

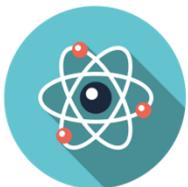
AUTOMOTIVE 2018 – Palais des Congrès Versailles – 17 oct. – 10h-10h30



Innovation



Conseil



Laboratoire



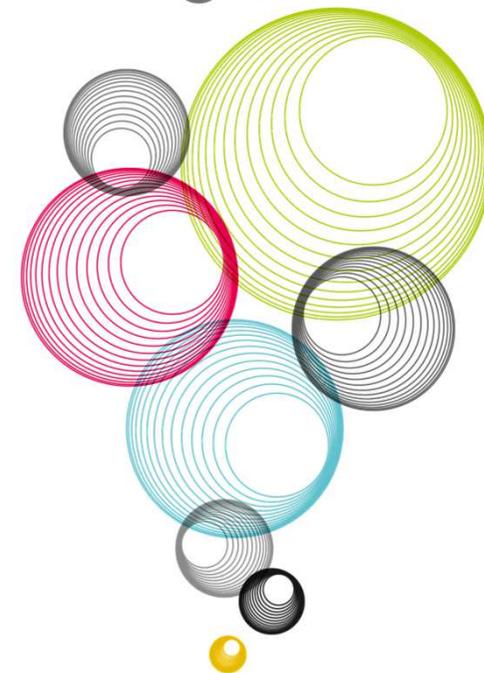
Formation

Les innovations en matériaux métalliques dans l'automobile

Michel STUCKY et Patrick HAIRY

hairy@ctif.com

CTIF – www.ctif.com





- **Présentation de CTIF**
- **Les drivers à l'innovation**
- **Des exemples de développement**
 - *Magnésium*
 - *Les alliages d'aluminium à haute ductilité*
 - *La fonderie sous pression assistée par le vide*
 - *La simulation numérique*
 - *Les mousses métalliques*
 - *Les intermétalliques*
- **Conclusions**



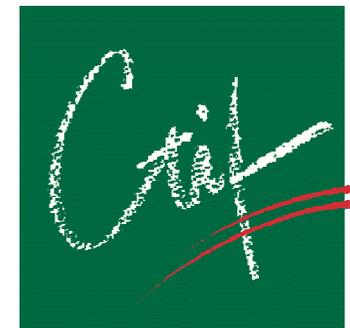


CTIF – Centre technique Industriel *Fonderie – Produits et Matériaux métalliques*

105 personnes sur 2 sites : Sèvres et St Didier au Mont d'Or et 2 agences régionales (Rennes et Charleville-Mézières)

- **Projets de R&D collaboratifs** (ANR, FUI, Europe)
- **Prestations de service privées** pour les donneurs d'ordre, les fondeurs, ...

R&D et Innovation, calcul simulation et co-design de pièces, Formation, Expertise et contrôle de pièces, assistance technique sur site, recyclage, ...



7 & 8 novembre 2018 – Chaville (92)

<https://metaldays.ctif.com/>





Les Drivers à l'innovation

Allègement

...

- Transfert acier/ fonte → aluminium
- Transfert aluminium → magnésium
- Diminution des épaisseurs (↗propriétés)

Cout

- Solutions pérennes communes à l'Europe, Amérique et à l'Asie
 - Convergence des normes EN, ASTM et JIS
- Prix des matériaux
 - VA process
 - Facilité d'assemblage, de recyclage, ...





Des exemples d'innovation

- **Aujourd'hui**

- Aluminium ductile en fonderie sous pression
- Magnésium
- Simulation

- **Demain**

- Mousses métalliques
- Intermétalliques





AUJOURD'HUI





Les alliages d'aluminium à haute ductilité pour les pièces de grande dimension en Fonderie Sous Pression (assistée par le vide)





