

Projet FLACOMARE

Résistance au feu des matériaux composites



PROJET FLACOMARE

○ FLACOMARE

- RÉSistance des MATériaux COMposites aux FLAmmes

○ Projet FEDER

- Labellisé dans le cadre du pôle de compétitivité SYSTEM@TIC

○ Partenaires

- EFECTIS France
 - Laboratoire de résistance au feu
- LNE
 - Laboratoire de réaction au feu, mesures de propriétés thermo physiques et thermomécaniques des matériaux
- LMS Samtech
 - Développement de logiciels thermomécaniques

○ Durée du projet : 24 mois (avril 2011 - avril 2013)

○ Contexte

- L'emploi des matériaux composites se développe dans le domaine des transports
 - Gain de masse, résistance mécanique ...
- Matériaux principalement utilisés identifiés



○ Problématique

- Quid de leur comportement au feu ?
 - Réaction et résistance au feu
 - Encore mal connu
- Composites : des matériaux nouveaux
 - Nouvelle réglementation (certification, performances) incendie / sécurité
 - Besoins d'outils adaptés et performants

OBJECTIFS ET PERSPECTIVES DU PROJET

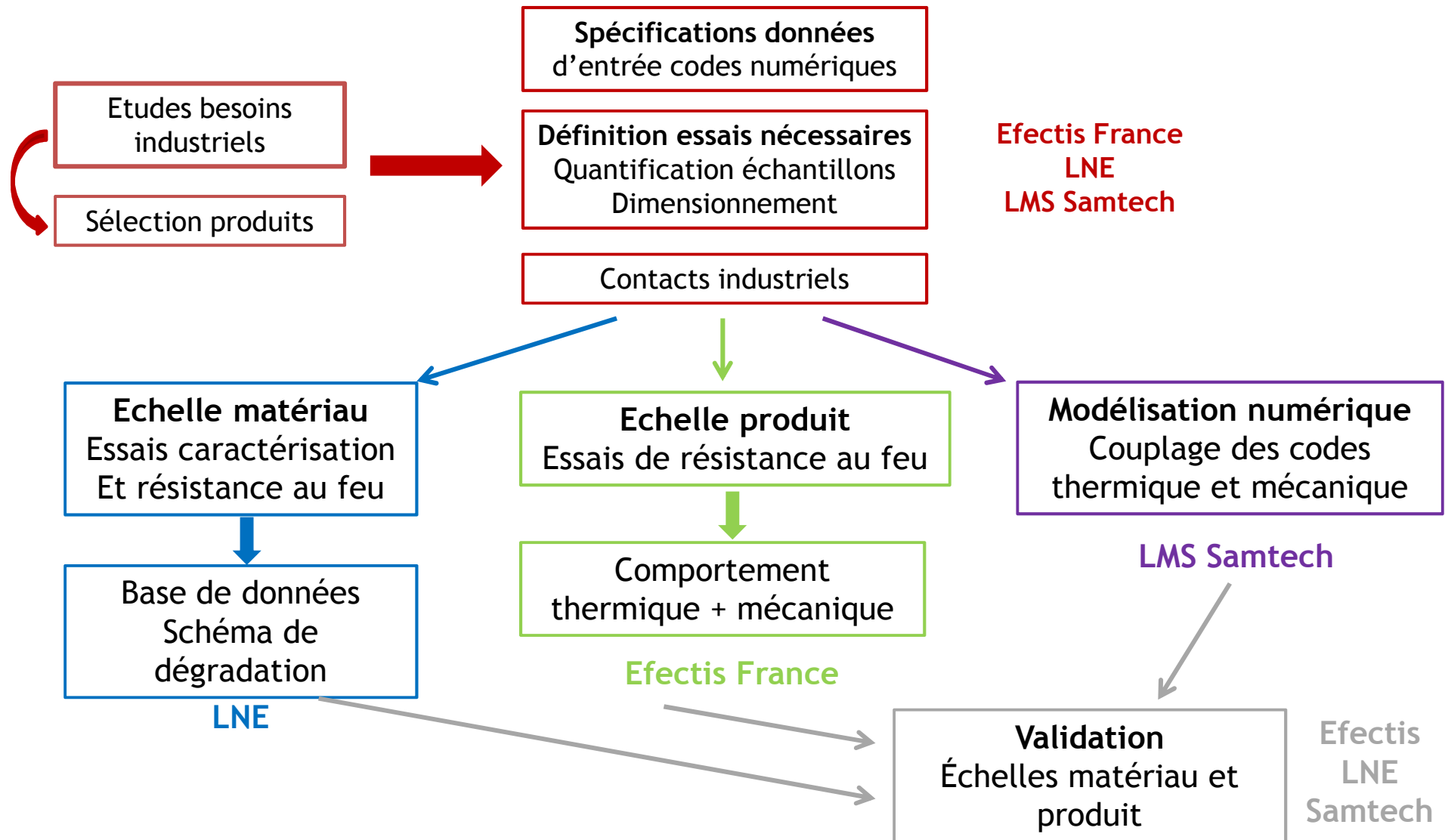
○ Objectifs

- Prédire avec fiabilité le comportement thermomécanique d'éléments structurels en matériaux composites en cas d'incendie
- Développer des outils et une méthodologie basés sur complémentarités
 - Essais / Simulations
- Répondre aux besoins du secteur du transport
 - Aéronautique, Naval, Ferroviaire

○ Perspectives

- Réduction des coûts de développement (optimisation du nombres d'essais)
