

12

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

22 Date de dépôt : 20.08.02.

30 Priorité : 29.08.01 JP 01259604.

43 Date de mise à la disposition du public de la demande : 13.06.03 Bulletin 03/24.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Ce dernier n'a pas été établi à la date de publication de la demande.*

60 Références à d'autres documents nationaux apparentés :

71 Demandeur(s) : NUCLEAR ENGINEERING,LTD — JP.

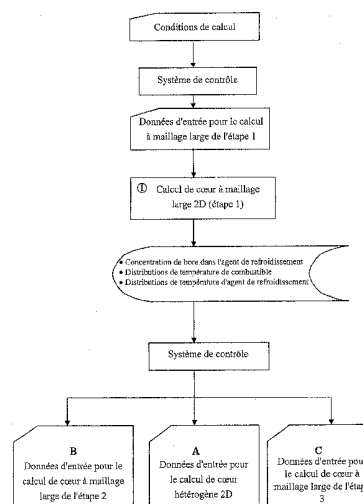
72 Inventeur(s) : MORI MASSAKI, HIJIIYA MASAYUKI et SUGIMURA NAOKI.

73 Titulaire(s) :

74 Mandataire(s) : CABINET HARLE ET PHELIP.

54 PROCEDE DE CALCUL D'UN COEUR DE REACTEUR NUCLEAIRE.

57 Un procédé de calcul de coeur de réacteur nucléaire sur des caractéristiques neutroniques et des caractéristiques hydrauliques et thermiques est prévu et est capable d'obtenir une précision de calcul équivalente à un calcul de coeur hétérogène grâce à un calcul de coeur à maillage large en obtenant ainsi une réduction de temps de calcul et de capacité de mémoire. Il comporte le fait de réaliser à la fois un calcul de coeur à maillage large sur la base de tables de section d'ensemble de combustible comprenant des sections d'ensemble de combustible homogènes et des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible et un calcul de coeur hétérogène en supposant les mêmes conditions de coeur que dans le calcul mentionné ci-dessus; comparer les deux résultats de calcul ainsi obtenus l'un avec l'autre afin d'obtenir des facteurs de correction pour les sections homogènes et les facteurs de discontinuité, et réaliser encore un autre calcul de coeur à maillage large en utilisant ces facteurs de correction afin d'obtenir des résultats de calcul final équivalents en précision à ceux pouvant être obtenus à partir d'un procédé de calcul de coeur hétérogène à grande vitesse.



Cette invention se rapporte à une amélioration d'un procédé de calcul destiné à réaliser un calcul d'un cœur de réacteur nucléaire à grande vitesse et avec une précision élevée.

5 Par le terme « calcul d'un cœur de réacteur nucléaire » utilisé dans cette invention, on entend une simulation informatique par calcul mathématique de différents phénomènes physiques apparaissant dans un processus de fonctionnement d'un réacteur nucléaire, tels que des comportements de neutrons (caractéristiques neutroniques), des comportements hydrauliques et thermiques, etc.

10 Le procédé de calcul d'un cœur de réacteur nucléaire (appelé simplement ci-après « calcul de cœur ») qui existe actuellement, par exemple dans la conception de cœur à des fins d'agencement de combustible optimal, est groupé principalement en un calcul de cœur hétérogène, qui traite le cœur en termes d'unités de cellules de barre de
15 combustible composée chacune de pastilles de combustible, d'un tube de gainage, d'un agent de refroidissement etc. et un calcul de cœur à maillage large, qui traite les ensembles de combustible par homogénéisation de ceux-ci.

20 Le calcul de cœur hétérogène comprend en outre un procédé de traitement de zones de cellules de barre de combustible composées chacune de pastilles de combustible, d'un tube de gainage, d'un agent de refroidissement etc. avec homogénéisation de ceux-ci et un procédé de traitement de zones de pastille de combustible, de tubes de gainage, d'agent de refroidissement etc. tels qu'ils sont, sans leur homogénéisation.

25 C'est la pratique courante de mettre en œuvre, comme calcul de cœur hétérogène, un calcul bidimensionnel radial, dans lequel seule une dépendance de cœur radiale est calculée, avec une dépendance de cœur axiale qui est traitée en moyenne. Lorsque cette approche de calcul de cœur hétérogène est adoptée, cependant, il apparaît une nécessité de traiter la
30 dépendance de cœur axiale dans un procédé d'approximation par un calcul de cœur unidimensionnel axial, qui traite la dépendance de cœur radiale en moyenne.

35 Dans le calcul de cœur à maillage large actuellement mis en œuvre, chaque ensemble de combustible est tout d'abord divisé en un à quatre maillages dans une direction radiale et en plusieurs maillages dans la

direction axiale, et deuxièmement, un calcul de cœur tridimensionnel est réalisé en homogénéisant chacun des maillages divisés. Avec le calcul de cœur à maillage large, l'homogénéisation des ensembles de combustible entraîne une erreur de courants de neutrons au niveau des limites des ensembles de combustible, et afin de limiter l'erreur, des facteurs de discontinuité de flux de neutrons au niveau des limites d'ensembles de combustible sont généralement introduits.

Avec le progrès récent des calculateurs, un calcul de cœur hétérogène tridimensionnel, qui réalise une division de maillage également dans des directions d'axe de cœur, est également mis en œuvre, mais son application est limitée, actuellement, à une condition de puissance nulle dans un cœur à chargement initial non épuisé, laquelle condition n'est pas affectée par des distributions de température de combustible, de distributions de densité d'eau, etc.

