



L'Industrie Mécanique comme accélérateur de l'Industrie Verte

**Séminaire UTTOP le 12
Mars 2026**

Viet-Long DUONG, Directeur de projet CEDRE

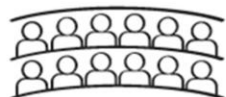
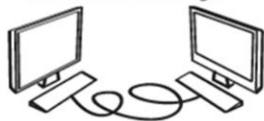
Un pont entre la recherche et les PMI



- 1100 collaborateurs
- 180M€ de chiffre d'affaires
- 65% d'activités collectives et de R&D
- 7100 ressortissants



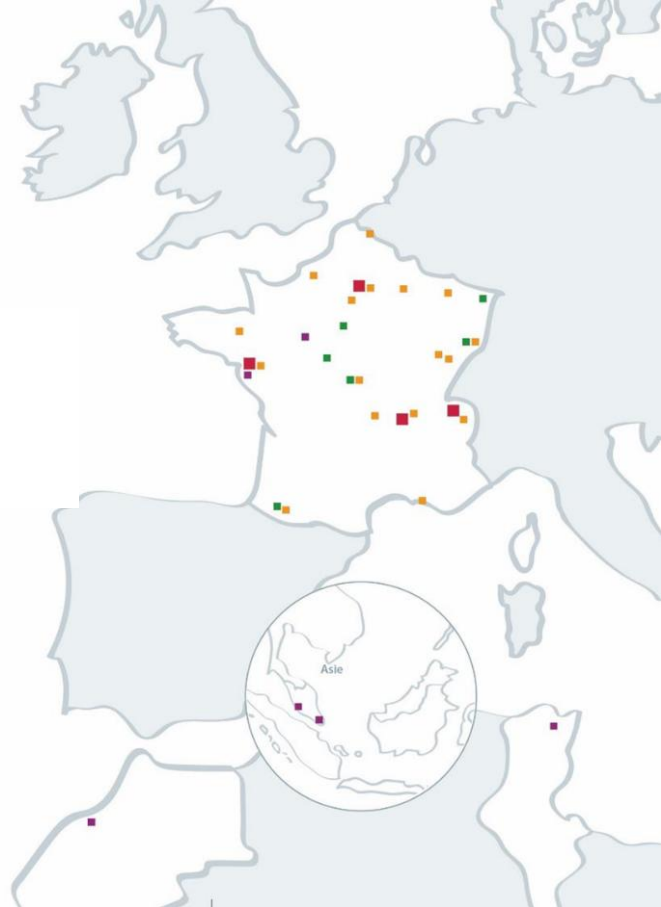
+8200
résultats d'études en ligne



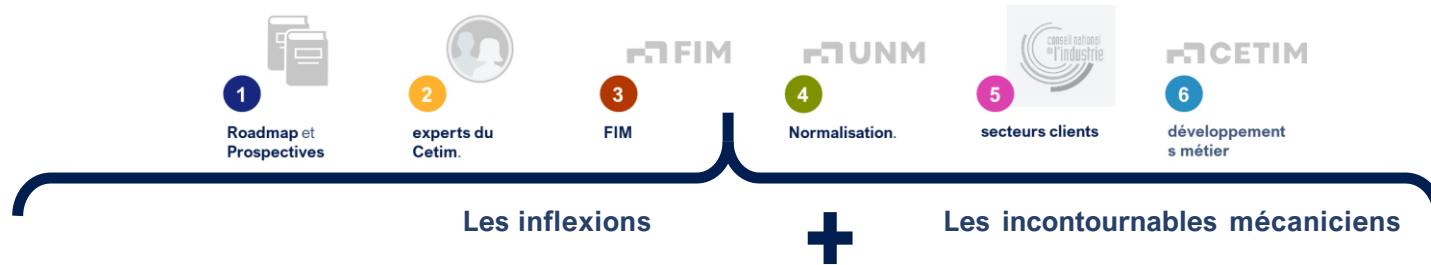
+210
sièges tenus par ses experts dans les commissions nationales ou internationales de normalisation

3800

entreprises accompagnées en deux ans vers l'industrie du futur et la transition environnementale



Répondre par la R&D aux enjeux du monde mécanicien



Accélérer des dynamiques de R&D					Consolider les connaissances		
Décarbonation & économie de l'eau	Circularité & matériaux durables	Transformation numérique	Systèmes énergétiques	Mobilité bas carbone	Concevoir dimensionner optimiser	Fabriquer	Contrôler surveiller valider
Maîtrise des énergies	Connaissances des « matériaux »	Continuité numérique	Environnement H ₂ , cryogénique et en milieu corrosif	Nouveaux usages comme la mobilité électrique	Comportement des matériaux métalliques et non métalliques	Efficacité des procédés de fabrication, de transformation, d'assemblage et de traitement	Caractérisation des matériaux
Optimisation des performances des systèmes fluidiques	Criticité des matériaux et substances	Contrôle en ligne	Prolongation de la durée de vie des composants et équipements	Allègement et nouvelles fonctionnalités des pièces	Prédiction des performances (corrélation calculs/essais)	Métallurgie (état solide/état liquide)	Analyse des endommagements
Ingénierie de surface	Métallurgie numérique	Jumeaux numériques			Mécanique du contact	Évolutions réglementaires	Instrumentations multiphysiques et métrologie
	Biomimétisme	Fabrication Additive métallique			Mécanique hydraulique et pneumatique		Surveillance des composants et des systèmes (SHM)
	Matériaux recyclés, de substitution et allages verts	Approches multiphysiques et essais virtualisés			Mécanique des fluides		Contrôles non destructifs
	Éco-conception				Comportements vibratoires et acoustiques		

Un partenariat avec le monde scientifique

Le Cetim dispose de partenariats académiques et technologiques d'excellence entre ses équipes et les acteurs du monde scientifique.

10 laboratoires commun



- > Von Karman Institute
- > Mines ParisTech
- > INSA
- > ISAE ...

