

# L'Industrie Siderurgique de la France et sa Feuille de Route de Décarbonisation : Tirer Parti des Ressources pour une Croissance Durable

Grok LLM and Prof. Fabio Miani  
DPIA Département d'Ingénierie et d'Architecture Polytechnique  
Université d'Udine, Italie

Novembre 2025

## Résumé

Cette étude analyse le secteur sidérurgique de la France dans le contexte de son engagement national vers des émissions nettes zéro d'ici 2050, en mettant l'accent sur l'intégration de ressources renouvelables avec des technologies émergentes de décarbonisation. En tant que producteur mondial d'acier brut avec 12,5 millions de tonnes en 2024 (classé 15e mondial), la France fait face au double défi de stimuler la croissance axée sur les infrastructures tout en réduisant les émissions de son industrie en expansion. S'appuyant sur des développements politiques récents, y compris le Plan d'Action Acier et Métaux de l'UE de 2025, l'analyse met en lumière trois leviers clés : l'expansion des fours à arc électrique (EAF) basés sur la ferraille, l'adoption d'hydrogène vert et le déploiement de la capture, utilisation et stockage du carbone (CCUS). La politique industrielle pilotée par l'État en France, coordonnée à travers les ministères et alignée sur la gouvernance de l'UE, positionne le pays comme un potentiel hub d'acier vert en Europe occidentale, contrastant avec des modèles contraints par les ressources ailleurs. Les insights sont triangulés à partir de documents politiques, de rapports sectoriels et de modélisation de scénarios assistée par IA, soulignant des opportunités pour une collaboration internationale en transfert de technologie et commerce.

## 1 Introduction

L'industrie sidérurgique de la France est cruciale pour sa vision de devenir une économie à haut revenu sous le cadre « France 2050 ». Avec une production d'acier brut atteignant 12,5 millions de tonnes métriques (mt) en 2024 — une augmentation modeste de 2,1% par rapport à 2023 — le secteur soutient des demandes croissantes en infrastructures liées à l'urbanisation, aux transports et à la fabrication [14]. Représentant environ 1-2% du PIB, l'acier sous-tend des industries clés comme l'automobile, la construction et la production d'acier inoxydable, où les ressources renouvelables de la France (éolien et solaire, avec un potentiel de 1 200 GW) confèrent un avantage compétitif [13].

Cependant, l'expansion rapide amplifie les pressions environnementales : le secteur émet environ 22-27 millions de mt de CO<sub>2</sub> par an, représentant 6-8% des émissions industrielles nationales [6]. Aligné sur la Contribution Déterminée au Niveau National (NDC) améliorée de la France, visant une réduction inconditionnelle de 40% d'ici 2030 et zéro net d'ici 2050, le gouvernement a finalisé sa Feuille de Route de Décarbonisation Industrielle en avril 2025, englobant l'acier aux côtés du ciment, des engrains et des produits chimiques [4]. Cette feuille de route déplace les voies dépendantes des combustibles fossiles de haut-fourneau-convertisseur à oxygène basique (BF-BOF) vers des alternatives bas-carbone, exploitant des ressources domestiques comme le sable de fer et la ferraille.

Par contraste avec l'approche de méga-échelle coordonnée par l'État en Chine ou la gouvernance multi-niveau de l'UE, le modèle français combine un nationalisme des ressources (p.ex., incitations au traitement domestique) avec des incitations vertes pragmatiques. Cet article emploie une méthodologie mixte — cartographie des politiques via des outils d'IA (p.ex., Grok pour la synthèse de scénarios) et validation experte

— pour disséquer l'architecture, les réalités de mise en œuvre et les implications globales de la stratégie de décarbonisation de l'acier en France.

## 2 Approche Méthodologique : Analyse des Politiques Améliorée par l'IA

L'analyse intègre des modèles de langage grands pour un balayage rapide des politiques et une projection de scénarios, ancrée dans l'expertise métallurgique. Les outils clés incluent :

- **Grok (xAI)** : Pour synthétiser les scénarios de feuille de route, les variations régionales de mise en œuvre et le benchmarking international.
- **Sources Secondaires** : Feuilles de route gouvernementales, rapports IEA/UNIDO et données sectorielles pour validation.

Les sorties sont croisées contre des pilotes réels, assurant un équilibre entre objectifs aspirants et voies réalisables. Cette approche hybride comble les lacunes de données sur les marchés émergents comme la France, où la littérature politique sur la décarbonisation de l'acier reste naissante [2].

