



EDF R&D

SIMULATION EN NEUTRONIQUE, TECHNOLOGIES DE L'INFORMATION ET CALCUL SCIENTIFIQUE

C-GRAPH - INGENIERIE DES CONNAISSANCES ET GRAPHIQUE

1 avenue du Général de Gaulle - 92141 CLAMART CEDEX, +33 (1) 47 65 43 21

18 décembre 2009

"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales

Valérie CANO

H-I2C-2009-03595-FR	1.0		
<p>Ce document constitue le livrable principal MAN1 « Cahier des charges » du lot 4 « Manipulation de champs » du projet MAILLAGE (P10RK0). L'objectif du lot 4 est de développer dans la plate-forme SALOME, des outils pour calculer des champs, à partir éventuellement d'autres champs existant. Plus spécifiquement, le livrable MAN1 a pour mission de répondre aux trois questions suivantes : Quelle est la structure de données appropriée ? Quelles sont les opérations retenues ? A quel niveau de SALOME seront intégrées ces opérations ?</p> <p>On propose d'intégrer des opérations standard, telles des opérations arithmétiques, des calculs de moyenne, de normes, etc.. et des opérations plus avancées, tels des calculs d'intégrale, d'interpolation de champs, fonctionnalités utilisées dans les études réalisées à EDF. Ces opérations seront développées dans la bibliothèque MED_MEMOIRE et accessibles uniquement depuis SALOME. Ces opérations seront disponibles en ligne de commande python et/ou à travers l'interface graphique de SALOME.</p> <p>Le projet se concentrera à développer, en premier, les opérations classées sous la catégorie « Calcul sur un scalaire », qui constituent les services de base lorsqu'on souhaite manipuler un champ. La suite de ce travail est de définir, pour début 2010, un programme de travail détaillé pour la catégorie « calcul sur un scalaire », qui comprendra les trois points suivants : spécification des différents développements, répartition des tâches entre EDF et le CEA et, enfin, réalisations attendues pour fin 2010.</p>			

Accessibilité : EDF	Mention Spéciale :	Déclassement :
Page de garde	Page I sur VI	©EDF 2009



EDF R&D

SIMULATION IN NEUTRONICS, INFORMATION TECHNOLOGY AND SCIENTIFIC COMPUTATION

C-GRAPH - VIRTUAL REALITY AND SCIVIZ

1 avenue du Général de Gaulle - 92141 CLAMART CEDEX, +33 (1) 47 65 43 21

December 18 2009

Sans objet

Valérie CANO

H-I2C-2009-03595-FR	1.0		
Sans objet			

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
--------------------	---	--

Circuit de validation

Auteur	Valérie CANO	18/12/09	V.C.
Vérificateur	Anne-marie DONORE	18/12/09	AM
Approbateur	Françoise WAECKEL	18/12/09	FW

Pré-diffusion

Destinataire
Eric LORENTZ

Code Affaire	P10RK0
---------------------	--------

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

Liste de diffusion

Groupe destinataire	
I2-SINETICS Chefs	
I2-SINETICS Chefs groupe	

Destinataire	Entité / Structure	Diffusion
Jean-yves BERTHOU	EDF R&D - DIR R&D	jy.berthou@edf.fr
Jean-françois HAMELIN	EDF R&D - DIR R&D	jean-francois.hamelin@edf.fr
Olivier MARCHAND	EDF R&D - DIR R&D	olivier.marchand@edf.fr
Aimery ASSIRE	EDF R&D - AMA	aimery.assire@edf.fr
Sébastien CAILLAUD	EDF R&D - AMA	sebastien.caillaud@edf.fr
Mathieu COURTOIS	EDF R&D - AMA	mathieu.courtois@edf.fr
Christophe DURAND	EDF R&D - AMA	christophe-mmn.durand@edf.fr
Isabelle FOURNIER	EDF R&D - AMA	isabelle.fournier@edf.fr
Erwan GALENNE	EDF R&D - AMA	erwan.galenne@edf.fr
Vincent GODARD	EDF R&D - AMA	vincent.godard@edf.fr
Sébastien MEUNIER	EDF R&D - AMA	sebastien.meunier@edf.fr
Jacques PELLET	EDF R&D - AMA	jacques.pellet@edf.fr
Jean-michel PROIX	EDF R&D - AMA	jean-michel.proix@edf.fr
Nicolas TARDIEU	EDF R&D - AMA	nicolas.tardieu@edf.fr
François WAECKEL	EDF R&D - AMA	francois.waeckel@edf.fr
Clarisse FIL-TARDIEU	EDF R&D - LNHE	clarisse.fil@edf.fr
Jean-daniel MATTEI	EDF R&D - LNHE	jean-daniel.mattei@edf.fr
Emile RAZAFINDRAKOTO	EDF R&D - LNHE	emile.razafindrakoto@edf.fr
Frédéric ARCHAMBEAU	EDF R&D - MFEE	frederic.archambeau@edf.fr
Marc BOUCKER	EDF R&D - MFEE	marc.boucker@edf.fr
Alexandre DOUCE	EDF R&D - MFEE	alexandre.douce@edf.fr
Yvan FOURNIER	EDF R&D - MFEE	yvan.fournier@edf.fr
Pascal MIALON	EDF R&D - MFEE	pascal.mialon@edf.fr
Samuel PITOT	EDF R&D - MFEE	samuel.pitot@edf.fr
Isabelle RUPP	EDF R&D - MFEE	isabelle.rupp@edf.fr
Marc SAKIZ	EDF R&D - MFEE	marc.sakiz@edf.fr
François CURTIT	EDF R&D - MMC	francois.curtit@edf.fr
Jean-philippe MATHIEU	EDF R&D - MMC	jean-philippe.mathieu@edf.fr
Jean-françois RIT	EDF R&D - MMC	j-f.rit@edf.fr
Nicolas RUPIN	EDF R&D - MMC	nicolas.rupin@edf.fr
Patrick SEMETE	EDF R&D - MMC	patrick.semete@edf.fr
Charles TOULEMONDE	EDF R&D - MMC	charles.toulemonde@edf.fr
Christophe VARE	EDF R&D - MMC	christophe.vare@edf.fr
Frédéric HASNAOUI	EDF R&D - MRI	frederic.hasnaoui@edf.fr
Philippe KLEIN	EDF R&D - MRI	philippe.klein@edf.fr
Renaud BARATE	EDF R&D - SINETICS	renaud.barate@edf.fr
Maxime BARRAULT	EDF R&D - SINETICS	maxime.barrault@edf.fr
Guillaume BOULANT	EDF R&D - SINETICS	guillaume.boulant@edf.fr
Christian CAREMOLI	EDF R&D - SINETICS	christian.caremoli@edf.fr
Tanguy COURAU	EDF R&D - SINETICS	tanguy.courau@edf.fr
David COUYRAS	EDF R&D - SINETICS	david.couyras@edf.fr
Boris DAIX	EDF R&D - SINETICS	boris.daix@edf.fr
Eric FAYOLLE	EDF R&D - SINETICS	eric.fayolle@edf.fr
Thierry FOUQUET	EDF R&D - SINETICS	thierry.fouquet@edf.fr
Jean-françois HERY	EDF R&D - SINETICS	jean-francois.hery@edf.fr
Samuel KORTAS	EDF R&D - SINETICS	samuel.kortas@edf.fr
Jean-claude LALEUF	EDF R&D - SINETICS	jean-claude.laleuf@edf.fr
Patrick LEBAILLY	EDF R&D - SINETICS	patrick.lebailly@edf.fr
Vincent LEFEBVRE	EDF R&D - SINETICS	vincent.lefebvre@edf.fr
Eric LORENTZ	EDF R&D - SINETICS	eric.lorentz@edf.fr
Raphaël MARC	EDF R&D - SINETICS	raphael.marc@edf.fr

