

Présentation du GdR MoMaS

Alexandre Ern

CERMICS, Ecole des Ponts

Audition CNE, 08/06/07

Présentation du GdR I

Modélisations Mathématiques et Simulations numériques liées à la gestion des déchets nucléaires

- ▶ créé en 2002 pour 2 ans, renouvelé en 2004 pour 4 ans
- ▶ renouvellement 2008–2011 examiné à l'automne 2007 (CNRS/CN)
- ▶ 6 partenaires
 - ▶ ANDRA, BRGM, CEA, CNRS, EdF et IRSN [depuis 2006]
- ▶ www.gdrmommas.org

Présentation du GdR II

- ▶ **fonctionnement par projets** : appel bisannuel avec évaluation annuelle
- ▶ **budget 2006 de 209kE** : 75% soutien des projets et 25% fonctionnement et actions spécifiques
- ▶ **forte mobilisation** de la communauté nationale math. appli. sur le sujet

Présentation du GdR III

- ▶ 15–20 ETP par an
- ▶ 100 publications dans des revues de rang A depuis 2002
- ▶ 21 thèses soutenues ou en cours
 - ▶ financement partenaire (ANDRA [6] ou CEA [2]), allocation MR [7], autres allocations (ENPC/INRIA/AUF [4]), ressources propres [2]
- ▶ organisation de séminaires et écoles thématiques
 - ▶ rayonnement international du GdR
 - ▶ formation des doctorants et jeunes chercheurs
 - ▶ ouverture vers d'autres communautés
 - ▶ colloque MoMaS au CIRM Luminy (60 participants en 2003 et en 2005), 5 journées thématiques 2006 avec les partenaires, école d'été CEA-EDF-INRIA (2005)
 - ▶ Colloque MoMaS à Fréjus [14–16/11/07]

Présentation du GdR IV

- ▶ **Equipe de Direction** [A. Ern (Directeur), M. Kern (Directeur Adjoint) et G. Allaire (Président du CS)]
- ▶ **Conseil de groupement** [réunion annuelle]
 - ▶ représentants des partenaires + équipe de Direction
 - ▶ grandes orientations stratégiques du GdR et approbation du budget annuel
- ▶ **Conseil scientifique** [réunion annuelle]
 - ▶ 18 membres : partenaires et experts nationaux et étrangers
 - ▶ politique scientifique du GdR et évaluation des projets (thématiques, financement)
- ▶ **Bureau** [réunion trimestrielle]
 - ▶ membres du CS et représentants des partenaires
 - ▶ fonctionnement du GdR, préparation de l'appel à projets annuel

L'apport des mathématiques appliquées I

▶ analyse de sûreté

- ▶ modélisation par changement d'échelle
- ▶ méthodes numériques robustes et précises
- ▶ calcul scientifique hautes performances en lien avec la plate-forme Alliances
- ▶ quantification des incertitudes

▶ maîtrise phénoménologique

- ▶ consolidation des bases mathématiques des modèles existants
- ▶ production de nouveaux modèles, notamment par les méthodes d'homogénéisation
- ▶ méthodes numériques pour les couplages

L'apport des mathématiques appliquées II

les benchmarks

- ▶ exercices de qualification de codes
- ▶ phénoménologie, modélisation et paramétrisation **sont fixées**
- ▶ **objectifs : inter-comparaison de codes en termes de précision et d'efficacité**
- ▶ intérêts pour les partenaires
 - ▶ évaluation des performances des propres outils
 - ▶ comparaison à l'état de l'art international
 - ▶ appropriation de nouveaux outils et méthodes

Analyse de sûreté I

- ▶ benchmark « Couplex » (2001)
 - ▶ hydraulique saturée stationnaire (Darcy)
 - ▶ transport réactif simplifié de RN (coefficients de retard)
 - ▶ code Traces (IMFS) intégré dans Alliances
 - ▶ Dossier ANDRA Argile 2005
- ▶ transport réactif des RN [CEA, ANDRA, BRGM]
 - ▶ couplage codes transport et chimie
 - ▶ choix des inconnues (concentrations totales, phase mobile ou fixée)
 - ▶ méthodes itératives (gradient conjugué non linéaire)
 - ▶ niveau d'intrusion dans les codes de chimie
 - ▶ coefficient de diffusion par espèces

Analyse de sûreté II

- ▶ **méthodes numériques robustes** [ANDRA, CEA]
 - ▶ anisotropie, principe du maximum, zones à advection dominante
 - ▶ volumes finis, éléments finis mixtes, Galerkin discontinu, méthodes particulières, méthodes eulériennes–lagrangiennes
 - ▶ analyse d'erreur *a posteriori* : borne supérieure calculable pour l'erreur d'approximation
- ▶ **calcul scientifique hautes performances** [ANDRA]
 - ▶ parallélisation, préconditionneurs
 - ▶ décomposition de domaine
 - ▶ **benchmark « Champ lointain 3D » (2008)**
 - ▶ maillages adaptatifs

Analyse de sûreté III

- ▶ **modélisation inverse et analyse de sensibilité** [CEA, ANDRA]
 - ▶ estimation de paramètres et quantification des incertitudes
 - ▶ méthodes déterministes (décomposition SVD de matrices jacobiniennes)
 - ▶ méthodes stochastiques ou statistiques (polynômes de chaos, indices de Sobol)
- ▶ **termes sources** [ANDRA]
 - ▶ colis défaillants
 - ▶ changement d'échelle en espace
 - ▶ approche temporelle stochastique
 - ▶ projet européen PAMINA (VI PCRD/Euratom)
- ▶ **transferts vers la biosphère** [ANDRA]
 - ▶ couplage à des modèles de dynamique des populations
 - ▶ besoin de données quantitatives

Maîtrise phénoménologique I

- ▶ transfert des gaz [ANDRA]
 - ▶ benchmark « Couplex gaz » piloté par l'Andra (2007)
 - ▶ analyse et évaluation de nouveaux schémas numériques
 - ▶ analyse mathématique des modèles proposés
 - ▶ dérivation de nouveaux modèles
- ▶ transport réactif [ANDRA, CEA, BRGM]
 - ▶ benchmark « Transport réactif » en cours
 - ▶ méthodes robustes pour l'équilibre et sous cinétique
 - ▶ prise en compte des réactions de précipitation–dissolution : aspects mathématiques et algorithmiques
 - ▶ changement d'échelles pour le transport en présence de réactions

Maîtrise phénoménologique II

- ▶ **modélisation des roches argileuses [ANDRA]**
 - ▶ modélisation à trois échelles
 - ▶ description périodique ou stochastique
 - ▶ prise en compte d'effets électriques
 - ▶ traitement du cas non saturé
- ▶ **endommagement mécanique [EdF]**
 - ▶ **benchmark « HydroMéca » en 2003**
 - ▶ modèles de second gradient
 - ▶ couplages avec l'hydraulique
 - ▶ première implantation dans Code_Aster à EdF

Perspectives

- ▶ **projet européen GASMIG (VII PCRD/Euratom)**
 - ▶ piloté par BGS, déposé le 01/05/07
 - ▶ MoMaS participe au WP5 sur la simulation piloté par l'Andra
- ▶ **Enjeux scientifiques**
 - ▶ changement d'échelles (diphase, réactif)
 - ▶ traitement des incertitudes
 - ▶ benchmarks de méthodes numériques
- ▶ **Champs d'application prospectifs**
 - ▶ période d'exploitation réversible
 - ▶ entreposage