

Ingénierie Systèmes Simulation numérique & Incertitudes

Thierry YALAMAS

MascotNum/ IMdR

16 Décembre 2008

Présentation Générale

■ Société anonyme au capital de 145 000 €

- Création en 2001
- Lauréate du Concours Entreprises Innovantes en 2001 et 2003

■ Performances 2007

- Effectif : 23 personnes (+20%) dont 18 Ingénieurs & docteurs
- R&D : 17% du C.A.

■ L'équipe scientifique fondatrice

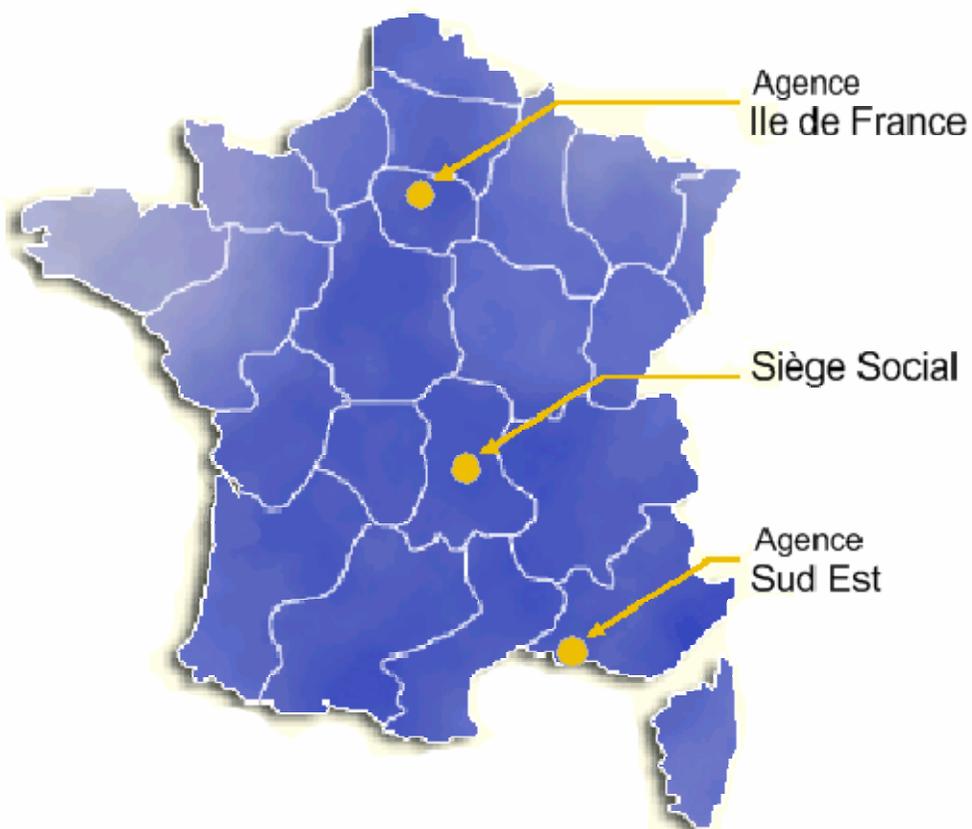
Prof. Maurice LEMAIRE

Délégué scientifique
Ingénieur de l'INSA Lyon
Professeur à l'IFMA

Maurice PENDOLA

PDG
Docteur & Ingénieur IFMA
Expert en fiabilité

Une implantation nationale



Agence Ile de France

5 Rue Legraverand
F-75012 Paris
Tél (00 33) 1 53 02 90 03
Fax (00 33) 1 43 42 48 30
paris@phimeca.com

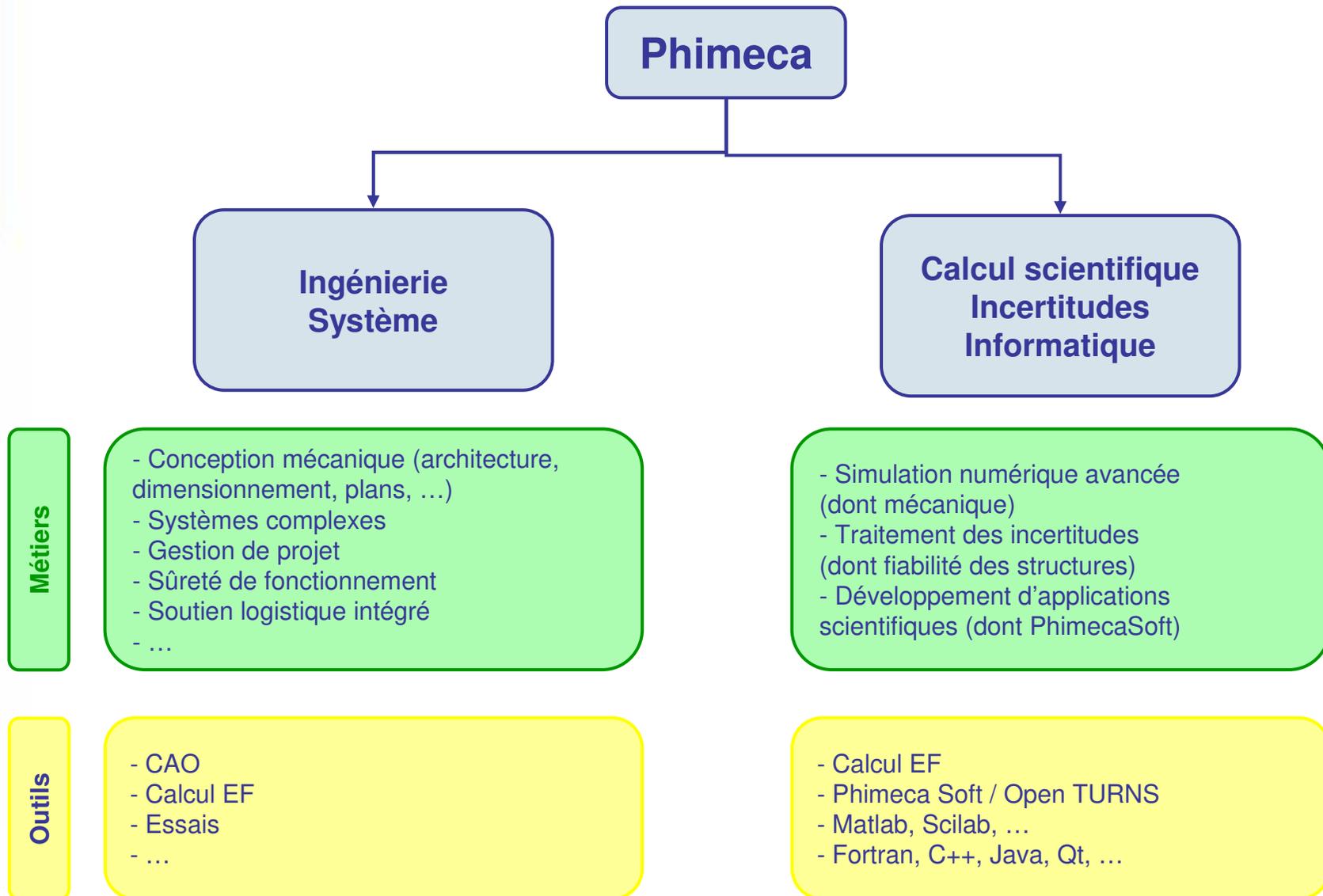
Siège Social

Centre d'Affaires du Zénith
34, rue de sarliève
F-63800 Cournon d'Auvergne
Tél (00 33) 4 73 28 93 66
Fax (00 33) 4 73 28 95 76
siege@phimeca.com

Agence Sud Est

Technopôle Var Matin
Route de la Seyne
F-83191 OLLIOULES
Tél (00 33) 4 94 62 51 95
Fax (00 33) 4 94 62 59 47
ollioules@phimeca.com

Deux métiers complémentaires



4

SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT (SDF)

L'aptitude d'un système à satisfaire une ou plusieurs fonctions requises dans des conditions données

Les objectifs de la SdF sont multiples, en particulier améliorer:

- La **F**iabilité – *Non défaillance*
- La **M**aintenabilité – *Maintenance maîtrisée dans le temps*
- La **D**isponibilité – *Être opérationnel*
- La **S**écurité des systèmes – *Non génération d'évènement critique*



Concept FMDS

L'atteinte de ces objectifs passe obligatoirement par la considération des défaillances:

- Leur connaissance
- Leur évolution
- Leur prévision
- Leur maîtrise

SÛRETÉ DE FONCTIONNEMENT (SDF)



CNIM - Projet M51

Assistance à la maîtrise d'œuvre de l'étude de Sûreté de Fonctionnement et de Sûreté Nucléaire des Tubes Lance Missiles et des membranes M51.

DCNS - Projet BARRACUDA

Dimensionnement de coques soumises à des instabilités géométriques.