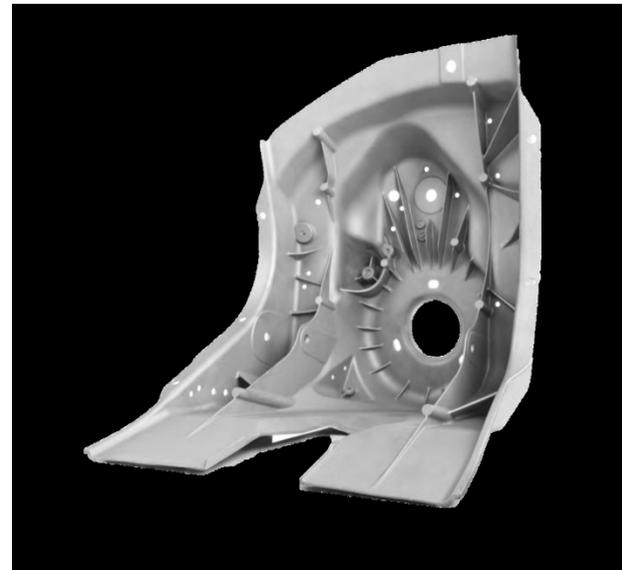
BMW shock tower



Avant

5 tôles d'acier soudées
poids : 8,16 kg

Alliages ductiles FSP



Après

1 pièce
poids : 3,26 kg (gain 60 %)





Audi

Pilar B

Longueur 1200
mm

- Réduction de la masse
- Intégration de fonction
- Réduction assemblage

Alliages ductiles FSP



8 pièces
4 200 g



1 pièce
2 300 g





Les alliages de magnésium



Utilisation du magnésium

Freins

Avantages

- **Techniques**
 - Caractéristiques mécaniques spécifiques
 - Allègement
 - Teneur « à chaud »
 - Tenue au fluage
 - Amortissement
- **Economiques**
 - Des réserves long termes très importantes

- **Techniques**
 - Oxydation -corrosion
 - Recyclage court délicat
 - Inflammabilité à l'état liquide
 - Environnement : gaz protecteurs
=SO₂/CO₂/SF₆
Remplacement par Novec™ 612
- **Economiques**
 - Coût du magnésium
 - Mg à 80-90 % Chinois (dépendance)
 - Cour pouvant être très fluctuant
 - Peu d'acteurs
- **Psychologique**
 - « Mg s'enflamme à la moindre étincelle »



Constat

- Un développement régulier des applications (automobile, électronique, ...) tirés essentiellement par l'Asie (Chine) ou des partenariats
- Une utilisation ciblée du magnésium
- Une montée en puissance à moyen terme





Tôles de Mg (Renault Samsung Motors & POSCO) Poids :60 % de gain / acier mais surtout non négligeable.



13

Exemples



« réduction poids »

2/3 Mg

1/3 Alu avec insert acier

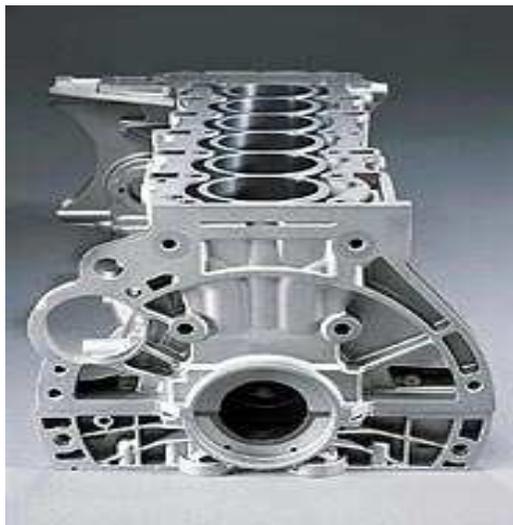


Exemple



BMW – Bloc moteur bimétallique

Fonderie sous pression – surmoulage structure en aluminium par du magnésium (allègement et moins de vibration comparé à un bloc en fonte)



Mg





APPROCHE NUMERIQUE





Champs de la simulation en métallurgie

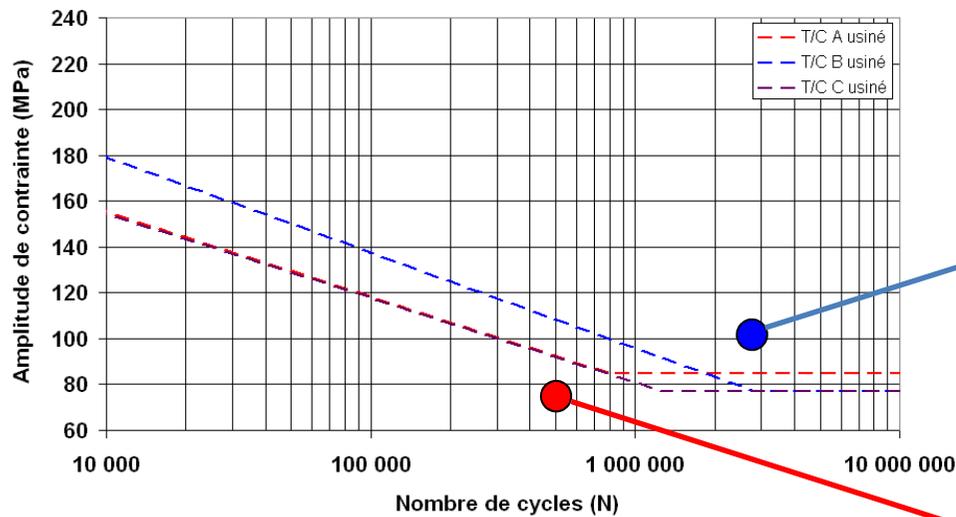
- **Comportement mécanique et thermomécaniques**
- **Process : forge, fonderie, etc.**
- **Alliages : ThermoCalc[®], Pandat, CompuTherm, ..., Ab Initio**