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

Synthèse

Lorsqu'on réalise une étude, l'ingénieur est souvent amené à effectuer des opérations sur les champs que ce soit pour le pré-traitement dans la mise en œuvre d'une simulation ou bien au cours de schémas de calcul ou bien encore pour le post-traitement. Pour répondre à ces besoins, les codes de calcul proposent en interne des fonctions de manipulation de champs qui sont générales ou bien plus spécifiques à la physique traitée. L'étendue des possibilités offertes dans chaque code est variable d'un logiciel à l'autre.

Dans ce contexte, l'objectif du lot 4 « Manipulation de champs » du projet MAILLAGE (P10RK0) est de développer dans un environnement commun, la plate-forme SALOME, des outils pour calculer des champs. Il s'agit ici de mutualiser des opérations standard (addition de champs, calcul de maximum,...) ou plus avancées (calcul d'intégrales, interpolation de champs) utilisées dans les études réalisées à EDF. Ce document constitue le livrable MAN1 « Cahier des charges » du lot 4 qui a pour mission de répondre aux trois questions suivantes :

- Quelle est la structure de données appropriée ?
- Quelles sont les opérations retenues ?
- A quel niveau de SALOME seront intégrées ces opérations ?

On résume ci-dessous les différents choix effectués.

Le travail sur la manipulation de champs est réalisé en collaboration avec le CEA, qui a déjà développé dans la bibliothèque MED_MEMOIRE quelques opérations sur les champs, dont un module d'interpolation. Notre choix s'est donc porté vers cette même bibliothèque pour intégrer de nouvelles opérations de manipulation, qui seront accessibles uniquement depuis SALOME. La mission du projet MAILLAGE est également de s'assurer de la capacité de MED_MEMOIRE à porter ces opérations. Cette étape peut conduire à des adaptations éventuelles de cette bibliothèque. Notons, enfin, que les données d'entrée à fournir à ce composant sont des maillages et des champs, relevant des classes de MED.

En ce qui concerne les fonctionnalités de manipulation de champs, elles ont été divisées en deux groupes :

- Les opérations nécessitant un calcul numérique, classées en trois grandes catégories, elles-mêmes classées en sous catégorie. Pour résumer, on propose les fonctionnalités suivantes :
 - Opérations arithmétiques locales qui comportent les deux sous-catégories :
 - Calcul sur des scalaires : addition, multiplication,...
 - Calcul sur des vecteurs ou tenseurs d'ordre 2 : calcul d'un déterminant, changement de repère, calcul de normes,...
 - Opérations d'interpolation qui comportent les deux sous-catégories :
 - Changement d'entité : un champ connu sur une entité d'un maillage est interpolé sur une autre entité du même maillage
 - Interpolation (ou projection) d'un champ connu sur un maillage sur un autre maillage
 - Opérations globales qui comportent les trois sous-catégories :
 - Calcul d'extremum spatial
 - Calcul d'extremum temporel
 - Calcul d'intégrale

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

- Des options applicables sur les champs créés ou modifiés. Ces options sont au nombre de six : création, modification, restriction, prolongement spatial, changement de nom et enfin chargement et sauvegarde d'un champ.

Enfin, on envisage deux niveaux principaux d'intégration dans SALOME : des opérations disponibles en ligne de commande python et/ou à travers l'interface graphique de SALOME. Actuellement, le choix du niveau n'est pas arrêté (excepté pour la catégorie « calcul sur des scalaires » où les deux niveaux seront développés) et se fera en fonction des opérations. Par ailleurs, ce nouveau module « manipulation de champs » doit être callable depuis le module de couplage YACS.

Deux réflexions non abordées dans ce travail restent à mener dans le projet autour de la manipulation de champs, à savoir :

- La possibilité d'avoir du MED_MEMOIRE distribué afin de prendre en compte les grands volumes de données (maillage et champ).
- La possibilité de passer facilement de la structure de données MED_MEMOIRE à la bibliothèque NUMPY (pour python), qui propose un ensemble d'opérations efficaces sur des tableaux multidimensionnels.

Le projet se concentrera à développer, en premier, les opérations classées sous la catégorie « Calcul sur un scalaire », qui constituent les services de base lorsqu'on souhaite manipuler un champ. La seconde catégorie d'opérations à développer et à instruire en 2010 est l'interpolation de champs.

La suite de ce travail est de définir, pour début 2010, un programme de travail détaillé pour la catégorie « calcul sur un scalaire », qui comprendra les trois points suivants : spécification des différents développements, répartition des tâches entre EDF et le CEA et, enfin, réalisations attendues pour fin 2010. Le projet conduira une étude d'impact présentée à l'Atelier des Développeurs de SALOME (ADS) pour validation par le projet NEPAL2.