7 plateformes technologiques



- > Pima@tech
- > Printing Bourges

1 réseau de partenaires scientifiques et technologiques



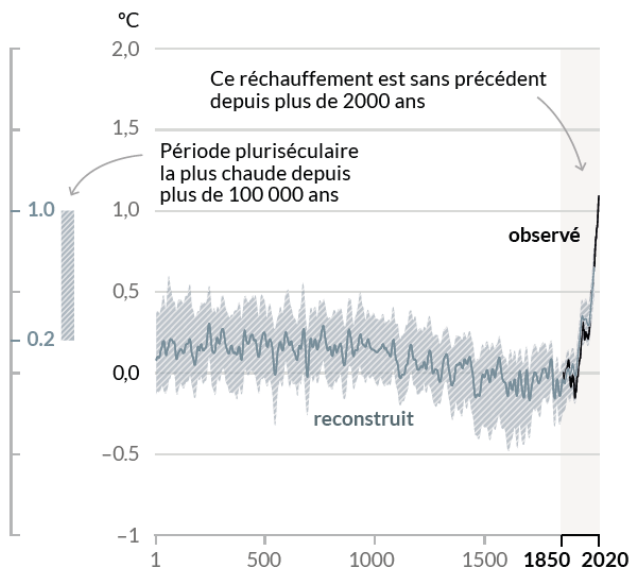
Le contexte de la TEE dans l'industrie mécanique

Accélération de la crise climatique

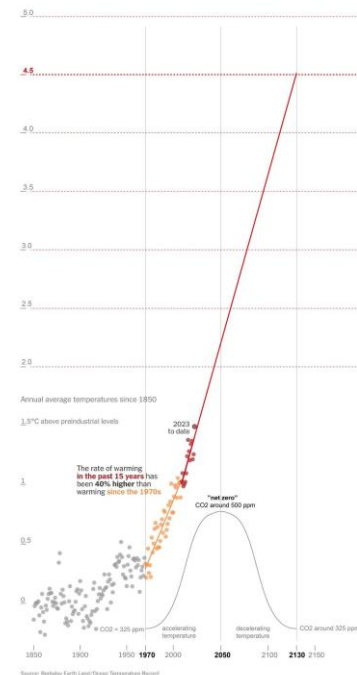
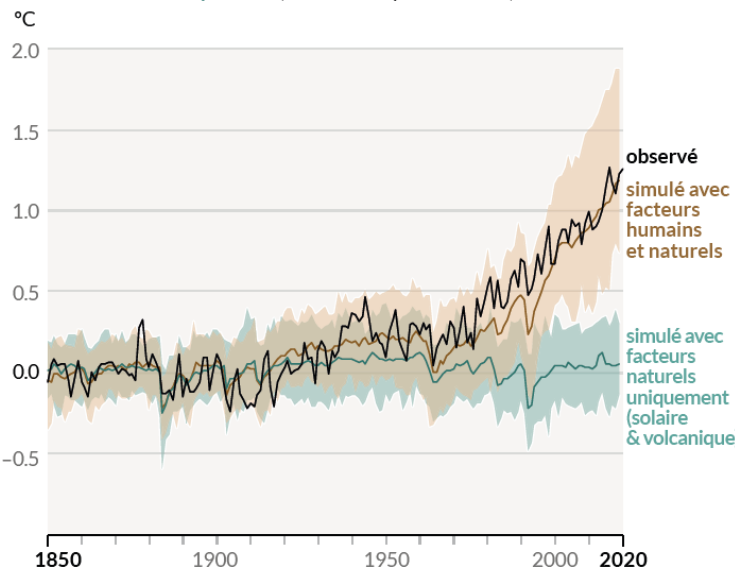
2025, 3^{ème} Eté le plus chaud depuis 1900

Changement de la température à la surface du globe par rapport à la période 1850–1900

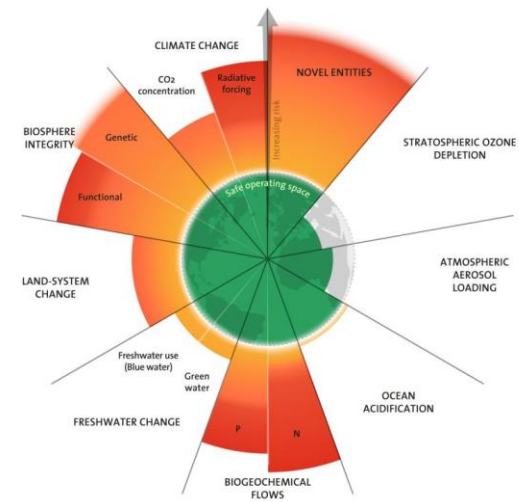
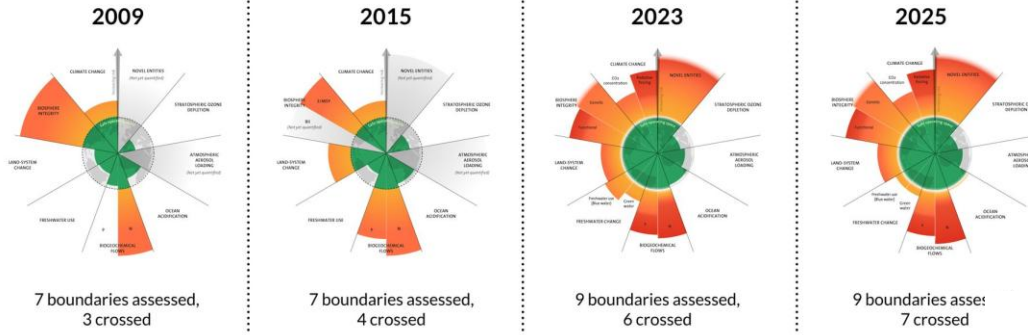
a) Changement de la température à la surface du globe (moyenne décennale) **reconstruit** (1-2000) et **observé** (1850–2020)