Calcul scientifique



Simuler pour décider

▣ Savoir-faire

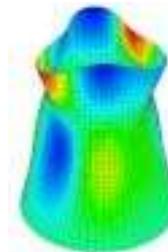
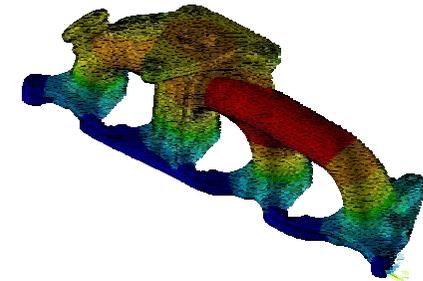
- Modélisation mécanique de systèmes complexes (CAO)
- Maillage
- Calcul aux éléments finis

▣ Domaines d'application

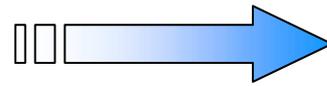
- Automobile
- Systèmes d'armes, aérospatial
- Nucléaire, génie civil

▣ Outils

- Code_Aster, Abaqus, Ansys, Nastran
- Environnement de calcul Windows / Linux



Informatique scientifique et industrielle



**Capitaliser la connaissance :
développement d'outils métiers**

e Savoir-faire

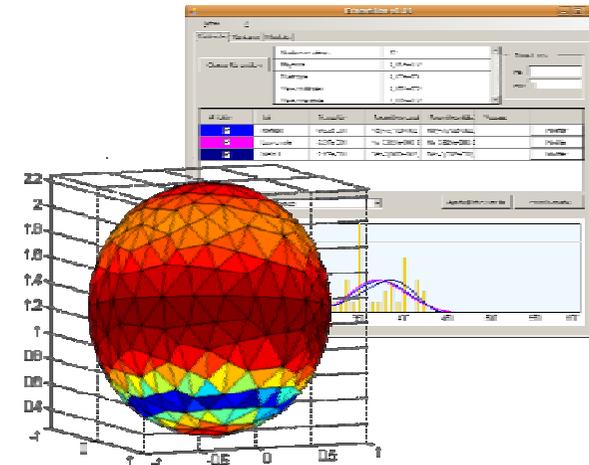
- Modélisation mathématique du cœur de l'outil
- Élaboration des spécifications techniques
- Conception et développement de l'application informatique
- Maintenance évolutive et corrective

e Domaines d'expertise

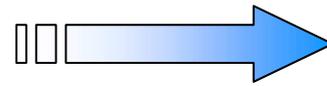
- Analyse numérique
- Logiciels libres
- IHM performantes (GUI, TUI)