## 3 Architecture Politique Française : Un Cadre Piloté par les Ressources

La gouvernance de l'acier en France opère sous une structure centralisée mais incitative, menée par trois ministères centraux :

- **Ministère de l'Économie, des Finances et de la Souveraineté Industrielle et Numérique** : Supervise la capacité de production, les normes technologiques et les politiques de traitement en aval (p.ex., interdiction d'exportations de minerai brut pour booster la fusion domestique).
- **Ministère de la Transition Écologique et de la Cohésion des Territoires** : Gère les chaînes d'approvisionnement en matières premières, incluant l'exploration de sable de fer et la certification d'hydrogène vert.
- **Ministère du Travail, du Plein Emploi et de l'Insertion** : Applique les normes d'émissions et les réglementations CCUS sous la Loi CCUS de 2024.

La hiérarchie politique descend des plans nationaux aux instruments sectoriels spécifiques :

1. **Engagements Nationaux** : Le Plan National Intégré Énergie-Climat (PNIEC) 2021-2030, mis à jour en 2025, intègre la décarbonisation de l'acier dans le Pacte Vert européen, sécurisant 25 milliards d'euros en financement international pour les renouvelables et les technologies propres [8].
2. **Directives Sectorielles** : La Feuille de Route de Décarbonisation Industrielle mandate une réduction de 55% de l'intensité d'émissions dans l'acier d'ici 2030 via l'expansion EAF et l'efficacité matérielle [1].
3. **Outils de Mise en Œuvre** : Incitations fiscales pour les investissements verts (p.ex., congés fiscaux de 35%), quotas obligatoires d'utilisation de ferraille (cible de 30% d'ici 2030) et hubs CCUS pour le stockage transfrontalier.
4. **Écosystèmes de Soutien** : Objectifs d'énergie renouvelable (80% d'ici 2030, per PNIEC) habilitent la production d'hydrogène vert, avec 12 projets CCUS prévus pour 2026 [5].

## 4 Trois Piliers Opérationnels de la Décarbonisation de l'Acier

### 4.1 Pilier 1 : Expansion EAF Basée sur la Ferraille et Économie Circulaire

Le mix acier français est dominant en EAF (65-75% de capacité), favorisant la ferraille sur les voies basées sur le minerai [3]. La feuille de route accélère ce virage :

- **Objectifs** : Augmenter l'utilisation de ferraille à 9-11 millions de mt annuelles d'ici 2030, réduisant les émissions à 0,35-0,45 tCO<sub>2</sub>/t acier (vs. 1,9 pour BF-BOF).
- **Initiatives** : Réseaux nationaux de collecte de ferraille, soutenus par des incitations au recyclage compatibles OMC post-résolution de litiges acier inox en 2025 [10].
- **Défis** : Éléments trams dans la ferraille dégradent la qualité ; les politiques promeuvent un tri avancé via des installations IA.

## 4.2 Pilier 2 : Intégration d'Hydrogène Vert

Exploitant l'éolien/solaire bon marché (potentiel 1 200 GW), la France pilote H2-DRI-EAF :

- **Pilotes** : Collaboration ArcelorMittal à Dunkerque avec Engie pour 150 000 t/y de H<sub>2</sub> vert d'ici 2027 ; soutenu par l'IESR pour le développement de marché vers l'export en Allemagne/Belgique [7].
- **Soutien Politique** : Règlement 112/2022 certifie le H<sub>2</sub> vert, visant 3 GW de capacité d'électrolyse d'ici 2030.
- **Réalités** : Coûts (2-4 €/kg H<sub>2</sub>) dépendent de l'échelle RE ; hubs régionaux en Hauts-de-France minimisent la logistique.

## 4.3 Pilier 3 : CCUS comme Technologie Pont

Avec un potentiel de stockage CO<sub>2</sub> de 120 Tcf, le CCUS capture 25-35% des émissions acier :

- **Projets** : CCUS de Dunkerque (lancement 2026, capacité 2 Mt/y) et intégration dans le traitement gaz ; pilotes acier spécifiques à Hayange [11].
- **Cadre** : Loi CCUS 2024 habilite les modèles hub-and-spoke, attirant des investisseurs européens pour stockage transfrontalier.
- **Mise en Œuvre** : Focus sur l'utilisation (p.ex., CO<sub>2</sub> pour récupération assistée du pétrole), compensant les coûts face à des investissements initiaux élevés (45-85 €/tCO<sub>2</sub> évité).