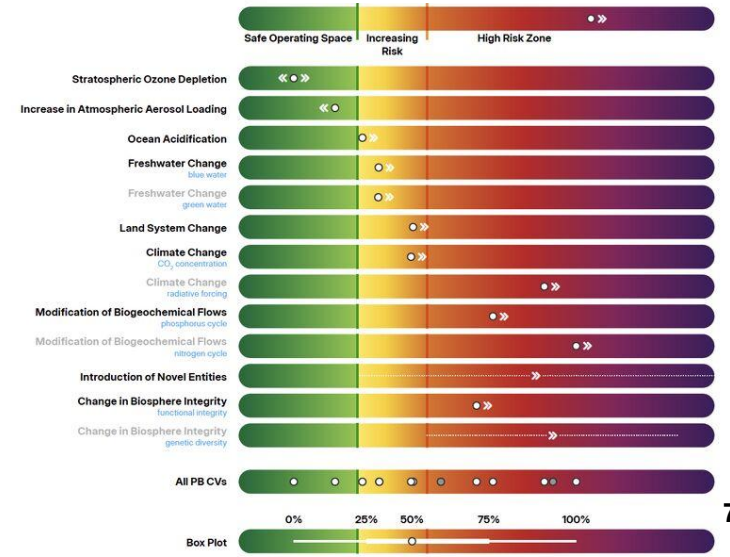
b) Changement de la température à la surface du globe (moyenne annuelle) observé et simulé en considérant les **facteurs humains et naturels** et les **facteurs naturels uniquement** (1850–2020 pour les deux)



7 limites planétaires franchies



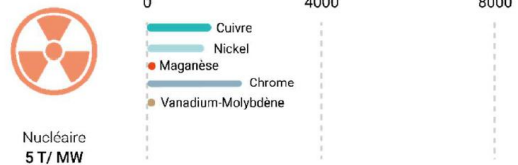
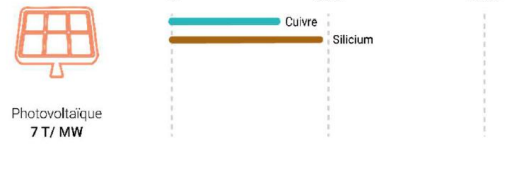
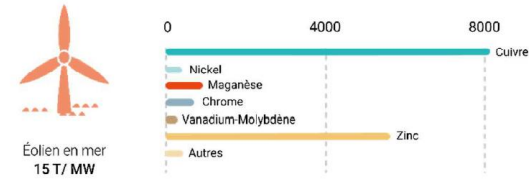
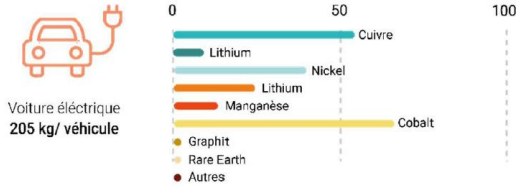
- 9 grands processus sont impliqués dans le (bon) fonctionnement du « Système Terre » et assurent des conditions de développement futures pérennes à toute vie sur Terre
- Les limites (frontières) planétaires modélisent des seuils à ne pas dépasser pour ne pas déstabiliser ces 9 grands processus de manière irréversible
- 426 ppm CO₂ en 2025 vs (Seuils à 387 ppm et 450 ppm)



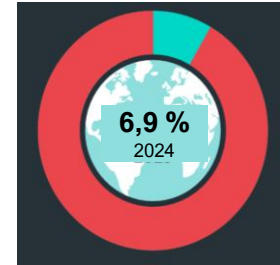
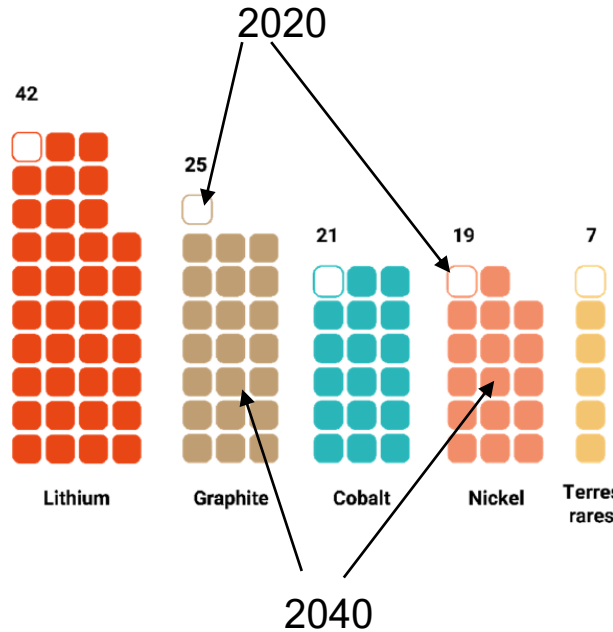
« L'échec n'est pas inévitable ; l'échec est un choix » Johan Rockström

Décarbonation, ressources & souveraineté

« Dans un Monde circulaire à 17%, la catastrophe climatique serait évitée »



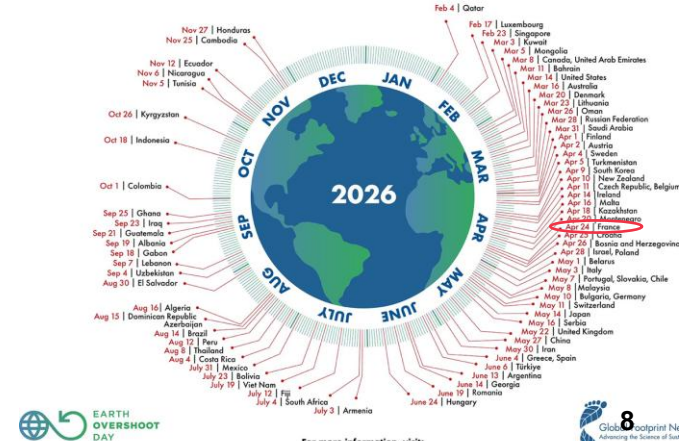
D'après l'AIEA, la demande en métaux devrait **quadrupler** entre 2020 et 2040 pour atteindre la neutralité carbone en 2050



106 Gt de matières en 2024

Country Overshoot Days 2026

When Earth Overshoot Day would land if all the people around the world lived like...



Engagements de décarbonation

■ SNBC Industrie (2025) :

- 64 Mt CO₂ en 2024
- -68 % émissions en 2030 (45 Mt CO₂) vs 1990 (140 Mt CO₂)
- -97% des émissions en 2050 (4 Mt CO₂) vs 1990

■ Green Deal (2019) :

- -55 % émissions en 2030 vs 1990
- -90 % émissions en 2040 vs 1990
- Neutralité carbone en 2050

■ Accord de Paris (2015) :

- +1,5 à 2°C maxi en 2100

17%
62,4 Mt
éqCO₂



INDUSTRIE



INDUSTRIE

Réindustrialiser en décarbonant la production

● Réindustrialisation

Améliorer les balances commerciales des filières industrielles dès 2030, poursuivre les efforts jusqu'en 2050 (acier, ammoniac, etc.). Créer les conditions d'attractivité et de compétitivité pour accueillir des projets bas-carbone et l'innovation verte (France 2030, Clean industrial deal, Net zero industry act...).