- Sécurité incendie / construction, conception d'ouvrages
- Méthodes d'essais et méthodes numériques développées et validées, acquisitions de compétences nouvelles

MÉTHODOLOGIE

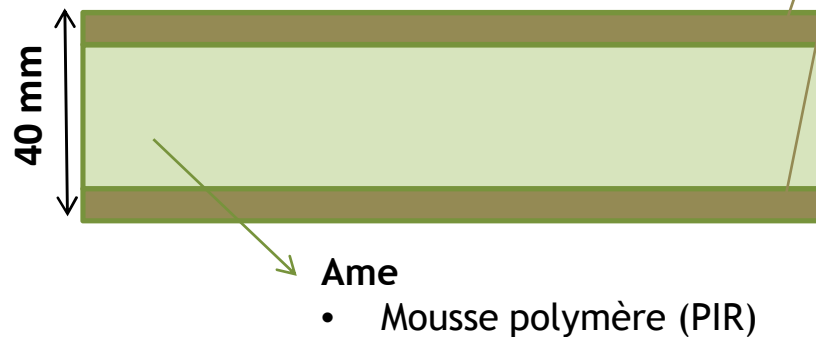


MATÉRIAUX COMPOSITES - SPÉCIFICATIONS

○ Cahier des charges matériau

- Domaine des transports
- Structures
 - Monolithiques
 - Sandwiches

○ Produit Mäder/Toutenkamion



Parements stratifiés

- Matrice thermodurcissable (Résine polyester)
- Renforts incombustibles (Fibres de verre)
- Additifs (Charges minérales...)

○ Essais

- Caractérisation + réaction + résistance
- Multiéchelle

Etudes besoins industriels

Sélection produits



Spécifications données d'entrée codes numériques

Définition essais nécessaires

Quantification échantillons
Dimensionnement

Contacts industriels

ECHELLE MATÉRIAU : CARACTÉRISATION ET RÉACTION AU FEU (LNE)

○ Définir les données d'entrée des codes numériques

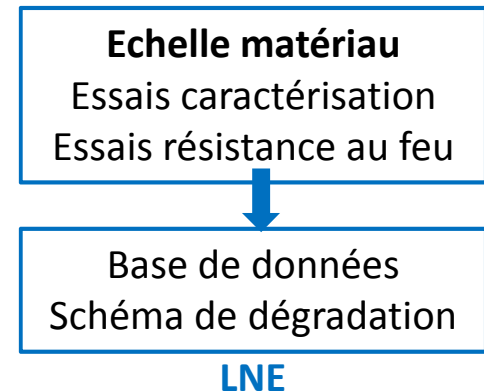
○ Caractérisation : Expérimentalement

NB : mesures jusqu'à la température de décomposition thermique

- Propriétés thermo-physiques
 - conductivité thermique
 - enthalpie
 - coefficient de dilatation linéique
 - chaleur spécifique
 - masse volumique
- Propriétés radiatives et optiques
 - coefficient d'absorption
 - émissivité
- Propriétés thermomécaniques
 - coefficient de poisson
 - module d'Young
- Mécanisme de décomposition thermique simplifié

