



ACADÉMIE DE STANISLAS

Colloque: Sciences et Industries en Lorraine  
***Le rôle de la R&D dans la transformation  
réussie d'une industrie de production:  
Sollac et Usinor Sacilor 1987 < 1999***

Présenté par Marc FRIEDRICH, Académie Nationale de Metz  
Avec la contribution de Danièle Quantin, Jean Marc Steiler et Bernard Bramaud

10 et 11 décembre 2025 / Abbaye des Prémontrés / Pont-à-Mousson  
En partenariat avec l'Université de Lorraine et le CNRS

10-11/12/2025



# Contexte: 1978 1986 années décisives



- 1978
  - 10 années de dégradation continue des marchés de produits sidérurgiques
  - niveau d'endettement extrême des 2 poids lourds Usinor et Sacilor Sollac
- JY Haberer et R Barre > 80 Mds F (50 Mds € 2025) : dispositifs sociaux + banques publiques au capital
- 1986
  - A Madelin et E Balladur > fusion Usinor & Sacilor Sollac, PDG F Mer, ( E Pachura SOLLAC )

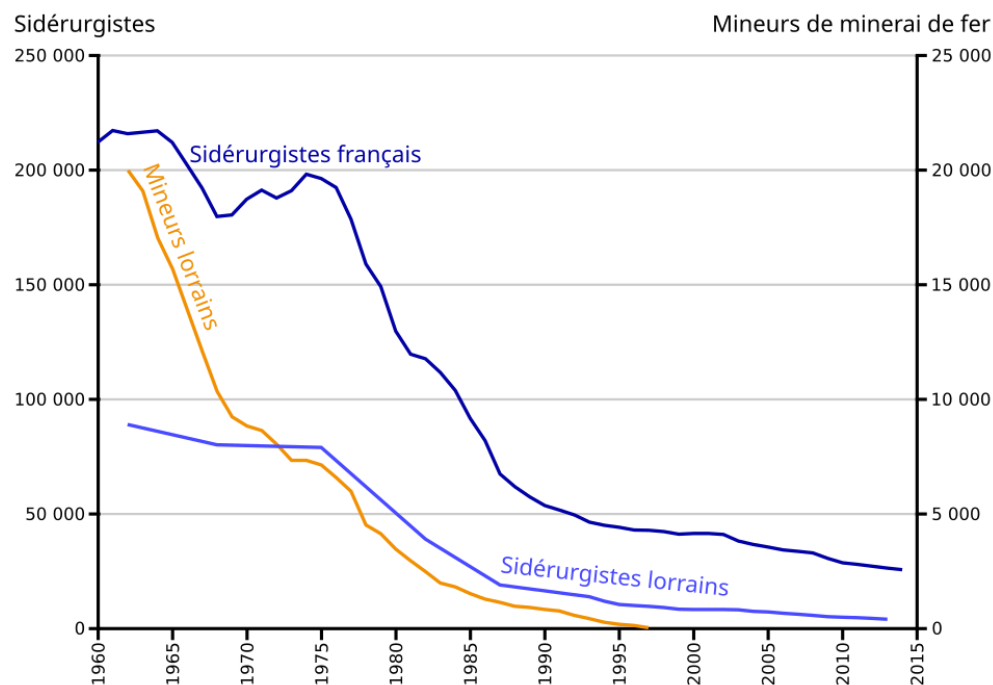


Fig. 5. La production sidérurgique française per capita en tonnes d'acier brut produites en une année par chaque employé de la sidérurgie (1971-2013)<sup>37</sup>

# Contexte 1978 1986 années décisives

- Productivité per capita: 150 t acier brut / an en 1971 à 688 t en 1993
- Poursuite de la consolidation sur 3 bases industrielles solides
  - Produits Plats Usinor : site de Dunkerque Mardyk Montataire Biache
  - Produits Plats Sollac : Hayange Florange ( Vallée de la Fensch )
  - Produits Longs Sacilor Gandrange et Neuves Maisons
- Sollac et Usinor : Renouveau réussi des filières PP Nord et Lorraine  
En Lorraine ;
  - 4 Haut Fourneaux de Hayange Patural rénovés en 1978
  - Cokerie
  - 2 convertisseurs LWS + 2 Coulées Continues ( 1,6 Mds F 1978 1979 )
  - Ligne de revêtement électrozingué ELSA en 1983 pour marchés automobile
  - Ste Agathe : Couplage Décapage Laminage à froid pour marché automobile
- Passage par étape au minerai importé > productivités plus élevées fonte et acierie



# 1987 1999 Consolidation réussie des Produits Plats



- 1987 Fusion Usinor Sacilor  
-Regroupement de l'ensemble des acteurs 'Produits Plats' en France  
Nouvelle entité SOLLAC , dirigée par Edmond Pachura
- Création de capacités nouvelles adaptées à une offre produit dynamique orientée automobile  
En Lorraine, à Florange, mais aussi à Mardyck avec 2 lignes de revêtement  
- 1988 > 1991 : Recuit Continu grande largeur + 3 Lignes de revêtement ( 1 galva + 2 organiques )  
- 1997 Atelier de flans soudés laser Solblank
- Privatisation en 1995
- Expansion internationale ( Brésil, Portugal , Italie, Espagne)
- 1996 Sollac 1<sup>er</sup> fournisseur en Qualité pour 7 constructeurs automobiles



# 1999.... La Transformation se poursuit

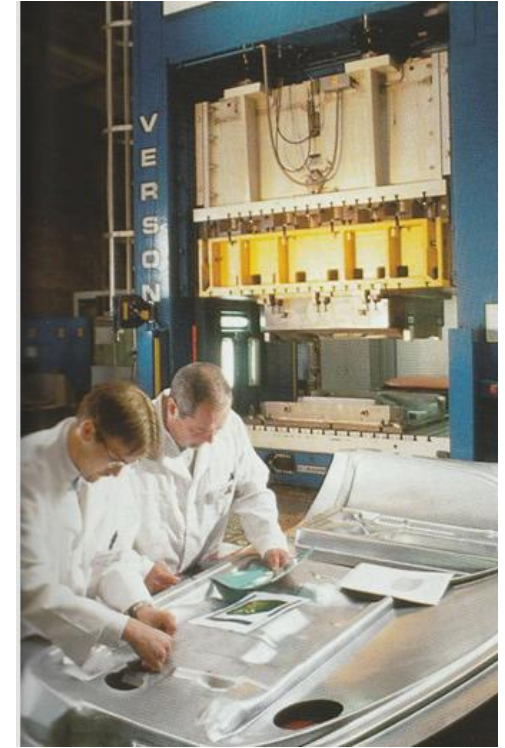


- **Le Groupe Usinor Sacilor tourne une page majeure en Lorraine**
  - Fermeture des dernières mines en 1994 ( Moyeuvre Roncourt) et 1997 ( Arbed Audun le Tiche )
  - Abandonne les produits longs en 1999, cession à ISPAT d' UNIMETAL Gandrange ( fermé en 2008 )
- 2001 création d' ARCELOR fusion d' Arbed, Usinor et Aleralia
- 2006 création d' ARCELOR MITTAL: restructuration phase à chaud et investissements en Lorraine
  - 2008 Fermeture de Gandrange
  - 2011 juin et octobre arrêt temporaire des HF Florange (arrêt définitif dec 2018 )
    - Rénovation électrique Train à Chaud, restructuration filière Packaging
- 2020 construction d'une nouvelle ligne de galvanisation Galsa 2 à Florange
- 2025 2026 Création d'une capacité 'aciers électriques' Electryck à Mardyck
- **Nov 2025: Arcelor Mittal Europe Produits Plats 1<sup>er</sup> fournisseur Stellantis**