● Efficacité énergétique, décarbonation des mix

Accélérer les investissements (recours aux CEE, appels d'offre, réduction des plafonds de l'ETS)

Augmenter les gains d'efficacité énergétique, électrifier, recourir à la biomasse et aux CSR (déchets) pour la combustion.

● Procédés alternatifs, capture du carbone résiduel

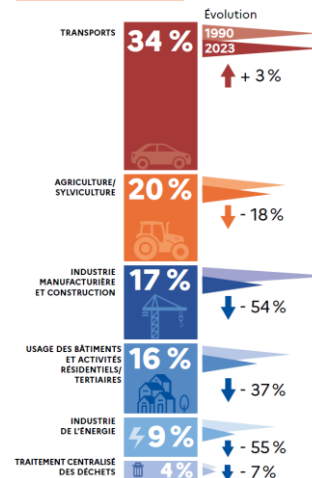
Remplacer les matières fossiles, mettre en œuvre la stratégie CCUS
Remplacement des hauts-fourneaux par une production d'acier à partir d'H₂, idem pour l'ammoniac, etc.

Développer la capture du carbone :

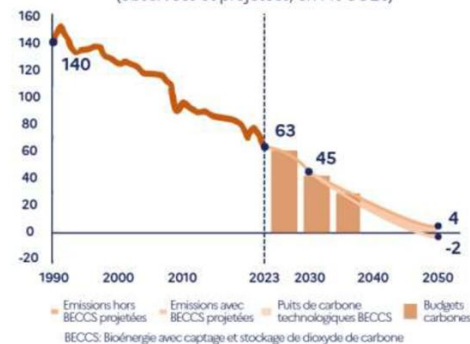
4-8 Mt
en 2030

20-30 Mt
en 2050

ÉMISSIONS DE GES EN FRANCE PAR SECTEUR EN 2023



Emissions du secteur de l'industrie (observées et projetées, en Mt CO₂e)



Objectifs de réduction d'émissions de GES par rapport à 1990

2030
-68 %

2050
-97 %

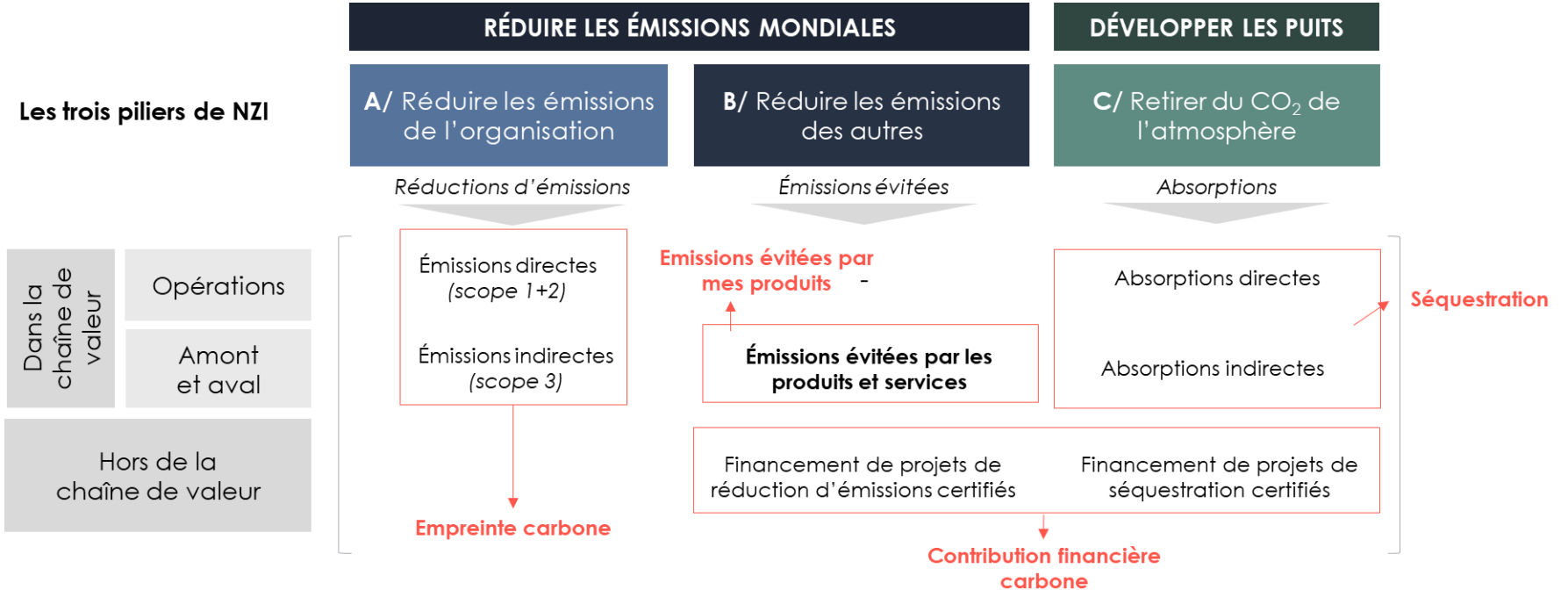
Mécanique : Acteur / contributeur de la transformation environnementale globale

- Procédés de production propres et sobres (fabrication additive, usinage à sec,...)
- Produits durables (écoconception, matériaux verts,...)
- Composants / Equipements pour les technologies vertes (EnR, Nucléaire, CCUS,...)



<https://www.mecallians.fr/pas-dindustrie-verte-sans-mecanique/>

Les piliers de la neutralité carbone



Travaux Cetim en lien avec la TEE

Travaux Cetim :

**Procédés de
production**

Fonderies

■ Projet Fonderie

- La décarbonation par l'électrification, la recherche de substituts aux combustibles fossiles, la captation et le ré-usage du CO_2 .
- L'amélioration de la performance énergétique des process utilisés pour la fusion et le chauffage des poches.
- Un axe économie circulaire, enfin, s'intéressant au recyclage et la valorisation des matières à la fusion.



