



Vingt ans de Code_Aster

André Fortin

Professeur titulaire
GIREF

Chaire de recherche industrielle du CRSNG en calcul scientifique
Département de mathématiques et de statistique
Université Laval, Québec

Bibliothèque François Mitterrand
Paris XIII^{ème}, 17 mars 2009

Comment faire ... ensemble ?

Le logiciel « ouvert » MEF++

Concilier :

- Recherche fondamentale et appliquée ;
- Formation et encadrement d'étudiants ;
- Respect de la propriété intellectuelle :
 - des chercheurs ;
 - des étudiants ;
 - des partenaires industriels.
- Autofinancement des activités de recherche ;
- Retombées économiques pour le Québec et le Canada.

Le GIREF

- Regroupement de chercheurs provenant de différents départements de sciences et génie de l'Université Laval ainsi que d'autres universités québécoises et canadiennes ;
- Objectifs :
 - Favoriser les échanges et les discussions en modélisation numérique et calcul scientifique ;
 - Faciliter les collaborations dans un contexte interdisciplinaire ;
 - Assurer une meilleure formation aux étudiants ;
 - Développer des méthodologies numériques originales ;
 - Favoriser les partenariats industriels.
- Constat :
 - Besoin d'un **outil de développement commun** ;
 - Création en 1996 du logiciel « ouvert » MEF++.

Logiciel « ouvert » MEF++

- Maîtrise des outils de modélisation et de leur développement ;
- Capitalisation des développements dans un code unique ;
- Concilier les développements de nature fondamentale et les applications industrielles ;
 - Permettre un transfert rapide des développements de nature fondamentale vers les applications ;
 - Mettre les chercheurs académiques en contact avec des problèmes de source industrielle pour promouvoir le développement de solutions novatrices.
- Formation des étudiants :
 - Mise en commun des développements et travail en équipe ;
 - Encadrement et environnement professionnels de type génie logiciel : Langage orienté objets (C++), CVS, tests de non régression, normes de programmation, etc. ;
- Aller au-delà des logiciels commerciaux et développer un logiciel EF du vingt-et-unième siècle !

MEF++ : quelques chiffres

- Équipe de développement de 3 ou 4 personnes ;
- Version 4 en 2006 ;
- 741 000 lignes de code (SLOC) ;
- \simeq 2200 classes ;
- Version parallélisée en 2003 ;
- 45 années-hommes de travail ;
- Norme ISO 14881 du C++ ;
- \simeq 800 tests de non régression chaque jour ;
- 6 compilateurs-plateformes : Linux, Linux 64 bits, G++, ICC.

MEF++ : quelques domaines de recherche

- Recherche fondamentale :
 - Adaptation de maillages 2D et 3D ;
 - Formulations et discrétisations ;
 - Solveurs itératifs, Parallélisme ;
 - Optimisation.
- Mécanique des fluides :
 - Équations de Navier-Stokes incompressibles ;
 - Fluides Newtoniens et non Newtoniens (polymères, sang) ;
 - Problèmes à surface libre : mélange, coextrusion et instabilités ;
 - Équations de Saint-Venant : modélisation des bassins versants ;
- Mécanique des solides :
 - Problèmes thermo-hygro-mécaniques (produits à base de fibres de bois) ;
 - Problèmes en grandes déformations ;
 - Mécanique du contact frottant ;
- etc.

Diffusion de MEF++

- Objectifs :
 - Permettre la diffusion de MEF++ sans en perdre le contrôle ;
 - Augmenter le nombre d'utilisateurs et accélérer les retombées de la recherche ;
 - Assurer un financement de la recherche et du développement du code ;
 - Formule « Création de coopération ».
- Licence propriétaire ?
 - Pas forcément dans la mission de l'Université ;
 - Pas forcément dans le plan de carrière des chercheurs ;
 - Qui est propriétaire de quoi dans un contexte de développement conjoint ?
 - Ressources très limitées dans un contexte universitaire ;
 - Difficultés d'assurer un minimum de suivi ;

Formule « hybride » d'utilisation

- Disponibilité sur demande ;
- Signature d'un protocole d'utilisation par tous les utilisateurs ;
- Utilisation libre pour la recherche universitaire subventionnée par l'état ;
- Engagement de partage des développements (CVS) ;
- Ouverture aux partenariats industriels au cas par cas ;
 - Source de financement ;
 - Participation possible de l'État ;

Exemples de partenariat

- Industrie forestière canadienne :
 - Domaine émergent pour la simulation numérique ;
 - Financement conjoint État-industrie ;
 - Simulation numérique des procédés de fabrications comme le pressage de panneaux de particules ;
 - Optimisation du design de portes et fenêtres pour tenir compte des fluctuations saisonnières de température et d'humidité ;
 - Pressage de panneaux de fibres de bois ;
- EDF :
 - Échange de chercheur (N. Tardieu) et d'expertise ;
 - Partage de méthodologie numérique dans un contexte non concurrentiel ;
 - Développements dans MEF++ transférés librement dans Code_Aster et vice versa ;

Partenariat avec la société Michelin

- Difficultés :
 - Mettre sur pied un partenariat fort menant à une propriété conjointe de MEF++ ;
 - Concilier les propriétés intellectuelles des différentes parties ;
 - Démontrer la possibilité de retombées industrielles pour le Canada menant à une participation financière de l'état canadien via ses programmes de recherche industrielle ;
 - Permettre le développement éventuel de nouveaux partenariats ;
 - Bref : la quadrature du cercle (ou du pneu !)
- Chaire de recherche industrielle en calcul scientifique
 - Financement conjoint Université-État(CRSNG)-Michelin ;
 - Intégration d'étudiants dans le projet qui n'était pas possible dans des contrats industriels ;
 - Majorité des développements mis en commun ;
 - Partie privée contenant les données sensibles ;
 - Équipe de recherche au GIREF (4 personnes) ;
 - Équipe de marche courante chez Michelin (\simeq 10 personnes) ;

Conclusions

La formule d'utilisation de MEF++ a permis :

- D'assurer un environnement de formation professionnel pour les étudiants ;
- D'accélérer la mise en oeuvre de méthodologie numérique sophistiquée ;
- De financer une activité de recherche fondamentale et appliquée dans un cadre universitaire ;
- De concilier les intérêts de différents partenaires et de favoriser une collaboration étroite entre ces partenaires.