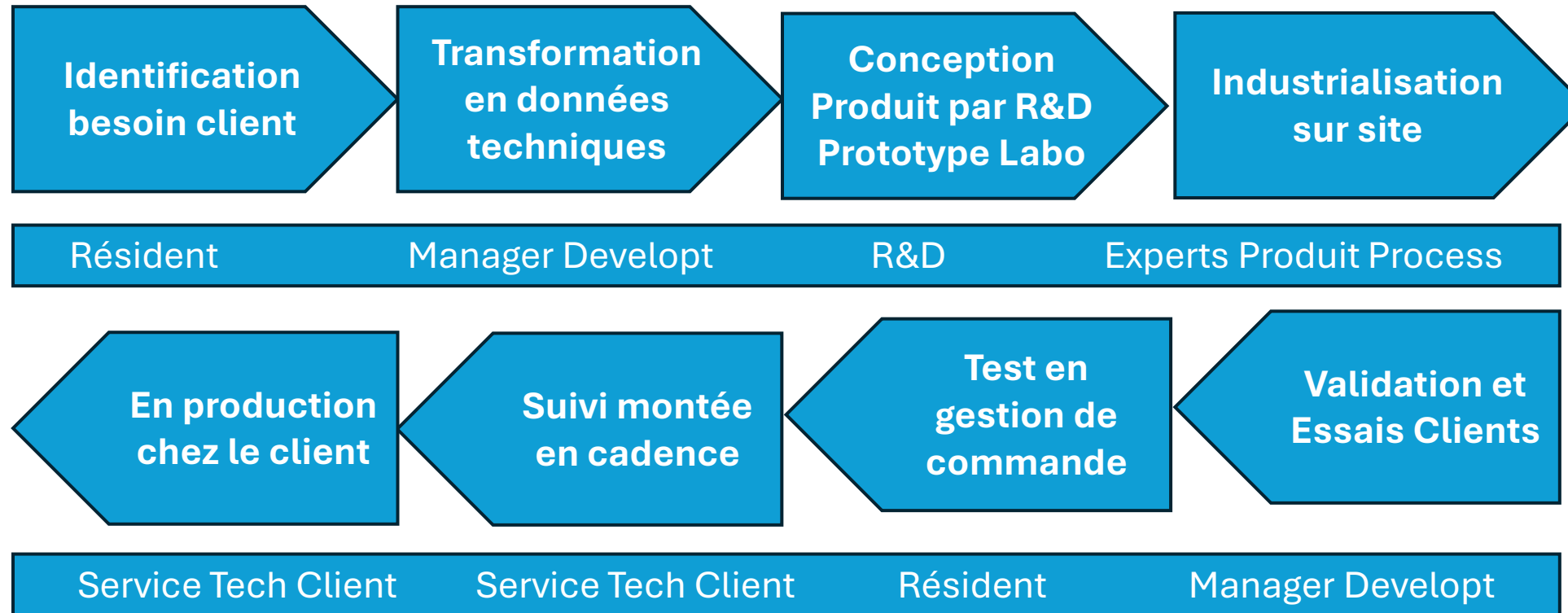
# 1987 1999 Le rôle clé de la R&D dans une dynamique de l'offre

- 1987 Réorganisation de la R&D
  - Sollac hérite de 5 centres de recherches centrés sur le développement produit, industrialisation, évolutions process, appui technique aux usines et aux clients
  - 2 en Lorraine: le CRFB à Thionville et le Ledep à Florange
  - Le Centre Commun de Recherches Usinor Sacilor,
  - 3 sites de St Germain en Laye, Maizières et Unieux. Regroupés à Maizières en 1995.
- La stratégie R&D est globale avec un partage clair des activités et des compétences
- **La R&D, investissement au service de la stratégie du groupe, engagement fort de F Mer et E Pachura:**
  - L'orientation 'marchés / clients' organise les moyens de la R&D
  - Ressources importantes en moyens d'essais, outils pilotes et équipements d'analyse
- ➔ **Differenciation par la technologie et le service aux clients** ( difficile par les coûts) Innovations process > au service des produits, de leur industrialisation fiable et robuste
- ➔ **Priorité à l' allégement et à la tenue à la corrosion**  
pour la construction automobile, le bâtiment , l'électroménager ou l'emballage alimentaire



# 1987 1999 Le rôle clé de la R&D dans une dynamique de l'offre

- La performance des nouvelles qualités proposées est assurée par le processus 'Solution Produit / Acier' qui chaîne rigoureusement les étapes de développement, en rôle / responsabilité et contenus.

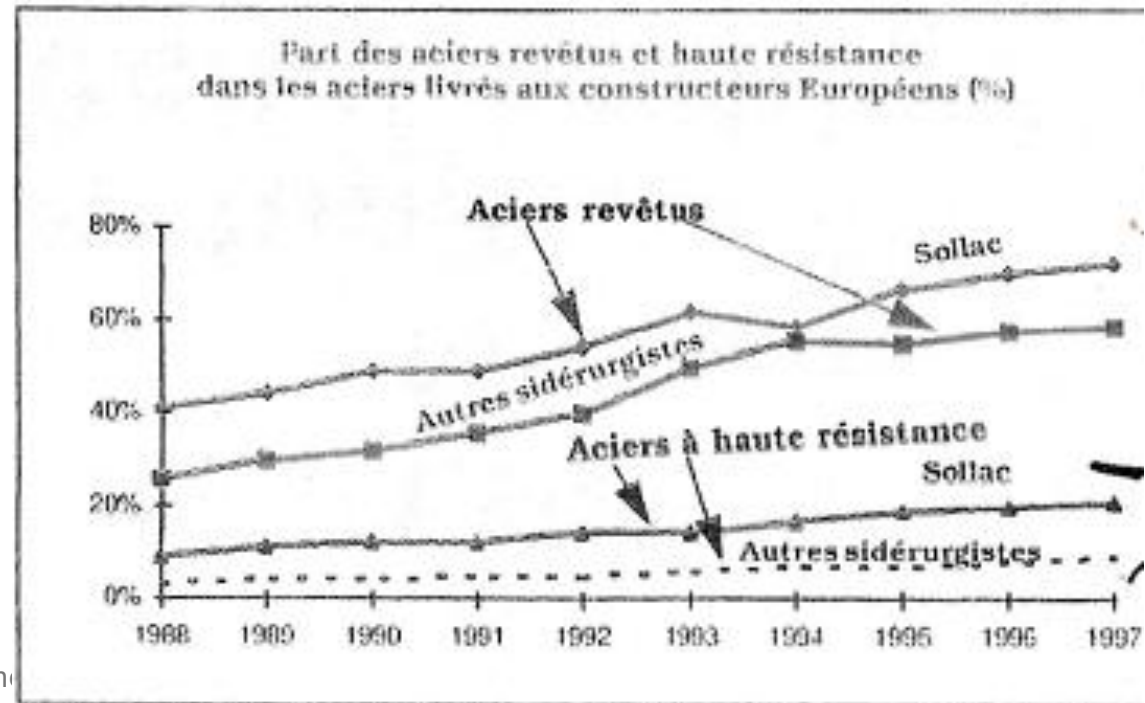


# 1987 1999 Le rôle clé de la R&D dans une dynamique de l'offre

- Des synergies multiples sont favorisées
  - GT Client en co conception des produits: en 1996 130 GT / 200 ingénieurs et techniciens.
  - Des réseaux d'experts se créent, du client à l'usine, via un effet pépinière, favorisant l'agilité et l'anticipation des points durs d'une industrialisation. Appui aux 'Joint Ventures'.
- Doublement des budgets R&D ( Sollac ) entre 1988 et 1992 : 360 à 740 M F  
Budget R&D Auto = 2% CA Auto
- 1996 Sollac 1<sup>er</sup> fournisseur en Qualité pour 7 constructeurs automobile . 40% de part de marché chez les transplants japonais. ➔ position dominante dans la gamme de produits 'automobile 'les plus rémunérateurs.



10-11/12/2025



Colloque Scien

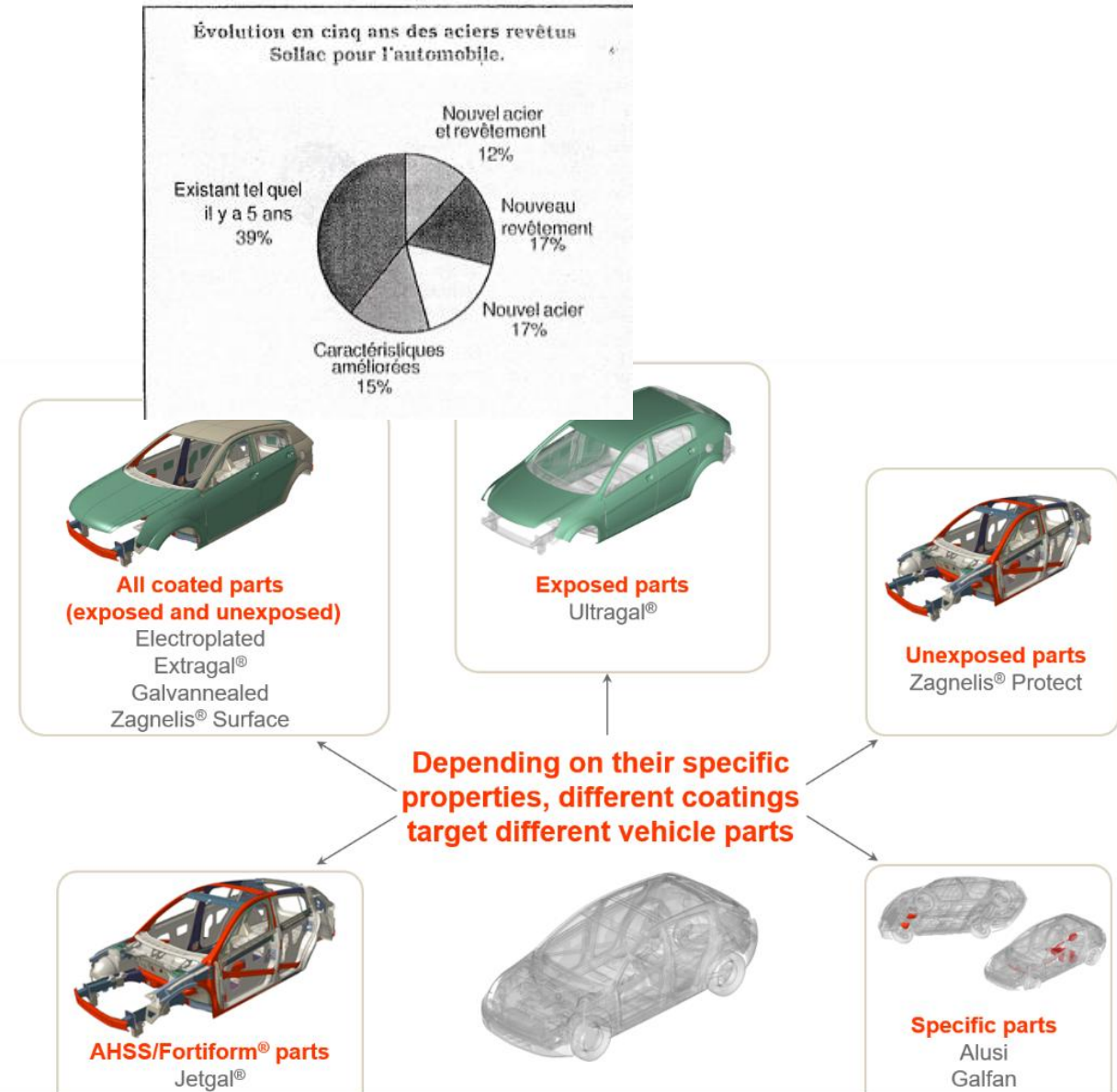
# 1987 1999 Le rôle clé de la R&D dans une dynamique de l'offre