Afin de simuler le cœur dans son état de fonctionnement, il est nécessaire de faire des itérations de calculs neutroniques et de calculs hydrauliques et thermiques alternés, tout en prenant en considération les influences des distributions de température de combustible, les distributions de densité d'eau, etc. sur des sections efficaces (le terme « section » est utilisé dans la suite de manière équivalente) de combustible (effet de rétroaction). Ceci consomme un temps de calcul extrêmement long et exige une capacité de mémoire importante de l'ordinateur.

A cause des problèmes mentionnés ci-dessus, l'application d'un calcul de cœur hétérogène tridimensionnel à un calcul de cœur en ligne dans un ordinateur sur le site d'une installation nucléaire, qui exige un calcul à grande vitesse, ou à un calcul cinétique dépendant du temps d'un cœur n'est pas pratique et faisable.

Selon la théorie d'une approche d'homogénéisation des ensembles de combustible qui utilisent des facteurs de discontinuité de flux de neutrons, qui est une approche typique dans le calcul à maillage large, grâce à l'application de sections homogènes d'ensembles de combustible et de facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible calculés par l'utilisation de résultats de calcul de cœur hétérogène sur le calcul de cœur à maillage large, il est possible d'obtenir des résultats de calcul équivalents aux résultats de calcul de cœur

hétérogène grâce à ce calcul de cœur à maillage large. Toutefois, si le calcul de cœur hétérogène est réalisé chaque fois que le calcul de cœur à maillage large est réalisé, le calcul de cœur à maillage large n'a pas de sens. Par conséquent, lorsque les sections homogènes des ensembles de combustible et les facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensemble de combustible sont obtenus, on adopte en général l'approche d'approximation où un calcul hétérogène est réalisé sur un système d'ensemble de combustible hypothétique de telle sorte que des ensembles de combustible qui sont notés sont caractérisés de manière infinie, de façon à obtenir ainsi les sections homogènes d'ensembles de combustible et les facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible, qui sont à leur tour appliqués au calcul de cœur à maillage large.

Selon cette approche, il est possible de réaliser le calcul hétérogène sur un système d'ensemble de combustible unique en établissant des conditions de réflexion parfaites au flux de neutrons sur un axe de symétrie, en faisant une utilisation efficace d'une symétrie naturelle de la matrice infinie.

Sinon, pour diminuer le degré d'approximation dans l'approche mentionnée ci-dessus, il y a une autre approche destinée à obtenir les sections d'ensemble de combustible homogènes et les facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible, grâce à un calcul hétérogène sur un système d'ensembles de combustible en supposant que des systèmes de petite taille, qui se composent chacun d'un seul ensemble de combustible qui est caractérisé et d'ensembles de combustible adjacents, sont disposés de manière infinie.

Dans cette approche, en établissant des conditions de réflexion parfaites grâce à une utilisation efficace de la symétrie de matrice infinie, il est possible de réaliser le calcul hétérogène d'un système à quatre ensembles de combustible adjacents. Cependant, il est nécessaire ici de réaliser le calcul des ensembles de combustible adjacents pour chaque combinaison d'ensembles de combustible adjacents existant dans le cœur, ce qui rend la procédure de calcul délicate.

Comme procédé destiné à diminuer encore le degré d'approximation et éviter la complexité du calcul d'ensembles de combustible adjacents, il est concevable de réaliser un calcul de cœur

hétérogène bidimensionnel basé sur le système de cœur actuel afin d'obtenir ainsi les sections d'ensemble de combustible homogènes et les facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible. Dans ce procédé, cependant, afin de traiter avec précision les effets de distributions de combustion, de distributions de température de combustible, de distributions de densité d'eau etc. dans les directions d'axe de cœur, il apparaît une nécessité de diviser axialement le cœur en une multiplicité de plans afin de réaliser un calcul de cœur hétérogène bidimensionnel dans chaque plan divisé. De plus, dans le calcul de cœur hétérogène bidimensionnel dans chaque plan divisé également, il est nécessaire de réaliser une itération de calcul neutronique et de calcul hydraulique thermique de manière alternée afin de considérer avec précision les influences des distributions de température de combustible et des distributions de densité d'eau sur les sections (effets de rétroaction), ce qui entraîne des problèmes exigeant un temps de calcul long et une grande capacité de mémoire d'ordinateur.

Afin de traiter les problèmes de l'état de l'art décrit ci-dessus, l'invention a été faite en trouvant une combinaison particulière d'un code de calcul de cœur à maillage large avec un code de calcul de cœur hétérogène et vise à obtenir finalement une précision de calcul équivalente à un calcul de cœur hétérogène grâce à un calcul de cœur à maillage large, en obtenant ainsi une réduction significative du temps de calcul et une réduction significative de la capacité de mémoire.

Cette invention se rapporte à un procédé de calcul d'un cœur de réacteur nucléaire sur des caractéristiques neutroniques et des caractéristiques hydrauliques et thermiques selon un code de calcul de cœur à maillage large en tirant avantage des effets d'un code de calcul de cœur hétérogène tel que mentionné ci-dessus. C'est-à-dire que le procédé de l'invention comporte d'une manière générale les étapes consistant à : réaliser un calcul de cœur à maillage large en traitant des ensembles de combustible sur la base de tables de section d'ensemble de combustible comprenant des sections d'ensemble de combustible homogènes, des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible etc. avec une homogénéisation de ceux-ci, réaliser un calcul de cœur hétérogène dans un système basé sur la supposition des mêmes conditions de cœur que dans

le calcul de cœur à maillage large; comparer les deux résultats de calcul ainsi obtenus l'un avec l'autre en obtenant ainsi des facteurs de correction pour les sections homogènes, les facteurs de discontinuité, etc.; et réaliser encore un autre calcul de cœur à maillage large en utilisant les facteurs de correction mentionnés ci-dessus, afin d'obtenir des résultats de calcul final équivalents en précision aux résultats de calcul pouvant être obtenus à partir d'un procédé de calcul de cœur hétérogène à grande vitesse.