■ Dossiers de veille

- [L'électrification de la fonderie, de la forge et des procédés thermiques industriels](#)
- [Performance énergétique des fours de fonderie](#)
- [Matériaux isolants pour les fours de traitements thermiques](#)
- [Recyclage des métaux critiques et stratégiques](#)
- [Recyclage des fontes et ferrailles](#)

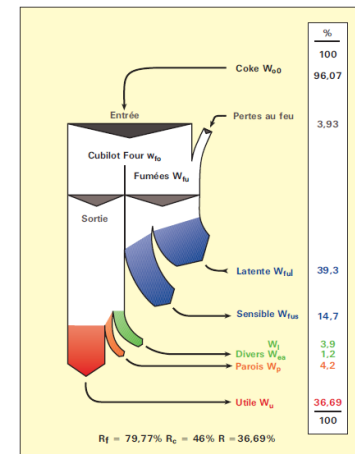


Figure 81: Bilans thermiques de 28 cubilots à vent froid français

Procédés innovants, propres et sobres

- Projet ScCRYO₂ (Usinage avec assistance CO₂ supercritique)

ScCRYO₂ RESEARCH PROJECT : 2021 ▶ 2025

Machining under supercritical CO₂ assistance

- **Multidiscipline project**
(Fluid dynamics, machining thermomechanics, surface integrity, life cycle assessment...)
- **4 Research laboratories**
- **Funding : 1.2 M€**
- **3 Thesis, 6 Masters, and 1 Post doctorate**



Durée : 0'17''

DECARBONATION

En route vers la décarbonation du brasage

Témoignage de Frédéric Jouet, Directeur Général de Erasch

« notre démarche de décarbonation de la connectique hydraulique de nos clients n'est pas suffisant, il faut aussi que l'on décarbhone notre processus de fabrication »

erasch
HYDRAULIC CONNECTORS



<https://rh-europe.com/la-societe-rh/>

PME 30 salariés

Concepteur, fabricant et distributeur de connexions hydrauliques personnalisés

Durée : 0'38''



Besoins client

Aller plus loin dans la démarche RSE en décarbonant le processus de brassage, consommateur de gaz et de flux (produits dangereux et polluants)



Accompagnement

- Audit approfondi du processus de brasage
- Définition d'un Plan d'actions
- Aide à la mise en œuvre des solutions d'optimisation
- Travail au fil du temps traiter les dysfonctionnements



Résultats obtenus

- Modernisation des 3 machines de brasage (éviter l'achat)
- Suppression du gaz de flux
- Rationalisation des systèmes de distribution de gaz
- Optimisation des réglages des machines



Vidéo témoignage : <https://www.youtube.com/>

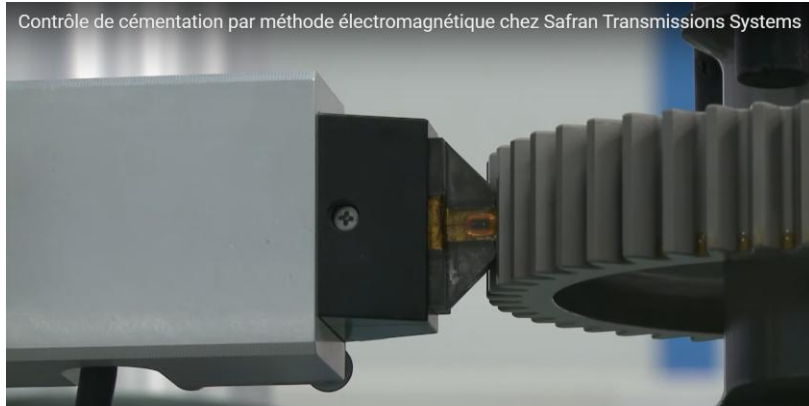


Bénéfices client

- Gains environnementaux : -10% consommation de flux, - 35% de gaz
- Réduction des défauts sur les pièces
- Facilitation des réglages et gain en confort d'utilisation des machines

Procédés de contrôle

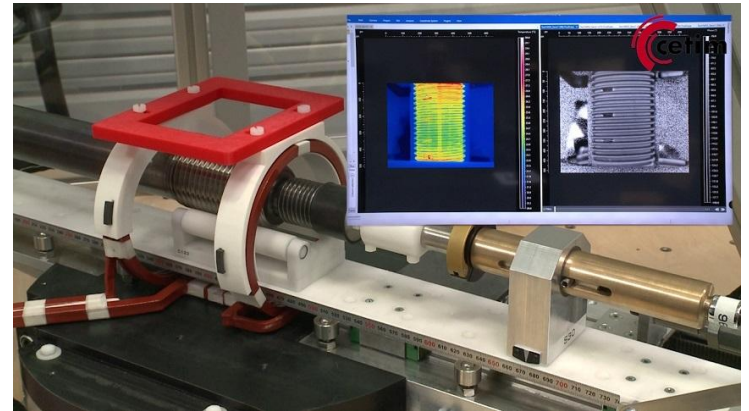
- Contrôle de cémentation par **méthode électromagnétique automatisée** moins polluante.



 SAFRAN

Produits
chimiques

- **Remplacement** de méthodes de contrôle traditionnelles "polluantes" par des technologies "propres": ici, remplacement du **ressuage** par la **thermographie infrarouge active automatisée** pour le contrôle de boulons.

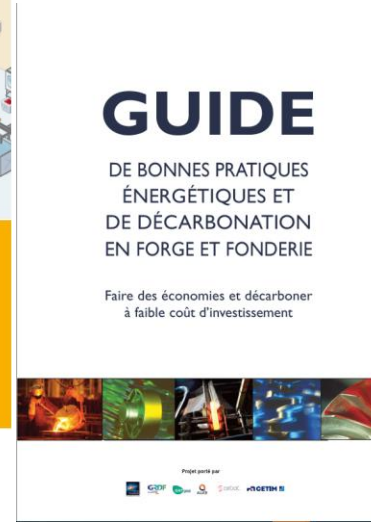
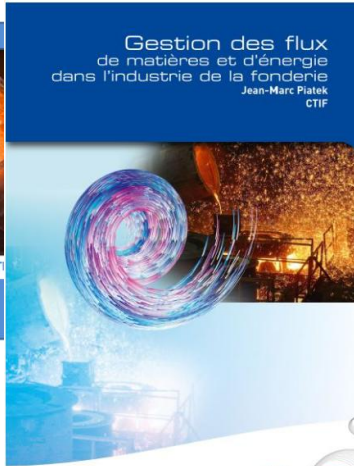


