

Possibilités de Code_Aster

Code_Aster propose, bien au-delà des fonctionnalités standards d'un code de calcul thermo-mécanique, toute une panoplie de méthodes d'analyse et de modélisation multiphysique : de l'analyse sismique aux milieux poreux en passant par l'acoustique, la fatigue, la dynamique stochastique... Ses modélisations, ses algorithmes et ses solveurs bénéficient de travaux continus d'amélioration et de complétude (1 200 000 lignes de code, 200 opérateurs). Résolument ouvert, il est chaîné, couplé et encapsulé de façon multiple.

Phénomènes

Mécanique

- Statique, quasi statique linéaire ou non
- Dynamique, linéaire ou non, sur base physique ou modale
- Rupture, endommagement et fatigue
- Interactions Sol-Structure, Fluide-Structure et Sol-Fluide-Structure

Thermique

- Stationnaire, transitoire, linéaire ou non
- Repère fixe ou mobile

Phénomènes associés

- Acoustique
- Métallurgie
- Hydratation et séchage

Types d'analyse

Standard

- Décomposition en modes de Fourier
- Sous-structuration
- Superposition de modèles, multiéchelle
- Maillage adaptatif
- Calcul de sensibilité
- Recalage et optimisation
- Calcul mécano-fiabiliste



Multiphysique

Chaînages internes avec la thermique

- Hydratation, séchage
- Métallurgie

Chaînages internes avec la mécanique

- Thermique
- Métallurgie
- Hydratation et séchage

Couplages internes

- Thermo-hydro-mécanique
- Fluide-Structure

Couplage externe avec d'autres codes

- Sol-(Fluide)-Structure (**MISS3D**)

Chaînages externes avec d'autres codes

- Hydraulique : **Code_Saturne**
- Thermique : **SYRTHES**
- Electromagnétisme : **Flux2D/3D**
- Dynamique rapide : **EUROPLEXUS**

Chargements

Mécanique

- Effort nodaux ou répartis
- Pression
- Poids propre
- Accélération centrifuge
- Mouvements imposés
- Déformation anélastique
- Effet du vent

Thermique

- Température
- Flux linéaire ou non
- Convection forcée
- Échange entre parois
- Chauffage par effet Joule

Chargements spécifiques (forces suiveuses, électromagnétiques, états initiaux)

Non linéarités en statique et en dynamique

Géométriques

- Réactualisation géométrique, grandes déformations, grandes rotations
- Forces suiveuses
- Pilotage en déplacement, par longueur d'arc, en déformation, par sortie de critère
- Indicateurs de décharge et non-radialité du chargement
- Contact et frottement : par contraintes actives, multiplicateurs de lagrange, par pénalisation ou encore par la méthode continue (lagrangien augmenté)
- Flambement au premier ordre

Matériaux (95 lois de comportement)

- Elasticité linéaire, non linéaire
- Hyperélasticité non linéaire
- Elastoplasticité locale et à gradient
- Viscoélasticité non linéaire
- Endommagement local et à gradient
- Elastoviscoplasticité
- Effets métallurgiques
- Données matériaux fonction de

la température, de l'état métallurgique, de l'hydratation, du séchage, de la fluence

- Déformation progressive
- Hydratation, retrait et fluage du béton
- Géomatériaux

Dynamique

Analyse modale

- Sans ou avec amortissement (visqueux, hystérétique, modal)
- Directe ou par sous-structuration
- Normalisation, filtrage, paramètres modaux

Réponse transitoire linéaire

- Directe
- Sur base modale
- Par sous-structuration

Réponse transitoire avec non-linéarités locales (sur base modale)

- Chocs
- Frottement
- Lamme fluide

Réponse harmonique

- Directe
- Sur base modale
- Par sous-structuration

Réponse aléatoire

- Probabiliste paramétrique et non paramétrique
- Stochastique

Analyse non linéaire directe

- Implicite
- Explicite
- Chocs
- Plasticité, endommagement
- Contact et frottement



Sous-structuration

- Classique ou cyclique
- Analyse modale, transitoire ou harmonique

Analyse sismique

- Avec chocs ou multiappui
- Spectrale ou transitoire linéaire directe ou sur base modale
- Calcul amortissement modal (RCC-G)

Extrapolation de mesures expérimentales

- Temporelle ou fréquentielle

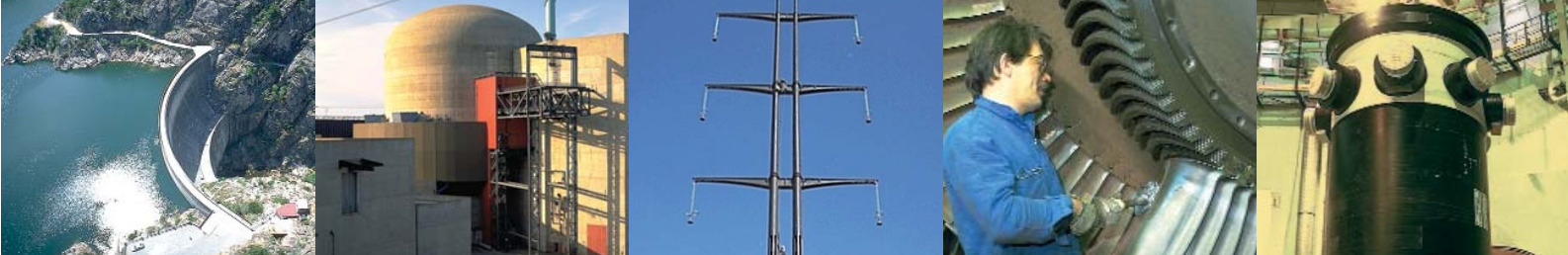
Interactions

Fluide-Structure

- Interaction structure-écoulement incompressible ; efforts turbulents
- Vibro-acoustique (surface libre)

