



PROJET NATIONAL CEOSFR

COMPORTEMENT ET EVALUATION DES OUVRAGES SPECIAUX

FISSURATION – RETRAIT

PROGRAMME DE 1^{ère} TRANCHE

FEVRIER 2008

I – INTRODUCTION

CEOSFR est programmé sur 4 ans. Dans ce contexte le travail de cette première année va consister en un cadrage de l'ensemble de l'opération en effectuant tout d'abord une analyse poussée de l'existant :

- Pour la réglementation, sur la base d'une étude large des formules et méthodes en vigueur ;
- Pour la modélisation, sur la base d'un benchmark mettant en œuvre les modèles disponibles ;
- Pour l'expérimentation, en effectuant une compilation des données existantes sur le sujet.

De ces résultats et des analyses qui y seront liées un programme de modernisation des modèles sera établi, dans le même temps et en cohérence sera mise en œuvre la conception des nouvelles expérimentations prévues dans le programme général de CEOSFR ainsi que la définition du plan d'expérimentation numérique.

De plus, afin d'accompagner l'opération et de compléter les soutiens, un projet ANR sera déposé au printemps 2008 dans le cadre du module « Constructions et Infrastructures » du programme « Villes Durables ».

Les résultats de l'appel à projet 2008 de l'A.N.R. n'auront aucune conséquence sur cette 1^{ère} tranche. Par contre si l'ANR retient le projet qui lui sera présenté, les tranches ultérieures du Projet National en tiendront compte.

II – AXE 1 – MODELISATION NUMERIQUE

La première année sera consacrée à effectuer le bilan des modélisations disponibles dans les trois champs d'activité qui constituent le projet :

1. Comportement sous chargement mécanique monotone
2. Comportement sous chargement thermo-hydrrique
3. Comportement sous chargement mécanique cyclique.

Nous proposerons un benchmark correspondant à chacune des activités. Les résultats de ce benchmark nous permettront de classer les modélisations disponibles en trois catégories.

- Les modèles dont les résultats sont trop éloignés des expériences pour qu'ils apportent des solutions acceptables dans le cadre du PN.
- Les modèles dont les résultats sont proches des expériences et qui seront exploités dans la suite du Projet.
- Les modèles innovants qui demanderont un développement complémentaire pour être exploitables.

L'objectif final du projet est de fournir dans chacun des thèmes un modèle et des méthodes appliquées à l'ingénierie qui permettront d'évaluer la répartition de la fissuration et les ouvertures de fissures.

Compte tenu de l'état de l'art dans chaque domaine, nous proposons de classer les modèles en fonction des critères suivants.

Thèmes	Monotone	Thermo-hydrrique	Cyclique
Type de sollicitation externe	Effort normal flexion et cisaillement	Maturation et séchage	Effort Normal-Flexion et cisaillement
Critères d'évaluation	<ul style="list-style-type: none"> - Comportement mécanique (force/déplacement) - Carte de fissuration - Ouverture des fissures 	<ul style="list-style-type: none"> - Champ de température - Champ de teneur en eau - Carte de fissuration 	<ul style="list-style-type: none"> - Comportement mécanique (force déplacement) - Carte de fissuration - Ouverture/fermeture des fissures
Supports expérimentaux	<ul style="list-style-type: none"> - Tirants EPFL (cf. annexe 2.6) - Voile en cisaillement Safe et/ou CEBTP (cf. annexe 2.8) 	<ul style="list-style-type: none"> - Hydratation voile EDF (cf. annexe 2.1) - Séchage poutres (cf. annexe 2.2) 	<ul style="list-style-type: none"> - Poutre en flexion cyclique (cf. annexe 2.9) - Voile en cisaillement Safe et/ou CEBTP (cf. annexe 2.8)

En complément, les résultats permettront de mettre en avant les besoins complémentaires de développement des modèles, d'identification de paramètres physiques et d'expérimentation de laboratoire qu'il sera nécessaire de mettre en œuvre pour aboutir aux objectifs finaux du projet.

Description des tâches :

L'activité de cette première année correspond au lot 1 et se décompose en 4 tâches.

Tâche 1 : définition du benchmark :

A partir des bases de données existantes, définition et cadrage des calculs de simulation à conduire.

Acteurs : Comité de pilotage modélisation et responsables des activités monotone, thermo-hydrrique et cyclique avec participation des acteurs de l'axe 3 expérimentation.

Livrable : cahier des charges du benchmark contenant les données précisant les résultats attendus et les critères d'évaluation.