Enfin, le projet devra également définir en 2010 quel type d'interpolation sera intégré en premier dans SALOME et développé dans le cadre du projet MAILLAGE. Sans anticiper sur cette réflexion, on propose de commencer par une interpolation de champs définis aux nœuds du maillage.

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	--

Executive Summary

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

Sommaire / Summary

PAGE DE GARDE	1
FRONT PAGE	2
CIRCUIT DE VALIDATION	3
PRE-DIFFUSION.....	3
LISTE DE DIFFUSION	4
SYNTHESE	1
EXECUTIVE SUMMARY.....	3
SOMMAIRE / SUMMARY	4
1. CONTEXTE	5
2. OBJECTIF DU LIVRABLE.....	5
3. DICTIONNAIRE.....	5
4. STRUCTURE DE DONNEES.....	6
5. LES OPERATIONS.....	7
5.1. INTRODUCTION.....	7
5.2. NOTATION	8
5.3. LISTES DES OPTIONS.....	8
5.4. LISTE DES OPERATIONS	9
5.4.1. <i>Opérations arithmétiques</i>	9
5.4.2. <i>Opérations d'interpolation</i>	12
5.4.3. <i>Opérations globales</i>	14
5.4.4. <i>Autres opérations</i>	16
6. LES NIVEAUX D'INTEGRATION DANS SALOME	16
7. CONCLUSION.....	17

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

1. Contexte

Lorsqu'on réalise une étude, l'ingénieur est souvent amené à effectuer des opérations sur les champs que ce soit pour le pré-traitement dans la mise en œuvre d'une simulation (par exemple pour déterminer un état initial non nul ou bien un chargement) ou bien au cours de schémas de calcul ou bien encore pour le post-traitement. Pour répondre à ces besoins, les codes de calcul proposent en interne des fonctions de manipulation de champs qui sont soit génériques, soit plus spécifiques à la physique traitée. L'étendue des possibilités offertes dans chaque code est potentiellement variable d'un logiciel à l'autre.

Dans ce contexte, l'objectif du lot 4 « Manipulation de champs » du projet MAILLAGE (P10RK0) est de développer dans un environnement commun, la plate-forme SALOME, des outils pour manipuler des champs. Il s'agit ici de mutualiser des opérations standard (addition de champs, calcul de maximum,...) ou plus avancées (calcul d'intégrales, interpolation de champs) utilisées dans les études réalisées à EDF.

2. Objectif du livrable

Ce document constitue le livrable MAN1 « Cahier des charges » du lot 4 « Manipulation de champs ». Ce livrable MAN1 a pour mission de proposer des orientations générales sur ce que sera ce futur module dans SALOME et doit, en particulier, répondre aux trois questions suivantes :

- Quelle est la structure de données appropriée ?
- Quelles sont les opérations retenues ?
- A quel niveau de SALOME seront intégrées ces opérations ?

Ces trois points sont abordés dans les paragraphes 4, 5 et 6, respectivement. La conclusion (paragraphe 7) est composée de trois parties :

- Une première partie qui résume les principales propositions faites dans ce document ;
- Une seconde partie qui met en avant deux éléments importants non abordés dans ce travail mais auxquels il faudra s'intéresser par la suite dans le cadre de ce projet ;
- Enfin, une troisième partie qui donne une vision des différentes actions à engager en 2010.

3. Dictionnaire

Pour simplifier la lecture de ce document, nous donnons ci-dessous un ensemble de caractéristiques permettant de définir un champ, noté U. Ce champ est donc défini par :

- **Son nom.** Ce nom est propre à chaque code de calcul et contient en général une indication sur la nature physique du champ (température, flux, vitesse, déplacement, contrainte, pression, champ magnétique,...) ;
- **Ses N composantes U_i (i variant de 1 à N)** du champ U où sont stockées les valeurs du champ, **le nom de ses composantes**, ainsi que **l'unité de ses composantes**. En général, les composantes U_i sont de même nature physique (donc même unité), par exemple les trois composantes du champ de vitesse, mais pas nécessairement, par exemple un champ qui contiendrait des valeurs de type déplacement/pression ou bien effort/moment ;
- **Le maillage** sur lequel il est défini. Ce champ peut être défini sur tout ou partie du maillage, c'est-à-dire sur des groupes de nœuds ou de mailles ;

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

- **Son entité** : Ce champ U peut être connu aux nœuds du maillage, aux nœuds par élément, sur les éléments du maillage, aux points de Gauss, sur les faces ou les arêtes des éléments. Dans cette définition, on suppose que l'entité est la même pour toutes les composantes du champ. Cette hypothèse n'est pas toujours vérifiée. Par exemple, dans Code_Aster, la modélisation qui traite de l'incompressibilité utilise un champ dont les composantes (déplacements, pression et gonflement) ne sont pas portées par la même entité : les déplacements sont connus aux nœuds d'un maillage P2 tandis que la pression et le gonflement sont calculés uniquement sur les nœuds sommets (maillage P1) ;

Remarque : on parlera de **support** du champ pour désigner à la fois **le maillage et l'entité** sur lequel il est défini.

- Enfin, le champ U est associé à **un ou des paramètres**, par exemples l'instant en thermique, hydraulique, mécanique des structures ou des fluides, la fréquence propre en analyse modale ou l'énergie en neutronique.

4. Structure de données

Le travail présenté ici est réalisé en collaboration avec le CEA, qui a déjà développé dans la bibliothèque MED_MEMOIRE quelques opérations sur les champs, dont un module d'interpolation. On rappelle que cette bibliothèque s'appuie sur le modèle d'échange MED. Très succinctement, elle permet de monter en mémoire des maillages et des champs à partir de la lecture de fichiers MED, de récupérer un ensemble d'informations concernant par exemple le maillage et de créer et/ou manipuler des champs, qui peuvent être sauvegardés dans un fichier MED.

Notre choix s'est donc porté vers cette même bibliothèque pour intégrer de nouvelles opérations de manipulation. Notons tout de même, que la mission du projet MAILLAGE est également de s'assurer de la capacité de MED_MEMOIRE à porter ces opérations. De ce fait, cette étape peut conduire à des adaptations éventuelles de cette bibliothèque.

