| **Binôme 1 :**  **JACQUET Philippe**  **Nom du répertoire :**  **jacquet** | **COMPTE RENDU - TP N°1**  **Prise en main de**  **TRIPOLI et DRAGON**  **- CORRECTION -** | | | **Date**  **28/11/2013** |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| TRIPOLI Document de référence : Manuel Utilisateur TRIPOLI4  Travaillez dans un dossier « tripoli » | | | | |
| 1/ Prise en main du jdd A – expérience GODIVA (boule critique – 94%wtU235) | | | | |
| Consignes |  | | | |
| **La commande de lancement de TRIPOLI est un alias : « tripoli »**  **L’argument « -c <bib\_path\_file> » spécifie la bibliothèque de données nucléaires à utiliser :**   * <bib\_path\_file> = t4path.jef2  ⇒ utilisation de la bibliothèque européenne JEF2 * <bib\_path\_file> = t4path.endl  ⇒ utilisation de la bibliothèque japonaise ENDL * <bib\_path\_file> = t4path.endfb6  ⇒ utilisation de la bibliothèque américaine B6   **L’argument « -s <autopModel> » spécifie le modèle d’autoprotection à utiliser :**   * < **autopModel** > = NJOY  ⇒ utilisation de sections sans tables de probabilités * < **autopModel** > = TABPROB  ⇒ utilisation de sections avec tables de probabilités   **L’argument « -d <jddFile >» spécifie le nom du fichier de jdd à calculer : <jddFile>**  **Exécutez le calcul TRIPOLI avec les options suivantes :**   * Bibliothèque : JEF2 * Autoprotection : Tables de Probabilités | | | | |
| Questions | | | Réponses | |
| Quel est le Keff obtenu avec l’estimateur KSTEP ? | | | **Les résultats sont conservés dans le fichier hmf001.out**  Le Keff obtenu avec l’estimateur KSTEP est :  0,99365 | |
| Quel est l’écart statistique associé? | | | L’écart statistique absolu associé est :  0,00126 | |
| Indiquez la réactivité de cette configuration et son incertitude à 1 σ | | | La réactivité de cette configuration est :  639 pcm +/- 126 pcm | |
| Consignes |  | | | |
| Pour connaitre la durée réelle d’exécution d’un processus, une méthode simple est de précéder l’appel au processus par la commande « **time** ». Par exemple :  « time tripoli –c <…> -s <…> -d <…>  Le nombre d’histoires d’un code stochastique est représentatif du nombre de particules dont la « vie » sera simulée : de la naissance par une fission à la mort par une absorption. Le nombre d’histoires est spécifié dans les « **paramètres de simulation** » (voir slide 18)  **Chronométrez le jdd avec 1 000 000 d’histoires (1000 batch de 1000 histoires).**  **Chronométrez le jdd avec 4 000 000 d’histoires.**  **Chronométrez le jdd avec 100 000 d’histoires.** | | | | |
| Questions | | | Réponses | |
| Comparez les temps d’exécution obtenus | | | **Les résultats sont conservés dans les fichiers :**   * **hmf001.1000K.out** * **hmf001.4000K.out** * **hmf001.100K.out**  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Nb. Histoires (K)** | **durée "user" (s)** | **keff** | **sigma** | | 100 | 3,1 | 0,98757 | 0,00400 | | 1000 | 24 | 0,99365 | 0,00125 | | 4000 | 100 | 0,99532 | 0,00061 |   Le temps d’exécution augmente linéairement avec le nombre d’histoires.  L’écart statistique varie inversement proportionnellement avec la racine du nombre d’histoires. | |
| Comparez les écarts statistiques obtenus | | |
| Combien faudrait-il d’histoires pour avoir un écart statistique de 5 pcm ? | | | Pour avoir un écart statistique de 5 pcm, il faut :  4 106×(60/5)² ≈ 600 106 histoires | |
| 2/ Etude du Cas | | | | |
| Consignes |  | | | |
| Les densités atomiques sont données dans la « **définition des compositions** » du jdd (voir slide 18). Leur unité est 1024at/cm3.  **L’enrichissement isotopique ou atomique en U235** est défini par :  **L’enrichissement massique en U235** est défini par :  On note :  **Rappel :**  **Laplacien géométrique en géométrie sphérique :**    **Laplacien matière :**    Où :   * *D* est le coefficient de diffusion dans le cadre de cette approximation, on peut écrire * est la section macroscopique d’absorption, c’est notablement : | | | | |