Maitrise des imperfections de fonderie

Courbes de Wohler AISi9Cu3
Traction/Compression R=-1
Eprouvettes usinées



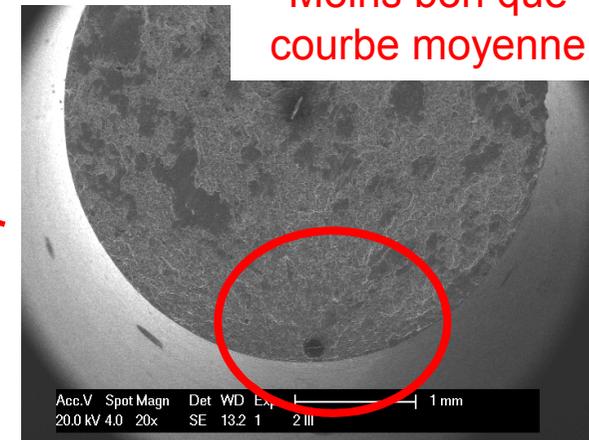
Causes de ruptures :

- Porosité (taille et position par rapport à la surface d'éprouvette)
- Trace de plan de joint
- Oxydes

Meilleur que
courbe moyenne



Moins bon que
courbe moyenne





Impact des défauts sur la tenue en fatigue

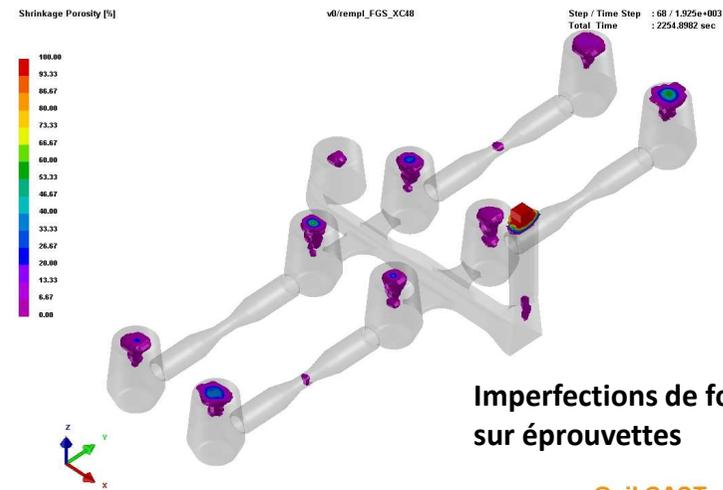
Méthodologie QualiCast

Produire des éprouvettes à défauts naturels (ou artificiels) et déterminer la courbe de Wöhler et la limite d'endurance en fatigue et les abattements liés aux défauts.

Utilisation de la simulation numérique pour maîtriser les défauts internes.

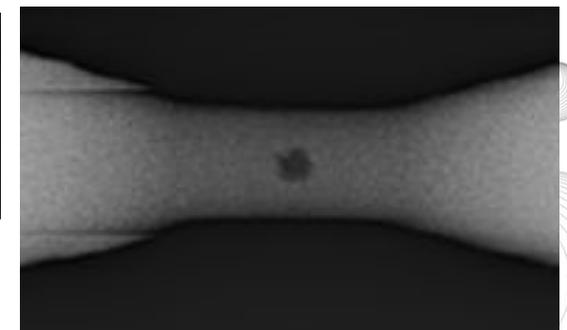
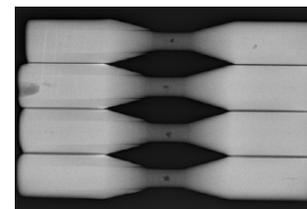
Enjeux

Mieux dimensionner les pièces (automobile, aéronautique, ...) et disposer de critères d'acceptation optimisés dans les CDC.