Selon des aspects plus spécifiques de l'invention générique mentionnée ci-dessus, les premier et deuxième calculs de cœur à maillage large et le calcul de cœur hétérogène mentionnés ci-dessus sont constitués par des calculs de cœur à maillage large bidimensionnel et tridimensionnel et un calcul de cœur hétérogène bidimensionnel respectivement; les facteurs de correction obtenus mentionnés ci-dessus sont des paramètres comprenant au moins des sections homogènes d'ensembles de combustible et des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible, ou des paramètres comprenant en outre des distributions de puissance dans les ensembles de combustible et des vitesses de réaction de détecteur de neutron dans le cœur en plus des deux premiers; et les facteurs de correction obtenus sont utilisés pour le calcul de cœur à maillage large tridimensionnel dans un système similaire ou analogue au système dans le calcul de cœur hétérogène bidimensionnel en obtenant ainsi des résultats de calcul final équivalents en précision à ceux pouvant être obtenus à partir d'un procédé de calcul de cœur hétérogène tridimensionnel à grande vitesse.

Selon d'autres aspects spécifiques de l'invention générique, les premier et deuxième calculs de cœur à maillage large et le calcul de cœur hétérogène mentionnés ci-dessus sont un premier et un deuxième calcul de cœur à maillage large tridimensionnel et un calcul de cœur hétérogène tridimensionnel respectivement; lesdits facteurs de correction obtenus sont des facteurs de correction pour des paramètres comprenant des sections d'ensemble de combustible homogènes et des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible ou des facteurs de correction pour des paramètres comprenant des distributions de puissance dans les ensembles de combustible et des vitesses de réaction de détecteurs de neutron dans le cœur, en plus des sections homogènes et des facteurs de discontinuité; et ces facteurs de correction sont utilisés pour le deuxième

calcul de cœur à maillage large tridimensionnel dans un système similaire ou analogue au système dans le calcul de cœur hétérogène tridimensionnel, afin d'obtenir ainsi des résultats de calcul final équivalents en précision aux résultats de calcul pouvant être obtenus à partir d'un procédé de calcul de cœur hétérogène tridimensionnel à grande vitesse.

Ici, les résultats de calcul final obtenus sont équivalents ou comparables en précision de calcul aux résultats de calcul pouvant être obtenus à partir d'un tel procédé de calcul de cœur hétérogène tridimensionnel lorsqu'il est réalisé sur le système dans lequel les facteurs de correction ont été obtenus.

En réalisant un calcul d'un cœur de réacteur nucléaire, un calcul de cœur hétérogène traitant le cœur par unités de cellule de barre de combustible composées chacune de pastilles de combustible, d'un tube de gainage et d'un agent de refroidissement et un calcul de cœur à maillage large traitant les ensembles de combustible par homogénéisation de ceux-ci sont réalisés, les résultats de calcul sont comparés l'un à l'autre afin d'obtenir des facteurs de correction pour les sections d'ensemble de combustible homogène, des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible, la distribution de puissance dans les ensembles de combustible, et des vitesses de réaction de détecteurs de neutron dans le cœur sont obtenues.

A ce moment-là, en utilisant les concentrations de bore, les distributions de température de combustible etc. obtenues dans le premier calcul de cœur à maillage large pour le calcul de cœur hétérogène consécutif, il est possible d'éviter l'itération alternée de calcul neutronique et de calcul hydraulique et thermique dans le calcul de cœur hétérogène. Par conséquent, une réduction significative du temps de calcul et une réduction significative de la capacité de mémoire sont possibles.

Ensuite, un deuxième calcul de cœur à maillage large est réalisé dans un système similaire ou analogue (conditions de cœur) au système, dans lequel le calcul de cœur hétérogène a été réalisé, grâce à l'utilisation des facteurs de correction obtenus.

Il en résulte qu'il est possible d'obtenir finalement une précision de calcul équivalente à celle d'un procédé de calcul de cœur hétérogène (tridimensionnel) en reportant les facteurs de correction, grâce

auxquels les résultats de calcul de cœur hétérogène sont pris en compte, sur le deuxième calcul de cœur à maillage large.

L'invention concerne également un cœur de réacteur nucléaire résultant du procédé de calcul selon l'une ou plusieurs des caractéristiques
5 précédemment listées.

Le procédé est préférentiellement mis en œuvre dans un calculateur électronique programmé selon les étapes indiquées.

Plusieurs formes de réalisation préférées de l'invention vont être décrites ci-après plus en détail en se référant aux dessins annexés, dans
10 lesquels :

La figure 1A et la figure 1B constituent conjointement un organigramme d'un exemple d'une procédure de calcul de cœur selon cette invention, dans lequel un code de calcul de cœur à maillage large et un calcul de cœur hétérogène bidimensionnel sont combinés;

15 La figure 2A et la figure 2B constituent conjointement un organigramme d'un autre exemple d'une procédure de calcul de cœur selon cette invention, dans lequel un code de calcul de cœur à maillage large et un calcul de cœur hétérogène tridimensionnel sont combinés.

