'analyse des solutions de rechange est déjà largement rédigée

L'analyse des solutions de rechange exigée par les EP4 demande à un projet de comparer des technologies moins émettrices utilisées dans le même secteur. Pour une aciérie, la première et la plus importante solution de rechange est la filière elle-même. En choisissant un four à arc électrique et en excluant le haut fourneau, RC-1 évite environ 1,8 t de CO₂ par tonne par rapport à la moyenne du haut fourneau : environ 0,54 à 0,58 t contre 2,34 t (chapitres 1 et 4). Au sein de la filière électrique, l'analyse doit ensuite comparer les solutions de rechange qui restent ouvertes : sources et contrats d'électricité (chapitre 3), part et teneur en carbone du DRI et du HBI (chapitre 4), induction contre réchauffage au gaz, conceptions de fours à préchauffage de la ferraille ou à enfournement continu, et calendrier et configuration d'un module national de réduction directe (chapitre 6). Le présent livre blanc fournit l'analyse documentaire ; l'étude d'impact environnemental et social la complètera avec les données des fournisseurs.

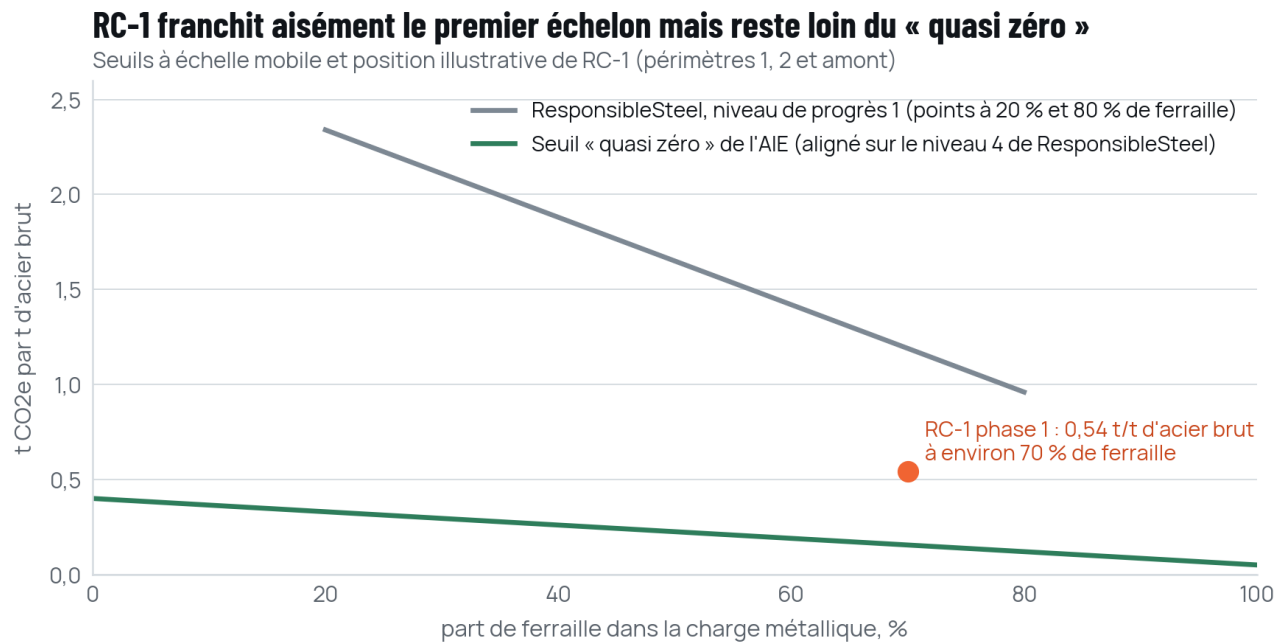
9.3 Ce que mesurent les acheteurs et les certificateurs

Les acheteurs d'acier demandent de plus en plus la preuve de faibles émissions, que ce soit pour leur propre déclaration du périmètre 3, pour satisfaire aux règles des marchés publics ou pour tenir des engagements pris au sein de clubs d'acheteurs. Plusieurs définitions et dispositifs de certification coexistent désormais. Ils partagent un périmètre (périmètres 1 et 2 plus émissions amont des produits intermédiaires achetés), mais diffèrent dans leur traitement de la ferraille.

- **La définition « quasi zéro » de l'AIE**, proposée en 2022 pour les discussions du G7, fixe un seuil qui varie selon la part de ferraille dans la charge métallique : 0,40 t CO₂e par tonne d'acier brut à 0 % de ferraille, décroissant linéairement jusqu'à 0,05 t à 100 % de ferraille [S06].
- **ResponsibleSteel**, standard multipartite de certification des sites, définit quatre niveaux de progrès en matière de décarbonation selon une échelle mobile analogue. Le niveau de progrès 1 correspond à environ 2,34 t CO₂e par tonne à 20 % de ferraille et à 0,96 t à 80 % de ferraille ; le niveau de progrès 4 est aligné sur le seuil « quasi zéro » de l'AIE [S37][S38]. Les sites qui atteignent au moins le niveau 1 en matière de décarbonation et d'approvisionnement en matières peuvent commercialiser leurs produits sous l'appellation « Certified Steel » [S37].
- **Le Steel Climate Standard du Global Steel Climate Council** adopte une approche neutre sur le plan technologique, appliquant le même seuil à tous les producteurs quelle que soit leur teneur en ferraille, combiné à des objectifs d'entreprise fondés sur la science [S39].

- **Le Low Emission Steel Standard (LESS) allemand**, lancé en avril 2024, classe les produits sidérurgiques selon leur empreinte carbone de produit, documentée dans une DEP, et leur teneur en ferraille [S40].
- **L'Union européenne** a annoncé dans son plan d'action pour l'acier et les métaux de mars 2025 un label volontaire d'acier bas carbone, destiné à être référencé dans les marchés publics et les dispositifs de soutien ; sa conception était encore en négociation en 2026 [S36].

La figure 9.2 situe l'intensité illustrative de la phase 1 de RC-1 sur les deux échelles mobiles publiées.



DÉRIVÉ **Figure 9.2.** Niveau de progrès 1 de ResponsibleSteel et seuil « quasi zéro » de l'AIE en fonction de la part de ferraille, avec l'intensité illustrative de la phase 1 de RC-1 (périmètres 1 et 2 plus amont du DRI, par tonne d'acier brut) à environ 70 % de ferraille. La courbe ResponsibleSteel relie ses points publiés à 20 % et 80 % de ferraille.

Source : AIE (2022) [S06] ; ResponsibleSteel, Decarbonisation Progress Levels (2024) [S37] ; modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90].

À environ 70 % de ferraille, le seuil « quasi zéro » de l'AIE s'établit à environ 0,155 t CO₂e par tonne d'acier brut, et le seuil du niveau 1 de ResponsibleSteel, interpolé entre ses points publiés, à environ 1,19 t (dérivé). Les 0,54 t par tonne d'acier brut de l'intensité illustrative de RC-1 se situent nettement à l'intérieur du niveau 1 et à environ trois fois et demie le seuil « quasi zéro ». L'approche par échelle mobile fait elle-même débat : les recycleurs soutiennent qu'elle favorise la production à partir du minerai au détriment de la production à partir de ferraille [S100], tandis que ses partisans font valoir que la ferraille est limitée et que l'échelle récompense les progrès là où ils sont les plus difficiles. La position de Cameroon Steel est de rendre compte, en toute transparence, au regard des deux types d'échelle.

Tableau 9.2 Normes et labels d'acier à faibles émissions comparés

Norme ou label	Titulaire	Objet évalué	Périmètre	Traitement de la ferraille	Position de RC- 1 (illustrative)
Définition « quasi zéro » de l'AIE	AIE (pour le G7)	Acier brut	Périmètres 1, 2 et amont	Mobile : 0,40 à 0,05 t CO ₂ e/t	Environ 3,5 fois le seuil à 70 % de ferraille
Niveaux de progrès de ResponsibleSteel	ResponsibleSteel	Site	Périmètres 1, 2 et périmètre 3 amont	Mobile ; niveau 4 aligné sur l'AIE	Dans le niveau 1 ; les niveaux supérieurs exigent un fer et une électricité moins carbonés

Norme ou label	Titulaire	Objet évalué	Périmètre	Traitement de la ferraille	Position de RC-1 (illustrative)
Steel Climate Standard	Global Steel Climate Council	Produit et entreprise	Périmètres 1, 2 et 3	Neutre sur le plan technologique, seuil unique	À évaluer au regard de la trajectoire publiée
Low Emission Steel Standard (LESS)	Fédération allemande de l'acier	Produit (via DEP)	Empreinte carbone du produit	Classes selon l'empreinte et la teneur en ferraille	À évaluer lorsque des DEP existeront
Label européen d'acier bas carbone	Commission européenne	Produit	En cours d'élaboration	En négociation	Pas encore applicable

Source : [S06][S37][S38][S39][S40][S36]. Positions de RC-1 dérivées par Cameroon Steel à partir de l'empreinte illustrative.

9.4 La vérification transforme une estimation en élément probant

Toutes les exigences qui précèdent supposent que les chiffres déclarés puissent être contrôlés. La vérification des déclarations de gaz à effet de serre suit la norme ISO 14064-3, qui distingue l'assurance raisonnable, opinion positive comparable à un audit financier, de l'assurance limitée, constat selon lequel rien n'a été porté à la connaissance du vérificateur qui laisse penser à une inexactitude significative [S101]. Les prêteurs et les acheteurs attendent de plus en plus une assurance raisonnable pour les périmètres 1 et 2, dont l'usine maîtrise les données, et acceptent une assurance limitée pour les émissions amont au cours des premières années, le temps que les données des fournisseurs se consolident. Le MACF ajoute sa propre exigence : les émissions intrinsèques réelles déclarées par un importateur de l'UE doivent être vérifiées par un vérificateur accrédité, faute de quoi l'importateur doit recourir aux valeurs par défaut [S27]. Une usine qui conçoit un seul système de surveillance et un seul cycle de vérification au service de tous ces utilisateurs évite de payer plusieurs fois le même élément probant.

Pour RC-1, la séquence pratique est la suivante : un plan de surveillance approuvé avant la mise en service, le comptage des combustibles annexes et de l'inventaire de SF6 des appareillages comme des principaux intrants, un premier inventaire vérifié pour la première année complète d'exploitation, puis une vérification annuelle, la déclaration du vérificateur étant publiée avec le rapport climat (chapitre 10). D'ici là, chaque chiffre du présent livre blanc reste une estimation, et l'indication du statut de chaque chiffre fait partie de ce qu'un prêteur vérifiera.

9.5 La transparence : des prêteurs aux investisseurs et aux acheteurs

Les prêteurs ne sont pas le seul public. La norme IFRS S2 de l'International Sustainability Standards Board relative aux informations à fournir en matière de climat, publiée en juin 2023 et adoptée par un nombre croissant de juridictions, impose aux entités déclarantes de publier leurs émissions des périmètres 1, 2 et 3 ainsi que leurs risques et opportunités liés au climat, dans le prolongement des recommandations de la Task Force on Climate-related Financial Disclosures [S102]. Les acheteurs d'acier soumis à de telles règles auront besoin des données d'émissions de leurs fournisseurs pour compléter leur propre inventaire du périmètre 3, et préféreront les fournisseurs capables de les fournir sous une forme vérifiée et normalisée. Les initiatives d'acheteurs ont renforcé ce message : les seuils d'achat utilisés par l'initiative SteelZero, tels que rapportés par l'AIE, vont d'environ 400 à 500 kg CO₂e par tonne pour un acier produit entièrement à partir de minerai à environ 50 à 100 kg pour un acier produit entièrement à partir de ferraille [S06].

Pour Cameroon Steel, cela signifie que ses données climatiques seront utilisées par trois publics distincts (des prêteurs qui testent des seuils, des acheteurs qui complètent leurs propres inventaires et des certificateurs qui évaluent les progrès) et qu'elles doivent satisfaire les trois. Les questions qu'une diligence raisonnable climatique d'un prêteur posera vraisemblablement, et les endroits où le présent livre blanc commence à y répondre, sont récapitulés ci-dessous.

Tableau 9.3 Questions que posera vraisemblablement la diligence raisonnable climatique d'un prêteur

Question	Où le présent livre blanc y répond	Éléments probants encore nécessaires
Quelles sont les émissions attendues des périmètres 1 et 2, par phase, avec leurs plages ?	Chapitre 4 ; annexe A	Garanties des fournisseurs ; électricité contractée
Quelles solutions de rechange moins carbonées ont été examinées, et pourquoi la conception retenue a-t-elle été préférée ?	Chapitres 1, 3, 4 et 6	Analyse formelle des solutions de rechange dans l'étude d'impact
Quelle est l'exposition du projet à la tarification du carbone et aux mécanismes aux frontières ?	Chapitre 5	Référentiels des produits longs ; valeurs par défaut par produit
Quelle est l'exposition du site aux aléas climatiques physiques, et comment s'adaptera-t-il ?	Chapitre 7	Données du site ; base de conception
Le projet est-il compatible avec une trajectoire bas carbone, sans effet d'enfermement ?	Chapitres 6 et 10	Études sur le minerai et le gaz ; stratégie électrique
Comment les émissions seront-elles mesurées, vérifiées et déclarées ?	Chapitres 2 et 10	Plan de surveillance ; désignation d'un vérificateur

Source : Cameroon Steel, d'après les EP4 [S22], la NP 3 de la SFI [S21] et la méthodologie commune des BMD [S24].

9.6 La finance verte suit la performance vérifiée

Les prêts verts, les obligations vertes et les prêts liés au développement durable sont de plus en plus accessibles pour la décarbonation industrielle, mais l'acier est un secteur où prêteurs et investisseurs se méfient des allégations invérifiables. Un instrument à utilisation des fonds fléchée devrait démontrer que les actifs financés satisfont à un critère d'éligibilité reconnu ; un instrument lié au développement durable indexerait sa marge sur des indicateurs clés de performance tels que l'intensité carbone vérifiée, la part d'électricité bas carbone, la part de ferraille ou la teneur en carbone des unités de fer achetées, au regard d'une trajectoire ambitieuse convenue à l'avance. Dans les deux cas, le socle est le même : un inventaire solide, une vérification par un tiers et une déclaration publique annuelle.

CE QUI REND RC-1 FINANÇABLE SUR LE PLAN CLIMATIQUE

Une filière électrique raccordée à un réseau à dominante hydroélectrique ; une intensité nettement à l'intérieur du niveau 1 de ResponsibleSteel et très inférieure aux moyennes par filière ; une trajectoire crédible et progressive vers des unités de fer moins carbonées ; et, surtout, un dispositif de mesure et de vérification que les prêteurs, les acheteurs et les certificateurs peuvent auditer. Ce dernier élément est celui qui fait le plus souvent défaut dans les nouveaux projets sidérurgiques des marchés émergents, et celui que Cameroon Steel peut le plus facilement réussir.

9.7 Conséquences pour Cameroon Steel

Les référentiels examinés ici dessinent un ensemble cohérent d'engagements qu'une aciérie bas carbone crédible doit être prête à prendre, et que Cameroon Steel entend mettre en œuvre à mesure que le projet avance : une évaluation des risques liés au changement climatique et une analyse des solutions de rechange au niveau d'exigence des EP4 dans l'étude d'impact environnemental et social ; un inventaire conçu selon le GHG Protocol, la norme ISO 14404 et les règles du MACF dès la première coulée ; une déclaration publique annuelle vérifiée dès la phase 1 ; des DEP pour ses principaux produits ; et, après les premières années d'exploitation stable, une certification au regard d'un standard de site reconnu tel que ResponsibleSteel. Le chapitre 10 les réunit, avec les leviers opérationnels et ceux de la chaîne d'approvisionnement, dans une trajectoire unique.