De même pour le modèle MED et compte tenu des opérations proposées par la suite, il est intéressant de noter, dès à présent, les informations stockées ou non dans MED par rapport aux caractéristiques présentées au chapitre précédent. Ce travail permettra :

- D'évaluer la nécessité ou non de faire évoluer le format MED,
- Et d'imaginer la manière de développer certaines fonctionnalités.

A titre d'exemple, pour calculer la trace d'un tenseur, sans obliger l'utilisateur à préciser quelles composantes additionner, cela suppose une convention sur l'ordre de stockage des composantes du tenseur (actuellement non disponible dans MED).

On donne ci-dessous quelques éléments sur MED.

- Le nom du champ U est stocké dans MED dans une chaîne de 32 caractères, qui peut contenir d'un point de vue utilisateur, l'information sur la nature physique du champ à manipuler. Le nom physique donné dépend du code et n'est pas reconnu en tant que tel dans le modèle MED.
- Le support (maillage et entités) est stocké dans MED, autrement dit un champ est associé à un maillage. MED reconnaît les champs définis aux nœuds, aux nœuds par élément, aux éléments (maille, face et arête) et aux points de Gauss. Dans MED, les composantes d'un même champ sont nécessairement définies sur le même support. Si un champ est défini sur un groupe de nœuds ou de mailles, ces groupes sont stockés indirectement dans MED par la notion de familles qui permet de reconstruire les groupes.

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

- Les composantes sont stockées dans le fichier MED qui peut contenir uniquement quelques composantes du champ. MED précise si les valeurs sont des entiers ou des réels. Le nom et l'unité des composantes sont des chaînes de caractères limitées à 16. Le nombre maximal N de composantes n'est pas stocké dans MED. Quel que soit le type mathématique du champ U (scalaire, vectoriel, tensoriel, quelconque), celui-ci est représenté dans MED sous forme d'un vecteur à N composantes. Par exemple, un tenseur d'ordre 2 symétrique est stocké sous forme d'un vecteur à 6 composantes (en dimension 3). De plus, il n'existe pas de convention MED sur l'ordre dans lequel on stocke les composantes U_i . Pour reprendre l'exemple du tenseur symétrique d'ordre 2, supposé défini dans le repère cartésien (X, Y, Z), rien ne garantit que la composante U_1 corresponde à la composante U_{XX} .
- Enfin, seul le paramètre instant est reconnu par MED. Selon les besoins, MED pourrait s'enrichir pour prendre en compte d'autres paramètres (fréquences, énergie,...).

5. Les opérations

5.1. Introduction

Les opérations décrites dans ce document recouvrent beaucoup de fonctionnalités standard ou plus avancées utilisées dans les études mais ne constituent en rien une liste exhaustive des développements futurs et pourront donc s'enrichir selon les demandes. A ce jour, pour réaliser la liste des fonctionnalités, on s'est appuyé sur les besoins exprimés par les départements SINETICS (code de neutronique COCAGNE), MMC et AMA (code de mécanique Code_Aster).

Par la suite, on a divisé ce paragraphe en deux parties :

- Une première partie qui décrit les différentes options applicables lorsqu'on calcule les valeurs d'un champ ;
- Une seconde partie qui liste le type de calculs. Ces opérations ont été classées en trois grandes catégories, elles-mêmes classées en sous-catégorie. D'autres opérations sur les champs, non classées mais utiles sont données également dans le paragraphe 5.4.4. On ne décrit pas les algorithmes qui permettent d'effectuer ces opérations, tels les calculs de changement de support, d'intégrale ou de projection de champs. Le choix des méthodes fait partie intégrante du travail de développement de ces opérations dans SALOME et n'est donc pas l'objet du présent cahier des charges.

On supposera que les données d'entrée nécessaires à l'application des opérations sont un ou plusieurs maillages, éventuellement un ou plusieurs champs définis sur ces maillages, relevant des classes de MED. Tout ce qui est proposé par la suite suppose que les N composantes d'un champ U donné sont portées par le même support (donc même maillage et même entité).

Par rapport aux différentes situations d'études rencontrées et concernant le champ résultat calculé, le nouveau module « manipulation de champ » doit proposer les trois services suivants :

- Une visualisation directe dans SALOME des champs calculés, c'est-à-dire si possible sans passer par un fichier MED ;
- Une sauvegarde de ces champs dans un fichier MED (ce fichier MED pouvant par exemple servir à la mise en données d'une nouvelle simulation) ;
- Enfin, un stockage de certains types de résultats sous forme de tableau de valeurs et sauvegardé dans un fichier texte (par exemple pour conserver la valeur d'un maximum sur tout le maillage et à différents instants).

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

5.2. Notation

Par la suite, on notera :

- U le champ résultat, U_i ses composantes ;
- V et W, deux champs connus, V_i et W_i étant leurs composantes respectives ;
- Pour les exemples, le paramètre est l'instant. On notera t, l'ensemble des instants et t_k , le $k^{\text{ème}}$ instant.

5.3. Listes des options

Les différentes options proposées sont :

- **Option 1** : Créer un nouveau champ :
 - A partir de rien ;
 - Ou bien à partir d'autres champs existants.
- **Option 2 : Modifier/créer les composantes U_i d'un champ existant.** Tout comme l'option précédente, cette option peut s'effectuer :
 - A partir de rien ;
 - Ou bien à partir d'autres champs existants.

Remarque : La modification d'une valeur d'une composante d'un champ est potentiellement dangereuse, à voir donc si on autorise cette option.

- **Option 3 : Restreindre** la suppression ou la construction (création ou modification) d'un champ sur :
 - Toutes ou certaines composantes ;
 - A tous ou certains instants ;
 - Tout ou partie du maillage. La sélection d'une partie du maillage peut s'effectuer de différentes façons :
 - Par le nom des groupes de nœuds ou de mailles ;
 - Par un système de filtres. On propose deux filtres différents. Le premier permet de désigner une ligne, une surface ou un volume sur lesquels la composante U_i d'un champ sera supprimée ou calculée. Ce nouveau lieu géométrique est sauvegardé dans un nouveau groupe (de nœuds ou de mailles). Dans cette option, il n'y a aucune interpolation. Par exemple, si on souhaite restreindre la composante U_i d'un champ U, connue sur tous les nœuds du maillage, à une surface donnée et que cette surface ne contient aucun nœud du maillage, alors la composante U_i du champ U reste connue sur tout le maillage. Le second filtre est défini en imposant une condition sur un autre champ. Par exemple, $U_i = 1$ si $V_i < \text{Seuil}$, sinon on ne remplit pas (on peut vouloir prolonger par zéro mais dans ce cas, on utilise l'option 4). Là encore, la zone sur laquelle le champ est défini est sauvegardée dans un groupe (de nœuds ou de mailles).
 - Remarque : cette option doit permettre de réaliser aussi simplement que possible les tâches suivantes : créer automatiquement toutes ou partie des composantes d'un champ, à tous les instants ou à un ensemble d'instant, et sur tout ou partie du maillage. Par exemple, si on fait $U(\text{Composante}, \text{Espace}, t) = V(\text{Composante}, \text{Espace}, \text{Temps})$, cela crée automatiquement le champ U, sur tout le maillage, pour tous les instants connus du champ V, pour toutes les composantes ($U_1=V_1$,