Comme exemple d'application du procédé de calcul de cœur
20 de cette invention à un cœur de réacteur à eau pressurisée, un système de calcul de cœur hybride (système de commande) va maintenant être décrit en se référant aux figures 1A et 1B, un calcul de cœur hétérogène bidimensionnel et un code de calcul de cœur à maillage large étant combinés. Une procédure de calcul plus spécifique va maintenant être
25 décrite ci-dessous.

(1) Calcul de cœur à maillage large bidimensionnel (étape 1)

Selon un code de calcul de cœur à maillage large, un calcul de combustion de cœur bidimensionnel (ou calcul d'insertion ou de retrait de barre de commande) à l'étape 1 est réalisé, et les résultats de calcul sur les
30 degrés de combustion de cycle de cœur, les concentrations de bore à chaque étape de combustion, les distributions de température de broche, et les distributions de température d'agent de refroidissement sont délivrés dans un fichier intermédiaire.

Si l'on considère l'application du procédé à un réacteur à eau
35 pressurisée ayant des combustibles à couche fertile ou des distributions

d'enrichissement dans la direction axiale ou un réacteur à eau bouillante dont le changement dans les distributions axiales de densité d'eau est importante à cause de la génération de vides, il est également concevable de modifier le calcul de cœur à maillage large bidimensionnel de l'étape 1 en un calcul de cœur tridimensionnel et de réaliser une correction en réalisant un calcul de cœur hétérogène bidimensionnel dans chaque plan divisé axialement.

(2) Calcul de cœur hétérogène bidimensionnel

Sur la base des résultats de calcul de cœur bidimensionnel de l'étape 1 (concentrations de bore, distributions de température de broche et distributions de température d'agent de refroidissement (modérateur), etc. à chaque étape de combustion), des données entrées dans un code de calcul de cœur hétérogène bidimensionnel sont préparées et le calcul de cœur est réalisé.

D'après le code de calcul de cœur hétérogène bidimensionnel, comme cela est représenté sur la figure 1B, des sections d'ensemble de combustible homogène (XSc), des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible (DFc), des distributions de puissance de broche (PIN) et des vitesses de réaction de détecteurs de neutron dans le cœur (RRc) sont délivrés sous forme d'un fichier.

(3) Calcul de cœur à maillage large bidimensionnel (étape 2)

Dans les mêmes conditions de calcul que dans le calcul de cœur hétérogène bidimensionnel ci-dessus, un calcul de cœur bidimensionnel à l'étape 2 est exécuté selon le code de calcul de cœur à maillage large.

Dans le calcul à l'étape 2, des sections d'ensemble de combustible homogènes (XSs) et des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible (DFs) dans le code de calcul de cœur à maillage large sont remplacés par les résultats de calcul de cœur hétérogène bidimensionnel (XSc, DFc).

(4) Obtention de facteurs de correction pour les sections et de facteurs de discontinuité

En remplaçant les sections d'ensemble de combustible homogènes (XSs) et les facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensemble de combustible (DFs) par les résultats de calcul de cœur

hétérogène bidimensionnel (XSc, DFc) au niveau du calcul de cœur à maillage large bidimensionnel (étape 2), les rapports des deux sont calculés par les formules ci-dessous. Ces rapports sont des facteurs de correction pour les sections d'ensemble de combustible homogène et les facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensemble de combustible (CXS, CDF).

$$CXS = XSc/XSs, CDF = DFc/DFs$$

(5) Calcul des facteurs de correction pour les distributions de puissance de broche et les vitesses de réaction des détecteurs de neutron dans le cœur

D'après les rapports de distribution de puissance de broche dans les ensembles de combustible (PINc) comme résultats de calcul de cœur hétérogène bidimensionnel sur les distributions de puissance de broche dans les ensembles de combustible (PINs) comme résultats de calcul de cœur à maillage large bidimensionnel à l'étape 2, le facteur de correction pour les distributions de puissance de broche (CPIN) est obtenu par les équations ci-dessous. D'une manière similaire, le facteur de correction pour les vitesses de réaction des détecteurs de neutron dans le cœur (CRR) est obtenu à partir des rapports des vitesses de réaction de détecteurs de neutron dans le cœur comme résultats de calcul de cœur hétérogène bidimensionnel (RRc) sur les vitesses de réaction de détecteur de neutron dans le cœur comme résultats de calcul de cœur à maillage large bidimensionnel à l'étape 2 (RRc) grâce à l'équation ci-dessous.

$$CPIN = PINc/PINs, \quad CRR = RRc/RRs$$

(6) Calcul de cœur à maillage large tridimensionnel (étape 3).

Après correction par les facteurs de correction obtenus ci-dessus, les sections d'ensemble de combustible homogène résultantes (XS) et les facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible (DF) sont utilisés afin de réaliser un calcul de cœur à maillage large tridimensionnel à l'étape 3.

Les distributions de puissance de broche dans les ensembles de combustible (PIN) et les vitesses de réaction des détecteurs de neutron dans le cœur (RR) obtenues d'après (5) ci-dessus sont également corrigées grâce à l'utilisation des facteurs de correction.

