

Un outil libre pour le calcul thermo-mécanique

Cela fait plus de quinze ans qu'EDF développe, pour ses propres besoins de Recherche & Développement, un code de calcul thermo-mécanique baptisé Code_Aster. Utilisé à l'origine exclusivement en interne, EDF a choisi en octobre 2001 de diffuser Code-Aster sous licence GNU-GPL*.

EDF doit garantir dans le temps la maîtrise de ses moyens de production et de transport d'électricité. La sûreté et la disponibilité de ces installations mécaniques et de génie civil nécessitent d'étayer les décisions d'exploitation par des modélisations non linéaires en mécanique et en thermique. Le Code_Aster, prévu pour répondre à ces enjeux, bénéficie aujourd'hui des compétences et des processus qualité de l'ingénierie nucléaire. Développé par une équipe dédiée regroupant une quinzaine d'ingénieurs du département Analyse Mécaniques et Acoustique d'EDF-R&D, Code_Aster représente aujourd'hui plus d'un million de lignes de code, 1900 cas tests gérés en configuration, 200 utilisateurs en interne, 70 000 heures CPU annuelles sur le serveur de calcul interne, et

plus de 10 000 pages de documentation accessibles en ligne !

Ce logiciel est aujourd'hui disponible sous trois formes : exploitation, développement, et libre, toutes issues d'un code source unique. La version d'exploitation est la version des utilisateurs et des fournisseurs agréés d'EDF, réalisant des études sous Assurance Qualité (AQ). La version de développement s'enrichit hebdomadairement de corrections, d'améliorations et d'innovations. Bien que n'étant pas sous AQ, les nouveautés de celle-ci sont documentées et soumises à recette, ainsi qu'à un processus de non-régression permettant de vérifier qu'elles n'ont pas dégradé l'existant. De cette version est tirée tous les deux ans, après qualification,

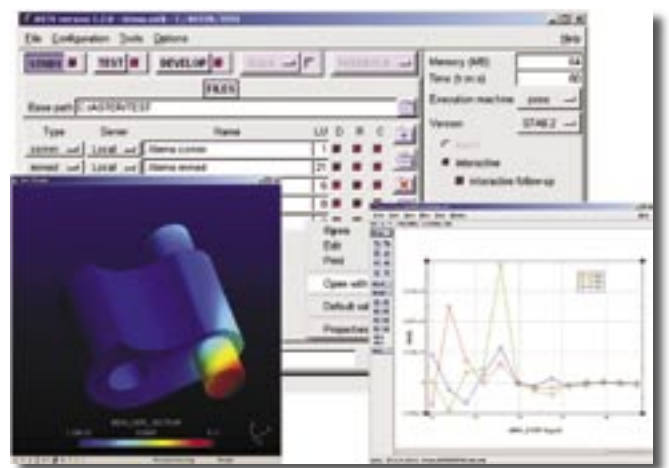
la version d'Exploitation. La version semestrielle Code_Aster Libre, éditée sous licence GPL, provient, après conditionnement, de la version de développement du moment.

Un logiciel libre ! Pourquoi ?

L'une des motivations d'EDF à diffuser Code_Aster suivant le modèle du logiciel libre est bien évidemment la reconnaissance et l'enrichissement par l'usage. Ce mode de diffusion garantit une reconnaissance plus rapide et plus complète des défauts. Allié à une diversité des savoir-faire et à une grande

cation des modèles par les utilisateurs du réseau. Au delà de l'aspect purement technique, cette démarche revêt également une dimension politique. Résolument placée dans le cadre d'un transfert innovation-industrie, celle-ci entend stimuler les contributions d'équipes issues du public et du privé, en leur offrant en retour une plate-forme d'accueil pérenne réutilisable pour leurs propres travaux.