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

$U_2=V_2, \dots, U_N=V_N$). Si on fait $U(1, \text{Espace}, \text{instant } t_2) = V(2, \text{Espace}, \text{instant } t_6)$, cela crée automatiquement la 1^{ère} composante du champ U, correspondant à l'instant t_2 , qui vaut la 2^{ème} composante du champ V pris à l'instant t_6 , sur tout l'espace.

- **Option 4 : Prolongement spatial d'une composante U_i d'un champ U.** Cette option permet, si la composante U_i n'est pas connue sur tout le maillage, d'affecter une valeur (par défaut zéro) sur la partie manquante du maillage.
- **Option 5 : Changer le nom d'un champ MED** existant et/ou le nom MED des composantes de ce champ. Cette option n'implique aucun calcul numérique, il s'agit uniquement de changer les chaînes de caractère qui définissent les noms MED.
- **Option 6 : Sauvegarder dans un fichier** le ou les champs créés/transformés :
 - Fichier MED existant. Dans ce cas, si le champ existe déjà (reconnu par son nom MED), il est écrasé et remplacé par le nouveau. Si le champ n'existe pas, on enrichit le fichier MED existant ;
 - Fichier MED nouveau ;
 - Fichier texte pour les tableaux de valeurs.

5.4. Liste des opérations

On souhaite que toutes les opérations décrites ci-après puissent se combiner entre elles. Par exemple, interpoler la valeur d'un champ sur un nouveau maillage, puis à partir des valeurs récupérées, trouver le maximum sur ce lieu géométrique.

5.4.1. Opérations arithmétiques

- **Description :** Cette catégorie comporte deux sous-catégories :
 - Sous-catégorie « Calcul sur des scalaires » ;
 - Sous-catégorie « Calcul sur des vecteurs et des tenseurs ».
- **Caractéristiques :** les dénominateurs communs à ces opérations sont les suivants :
 - Le support (maillage et entité) du champ U résultat est identique au support des champs V et W, ayant éventuellement servis à définir le champ U. Les champs V et W ont nécessairement le même support.
 - Les calculs effectués pour obtenir la i ème composante du champ U sont des opérations locales en espace (contrairement au calcul d'une intégrale, par exemple) et en temps (contrairement à l'interpolation en temps d'un champ, par exemple).
 - Au final, on attend une valeur sur une entité donnée (nœuds, mailles, points de Gauss), sur tout ou partie du maillage. Cette valeur est associée à un paramètre donné (par exemple l'instant t_k).

Sous-Catégorie « Calcul sur des scalaires »

- **Description :** On regroupe ici toutes les opérations arithmétiques que l'on peut effectuer usuellement sur un scalaire, typiquement les composantes $U_i(t_k)$ d'un champ U.
- **Liste des opérations**

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

- Affectation par une constante $U_i(tk) = \text{Valeur}$: cette valeur est soit un nombre, par exemple $U_i(tk) = 3$ ou $U_i(tk) = \text{Cosinus}(90^\circ)$, soit une composante du champ V , par exemple $U_i(tk) = V_i(tk)$, soit déterminée à partir d'une fonction analytique en espace et en temps, par exemple $U_i(tk) = F(X,Y,Z ; \text{Temps})$;
- L'addition, la soustraction, par exemple $U_i(tk) = V_i(tp) + W_i(tk) - V_j(tk)$;
- La multiplication, la division, par exemple $U_i(tk) = V_i(tp) * W_i(tk) / V_j(tk)$;
- Puissance, racine carrée ;
- Exponentielle, logarithme ;
- Cosinus, sinus, tangente ;
- Valeur absolue ;
- Récupération de la partie entière.

▪ **Caractéristiques**

- V et W ont le même support ;
- Le champ U résultat a le même support que V et/ou W . S'il s'agit d'une affectation par un nombre ou par une fonction, le support du champ U résultat est à définir.

▪ **Remarques**

- Le nombre de composantes N du champ résultat U n'est pas obligatoirement identique à celui des champs V et W d'entrée ;
- Pour calculer la composante $U_i(tk)$, on peut utiliser n'importe quelle composante du champ V , la i ème mais aussi la j ème et pour n'importe quel instant, le k ème instant mais aussi le p ème instant ;
- On peut combiner toutes ces opérations, par exemple pour construire la composante $U_i(tk)$ suivante : $U_i(tk) = 5 + 2 * V_i(tk) - V_j(tp) * W_i(tk) + |V_i(tk) / W_j(tk)|$.

▪ **Liste des options possibles**

- Options 1 et 2 (création/modification). Pour l'option 2, cela signifie que l'on peut modifier la valeur d'une composante d'un champ V existant, par exemple $V_i(tk) = V_j(tk)$;
- Option 3 (restriction) ;
- Option 4 (prolongement par zéro) ;
- Option 5 (changement de nom) ;
- Option 6 (sauvegarde).

Sous-catégorie « Calcul sur des vecteurs ou tenseurs d'ordre 2 »

- **Description** : On regroupe ici les opérations classiquement effectuées sur des vecteurs (3 ou 2 composantes suivant la dimension du problème) et des tenseurs d'ordre 2 (dans le cas symétrique, 6 ou 4 composantes suivant la dimension du problème).

Pour les exemples présentés, on adopte les notations suivantes. On considère, en dimension 3, soit un vecteur V , soit un tenseur d'ordre 2, V , symétrique, dans un repère $(\vec{x}, \vec{y}, \vec{z})$.