Ainsi,

$$XS \text{ (après correction)} = XS \text{ (avant correction)} \times \text{facteur de correction}$$

$$DF \text{ (après correction)} = DF \text{ (avant correction)} \times \text{facteur de correction}$$

PIN (après correction) = PIN (avant correction) x facteur de correction

RR (après correction) = RR (avant correction) x facteur de correction

En utilisant les facteurs de correction obtenus à partir du calcul de cœur hétérogène bidimensionnel et du calcul de cœur à maillage large bidimensionnel dans la procédure précédente, il est possible d'obtenir une précision de calcul équivalente à celle d'un procédé de calcul de cœur hétérogène tridimensionnel à partir de la procédure de calcul de cœur à maillage large tridimensionnel ci-dessus, sans réaliser le procédé de calcul de cœur hétérogène tridimensionnel exigeant un temps de calcul et une capacité de mémoire énormes.

Cet avantage est particulièrement efficace dans la réalisation d'un calcul cinétique nécessitant de nombreuses étapes de calcul.

Par ailleurs, en réalisant le calcul de cœur hétérogène bidimensionnel grâce à l'utilisation des distributions de température dans le cœur etc. calculées suivant le calcul de cœur à maillage large bidimensionnel (étape 1), il est possible d'éviter l'itération alternée de calcul neutronique et de calcul hydraulique thermique, et également d'après cet aspect, une réduction du temps de calcul peut être obtenue.

Dans l'exemple ci-dessus, (1) : le calcul bidimensionnel (étape 1), (2) : le calcul de cœur hétérogène bidimensionnel et (3) : le calcul de cœur à maillage large bidimensionnel (étape 2) sont tous bidimensionnels, mais ceux-ci peuvent également être réalisés dans un calcul de cœur tridimensionnel.

Un organigramme d'un tel exemple est représenté dans les figures 2A et 2B.

Avec cet exemple, si seul le calcul de cœur hétérogène tridimensionnel destiné à obtenir des facteurs de correction est réalisé une fois, il est également possible d'obtenir une précision de calcul équivalente à la précision de calcul pouvant être obtenue à partir d'un procédé de calcul de cœur hétérogène tridimensionnel sur le système dans lequel les facteurs de correction ont été obtenus, selon la procédure représentée dans les figures 2A et 2B. Par conséquent, ceci est efficace pour réaliser un calcul cinétique exigeant de nombreuses étapes de calcul.

Par ailleurs, puisque le calcul de cœur hétérogène tridimensionnel est réalisé grâce à l'utilisation de distributions de

température dans le cœur, etc. calculées dans le calcul de cœur à maillage large tridimensionnel (étape 1), il est possible d'éviter de répéter de manière alternée un calcul neutronique et un calcul hydraulique et thermique dans le calcul de cœur hétérogène tridimensionnel, en réduisant ainsi le temps de calcul.

5

De cette manière, après l'étape de calcul de cœur à maillage large tridimensionnel, il est possible d'obtenir une précision de calcul équivalente à un procédé de calcul de cœur hétérogène tridimensionnel en raison d'une combinaison d'un code de calcul de cœur à maillage large et d'un code de calcul de cœur hétérogène, de sorte qu'une réduction significative du temps de calcul et de la capacité de mémoire est obtenue.

10

REVENDICATIONS

1. Procédé de calcul d'un cœur de réacteur nucléaire sur des caractéristiques neutroniques et des caractéristiques hydrauliques et thermiques, caractérisé en ce qu'il comporte le fait de :
5 réaliser un premier calcul de cœur à maillage large basé sur des tables de section d'ensemble de combustible comprenant des sections d'ensemble de combustible homogènes et des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible en traitant des ensembles de
10 combustible avec une homogénéisation de ceux-ci,
réaliser un calcul de cœur hétérogène dans un système basé sur la supposition des mêmes conditions de cœur que dans le premier calcul de cœur à maillage large;
comparer les deux résultats de calcul ainsi obtenus l'un avec l'autre en
15 obtenant ainsi des facteurs de correction pour des paramètres comprenant au moins les sections homogènes et les facteurs de discontinuité,
et réaliser encore un deuxième calcul de cœur à maillage large en utilisant les facteurs de correction, afin d'obtenir des résultats de calcul final équivalents en précision aux résultats de calcul pouvant être obtenus à partir
20 d'un procédé de calcul de cœur hétérogène à grande vitesse.

2. Procédé de calcul d'un cœur de réacteur nucléaire sur des caractéristiques neutroniques et des caractéristiques hydrauliques et thermiques, caractérisé en ce qu'il comporte le fait de :
25 réaliser un calcul de cœur à maillage large bidimensionnel basé sur des tables de section d'ensemble de combustible comprenant des sections d'ensemble de combustible homogènes et des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible en traitant des ensembles de combustible avec une homogénéisation de ceux-ci,
30 réaliser un calcul de cœur hétérogène bidimensionnel dans un système basé sur la supposition des mêmes conditions de cœur que dans le calcul de cœur à maillage large bidimensionnel;
comparer les deux résultats de calcul ainsi obtenus l'un avec l'autre en obtenant ainsi des facteurs de correction pour des paramètres comprenant
35 au moins les sections homogènes et les facteurs de discontinuité,

et réaliser encore un calcul de cœur à maillage large tridimensionnel dans un système analogue ou similaire au système dans le calcul de cœur hétérogène bidimensionnel en utilisant les facteurs de correction, afin d'obtenir des résultats de calcul final équivalents en précision aux résultats de calcul pouvant être obtenus à partir d'un procédé de calcul de cœur hétérogène tridimensionnel à grande vitesse.