e Outils

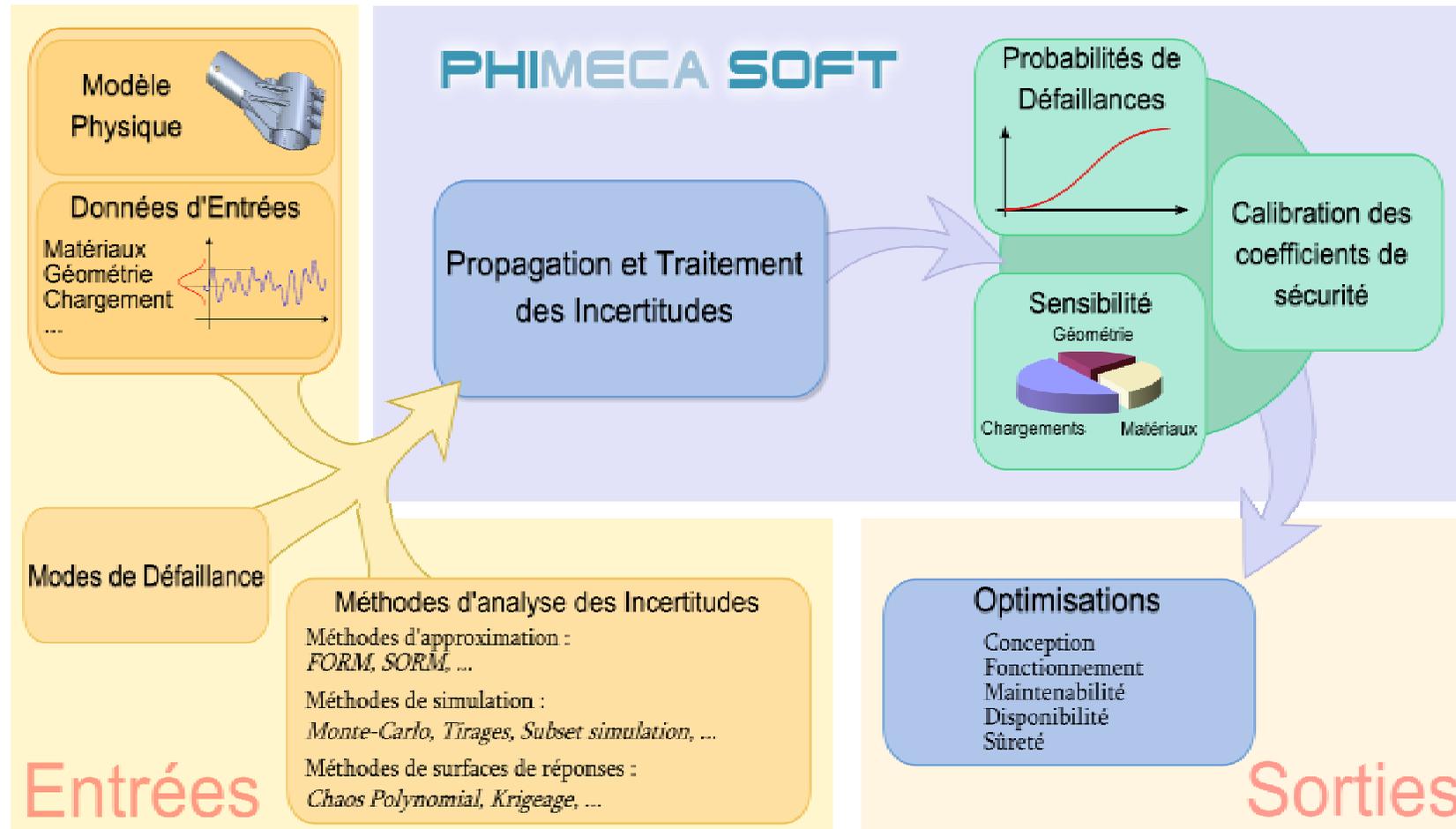
- Matlab, Octave, R, Scilab, Python
- Programmation orientée objet (C++, Java, Qt)



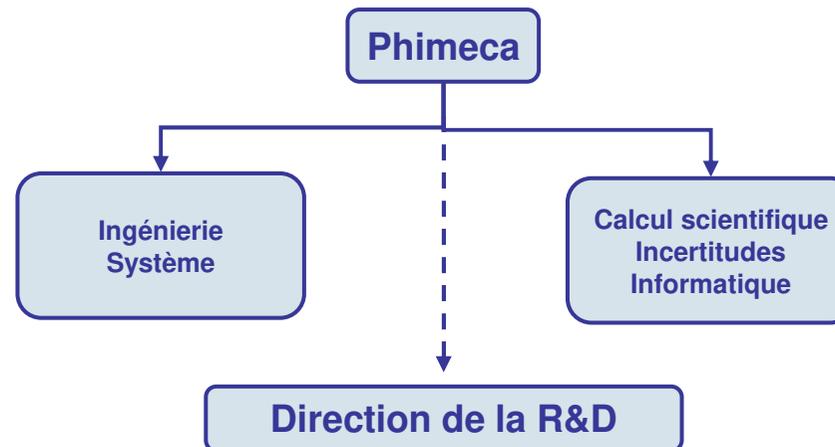
Traitement des incertitudes et fiabilité



Maîtriser les incertitudes dans les processus industriels



La direction de la R&D



Partenariats de R&D

- Contrats cadre de partenariat (EDF, EADS)
- R&D co-financée (thèses CIFRE co-encadrées, en lien avec le LaMI (Institut Français de Mécanique Avancée))
- Participation à des réseaux scientifiques (IMdR, Mascot-Num, JCSS, etc.)

Projets subventionnés (ANR, FUI, etc.)

- 4 projets ANR en cours (génie civil, calcul haute performance, vulnérabilité aux impacts, fatigue des matériaux)
- 2 en attente de démarrage (automobile, aéronautique)

La direction de la R&D

☒ Conseil en ingénierie dans le domaine des incertitudes

- Aide à la mise en œuvre d'une démarche « Incertitudes »
- Audit des besoins, accompagnement du développement de compétences

☒ Formation continue

- Un catalogue de formation (statistiques appliquées, fiabilité des structures, surfaces de réponses, utilisation de logiciels, etc.)
- Des formations sur mesures

☒ Enseignements

- Des cours ou séminaires dans différents masters (ENSMP, ENTPE, Université de Clermont-Ferrand, Université de Nantes, Université Vinci, etc.)