Le vecteur V s'écrit $V = V_x \vec{x} + V_y \vec{y} + V_z \vec{z}$. On suppose que ce vecteur est rangé suivant

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

l'ordre suivant : $V1 = V_x ; V2 = V_y ; V3 = V_z$, où V_i , $i = 1$ à 3 sont les trois composantes du champ V .

La matrice V s'écrit, dans le cas symétrique, $V = \begin{bmatrix} V_{xx} & V_{xy} & V_{xz} \\ V_{xy} & V_{yy} & V_{yz} \\ V_{xz} & V_{yz} & V_{zz} \end{bmatrix}$. On suppose que cette

matrice est rangée suivant l'ordre suivant :

$$V1 = V_{xx} ; V2 = V_{yy} ; V3 = V_{zz} ;$$

$$V4 = V_{xy} ; V5 = V_{yz} ; V6 = V_{xz}$$

Où V_i , $i = 1$, à 6 sont les six composantes du champ V . On adoptera les mêmes conventions pour un champ W d'entrée.

▪ Liste des opérations

- Produit simplement contracté. Le type du champ résultat U dépend du type des champs V et W . Si V et W sont des vecteurs, U est un scalaire. Si V est un vecteur et W un tenseur, U est un vecteur. Enfin, si V et W sont des tenseurs, U est un tenseur (il s'agit de la multiplication de deux tenseurs) ;

- Produit doublement contracté :

$$U1 = V : W = V_1W_1 + V_2W_2 + V_3W_3 + 2V_4W_4 + 2V_5W_5 + 2V_6W_6.$$

En entrée, les champs V et W sont de type tenseur, en sortie, le champ U résultat est de type scalaire ;

- Déterminant d'un tenseur. En entrée, le champ V est de type tenseur, en sortie, le champ U résultat est de type scalaire ;
- Valeurs propres d'un tenseur. En entrée, le champ V est de type tenseur, le champ U résultat est de type vecteur.
- Directions principales d'un tenseur. En entrée, le champ V est de type tenseur, en sortie, le champ U résultat est de type vecteur (3 vecteurs). On peut proposer plusieurs choix pour la norme du vecteur propre, un ou bien la valeur propre associée ;

Remarque : Le calcul des valeurs propres et des vecteurs propres associés est conditionné par l'existence de solutions réelles (dans le cas d'un tenseur d'ordre 2 symétrique, on peut avoir trois, deux, un ou zéro valeurs propres réelles).

- Inversion d'un tenseur. En entrée, le champ V est de type tenseur, en sortie, le champ U résultat est de type tenseur.
- Trace d'un tenseur $U1 = V1 + V2 + V3$. En entrée, le champ V est de type tenseur, en sortie, le champ U résultat est de type scalaire ;
- Déviateur d'un tenseur qui est défini par la relation :

$$U_i = V_i - \frac{1}{3} \text{Trace}(V) \delta_i$$

$$\text{avec } \delta_i = \begin{cases} 1 & \text{pour } i = 1, 2, 3 \\ 0 & \text{sinon} \end{cases}$$

En entrée, le champ V est de type tenseur, en sortie, le champ U résultat est de type tenseur.

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

- Norme. On peut envisager ici plusieurs types de norme, par exemple $U1 = \|V\| = \sqrt{V1^2 + V2^2 + V3^2}$ ou bien $U1 = \text{Max}(V) = \text{Max}(V1, V2, \dots, VN)$

En entrée, le champ V est quelconque (N quelconque), en sortie, le champ U résultat est de type scalaire.

- Changement de repère appliqué sur des vecteurs ou des tenseurs. En entrée, le champ V est de type vecteur ou tenseur, en sortie, le champ U résultat est de type vecteur ou tenseur, respectivement. Le repère de sortie est à définir. On peut d'ailleurs envisager d'associer systématiquement un repère à un champ de tenseur (d'ordre supérieur ou égal à un).
- **Remarque** : Il peut être intéressant d'autoriser le typage d'un champ dans MED, reconnu soit comme un scalaire, un vecteur, un tenseur, soit comme un type quelconque.
- **Caractéristiques**
 - Les champs V et W d'entrée sont de type vecteur ou tenseur (excepté pour la norme) ;
 - Toutes les composantes des champs V et W d'entrée sont connues. Excepté pour les deux normes présentées, il est indispensable de connaître l'ordre de rangement des composantes, donc à définir ;
 - Le champ résultat U est de même support que les champs d'entrée V et W.
 - Le champ résultat U est de type scalaire, vecteur ou tenseur. Le nombre N de composantes est alors conditionné par le type d'opérations que l'on effectue.
- **Liste des options possibles**
 - Option 1 (création) ;
 - Option 3 (restriction) ;
 - Option 4 (prolongement par zéro) ;
 - Option 5 (changement de nom) ;
 - Option 6 (sauvegarde)

Remarque : Dans cette catégorie, on a autorisé des opérations sur des champs de natures physiques différentes. Dans le cas de la multiplication ou de la division, cette proposition est justifiée, par exemple pour calculer une énergie, une puissance. Pour l'addition ou la soustraction, il vaut mieux l'interdire.

5.4.2. Opérations d'interpolation

- **Description** : Cette catégorie comporte deux sous- catégories :
 - Sous-catégorie « Changement d'entité » ;
 - Sous-catégorie « Interpolation (ou projection) d'un champ » ;
- **Caractéristiques** : Les dénominateurs communs à ces opérations sont les suivants :
 - Le support (maillage ou entité) du champ U résultat est nécessairement différent de celui du champ V d'entrée.

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

- Le nombre de composantes N du champ résultat est inférieur ou égal à celui du champ V d'entrée.

Sous-catégorie « Changement d'entité »

- **Description** : Cette catégorie permet de modifier l'entité sur laquelle est connue la $i^{\text{ème}}$ composante d'un champ V, par exemple passer d'une valeur connue sur l'élément à une valeur aux nœuds de cet élément (en recopiant, par exemple, la valeur).
- **Liste des opérations**, changement d'entité entrée/sortie
 - Nœud/maille ;
 - Nœud/Aux nœuds par maille ;
 - Nœud/Points de Gauss ;
 - Maille/Au nœud par maille ;
 - Maille /Nœud ;
 - Maille /Point de Gauss ;
 - Aux nœuds par Maille /Nœud ;
 - Points de Gauss/Aux nœuds par Maille ;
 - Points de Gauss/Nœuds.
 - Points de Gauss/Maille
- **Caractéristiques**
 - Le champ U résultat n'est pas défini sur la même entité que le champ V ;
 - Le nombre de composantes N du champ résultat est inférieur ou égal à celui du champ V d'entrée. Si on applique ces opérations à toutes les composantes, alors N est identique à celui du champ V.
- **Liste des options possibles**
 - Option 1 (création) ;
 - Option 3 (restriction) ;
 - Option 4 (prolongement par zéro) ;
 - Option 5 (changement de nom);
 - Option 6 (sauvegarde).