3. Procédé de calcul d'un cœur de réacteur nucléaire sur des caractéristiques neutroniques et des caractéristiques hydrauliques et thermiques, caractérisé en ce qu'il comporte le fait de :

réaliser un calcul de cœur à maillage large bidimensionnel basé sur des tables de section d'ensemble de combustible comprenant des sections d'ensemble de combustible homogènes et des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible en traitant des ensembles de combustible avec une homogénéisation de ceux-ci,

réaliser un calcul de cœur hétérogène bidimensionnel dans un système basé sur la supposition des mêmes conditions de cœur que dans le calcul de cœur à maillage large bidimensionnel;

comparer les deux résultats de calcul ainsi obtenus l'un avec l'autre en obtenant ainsi des facteurs de correction pour des paramètres comprenant les sections homogènes, les facteurs de discontinuité, des distributions de puissance dans des ensembles de combustible et des vitesses de réaction de détecteurs de neutron dans le cœur,

et réaliser encore un calcul de cœur à maillage large tridimensionnel dans un système analogue ou similaire au système dans le calcul de cœur hétérogène bidimensionnel en utilisant les facteurs de correction, afin d'obtenir des résultats de calcul final équivalents en précision aux résultats de calcul pouvant être obtenus à partir d'un procédé de calcul de cœur hétérogène tridimensionnel à grande vitesse.

30

4. Procédé de calcul d'un cœur de réacteur nucléaire sur des caractéristiques neutroniques et des caractéristiques hydrauliques et thermiques, caractérisé en ce qu'il comporte le fait de :

réaliser un calcul de cœur à maillage large tridimensionnel basé sur des tables de section d'ensemble de combustible comprenant des sections

35

d'ensemble de combustible homogènes et des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible en traitant des ensembles de combustible avec une homogénéisation,

5 réaliser un calcul de cœur hétérogène tridimensionnel dans un système basé sur la supposition des mêmes conditions de cœur que dans le calcul de cœur à maillage large bidimensionnel;

comparer les deux résultats de calcul ainsi obtenus l'un avec l'autre en obtenant ainsi des facteurs de correction pour des paramètres comprenant au moins les sections d'ensemble de combustible homogènes et les facteurs

10 de discontinuité,

et réaliser un deuxième calcul de cœur à maillage large tridimensionnel dans un système analogue ou similaire au système dans le calcul de cœur hétérogène tridimensionnel en utilisant les facteurs de correction, afin d'obtenir des résultats de calcul final égaux en précision aux résultats de

15 calcul pouvant être obtenus à partir d'un procédé de calcul de cœur hétérogène tridimensionnel à grande vitesse.

5. Procédé de calcul d'un cœur de réacteur nucléaire sur des caractéristiques neutroniques et des caractéristiques hydrauliques et

20 thermiques, caractérisé en ce qu'il comporte le fait de :

réaliser un premier calcul de cœur à maillage large tridimensionnel basé sur des tables de section d'ensemble de combustible comprenant des sections d'ensemble de combustible homogènes et des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible en traitant des ensembles de

25 combustible avec une homogénéisation de ceux-ci,

réaliser un calcul de cœur hétérogène tridimensionnel dans un système basé sur la supposition des mêmes conditions de cœur que dans le premier calcul de cœur à maillage large tridimensionnel;

comparer les deux résultats de calcul ainsi obtenus l'un avec l'autre en

30 obtenant ainsi des facteurs de correction pour des paramètres comprenant des sections d'ensemble de combustible homogènes, des facteurs de discontinuité au niveau des limites d'ensembles de combustible, des distributions de puissance dans des ensembles de combustible et des vitesses de réaction de détecteurs de neutron dans le cœur,

et réaliser encore un deuxième calcul de cœur à maillage large tridimensionnel dans un système analogue ou similaire au système dans le calcul de cœur hétérogène tridimensionnel en utilisant les facteurs de correction, afin d'obtenir des résultats de calcul final équivalents en
5 précision aux résultats de calcul pouvant être obtenus à partir d'un procédé de calcul de cœur hétérogène tridimensionnel à grande vitesse.

6. Procédé de calcul d'un cœur de réacteur nucléaire selon l'une
10 quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que les mêmes conditions de cœur que dans le premier calcul de cœur à maillage large, dans lesquelles le calcul de cœur hétérogène est réalisé, sont des conditions de concentration de bore dans un agent de refroidissement, des distributions de température de combustible et des distributions de température d'agent de refroidissement.