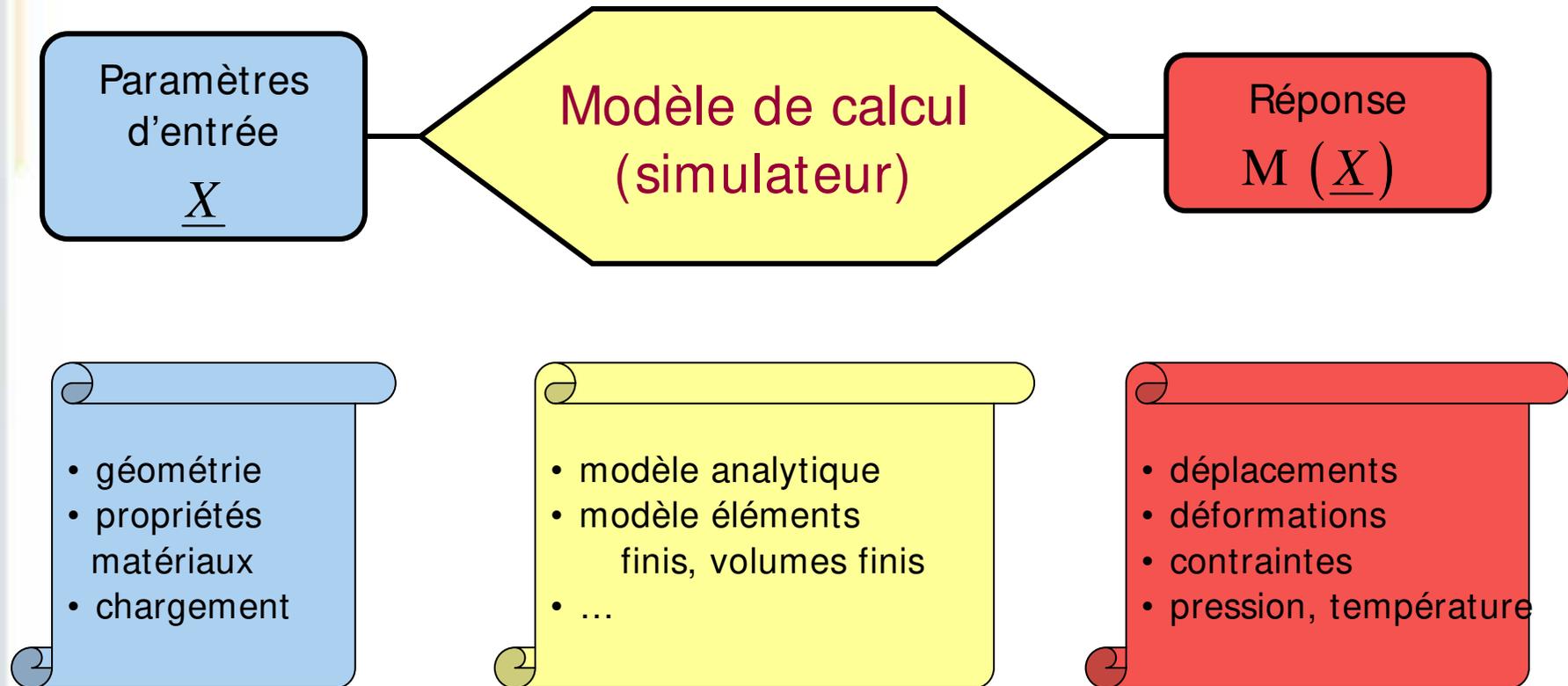
En résumé

Une offre de prestations adaptées, de la R&D amont au déploiement industriel

- Audit des besoins et compétences du client dans le domaine des incertitudes
- Études industrielles de démonstration
- Offre de R&D externalisée (thèses « clé en main », experts universitaires et Phimeca)
- Formation des équipes à la méthodologie « incertitudes »
- Développement logiciel (outils métiers) et déploiement