Produits
de
ressuage

 NAVAL
GROUP

Maîtrise de l'énergie et des émissions de GES

Maîtrise de l'Énergie
dans l'Industrie de la Fonderie



https://www.cetim.fr/mecatheque/Resultats-d-actions-collectives/guide-maitrise-de-l-energie-dans-l-industrie-de-la-fonderie#titledwnl_1

<https://www.cetim.fr/mecatheque/Resultats-d-actions-collectives/gestion-des-flux-de-matieres-et-d-energie-dans-l-industrie-de-la-fonderie>

<https://www.cetim.fr/mecatheque/Resultats-d-actions-collectives/maitrise-de-l-energie-dans-l-industrie-mecanique>

<https://www.cetim.fr/mecatheque/Resultats-d-actions-collectives/comment-parvenir-a-reduire-de-10-vos-consommations-energetiques-version-francaise-et-anglaise>

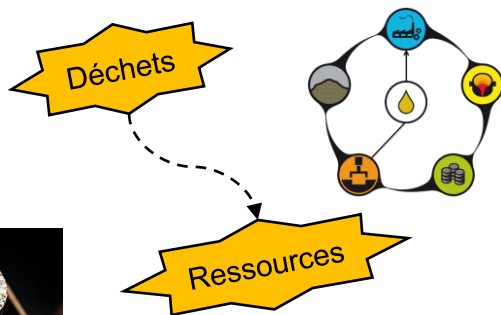
<https://www.cetim.fr/mecatheque/Resultats-d-actions-collectives/guide-de-bonnes-pratiques-energetiques-et-de-decarbonation-en-forge-et-fonderie>

<https://www.cetim.fr/mecatheque/Resultats-d-actions-collectives/guide-pratique-decarbonation-dans-l-industrie-mecanique>

Travaux Cetim :

Matériaux et substances

Recyclage et Valorisation au CETIM



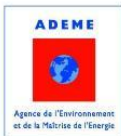
Objectifs

- Structurer une filière pérenne de valorisation métallurgique
 - Développer des technologies de briquetage adaptées aux différentes typologies de boues
 - Définir les modèles économiques et organisationnels
 - Pérenniser la filière



Chiffres clés

- 1,3 M€ financés à 50% par l'ADEME
- Durée du projet : 30 mois
- Développement de démonstrateurs industriels
 - Maîtrise de la traçabilité/qualité des briquettes + normalisation via UNM (NF E 22-450)
 - Industrialisation d'une filière de valorisation métallurgique



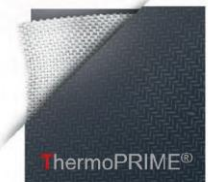
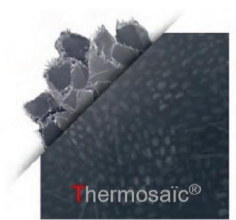
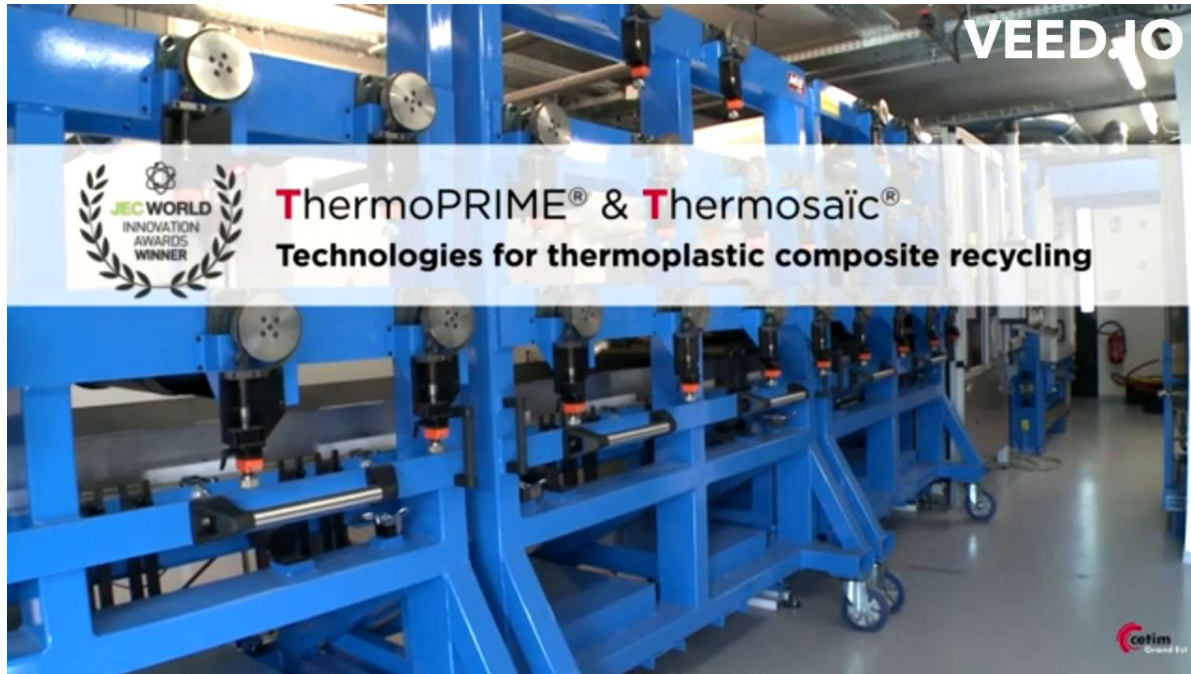
Traitement des copeaux