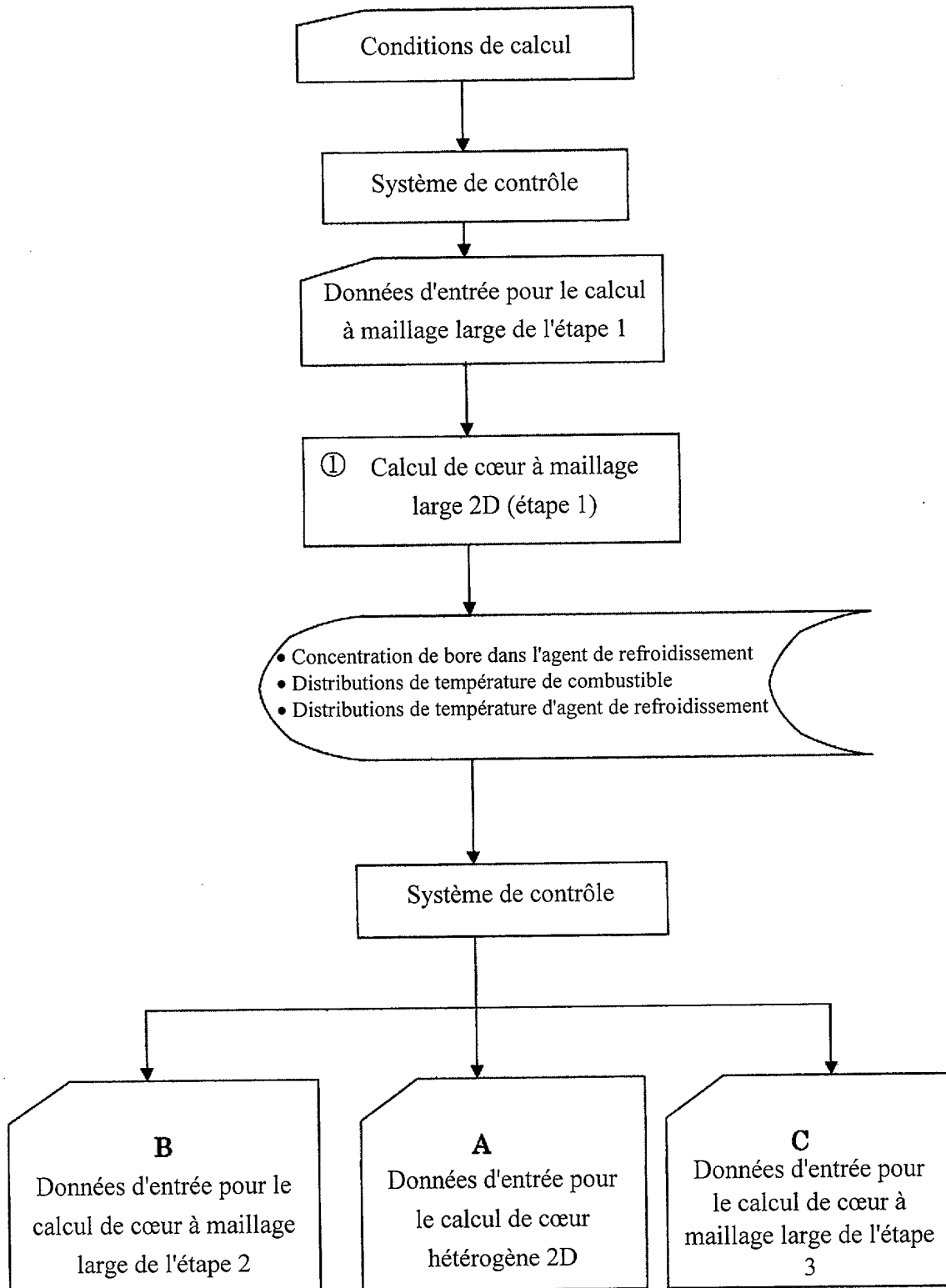
15

7. Procédé de calcul d'un cœur de réacteur nucléaire selon l'une
quelconque des revendications 1 à 5, caractérisé en ce que lesdits deux résultats de calcul et lesdits résultats de calcul final sont ceux sur des sections d'ensemble de combustible homogènes, des facteurs de
20 discontinuité au niveau des limites d'ensemble de combustible, des distributions de puissance dans des ensembles de combustible et des vitesses de réaction de détecteurs de neutron dans le cœur.