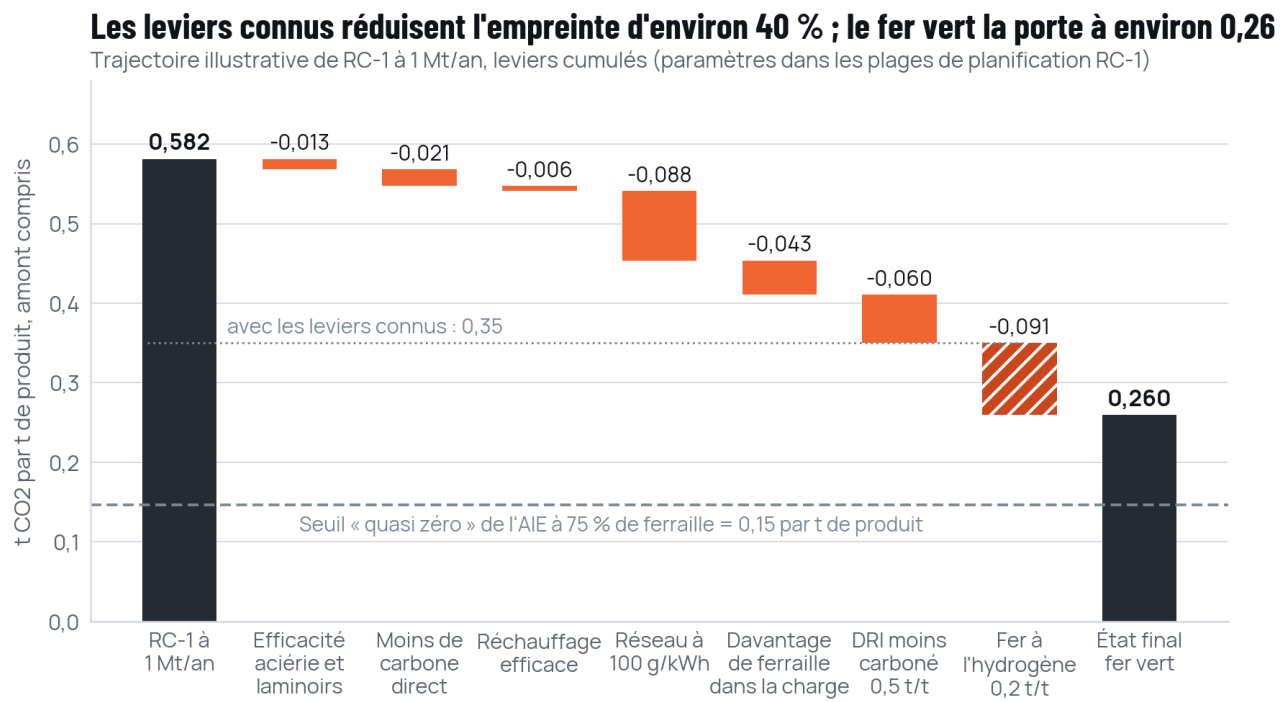
CHAPITRE 10

UNE TRAJECTOIRE DE DÉCARBONATION : ENVIRON 40 % DE MOINS AVEC LES LEVIERS CONNUS, DAVANTAGE AVEC LE FER VERT

À partir de l'empreinte illustrative de la configuration à 1 Mt/an, environ 0,58 t CO₂ par tonne amont des unités de fer compris, les leviers connus pourraient ramener l'usine RC-1 à environ 0,35 t : un peu d'efficacité au four et aux laminoirs, des émissions directes réduites, un réseau plus proche du mix de 2025, davantage de ferraille dans la charge (nationale ou importée) et un DRI moins carboné et certifié. Remplacer le DRI au gaz par des unités de fer produites à l'hydrogène la porterait à environ 0,26 t. Aucune de ces étapes n'est automatique, et les plus importantes dépendent d'autres acteurs : le système électrique, les fournisseurs d'unités de fer et l'économie de l'hydrogène. Les dix recommandations qui concluent ce chapitre exposent ce que Cameroon Steel ferait, et ce qu'elle demanderait à ses partenaires, pour maintenir l'usine sur cette trajectoire.

10.1 Les leviers, par ordre d'importance

La figure 10.1 applique de façon cumulative une série de leviers à la configuration complète. Chaque paramètre reste dans la plage de la configuration de référence RC-1, à l'exception de l'étape du fer à l'hydrogène, dérivée de données de procédé publiées (chapitre 6). La séquence est illustrative ; les leviers peuvent être actionnés en parallèle et leur ordre ne préjuge pas du calendrier.



ILLUSTRATIF **Figure 10.1.** Trajectoire illustrative de décarbonation de RC-1 à 1 Mt/an, leviers appliqués de façon cumulative, en t CO₂ par tonne de produit, amont des unités de fer compris. La ligne en pointillés marque le niveau atteint avec les leviers connus ; la ligne en tirets le seuil « quasi zéro » de l'AIE pour une usine utilisant environ 75 % de ferraille, converti par tonne de produit.

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; surconsommation électrique liée au DRI [S15] ; intensité du fer à l'hydrogène dérivée de [S15] ; seuil « quasi zéro » de l'AIE [S06].

Tableau 10.1 Leviers de la trajectoire et leur effet illustratif à 1 Mt/an

Levier	Évolution du paramètre	Effet, t CO ₂ par t de produit	Intensité cumulée	Effet annuel à 1 Mt/an, kt CO ₂	Qui le maîtrise
Point de départ : RC-1 en configuration complète	Comme au chapitre 4		0,582		
Efficacité de l'aciérie et des laminoirs	Four de 450 à 420 kWh/t ; auxiliaires de 70 à 60 ; laminage de 110 à 95	-0,013	0,569	-13	Exploitation, fournisseur de technologie
Réduction du carbone direct	Facteur direct du four de 0,10 à 0,08 t/t d'acier liquide	-0,021	0,547	-21	Exploitation
Réchauffage efficace	Gaz de 1,3 à 1,15 GJ/t (enfournement à chaud, récupération)	-0,006	0,541	-6	Conception, exploitation
Approvisionnement électrique moins carboné	De 226 à 100 g/kWh (niveau du mix de 2025 ou approvisionnement contracté)	-0,088	0,454	-88	Système électrique, contrat
Davantage de ferraille dans la charge (nationale ou importée)	Part de DRI de 30 % à 25 %	-0,043	0,411	-43	Collecte de la ferraille, contrats d'importation, achats
DRI/HBI moins carboné et certifié	Facteur amont de 0,7 à 0,5 t/t de DRI	-0,060	0,350	-60	Achats, fournisseurs
Avec les leviers connus		-0,232	0,350	-232	

Levier	Évolution du paramètre	Effet, t CO ₂ par t de produit	Intensité cumulée	Effet annuel à 1 Mt/an, kt CO ₂	Qui le maîtrise
Unités de fer à l'hydrogène	Facteur amont de 0,5 à 0,2 t/t de DRI	-0,091	0,260	-91	Long terme : option fer vert (chapitre 6)

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] (annexe A). Valeurs illustratives ; effets annuels à capacité nominale.

Trois caractéristiques ressortent. Premièrement, les leviers opérationnels internes à l'usine (efficacité, carbone direct, réchauffage) sont réels mais modestes, environ 0,04 t par tonne au total. Ils doivent être actionnés, car ils permettent aussi de faire des économies, mais ils ne modifient pas la position carbone de l'usine. Deuxièmement, les deux leviers qui comptent le plus à moyen terme, le réseau et les unités de fer, se situent en grande partie hors de l'enceinte de l'usine : ils dépendent de contrats et de fournisseurs. Troisièmement, le passage de 0,35 à 0,26 t exige de changer la manière de produire le fer ; c'est pourquoi le fer vert, et non la conduite du four, constitue la frontière de long terme.

Même l'état final n'atteint pas le « quasi zéro ». À environ 75 % de ferraille, le seuil de l'AIE correspond à environ 0,15 t par tonne de produit [S06]. Combler l'écart restant exigerait un réseau plus proche de zéro, un réchauffage à l'hydrogène ou électrifié, et une réduction supplémentaire des émissions directes du four, par exemple en remplaçant le carbone de charge fossile par du carbone biogénique. Ce sont des options pour les années 2040, non des projets.

10.2 Ce que coûtent les leviers, et qui les paie

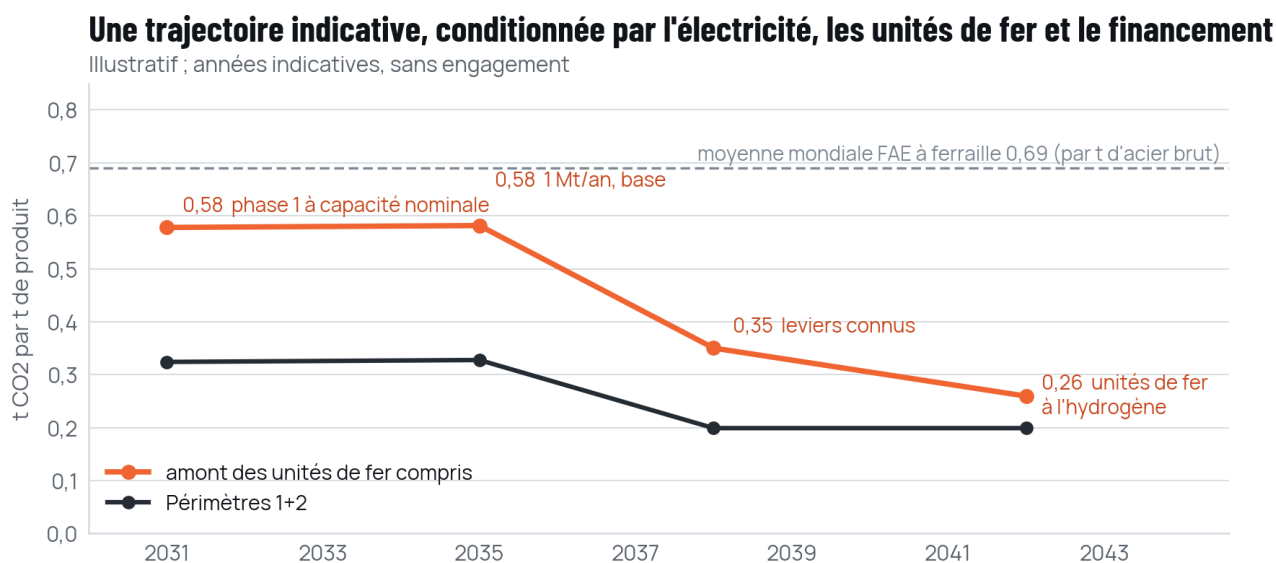
Les leviers diffèrent autant par leur coût que par leur ampleur. Les leviers opérationnels (efficacité du four et des laminoirs, consommation réduite d'électrodes et de carbone, enfournement à chaud) s'autofinancent généralement par la baisse des coûts d'énergie et de consommables, ce qui explique qu'ils soient de pratique courante dans les aciéries électriques bien conduites. Le levier du réseau dépend des conditions du contrat d'électricité : au Cameroun, les prix haute tension pratiqués en 2025 allaient d'environ 18,4 FCFA par kWh dans le cadre des contrats historiques à une estimation réglementaire d'environ 105 FCFA par kWh pour la moyenne reflétant les coûts, tous clients confondus [S50][S54], de sorte qu'une électricité bas carbone garantie et identifiée peut comporter une prime par rapport à l'énergie disponible la moins chère. Les leviers relatifs aux unités de fer dépendent du marché du DRI et du HBI bas carbone, encore étroit, que les analystes s'attendent à voir se tendre à mesure que la demande de charge de qualité DR dépassera l'offre [S11].

L'étape de l'hydrogène est la plus coûteuse. L'Energy Transitions Commission estimait que la décarbonation complète de l'acier coûterait environ 60 USD par tonne de CO₂ évitée, soit environ 115 USD de plus par tonne d'acier, ramenés à environ 25 USD par tonne de CO₂ et 50 USD par tonne d'acier là où une électricité propre très bon marché est disponible [S09]. La Mission Possible Partnership estimait la prime de l'acier primaire quasi zéro à environ 175 USD par tonne, soit environ 40 %, vers 2030, ce qui ajouterait environ 2 % au prix d'un bâtiment [S08]. Les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières couvriront une partie de cet écart pour les produits exportés : le chapitre 5 a montré un écart illustratif au titre du MACF d'environ 70 à 160 € par tonne entre le produit RC-1 et un produit moyen de haut fourneau en 2034, au prix actuel du certificat ; comme le MACF taxe le DRI présent dans la charge de RC-1, des unités de fer produites à l'hydrogène à 0,2 t par tonne réduiraient aussi la charge propre de RC-1 d'environ 15 € par tonne (dérivé). Pour le marché national et régional, où aucun prix du carbone ne s'applique, l'étape de l'hydrogène exigerait une prime acheteur, un financement climatique concessionnel ou une hydroélectricité à très bas coût, et probablement les trois.

La conclusion pratique est une séquence : actionner immédiatement les leviers opérationnels, parce qu'ils sont rentables ; sécuriser par contrat les leviers du réseau et des unités de fer, parce que c'est là que se trouve l'essentiel du carbone ; et développer l'option hydrogène au rythme des éléments probants et de l'économie.

10.3 Une trajectoire indicative

La figure 10.2 inscrit la trajectoire dans un calendrier indicatif. La phase 1 fonctionnerait à environ 0,58 t par tonne dès sa première coulée, visée au second semestre 2030, et pendant sa montée en cadence en 2031 ; la configuration complète, si elle est réalisée après 2034, maintiendrait ce niveau ; les leviers connus pourraient la ramener à environ 0,35 t à la fin des années 2030 ; et des unités de fer produites à l'hydrogène pourraient la porter à environ 0,26 t dans les années 2040. Les périmètres 1 et 2 baisseraient d'environ 0,32 t par tonne en phase 1 (environ 0,33 t en configuration complète) à environ 0,20 t, principalement grâce au réseau.



ILLUSTRATIF Figure 10.2. Trajectoire indicative de l'intensité carbone de RC-1, amont des unités de fer compris (orange) et périmètres 1 et 2 seuls (foncé). Les années sont indicatives et dépendent de l'électricité, de l'approvisionnement en unités de fer, des marchés et du financement ; elles ne constituent pas des engagements.

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; phasage tiré du calendrier indicatif de RC-1 [S90] ; moyenne du FAE à ferraille de worldsteel [S01].

Chaque étape de la trajectoire est conditionnelle. Le levier du réseau exige les renforcements du réseau de transport et les contrats d'approvisionnement examinés au chapitre 3. Les leviers des unités de fer exigent des fournisseurs disposés à certifier leur teneur en carbone et, pour le fer à l'hydrogène, une électricité bas carbone garantie à un coût qu'un prix du carbone ou une prime acheteur puisse compenser. Le levier de la ferraille exige une filière de collecte qui n'existe pas encore à grande échelle. Cameroon Steel rendrait compte chaque année des progrès accomplis sur chaque levier, afin que la trajectoire puisse être confrontée aux faits plutôt qu'aux intentions.

10.4 Surveillance, déclaration et vérification dès la première coulée

La trajectoire ne vaut que ce que vaut la mesure qui la sous-tend. Le plan de surveillance de RC-1 reposerait sur quatre principes :

1. **Un seul jeu de données, plusieurs rapports.** Un jeu de données unique et mesuré, couvrant les intrants carbonés (électrodes, carbone de charge, fondants, gaz), l'électricité par poste, les unités de fer achetées avec les données de leurs fournisseurs et la production par produit, alimente tous les rapports : l'inventaire

d'entreprise selon le GHG Protocol, l'intensité de site selon la norme ISO 14404, les émissions intrinsèques au sens du MACF et les DEP (chapitre 2).

2. **Des données fournisseurs pour les unités de fer.** Chaque cargaison de DRI ou de HBI est accompagnée de données carbone vérifiées de son producteur, établies sur la base du MACF ou de la norme ISO 14404.
3. **Une vérification indépendante.** Un tiers accrédité vérifie l'inventaire annuel au regard de la norme ISO 14064-3 [S101] et des règles du MACF, et vérifie les DEP dans le cadre du programme applicable.
4. **Une publication.** Un rapport climat annuel publie l'inventaire, les indicateurs clés de performance du tableau 10.2 et les progrès accomplis au regard de la trajectoire.

Tableau 10.2 Indicateurs clés de performance du rapport climat de RC-1

Indicateur	Unité	Base	Pourquoi il compte
Périmètre 1, périmètre 2 (fondé sur la localisation et sur le marché), périmètres 1+2	t CO ₂ e/an	GHG Protocol	Seuils des prêteurs ; inventaire d'entreprise
Émissions amont des unités de fer achetées	t CO ₂ e/an	ISO 14404 ; données fournisseurs	Premier poste de l'empreinte
Intensité du site	t CO ₂ e par t d'acier brut	ISO 14404	Comparaison avec les moyennes par filière et les échelles de certification
Intensité des produits et émissions intrinsèques au sens du MACF	t CO ₂ e par t de chaque produit	ISO 14067 ; MACF	Acheteurs, DEP, prélèvements aux frontières
Part de ferraille et part de DRI/HBI dans la charge	%	Bilan matières	Principaux leviers carbone maîtrisables
Intensité carbone du DRI/HBI acheté	t CO ₂ e par t de DRI	Données fournisseurs, vérifiées	Spécification d'achat
Consommation d'électricité et facteur d'émission du réseau, mensuels	kWh/t ; g CO ₂ /kWh	Comptage ; données de l'électricien	Risque saisonnier sur l'électricité et le carbone
Consommation d'électrodes et de carbone de charge	kg/t d'acier liquide	Bilan matières	Émissions directes
Laitier utilisé comme produit ; poussières envoyées à la récupération du zinc	% des quantités produites	Registre des déchets	Circularité
Appoint en eau	m ³ /t de produit	Comptage	Utilisation rationnelle des ressources

Source : Cameroon Steel, principes de conception du dispositif de surveillance ; normes citées au chapitre 2.

10.5 Dix recommandations

Le tableau 10.3 présente les dix actions qui découlent du présent livre blanc, avec l'acteur chargé de chacune et un calendrier indicatif. Elles sont formulées comme des intentions et des demandes de Cameroon Steel ; elles ne constituent pas des engagements contractuels.