- La 'gamme produit' est particulièrement large, couvrant toutes les applications. Elle évolue régulièrement  
Constat: 1996 en 5 ans 60 % de la gamme renouvelée
- **Mise en place des garanties anticorrosion** pour 'caisse en blanc': 1990 garanties de 10 ans à la rouille perforation, 2001 garantie de 30 ans chez Daimler
- **1990 Généralisation des crash test Euro NCAP** (European New Car Assessment Programme)  
> amélioration rapide sécurité passive des véhicules



- **Réduction des émissions CO2**: allègement des caisses  
> CO2 Targets ACEA dès 1998

➔ **Compromis d'ensemble très complexe ....**  
**avec maîtrise des coûts**



# 1987 1999 Le rôle clé de la R&D dans une dynamique de l'offre

- Impact des garanties corrosion perforante de 10 ans : revêtement Zn plus épais et biface → Innovation en rupture:  
**La solution Extragal par galvanisation en continu, apte aux pièces visibles** (1987 par Usinor / Galvanor Ziegler > qualification Peugeot 405 ).
- **Compromis réussi** : coût final / résistance à la corrosion yc corps creux / aspect peinture / formable / soudable / collage / apte traitements de surface
- **Maîtrise renforcée de paramètres du process de galvanisation** ( brevets ) :
  - > Surface bande avant revêtement Zn
    - propreté / absence ségrégation métallurgique > adhérence/ manques
    - microrelief / rugosité > aspect peinture et emboutissabilité
  - > Surface bande après revêtement Zn
    - Régularité épaisseur revêtement > manques et aspect peintures
    - Absence pollutions / particules > propreté bain de Zn

**1995 : SOLLAC 50% parts de marché constructeurs européens pour les pièces visibles**

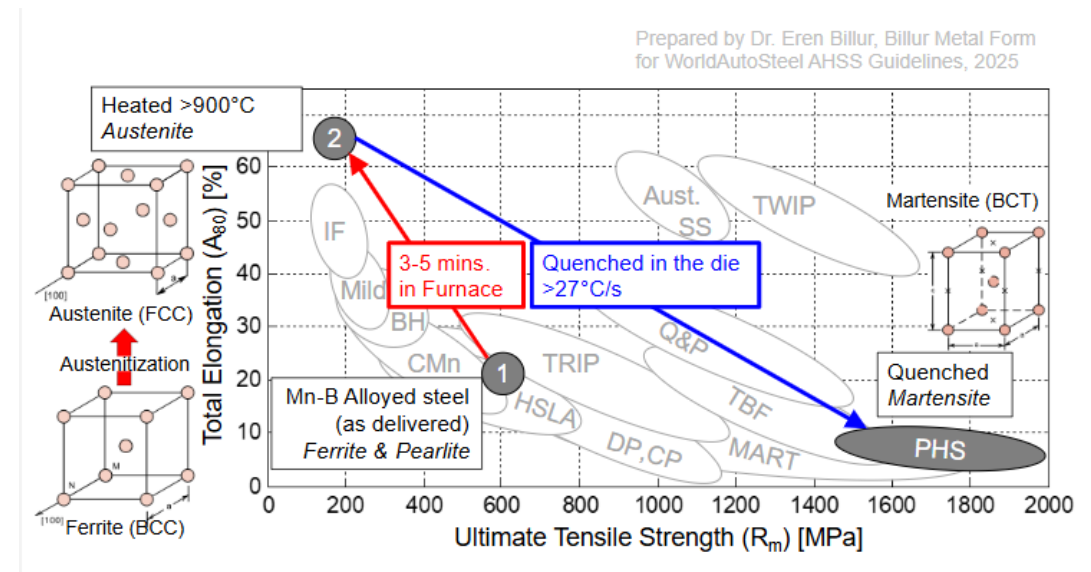
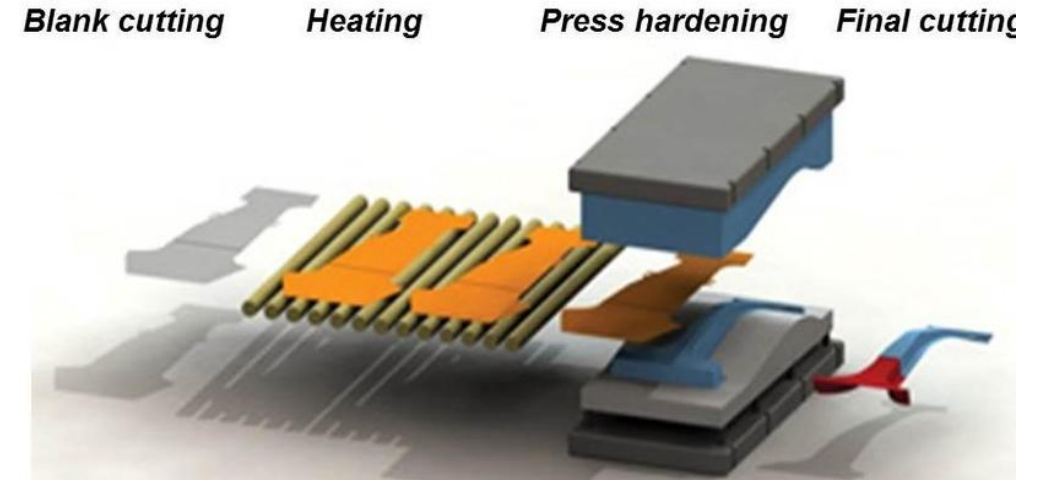


# 1987 1999 Le rôle clé de la R&D dans une dynamique de l'offre

Compromis allègement / sécurité / tenue au crash test sur des pièces de sécurité de géométrie complexe :

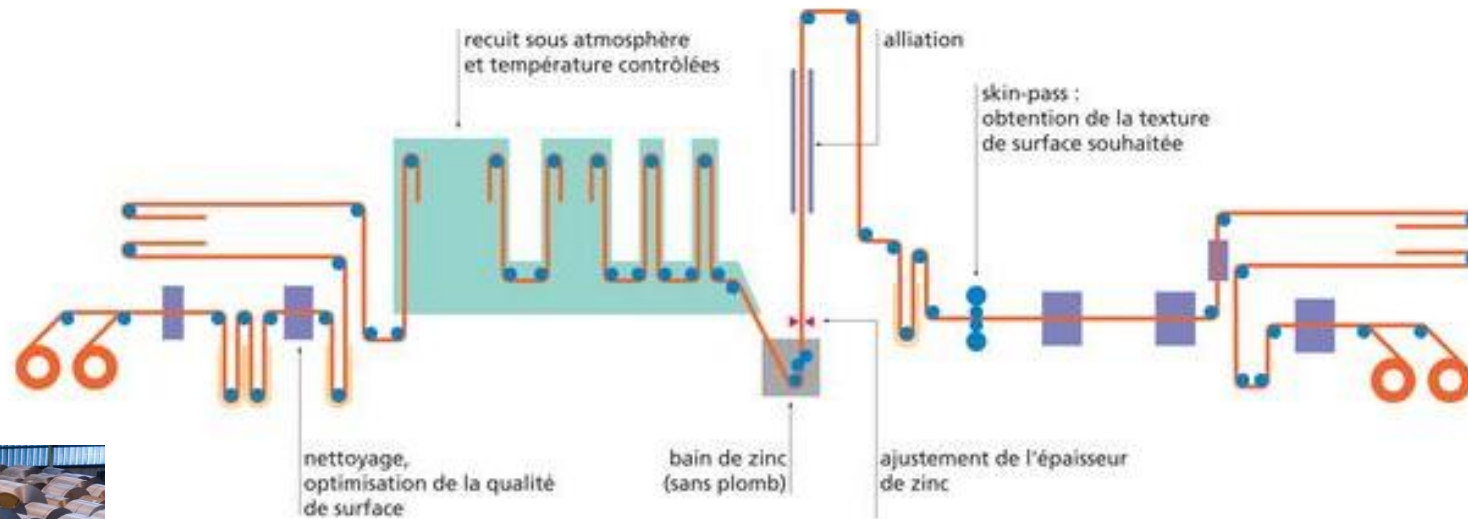
- aciers formables, soudables, anticorrosion, aptes au crash test ( anti intrusion, absorption d'énergie )