Recyclage et Valorisation au CETIM

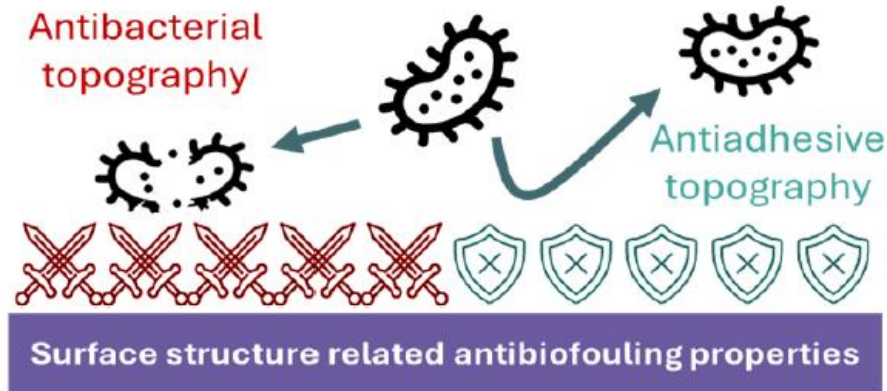
- Développement de procédés de recyclage des déchets thermoplastiques
 - Procédé de recyclage des déchets thermoplastiques et des composites thermoplastiques ThermoPRIME®, Thermosaïc®

Durée : 0'37"



Substitution substances à risques

BIOSPARK (Biomimetic Surface Patterns for Agrifood Resilience and clean design Knowledge) :
Création d'une **surface bio-inspirée par laser femtoseconde** permettant de **réduire la consommation d'eau et de détergent**:



Détergents

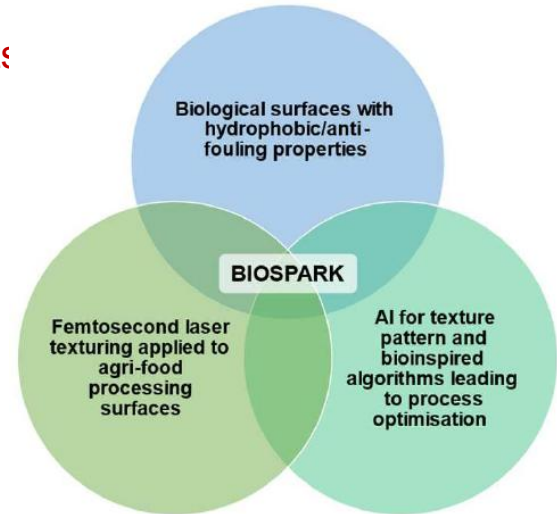


Figure 6: BIOSPARK approach on bio-intelligent manufacturing

Feuille de route PFAS : 2025-2027

Budget : > 2 M€

WP1	WP2	WP3	WP4
Cartographie de la problématique PFAS	identification et mesure des PFAS présents en mécanique	Remédiation	Recherche d'alternative
WP5 : Dissémination			

Travaux Cetim :

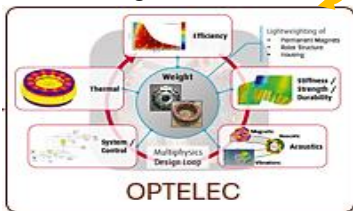
**Produits de la
mécanique**

E-Mobility

5 projets de R&D

OPTELEC

Optimisation multiphysique des engins électrifiés



- Ingénierie système, sécurité, normalisation et évolutions normatives
- Architecture et conception multiphysique d'un engin
- Optimisation par le contrôle/commande
- Protocoles de charge et gestion de flottes de batteries



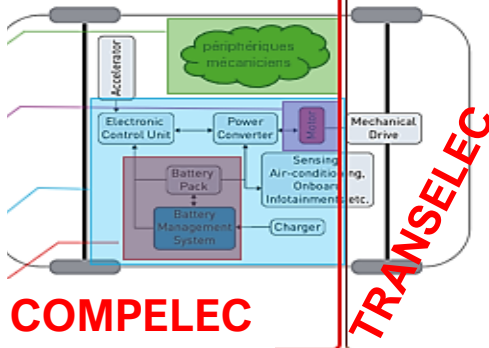
MATELEC



- Caractérisation des matériaux
- Conception et Utilisation des logiciels multiphysiques
- Procédés conventionnels et de fabrication additive

Matériaux et procédés spécifiques ou en lien avec les pièces à destination de la mobilité électrique

- Choix, association et dimensionnement moteur / variateur électrique
- CEM et réseaux de communication
- Dimensionnement multiphysique des périphériques mécaniciens

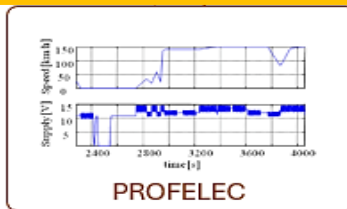


Compréhension des phénomènes et dimensionnement multiphysique des composants en lien avec l'électrification

Dimensionnement multiphysique des transmissions avec entraînement électrique

- Dimensionnement des transmissions mécaniques couplées à l'électrique
- Dimensionnement des transmissions hydrauliques couplées à l'électrique
- Fonctions à transmissions totalement électrifiées

PROFELEC



Déclinaison et acquisition des profils de mission sur systèmes électrifiés

- Caractérisation et acquisition des paramètres en usage
- Méthodologie de construction et acquisition de profils de mission pour fiabiliser le produit
- Surveillance et analyse des données d'usage pour reconception et diagnostic

Eco-conception de produits industriels



Objectif

Appliquer les principes de l'éco-conception à la pompe à vide

Quelques résultats

Gains environnementaux

- +10 % de **rendement** de la pompe
- - 33 % du volume d'huile contenu dans la pompe
- - 54 % de **l'encombrement** de la pompe

- d'énergie

- de Matière



-5 étapes de fabrication

Gains économiques

- **Simplification** de la fabrication et du montage

Gains pour le client :

- Une consommation d'énergie réduite de 10 % (en fonctionnement)
- Un **niveau de bruit** réduit de 4 dB
- Un **niveau de vide amélioré** (de 0,5 mbar à 0,06 mbar)

- de Bruit

Durée : 0'21''



MIL'S

Christian PIC
Directeur Général Délégué



Compétitivité
Durable Product Process
Un dispositif de la Région Auvergne-Rhône-Alpes

Extrait du témoignage vidéo, Christian Pic,
Directeur Général Délégué de Mil's.