Tableau 10.3 Dix recommandations

N°	Recommandation	Pilote	Calendrier indicatif
1	Contracter une électricité bas carbone garantie et identifiée. Négocier un approvisionnement bilatéral auprès d'une production hydroélectrique ou bas carbone identifiée, garanti pendant la saison sèche ; soutenir les renforcements du réseau de transport qui amènent l'hydroélectricité jusqu'à Kribi ; déclarer chaque mois le périmètre 2 fondé sur la localisation et sur le marché.	Cameroon Steel avec l'électricien, le gestionnaire du réseau de transport et le régulateur	Avant la décision d'investissement de la phase 1

N°	Recommandation	Pilote	Calendrier indicatif
2	Spécifier la teneur en carbone de chaque unité de fer achetée. Exiger des données carbone vérifiées pour chaque cargaison de DRI ou de HBI, fixer un plafond d'intensité contractuel dégressif dans le temps et privilégier les fournisseurs aux procédés moins carbonés ; au titre du MACF, c'est le DRI qui détermine l'essentiel de la charge sur une tonne destinée à l'UE.	Achats de Cameroon Steel	Achats de la phase 1
3	Accroître la part de ferraille, au Cameroun et à l'importation. Développer des partenariats nationaux de collecte, avec contrôle de la qualité, détection de la radioactivité et normes de travail conformes à la NP 2 de la SFI, et conclure des contrats d'importation de ferraille à faible teneur en résiduels pour le complément.	Cameroon Steel avec les collecteurs et les autorités	Dès la construction
4	Éliminer dès la conception les émissions directes et le gaspillage d'énergie. Évaluer le préchauffage de la ferraille ou l'enfournement continu lors du choix du four, maximiser l'enfournement à chaud, spécifier une aspiration des fumées efficace et des brûleurs compatibles avec l'hydrogène pour les fours de réchauffage des phases 2 et 3.	Cameroon Steel avec le fournisseur de technologie	Études d'ingénierie de base
5	Mesurer dès la première coulée. Concevoir l'inventaire selon le GHG Protocol, la norme ISO 14404 et les règles du MACF, y compris les combustibles annexes et le SF6 des appareillages ; mesurer l'électricité par poste ; vérifier chaque année ; publier un rapport climat annuel.	Cameroon Steel	Mise en service
6	Documenter les produits. Publier des DEP vérifiées pour les billettes, le fil machine et le rond à béton dans les deux premières années d'exploitation et solliciter la certification du site au regard d'un standard reconnu une fois l'exploitation stabilisée.	Cameroon Steel	Années 1 à 3 d'exploitation
7	Appliquer les exigences des prêteurs les plus strictes dès la phase 1. Réaliser une évaluation des risques liés au changement climatique et une analyse des solutions de rechange au niveau d'exigence des EP4 dans le cadre de l'étude d'impact environnemental et social, quelle que soit la position de la phase 1 par rapport au seuil de 100 000 t.	Cameroon Steel et ses consultants chargés de l'étude d'impact	Étude d'impact
8	S'adapter dès la conception. Dimensionner le drainage et la rétention sur l'orage centennal avec une marge de réchauffement ; mettre en œuvre un plan de gestion du stress thermique ; prévoir un stockage couvert du DRI/HBI ; installer une station météorologique sur le site dès le début de la construction.	Cameroon Steel avec les concepteurs	Conception et construction
9	Créer des débouchés pour les coproduits. Obtenir l'agrément des granulats de laitier auprès des autorités chargées des travaux publics ; contracter la valorisation des poussières de FAE avec un recycleur agréé ; fermer la boucle de l'eau et récupérer les eaux de pluie.	Cameroon Steel	Avant la mise en service
10	Garder ouverte l'option fer vert, sur la base d'éléments probants. Commander une étude de concentration et de bouletage du minerai camerounais, évaluer l'approvisionnement en gaz et les réserves pour un module de réduction directe, préserver la réserve foncière et le corridor des réseaux, et s'associer aux initiatives et partenaires des corridors du fer vert.	Cameroon Steel avec la société minière sœur, le secteur gazier et les partenaires	Études à partir de 2027

Source : le présent livre blanc, chapitres 1 à 9.

10.6 Ce que peuvent faire les pouvoirs publics et les partenaires

Plusieurs leviers relèvent d'institutions publiques. Cameroon Steel accueillerait favorablement des avancées dans cinq domaines, qui profiteraient à tous les consommateurs industriels d'électricité et pas seulement à la sidérurgie :

- **Le renforcement du réseau et une fourniture garantie** pour les zones industrielles, y compris l'achèvement des liaisons de transport qui acheminent la production hydroélectrique vers la côte [S51][S55].
- **Un registre de garanties d'origine de l'électricité** ou un mécanisme équivalent, afin que l'approvisionnement bas carbone contracté puisse être justifié sans être compté deux fois.
- **Un cadre national de déclaration et de vérification des émissions industrielles de gaz à effet de serre**, conforme aux méthodes internationales, qui renforcerait aussi la capacité du Cameroun à documenter les prix du carbone ou les émissions pour les marchés d'exportation.
- **Des normes pour les granulats recyclés**, afin que le laitier d'aciérie et les autres matériaux secondaires puissent être utilisés en toute confiance dans les travaux publics.
- **Un soutien aux études d'enrichissement du minerai**, conformément aux objectifs de transformation locale du Code minier [S86] et à la filière sidérurgique de KPIZ S.A. [S74], afin que la question de la qualité DR soit tranchée sur la base de données publiques.



**LE BAS CARBONE EST UN CHIFFRE QU'UNE USINE
MESURE, FAIT VÉRIFIER ET PUBLIE, ANNÉE APRÈS
ANNÉE.**

Vue d'illustration. Image générée d'un pupitre de conduite industriel ; il ne s'agit pas d'une photographie d'un projet, d'un lieu ou d'une personne.

10.7 Conclusion

Le Cameroun réunit une combinaison d'atouts peu commune pour un acier bas carbone : un réseau à dominante hydroélectrique, un vaste potentiel hydroélectrique inexploité, du minerai de fer en cours de développement et un port en eau profonde doté d'une zone industrielle qui compte la sidérurgie parmi ses filières. Une aciérie électrique à Mboro pourrait tirer parti du premier de ces atouts dès sa première coulée pour produire de l'acier avec une intensité carbone d'environ un tiers de la moyenne mondiale. Les autres pourraient, en deux décennies et aux conditions exposées dans le présent livre blanc, permettre à l'Afrique centrale de produire son propre fer bas carbone.

Ce qui sépare cette possibilité d'une simple allégation, c'est la mesure. Une usine qui mesure, fait vérifier et publie sa performance carbone, et qui contracte son électricité bas carbone et ses unités de fer avec le même soin que celui qu'elle apporte au coût et à la qualité, pourra transformer les avantages naturels du Cameroun en avantage concurrentiel. C'est la voie que recommande le présent livre blanc.

CHAPITRE 11

LACUNES DE CONNAISSANCE : CE QUE L'ON IGNORE ENCORE, ET COMMENT Y REMÉDIER

Chaque chiffre relatif à l'usine RC-1 présenté dans ce livre blanc est une estimation établie avant les études d'ingénierie de base, avant les contrats d'approvisionnement et avant la moindre coulée. C'est inévitable à ce stade, et c'est pourquoi chaque chiffre porte un statut et une plage. Le présent chapitre recense les lacunes qui pèsent le plus sur les conclusions, explique l'enjeu de chacune et précise comment et quand elle sera comblée. Aucune ne remet en cause le constat central, à savoir qu'une aciérie électrique raccordée au réseau camerounais se situerait très en deçà des moyennes par filière, mais plusieurs pourraient faire varier l'intensité illustrative d'un dixième de tonne ou davantage.

11.1 Lacunes susceptibles de faire varier l'empreinte

Les principales incertitudes portent sur les intrants que l'usine achète plutôt que sur les procédés qu'elle exploite : la teneur en carbone des unités de fer importées, la part de ferraille qu'elle pourra se procurer et le facteur d'émission de l'électricité qu'elle consomme. L'analyse en tornade du chapitre 4 les classe ; le tableau ci-dessous indique comment chacune sera levée.

Tableau 11.1 Lacunes de connaissance relatives à l'empreinte carbone

N°	Lacune	Enjeu	Comment elle sera comblée	Échéance
1	Intensité carbone du DRI/HBI effectivement acheté (0,5 à 0,9 t/t supposé)	Premier poste de l'empreinte ; $\pm 0,07$ t par tonne de produit	Données propres à chaque fournisseur et vérifiées pour chaque cargaison ; spécification d'achat assortie d'un plafond d'intensité	Achats de la phase 1
2	Part de ferraille atteignable, nationale et importée	$\pm 0,09$ t par tonne pour chaque tranche de 10 points de la charge	Étude du marché de la ferraille au Cameroun et dans la région ; contrats d'importation ; essais de qualité	Avant la décision d'investissement de la phase 1
3	Facteur d'émission du réseau à partir de 2025 ; facteur harmonisé de marge combinée utilisé par les prêteurs ; variation saisonnière	$\pm 0,1$ t par tonne pour chaque tranche de 100 g/kWh	Données publiées par Ember ; jeu de données harmonisé des institutions financières internationales ; données horaires ou mensuelles de l'électricien ; conditions du contrat d'approvisionnement	En continu ; à la signature du contrat
4	Émissions directes du four, combustibles annexes et SF6 des appareillages, et consommation d'énergie du four (valeurs de planification de 0,10 t/t et 450 kWh/t ; jusqu'à environ 490 kWh/t avec 30 % de DRI)	Principale incertitude sur les émissions directes ; les sources mineures déterminent de quel côté du seuil EP4 se situe la phase 1	Consommations garanties par le fournisseur de technologie au stade des études d'ingénierie de base ; bilan carbone mesuré après la mise en service	Études d'ingénierie de base ; première année d'exploitation
5	Autres intrants achetés (ferroalliages, chaux, électrodes, réfractaires) et fret	Nécessaires pour une empreinte de produit et une DEP complètes	Inventaire du cycle de vie au stade des études d'ingénierie de base ; données fournisseurs	Avant la première DEP

N°	Lacune	Enjeu	Comment elle sera comblée	Échéance
6	Émissions de la construction et changement d'affectation des terres sur le site	Non encore quantifiés	Inventaire de la végétation et des stocks de carbone dans l'étude d'impact environnemental et social ; plan de construction	Étude d'impact

Source : Cameroon Steel ; sensibilités issues du modèle WP06 (chapitre 4).

11.2 Lacunes relatives à l'exposition aux mécanismes aux frontières et à la certification

Tableau 11.2 Lacunes de connaissance relatives aux débouchés commerciaux et à la certification

N°	Lacune	Enjeu	Comment elle sera comblée	Échéance
7	Valeurs des référentiels MACF pour les produits longs et classement par filière de la charge de RC-1	Détermine l'ajustement au titre de l'allocation gratuite pour les tonnes destinées à l'UE	Examen des annexes des règlements d'exécution du MACF ; conseil juridique	Avant toute vente dans l'UE
8	Valeurs par défaut du MACF applicables aux produits camerounais	Détermine le coût, pour les acheteurs, de données non vérifiées	Examen de l'annexe des valeurs par défaut par code NC	Avant toute vente dans l'UE
9	Seuils chiffrés du Steel Climate Standard et des classes LESS ; conception du label européen d'acier bas carbone	Objectifs de certification et exigences des acheteurs	Veille sur les publications des organismes de normalisation	En continu
10	Existence d'un registre de garanties d'origine de l'électricité au Cameroun	Crédibilité de toute allégation du périmètre 2 fondée sur le marché	Échanges avec le régulateur et l'électricien	Avant toute allégation fondée sur le marché

Source : Cameroon Steel.

11.3 Lacunes relatives à l'option fer vert

Tableau 11.3 Lacunes de connaissance relatives au module de réduction directe en réserve

N°	Lacune	Enjeu	Comment elle sera comblée	Échéance
11	Possibilité de valoriser économiquement le minerai camerounais en concentré et en boulettes de qualité DR	Détermine si un module national utiliserait une charge locale ou importée	Essais métallurgiques, étude de concentration et de bouletage avec la société minière sœur	Études à partir de 2027
12	Réserves de gaz et conditions d'approvisionnement pour un module de réduction directe	Un module exige environ 9 à 10 PJ par an et par Mt de DRI	Audit des réserves ; négociation avec les producteurs de gaz	Avant toute décision sur le module
13	Coût et garantie de fourniture d'une électricité bas carbone pour l'hydrogène	Selon les estimations publiées, le fer à l'hydrogène exige une électricité à environ 35 à 40 USD/MWh pour être compétitif	Études d'approvisionnement électrique ; options d'hydroélectricité nouvelle ou de sécurisation	Long terme
14	Manutention portuaire des vrac pour les boulettes et le HBI	Nécessaire pour importer des boulettes ou exporter du HBI	Échanges avec le port et le terminal minéralier	Avec la décision sur le module

Source : Cameroon Steel ; exigences issues du chapitre 6.

11.4 Lacunes relatives à la conception de l'adaptation

Tableau 11.4 Lacunes de connaissance relatives à l'adaptation au changement climatique

N°	Lacune	Enjeu	Comment elle sera comblée	Échéance
15	Intensités pluviométriques de courte durée (courbes intensité-durée-fréquence) pour Kribi	Dimensionnement des descentes d'eaux pluviales, des caniveaux et de la rétention	Données du service météorologique national ; station sur site dès le début de la construction	Conception
16	Statistiques de stress thermique sur le site (température au thermomètre-globe mouillé)	Plan de gestion du stress thermique ; caractéristiques des équipements	Mesures sur site ; réanalyse calibrée sur la station	Conception et première année
17	Densité de foudrolement	Conception de la protection contre la foudre	Climatologie satellitaire de la foudre ; relevés sur site	Conception
18	Projections du niveau de la mer propres à Kribi	Conception de toute infrastructure côtière	Outil de projections régionales du GIEC AR6	Avant tout ouvrage côtier
19	Comportement à la lixiviation du laitier et acceptation locale pour un usage routier	Débouché pour environ 45 000 t par an en phase 1	Essais normalisés de lixiviation et de stabilité ; agrément de l'administration routière	Avant la mise en service
20	Accès à un recycleur agréé de poussières de FAE et autorisations d'exportation	Éviter un passif lié aux déchets dangereux	Contrat avec un recycleur ; procédure de la Convention de Bâle	Avant la mise en service

Source : Cameroon Steel.

11.5 Comment les lacunes seront comblées et rendues publiques

Les lacunes se répartissent en trois groupes. Le premier, celui des données des fournisseurs, des contrats et des études (lacunes 1, 2, 4, 5, 7, 8, 11, 12, 13 et 20), se comble à mesure que le projet progresse dans les études d'ingénierie de base, les achats et les études sur le minerai et le gaz ; chaque nouvelle donnée remplacera une valeur de planification de la configuration de référence RC-1, avec sa source et sa date. Le deuxième, celui des données du site et de l'environnement (lacunes 6, 15, 16, 17 et 19), se comble grâce à l'étude d'impact environnemental et social et à la station météorologique du site. Le troisième, celui des évolutions extérieures (lacunes 3, 9, 10, 14 et 18), se comble au rythme des publications et des réalisations des institutions, du port et du réseau ; Cameroon Steel actualisera ses chiffres en conséquence. Chacune des vingt lacunes relève d'un seul groupe.

COMMENT LES MISES À JOUR SERONT PUBLIÉES

Cameroon Steel entend republier l'empreinte illustrative du présent livre blanc à l'issue des études d'ingénierie de base, en remplaçant les valeurs de planification par les garanties des fournisseurs et les données contractuelles, puis remplacer les estimations par des chiffres mesurés et vérifiés dans son premier rapport climat annuel après la mise en service. Chaque mise à jour indiquera ce qui a changé et pourquoi.

Les annexes qui suivent exposent intégralement la méthode et les hypothèses (annexe A), définissent les termes techniques employés (annexe B), recensent toutes les sources (annexe C) et reproduisent les valeurs qui sous-tendent chaque figure (annexe D).

ANNEXE A

MÉTHODE, HYPOTHÈSES ET PLAGES

La présente annexe expose la manière dont chaque chiffre dérivé du livre blanc a été calculé, afin que le lecteur puisse le reproduire. Les calculs sont mis en œuvre dans un court script qui lit la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification, édition du 10 octobre 2026) et écrit un fichier de données par illustration ; les fichiers de données sont publiés avec l'édition web et reproduits à l'annexe D.

A.1 Statut des éléments probants

Chaque figure du livre blanc porte l'un des quatre statuts suivants :

- **Sourcé** : tiré directement d'un document ou d'un jeu de données cité (annexe C).
- **Dérivé** : calculé à partir de données sourcées ou d'hypothèses selon la méthode décrite dans la présente annexe.
- **Hypothèse** : valeur de planification choisie dans une plage indiquée, lorsqu'aucune valeur propre au projet ni publiée n'est disponible.
- **Illustratif** : calcul qui montre un mécanisme ou un ordre de grandeur ; il ne s'agit ni d'une prévision ni d'un engagement.

Les valeurs du projet RC-1 (capacités, unités, réserves d'implantation, calendrier indicatif) sont des valeurs de planification tirées de la configuration de référence RC-1 [S90] et sont qualifiées de prévues ou d'indicatives.

A.2 Le modèle d'empreinte

Pour chaque phase, avec une production finie P (t/an) :

- Acier liquide $L = P / \gamma_r$, où γ_r est le rendement coulée-laminage (0,94).
- Charge métallique $M = L / \gamma_m$, où γ_m est le rendement métallique (0,88).
- DRI/HBI acheté $D = M \times s$, où s est la part de DRI dans la charge (0,30) ; ferraille = $M - D$.
- Électricité E (kWh) = $L \times (e_{EAF} + e_{aux}) + P \times e_{roll} + P \times e_{ind}$ (chauffage par induction en phase 1 seulement).
- Gaz G (GJ) = $P \times g_{rh}$ pour les phases 2 et 3 (réchauffage au gaz) ; nul en phase 1.
- Périmètre 1 = $L \times f_{EAF} + G \times 0,0561 \text{ t CO}_2/\text{GJ}$.
- Périmètre 2 = $E \times \text{facteur d'émission du réseau}$.
- Unités de fer en amont = $D \times f_{DRI}$.
- Les intensités sont obtenues en divisant par P (par tonne de produit) ou par L (par tonne d'acier brut).
- Base MACF = (périmètre 1 + unités de fer en amont) par tonne, hors électricité, conformément à l'annexe II du règlement MACF pour le fer et l'acier [S27].

La configuration complète associe la phase 1 (300 000 t avec chauffage par induction) à 700 000 t de production réchauffée au gaz. Le modèle reproduit à la tonne près les bilans de RC-1.

