



Titre du document :

IRSN – PRESTATIONS D'INGÉNIERIE

Nature du document :

FICHE DESCRIPTIVE FAMILLE METIER

Référence

FAM- 16

Indice

2

Page

1/6

Date : 6/10/09

PRESTATIONS D'INGENIERIE POUR LE COMPTE DE L'IRSN

FICHE DESCRIPTIVE DE LA FAMILLE METIER N°: 16

CALCULS CFD

2	06/10/2009	B. Rinaud L. Rigolle C. PÉPÉ DO	 S. ROELLE DCAJ	Chef de DO
Indice	Date	* Rédacteurs	* Vérificateur	* Approbateur

* Nom et initiale du prénom et visa au dessus

Titre du document :

IRSN – PRESTATIONS D'INGÉNIERIE

Nature du document :

FICHE DESCRIPTIVE FAMILLE METIER

Référence

FAM- 16

Indice

2

Page

1/6

Date : 6/10/09

PRESTATIONS D'INGENIERIE POUR LE COMPTE DE L'IRSN

FICHE DESCRIPTIVE DE LA FAMILLE METIER

N°: 16

CALCULS CFD

2		DO	DCAJ	Chef de DO
Indice	Date	* Rédacteurs	* Vérificateur	* Approbateur

* Nom et initiale du prenom et visa au dessus

FAM 16

SOMMAIRE

OBJET	3
EXEMPLES TYPES DE PRESTATIONS	3
EXEMPLE TYPE D'UNE REALISATION	3
EXEMPLES DE DOCUMENTS/LIVRABLES A REMETTRE PAR LE TITULAIRE	6

OBJET

La présente Fiche Descriptive de la famille Métier n° 16 concernant les « **Calculs CFD** » définit le type de prestations que les titulaires devront exécuter, dans le cadre du référencement Ingénierie, pour le compte de l'IRSN.

EXEMPLES TYPES DE PRESTATIONS

A titre indicatif, dans la suite sont donnés des exemples des prestations déjà réalisées dans ce domaine d'activité :

- « Évaluation à l'aide du logiciel TONUS des surpressions générées par une explosion d'hydrogène dans un bâtiment » ;
- « Réalisation à l'aide du logiciel TONUS de calculs de distribution et combustion d'hydrogène dans l'enceinte ENACCEF. Réalisation d'un maillage de l'enceinte de confinement du réacteur EPR » ;
- « Poursuite et finalisation des études d'explosion de vapeur en cuve à l'aide du code MC3D » ;
- « Etude du risque d'inflammation d'un recombineur et de l'impact de son emplacement sur l'efficacité de la recombinaison » ;
- « Simulations avec le code ISIS de l'essai LIC 1.14 » ;
- « Post-calculs avec ISIS des essais PRISME ».

EXEMPLE TYPE D'UNE REALISATION

Activité : Calculs CFD

Cette activité regroupe les études de thermohydraulique réalisées à l'aide de codes multidimensionnels et multi-phases (Computational Fluid Dynamic ou CFD).

Les phénoménologies qui seront traitées sont :

- La distribution et combustion d'hydrogène dans les enceintes des réacteurs et l'interaction combustible/réfrigérant (explosion de vapeur) en situations accidentelles en cuve et hors cuve ;
- L'incendie dans un milieu confiné et ventilé mécaniquement ;
- Les échanges thermiques d'un assemblage ou d'un groupe d'assemblages combustible dans l'atmosphère d'un hall, consécutivement à une perte de refroidissement (perte de ventilation ou dénoyage lors d'un stockage sous eau) ;
- Le comportement aéraulique global d'un bâtiment de réacteur dans le cas d'un accident de dénoyage de piscine de stockage ;

- Le comportement hydraulique et thermique d'un assemblage pendant un accident de type APRP (Accident de Perte du Réfrigérant Primaire) et notamment lors de la phase de refroidissement (comportement thermique des gaines déformées par exemple).