Tâche 2 : calculs

Phase de réalisation des simulations telles que définies tâche 1.

Acteurs : base de 4 à 5 équipes par activité.

Livrable : chaque participant livrera un rapport détaillant les modèles utilisés, la méthode utilisée pour l'identification des paramètres et les résultats demandés.

Tâche 3 : compilation des résultats et rapport

Acteurs : comité de pilotage

Livrable : comparaison des résultats, classement des méthodes proposées.

III – AXE 2 – EXPERIMENTATION A DIFFERENTES ECHELLES

Le programme général inclut différents types d'essais, de façon générale la première année sera consacrée à la mise au point de ces essais qui seront réalisés à partir de la seconde année. Ceci conduit aux tâches suivantes :

Tâche 1 : Exploitation des résultats d'essais déjà disponibles

En coordination avec les axes modélisation et réglementation exploitation des résultats disponibles, en intégrant l'analyse des conditions expérimentales, de l'instrumentation et de la qualité des résultats obtenus en matière de fissuration.

Tâche 2 : Etude de définition de l'essai de chargement cyclique

Il s'agit de concevoir un essai de chargement dans le plan d'un voile représenté à l'échelle 1/3 jusqu'à l'engagement de la fabrication du premier corps d'épreuve.

Tâche 3 : Définition détaillée du dispositif d'essais sur blocs à l'échelle 1/3.

Cette tâche comprend la mise au point du dispositif d'essais, le dimensionnement des blocs et l'instrumentation.

Tâche 4 : Définition du programme expérimental sur blocs à l'échelle 1.

Cette définition inclut le dimensionnement des corps d'épreuve à échelle 1, mise au point du dispositif d'instrumentation et essais de caractérisation des matériaux utilisés (béton, acier).

Tâche 5 : Essais d'identification sur corps d'épreuve en laboratoire

Il s'agit ici de préparer la campagne d'expérimentation qui accompagnera les travaux de modélisation pour l'analyse fine des phénomènes de fissuration et de caractériser les matériaux : acier et bétons (2 formules) qui seraient utilisés dans les expérimentations.

IV – AXE 3 – REGLEMENTATION ET PRATIQUE D'INGENIERIE

On rappelle que dans cet axe le programme a été découpé en huit tâches consécutives :

Lot 1 – bilan, formules et méthodes existantes, rapprochement avec résultats expérimentaux.

Lot 2 – participation et suivi du programme expérimental.

Lot 3 – définition du programme de modélisation numérique.

Lot 4 – exploitation des résultats expérimentaux et numériques, établissement des formules nouvelles.

Lot 5 – confrontation des formules trouvées avec les expérimentations connues.

Lot 6 – rapport de synthèse.

Lot 7 – rédaction du groupe pratique.

Lot 8 – Réunions publiques de présentation.

Activités au cours de la première année du programme

Nous proposons d'effectuer, conformément au planning proposé les 3 premiers de ces lots qui correspondent à la définition des besoins et donc aux problèmes à étudier. C'est-à-dire :

Lot 1 : Bilan, formules et méthodes existantes, rapprochement avec les résultats expérimentaux. Les principaux règlements en vigueur ou passés (Européens, Français Américains) ainsi que les articles publiés sur le sujet seront analysés pour en comparer les résultats sur des cas pertinents et sur des expérimentations existantes. A la suite de ce bilan seront définis les besoins en recherche permettant de caler les domaines de validité des méthodes connues et de définir les domaines de recherches pour couvrir le maximum d'ouvrages de Génie Civil.

Lot 2 (en partie) : Participation à la définition du programme expérimental.

Les résultats du lot 1 seront fournis à l'axe expérimentation, les responsables des 3 ateliers participeront à la définition et au suivi de ces expérimentations.

Lot 3 : Etablissement du cahier des charges du programme d'expérimentation numérique.

Il s'agit de définir les domaines de variation des principaux paramètres intervenant dans la fissuration et le retrait prenant en compte les applications pratiques des formules à établir.

V- VALORISATION ET PILOTAGE GENERAL

Au cours de cette première année un effort particulier sera fait pour constituer le plan de valorisation :

- Définition précise des livrables et désignation des rédacteurs des rapports associés
- Préparation de manifestations et outils de communication des résultats (sites intranet et internet, journées scientifiques...)

S'agissant du pilotage général, il est prévu :

- 2 réunions du comité directeur
- 2 réunions du comité international d'évaluation

- 3 réunions du comité scientifique et technique
- 6 réunions du comité de pilotage et coordination.