Tableau A.1 Paramètres, valeurs centrales et plages

Paramètre	Symbole	Valeur centrale	Plage testée	Statut	Fondement
Électricité du four à arc électrique	e_{EAF}	450 kWh/t d'acier liquide (valeur de planification) ; environ 490 avec 30 % de DRI/HBI (valeur haute de planification)	347 à 500	sourcé	Lignes directrices EHS de la SFI, 1 250 à 1 800 MJ/t [S20] ; surconsommation du DRI [S15]
Auxiliaires (four-poche, coulée continue, oxygène, eau, air)	e_{aux}	70 kWh/t d'acier liquide	50 à 100	hypothèse	Base de faits RC-1 [S90]
Électricité du laminage	e_{roll}	110 kWh/t de produit	70 à 140	sourcé	Lignes directrices EHS de la SFI [S20]
Chauffage des billettes par induction (phase 1)	e_{ind}	300 kWh/t	150 à 400	hypothèse	Enfournement partiellement à chaud ; configuration de référence RC-1 [S90]
Réchauffage au gaz (phases 2 et 3)	g_{rh}	1,3 GJ/t de produit	1,1 à 1,6	hypothèse	Four à longerons mobiles ; configuration de référence RC-1 [S90]
Facteur d'émission du gaz naturel		0,0561 t CO ₂ /GJ	aucune	sourcé	Valeur par défaut GIEC 2006 [S57]
Facteur direct du four	f_{EAF}	0,10 t CO ₂ /t d'acier liquide	0,06 à 0,15	hypothèse	Électrodes, carbone de charge, carbonates des fondants
Facteur d'émission du réseau		226 g CO ₂ e/kWh	200 à 300 (et 0 à 800 au chapitre 3)	sourcé (2024)	Ember via Our World in Data [S48]
Part de DRI dans la charge	s	30 %	20 % à 50 %	hypothèse	Base de faits RC-1 [S90]
Intensité amont du DRI/HBI	f_{DRI}	0,70 t CO ₂ /t de DRI	0,5 à 0,9 (0,1 à 1,0 à la figure 4.5)	hypothèse	Four à cuve au gaz
Rendement métallique	y_{m}	0,88	0,85 à 0,91	hypothèse	Mélange de ferraille et de DRI
Rendement coulée-laminage	y_{r}	0,94	0,92 à 0,96	hypothèse	Coulée continue et laminoir
Surconsommation électrique du FAE liée au DRI		+14,5 kWh/t pour +10 points de DRI	appliquée dans les cas de sensibilité	sourcé	Innovation Centre for Industrial Transformation de la Commission européenne [S15]
Heures de fonctionnement pour la puissance moyenne		8 000 h/an	aucune	hypothèse	Fonctionnement continu avec arrêts de maintenance
Combustibles annexes (gazole, GPL), hors bilans RC-1		0,015 t CO ₂ /t d'acier liquide	0,01 à 0,02	hypothèse	Engins mobiles, préchauffage des poches et des répartiteurs, groupes de secours
Fuites de SF ₆ des appareillages, hors bilans RC-1		0,5 % par an d'un inventaire de 1,25 t	inventaire de 0,5 à 2 t	hypothèse	Potentiel de réchauffement global de 23 500 [S105]

Source : configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] et sources indiquées.

A.3 Analyse de sensibilité

Le diagramme en tornade (figure 4.4) fait varier un paramètre à la fois sur sa plage, les autres étant maintenus à leur valeur centrale, et indique la variation de l'intensité de la phase 1, amont des unités de fer compris, ainsi que des périmètres 1 et 2. Le cas de la part de DRI ajoute la surconsommation électrique du four liée au DRI par rapport à la base de 30 %. Le cas des extrêmes conjoints du tableau 4.5 fixe simultanément la part de DRI, l'intensité amont et le facteur d'émission du réseau à leurs valeurs basses (20 %, 0,5 t/t, 200 g/kWh) et hautes (50 %, 0,9 t/t, 300 g/kWh). La carte de chaleur (figure 4.5) fait varier la part de DRI de 10 % à 60 % et l'intensité amont de 0,1 à 1,0 t/t, avec un facteur d'émission du réseau de 226 g/kWh.

A.4 Le contrôle 2025 du réseau

Aucune intensité 2025 du réseau n'avait été publiée sur la base d'Ember au moment de la rédaction. Le contrôle présenté au chapitre 3 procède en trois étapes :

1. Émissions totales de 2024 = $225,9 \text{ g/kWh} \times 7,26 \text{ TWh}$ = environ 1 640 kt CO₂e [S48] [S49].
2. La déduction de la production renouvelable aux médianes en cycle de vie du GIEC (hydroélectricité 24, solaire 48, bioénergie 230 g/kWh [S58]) laisse environ 1 504 kt pour 1,95 TWh de production au gaz et au fioul, soit un taux fossile implicite d'environ 771 g/kWh.
3. L'application de ce taux à la production fossile de 2025 déclarée par l'ARSEL (559,7 GWh de gaz, 153,9 GWh de fioul léger, 66,7 GWh de fioul lourd) donne environ 602 kt. Rapporté à la production de 2025, 8 119,9 GWh [S50], cela représente environ 74 g/kWh sur une base de combustion ; l'ajout de l'hydroélectricité et du solaire à leurs valeurs en cycle de vie donne environ 96 g/kWh.

Le contrôle suppose que la performance du parc fossile de 2024 s'applique en 2025 et que les jeux de données d'Ember et de l'ARSEL ont une couverture comparable ; ni l'une ni l'autre de ces hypothèses n'est certaine. Il n'est utilisé que pour indiquer que la valeur publiée pour 2024 est prudente au regard de la moyenne ; il ne dit rien du facteur marginal (chapitre 3).

A.5 Calcul relatif aux mécanismes aux frontières

La charge MACF illustrative par tonne présentée au chapitre 5 est :

$$\text{charge} = \max(0, E - B \times F_t) \times \text{prix}$$

où E désigne les émissions intrinsèques retenues (t CO₂/t) sur la base MACF applicable à l'acier, c'est-à-dire les émissions directes augmentées des émissions directes des précurseurs, sans l'électricité achetée [S27] ; B le référentiel de la filière (1,370, 0,481 et 0,072 t/t pour les filières haut fourneau, DRI-FAE et FAE à ferraille, tels que publiés pour la bobine laminée à chaud [S31] et utilisés ici comme approximation pour les produits longs, dont les valeurs fixées par le règlement d'exécution (UE) 2025/2620 [S104] n'ont pas été extraites) ; F_t le facteur MACF de l'année t (97,5 % en 2026, décroissant jusqu'à 0 % en 2034 [S28]) ; et le prix un montant constant de 82,32 €/t CO₂ (troisième trimestre 2026 [S26]). Pour RC-1, E correspond à la base MACF définie ci-dessus, le facteur amont complet du DRI étant retenu comme ses émissions directes intrinsèques (simplification prudente), et le référentiel du FAE à ferraille s'applique parce que plus de la moitié de son acier brut provient de ferraille [S93]. Le cas 100 % ferraille correspond au modèle RC-1 sans DRI, de sorte que E est égal au périmètre 1. Pour les filières à partir du minerai, E est une fourchette : la borne basse est l'estimation des émissions directes de l'AIE (1,0 t pour le DRI au gaz-FAE, 1,2 t pour le HF-BOF [S05]), qui omet les précurseurs achetés ; la borne haute est la moyenne 2024 de worldsteel par filière (1,47 et 2,34 t [S01]), qui compte aussi l'électricité et

d'autres intrants amont. Chaque tranche de 10 points de DRI dans la charge de RC-1 ajoute $1 / (0,94 \times 0,88) \times 0,10 \times 0,70 = 0,085$ t par tonne de produit. Le calcul ne tient compte ni d'un éventuel prix du carbone acquitté dans le pays d'origine, ni du transport, ni des effets de change.

A.6 Calculs relatifs à l'hydrogène et au fer vert

Électricité nécessaire à la réduction à l'hydrogène = production de DRI $\times$ 54 kg de H₂ par tonne de DRI [S17] $\times$ 45 à 52 MWh par tonne de H₂ [S05]. Pour le besoin de RC-1 en configuration complète, environ 362 700 t de DRI par an, cela donne environ 0,88 à 1,02 TWh ; pour un module de 1 Mt/an, environ 2,43 à 2,81 TWh. L'électricité consommée par l'unité de réduction directe elle-même est exclue. Gaz nécessaire à un module au gaz de 1 Mt/an = 9,2 à 10 GJ par tonne [S16][S15], comparé à la production nationale de gaz de 2025, 75,5 milliards de pieds cubes [S83], convertie à raison d'environ 1,09 GJ par millier de pieds cubes.

L'intensité du fer à l'hydrogène d'environ 0,2 t CO₂ par tonne de DRI utilisée aux chapitres 4, 6, 8 et 10 est dérivée des réductions annoncées par Energiron par rapport à la filière haut fourneau (53 % au gaz naturel, 86 % à l'hydrogène [S15]) : la filière hydrogène émet environ 0,14 / 0,47 $\approx$ 30 % de la filière gaz, et 30 % de 0,7 t représentent environ 0,2 t. La dérivation est approximative, car les réductions annoncées portent sur l'ensemble de la filière DRI-FAE.

A.7 Calcul de la trajectoire

La trajectoire du chapitre 10 applique de façon cumulative à la configuration complète les modifications de paramètres suivantes, le modèle étant recalculé à chaque étape : électricité du four de 450 à 420 kWh/t, auxiliaires de 70 à 60 kWh/t et laminage de 110 à 95 kWh/t ; facteur direct du four de 0,10 à 0,08 t/t ; réchauffage au gaz de 1,3 à 1,15 GJ/t ; facteur d'émission du réseau de 226 à 100 g/kWh ; part de DRI de 30 % à 25 % (avec la surconsommation électrique du four) ; intensité amont du DRI de 0,7 à 0,5 t/t ; et enfin de 0,5 à 0,2 t/t pour les unités de fer à l'hydrogène. Toutes les valeurs, à l'exception de la dernière, se situent dans les plages de la configuration de référence RC-1 ou du contrôle 2025 du réseau.

A.8 Autres dérivations

- **Résidus** : laitier 140 kg et poussières 15 kg par tonne d'acier liquide, calamine 20 kg par tonne de produit [S90]. La valeur du laitier se situe dans la référence de la SFI pour les résidus solides, 110 à 180 kg par tonne de produit, pour l'essentiel du laitier [S20] ; celle des poussières dans une plage de planification de 10 à 20 kg (le document de référence européen indique 10 à 30 kg) [S19]. Zinc dans les poussières : 20 % à 30 % de Zn.
- **Seuils des référentiels à la part de ferraille de RC-1** : quasi zéro de l'AIE = $0,40 - 0,35 \times$ part de ferraille [S06] ; niveau de progrès 1 de ResponsibleSteel interpolé linéairement entre 2,34 t à 20 % de ferraille et 0,96 t à 80 % de ferraille [S37].
- **Sources mineures** : acier liquide $\times$ 0,01 à 0,02 t CO₂/t pour le gazole et le GPL, plus un inventaire de SF₆ de 0,5 à 2 t $\times$ 0,5 % par an $\times$ 23 500 [S105] ; environ 3 250 à 6 620 t CO₂e par an en phase 1 (valeur centrale 4 934 t).
- **Franchissement du seuil des prêteurs** : le facteur d'émission du réseau pour lequel les périmètres 1 et 2 de la phase 1 atteignent 100 000 t = $(100\,000 - \text{périmètre 1}) / \text{électricité de la phase 1}$ = environ 236 g/kWh selon le modèle RC-1, ou $(100\,000 - 31\,915 - 4\,934) / 288\,957$ MWh = environ 219 g/kWh avec la valeur centrale des sources mineures.
- **Électricité du four à la valeur haute de planification** : $+40$ kWh/t $\times$ 319 149 t d'acier liquide = environ 12 800 MWh par an en phase 1, soit environ 2 900 t CO₂ à 226 g/kWh, +0,010 t par tonne de produit.

- **Base billette** : par tonne d'acier coulé, périmètre 1 = 0,10 t ; périmètre 2 de l'aciérie = 520 kWh × 226 g/kWh = 0,118 t ; amont du DRI = 0,30 / 0,88 × 0,70 = 0,239 t.
- **Majoration des pluies** : valeurs de retour de la station × 1,07 par degré supplémentaire de réchauffement mondial [S59].
- **Monnaie** : lorsque des équivalents en dollars des États-Unis sont donnés, un taux de planification de 600 FCFA pour un dollar est utilisé [S90] ; le FCFA est arrimé à l'euro au taux de 655,957.

Tableau A.2 Principales valeurs dérivées utilisées dans le texte

Grandeur	Valeur	Où elle est utilisée
Électricité de la phase 1 de RC-1 par tonne de produit	environ 963 kWh/t	Chapitres 3 et 4
Périmètres 1+2 de la phase 1 par t de produit à 226 g/kWh	0,324 t CO ₂	Dans tout le document
Total de la phase 1, amont du DRI compris, par t de produit	0,578 t CO ₂ (0,543 par t d'acier brut)	Dans tout le document
Périmètres 1+2 / total de la configuration complète par t de produit	0,328 / 0,582 t CO ₂	Chapitres 4 et 10
Facteur du réseau pour lequel le total de la phase 1 égale la moyenne du FAE à ferraille (0,69)	environ 343 g/kWh	Chapitre 3
Facteur du réseau pour lequel les périmètres 1+2 de la phase 1 atteignent 100 000 t (modèle RC-1 / avec la valeur centrale des sources mineures)	environ 236 / 219 g/kWh	Chapitres 4 et 9
Périmètres 1+2 de la phase 1 avec les combustibles annexes et le SF6	environ 100 000 à 104 000 t par an	Synthèse ; chapitres 4 et 9
Intensité de la phase 1 avec un four à 490 kWh/t (périmètres 1+2 / total)	0,334 / 0,588 t CO ₂ par t de produit	Chapitres 3 et 4
Base MACF, four 100 % ferraille (modèle RC-1, sans DRI)	0,106 t CO ₂ par t de produit	Chapitre 5
Taux de la production fossile implicite des données 2024 du réseau	environ 771 g/kWh	Chapitre 3
Contrôle 2025 du réseau (estimation)	environ 74 à 96 g/kWh	Chapitres 2 et 3
Base MACF, phase 1 / configuration complète	0,360 / 0,411 t CO ₂ par t	Chapitre 5
Effet de 10 points de ferraille supplémentaires dans la charge	environ -0,088 t par t de produit	Chapitres 4 et 8
Électricité pour l'hydrogène, unités de fer de RC-1 / module de 1 Mt	0,88 à 1,02 / 2,43 à 2,81 TWh par an	Chapitre 6

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90].

A.9 Limites

Le modèle est un bilan en régime permanent à capacité nominale. Il ne représente ni la montée en charge, ni le fonctionnement à charge partielle, ni l'effet de la gamme de produits sur l'énergie de laminage, ni la variation saisonnière du réseau, ni les émissions des intrants achetés autres que les unités de fer, ni le transport, ni la construction. Les ratios sont tirés de lignes directrices internationales et d'hypothèses de planification, et non de garanties de fournisseurs. Tous les résultats doivent être lus avec les plages indiquées et seront remplacés par des données d'ingénierie, puis par des données mesurées (chapitre 11).

ANNEXE B

GLOSSAIRE ET ABRÉVIATIONS

Les termes ci-dessous sont définis dans le sens où ils sont employés dans le présent livre blanc. Lorsqu'une norme ou une réglementation définit formellement un terme, la définition donnée ici en est un résumé en langage courant, et le texte officiel prévaut. Le terme anglais ou le sigle usuel est indiqué entre parenthèses lorsque le lecteur est susceptible de le rencontrer dans les sources.