Sous-catégorie « Interpolation ou projection de champs »

- **Description** : Cette catégorie regroupe les opérations de projection d'un champ V connu sur un maillage, sur un autre maillage (ce dernier étant éventuellement sélectionné dans le module SMESH). Toutes les entités peuvent être concernées par la projection : projeter un champ connu aux nœuds, aux mailles, aux points de Gauss, etc... sur le maillage initial sur, respectivement, les nœuds, les mailles, les points de Gauss, etc..., d'un autre maillage. Selon la nature physique du champ, on peut souhaiter effectuer une projection conservative (faisant alors appel à une phase de recherche des intersections) ou bien non-conservative (faisant alors appel à une phase de localisation d'un nuage de points dans un maillage). Les méthodes peuvent

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

être très variées et sont, pour certaines, encore largement à l'étude au niveau théorique (par exemple pour les points de Gauss). C'est pourquoi, nous ne donnons pas la liste des opérations.

▪ **Caractéristiques**

- Le champ U résultat est porté par la même entité que celle du champ V d'entrée mais pas par le même maillage ;
- Le nombre de composantes N du champ résultat est inférieur ou égal à celui du champ V d'entrée. Si on applique ces opérations à toutes les composantes, alors N est identique à celui du champ V.

▪ **Liste des options possibles**

- Option 1 (création) ;
- Option 3 (restriction) ;
- Option 5 (changement de nom) ;
- Option 6 (sauvegarde)

5.4.3. Opérations globales

▪ **Description** : Cette catégorie comporte trois sous-catégories :

- Sous-catégorie « Calcul d'extremum spatial » ;
- Sous- catégorie « Calcul d'extremum temporel » ;
- Sous- catégorie « Calcul d'intégrale ».

▪ **Caractéristiques** : Les dénominateurs communs à ces opérations sont les suivants :

- Par opposition à la première catégorie « Opérations arithmétiques », ces opérations sont non locales en espace ou en temps ;
- Le nombre de composantes du résultat U est inférieur ou égal à celui du champ V d'entrée.

Sous-catégorie « Calcul d'extremum spatial »

▪ **Description** : Cette catégorie permet d'obtenir le maximum, le minimum ou la moyenne de la $i^{\text{ème}}$ composante du champ V, sur tout ou partie du maillage ou sur un lieu géométrique (l'interpolation du champ sur le lieu géométrique doit s'opérer préalablement). On obtient une valeur par instant.

▪ **Liste des opérations**

- Maximum ou maximum absolu ;
- Minimum ou minimum absolu ;
- Moyenne et écart type ;

▪ **Caractéristiques**

- Le résultat U est un tableau de valeurs ;

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

- Le nombre de composantes du résultat U est inférieur ou égal au champ V. Si on applique ces opérations à toutes les composantes, alors N est identique à celui du champ V.

- **Liste des options possibles**

- Option 1 (création) ;
- Option 3 (restriction) ;
- Option 5 (changement de nom) ;
- Option 6 (sauvegarde).

Sous-catégorie « Calcul d'extremum temporel »

- **Description** : Cette catégorie permet d'obtenir la valeur maximale, minimale ou la moyenne, d'une composante d'un champ V au cours d'un transitoire (sur tout ou partie des instants).
- **Liste des opérations**
 - Maximum ou maximum de la valeur absolue ;
 - Minimum ou minimum de la valeur absolue ;
 - Moyenne temporelle.
 - Transformée de Fourier
- **Caractéristiques**
 - Le support du champ résultat U est identique au support du champ V d'entrée ;
 - Le nombre de composantes du résultat U est inférieur ou égal au champ V. Si on applique ces opérations à toutes les composantes, alors N est identique à celui du champ V.
- **Remarque**
 - Pour le calcul des maxima ou des minima, on peut stocker soit la valeur de l'extremum, soit le temps correspondant à cet extremum, voire les deux ;
- **Liste des options possibles**
 - Option 1 (création d'un nouveau champ MED) ;
 - Option 3 (restriction) ;
 - Option 5 (changement de nom) ;
 - Option 6 (sauvegarde).

Sous-catégorie « Calcul d'intégrales »

- **Description** : Cette catégorie calcule l'intégrale d'un champ V sur des mailles ou sur tout ou partie du maillage, ou bien sur un lieu géométrique (il faut donc interpoler préalablement ce champ sur le lieu). Le lieu géométrique est défini par une ligne ou une surface. Au final, on obtient un champ par élément lorsque l'intégrale est définie sur chaque maille ou une unique valeur lorsque l'intégrale est calculée sur tout/partie/lieu géométrique du maillage.
- **Liste des opérations**

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

- Uniquement intégrale, $U_i = \int_{\text{mailles tout_le_maillage partie_maillage lieu}} V_i dv$

▪ **Caractéristiques**

- Si l'intégrale s'effectue sur chaque maille, U est un champ porté par l'entité maille. Sinon, on obtient une valeur sur partie/tout/lieu du maillage ;
- Le nombre de composantes du résultat U est inférieur ou égal au champ V. Si on applique ces opérations à toutes les composantes, alors N est identique à celui du champ V.

▪ **Liste des options possibles**

- Option 1 (création) ;
- Option 3 (restriction) ;
- Option 5 (changement de nom) ;
- Option 6 (sauvegarde).