Pour ce qui concerne la distribution/combustion d'hydrogène et l'explosion de vapeur seront de préférence utilisés des outils développés par l'IRSN tels que TONUS-3D et MC3D. Les phénomènes étudiés étant très spécifiques, les codes commerciaux ne sont en effet pas toujours adaptés à leur modélisation. Pourtant on ne pas exclure le recours, pour des études particulières, à des outils commerciaux (CFX par exemple). A titre illustratif, les phénomènes intervenant dans les calculs de distribution d'hydrogène sont la convection naturelle et forcée, laminaire et turbulente de mélange d'air, vapeur et hydrogène en présence de condensation en masse et aux parois et conduction dans les parois. Les calculs de combustion d'hydrogène font intervenir la déflagration, la propagation des flammes de pré-mélange et la détonation dans des mélanges air/vapeur/hydrogène. Les études d'explosion de vapeur font intervenir des écoulements multi-phases (eau liquide et vapeur) et multi-composants (eau, métaux liquides ou en particules solides), la fragmentation des jets, la fragmentation et/ou coalescence de gouttes, la solidification.

Pour ce qui concerne la simulation d'incendie, le logiciel ISIS est développé par l'IRSN. Il s'agit d'un outil de simulation tridimensionnel des incendies dans des locaux confinés. Il calcule des écoulements turbulents (modélisation RANS et LES), à faible nombre de Mach, réactifs. ISIS sera utilisé mais le recours à des outils commerciaux ou en accès libre tels que FDS, FLUENT ou CFX est envisagé dans le cadre d'études spécifiques. Sur la base d'ISIS, d'autres outils sont également développés à l'IRSN et pourront être utilisés dans le cadre d'études. Ces outils sont ARTIC, pour l'étude de la dispersion en champs proche, et TOPASE, pour les écoulements diphasiques.

Pour ce qui concerne les accidents de refroidissement d'assemblages (avec CFX par exemple), les phénomènes à prendre en compte sont principalement les échanges par rayonnement des crayons combustibles avec les structures environnantes, ainsi que les échanges par convection naturelle avec l'air du bâtiment, ceci en prenant en compte les turbulences à l'intérieur et en périphérie des crayons. Des comparaisons avec des calculs réalisés avec des outils tel que le code ICARE/CATHARE peuvent être demandés.

Pour ce qui concerne l'étude de l'accident de Perte du Réfrigérant Primaire, le comportement thermohydraulique de plusieurs assemblages, déjà évalué par ailleurs avec le module 3D du code CATHARE, pourra être évalué avec des codes de CFD (évaluation des débits transverses selon les pertes de charges..). Dans le cas de la phase de renoyage, l'apport de calculs fins, notamment pour simuler au mieux le refroidissement des ballons (gainés déformés), avec l'utilisation de CFX et du module 3D LOCAL de la plate-forme NEPTUNE sera analysé.

Les tâches typiques à effectuer dans le cadre de cette activité sont les suivantes :

1. La réalisation de nouveaux jeux de données (JDD) ; l'adaptation aux études spécifiques des JDD disponibles ; la vérification de l'adéquation des JDD disponibles. Une importance particulière sera attachée à la documentation des JDD. La réalisation, l'adaptation et la vérification des JDD seront tracés dans de documents qui expliciteront l'origine des données et les choix effectués. Les livrables associés à ces tâches seront les JDD sous forme de fichiers informatiques ainsi que les documents (sous forme papier et informatique).
2. La vérification et l'adéquation des modèles choisis par comparaison aux résultats expérimentaux et/ou par comparaison aux résultats d'autres codes de calcul.
3. La réalisation d'études :
 - De distribution et de combustion d'hydrogène dans les enceintes des réacteurs ;
 - D'explosion de vapeur ;
 - D'incendie dans des locaux confinés et ventilés mécaniquement ;
 - De dispersion atmosphérique en champ proche ;
 - D'écoulements diphasiques ;
 - Des échanges thermiques dans un assemblage de combustible ;
 - De comportement thermohydraulique d'un assemblage ou d'un crayon dans le cas d'un accident de type APRP.
4. Le post-traitement des résultats dans des formats spécifiques (éventuellement adaptés pour la poursuite des analyses mécaniques). L'analyse critique des résultats sera systématiquement réalisée. Les études seront finalisées avec la rédaction des documents de synthèse.

|

EXEMPLES DE DOCUMENTS/LIVRABLES A REMETTRE PAR LE TITULAIRE

Les analyses/études/prestations réalisées par le titulaire se traduiront par la remise des livrables suivants :

- Des rapports ou notes techniques au format requis,
- Des jeux des données (pour toute évolution d'un jeu de données fourni par l'IRSN au début de la prestation, une justification de chacune des modifications apportées sera demandée),
- Des fichiers informatiques contenant les résultats des études dans les formats requis (listings de sortie et fichiers graphiques sous forme de CD-Rom par exemple),
- des fichiers de post-processing mis au point éventuellement au cours de l'étude,
-