Sol-Structure et Sol-Fluide-Structure

- Eléments de frontière absorbante
- Couplage fréquentiel avec **MISS3D**



Analyse thermique

- ❖ Thermique linéaire et non linéaire
 - Changement de phase
 - Hydratation et séchage
 - Résolution en repère mobile
- ❖ Evolutions métallurgiques
 - Aciers, Zircaloy
 - Calcul de dureté de phases
- ❖ Traitements thermiques et soudage

Génie civil-Géotechnique

- ❖ Lois de comportement béton (armé ou précontraint), géomatériaux
- ❖ Hydratation, séchage, fluage propre à différentes échelles de temps
- ❖ Effet des armatures passives ou de la pré-contrainte avec comportement élasto-plastique : barre, grilles et membrane
- ❖ Couplage fluage-fissuration
- ❖ Thermo-hydro-mécanique (milieu poreux, formulation en contraintes effectives, lois de comportement en kit...)
- ❖ Chargements spécifiques (flux hydriques et gazeux)
- ❖ Procédure d'excavation



Rupture, endommagement, fatigue et ruine des structures

- ❖ Taux de restitution d'énergie globale
 - thermo-élasticité : G
 - thermo-élasto-plasticité : GP et GTP
- ❖ Taux de restitution d'énergie locale en 3D
- ❖ Facteurs d'intensité de contraintes
- ❖ Modèles de rupture fragile et ductile, amorçage et instabilité
- ❖ Pilotage spécifique du chargement
- ❖ Endommagement local et non local
- ❖ Modélisation de fissure : élément joint et X-FEM
- ❖ Endommagement découplé
- ❖ Analyse à la fatigue
 - Historique de chargement
 - Méthodes de comptage
 - Applications de critères spécifiques
- ❖ Vérification de critères du RCC-M
- ❖ Méthode Zarka-Casier en chargement cyclique
- ❖ Usure progressive
- ❖ Analyse limite
- ❖ Approche micro-macro : modèle polycristallin



Qualité des études

- ❖ Indicateurs d'erreur spatiale
 - Mécanique (en résidu pur, par lissage)
 - Thermique (en résidu pur)
- ❖ Raffinement/déaffinement de maillage *via* HOMARD
- ❖ Eléments finis plus robustes
 - Mécanique (sous-intégré, incompressible)
 - Thermique (modélisation lumpé)
- ❖ Diagnostic du maillage
- ❖ Redécoupage du pas de temps thermo-mécanique
- ❖ Calculs de sensibilité
 - Mécanique
 - Thermique
 - Par rapport aux matériaux, aux chargements et à des variations de domaine.
- ❖ Recalage de paramètres
 - Matériau ou chargement
 - Par rapport à un échantillonnage d'essais ou de résultats numériques.
- ❖ Calculs fiabilistes : probabilité de dépassement de seuil par une méthode de type FORM



Modélisation

- ❖ Catalogue de données matériaux
- ❖ Raccordement de maillages incompatibles. Superposition de modèles par méthode Arlequin
- ❖ Raccord de modélisation (coque-3D, poutre-tuyau...)
- ❖ Condition contraintes planes adaptable à tous les modèles
- ❖ Calcul de caractéristiques de poutres
- ❖ Homogénéisation (composites, répétitivité...)
- ❖ Ajout ou enlèvement de matière



Bibliothèque d'éléments (360 éléments finis)

- ❖ Mécanique
 - 2D, 2D axi (avec ou sans décomposition de Fourier), 3D, sous-intégrés, incompressibles
 - Barres, poutres (simple ou multi-fibres), tuyaux, plaques, coques, membranes, câbles, éléments discrets ou indéformables
- ❖ Thermique : 2D, 2D axi (avec ou sans décomposition de Fourier), 3D, coques
- ❖ Hydratation-Séchage : 2D, 2D axi, 3D
- ❖ Couplage THM : 2D, 2D axi, 3D

Solveurs

- ❖ linéaires (Gauss, LDLT, multifrontal parallélisée, GCPC, FETI, sous-structuration)
- ❖ Non linéaires (Newton...)
- ❖ Schémas d'intégration (Runge-Kutta, Newmark, adaptatifs...)
- ❖ Modaux (Puissance, Lanczos, IRAM...)
- ❖ Paramétrage étendu. Plusieurs stratégies de renumérotation, stockage, pré-conditionnement, post-vérification...

Outils dédiés

- ❖ Piquage et coude de tuyauteries : ASPIC/ASCOUF
- ❖ Tubes de Générateur de Vapeur : GEVIBUS

Environnement logiciel

- ❖ Pré-post traitements : I-DEAS™, GIBI, Gmsh, ENSIGHT, AGRAF, GID, Xmgrace
- ❖ Echange de données au format MED
- ❖ Outil de gestion d'études et atelier de génie-logiciel : ASTK
- ❖ Editeur de Fichiers de Commande et Analyseur Syntaxique : EFICAS
- ❖ Portabilité des bases
- ❖ Langage de commande évolué: PYTHON
 - Boucle, test, structures de contrôle...
 - Méthode, classe...
 - Calcul et visualisation interactives (bibliothèques mathématiques, IHM, tracés...)



Sans oublier...

- ❖ Logiciel sous AQ (validations indépendantes, référentiel de 1700 cas-tests, couverture documentaire 13000 pages, gestion des sources, qualification des versions...)
- ❖ Site code-aster.org (téléchargement, documentation en ligne, forum, FAQ, exemples...)
- ❖ Communication et réseau (revue trimestrielle ASTER *échos* ; Club des Utilisateurs, son réseau de correspondants et sa journée annuelle ; *Code_Aster* Libre sous licence GPL...)