Imperfections de fonderie sur éprouvettes

QuikCAST



Calcul de structure et tomographie



1

Tomographie de la pièce (après contrôle de 10 pièces en radio)

2

Récupération de la géométrie (CAO non disponible) et des défauts internes (soufflures et retassures)

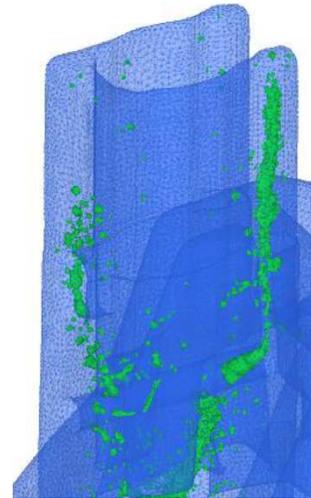
3

Filtrage des défauts pour éliminer trop petits défauts (4 pixels) non impactant et complexes à modéliser

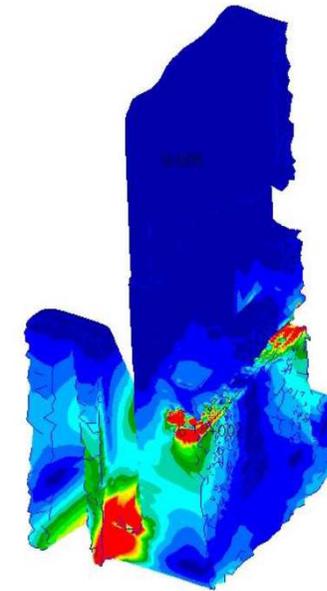
4

Calcul de structure (sans défauts et avec défauts) pour valider la tenue mécanique

Récupérer la géométrie des défauts pour valider la tenue mécanique (statique linéaire) de pièces aluminium en fonctionnement



Scan3D



Calcul de structure
Pièce avec défauts





Thermo-Calc

Intérêt

- Tracer des diagrammes d'équilibre et prédire les phase à l'équilibre ou hors équilibre (Scheil)
- « Prédiction » de comportement à partir du diagramme de phase
- Générer des données pour la simulation (Tsolidus, Cp, ...)
-
- Plan d'expérience numériques (influence des éléments d'alliages ou impuretés) avant essais expérimentaux (limitation des essais)

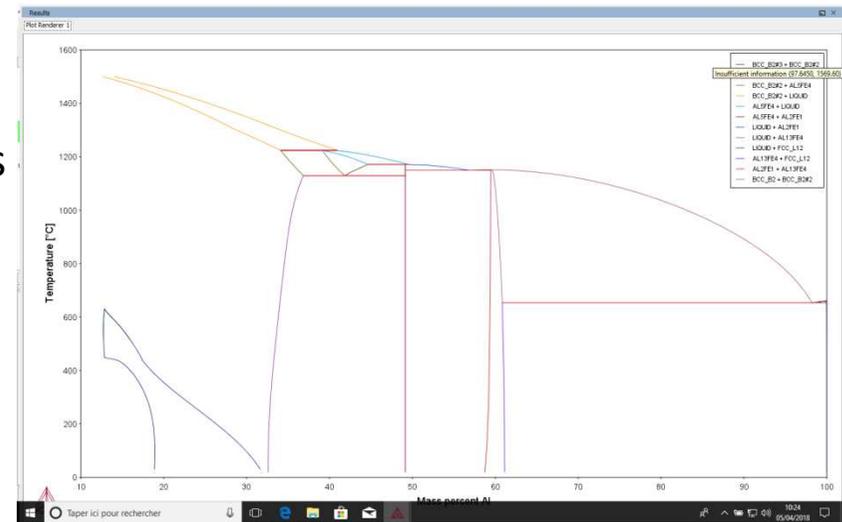
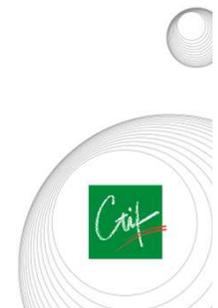