Terme	Sens dans le présent livre blanc
Acier à émissions quasi nulles (near-zero emission steel)	Acier dont l'intensité est inférieure à un seuil défini par l'AIE, variant de 0,40 t CO ₂ e par tonne à 0 % de ferraille à 0,05 t à 100 % de ferraille
Acier brut (crude steel)	Acier sous sa première forme solide après coulée ; unité de référence utilisée par worldsteel et par la plupart des normes d'intensité de site
Alignement sur l'Accord de Paris (Paris alignment)	Évaluation, par les banques multilatérales de développement, de la compatibilité d'une opération avec les objectifs de l'Accord de Paris
Analyse des solutions de rechange (alternatives analysis)	Au sens des Principes de l'Équateur, évaluation des solutions de rechange techniquement et financièrement réalisables qui réduiraient les émissions de gaz à effet de serre d'un projet
Billette (billet)	Demi-produit d'acier coulé de section carrée, laminé en barres, en fil machine ou en profilés légers
Calamine (mill scale)	Écaillés d'oxyde de fer formées à la surface de l'acier chaud pendant le réchauffage et le laminage
CEMAC	Communauté économique et monétaire de l'Afrique centrale (Cameroun, Congo, Gabon, Guinée équatoriale, République centrafricaine, Tchad)
Charge métallique (metallic charge)	Matières ferreuses fondues dans le four : ferraille, DRI, HBI ou fonte
Chauffage par induction	Chauffage électrique des billettes par induction électromagnétique avant laminage
CO ₂ e	Équivalent dioxyde de carbone : quantité de gaz à effet de serre exprimée en quantité de CO ₂ ayant le même effet de réchauffement
Code NC (CN code)	Code de la nomenclature combinée utilisée par l'UE pour classer les marchandises à des fins douanières
Déclaration environnementale de produit, DEP (EPD)	Document vérifié présentant les impacts environnementaux d'un produit sur son cycle de vie
Émissions amont (upstream emissions)	Émissions libérées lors de la production des intrants achetés avant leur arrivée à l'usine, comme le DRI produit par un fournisseur
Émissions directes	Émissions libérées par des sources situées dans l'installation elle-même ; périmètre 1 au sens du GHG Protocol
Émissions intrinsèques (embedded emissions)	Au sens du MACF, émissions libérées lors de la production d'une marchandise, y compris celles des précurseurs pertinents ; pour le fer et l'acier, seules les émissions directes sont comptées, y compris les émissions directes des précurseurs tels que le DRI, et les émissions de l'électricité achetée ne sont pas tarifées
EN 15804	Norme européenne fixant les règles de base des déclarations environnementales des produits de construction
Enfournement à chaud (hot charging)	Enfournement des billettes encore chaudes, à la sortie de la coulée continue, dans le four de réchauffage, afin d'économiser l'énergie de réchauffage

Terme	Sens dans le présent livre blanc
EP4	Quatrième version des Principes de l'Équateur (2020), cadre de gestion des risques utilisé par les banques pour le financement de projets
Facteur d'émission du réseau (grid emission factor)	Quantité de CO ₂ (ou de CO ₂ e) émise par kWh d'électricité fourni par un réseau ; il peut être moyen, marginal ou contractuel
Facteur MACF (CBAM factor)	Pourcentage du référentiel encore déduit une année donnée ; 97,5 % en 2026, décroissant jusqu'à zéro en 2034
FAE à ferraille (scrap-EAF)	Production d'acier au four à arc électrique avec une charge composée majoritairement de ferraille
Fer briqueté à chaud, HBI (hot-briquetted iron)	DRI compacté à chaud en briquettes denses, plus stables pour le transport et le stockage
Fer de réduction directe, DRI (direct-reduced iron)	Minerai de fer réduit à l'état solide, généralement dans un four à cuve, au moyen de gaz naturel reformé ou d'hydrogène
Fer vert (green iron)	Fer produit avec de très faibles émissions, généralement par réduction directe à l'hydrogène au moyen d'électricité bas carbone
Fil machine (wire rod)	Produit long laminé à chaud en couronnes, destiné au tréfilage ou à la construction
Four à arc électrique, FAE (EAF)	Four qui fond de la ferraille, du DRI ou de la fonte au moyen d'un arc électrique jaillissant entre des électrodes de graphite et la charge
Four à cuve (shaft furnace)	Réacteur vertical dans lequel des boulettes de minerai de fer descendent à contre-courant d'un gaz réducteur ascendant pour produire du DRI
Four Waelz (Waelz kiln)	Procédé en four rotatif qui récupère le zinc des poussières de FAE sous forme de concentré d'oxyde de zinc
Four-poche (ladle furnace)	Poste de métallurgie secondaire où l'acier liquide est réchauffé, allié et affiné avant la coulée
Gangue	Minéraux non ferreux contenus dans le minerai de fer, tels que la silice et l'alumine
GHG Protocol	Normes de comptabilité et de déclaration des émissions de gaz à effet de serre des entreprises élaborées par le World Resources Institute et le World Business Council for Sustainable Development
Haut fourneau-convertisseur, HF-BOF (BF-BOF)	Filière intégrée qui réduit le minerai de fer par le coke et convertit la fonte obtenue en acier par insufflation d'oxygène
ISO 14067	Norme internationale relative à l'empreinte carbone des produits
ISO 14404	Série de normes internationales pour le calcul de l'intensité en CO ₂ des sites de production de fer et d'acier
KPIZ S.A.	Société qui développe et gère la Zone industrialo-portuaire de Kribi
Laitier (slag)	Couche d'oxydes en fusion qui se forme sur l'acier liquide dans le four et se solidifie en un matériau rocheux utilisable comme granulats
MACF (mécanisme d'ajustement carbone aux frontières)	Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) : dispositif de l'UE (et, à partir de 2027, du Royaume-Uni) qui facture aux importateurs le carbone intrinsèque des marchandises couvertes
Marge combinée (combined margin)	Facteur d'émission de l'électricité du réseau qui associe les approches moyenne et marginale (exploitation et construction), utilisé par certains prêteurs pour la comptabilité des projets
NP n de la SFI (IFC Performance Standard n)	Normes de performance environnementale et sociale de la Société financière internationale (SFI), appliquées par les prêteurs aux projets : la NP 2 porte sur la main-d'œuvre et les conditions de travail, la NP 3 sur l'utilisation rationnelle des ressources et la prévention de la pollution
Périmètre 2 fondé sur la localisation (location-based)	Émissions du périmètre 2 calculées avec le facteur d'émission moyen du réseau sur lequel l'électricité est consommée
Périmètre 2 fondé sur le marché (market-based)	Émissions du périmètre 2 calculées avec le facteur d'émission de l'électricité contractée par l'entreprise, attestée par des instruments contractuels
Périmètres 1, 2 et 3 (Scopes 1, 2, 3)	Au sens du GHG Protocol : émissions directes ; émissions liées à l'électricité, à la vapeur ou à la chaleur achetées ; et toutes les autres émissions de la chaîne de valeur

Terme	Sens dans le présent livre blanc
Poussières de FAE (EAF dust)	Fines poussières captées par le système d'aspiration des fumées du four ; classées dangereuses en raison de leur teneur en zinc, en plomb et en cadmium
Précurseur (precursor)	Au sens du MACF, marchandise intrante dont les émissions intrinsèques s'ajoutent à celles de la marchandise finale, comme le DRI ou la fonte pour l'acier
Profilés (sections)	Produits longs laminés à chaud de forme ouverte : cornières, U, poutrelles
Qualité DR (DR-grade)	Minerai de fer ou boulettes adaptés à la réduction directe : riches en fer (idéalement 67 % de Fe ou plus) et pauvres en silice et en alumine
RC-1	Configuration de référence 1 : estimation de planification de Cameroon Steel pour l'usine de Mboro (phases, ratios et bilans), utilisée pour le débat public et réglementaire
Référentiel MACF (benchmark)	Valeur d'émission de référence par tonne d'une marchandise, utilisée avec le facteur MACF pour réduire le nombre de certificats qu'un importateur doit restituer, afin de tenir compte de l'allocation gratuite encore accordée aux producteurs de l'UE
Rond à béton (armatures)	Barre d'acier crénelée laminée à chaud, utilisée pour armer le béton (en anglais rebar)
SSP2-4.5, SSP5-8.5	Scénarios du GIEC associant des trajectoires socio-économiques et un forçage radiatif ; respectivement émissions intermédiaires et très élevées
Unités de fer (iron units)	Matières ferreuses enfournées dans l'aciérie, ferraille, DRI, HBI ou fonte, dont l'origine fixe l'essentiel des émissions amont
Valeur par défaut (MACF)	Valeur d'émission fixée par l'UE pour une marchandise et un pays, utilisée lorsque les émissions intrinsèques réelles ne sont ni documentées ni vérifiées
WBGT	Température au thermomètre-globe mouillé (wet-bulb globe temperature) : indice de stress thermique associant température de l'air, humidité, chaleur rayonnante et mouvement de l'air (ISO 7243)
Zone industrialo-portuaire de Kribi (Kribi Port Industrial Zone)	Zone de Kribi associant le port en eau profonde et des terrains industriels, dans laquelle se situe le projet ; elle est développée et gérée par KPIZ S.A.

Source : Cameroon Steel, d'après les normes et documents cités à l'annexe C.

Unités et conventions

- **t** désigne la tonne métrique ; **Mt** un million de tonnes ; **Mt/an** un million de tonnes par an ; **kt** un millier de tonnes.
- **t CO₂/t** désigne les tonnes de dioxyde de carbone par tonne d'acier ; les valeurs RC-1 s'entendent par tonne de produit fini, sauf indication contraire, et les valeurs de worldsteel par tonne d'acier brut.
- **kWh, MWh, GWh, TWh** désignent le kilowattheure et ses multiples ; **g/kWh** désigne les grammes de CO₂ (ou de CO₂e) par kilowattheure.
- **GJ, PJ** désignent le gigajoule et le pétajoule ; **bcf** désigne un milliard de pieds cubes de gaz naturel.
- **FCFA** désigne le franc CFA d'Afrique centrale, arrimé à l'euro au taux de 655,957 FCFA pour un euro ; les équivalents en dollars utilisent un taux de planification de 600 FCFA pour un dollar des États-Unis.
- Les plages sont écrites avec « à » ; « environ » signale une valeur arrondie.

ANNEXE C

SOURCES

Toutes les sources citées dans le présent livre blanc sont recensées ci-dessous avec leur identifiant, leur titre, leur éditeur, leur date et leur adresse. Les identifiants figurent entre crochets dans le texte, les tableaux et les lignes de source des figures. Les adresses web ont été consultées au plus tard le 10 octobre 2026. Les documents du Port Autonome de Kribi (PAK) sont cités par leur titre et leur date, sans lien. Les sources secondaires sont signalées comme telles et n'ont été utilisées qu'en l'absence de source primaire accessible aux auteurs. Les titres et les éditeurs sont reproduits dans leur langue d'origine.

Tableau C.1 Registre des sources

Id.	Titre	Éditeur	Date	Adresse
S01	Sustainability Indicators 2025 report (2024 data ; route table added February 2026)	worldsteel	nov. 2025 ; mis à jour févr. 2026	https://worldsteel.org/wider-sustainability/sustainability-indicators/
S02	Climate change and the production of iron and steel (policy paper)	worldsteel	consulté le 10 oct. 2026	https://worldsteel.org/climate-action/climate-change-and-the-production-of-iron-and-steel/
S03	World Steel in Figures 2026	worldsteel	4 juin 2026	https://worldsteel.org/data/world-steel-in-figures/world-steel-in-figures-2026/
S04	December 2025 crude steel production and 2025 global totals	worldsteel	23 janv. 2026	https://worldsteel.org/media/press-releases/2026/december-2025-crude-steel-production-2025-global-crude-steel-production/
S05	Iron and Steel Technology Roadmap	International Energy Agency	oct. 2020	https://iea.blob.core.windows.net/assets/eb0c8ec1-3665-4959-97d0-187ceca189a8/Iron_and_Steel_Technology_Roadmap.pdf
S06	Achieving Net Zero Heavy Industry Sectors in G7 Members	International Energy Agency	19 mai 2022	https://iea.blob.core.windows.net/assets/c4d96342-f626-4aea-8dac-df1d1e567135/AchievingNetZeroHeavyIndustrySectorsinG7Members.pdf
S07	Emissions Measurement and Data Collection for a Net Zero Steel Industry	International Energy Agency	2023	https://www.iea.org/reports/emissions-measurement-and-data-collection-for-a-net-zero-steel-industry
S08	Making Net-Zero Steel Possible	Mission Possible Partnership	sept. 2022	https://missionpossiblepartnership.org/action-sectors/steel
S09	Mission Possible sectoral focus : Steel	Energy Transitions Commission	2019 (Mission Possible, nov. 2018)	https://www.energy-transitions.org/wp-content/uploads/2020/08/ETC-sectoral-focus-Steel_final.pdf
S10	Green Iron Corridors	RMI with the Green Hydrogen Catapult	2024	https://rmi.org/insight/green-iron-corridors/

Id.	Titre	Éditeur	Date	Adresse
S11	15 Insights on the Global Steel Transformation	Agora Industry	15 juin 2023	https://www.agora-industry.org/publications/15-insights-on-the-global-steel-transformation
S12	Green Iron, Shared Gains	Agora Industry and Cambridge Econometrics	8 oct. 2026	https://www.agora-industry.org/publications/green-iron-shared-gains
S13	2025 World Direct Reduction Statistics	Midrex Technologies	sept. 2026	https://www.midrex.com/world-dri-statistics/world-dri-production-reaches-151-0-mt-in-2025/Midrex-STATS-book-2025-FINAL.pdf
S14	Pedal to the Metal 2026	Global Energy Monitor	mai 2026	https://globalenergymonitor.org/sites/default/files/2026-05/Pedal%20to%20the%20Metal%202026.pdf
S15	ENERGIRON technology : DRI-EAF production route using natural gas or H2	European Commission, Innovation Centre for Industrial Transformation	réf. 12 févr. 2026	https://innovation-centre-for-industrial-transformation.ec.europa.eu/innovative-techniques/energiron-technology-drieaf-production-route-using-natural-gas-or-h2
S16	Suez Steel sets new benchmark in energy consumption for DRI production	Danieli	16 avr. 2026	https://www.danieli.com/en/news-media/news/suez-steel-sets-new-benchmark-energy-consumption-dri-production_37_1051.htm
S17	Hydrogen uses in ironmaking (Midrex presentation, H2@Scale)	US Department of Energy	1er août 2018	https://www.energy.gov/sites/prod/files/2018/08/f54/fcto-h2-scale-kickoff-2018-8-chevriar.pdf
S18	DRI-EAF implementation at Saarstahl and Dillinger steelworks (POWER4STEEL)	European Commission, Innovation Centre for Industrial Transformation	réf. juil. 2025	https://innovation-centre-for-industrial-transformation.ec.europa.eu/innovative-techniques/drieaf-implementation-saarstahl-dillinger-steelworks-power4steel
S19	Best Available Techniques Reference Document for Iron and Steel Production (EUR 25521)	European Commission, Joint Research Centre	2013	https://bureau-industrial-transformation.jrc.ec.europa.eu/sites/default/files/2019-11/IS_Adopted_03_2012.pdf
S20	Environmental, Health, and Safety Guidelines for Integrated Steel Mills	IFC / World Bank Group	30 avr. 2007	https://www.ifc.org/content/dam/ifc/doc/2000/2007-integrated-steel-mills-ehs-guidelines-en.pdf
S21	Performance Standards on Environmental and Social Sustainability	IFC	1er janv. 2012	https://www.ifc.org/en/insights-reports/2012/ifc-performance-standards
S22	The Equator Principles EP4	Equator Principles Association	juil. 2020 (en vigueur le 1er oct. 2020)	https://equator-principles.com/app/uploads/The-Equator-Principles_EP4_July2020.pdf
S23	Paris alignment at IFC	IFC	consulté le 10 oct. 2026	https://www.ifc.org/en/what-we-do/sector-expertise/climate-business/paris-alignment-at-ifc
S24	Joint MDB methodological principles for assessment of Paris alignment of new operations (presentation)	Multilateral development banks (hosted by EIB)	5 déc. 2023	https://trad.eib.org/attachments/press/05-12-2023-joint-mdb-paris-alignment-presentation.pdf
S25	Carbon Border Adjustment Mechanism	European Commission, DG TAXUD	consulté le 10 oct. 2026	https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism_en
S26	Price of CBAM certificates	European Commission, DG TAXUD	dernière mise à jour le 5 oct. 2026	https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism/price-cbam-certificates_en

Id.	Titre	Éditeur	Date	Adresse
S27	Regulation (EU) 2023/956 establishing a carbon border adjustment mechanism, Annexes I and II	Official Journal of the EU, L 130	16 mai 2023	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32023R0956
S28	Directive (EU) 2023/959 amending the EU Emissions Trading System Directive	Official Journal of the EU, L 130	16 mai 2023	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:32023L0959
S29	EU adopts CBAM Omnibus Regulation (Regulation (EU) 2025/2083)	EY	22 oct. 2025	https://www.ey.com/en_gl/technical/tax-alerts/eu-adopts-cbam-omnibus-regulation
S30	Annexes to the Proposal amending Regulation (EU) 2023/956 as regards simplifying and strengthening the CBAM, COM(2025) 87 (Council document 6609/25 ADD 1)	European Commission / Council of the EU	27 févr. 2025	https://data.consilium.europa.eu/doc/document/ST-6609-2025-ADD-1/en/pdf
S31	EU Commission finalizes CBAM benchmarks, default values ahead of January 2026 launch	EUROMETAL	déc. 2025	https://eurometal.net/eu-commission-finalizes-cbam-benchmarks-default-values-ahead-of-january-2026-launch/
S32	European Commission issues CBAM operational rules and proposes downstream extension of the CBAM scope	Mayer Brown	déc. 2025	https://www.mayerbrown.com/ja/insights/publications/2025/12/european-commission-issues-cbam-operational-rules-and-proposes-downstream-extension-of-the-cbam-scope
S33	COM(2025) 989 : proposal extending the CBAM to downstream goods	European Commission (EUR-Lex)	17 déc. 2025	https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52025PC0989
S34	Carbon Border Adjustment Mechanism (CBAM) : guidance collection	HM Revenue and Customs, GOV.UK	mis à jour de juil. à sept. 2026	https://www.gov.uk/government/collections/carbon-border-adjustment-mechanism
S35	Final report from the Australian Carbon Leakage Review	PwC Australia	2026	https://www.pwc.com.au/tax/tax-alerts/final-report-from-the-australian-carbon-leakage-review.html
S36	Factsheet : Action Plan on Steel and Metals	European Commission	mars 2025	https://ec.europa.eu/commission/presscorner/api/files/attachment/880887/Factsheet%20-%20Action%20Plan%20on%20Steel%20and%20Metals.pdf
S37	The Decarbonisation Progress Levels	ResponsibleSteel	23 sept. 2024	https://www.responsiblesteel.org/resources/the-decarbonisation-progress-levels
S38	Revisions to ResponsibleSteel's Principle 10 : Greenhouse Gas Emissions and Climate Change	ResponsibleSteel	23 avr. 2024	https://www.responsiblesteel.org/news/revisions-to-responsiblesteels-principle-10-greenhouse-gas-emissions-and-climate-change
S39	The Steel Climate Standard	Global Steel Climate Council	consulté le 10 oct. 2026	https://globalsteelclimatecouncil.org/the-standard/
S40	Germany introduces new green steel certification standard (Low Emission Steel Standard)	EUROMETAL	avr. 2024	https://eurometal.net/germany-introduces-new-green-steel-certification-standard/
S41	ISO 14404-1:2024 and ISO 14404-2:2024, Calculation method of carbon dioxide emission intensity from iron and steel production, Parts 1 and 2	International Organization for Standardization	sept. 2024	https://www.iso.org/standard/88111.html
S42	ISO 14404-3:2024, Part 3 : Steel plant with electric arc furnace and coal-based or gas-based direct reduction iron facility	International Organization for Standardization	2024	https://www.iso.org/standard/85990.html
S43	ISO 14404-4:2020, Part 4 : Guidance for using the ISO 14404 series	International Organization for Standardization	2020	https://www.iso.org/standard/77622.html