○ Caractérisation : Numériquement

- Paramètres cinétiques de décomposition thermique

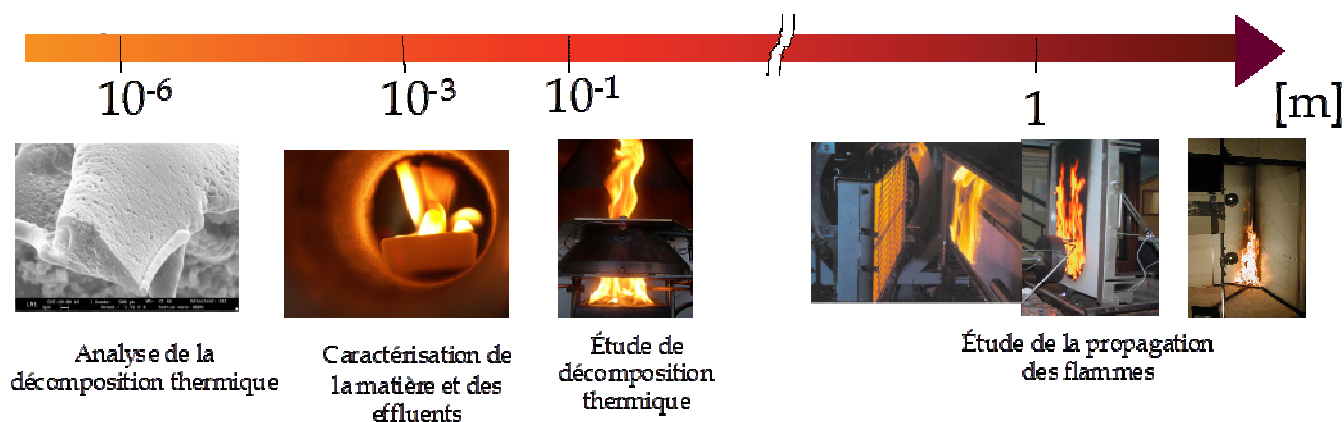


Plaque chaude gardée de référence pour la mesure de conductivité thermique des matériaux isolants [-160°C; +700°C]

ECHELLE MATÉRIAU : CARACTÉRISATION ET RÉACTION AU FEU (LNE)

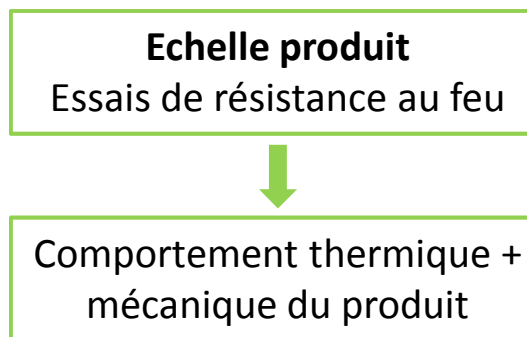
○ Étudier la réaction au feu du produit

- Comprendre la chimie de décomposition thermique
- Comprendre les phénomènes physiques
- Étudier l'influence des conditions expérimentales
- Étudier l'influence des conditions de fixations
- Définir les données de comparaison avec les simulations

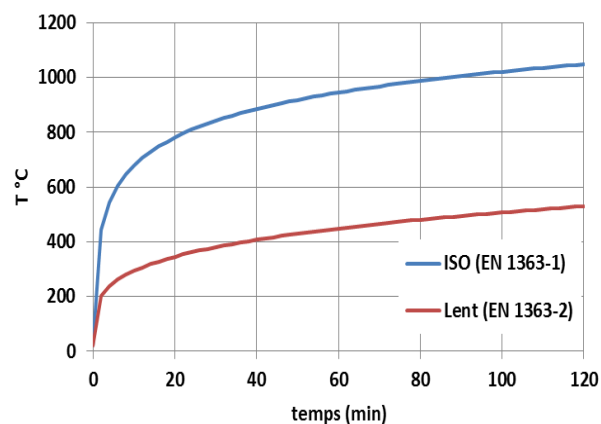


ECHELLE RÉELLE : ESSAIS DE RÉSISTANCE AU FEU (EFFECTIS)

- Fournir les comportements thermomécaniques des matériaux
- Cas de validation échelle réelle des modèles numériques
- Essais de transfert thermique sur structures simples
- Panneaux de grandes dimensions
 - ~ 3 x 3 m
 - Représentatifs échelle produit fini
- Four d'essai de résistance au feu
 - Conforme aux normes d'essai (T, P)
 - Chargements thermiques