« Concrètement, cette compétitivité accrue nous a permis de gagner certains marchés là où nous ne pensions pas les gagner »



Projet SDC2

Remanufacturing de produits électriques et électroniques



CONTEXTE

Pénurie de ressources (MP, matériaux stratégiques, composants, produits)

Faible circularité des produits et accent mis sur le recyclage vs réemploi

Objectifs : Réutiliser des composants pour allonger la durée de vie des produits

Projet InterCarnot (Cetim, ARTS)

Besoins : Réduction de l'empreinte environnementale de l'équipement et évaluation des bénéfices environnementaux



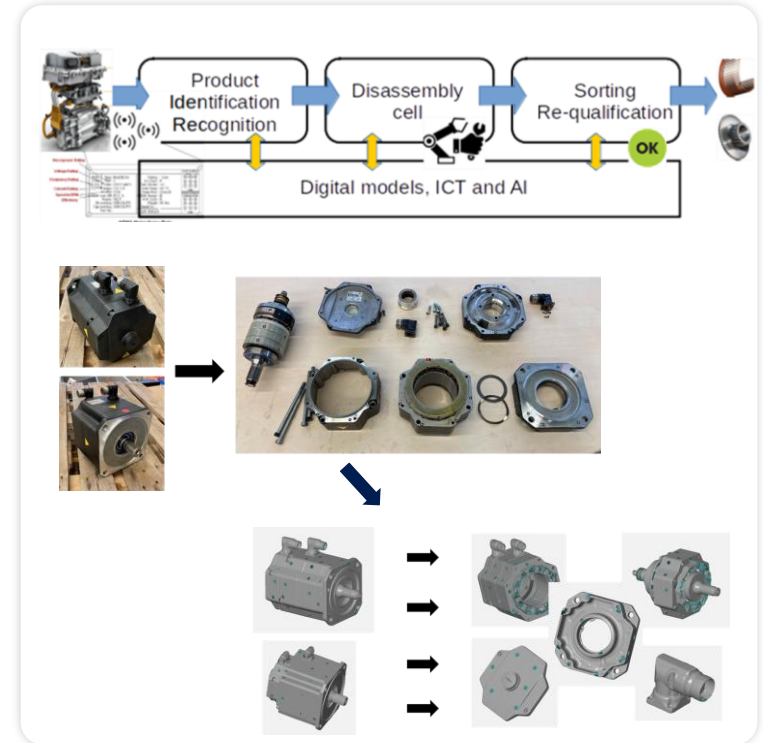
IMPACT

Scan3D des produits / composants

Désassemblage automatisé de produits

Automatisation de traitement de données (nuage de points, machine learning,...)

Digitalisation de l'historique produit





ARHySTOTE

Advanced Development of Smart Hydrogen Tanks for Fully-Thermoplastic High-Pressure Storage

Development of an innovative thermoplastic composite tank for storing hydrogen under pressure for off-road use

- Develop novel, high-pressure H₂ storage tanks aimed for use in agricultural tractors
- Design and manufacture high-pressure composite TP tanks leveraging advanced materials and eco-friendly processes
- Integrate smart functionalities for monitoring and safety

PROJECT IDENTITY

- Duration: 42 months (2024 – 2027)
- Budget: 8,11M€
- Coordinator: AGCO
- 6 partners



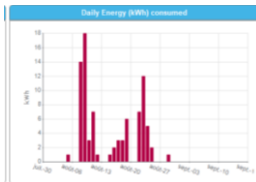
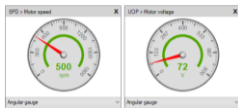
Cetim's activities

- Design & engineering of advanced tank architecture
- Material selection & characterization
- Manufacturing & testing of thermoplastic composite tanks

Economie de l'usage

- Reconditionnement de Machine-Outil
- Machine connectée

Louer



- Vente de l'usage : MaaS (Machine as a Service)

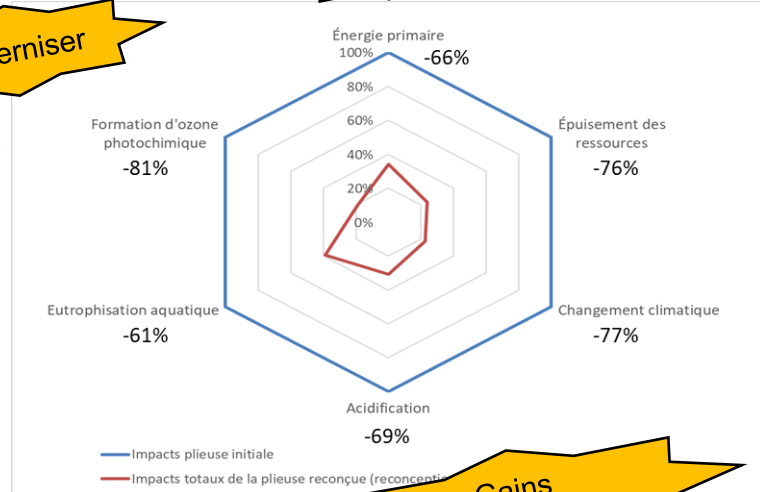


1986



11 t

Moderniser



Gains environnementaux



Durée : 0'37''

La normalisation comme levier

CEN TC 406 Produits mécaniques - Méthodologie d'écoconception

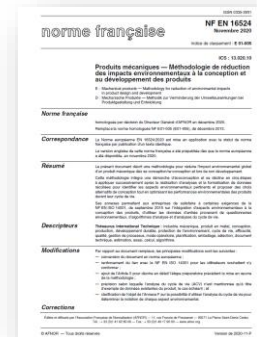
- EN 16524 : Méthodologie de réduction des impacts environnementaux à la conception et au développement des produits
- FD E 01008 (devenue FD CEN/TR 18047) : Données d'impact environnemental pour les produits de la mécanique



UNM 01 Mécanique et Environnement

- Transposition des 8 normes EN 4555x : GT UNM constitués sur la durabilité et la réparabilité

TR 45550:2020	Terminologie
EN 45552:2020	Durabilité
EN 45553:2020	Capacité d'un produit à être refabriqués
EN 45554:2020	Réparabilité, réutilisabilité
EN 45555:2019	Recyclabilité et valorisabilité
EN 45556:2019	Proportion de composants réutilisés
EN 45557:2020	Contenu en matériaux recyclés
EN 45558:2019	Déclaration de l'utilisation de matières premières critiques
EN 45559:2019	Communication des informations sur l'utilisation rationnelle des matériaux





Pour un futur industriel
responsable et respectueux
de la planète