Méthodologie Incertitudes

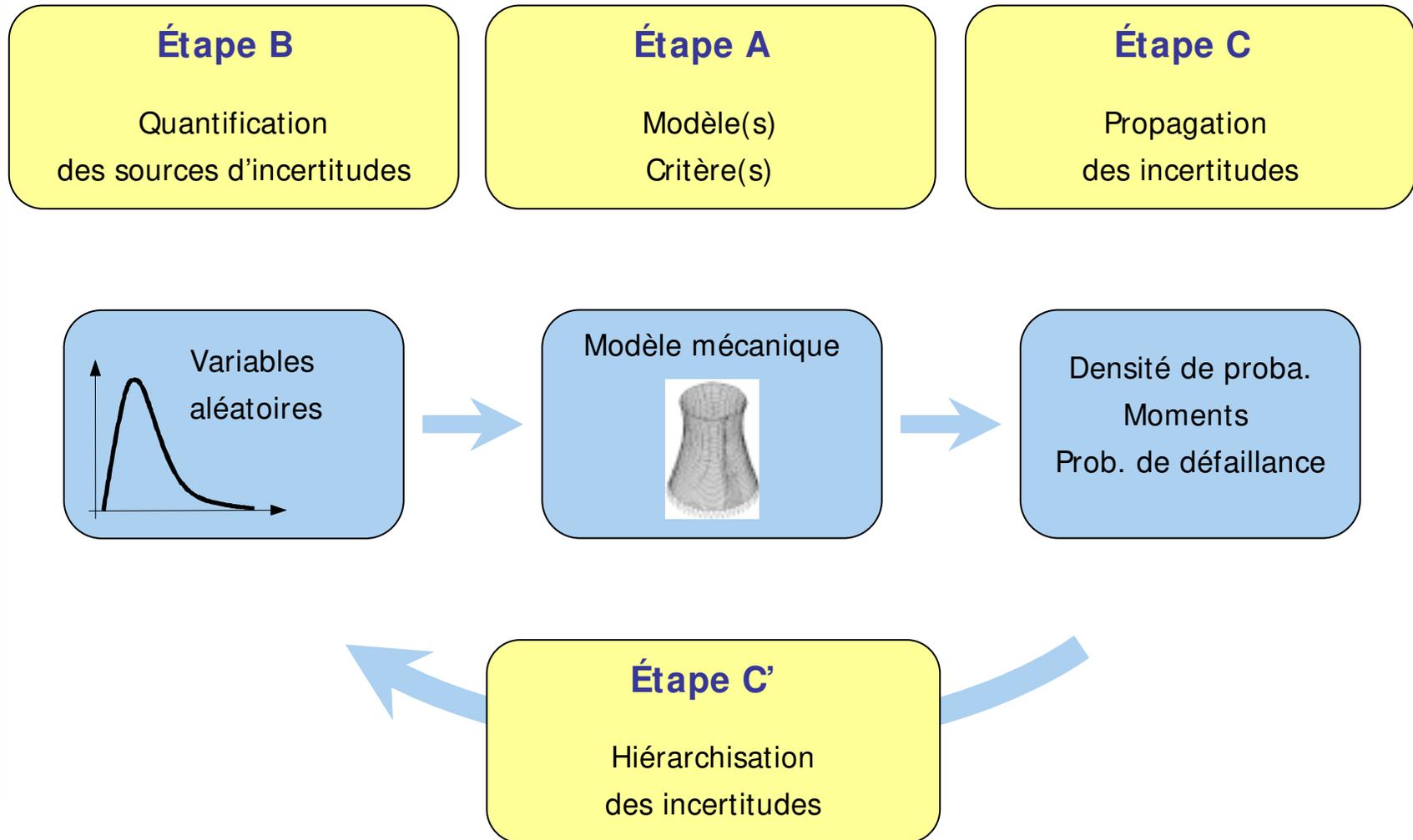
Introduction : le modèle physique



Prise en compte des incertitudes



Méthodologie générale



16

Uncertainty in industrial practice – A guide to quantitative uncertainty management,
E. de Rocquigny, N. Devictor, S. Tarantola (Eds.), John Wiley, 2008

Étape A – modélisation du système physique

-  Modèle mathématique de la physique du problème
 - modèle analytique
 - modèle numérique (code de calcul)
 - surface de réponse (méta-modèle) précédemment déterminée

-  Définition des quantités d'intérêt : réponse du modèle

-  Choix d'un critère
 - déterministe : extremum d'une quantité d'intérêt
 - probabiliste : dispersion ou distribution d'une quantité d'intérêt, probabilité de dépasser un seuil
 - pas de critère : hiérarchisation des paramètres d'entrée

Étape B – quantification des sources

- Données expérimentales disponibles : traitement statistique
 - estimation des densités de probabilité
 - tests de validation qualitatifs ou quantitatifs (χ^2 , Kolmogorov-Smirnov, etc.)
 - estimation des dépendances (corrélations, copules)