- R&D Sollac > solutions aciers Dual Phase ( ferrite martensite ) , compromis résistance / formabilité  
→ Utilisation constructeurs généralisée 99 / 2000  
→ Développement gamme et montée des volumes (20% des livraisons Auto en 1997 )
- R&D Sollac > solutions acier 'trempant' Usibor® avec revêtement Al Si lancés à la fin des années 90 .  
'Press Hardening Steel': formage à chaud du flan découpé, suivi d'une trempe ( structure martensitique )  
→ Propriétés remarquables anti intrusion au crash test  
Gains de poids de 30 à 50 % vs aciers conventionnels  
→ Développement par la R&D d'une famille d'aciers PHS, ArcelorMittal leader mondial



# 1987 1999 Des investissements en soutien aux évolutions produit

- En 1991, Sollac investit dans plusieurs lignes de galvanisation, dont une en Lorraine, à Florange, l'autre à Mardyck... et viendront bien d'autres réalisations
- Ces lignes et leurs fabrications sont alors devenues un facteur de contribution majeur aux résultats de Sollac, et d'ArcelorMittal encore aujourd'hui

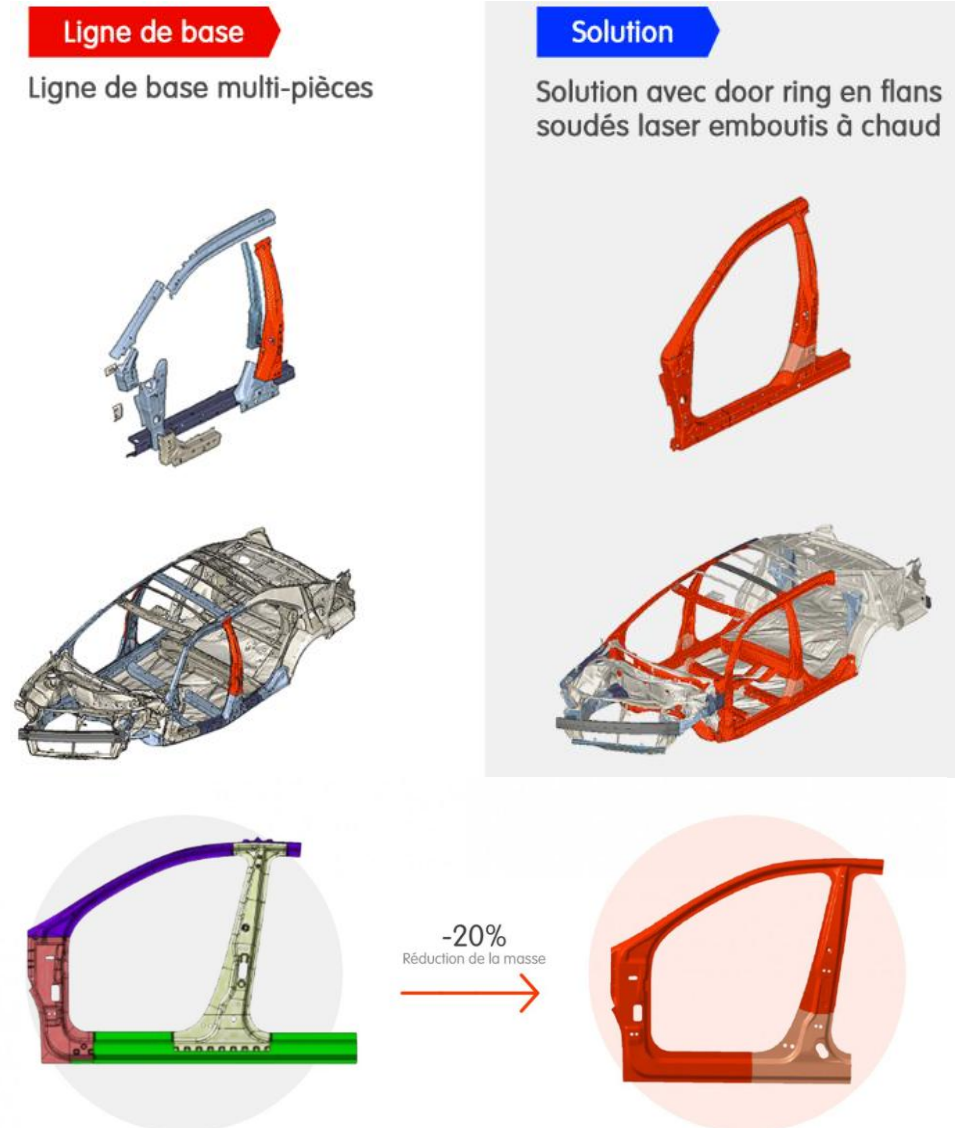


*Synoptique typique d'une ligne de galvanisation*



# 1987 1999 Des investissements en soutien aux évolutions produit

- Aboutissement de ces logiques d'optimisation :
  - **Développement de flans aciers découpés et soudés laser**, à emboutir pour l'industrie automobile. Technique d'assemblage de tôles d'aciers de caractéristiques différentes
    - > concentrant la résistance là où elle est le plus nécessaire pour la tenue au choc.
    - > La forme et l'épaisseur moyenne sont optimisées, réduisant poids et émissions.
  - **1998 ArcelorMittal Tailored Blanks d'Uckange en Lorraine**
    - > toujours en production avec des technologies renouvelées
    - > pôle de compétitivité régional 'Pôle Véhicule du Futur'.
- Tous ces développements, en particulier les aciers THR vont permettre d'ancrer durablement l'acier dans l'industrie automobile.

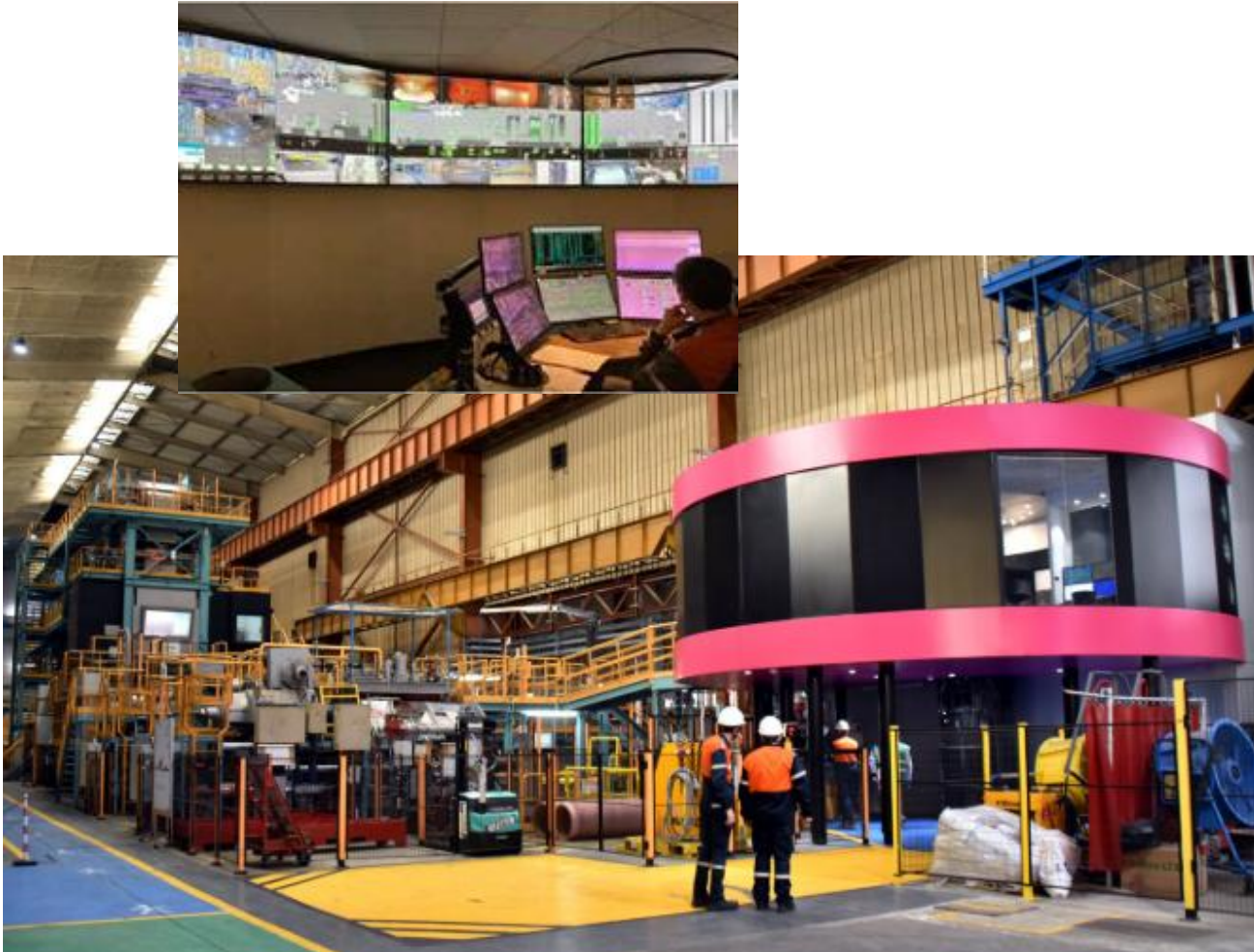


# 1999.... 2020 Des investissements en soutien aux évolutions produit

- 2020: Dernière née à Florange: la ligne de galvanisation Galsa 2 spécialisée Usibor®



ArcelorMittal



L'Usibor® : un acier de haute technicité



# La R&D ArcelorMittal et le Campus de Maizieres les Metz

En 2025, la R&D Arcelor Mittal en Europe, se répartit entre Maizieres (60%) , Avilés (Asturies), Gand ( Belgique) et Montataire (Oise France).  
Également à East Chicago, au Brésil et Hamilton (Ontario Canada)

Le Centre Commun R&D puis le Campus de Maizières a toujours bénéficié d'une grande latitude dans ses coopérations avec la Recherche 'Académique'.