5.4.4. Autres opérations

On donne ci-dessous d'autres opérations sur les champs qui peuvent être utiles :

- Interpoler un champ sur des instants intermédiaires ;
- Vérification des unités des champs ;
- Calculer le volume ou surface des mailles ;
- Changer le repère des coordonnées d'un maillage ;
- Créer un groupe de mailles ou de nœuds à partir d'une condition sur un champ ;
- Créer un champ correspondant aux coordonnées des nœuds du maillage ;
- Créer un champ correspondant aux poids des points d'intégration ;
- Renommer un maillage (besoin exprimé par le CEA) ;
- A partir de n maillages portant chacun une partie d'un champ U, fusionner les maillages et le champ U afin de reconstruire un maillage unique, portant le champ U fusionné (besoin exprimé par le CEA dans le cadre de la décomposition de domaine, MED_SPLITTER).

6. Les niveaux d'intégration dans SALOME

On propose trois niveaux de développement :

▪ **Niveau 1** : Ligne de commande python dans SALOME

Des fonctionnalités de manipulation de champs disponibles dans SALOME en ligne de commande python. Ces commandes feront appel à la bibliothèque MED_MEMOIRE.

▪ **Niveau 2** : Composant dans SALOME (IHM graphique)

Ces fonctionnalités sont proposées à travers l'IHM graphique de SALOME (module GUI). Le projet propose que ces opérations s'intègrent dans le module MED actuel de SALOME, décision à entériner par le projet NEPAL au cours d'une présentation devant l'Atelier des

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

Développeurs de SALOME.

▪ Niveau 3 : Plugin dans SALOME

A plus long terme, on peut également envisager de développer un mécanisme de plugin permettant à un utilisateur d'intégrer par lui-même ses propres fonctions de manipulation. Ce mécanisme n'est pas encore activé dans SALOME mais des prototypes sont en cours de réalisation dans le cadre du projet NEPAL2, en particulier pour le module GEOM (intégration d'outils métiers).

Actuellement, le choix du niveau d'intégration n'est pas défini, excepté pour la catégorie « calcul sur des scalaires » où les niveaux 1 et 2 sont prévus. Ce choix se fera en fonction des opérations.

Remarque importante : Ce nouveau module « manipulation de champs » doit être appellable par le module de couplage et de supervision de schémas de calcul, YACS.

7. Conclusion

Principales propositions

Ce document propose un ensemble d'opérations et d'options utilisés dans les différentes applications d'EDF pour le pré ou post-traitement ou bien en cours de calcul, et qui vont de fonctionnalités relativement standard à des opérations plus avancées.

Pour les opérations, on propose les trois grandes catégories suivantes :

- Des opérations arithmétiques locales qui comportent les deux sous-catégories :
 - Calcul sur des scalaires : addition, multiplication,...
 - Calcul sur des vecteurs ou tenseurs d'ordre 2 : calcul d'un déterminant, changement de repère, calcul de normes,...

On suppose ici, du moins pour la multiplication et la division, que les champs utilisés ne sont pas nécessairement de même nature physique.

- Des opérations d'interpolation qui comportent les deux sous-catégories :
 - Changement d'entité : un champ connu sur une entité d'un maillage est interpolé sur une autre entité du même maillage
 - Interpolation (ou projection) d'un champ connu sur un maillage sur un autre maillage
- Des opérations globales qui regroupent les trois sous-catégories suivantes :
 - Calcul d'extremum spatial
 - Calcul d'extremum temporel
 - Calcul d'intégrale

Pour toutes ces opérations, on impose que toutes les composantes d'un champ donné soient portées par le même support (même maillage et même entité).

Quant aux options proposées, elles sont au nombre de six : création, modification, restriction, prolongement spatial, changement de nom et, enfin, chargement et recharge d'un champ.

On propose le module MED actuel de SALOME pour intégrer ces nouvelles fonctionnalités, qui seront accessibles, suivant les opérations (à définir) en ligne de commandes python et/ou à travers une interface graphique. Ce module « manipulation de champs » doit être appellable par le module de couplage YACS. Ces opérations seront développées dans la bibliothèque MED_MEMOIRE et uniquement accessibles depuis SALOME. Les données d'entrée à fournir à ce composant sont des maillages et des champs, relevant des classes de MED.

EDF R&D	"Manipulation de champs" dans SALOME : orientations générales	H-I2C-2009-03595-FR Version 1.0
---------	---	------------------------------------

Points importants à instruire

Deux réflexions non abordées dans ce travail restent à mener dans le projet autour de la manipulation de champs, à savoir :

- La possibilité d'avoir du MED_MEMOIRE distribuée afin de prendre en compte les grands volumes de données (maillage et champ).
- La possibilité de passer facilement de la structure de données MED_MEMOIRE à la bibliothèque NUMPY (pour python), qui propose un ensemble d'opérations efficaces sur des tableaux multidimensionnels.

Perspectives et actions 2010

Aujourd'hui, il n'est pas réaliste de donner une estimation des moyens à mettre en oeuvre pour réaliser l'ensemble des opérations proposées dans ce document, ce chiffrage dépendant fortement du choix des méthodes (en particulier pour la catégorie changement de support) et des adaptations éventuelles de MED_MEMOIRE et/ou du modèle MED. Néanmoins et à titre d'information, le CEA nous a transmis une estimation de ce budget pour les opérations sur les scalaires. Ce chiffrage comprend l'accès à ces opérations par des commandes python et dans le module GUI de SALOME. Ce travail est évalué à 0.9 lan. Pour les calculs d'intégrales (sans compter l'intégrale sur un lieu géométrique et en supposant que les méthodes soient fournies), le CEA estime ce travail à 0.3 lan.

Sur cette base et compte tenu des priorités retenues par le projet, on se concentrera à développer, en premier, les opérations classées sous la catégorie « Calcul sur un scalaire », qui constituent les services de base lorsqu'on souhaite manipuler un champ. La seconde catégorie d'opérations à développer et à instruire en 2010 est l'interpolation de champs.

Par la suite et pour début 2010, le projet doit définir un programme de travail détaillé pour la catégorie « calcul sur un scalaire », qui comprendra les trois points suivants : Spécification des différents développements, répartition des tâches entre EDF et le CEA et, enfin, réalisations attendues pour fin 2010. Le projet conduira une étude d'impact présentée à l'Atelier des Développeurs de SALOME (ADS) pour validation par le projet NEPAL2.

Le projet devra également définir en 2010 quel type d'interpolation sera intégré en premier dans SALOME et développé dans le cadre du projet MAILLAGE. Sans anticiper sur cette réflexion, on propose de commencer par une interpolation de champs définis aux nœuds du maillage.