- Pas de données spécifiques au problème posé
 - définition des densités de probabilité de chaque paramètre par jugement d'expert (expérience, littérature et ... bon sens)
 - définition des dépendances (corrélations, copules)

Modèle probabiliste des paramètres d'entrée $\underline{X}(\omega)$

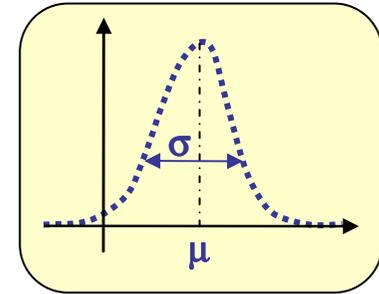
18

Remarque : les approches bayésiennes permettent de combiner données et expertise.

Étape C – propagation des incertitudes

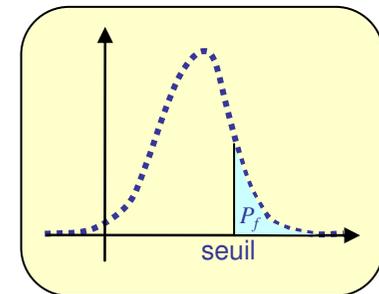
a Analyse de dispersion

- estimation de la **moyenne**, de l'**écart-type**, des moments d'ordre supérieur (coefficients d'asymétrie et d'aplatissement) des quantités d'intérêt



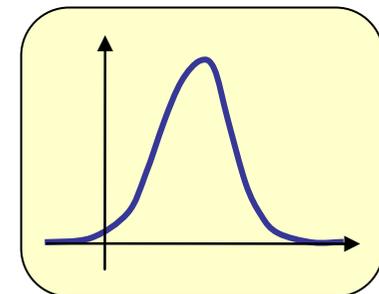
a Analyse de fiabilité

- estimation de la **probabilité de défaillance** par rapport au critère de dimensionnement (probabilité de dépassement de seuil)



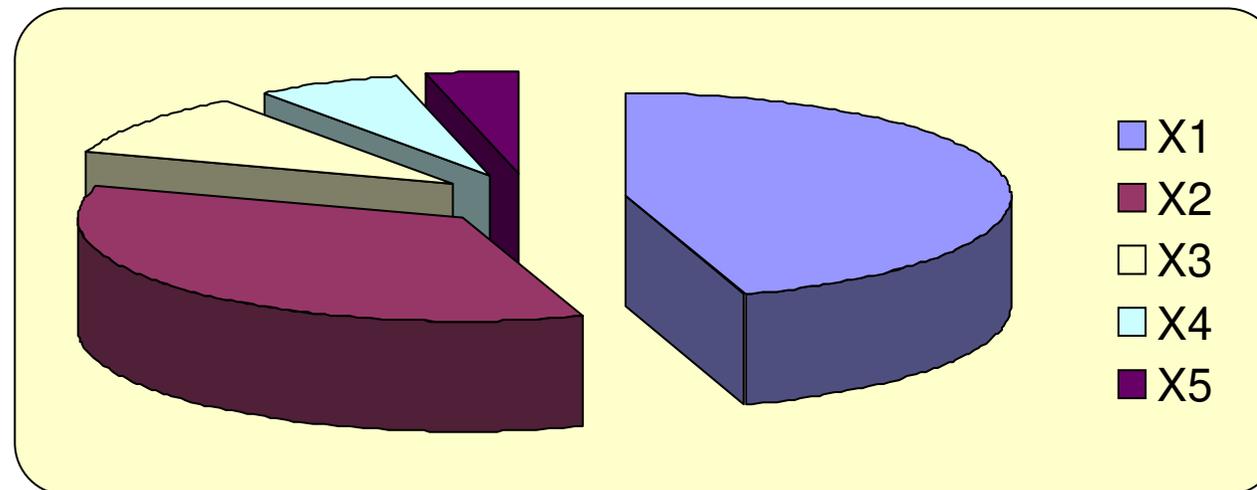
a Analyse de distribution

- estimation de la **distribution** complète des quantités d'intérêt



Étape C' – hiérarchisation des incertitudes

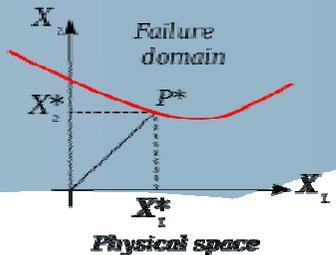
Estimation d'**indices de sensibilité** locaux ou globaux permettant d'identifier les paramètres (ou les combinaisons de paramètres) qui influent le plus sur la réponse



Un outil dédié : Phimeca Soft

Reliability is an important aspect in design and maintenance of structures. To help scientists to take into account the randomness of parameters, Phimeca Engineering S.A. develops, markets and supports PhimecaSoft.