Diagramme d'équilibre Fe-Ni





DEMAIN





Les mousses métalliques





MB

Pour en savoir plus

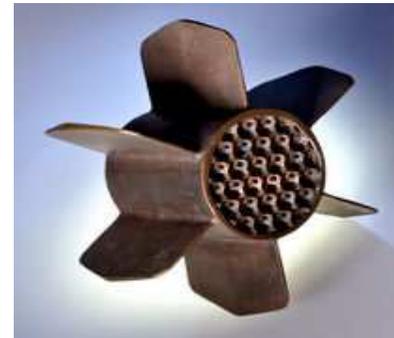
Structures lattices par voie de fonderie CASTFOAM

Un nouveau matériau multifonctionnel

CastFoam® mousse métallique à pores ouverts et communicants par fonderie gravité

- Echange thermique
- Absorption d'énergie
- Allègement (85 % de porosité)

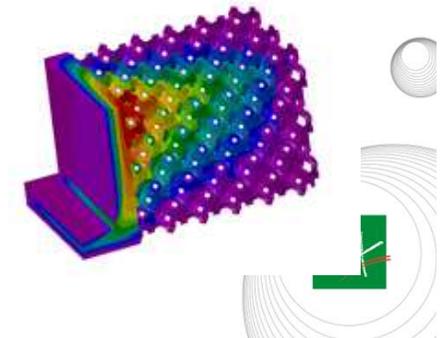
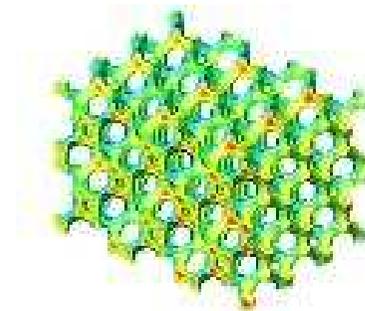
3 Brevets CTIF et un know-how important.
Développements en cours



Démonstrateur



Dissipateur thermique de
LED - LOUPI





Concept Car – AIRCROSS - Citroen



*AirCross – Salon Shanghai
avril 2015*



*Alloy Bump – absorbeur de chocs en bas des
portières*





Les intermétalliques





Les alliages intermétalliques

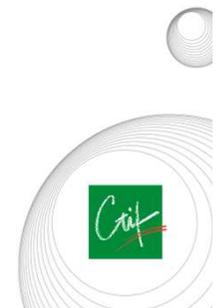
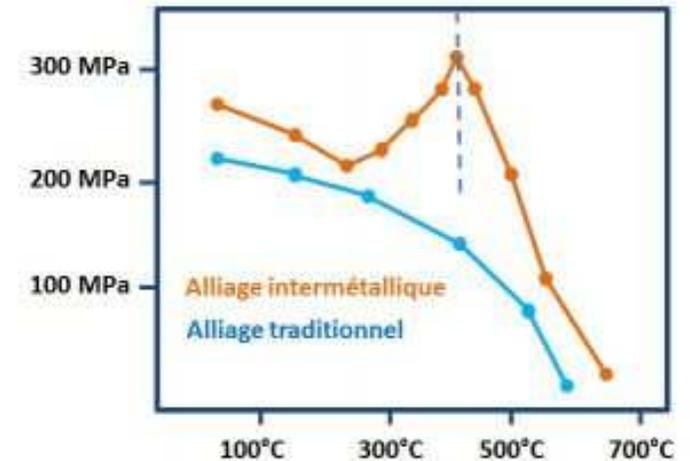
• ATOUPS

- De nombreuses nuances: FeAl, Fe₃Al, FeAl₃, NiAl, Ni₃Al, NiAl₃, TiAl, Ti₃Al, TiAl₃...pour les binaires!
- Résistance à la corrosion
- Masse volumique « réduite »
- Tenue à chaud ($R_{p0.2}$ qui s'élève avec la température et passe par un maximum)
- Cout des matières premières

• FREINS

- Mise en œuvre délicate mais possible en fonderie
- Fragilité à température ambiante
- Usinabilité

$R_{p0.2}$ fonction de la température



Conclusion





Conclusions

- **L'automobile reste majoritairement un objet métallique**
 - Pièces de structure
 - Accessoires
 - Groupe motopropulseur
 - Faisceau électrique
 - Etc.
- **Rationalisation des matériaux**
- **Changement d'alliages (ferreux → aluminium → magnesium)**
- **Changement de process (forge ↔ fonderie, mécanosoudé ↔ fonderie, usiné ↔ fonderie)**
- **Montée en puissance du numérique**
- **Solutions innovantes (mousses et intermétalliques CTIF)**