Les partenariats développés sur le long terme, en particulier avec l'Université de Lorraine, ont fidélisé des équipes et des compétences complémentaires et indispensables.

Historiquement d'abord orientées Process ( Cokerie, Haut Fourneau et Aciérie / Coulées Continues ), ces projets partagés se sont orientés plus récemment vers des questions 'Produit'.



# Généalogie du Campus de Maizières

1943 Rapport sur la création d'un Laboratoire Sidérurgique (Jean Rist)



1947  
IRSID Saint Germain



1947-1957 Longwy, Saulnes: station coke-fonte

1958 IRSID Station d'Essais Maizières

1987 IRSID  
Centre Commun de Recherche U+S

CIREP (Sollac) 1987

1995  
IRSID Saint Germain

1995 Nouvel IRSID  
Produit - Process

CR Unieux 1995



2004 ARCELOR RESEARCH

2006 ARCELOR RESEARCH  
Process, produit, packaging

LEDEPP (Sollac) 2006

2007 ARCELORMITTAL MZ Research

CR Mines 2009

Bars & wires 2018

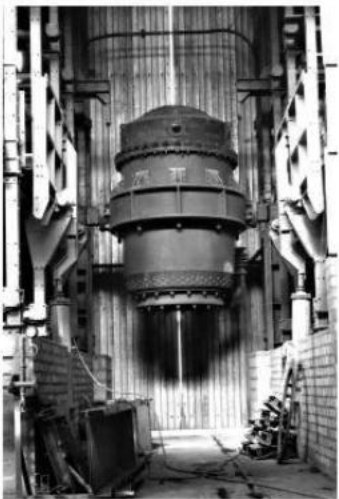
2025 ARCELORMITTAL MZ Research



# 1958: Station d'essais Irsid Maizières

- Des outils pilotes de taille significative dès la création de l'Irsid en 1958
  - Investigations en conditions contrôlées
  - Diminution du nombre d'essais sur les lignes industrielles
  - Large domaine de variation des paramètres d'essais
  - Validation des modèles numériques et des nouveaux capteurs

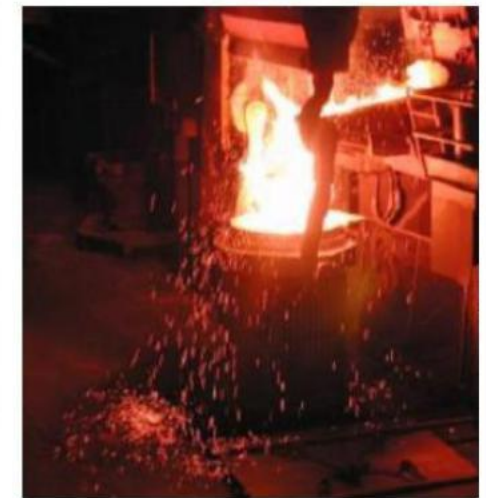
Aciérie pilote intégrée à l'échelle de 6t (unique en Europe)



Convertisseur 6t, four électrique 6t (DC, AC 3.5 MW)



Poche chauffante 6t



Versement en poche

# Evolution du site de Maizières

1958



1970



1995



2025



24 hectares,  
52000 m<sup>2</sup> bureaux, labos,  
pilotes industriels

# Partenariats académiques intégrés dans le processus R&D

- Partenariats académiques largement déployés: France, Europe
- Support et développement de nos compétences clefs
  - Recherche « de base »
  - Partenariat dans nos projets de recherche
  - Partenariats de long terme sur nos thématiques importantes
  - Maintien de compétences critiques
- Formation et recrutement de nos chercheurs : filières d'excellence
- Accès aux réseaux d'excellence scientifique
- Implication locale: liens de proximité historiques, réactivité, animation  
*exemple: PhD Days à Maizières*



# Quelques exemples de partenariats locaux

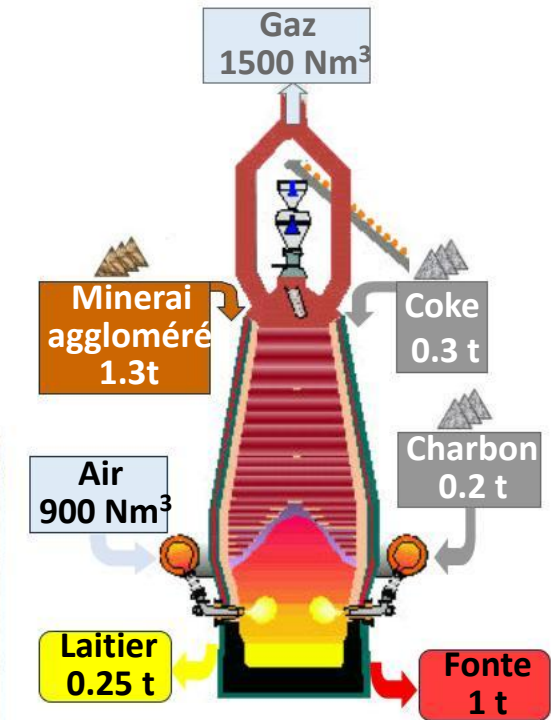
| Projet                                               | Période   | Thématique                                                                                                                                                     | Partenaires Région                                                                                       |
|------------------------------------------------------|-----------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Réduction des oxydes de fer                          | 1980-1990 | Cinétique de réduction des <b>oxydes de fer</b> et morphologie                                                                                                 | UL Nancy ; CNRS                                                                                          |
| Réfractaires de fours                                | 1980-1985 | Mécanismes de dégradation des <b>réfractaires</b> d'aciérie                                                                                                    | UL Nancy ; CNRS                                                                                          |
| GS Pyrolyse du charbon                               | 1980-1995 | Connaissance de la pyrolyse du <b>charbon</b>                                                                                                                  | UL Nancy ; UL Metz ; CNRS ; LSG2M, LSGC Nancy                                                            |
| GS fonte de haute pureté                             | 1985-1990 | Production de <b>fonte</b> pour les nuances d'aciers de très haute pureté                                                                                      | UL Nancy ; CNRS                                                                                          |
| Coulée continue des aciers                           | 1980-2000 | <b>Solidification</b> des aciers ; brassage électromagnétique ; modélisation globale de la coulée continue                                                     | UL Nancy ; LSG2M                                                                                         |
| SACHEM                                               | 1990-2000 | <b>Système expert</b> de conduite des hauts fourneaux                                                                                                          | UL Nancy ; CRAN ( Pr. Haton)                                                                             |
| Méga-projet : Cycle du Fer                           | 1995-2005 | Utilisation massive de <b>ferrailles</b> pour la production d'aciers par voie électrique ; éco-conception                                                      | UL Nancy                                                                                                 |
| Projet Myosotis                                      | 1995-2005 | Procédé <b>coulée continue directe</b> entre cylindres                                                                                                         | UL Nancy                                                                                                 |
| Refroidissement contrôlé au train à bandes           | 2000-2010 | Modélisation du refroidissement <b>au train à bandes</b>                                                                                                       | UL Nancy ; LEMTA                                                                                         |
| ULCOS : Ultra Low Carbon Steelmaking<br>ULCOS 2, LIS | 2000-2020 | Haut fourneau à recyclage ; capture CO2 ; filière <b>hydrogène</b> , filière <b>biomasse</b><br><b>Eco-conception</b> des procédés ; analyse de cycle de vie ; | UL Nancy; INPL; IJL; LSGC                                                                                |
| ULCOWIN ; SIDERWIN                                   | 2010-     | <b>Electrolyse</b> des minerais de fer : échelle microscopique puis échelle pilote                                                                             | UL Nancy; LRGP, LSGC; LSG2M                                                                              |
| Filières d'acier en rupture pour le marché auto      | 2000-     | Développement des <b>aciers haute performance</b> : THR, TRIP, TWIP, ...<br>Design propriétés (fatigue, ductilité, mécanique, ...)                             | Pôle MIPI ; IRT M2P ;<br>UL Metz LP2M, LETAM, ENSAM<br>UL Nancy ; LSG2M, LCSM,<br>LEMTA, LSGC, LPM, CRAN |