Téléchargeable gratuitement à partir du site Internet www.code-aster.org, la version libre du logiciel s'est à ce jour largement diffusée dans les milieux universitaires et industriels,



Un package développé par la société NECS permet de retrouver la quasi-totalité des fonctionnalités de la plateforme Code_Aster® sous environnement Windows® (2000 ou XP).

créativité des contributions métier, il garantit *in fine* une meilleure validation/qualifi-

et a déjà suscité des collaborations et des retours de qualifications dans des

* Licence Publique Générale GNU : licence utilisée par de nombreux éditeurs de logiciels libres, fixant les conditions légales d'usage et de diffusion de ces derniers. La principale caractéristique de la GPL est le copyleft, qui consiste en quelque sortes à détourner le principe du copyright pour préserver la liberté d'utiliser, d'étudier, de modifier et de diffuser le logiciel et ses versions dérivées.

domaines industriels variés. Parmi les contributions les plus récentes, citons à titre d'exemples : l'intégration des lois du règlement français BAEI pour la fissuration du béton (société NECS), l'implémentation par l'Université Claude Bernard Lyon 1 de la loi hyperélastique de Signorini (généralisation de Mooney-Rivlin), l'interfaçage par la société Nesys de Code_Aster avec le logiciel d'IAO Femap

(édité par UGS), ou encore la réalisation d'un package d'installation pour Windows (société NECS), etc.

Possibilités et utilisation

Au-delà des fonctionnalités standards d'un code de calcul thermo-mécanique, Code_Aster propose 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... Cette solution intègre des opérateurs non-linéaires riches en fonctionnalités, permettant de mener aussi bien des études statiques que dynamiques, implicites ou explicites, en tenant compte de non-linéarités géométriques (contact, grandes transformations...) et de comportement des

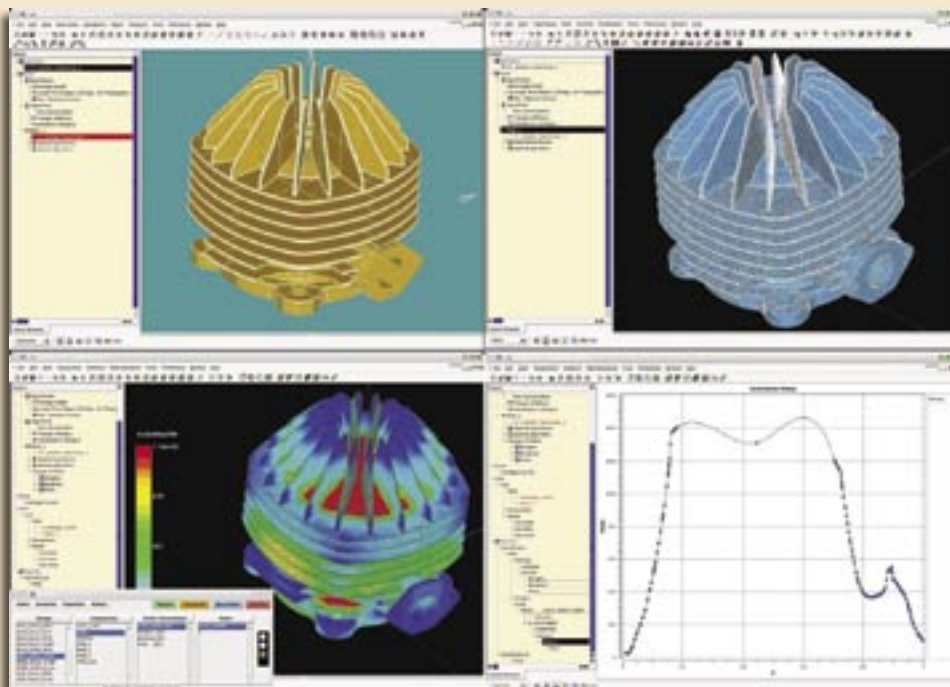
matériaux (élasticité, élastoplasticité, effets métallurgiques...). Les options de calcul sont communes à l'ensemble des opérateurs non-linéaires, ce qui permet de bénéficier, à la fois en statique et en dynamique, de toutes les méthodes de contact-frottement, de l'archivage sélectif avec observation, des comportements... Un opérateur spécifique permet également de simuler les non-linéarités

Vers une plateforme Salomé-Aster

Salomé est un projet RNTL (Réseau National des Technologies Logicielles), dont l'objectif est la réalisation d'une plate-forme logicielle open-source de pré/post traitement, d'intégration de composants (codes de calcul, modeleur, mailleur, etc...) et de couplage de codes. EDF R&D s'est fixé depuis 2005 un objectif de convergence de Code_Aster et de Salomé à l'horizon 2007. Il vise à distribuer la version 8 de Code_Aster dans la plate-forme Salomé.