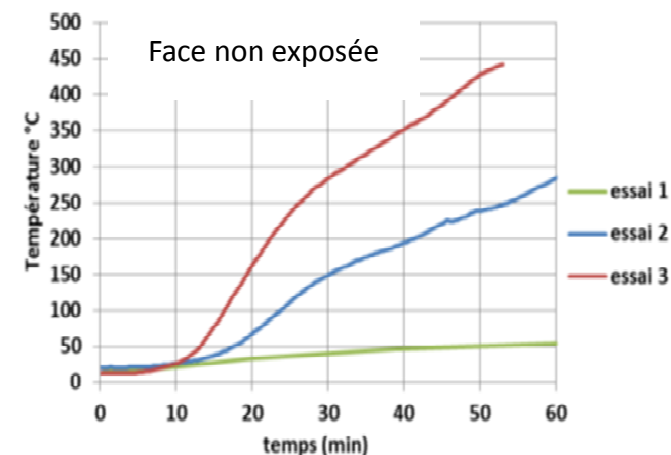
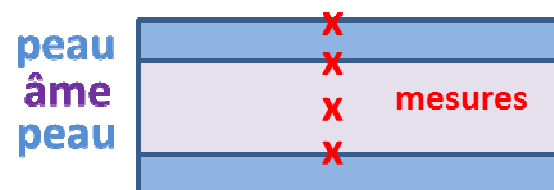
Efectis France



ECHELLE RÉELLE : ESSAIS DE RÉSISTANCE AU FEU (EFFECTIS)

- Panneaux sandwichs
 - Testés en configuration horizontale
- Chargements définis
 - Thermique et mécanique
- Mesures
 - Températures dans l'élément
 - Déplacements
- 3 cas validation

ESSAI	Echauffement	Chargement
1	Lent (EN 1363-2)	-
2	ISO (EN 1363-1)	-
3	ISO (EN 1363-1)	8 kg (toute largeur, centré)



COUPLAGE NUMÉRIQUE (LMS SAMTECH)

○ Simulation du comportement au feu des composites avec prise en compte de la dégradation thermique

Echelle produit
Essais de résistance au feu
Comportement thermomécanique

Echelle matériau
Essais caractérisation
Base de données
Schéma de dégradation

Modélisation numérique
Couplage de codes thermique et mécanique

LMS Samtech

FDS (Fire Dynamics Simulator) :
Transfert de chaleur convectif et radiatif entre la flamme et la structure environnante

Différences finies

Température de paroi
ou
Flux radiatif et convectif

Interpolation entre les deux maillages

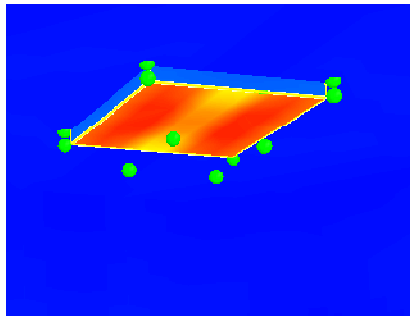
SAMCEF :
Calcul de structure thermo-mécanique

Eléments finis

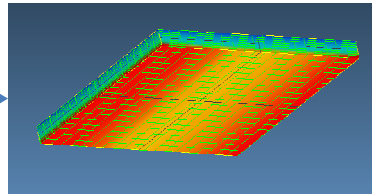
COUPLAGE NUMÉRIQUE (LMS SAMTECH)

○ Données de la simulation :

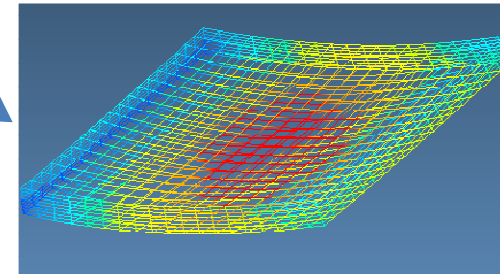
- Caractéristiques des matériaux fournies par le LNE (essais sur échantillons)
- Modèle de calcul représentant les essais en grandeur réelle effectués par EFECTIS



FDS : transfert de chaleur entre la flamme et le composite



SAMCEF : transfert de chaleur dans le composite



SAMCEF : déformation sous l'action de la chaleur et des charges mécaniques

CONCLUSIONS

- Projet Innovant
- Répondant à un besoin
- Tri compétence
 - Essais micro
 - Essais macro
 - Simulation
 - Couplage codes FDS-SAMCEF
- Premières minutes d'essais réels simulées
 - Résultats cohérents
 - Pas encore de dégradation thermique

POURSUITE DU PROJET

- Essais de réaction au feu et de caractérisation des produits composites (LNE) + besoins
- Essais de résistance au feu sur structures réelles (Efectis France)
- Rédaction d'une méthodologie pour chaque phase d'essai (LNE / Efectis France)
- Modification/validation, finalisation des nouveaux processus physiques à considérer (LMS Samtech)