# SACHEM: système expert de conduite des hauts fourneaux

## Contexte

### Spécificités du haut fourneau

- Production: 10000 t/24h
- Procédé continu : 24h/24, ~ 365 j/an
- ~ 1200 capteurs ;
- ~1100 données directes/min ;
- >3000 données indirectes/min
- Forte inertie du procédé
- Temps de latence  $\approx$  6 – 8h
- Acquisition d'expertise 5-10 ans



# SACHEM: système expert de conduite des hauts fourneaux

- **Projet SOLLAC-IRSID**

lancement: 1989; 1<sup>ère</sup> implantation: 1996 : le plus grand projet civil d'intelligence artificielle en Europe  
partenariat: UL Nancy, CNRS, + autres partenaires

- **Objectifs**

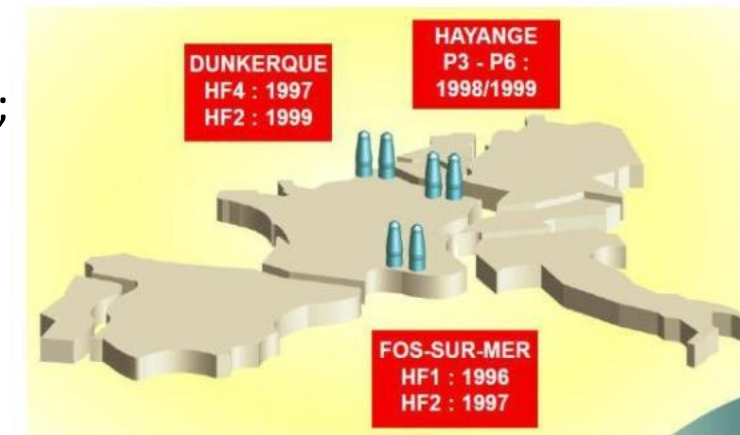
- Aide opérateur, propositions d'action
- Standardisation des pratiques; transfert de compétences
- Enrichissement des tâches des opérateurs

- **Réalisations**

- Projet générique multi-technique, multi-experts, multi-sites; capitalisation des connaissances process
- Compétences: process, IA, informatique, ergonomie
- Appel d'offres: 65 réponses; expertise et choix de la solution
- 500000 lignes de code; 150h.an
- Premières implantations du système: Lorraine, Fos, Dunkerque;
- Déploiement ArcelorMittal

- **Impact 10M€/an pour 1 haut fourneau**

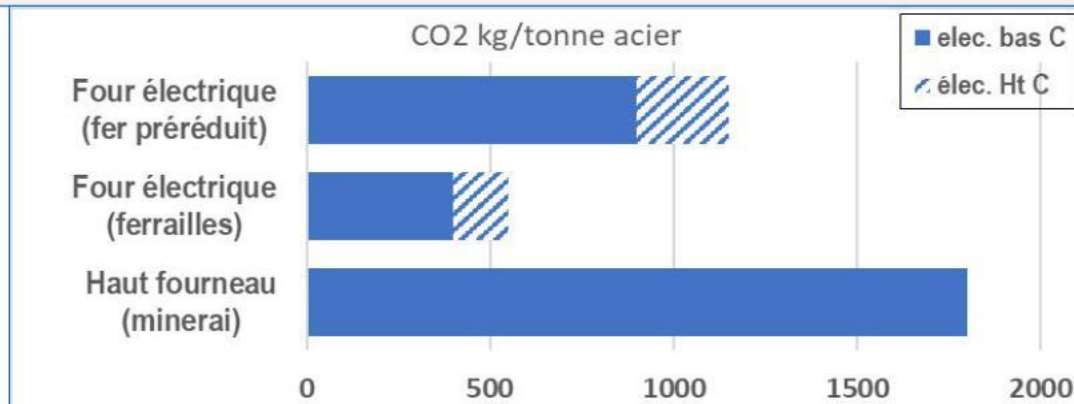
- Productivité: réduction des arrêts
- Régularité de marche, qualité de la fonte
- Durée de vie des installations



# Cycle du fer: valorisation du fer recyclé

## Contexte

- Fer infiniment recyclable
- Production d'acier au four électrique à partir de ferraille (France): 28% en 1992; 40% en 2000; 42% en 2024
- Taux réel de recyclage très variable: 50% à 95% selon les produits
- Limitations
  - Qualité et disponibilité des ferrailles hétérogénéité ; éléments résiduels néfastes aux propriétés de l'acier: Cu, Cr, Sn, Cr, Mo ...
  - Adaptation du process du four électrique pour les nuances exigeantes
- Besoin d'un véritable process de tri et préparation/purification des ferrailles
- Basses émissions de CO<sub>2</sub> de la voie ferrailles; impact contenu C de l'électricité



# Cycle du fer: valorisation du « gisement ferrailles »

- Méga projet IRSID 1990-2005

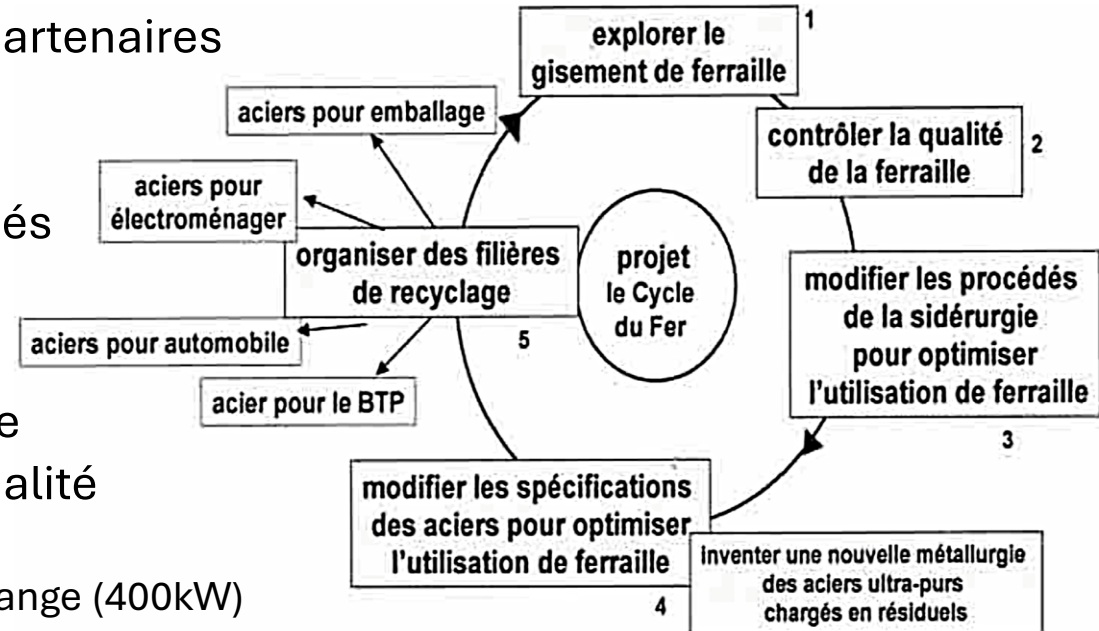
partenariat avec UL Nancy, Metz, IRTM2P + autres partenaires  
financement EU, FEDER

- Objectifs

valoriser le gisement ferrailles et adapter les procédés de la sidérurgie: four électrique

- Réalisations

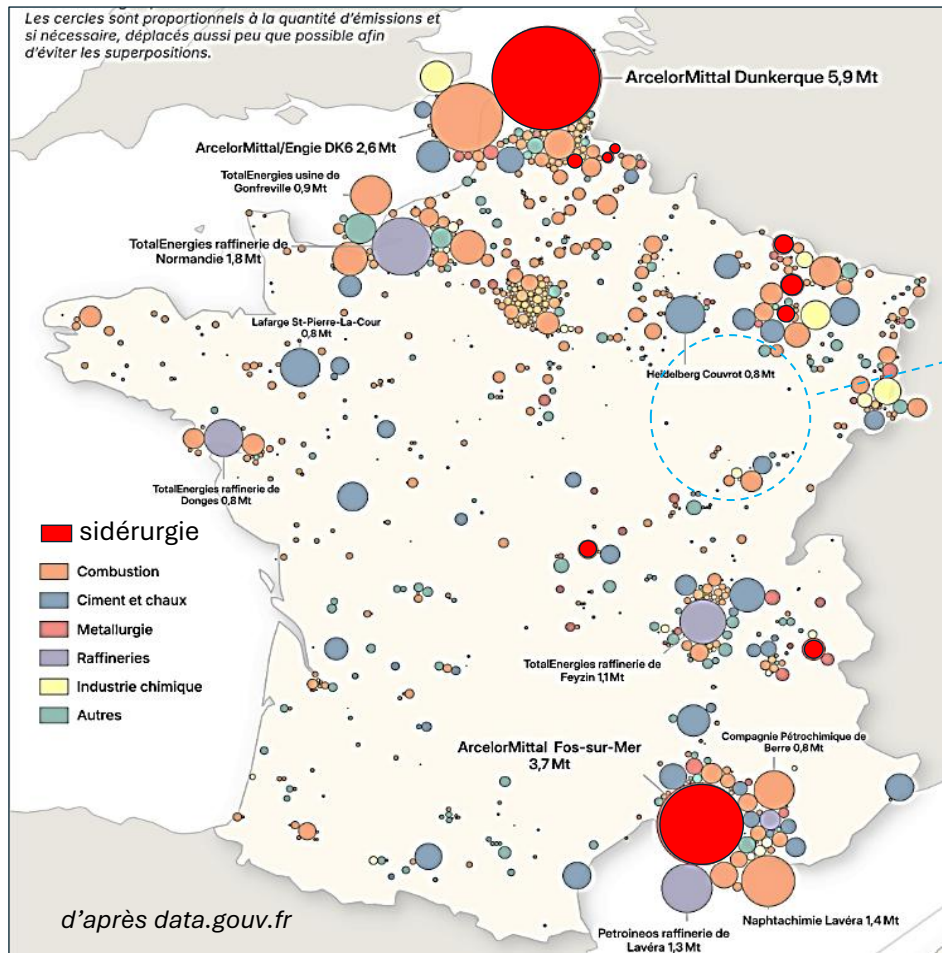
- Quantification du gisement, filières de recyclage
- Techniques de contrôle et amélioration de la qualité
  - « purification » des ferrailles;
  - broyage des ferrailles: broyeur pilote CTRA à Gandrange (400kW)
  - Définition d'un référentiel européen
- Optimisation du process four électrique
  - obtention bas C, bas N
  - nature et contrôle des émissions
- Nouvelles métallurgies , résiduels: adaptation du carnet produits