Id.	Titre	Éditeur	Date	Adresse
S44	Life cycle inventory data and eco-profiles	worldsteel	consulté le 10 oct. 2026 (jeu de données 2024 publié en mai 2026)	https://worldsteel.org/steel-topics/life-cycle-thinking/life-cycle-inventory-data-and-eco-profiles/
S45	GHG Protocol Corporate Standard (2004) and Scope 2 Guidance (2015)	World Resources Institute and WBCSD	2004 ; 2015	https://ghgprotocol.org/corporate-standard ; https://ghgprotocol.org/scope-2-guidance
S46	ISO 14067:2018, Greenhouse gases : carbon footprint of products	International Organization for Standardization	2018	https://www.iso.org/standard/71206.html
S47	ISO 14025:2006, Environmental labels and declarations, Type III ; EN 15804:2012+A2:2019, core rules for construction products	ISO ; European Committee for Standardization (CEN)	2006 ; 2019	https://www.iso.org/standard/38131.html
S48	Carbon intensity of electricity generation (Ember data)	Our World in Data	jeu de données consulté le 10 oct. 2026	https://ourworldindata.org/grapher/carbon-intensity-electricity
S49	Electricity production by source (Ember and Energy Institute data)	Our World in Data	jeu de données consulté le 10 oct. 2026	https://ourworldindata.org/grapher/electricity-production-source-stacked
S50	Rapport d'activités 2025 de l'ARSEL	ARSEL (electricity regulator, Cameroon)	7 sept. 2026	https://arsel-cm.org/wp-content/uploads/2026/09/Rapport-ARSEL-2025.pdf
S51	Nachtigal power line delays leave 150 MW of industrial demand unmet	Business in Cameroon	9 oct. 2026	https://www.businessincameroon.com/public-management/0910-16939-nachtigal-power-line-delays-leave-150-mw-of-industrial-demand-unmet
S52	Énergie : Nachtigal franchit le cap des 3,6 TWh injectés dans le réseau en un an	Journal du Cameroun	15 juin 2026	https://fr.journalducameroun.com/energie-nachtigal-franchit-le-cap-des-3-6-twh-injectes-dans-le-reseau-en-un-an/
S53	Cameroon : Energy (Country Commercial Guide)	US International Trade Administration	13 avr. 2026	https://www.trade.gov/country-commercial-guides/cameroon-energy
S54	Décision fixant le montant de la RMA ENEO au titre de l'exercice 2025 (réajustée)	ARSEL	19 déc. 2025	http://arsel-cm.org/wp-content/uploads/2026/01/Decision-fixant-le-Montant-de-le-RMA-Eneo-au-titre-de-leexercice-2025-du-19-12-2025.pdf
S55	Kribi franchit la ligne électrique 225 kV (communiqué)	Port Autonome de Kribi	6 août 2025	Cité par son titre et sa date ; aucun lien fourni
S56	Énergie et infrastructures : un nouvel élan pour la compétitivité du Port de Kribi (communiqué)	Port Autonome de Kribi	19 août 2026	Cité par son titre et sa date ; aucun lien fourni
S57	2006 IPCC Guidelines for National Greenhouse Gas Inventories, Volume 2 : Energy	IPCC	2006	https://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/vol2.html
S58	Climate Change 2014 : Mitigation, Annex III : Technology-specific cost and performance parameters	IPCC Working Group III	2014	https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/ipcc_wg3_ar5_annex-iii.pdf
S59	Climate Change 2021 : The Physical Science Basis, Summary for Policymakers	IPCC Working Group I	2021	https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM.pdf
S60	Monographie du Nyong et des fleuves côtiers, Tome 1 (J.-C. Olivry)	ORSTOM	juil. 1979	https://horizon.documentation.ird.fr/exl-doc/pleins_textes/divers11-03/01948.pdf
S61	Kribi Deep Sea Port, investors partner to construct 125-million-tonne mineral terminal worth \$2 billion	Business in Cameroon	5 nov. 2025	https://www.businessincameroon.com/transport/0511-15300-kribi-deep-sea-port-investors-partner-to-construct-125-million-tonne-mineral-terminal-worth-2-billion

Id.	Titre	Éditeur	Date	Adresse
S62	Weakening of coastlines and coastal erosion in the Gulf of Guinea : the case of the Kribi coast (Fendoung, Tchindjang and Hubert-Ferrari), Land 11:1557	MDPI	2022	https://doi.org/10.3390/land11091557
S63	Geomatics-based assessment of coastal vulnerability in Kribi (Perabi et al.), Urban Resilience and Sustainability 3 (4)	AIMS Press	nov. 2025	https://www.aimspress.com/aimspress-data/urs/2025/4/PDF/urs-03-04-012.pdf
S64	ERA5 reanalysis, daily series 1991 to 2020 for the Kribi grid cell (rainfall and temperature), via the Open-Meteo archive API	ECMWF / Open-Meteo	consulté le 10 oct. 2026	https://archive-api.open-meteo.com/v1/archive?latitude=2.75&longitude=10.00&start_date=1991-01-01&end_date=2020-12-31&daily=temperature_2m_max,temperature_2m_min,precipitation_sum&models=era5
S65	Working on a warmer planet : the impact of heat stress on labour productivity and decent work (as reported by UN News)	International Labour Organization	1er juil. 2019	https://news.un.org/en/story/2019/07/1041652
S66	ISO 7243:2017, Ergonomics of the thermal environment : assessment of heat stress using the WBGT index	International Organization for Standardization	2017	https://www.iso.org/standard/67188.html
S67	EU recycled 92 % of steel slag in 2024 (EUROSLAG figures)	GMK Center	1er déc. 2025	https://gmk.center/en/news/eu-recycled-92-of-steel-slag-in-2024-euroslag/
S68	Global recycled steel use reaches 630 million tonnes (BIR, World Steel Recycling in Figures)	Recycling Product News	2026	https://www.recyclingproductnews.com/article/43829/global-recycled-steel-use-reaches-630-million-tonnes-in-2025
S69	Recycling of electric arc furnace dust (zinc recovery, Waelz process)	Galvanizers Association	s.d., consulté le 10 oct. 2026	https://galvanizing.org.uk/?p=32698
S70	Befesa : steel dust and aluminium by-products recycling results 2024	Recycling Today	2025	https://recyclingtoday.com/news/befesa-steel-aluminum-byproducts-recycling-earnings-2024-europe-usa-china
S71	Basel Convention on the Control of Transboundary Movements of Hazardous Wastes and their Disposal (text)	UNEP, Secretariat of the Basel Convention	1989, tel que modifié	https://www.basel.int/TheConvention/Overview/TextoftheConvention/tabid/1275/Default.aspx
S72	Kribi : le Premier ministre, chef du gouvernement est là (foundation stone of the Kribi steel complex)	Cameroon Tribune	30 déc. 2024	https://cameroon-tribune.cm/article.html/68499/fr.html/details_2
S73	Industrialisation : la voie royale de l'émergence	Cameroon Tribune	2 janv. 2025	https://cameroon-tribune.cm/article.html/68558/fr.html/details_2
S74	Zone industrialo-portuaire de Kribi (KPIZ) : jusqu'à +8 points de croissance et 150 000 emplois attendus sur 15 ans	Investir au Cameroun	4 mars 2026	https://www.investiraucameroun.com/gestion-publique/0403-23163-zone-industrialo-portuaire-de-kribi-kpiz-jusqu-a-8-points-de-croissance-et-150-000-emplois-attendus-sur-15-ans
S75	Iron Ore Quality a Potential Headwind to Green Steelmaking	Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA)	juin 2022	https://ieefa.org/sites/default/files/2022-06/Iron%20Ore%20Quality%20a%20Potential%20Headwind%20to%20Green%20Steelmaking_June%202022.pdf
S76	Global high-grade iron ore market is set to grow	Institute for Energy Economics and Financial Analysis (IEEFA)	mars 2026	https://ieefa.org/sites/default/files/2026-03/IEEFA_Global%20high-grade%20iron%20ore%20market%20is%20set%20to%20grow_March%202026_0.pdf

Id.	Titre	Éditeur	Date	Adresse
S77	Global Gateway : Namibia becomes pioneer for Africa's green transition	European Commission, International Partnerships	11 avr. 2025	https://international-partnerships.ec.europa.eu/news-and-events/news/global-gateway-namibia-becomes-pioneer-africas-green-transition-2025-04-11_en
S78	Namibia opens renewables-powered green iron plant	Energize	15 avr. 2025	https://energize.co.za/article/namibia-opens-renewables-powered-green-iron-plant
S79	Global Hydrogen Review 2025	International Energy Agency	12 sept. 2025	https://www.iea.org/reports/global-hydrogen-review-2025
S80	Cameroon's updated NDC sets 35 % conditional emission cut target for 2030	Enerdata	2021	https://www.enerdata.net/publications/daily-energy-news/cameroons-updated-ndc-sets-35-conditional-emission-cut-target-2030.html
S81	Arrêté n° 106/PM du 11 juillet 2025 portant approbation du Plan National Climat	Prime Minister of Cameroon (MINEPDED)	11 juil. 2025	https://minepded.gov.cm/wp-content/uploads/2025/08/decret-PM-plan-climat-1.pdf
S82	EU Emissions Trading System (factsheet)	International Carbon Action Partnership (ICAP)	2026	https://icapcarbonaction.com/en/ets/eu-emissions-trading-system-eu-ets
S83	Données pétrolières 2025	Société Nationale des Hydrocarbures (SNH)	juin 2026	https://snh.cm/wp-content/uploads/2026/06/Donnees-petrolieres-2025.pdf
S84	Le navire usine quitte le Cameroun, le gaz s'arrête	Camer.be	9 juil. 2026	https://www.camer.be/9391112:1/le-navire-usine-quitte-le-cameroun-le-gaz-sarrete-cameroon.html
S85	Cameroon's SNH eyes Yoyo-Yolanda and new exploration blocks to sustain gas growth	Business in Cameroon	6 juil. 2026	https://www.businessincameroon.com/energy/0607-16422-cameroon-s-snh-eyes-yoyo-yolanda-and-new-exploration-blocks-to-sustain-gas-growth
S86	Loi n° 2023/014 du 19 décembre 2023 portant Code minier	Republic of Cameroon (FAOLEX)	19 déc. 2023	https://faolex.fao.org/docs/pdf/cmr223180.pdf
S87	Port de Kribi : un terminal minéralier d'avenir (memorandum of understanding for a mineral terminal)	Port Autonome de Kribi	4 nov. 2025	Cité par son titre et sa date ; aucun lien fourni
S88	La récupération et le recyclage des déchets ferromagnétiques : analyse de la situation au Cameroun (Bidoung, Fomethé, Yantio, Melo), Déchets : revue francophone d'écologie industrielle no. 48	ENSP Yaoundé / MIPROMALO (Episciences)	4e trimestre 2007	https://eid.episciences.org/7942/pdf
S89	Cameroun : le groupe Prometal décroche 26 milliards FCFA auprès d'Afreximbank	Sikafinance	30 sept. 2026	https://www.sikafinance.com/marches/cameroun-le-groupe-prometal-decroche-26-milliards-fcfa-aupres-dafreximbank-pour-renforcer-sa-production-dacier-et-conquerir-de-nouveaux-marches_64623
S90	Cameroon Steel reference configuration RC- 1 (planning estimate) : phases, planning values, balances and indicative schedule, edition 10 October 2026	Cameroon Steel	10 oct. 2026	Values used in this paper are printed in Annexes A and D ; chart data are published with the web edition
S91	Cameroon country profile	International Hydropower Association	consulté le 10 oct. 2026	https://www.hydropower.org/country-profiles/cameroon
S92	worldsteel Short Range Outlook, April 2026	worldsteel	14 avr. 2026	https://worldsteel.org/media/press-releases/2026/worldsteel-short-range-outlook-april-2026/
S93	CBAM steel 2026 : CN codes, emission factors, costs and compliance guide (route classification), secondary source	CBAMguide	consulté le 10 oct. 2026	https://cbamguide.com/sectors/steel/

Id.	Titre	Éditeur	Date	Adresse
S94	Enhanced EAF steelmaking through continuous charging, scrap preheating (Consteel)	European Commission, Innovation Centre for Industrial Transformation	s.d., consulté le 10 oct. 2026	https://innovation-centre-for-industrial-transformation.ec.europa.eu/innovative-techniques/enhanced-eaf-steelmaking-through-continuous-charging-scrap-preheating-and
S95	Regulation (EU) 2026/1384 (steel tariff-rate quota replacing the safeguard)	Official Journal of the EU	24 juin 2026	https://eur-lex.europa.eu/eli/reg/2026/1384/oj/eng
S96	Weekly steel prices (archive 40468)	Arab Iron and Steel Union (AISU)	3 oct. 2026	https://aisusteel.org/en/archives/40468
S97	Earthquake catalogue search, 400 km radius around Kribi, magnitude 3 and above, 1900 onwards	US Geological Survey	consulté le 10 oct. 2026	https://earthquake.usgs.gov/fdsnws/event/1/query?format=csv&latitude=2.75&longitude=10.00&maxradiuskm=400&minmagnitude=3&starttime=1900-01-01
S98	IEC 62305 series, Protection against lightning	International Electrotechnical Commission	2010 et suivantes	https://webstore.iec.ch/en/publication/6793
S99	International Maritime Solid Bulk Cargoes (IMSBC) Code	International Maritime Organization	consulté le 10 oct. 2026	https://www.imo.org/en/OurWork/Safety/Pages/BulkCarriers-Default.aspx
S100	BIR warns against sliding-scale steel green standards	EUROMETAL	consulté le 10 oct. 2026	https://eurometal.net/bir-warns-against-sliding-scale-steel-green-standards/
S101	ISO 14064-3:2019, Greenhouse gases : specification for the verification and validation of GHG statements	International Organization for Standardization	2019	https://www.iso.org/standard/66455.html
S102	IFRS S2 Climate-related Disclosures	IFRS Foundation, International Sustainability Standards Board	juin 2023	https://www.ifrs.org/issued-standards/ifrs-sustainability-standards-navigator/ifrs-s2-climate-related-disclosures/
S103	Décision portant compensation tarifaire ENEO au titre de l'exercice 2024	ARSEL	27 déc. 2024	http://arsel-cm.org/wp-content/uploads/2025/12/2024-Deccision-Tarifaire-2024-du-27-12-2024.pdf
S104	CBAM legislation and guidance : implementing acts, including Implementing Regulation (EU) 2025/2620 (benchmarks) and Implementing Regulation (EU) 2025/2621 (default values)	European Commission, DG TAXUD	consulté le 10 oct. 2026	https://taxation-customs.ec.europa.eu/carbon-border-adjustment-mechanism/cbam-legislation-and-guidance_en
S105	Climate Change 2013 : The Physical Science Basis, Chapter 8, Anthropogenic and natural radiative forcing (global warming potentials ; SF6 = 23,500)	IPCC Working Group I	2013	https://www.ipcc.ch/report/ar5/wg1/
S106	SRTM 30 m digital surface model, accessed through the OpenTopoData API	NASA ; OpenTopoData	consulté le 10 oct. 2026	https://www.opentopodata.org/datasets/srtm/

Source : Cameroon Steel. Les fichiers de données des graphiques publiés avec l'édition web indiquent, pour chaque illustration, les identifiants des sources utilisées.

ANNEXE D

TABLEAUX DE DONNÉES DES FIGURES

La présente annexe reproduit les valeurs représentées dans chacune des 31 figures du livre blanc, afin que le lecteur puisse les vérifier, les réutiliser et les citer sans avoir à les lire sur un graphique. Les tableaux sont générés directement à partir des fichiers de données publiés avec l'édition web (un fichier JSON par illustration, écrit par le script qui trace les graphiques) : ils ne peuvent donc pas s'écarter des figures. Chaque tableau indique son unité et le statut de ses valeurs (sourcé, dérivé, hypothèse ou illustratif, au sens de l'annexe A) et reprend la ligne de source de la figure. Les valeurs sont arrondies comme dans les figures ; les totaux sont calculés avant arrondi. Lorsqu'une figure trace une courbe continue, le tableau en donne les valeurs à pas réguliers ; le modèle décrit à l'annexe A permet de reconstituer tout point intermédiaire. Quelques colonnes non représentées mais utiles à la lecture d'une figure (parts d'un total, écarts, sous-totaux des périmètres 1 et 2) sont ajoutées et signalées comme telles.

D.1 Synthèse et chapitre 1 : l'acier et le climat

Figure ES.1 : RC-1 et moyennes des filières selon worldsteel

Les moyennes mondiales par filière sont exprimées par tonne d'acier brut et ne sont pas ventilées par périmètre dans la figure ; les valeurs RC-1 sont exprimées par tonne de produit fini et ventilées par périmètre comme dans les barres.