V 1 – Sites Internet et Extranet

La première action lancée au titre de la valorisation sera la création :

- D'un site Internet pour la présentation du projet et la diffusion des résultats, que le Comité Directeur jugera utile de communiquer
- Un site Intranet qui ne sera accessible qu'aux seuls partenaires du Projet National qui sera leur outil de communication et d'information permanentes.

V.2. Actions de valorisation

Cette 1^{ère} tranche sera consacrée à :

- Une définition précise des livrables
- La préparation d'outils de communication et l'organisation en fin de 1^{ère} tranche d'une journée publique de présentation des travaux réalisés au cours de la 1^{ère} tranche.
- La constitution du Comité d'évaluation d'experts internationaux et l'organisation de deux réunions de ce Comité.

BUDGET 1^{ère} tranche en € HT

1^{ère} tranche BUDGET en €HT

Désignation des études et recherches	Montant Global en €HT	Part P.N. en €HT
<u>AXE 1 Modélisation numérique</u>		
1.1 définition et cahier des charges du Benchmark	14 000	6 000
1.2 Benchmark par 4 à 5 équipes par activité (monotone, thermo-hydrromécanique et cyclique)	203 000	85 200
1.3 comparaison des résultats, classement des méthodes proposées par le comité de pilotage	14 000	6 000
sous total AXE 1	231 000	97 200
<u>AXE 2 Expérimentation</u>		
2.1 exploitation des résultats disponibles	80 000	32 000
2.2 essais sur voile à échelle 1/3, mise au point du dispositif d'essais, des corps d'épreuves et de l'instrumentation	50 000	20 000
2.3 essais sur bloc à échelle 1/3, définition détaillée du dispositif d'essais de l'instrumentation et des corps d'épreuves	20 000	8 000
2.4 essais à l'échelle 1 sur bloc (1x2x5m), mise au point du dispositif d'essais, construction de la dalle d'essais	110 000	44 000
2.5 caractérisation des essais de laboratoire accompagnant la modélisation et des matériaux utilisés	60 000	24 000
sous total AXE 2	320 000	128 000
<u>AXE 3 Réglementation et pratique d'ingénierie</u>		
3.1 bilan des formules et méthodes existantes et rapprochement avec les résultats expérimentaux existants	130 000	52 000
3.2 participation à l'établissement du programme détaillé des expérimentations	60 000	24 000
3.3 participation à l'établissement du cahier des charges du Benchmark et définition des domaines de variations des principaux paramètres intervenant dans la fissuration	50 000	30 000
sous total AXE 3	240 000	106 000
<u>AXE 4 Valorisation</u>		
4.1 création d'un site internet et extranet	20 000	8 000
4.2 comités de suivi et d'évaluation par experts internationaux (2 réunions de 2 jours chacune)	30 000	12 000
sous total valorisation	50 000	20 000
total des études et recherches	841 000	351 200
<u>Gestion administrative et financière (5%)</u>	42 050	42 050
montant total 1^{ère} tranche en €HT	883 050	393 250
montant total 1^{ère} tranche en €TTC	1 056 128	470 327

PLAN PREVISIONNEL DE FINANCEMENT DE LA 1^{ère} TRANCHE

1. Montant du budget prévisionnel de la 1^{ère} tranche : **883,050K€HT**

2. Ressources prévisibles

Subvention de l'Etat :

883,050 x 0,20 = **176,61K€HT**

Cotisations des partenaires (T= taux de base 4 000€/an)

5 maîtres d'ouvrage à 2T = 10T

Entreprises :

3 entreprises à 3 T = 9T

5 entreprises à 2 T = 10T

2 entreprises à 1 T = 2T

Industriels :

4 industriels à 2T = 8T

Ingénieurs et BET :

4 BET à 1T = 4T

3 BET à 0,5T = 1,5 T

Laboratoires publics ou privés :

3 laboratoires à 2T = 6T

13 laboratoires à 0,2T = 2,6T

Total **53,1T**

Ramené à 50T à 4 000€ soit **200K€HT**

Participation exceptionnelle Maîtres d'ouvrages et Entreprises

E.D.F., C.E.A. Grands groupes, F.N.T.P., F.F.B. **20K€HT**

Montant total prévisible des ressources **396,61K€HT**

Pour un montant total à financer par le P.N. de **393,25K€HT**

3. Apports en nature des partenaires **489,80K€HT**