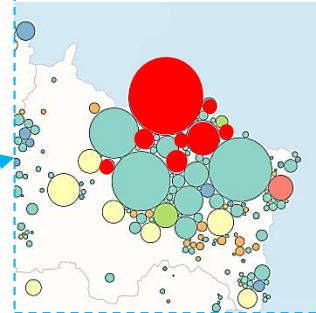
# Cartographie des émissions de CO2

- France: sidérurgie ~ 15Mt/an; 2 sites majeurs: ArcelorMittal Dunkerque et Fos
- Europe: total ~ 3300 Mt/an; part majeure du secteur énergie, combustion (Allemagne, Pologne) sidérurgie ~ 300 Mt/an; *la France représente ~5%*

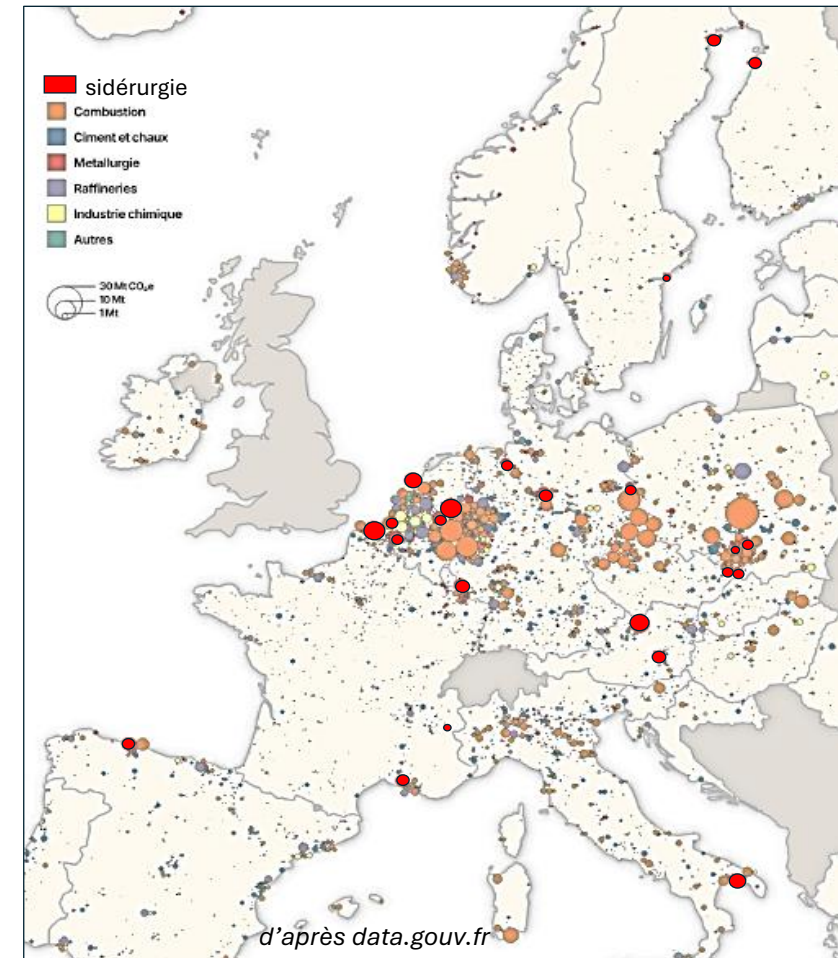
## Emissions de CO2 en France



### Lorraine 2004



## Emissions de CO2 en Europe



# ULCOS: Ultra Low CO2 Steelmaking (1)

- Le contexte

- 1990: Prise de conscience du changement climatique ; impact de la sidérurgie
- 1992: conclusions d'un groupe de travail Irsid ; solutions de décarbonation
- 1998: programme mondial CO2 Breakthrough (IISI) ; programme européen FP6
- 2000: projet R&D ULCOS 1: financement européen

- Objectifs du projet

- Evaluation de solutions en rupture pour réduire les émissions de CO2 de la production d'acier à partir de minerai
- Réduction de au moins 50% des émissions de CO2 par rapport à la filière haut fourneau

- Le projet ULCOS 1

- 45 partenaires européens; 15 pays; pilotage par Irsid
- Partenariats Lorraine: Université de Lorraine, INPL, IJL, ALPHEA

- Les suites du projet

- Plusieurs projets : ULCOS 2, LIS (Low Impact Steelmaking), VALORCO, ULCOWIN, SIDERWIN
- Relance dans le cadre du « Green Deal » européen.

# ULCOS: Ultra Low CO2 Steelmaking (2)

## • Programme

- Exploration de pistes de décarbonation: plus de 60 « solutions » évaluées:

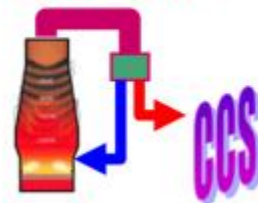
- Décarbonation du haut fourneau
- Fusion réduction de minerai
- Réduction par l'hydrogène
- Utilisation de micro-organismes
- Biomasse
- Electrolyse de minerais
- Stockage géologique de CO2 (CCS)

- Choix et étude détaillée de 4 solutions ULCOS

- Acquisition de connaissances, modélisation
- Tests laboratoire, pilote
- Evaluation des performances

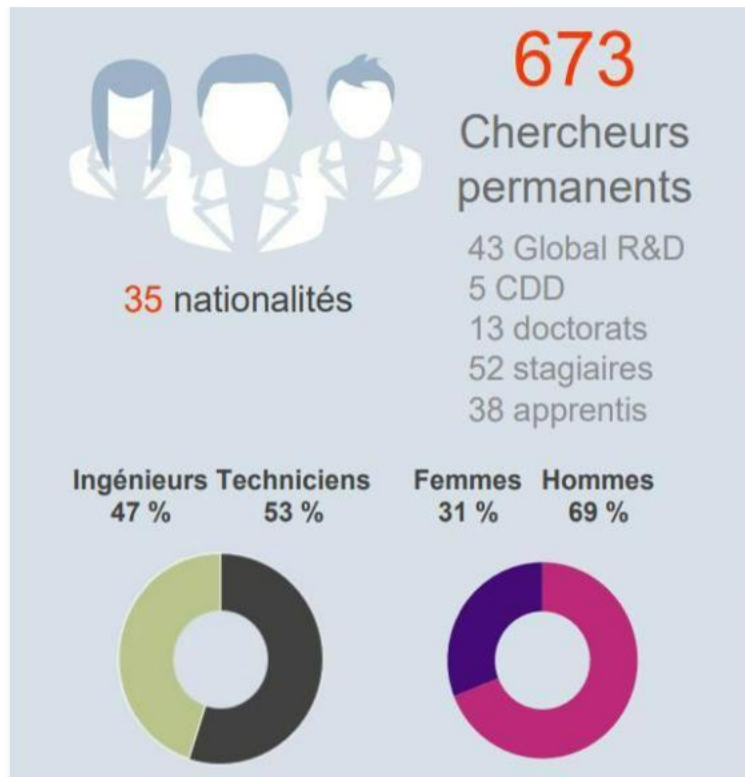
## • Retombées

- Connaissances et expertise prêtes pour les solutions de décarbonation reconsidérées aujourd'hui:
  - Utilisation de biomasse
  - Pré-réduction à l'hydrogène
- Electrolyse des minerais de fer: pilote industriel en cours: SIDERWIN, VOLTERON

| Carbone: charbon & biomasse                                                                     | Gas nat; H2                                                                                    | Electricité                                                                                    |                                                                                                             |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ULCOS-BF<br> | Hlsarna<br> | ULCORED<br> | ULCOWIN<br>ULCOLYSIS<br> |
| Haut fourneau à recyclage                                                                       | Réduction-Fusion                                                                               | Préréduction H2                                                                                | Electrolyse de minerai                                                                                      |
| 4 solutions ULCOS (+ CCS)                                                                       |                                                                                                |                                                                                                |                                                                                                             |