8. Cœur de réacteur nucléaire résultant du procédé de calcul de
25 l'une quelconque des revendications 1 à 7.

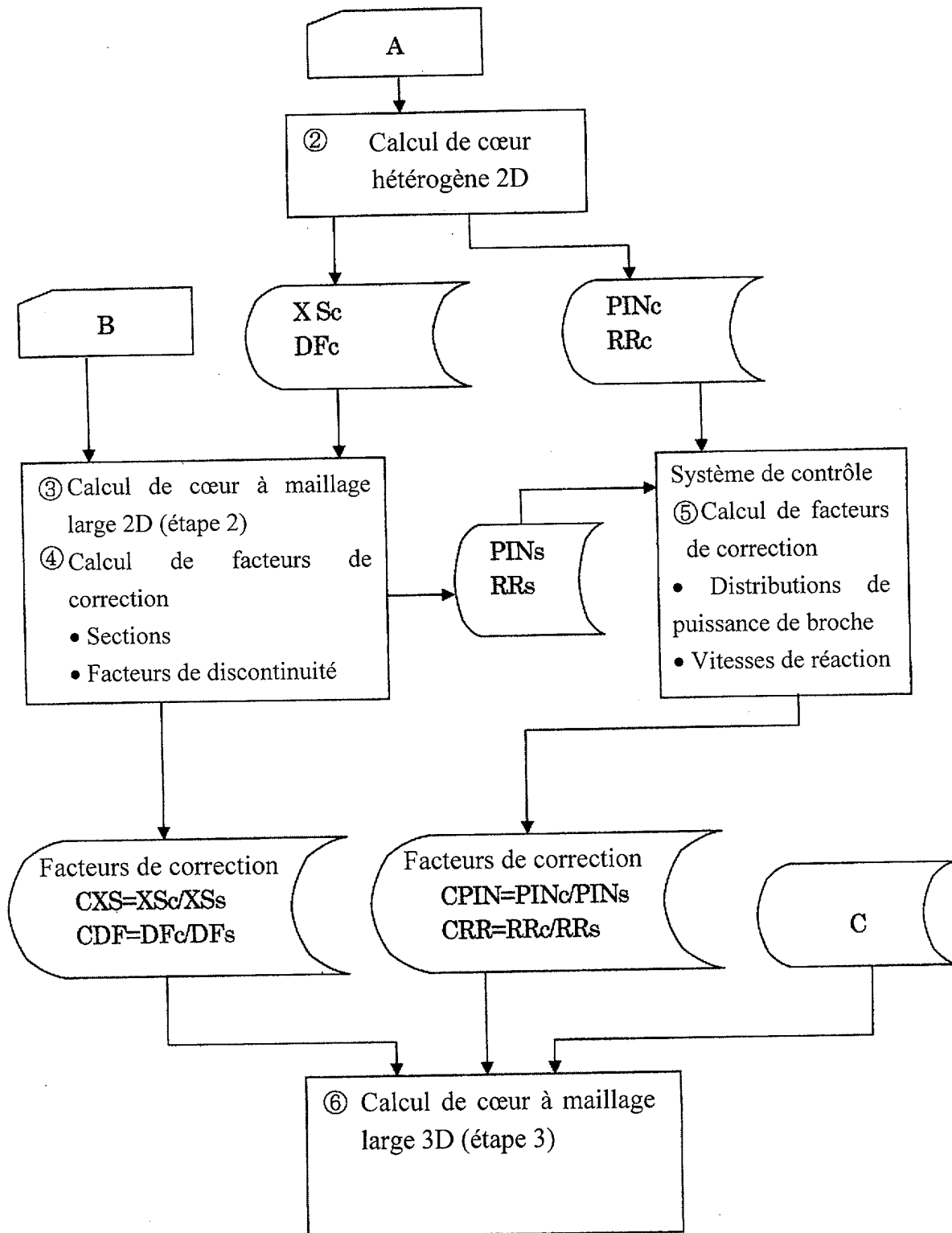
1/4

FIG. 1A



2/4

FIG. 1B



3/4

FIG. 2A

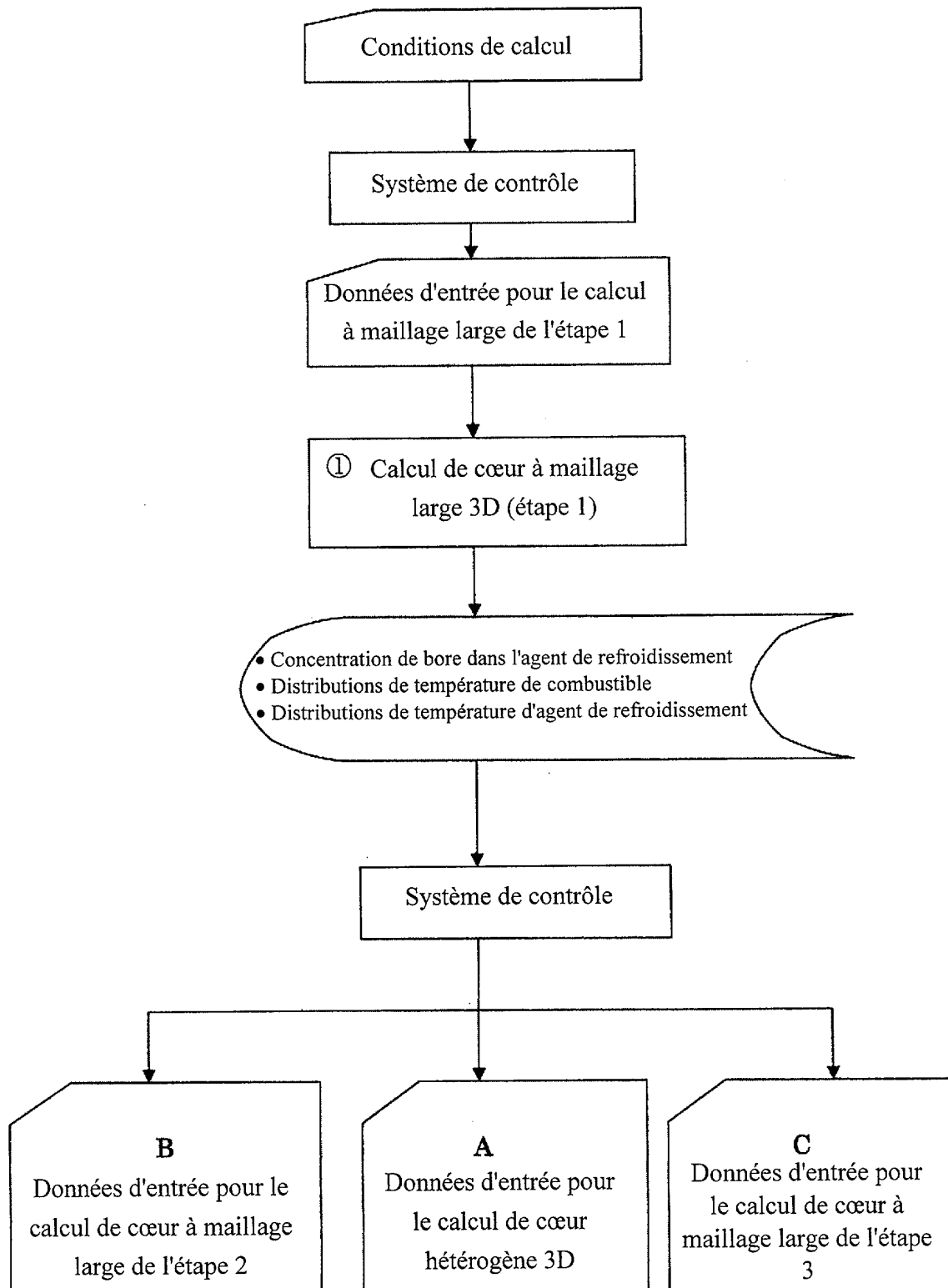


FIG. 2B