A la mi-projet, les réalisations sont d'ores et déjà nombreuses sur le plan technique, avec notamment : l'intégration du gestionnaire d'études Astk et de l'assistant de post-traitement Stanley, l'affectation interactive des matériaux, blocages et chargements depuis l'éditeur de fichiers de commandes Eficac, la mise à disposition des services Salomé depuis un fichier de commandes Code_Aster ; cela permet la réalisation de fichiers de commandes auto-portants embarquant géométrie, maillage et étude, et enfin la mise en oeuvre d'assistants à la réalisation d'études d'élasticité linéaire, de thermique et d'analyse modale baptisés « Code_Aster Novice ». Sur le terrain de la diffusion, un automate d'installation est disponible au

téléchargement pour la plate-forme Linux EDF Calibre 4 (Debian Sarge), de même qu'un installateur « universel » testé pour les distributions Debian Sarge et Etch, Suse 9.0 et 9.2, Kubuntu 5.04 et 5.10, Mandrake 10.2 (i.e. Mandriva 2005), Fedora Core 3 et 4, Slackware 10.1. Ce progrès permet une installation de Salomé en 15 min. C'est sur cette base que sera distribuée la plateforme Salomé-Aster.



Pour l'année en cours, les objectifs sont encore nombreux. Ils passent par la stabilisation et la validation de l'existant (bêta-tests, benchmarks) mais aussi par la réalisation de la brique Interaction Fluide-Structure, dont l'objectif premier est de faciliter les études chaînées Code_Saturne - Code_Aster. ■

thermiques (matériaux, flux), et permet de calculer l'évolution dans le temps de l'hydratation et du séchage du béton.

L'utilisateur de Code_Aster décrit les paramètres et le cheminement de son étude dans un fichier texte. Celui-ci est composé de commandes contenant elles-mêmes des mots-clés qui reçoivent en arguments : textes, entiers, réels... ou des noms de concepts précédemment créés par d'autres commandes. Ces concepts sont des objets nommés par l'utilisateur, produits par des commandes et potentiellement utilisables ou modifiables par d'autres. La grammaire et le vocabulaire de ce langage de commande, propre à Code_Aster mais écrit sur la base du langage Python, sont décrits dans des catalogues. Pour composer des fichiers de commande corrects, l'utilisateur doit soit connaître les règles élémentaires d'écriture Python, et s'informer de la syntaxe de chaque commande dans la documentation, soit utiliser la saisie graphique des commandes d'Eficas. Dans une utilisation plus avancée, l'utilisateur peut, grâce à Python, introduire de la programmation dans son jeu de données : de la plus simple (structures de contrôle, boucles, tests), à la plus complexe, exploitant toute la richesse de ce langage interprété (méthodes, classes, importation de modules exogènes comme TkInter, pour les IHM, numerical pour des usages mathématiques...).