# ArcelorMittal Maizières Research en 2025

Des activités de R&D couvrant l'intégralité de la chaîne de valeur de l'acier, de la mine aux produits finis, en incluant la valorisation des sous-produits et les ferrailles, avec une priorité sur la décarbonation et la digitalisation



# La force du Campus de Maizières en 2025

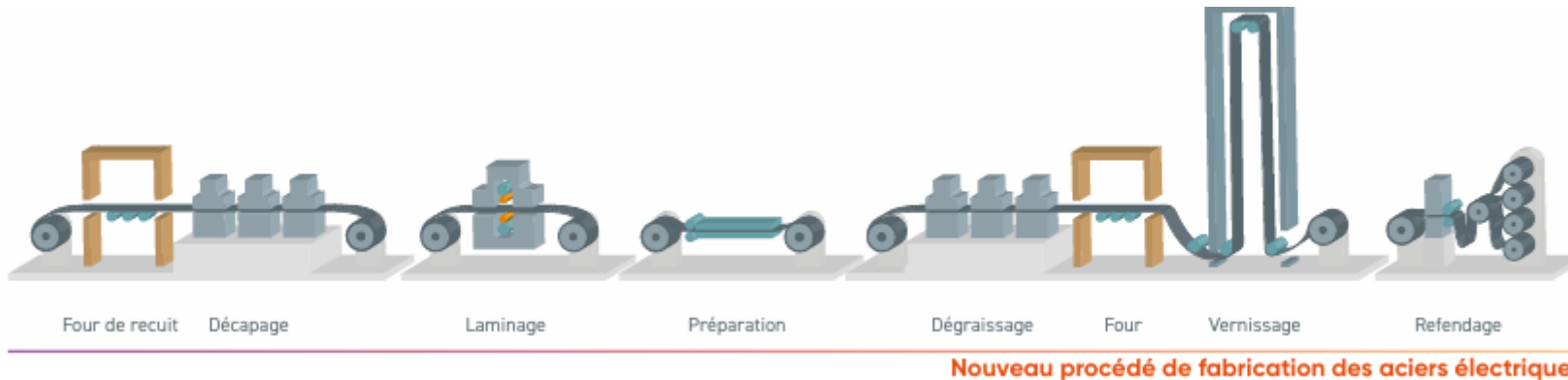
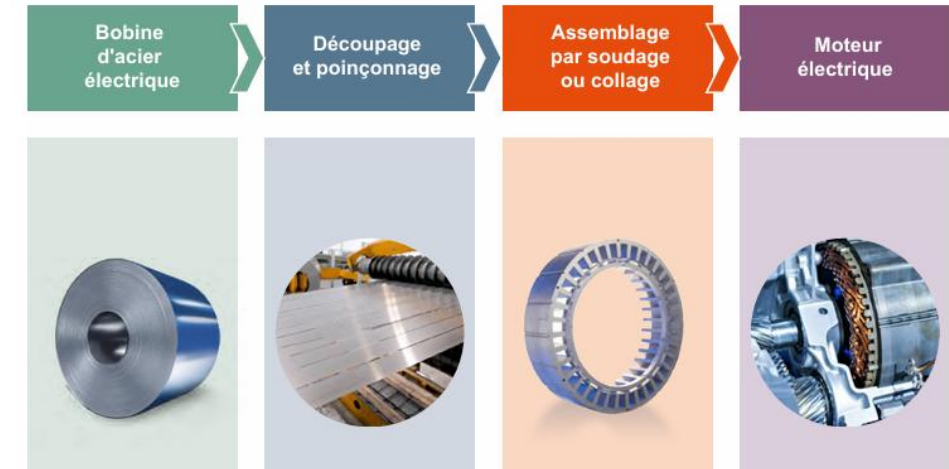
- Equipements scientifiques de haut niveau: de l'atome à la tonne
- Pilotes industriels capables de reproduire fidèlement à échelle réduite les différentes étapes du processus de production d'acier en usine
- Au moins un pilote pour chaque étape de production
  - Mines: enrichissement, agglomération, etc...
  - Aciérie 6 tonnes: four électrique, traitement en poche, vide
  - Coulée continue
  - Laminage à chaud et à froid
  - Recuit
  - Revêtements, galvanisation
  - Emboutissage
  - Soudage
  - Ligne packaging
  - Fabrication additive



# Et en 2025 ... Des investissements en soutien aux évolutions produit



- Et enfin, création d'une capacité 'aciers électriques' à Mardyck pour les rotors et stators de moteurs. Mise en service 2025 2026 du projet 'electryck'. 600 M€.



# Conclusions

- Permanence et consolidation de la R&D ArcelorMittal  
→ Stratégie et méthode Sollac / Usinor Sacilor toujours appliquées
- La R&D toujours vue comme un investissement Long Terme . Les succès commerciaux viennent de solutions en rupture  
→ rôle déterminant de la R&D produit et process
- Des compétences renouvelées, des moyens et technologies enrichies par les échanges avec les experts issus de nos marchés / clients et de la Recherche Académique.
- Une gestion de projet musclée et souvent audacieuse.

1987 2025 : 40 ans d'efforts pour un enrichissement de l'offre produit.



- Compléments, illustration



## Aciers pour emboutissage à chaud

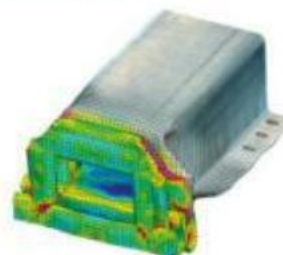
ArcelorMittal possède le leadership mondial pour ces produits (jusqu'à 2000 MPa de résistance : Usibor 2000).



## Propriétés d'emploi de nos aciers

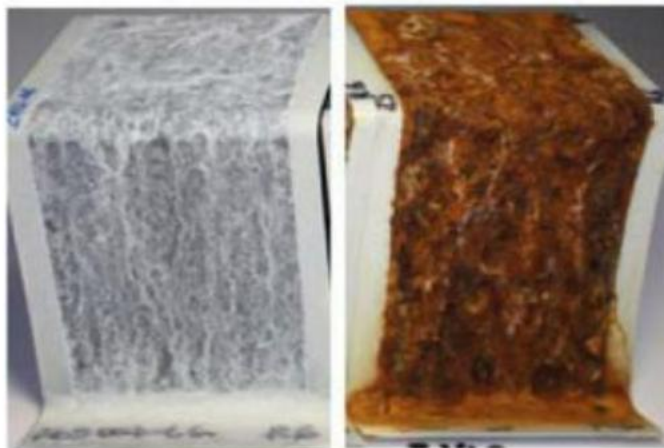
### Crash

Le crash-test valide la performance des aciers en cas de choc (ici **choc frontal**).



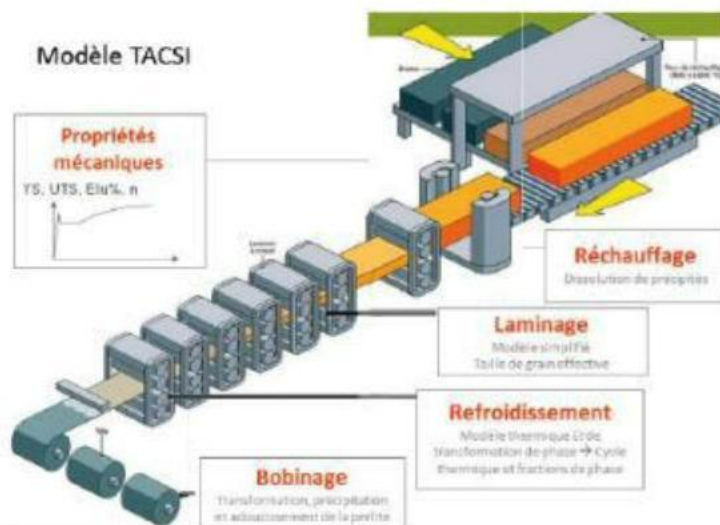
### Zagnelis

Développement et industrialisation des revêtements Zagnelis® Surface et Protect permettant une réduction des épaisseurs de revêtement ou une protection accrue des pièces sensibles (à gauche sur oméga ZM Protect ZM120, à droite Z140)



## Modélisation des produits

Prédire les microstructures et les propriétés de l'acier pour faciliter le développement et améliorer la qualité des produits.



- La plupart des succès commerciaux (parts de marché, rentabilité...) sont venus de **produits en rupture et des process associés ou de services disruptifs** :
- **Quelques exemples** :
  - **Extragal®** associé à la gestion du bain et de l'essuyage
  - **S-in Motion®** design innovant pour automobile
  - **Usibor®/Ductibor®** aciers pour emboutissage à chaud
  - **Flans soudés laser** et technologies d'ablation
  - **Door rings** et **multi part integration** : simplification de la construction automobile
  - Technologies **Quenching & Partitioning**
  - **Magnelis®** et **Optigal®** : revêtements de Zinc et de Magnesium
  - **Electron beam** et UV pour solutions prépeints
  - **I-See**( Surveillance des émissions basée sur l'IA)
  - **I-Smart** (Plateforme de gestion des risques miniers)
  - Une technologie innovante pour **l'enrichissement du minerai** de fer au Libéria
  - Planification de la **production basée sur l'IA**
  - **Tarification dynamique** basée sur l'IA
  - Développement de produits augmentés par l'IA