Tableau D.1 Valeurs représentées à la figure ES.1, t CO₂ par tonne

Série	Périmètre 1	Périmètre 2 (226 g/kWh)	Amont DRI/HBI	Total	Base	Statut
HF-BOF, moyenne mondiale				2,34	par t d'acier brut	sourcé
Moyenne mondiale, toutes filières				1,92	par t d'acier brut	sourcé
DRI-FAE, moyenne mondiale				1,47	par t d'acier brut	sourcé
FAE à ferraille, moyenne mondiale				0,69	par t d'acier brut	sourcé
RC-1 configuration complète (1 Mt/an)	0,16	0,17	0,25	0,58	par t de produit	dérivé
RC-1 phase 1 (0,3 Mt/an)	0,11	0,22	0,25	0,58	par t de produit	dérivé

Rapportés par tonne d'acier brut, comme les moyennes de référence, les totaux RC-1 s'établissent à 0,54 (phase 1) et 0,55 (configuration complète).
Source : worldsteel, Sustainability Indicators 2025 (données 2024) [S01] ; configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification), édition du 10 octobre 2026 [S90] ; modèle WP06 (annexe A). Cellules vides : non ventilé dans la source.

Figure 1.1 : intensité carbone par filière

Indicateurs de développement durable de worldsteel pour 2024, couvrant les périmètres 1, 2 et les émissions amont, par tonne d'acier brut.

Tableau D.2 Valeurs représentées à la figure 1.1, tonnes par tonne d'acier brut (sourcé)

Filière	t CO ₂	t CO ₂ e
HF-BOF, moyenne mondiale	2,34	2,66
DRI-FAE, moyenne mondiale	1,47	1,66
FAE à ferraille, moyenne mondiale	0,69	0,71
Moyenne mondiale, toutes filières	1,92	2,18

Source : worldsteel, Sustainability Indicators 2025 report, tableau par filière ajouté en février 2026 [S01].

Figure 1.2 : émissions directes et indirectes par filière

Estimations de l'AIE pour 2019. Les émissions indirectes (électricité et produits intermédiaires achetés) correspondent à l'écart entre les deux valeurs publiées ; elles sont calculées avec un facteur d'émission du réseau mondial de 538 g/kWh.

Tableau D.3 Valeurs représentées à la figure 1.2, t CO₂ par tonne d'acier brut (sourcé)

Filière	Directes	Indirectes (écart)	Directes et indirectes
HF-BOF	1,20	1,00	2,20
DRI au gaz-FAE	1,00	0,40	1,40
FAE à ferraille	0,04	0,26	0,30
Moyenne mondiale	1,40	0,60	2,00

Source : AIE, Iron and Steel Technology Roadmap (2020) [S05].

Figure 1.3 : part de l'arc électrique dans la production et les capacités

Part de l'acier brut produit au FAE, et part des FAE dans les capacités sidérurgiques en développement dans le monde.

Tableau D.4 Valeurs représentées à la figure 1.3, % du total (sourcé)

Série	Électrique	Oxygène et autres
Production mondiale d'acier brut, 2025	30,3 %	69,7 %
Production africaine d'acier brut, 2025	89,0 %	11,0 %
Capacités mondiales en développement, 2026	50,0 %	50,0 %

Source : worldsteel, World Steel in Figures 2026 [S03] ; Global Energy Monitor, Pedal to the Metal 2026 [S14].

D.2 Chapitre 2 : comptabiliser le carbone de l'acier

Figure 2.1 : ce que compte chaque référentiel

La matrice qui sous-tend la figure, simplifiée par Cameroon Steel. Colonnes : (a) carbone du four et du four-poche ; (b) gaz consommé sur site ; © électricité du réseau ; (d) unités de fer importées ; (e) chaux, ferroalliages et électrodes ; (f) transport amont ; (g) utilisation et recyclage.

Tableau D.5 Valeurs représentées à la figure 2.1 : compté (oui), compté en partie (en partie) ou non compté (non) (sourcé)

Référentiel	(a)	(b)	©	(d)	(e)	(f)	(g)
GHG Protocol, périmètre 1	oui	oui	non	non	non	non	non
GHG Protocol, périmètre 2	non	non	oui	non	non	non	non
Seuil EP4 (périmètres 1+2)	oui	oui	oui	non	non	non	non
MACF de l'UE, fer et acier	oui	oui	non	oui	non	non	non
ISO 14404 / worldsteel	oui	oui	oui	oui	en partie	non	non
ResponsibleSteel, quasi zéro de l'AIE	oui	oui	oui	oui	en partie	non	non
Empreinte produit, du berceau à la sortie d'usine	oui	oui	oui	oui	oui	oui	non
DEP avec fin de vie (module D)	oui	oui	oui	oui	oui	oui	oui

Source : GHG Protocol [S45] ; Principes de l'Équateur EP4 [S22] ; règlement (UE) 2023/956, annexe II [S27] ; série ISO 14404 [S41][S43] ; ResponsibleSteel [S37] ; AIE [S06] ; ISO 14067 [S46] ; EN 15804+A2 [S47]. Simplification par Cameroon Steel.

Figure 2.2 : une usine, sept chiffres

La même tonne RC-1 de phase 1 à capacité nominale (0,3 Mt/an), selon sept périmètres de déclaration.

Tableau D.6 Valeurs représentées à la figure 2.2, t CO₂ par tonne

Périmètre	t CO ₂ /t	Statut
Périmètre 1 seul (direct)	0,11	dérivé
Périmètres 1+2, contrat hydroélectrique (méthode fondée sur le marché)	0,11	dérivé
Périmètres 1+2, réseau à 96 g/kWh (contrôle 2025)	0,20	dérivé
Périmètres 1+2, réseau à 226 g/kWh (2024)	0,32	dérivé
Base MACF de l'UE (direct + DRI, hors électricité)	0,36	illustratif
Base ISO 14404, par t d'acier brut	0,54	dérivé
Base ISO 14404, par t de produit	0,58	dérivé

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; facteurs d'émission du réseau d'Ember via Our World in Data [S48] et de l'ARSEL [S50] ; périmètre MACF selon le règlement (UE) 2023/956 [S27].

D.3 Chapitre 3 : le facteur d'émission du réseau

Figure 3.1 : mix de production et intensité du réseau camerounais

Partie gauche : production par source en 2024 (Ember) et en 2025 (ARSEL). Partie droite : intensité moyenne du réseau de 2010 à 2024 et contrôle dérivé pour 2025 (annexe A).

Tableau D.7 Valeurs représentées à la figure 3.1 (gauche) : production par source (sourcé)

Source	2024, TWh	2024, part	2025, TWh	2025, part
Hydroélectricité	5,23	72,0 %	7,27	89,6 %
Gaz	1,60	22,0 %	0,56	6,9 %
Fioul	0,35	4,8 %	0,22	2,7 %
Solaire	0,04	0,6 %	0,07	0,8 %
Bioénergie	0,04	0,6 %	0,00	0,0 %
Total	7,26	100 %	8,12	100 %

Tableau D.8 Valeurs représentées à la figure 3.1 (droite) : intensité moyenne du réseau, g CO₂e/kWh (sourcé)

Année	g/kWh	Année	g/kWh	Année	g/kWh
2010	206	2015	337	2020	320
2011	192	2016	300	2021	298
2012	168	2017	288	2022	281
2013	240	2018	324	2023	224
2014	282	2019	306	2024	226

Contrôle 2025 (dérivé ; estimation) : 74 g/kWh en ne comptant que la combustion et 96 g/kWh en ajoutant les émissions en cycle de vie des énergies renouvelables, sur la base du taux d’émission fossile implicite des données de 2024 (771 g/kWh de production fossile).
Source : Ember via Our World in Data, intensité carbone et production par source [S48][S49] ; ARSEL, Rapport d’activités 2025 [S50] ; facteurs en cycle de vie de l’hydroélectricité (24 g), du solaire (48 g) et de la bioénergie (230 g) tirés du GIEC, AR5, annexe III [S58]. Contrôle 2025 dérivé par Cameroon Steel (annexe A).

Figure 3.2 : intensités des réseaux comparées

Intensité carbone moyenne de la production d’électricité en 2024, par ordre croissant.

Tableau D.9 Valeurs représentées à la figure 3.2, g CO₂e/kWh, 2024 (sourcé)

Pays ou région	g/kWh	Pays ou région	g/kWh
Éthiopie	23	Turquie	470
Norvège	30	Monde	471
Namibie	49	Nigeria	496
Kenya	85	Chine	555
Brésil	106	Égypte	574
Union européenne (27)	211	Algérie	633
Cameroun	226	Indonésie	680
Allemagne	336	Inde	705
États-Unis	384	Afrique du Sud	717

Source : Ember via Our World in Data, intensité carbone de la production d’électricité, consulté le 10 octobre 2026 [S48].

Figure 3.3 : intensité RC-1 de phase 1 selon le facteur d'émission du réseau

Valeurs des deux courbes tous les 50 g/kWh et aux quatre points signalés. L'intensité varie linéairement avec le facteur d'émission ; la courbe incluant l'amont des unités de fer croise la moyenne FAE à ferraille de worldsteel (0,69) vers 343 g/kWh.

Tableau D.10 Valeurs représentées à la figure 3.3, t CO₂ par tonne de produit (dérivé)

Facteur du réseau, g CO ₂ /kWh	Périmètres 1+2	Périmètres 1+2 + amont DRI/HBI
0	0,11	0,36
50	0,15	0,41
100	0,20	0,46
150	0,25	0,50
200	0,30	0,55
250	0,35	0,60
300	0,40	0,65
350	0,44	0,70
400	0,49	0,75
450	0,54	0,79
500	0,59	0,84
550	0,64	0,89
600	0,68	0,94
650	0,73	0,99
700	0,78	1,03
750	0,83	1,08
800	0,88	1,13

Tableau D.11 Points signalés à la figure 3.3 (dérivé)

Réseau	g CO ₂ /kWh	Périmètres 1+2	Amont compris
Cameroun 2024	226	0,32	0,58
Monde	471	0,56	0,81
Chine	555	0,64	0,90
Afrique du Sud	717	0,80	1,05

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; facteurs d'émission du réseau d'Ember via Our World in Data [S48] ; moyennes par filière de worldsteel [S01].

D.4 Chapitre 4 : une empreinte illustrative

Figure 4.1 : chaîne de procédé et points d'émission

La figure 4.1 est un schéma. Le tableau en reprend les éléments, le point d'émission associé à chacun et les valeurs de planification RC-1 qui y figurent.

Tableau D.12 Éléments de la figure 4.1 (illustratif)

Élément	Valeur de planification RC-1	Point d'émission
Ferraille	environ 70 % de la charge métallique	aucun point d'émission indiqué
DRI/HBI importé	environ 30 % de la charge métallique	amont : DRI produit à l'étranger
Four à arc électrique	classe 40 t	périmètre 1 : électrodes, carbone de charge, chaux ; périmètre 2
Four-poche		périmètre 2
Coulée continue de billettes		périmètre 2
Réchauffage	induction (phase 1) ou gaz (phases 2 et 3)	périmètre 2 (induction) ; périmètre 1 (gaz, phases 2 et 3)
Laminoirs à fil machine et à ronds à béton, ou billettes marchandes	profilés ultérieurement	périmètre 2
Alimentation par le réseau	225 kV, à dominante hydroélectrique, 226 g/kWh en 2024	périmètre 2 : électricité

Source : configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90]. Schéma simplifié.

Figure 4.2 : empreinte annuelle par phase

Émissions annuelles à capacité nominale, en milliers de tonnes de CO₂ (kt). Le seuil des Principes de l'Équateur tracé sur la figure est de 100 kt/an pour les périmètres 1 et 2.

Tableau D.13 Valeurs représentées à la figure 4.2, kt CO₂ par an (dérivé)

Phase	Périmètre 1	Périmètre 2	Périmètres 1+2	Amont DRI/HBI	Total
Phase 1, 0,3 Mt/an	31,9	65,3	97,2	76,2	173,4
Phases 1+2, 0,5 Mt/an	67,8	95,3	163,1	126,9	290,0
Configuration complète, 1,0 Mt/an	157,4	170,2	327,7	253,9	581,5

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; Principes de l'Équateur EP4 [S22].

Figure 4.3 : une tonne de produit de phase 1, par source

Composantes de l'intensité RC-1 de phase 1 par tonne de rond à béton et de fil machine.

Tableau D.14 Valeurs représentées à la figure 4.3, t CO₂ par tonne de produit fini (dérivé)

Composante	t CO ₂ /t	Part du total
FAE et four-poche, direct (périmètre 1)	0,106	18 %
Électricité de l'aciérie (périmètre 2)	0,125	22 %
Chauffage par induction (périmètre 2)	0,068	12 %
Électricité du laminage (périmètre 2)	0,025	4 %
Périmètres 1+2	0,324	56 %
Amont DRI/HBI importé	0,254	44 %
Total	0,578	100 %

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] (annexe A).

Figure 4.4 : sensibilité paramètre par paramètre

Variation de l'intensité RC-1 de phase 1 lorsque chaque paramètre est porté aux bornes basse et haute de sa plage, les autres restant à leur valeur centrale. Base : 0,578 t CO₂/t amont des unités de fer compris ; 0,324 t CO₂/t pour les périmètres 1 et 2. Le cas de la part de DRI intègre la surconsommation électrique du four liée au DRI. La figure représente le total ; les colonnes des périmètres 1 et 2 sont ajoutées pour référence.

Tableau D.15 Valeurs représentées à la figure 4.4, variation en t CO₂ par tonne de produit (dérivé)

Paramètre et plage (bas à haut)	Total, bas	Total, haut	Pér. 1+2, bas	Pér. 1+2, haut
Part de DRI importé dans la charge, 20 % à 50 %	-0,088	+0,176	-0,003	+0,007
Facteur amont du DRI/HBI, 0,5 à 0,9 t/t	-0,073	+0,073	0,000	0,000
Facteur d'émission du réseau, 200 à 300 g/kWh	-0,025	+0,071	-0,025	+0,071
Facteur direct du FAE, 0,06 à 0,15 t/t d'acier liquide	-0,043	+0,053	-0,043	+0,053
Chauffage par induction, 150 à 400 kWh/t	-0,034	+0,023	-0,034	+0,023
Électricité du FAE, 347 à 500 kWh/t	-0,025	+0,012	-0,025	+0,012
Rendement coulée-laminage, 0,96 à 0,92	-0,010	+0,011	-0,005	+0,005
Rendement métallique, 0,91 à 0,85	-0,008	+0,009	0,000	0,000
Électricité du laminage, 70 à 140 kWh/t	-0,009	+0,007	-0,009	+0,007
Électricité des auxiliaires, 50 à 100 kWh/t	-0,005	+0,007	-0,005	+0,007

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; surconsommation électrique d'environ 14,5 kWh/t par tranche de 10 points de DRI dans la charge, d'après l'Innovation Centre for Industrial Transformation de la Commission européenne [S15].

Figure 4.5 : part de DRI et intensité amont

Intensité RC-1 de phase 1, amont des unités de fer compris, en t CO₂ par tonne de produit, réseau à 226 g/kWh. Colonnes : part du DRI/HBI importé dans la charge métallique (complément en ferraille). Lignes : intensité amont du DRI/HBI, en t CO₂ par tonne. La base RC-1 correspond à la cellule 30 % et 0,7 t/t.

Tableau D.16 Valeurs représentées à la figure 4.5, t CO₂ par tonne de produit (dérivé)

Amont t/t	10 %	15 %	20 %	25 %	30 %	35 %	40 %	45 %	50 %	55 %	60 %
0,1	0,33	0,34	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,38	0,39	0,40	0,41
0,2	0,34	0,36	0,37	0,38	0,40	0,41	0,42	0,44	0,45	0,47	0,48
0,3	0,35	0,37	0,39	0,41	0,43	0,45	0,47	0,49	0,51	0,53	0,55
0,4	0,37	0,39	0,42	0,44	0,47	0,50	0,52	0,55	0,57	0,60	0,62
0,5	0,38	0,41	0,44	0,47	0,51	0,54	0,57	0,60	0,63	0,67	0,70
0,6	0,39	0,43	0,47	0,50	0,54	0,58	0,62	0,66	0,69	0,73	0,77
0,7	0,40	0,45	0,49	0,53	0,58	0,62	0,67	0,71	0,75	0,80	0,84
0,8	0,41	0,46	0,51	0,56	0,61	0,66	0,71	0,76	0,81	0,86	0,91
0,9	0,43	0,48	0,54	0,59	0,65	0,71	0,76	0,82	0,88	0,93	0,99
1,0	0,44	0,50	0,56	0,62	0,69	0,75	0,81	0,87	0,94	1,00	1,06

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; surconsommation électrique liée au DRI d'après [S15] ; plage du fer à l'hydrogène examinée au chapitre 6.

D.5 Chapitre 5 : les mécanismes d'ajustement carbone aux frontières

Figure 5.1 : montée en charge du MACF

Le facteur MACF est la part du référentiel encore couverte par l'allocation gratuite dans l'ajustement ; le complément est facturé à la frontière.

Tableau D.17 Valeurs représentées à la figure 5.1, % du référentiel MACF (sourcé)

Année	Facteur MACF (allocation gratuite)	Part supprimée, facturée à la frontière
2026	97,5 %	2,5 %
2027	95,0 %	5,0 %
2028	90,0 %	10,0 %
2029	77,5 %	22,5 %
2030	51,5 %	48,5 %
2031	39,0 %	61,0 %
2032	26,5 %	73,5 %
2033	14,0 %	86,0 %
2034	0,0 %	100,0 %

Source : directive (UE) 2023/959 modifiant la directive SEQUE-UE, calendrier de suppression progressive de l'allocation gratuite [S28] ; règles d'application du MACF [S31].

Figure 5.2 : charge brute au titre du MACF, sur la base MACF

Charge brute par tonne à un prix du certificat MACF de 82,32 €/t CO₂, avant ajustement au titre de l'allocation gratuite et avant tout prix du carbone acquitté à l'origine, sur la base MACF applicable à l'acier (émissions directes et des précurseurs, électricité achetée non comptée). Les filières à partir du minerai sont présentées en fourchette : borne basse, estimation des émissions directes de l'AIE ; borne haute, moyenne worldsteel 2024 tous périmètres.