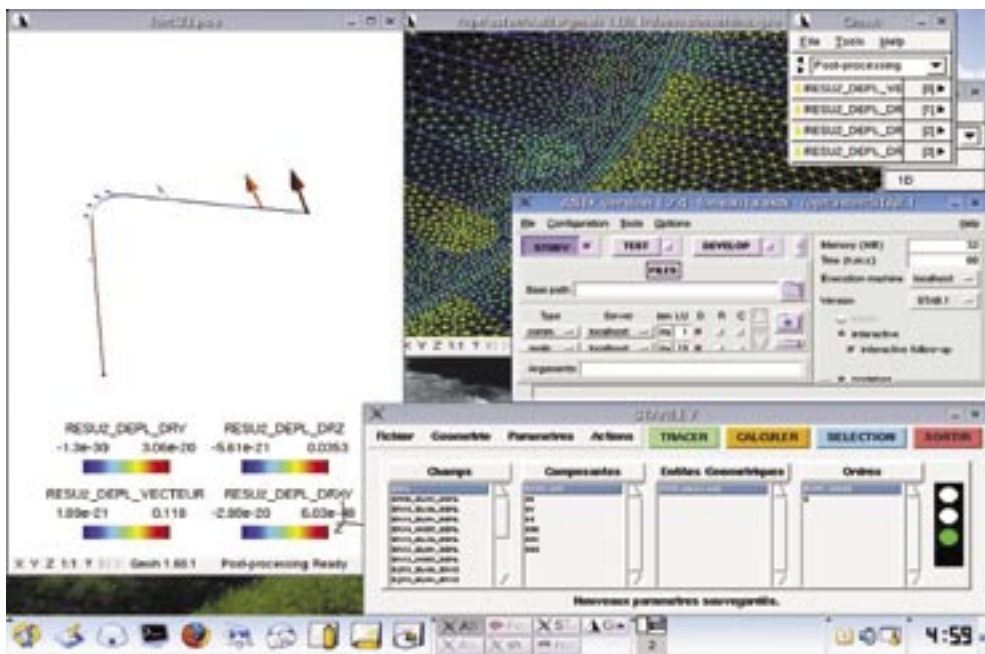
Un logiciel convivial

L'écriture directe, « à la main », du fichier de commande dans un éditeur de texte peut se révéler fastidieuse et source de bien des déboires. Il faut

de commande, il gère automatiquement syntaxe et mots clés, règles diverses et type des concepts attendus.

Astk est un gestionnaire d'études et de développements. Il permet la sélection

tament interactif pour les calculs Aster. Elle permet d'accéder à la liste des champs disponibles dans les structures de données résultats (déplacements, contraintes, variables internes...), d'en calculer de nouveaux, d'en extraire



En quelques clics, Eficas, Astk et Stanley définissent, effectuent et post-traitent les calculs.

naviguer continuellement dans la documentation des commandes pour y trouver leur syntaxe, traquer les parenthèses manquantes, les virgules oubliées...

Afin que calcul de haut niveau ne rime plus avec « casse-tête à l'utilisation », des interfaces ergonomiques facilitant l'utilisation de Code_Aster sont également disponibles. L'éditeur de fichiers de commande et analyseur syntaxique Eficas simplifie grandement la vie. C'est un logiciel doté d'une IHM conviviale qui, en fonction des choix de l'utilisateur, génère directement un fichier garanti syntaxiquement valide. En interprétant les catalogues

de la version du code, l'accès aux différents serveurs de calcul, la définition du type de job (batch ou interactif) et des fichiers composant une étude, la création d'une version surchargée... Outre l'accès à Code_Aster, Astk permet de lancer différents outils au choix de l'utilisateur, comme Eficas, Stanley ou des logiciels de maillage et de visualisation. Pour les utilisateurs qui souhaitent suivre les évolutions hebdomadaires du code, rien de plus simple, Astk récupère les fichiers de mise à jour sur le site et reconstruit l'exécutable.

Enfin, l'application Stanley est un outil de post-trai-

des sous-parties et de les visualiser sous forme d'iso-valeurs (avec Gmsh) ou de courbes (avec Xmgrace). Il est également possible de créer de nouveaux lieux géométriques pour le post-traitement (point ou droite).

Devenu une commande Aster à part entière, Stanley s'utilise facilement : il suffit de rajouter STANLEY() à la fin de son fichier de commande. Il s'adapte à toutes les configurations : poste de travail sous Unix, Linux ou Windows, calcul en local ou sur un serveur distant. Son paramétrage permet une gestion multi-configuration, l'ensemble étant mémorisé d'une session à l'autre. ■