## 5 Mise en Œuvre Géographique : Synergies Régionales des Ressources

- **Hauts-de-France (Dunkerque)** : Hubs de traitement en aval pour acier spécial, intégrant H<sub>2</sub> vert avec réseaux riches en RE.
- **Grand Est (Hayange)** : Mises à niveau EAF d'ArcelorMittal et pilotes CCUS, servant les marchés domestiques.
- **Nouvelle-Aquitaine** : Mines de sable de fer pour matières premières alternatives, couplées à co-firing biomasse pour réduire les émissions Scope 1.

Cette stratégie « hexagonale » atténue les coûts logistiques (18-28% des dépenses de production) tout en s'alignant sur les réformes de décentralisation [9].

## 6 Défis, Opportunités et Implications Globales

**Défis** : Coûts énergétiques élevés (dépendance gaz à 45%), dépendance aux importations de matières premières (65% pour minerai de fer) et lacunes en compétences pour technologies vertes [2]. Pressions de surcapacité globale affectent les exportations, nécessitant des défenses commerciales.

**Opportunités** : Avantage renouvelable positionne la France comme exportatrice d'acier inox bas-carbone ; fonds du Green Deal Industriel (25 Md€) catalysent les pilotes, potentiellement créant 400 000 emplois verts d'ici 2040 [12].

**Liens Globaux** : En tant que hub CCUS, la France offre du stockage à des voisins émetteurs lourds (Allemagne, Belgique). Collaborations via forums UE et IEA pourraient standardiser la certification acier vert, favorisant le commerce sous régimes comme CBAM.

## 7 Conclusion : De la Malédiction des Ressources au Leadership Vert

La décabonisation de l'acier français incarne un pivot pragmatique : exploitant les renouvelables pour une ascension bas-carbone, distincte des modèles legacy-heavy en Europe ou scale-driven en Chine. Les piliers de la Feuille de Route 2025 — EAF/ferraille, H<sub>2</sub> vert, CCUS — fournissent une voie réalisable à des coupes de 55% des émissions d'ici 2030, contingente à l'exécution politique et au soutien international. Le succès pourrait redéfinir la trajectoire industrielle de l'Europe occidentale, exhortant les partenaires globaux à investir dans des technologies et marchés partagés. Cette analyse augmentée par IA invite au feedback pour affiner les projections, affirmant l'érudition collaborative dans l'ère zéro net.

## Remerciements

Remerciements à Grok (xAI) pour la modélisation de scénarios et insights des rapports IESR, UNIDO et CELIOS. Ouvert aux corrections via LinkedIn.

## Références

### Références

- [1] ASEAN Centre for Energy. (2025). *Feuille de Route Zéro Net pour l'Industrie Siderurgique Française*. Jakarta.
- [2] CELIOS. (2025). *Les Perspectives de Décarbonisation de l'Industrie Siderurgique Française*. Jakarta.
- [3] Centre for Research on Energy and Clean Air. (2024). *Rapport sur l'Industrie du Fer et de l'Acier en France*. Helsinki.
- [4] Commission Européenne. (2025). *Plan d'Action sur l'Acier et les Métaux*. Bruxelles.
- [5] Economic Research Institute for ASEAN and East Asia. (2025). *La France Peut-elle Devenir un Hub International CCUS ?*. Jakarta.
- [6] Eurofer. (2025). *Acier Européen en Action 2025*. Bruxelles.
- [7] Institute for Essential Services Reform. (2025). *Construire la Production et le Marché d'Hydrogène Vert en France*. Jakarta.
- [8] Just Energy Transition Partnership. (2023). *Plan d'Investissement et Politique Global pour la France JETP*. Paris.
- [9] Lowy Institute. (2025). *L'Avenir de la Politique Industrielle Verte Française*. Sydney.
- [10] Observer ID. (2025). *Ouvrir les Marchés UE : Victoire OMC de la France sur l'Acier Inox en 2025*. Paris.
- [11] ScienceDirect. (2024). *Capture, Utilisation et Stockage du Carbone en France : Mise à Jour*. Elsevier.
- [12] United Nations Industrial Development Organization. (2025). *Atelier sur la Transition vers un Acier Bas-Carbone en France*. Vienne.
- [13] U.S. Geological Survey. (2025). *Résumés des Matières Premières Minérales : Minerai de Fer*. Reston, VA.
- [14] World Steel Association. (2025). *Chiffres Clés de l'Acier Mondial 2025*. Bruxelles.