Tableau D.18 Valeurs représentées à la figure 5.2 (illustratif)

Série	t CO ₂ /t, base MACF	€ par tonne, brut
Moyenne HF-BOF	1,20 à 2,34	99 à 193
Moyenne DRI au gaz-FAE	1,00 à 1,47	82 à 121
RC-1 configuration complète	0,41	34
RC-1 phase 1	0,36	30
RC-1 phase 1, DRI acheté à 0,5 t/t	0,29	24
FAE 100 % ferraille (modèle RC-1, sans DRI)	0,11	9

Source : Commission européenne, prix des certificats MACF [S26] ; règlement (UE) 2023/956, annexe II [S27] ; AIE [S05] ; worldsteel [S01] ; modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90].

Figure 5.3 : charge nette au titre du MACF dans le temps

Charge nette par tonne à prix constant de 82,32 €/t CO₂, sur la base MACF, après déduction du référentiel multiplié par le facteur MACF de chaque année. Référentiels appliqués (t CO₂/t, tels que publiés pour la bobine laminée à chaud et utilisés comme approximation pour les produits longs) : HF-BOF 1,370, DRI-FAE 0,481, FAE à ferraille 0,072 ; RC-1 et le four 100 % ferraille sont rapportés au référentiel du FAE à ferraille. Les filières à partir du minerai sont présentées en fourchette (bas à haut).

Tableau D.19 Valeurs représentées à la figure 5.3, € par tonne (illustratif)

Année	RC-1 phase 1	RC-1 complète	FAE 100 % ferraille	HF-BOF	DRI au gaz-FAE
2026	23,9	28,1	3,0	0 à 83	44 à 82
2027	24,0	28,2	3,1	0 à 85	45 à 83
2028	24,3	28,5	3,4	0 à 91	47 à 85
2029	25,1	29,3	4,2	11 à 105	52 à 90
2030	26,6	30,8	5,7	41 à 135	62 à 101
2031	27,3	31,5	6,4	55 à 149	67 à 106
2032	28,1	32,3	7,2	69 à 163	72 à 111
2033	28,8	33,0	7,9	83 à 177	77 à 115
2034	29,7	33,9	8,8	99 à 193	82 à 121

Source : comme pour la figure 5.2 ; référentiels tels que publiés pour la bobine laminée à chaud, utilisés comme approximation pour les produits longs [S31] [S104] ; facteur MACF [S28].

D.6 Chapitre 6 : le fer vert

Figure 6.1 : intensités des filières à partir du minerai

Intensités publiées et dérivées des filières sidérurgiques à partir du minerai, en t CO₂ (ou CO₂e) par tonne d'acier. Les valeurs Energiron sont dérivées en appliquant les pourcentages annoncés à la moyenne haut fourneau de worldsteel (2,34).

Tableau D.20 Valeurs représentées à la figure 6.1, t CO₂ par tonne

Filière	t CO ₂ /t	Statut	Source
HF-BOF, moyenne mondiale	2,34	sourcé	[S01]
DRI au gaz-FAE, moyenne mondiale	1,47	sourcé	[S01]
Energiron au gaz naturel (53 % sous HF-BOF)	1,10	dérivé	[S15]
Projet Saarstahl/Dillinger, DRI au gaz-FAE	1,10	sourcé	[S18]
RC-1 phase 1, 30 % de DRI importé (par t de produit)	0,58	dérivé	[S90]
Saarstahl/Dillinger, hydrogène et électricité verts	0,34	sourcé	[S18]
Energiron à 100 % d'hydrogène (86 % sous HF-BOF)	0,33	dérivé	[S15]

Le seuil « quasi zéro » de l'AIE tracé sur la figure est de 0,40 t CO₂e par tonne d'acier brut à 0 % de ferraille [S06]. Source : worldsteel [S01] ; Innovation Centre for Industrial Transformation de la Commission européenne, pages Energiron et POWER4STEEL [S15][S18] ; seuil « quasi zéro » de l'AIE [S06] ; modèle WP06 [S90]. Valeurs Energiron dérivées en appliquant les pourcentages annoncés à la moyenne haut fourneau de worldsteel.

Figure 6.2 : production de DRI, 2025

Production en millions de tonnes (Mt) ; total mondial 151,0 Mt.

Tableau D.21 Valeurs représentées à la figure 6.2, Mt de DRI, 2025 (sourcé)

Producteur	Mt	Part de la production mondiale
Inde	58,80	38,9 %
Iran	37,20	24,6 %
Algérie	6,70	4,4 %
Égypte	6,06	4,0 %
Libye	1,75	1,2 %
Afrique subsaharienne	0,09	0,1 %

Source : Midrex Technologies, 2025 World Direct Reduction Statistics [S13] ; estimation pour l'Afrique de l'Est : worldsteel, World Steel in Figures 2026 [S03].

Figure 6.3 : électricité nécessaire à la réduction directe à l'hydrogène

Électricité annuelle, en TWh. Besoin en hydrogène : 54 kg H2 par tonne de DRI ; électrolyse : 45 à 52 MWh par tonne de H2.

Tableau D.22 Valeurs représentées à la figure 6.3, TWh par an

Poste	Bas	Haut	Statut
Hydrogène pour les unités de fer de RC-1 à 1 Mt/an (0,36 Mt de DRI)	0,88	1,02	dérivé
Hydrogène pour un module de réduction directe de 1 Mt/an	2,43	2,81	dérivé
Centrale de Nachtigal, 12 mois à mai 2026	3,61	3,61	sourcé
Production totale du Cameroun, 2025	8,12	8,12	sourcé

Source : besoin en hydrogène [S17] ; rendement des électrolyseurs [S05] ; production de Nachtigal [S52] ; production nationale [S50] ; potentiel hydroélectrique [S53]. Dérivé par Cameroon Steel (annexe A).

Figure 6.4 : une trajectoire par étapes vers le fer vert

La figure 6.4 est un schéma. Chaque étape est optionnelle et conditionnelle ; aucune ne constitue un engagement du présent livre blanc.

Tableau D.23 Éléments de la figure 6.4 (illustratif)

Étape	Configuration	Condition
1. Dès la première coulée (2030)	Ferraille et DRI/HBI importé certifié	mesurer, vérifier, acheter des unités de fer bas carbone
2. Plus tard, après les phases principales	Module national de réduction directe au gaz, compatible hydrogène, alimenté en boulettes de qualité DR	suppose un concentré de qualité DR et un contrat de gaz
3. Avec la croissance de l'hydroélectricité	Hydrogène mélangé au gaz réducteur	suppose une hydroélectricité garantie et peu coûteuse et des électrolyseurs
4. Long terme	DRI à l'hydrogène et HBI vert, y compris pour l'exportation	suppose un dispositif MRV conforme au MACF et des acheteurs prêts à payer

Source : configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification), module de réserve [S90] ; analyse du présent chapitre.

D.7 Chapitre 7 : risques climatiques et adaptation

Figure 7.1 : pluviométrie mensuelle à Kribi

Pluviométrie mensuelle moyenne à la station de Kribi, 1937 à 1976, en millimètres ; moyenne annuelle d'environ 2 836 mm.

Tableau D.24 Valeurs représentées à la figure 7.1, mm par mois (sourcé)

Mois	janv.	févr.	mars	avr.	mai	juin
mm	92	118	201	261	343	274

Tableau D.25 Valeurs représentées à la figure 7.1 (suite), mm par mois (sourcé)

Mois	juil.	août	sept.	oct.	nov.	déc.
mm	112	231	502	492	201	94

Source : Olivry, Monographie du Nyong et des fleuves côtiers, ORSTOM (1979), chronique homogénéisée de la station de Kribi, 1937 à 1976 [S60].

Figure 7.2 : pluie journalière par période de retour

Ajustement statistique de la chronique de la station (sourcé) et mêmes valeurs majorées d'environ 7 % par degré de réchauffement mondial (majoration illustrative).

Tableau D.26 Valeurs représentées à la figure 7.2, mm en 24 heures (illustratif)

Période de retour	Ajustement station	+1 °C (+7 %)	+2 °C (+14,5 %)
2 ans	144	154	165
10 ans	193	206	221
50 ans	243	260	278
100 ans	264	282	302

Source : ajustement de Pearson III de la station de Kribi [S60] ; GIEC, AR6, groupe de travail I, évolution des précipitations journalières extrêmes avec le réchauffement [S59]. Majoration appliquée par Cameroon Steel.

Figure 7.3 : niveau de la mer et évolution du trait de côte

Partie gauche : fourchette probable de l'élévation du niveau moyen mondial de la mer en 2100 par rapport à la période 1995 à 2014 (GIEC, AR6). Partie droite : vitesse moyenne d'évolution du trait de côte à Kribi ; les valeurs positives traduisent une avancée, les valeurs négatives un recul.

Tableau D.27 Valeurs représentées à la figure 7.3 (gauche), mètres en 2100 (sourcé)

Scénario	Borne basse	Borne haute
SSP2-4.5	0,44	0,76
SSP5-8.5	0,63	1,01

La figure signale également l'éventualité peu probable mais à fort impact d'une élévation pouvant atteindre environ 2 m en 2100 [S59].

Tableau D.28 Valeurs représentées à la figure 7.3 (droite), mètres par an (sourcé)

Période	Évolution moyenne du trait de côte
1973 à 2000	+0,4
2000 à 2015	-0,9
2015 à 2020	-2,0

Source : GIEC, AR6, groupe de travail I, résumé à l'intention des décideurs [S59] ; Fendoung, Tchindjang et Hubert-Ferrari (2022) [S62].

D.8 Chapitre 8 : la circularité

Figure 8.1 : intensité selon la part de ferraille

Intensité RC-1 de phase 1, amont des unités de fer compris, en t CO₂ par tonne de produit, réseau à 226 g/kWh, surconsommation électrique du four liée au DRI incluse. Le complément de la charge est constitué d'unités de fer importées à l'intensité amont indiquée. Chaque tranche supplémentaire de 10 points de ferraille modifie l'intensité de -0,088 t CO₂/t avec du DRI au gaz.

Tableau D.29 Valeurs représentées à la figure 8.1, t CO₂ par tonne de produit (dérivé)

Part de ferraille dans la charge	DRI au gaz importé à 0,7 t/t	Unités de fer à l'hydrogène à 0,2 t/t
50 %	0,75	0,45
55 %	0,71	0,44
60 %	0,67	0,42
65 %	0,62	0,41
70 %	0,58	0,40
75 %	0,53	0,38
80 %	0,49	0,37
85 %	0,45	0,36
90 %	0,40	0,34
95 %	0,36	0,33

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; surconsommation électrique liée au DRI [S15].

Figure 8.2 : besoin en ferraille et gisement national

Besoin annuel de RC-1 en ferraille à capacité nominale (dérivé), comparé à la seule estimation publiée du gisement national de ferraille (données de 2006) et à l'hypothèse de planification RC-1 pour l'approvisionnement national (fourchette de 0 à 60 kt).

Tableau D.30 Valeurs représentées à la figure 8.2, kt/an

Série	kt/an	Statut
Besoin en ferraille de RC-1, configuration complète	846,2	dérivé
Besoin en ferraille de RC-1, phase 1	253,9	dérivé
Gisement national, étude de 2006 (haut)	61,8	sourcé

Série	kt/an	Statut
Gisement national, étude de 2006 (bas)	53,0	sourcé
Hypothèse de planification RC-1, ferraille nationale	30,0	hypothèse

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; Bidoung et al. (2007), données de 2006 [S88].

Figure 8.3 : résidus et zinc

Résidus annuels à capacité nominale et zinc contenu dans les poussières de four à une teneur de 20 % à 30 %, en milliers de tonnes (kt).

Tableau D.31 Valeurs représentées à la figure 8.3, kt/an (dérivé)

Phase	Laitier de FAE et de four-poche	Calamine	Poussières de FAE (dangereuses)	Zinc, bas	Zinc, haut
Phase 1	44,7	6,0	4,8	1,0	1,4
Phases 1+2	74,5	10,0	8,0	1,6	2,4
Configuration complète	148,9	20,0	16,0	3,2	4,8

Source : configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) : laitier 140 kg/t, poussières 15 kg/t, calamine 20 kg/t [S90] ; référence de la SFI pour les résidus solides [S20] ; plage de teneur en zinc [S69]. Dérivé par Cameroon Steel.

D.9 Chapitre 9 : financement et référentiels

Figure 9.1 : périmètres 1 et 2 au regard des seuils des prêteurs

Périmètres 1 et 2 à capacité nominale, en kt CO₂ par an, au facteur d'émission du réseau de 2024 et aux bornes de la plage indiquée par les moustaches. Seuils : NP 3 de la SFI, 25 kt ; Principes de l'Équateur EP4, 100 kt. Les combustibles annexes (gazole, GPL) et le SF6 des appareillages, représentés par un segment pâle, ne figurent pas dans les bilans RC-1 ; leurs valeurs sont des hypothèses (annexe A).

Tableau D.32 Valeurs représentées à la figure 9.1, kt CO₂ par an, périmètres 1+2 (dérivé)

Phase	Réseau à 226 g/kWh (barre)	Réseau à 96 g/kWh	Réseau à 300 g/kWh	Combustibles annexes et SF6, central (fourchette)
Phase 1	97,2	59,7	118,6	4,9 (3,3 à 6,6)
Phases 1+2	163,1	108,3	194,3	8,1 (5,4 à 10,9)
Configuration complète	327,7	229,7	383,4	16,1 (10,7 à 21,5)

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; NP 3 de la SFI [S21] ; Principes de l'Équateur EP4 [S22].

Figure 9.2 : seuils à échelle mobile

Seuils en t CO₂e par tonne d'acier brut en fonction de la part de ferraille dans la charge métallique, calculés avec les formules utilisées pour tracer la figure : seuil « quasi zéro » de l'AIE égal à 0,40 moins 0,35 fois la part de ferraille ; niveau de progrès 1 de ResponsibleSteel interpolé linéairement entre 2,34 à 20 % de ferraille et 0,96 à 80 % (non défini en dehors de cet intervalle).

Tableau D.33 Courbes de seuil représentées à la figure 9.2, t CO₂e par tonne d'acier brut (sourcé)

Part de ferraille	ResponsibleSteel, niveau de progrès 1	Seuil « quasi zéro » de l'AIE
0 %	non défini	0,40
10 %	non défini	0,37
20 %	2,34	0,33
30 %	2,11	0,30
40 %	1,88	0,26
50 %	1,65	0,23
60 %	1,42	0,19
70 %	1,19	0,16
80 %	0,96	0,12
90 %	non défini	0,09
100 %	non défini	0,05

Position de RC-1 en phase 1 (dérivée) : 0,54 t CO₂ par tonne d'acier brut à environ 70 % de ferraille, contre 1,19 pour le niveau de progrès 1 et 0,16 pour le seuil « quasi zéro » à la même part de ferraille.

Source : AIE (2022) [S06] ; ResponsibleSteel, Decarbonisation Progress Levels (2024) [S37] ; modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90].

D.10 Chapitre 10 : trajectoire et recommandations

Figure 10.1 : trajectoire illustrative de décarbonation

RC-1 à 1 Mt/an, leviers appliqués de façon cumulative, en t CO₂ par tonne de produit, amont des unités de fer compris. Le seuil « quasi zéro » de l'AIE à 75 % de ferraille, converti par tonne de produit, s'établit à 0,15.

Tableau D.34 Valeurs représentées à la figure 10.1, t CO₂ par tonne de produit (illustratif)

Étape (cumulative)	Variation	Total après l'étape	dont périmètres 1+2
RC-1 à 1 Mt/an (base)		0,582	0,328
Efficacité de l'aciérie et des laminoirs	-0,013	0,569	0,315
Réduction du carbone direct	-0,021	0,547	0,293
Réchauffage efficace	-0,006	0,541	0,287
Réseau à 100 g/kWh	-0,088	0,454	0,200
Davantage de ferraille dans la charge (nationale ou importée)	-0,043	0,411	0,199
DRI moins carboné, 0,5 t/t	-0,060	0,350	0,199
Fer à l'hydrogène, 0,2 t/t	-0,091	0,260	0,199

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; surconsommation électrique liée au DRI [S15] ; intensité du fer à l'hydrogène dérivée de [S15] ; seuil « quasi zéro » de l'AIE [S06].

Figure 10.2 : une trajectoire indicative

Les années sont indicatives et ne constituent pas des engagements. La figure trace également la moyenne mondiale du FAE à ferraille selon worldsteel, soit 0,69 t CO₂ par tonne d'acier brut.

Tableau D.35 Valeurs représentées à la figure 10.2, t CO₂ par tonne de produit (illustratif)

Année	Point	Amont des unités de fer compris	Périmètres 1+2
2031	Phase 1 à capacité nominale	0,58	0,32
2035	1 Mt/an, base	0,58	0,33
2038	leviers connus	0,35	0,20
2042	unités de fer à l'hydrogène	0,26	0,20

Source : modèle WP06 appliqué à la configuration de référence RC-1 de Cameroon Steel (estimation de planification) [S90] ; phasage tiré du calendrier indicatif de RC-1 [S90] ; moyenne du FAE à ferraille de worldsteel [S01].

CAMEROON STEEL

DE LA RESSOURCE MINÉRALE À LA VALEUR INDUSTRIELLE

Cameroon Steel développe un complexe sidérurgique réalisé par phases à Mboro, dans la Zone industrialo-portuaire de Kribi, en commençant par une aciérie électrique produisant des billettes destinées au fil machine, au rond à béton et à la vente. Le présent livre blanc est publié à titre d'information et ne constitue ni une offre ni un engagement.