| Questions | | | Réponses | |
| Que vaut l’enrichissement isotopique en U235 de la sphère du cas A? | | | L’enrichissement isotopique de la sphère est :  93,77%isot  L’enrichissement massique de la sphère est :  93,71%wt | |
| Que vaut l’enrichissement massique en U235 de la sphère du cas A? | | |
| Consignes |  | | | |
| Créez 5 jdd différents avec les noms et les enrichissements massiques Ewt suivants :   |  |  | | --- | --- | | **Nom du fichier** | **Ewt** | | hmf001.05 | 5% | | hmf001.10 | 10% | | hmf001.20 | 20% | | hmf001.50 | 50% | | hmf001.90 | 90% |   Calculez ces 5 jdd avec Tripoli. | | | | |
| Questions | | | Réponses | |
| Quel est le Keff obtenu pour chaque enrichissement ? | | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Nom du fichier** | **Ewt** | **Keff** | | hmf001.5\_8.7407.out | 5% | 0,26793 | | hmf001.10\_8.7407.out | 10% | 0,33188 | | hmf001.20\_8.7407.out | 20% | 0,44939 | | hmf001.50\_8.7407.out | 50% | 0,72284 | | hmf001.90\_8.7407.out | 90% | 0,97573 | | |
| Consignes |  | | | |
| Le rayon de la sphère est donné dans la « **définition de la géométrie**» du jdd (voir slide 18). L’unité de distance en vigueur dans Tripoli est le cm.  **Pour chaque enrichissement, recherchez le rayon Rcrit de la sphère permettant d’obtenir la criticité.** | | | | |
| Questions | | | Réponses | |
| Indiquez **l’enrichissement isotopique** et **le rayon critique** pour les 5 enrichissements massiques considérés. | | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Nom du fichier** | **Ewt** |  | **Rcrit (cm)** | | hmf001.10 | 5% | 5,06% | - | | hmf001.20 | 10% | 10,11% | 37,1 | | hmf001.50 | 20% | 20,20% | 21,55 | | hmf001.90 | 50% | 50,31% | 12,7 | | hmf001.10 | 90% | 90,10% | 9,1 | | |
| Tracez Rcrit en fonction de **l’enrichissement isotopique**  (un tableur : **libreoffice --calc** ou bien **google doc**) | | |  | |
| Ecrivez l’équation du transport à symétrie sphérique (invariance selon ) dans le cadre de l’approximation monocinétique (un seul groupe).  (voir slide 8) | | | Avec | |
| Intégrez cette équation sur la sphère unité et faites apparaitre le courant neutronique (voir slide 15) | | | En posant :   |  |  | | --- | --- | |  |  |   On intègre le premier terme :    Et on obtient l’équation du transport monocinétique en géométrie sphérique : | |
| Appliquez l’approximation de la diffusion. | | | Le premier terme devient :    Le milieu étant homogène : | |
| Quelle est la forme du flux solution de cette équation ? | | | En coordonnées sphérique, l’équation la solution de cette équation est un sinus cardinal :      Avec une condition de flux nul à la limite de la sphère, le laplacient géométrique est :  Bg=π/Rcrit | |
| En introduisant le flux solution, identifiez dans l’équation la notion de **laplacien géométrique** et la notion de **laplacien matière.**  Calculez Rcrit en fonction des sections efficaces macroscopiques  **(indiquez le raisonnement suivi)** | | | Le premier terme devient :    Le second terme devient :    Le terme de flux peut donc s’éliminer pour faire apparaitre :    La situation étant critique : =1    Et ainsi : | |
| En négligeant la contribution de l’U234, décomposez les différentes sections efficaces macroscopiques en fonction de :   * La section microscopique totale de l’U238 * La section microscopique de capture de l’U238 * La section microscopique totale de l’U235 * La section microscopique de fission de l’U235 * Le nombre de neutrons par fission de l’U235 * L’enrichissement isotopique en U235 | | | La section totale :    La section d’absorption :    Le produit « nombre de neutrons émis » et «  section de fission » : | |