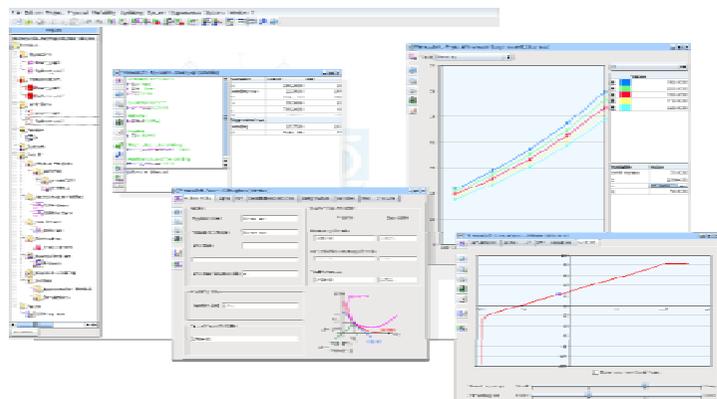
PhimecaSoft is a powerful scientific calculation software, built to perform probabilistic analyses of physical components or systems.

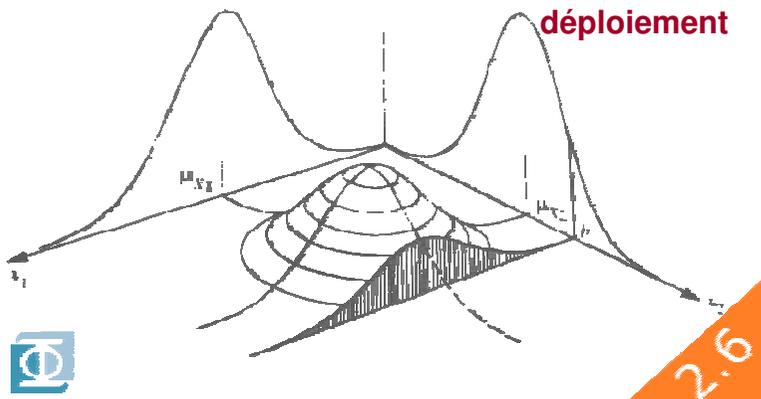


PHIMECA SOFT

RELIABILITY SOFTWARE

- Commercialisé depuis 6 ans (Industriels et Universités)
- Nouvelle version tous les ans
 - Couplage universel avec tout logiciel de calcul
 - Hotline permanente
- Formation et assistance au déploiement





Head Office
Parc Technologique de la Pardieu
1 Allée Alan Turing
1-42110 AUBUSSIERES
Tél +33 (0)4 73 78 93 66
Fax +33 (0)4 73 28 95 76
subliere@phimeca.com



PHIMECA

Branch Office
Technopole Val Martin
La Capellane
F-82191 EXILIOUILLS
Tél +33 (0)4 64 67 53 95
Fax +33 (0)4 64 62 59 47
ollivier@phimeca.com

<http://www.phimeca.com>

© 2007 Phimeca. All rights reserved.




Quelques stages...

Phimeca + Lafarge

- Dimensionnement d'éléments de structure pour bâtiments. Convergence entre Eurocodes, coefficients partiels et comportement réel de bétons innovants

Phimeca + Lafarge

- Propagation d'incertitudes dans des modèles de micro-mécanique multi-échelles

Phimeca + Numtech (CEA)

- Application d'un concept de traitement des incertitudes à la problématique de l'étude d'impact environnemental et sanitaire

Stage et thèse

Phimeca + EDF R&D

Méthodes de propagation d'incertitudes pour les problèmes multi-échelles.
Identification et propagation de champs aléatoires dans les calculs de microstructures

- mettre au point une méthode d'*identification probabiliste de champs aléatoires* (on étudiera en particulier les approches par krigeage et par chaos polynomial).
- faire ensuite un calcul de propagation d'incertitudes sur une structure simple représentative

Thèse :

- effectuer des calculs d'agrégats en prenant en compte les incertitudes modélisées à partir des mesures de champs
- intégrer les résultats dans une modélisation de type « approche locale de la mécanique de la rupture », de façon à établir la probabilité de rupture au niveau microscopique et faire le lien avec la tenue macroscopique de la structure