| Tracez Rcrit théorique en fonction de l’enrichissement isotopique sur le même graphe que précédemment.  Sachant que :   |  |  | | --- | --- | | **Section** | **Valeur (barns)** | | σtot,U | 10.0 | | σf,U5 | 1.50 | | υU5 | 2.40 | | σc,U8 | 0.12 | | | | On observe une parfaite prédiction du rayon critique avec ce modèle très approché (monocinétique + diffusion) : | |
| **Question Super-Bonus à faire chez soi** :  Comparez les valeurs de sections efficaces microscopiques indiquées ci-dessus avec les valeurs de JEF2 consultables avec l’outil JANIS (google).  Qu’en pensez vous ? | | | Le spectre dans cette sphère étant rapide, on s’intéresse à la plage d’énergie entre 100KeV et 1MeV. Les valeurs min et max des sections sont les suivantes :   |  |  | | --- | --- | | **Section** | **Valeur JEF2 (barns)** | | σtot,U8 | 7 - 12 | | σtot,U5 | | σf,U5 | 1.1 – 1.6 | | υU5 | 2.4 – 2.5 | | σc,U8 | 0,11 – 0,18 |   **Les valeurs indiquées dans l’encart précédent ont de toute évidence été ajustées pour avoir une si parfaite prédiction du rayon critique : elles sont néanmoins réalistes puisqu’elles sont tout à fait encadrées par les valeurs des sections sur une plage rapide.** | |
| 3/ Etude du cas Homogène Infini | | | | |
| Consignes |  | | | |
| Par défaut dans Tripoli, la condition limite à la surface de la géométrie est du **vide**.  **A l’aide du manuel**, introduisez une condition limite de réflexion en surface de la sphère dans de nouveaux fichiers (suffixe «**\_refl »**) | | | | |
| Questions | | | Réponses | |
| Quel est le Kinf obtenu pour chaque enrichissement ? | | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Nom du fichier** | **Ewt** | **Kinf** | | hmf001.05\_refl | 5% | 0,96586 | | hmf001.10\_refl | 10% | 1,30787 | | hmf001.20\_refl | 20% | 1,67398 | | hmf001.50\_refl | 50% | 2,06949 | | hmf001.90\_refl | 90% | 2,24911 | | |
| Recherchez enrichissement massique conduisant à un Kinf égal à 1.  Quelle est la valeur de l’enrichissement massique ?  Quelle est la valeur du laplacien matière ? | | | L’enrichissement permettant d’avoir un Kinf=1 est :  **Ewt=5,46%wt**  Trivialement, dans une configuration critique, le laplacien matière est égal au laplacien géométrie. Or ce dernier est nul dans une configuration infinie : | |
| Exprimez le Kinf en fonction des sections macroscopiques. | | | On a vu précédemment que l’équation du transport était :    Dans un cas homogène infini, le terme de transport est nul (invariance spatiale du flux). On a donc trivialement : | |
| En reprenant l’équation du transport, exprimez le lien entre le Keff et le Kinf en faisant apparaitre le laplacien géométrique et l’aire de migration (rapport du coefficient de diffusion sur la section d’absorption) | | | Sachant que l’aire de migration est :    En reprenant l’équation du transport, on a :    On simplifie en éliminant les flux :    En introduisant la définition du Kinf :    Soit : | |
| Pour chaque enrichissement, calculez l’aire de migration de la sphère critique.  Concluez. | | | |  |  |  | | --- | --- | --- | | **Nom du fichier** | **Ewt** | **Aire de migration cm2)** | | hmf001.05 | 5% | - | | hmf001.10 | 10% | 41,01 | | hmf001.20 | 20% | 31,41 | | hmf001.50 | 50% | 16,99 | | hmf001.90 | 90% | 10,15 |  |  |  | | --- | --- | |  |  |   On peut conclure que l’aire de migration est une grandeur physique qui est difficilement prédictible, mais elle est déterminante pour la réactivité.  Elle est particulièrement sensible au spectre neutronique : plus la sphère est petite, plus les fuites sont importante et conduisent à un durcissement du spectre. Ceci se traduit par une nette diminution de l’aire de migration. | |
| DRAGON Document de référence : Manuel Utilisateur DRAGON-VERSION4  Travaillez dans un dossier « dragon » | | | | |
| 1/ Prise en main du jdd A – expérience GODIVA (boule critique – 94%wtU235) | | | | |
| Consignes |  | | | |
| La commande de lancement de DRAGON est un alias : **« ./dragon.sh  <jddFile> », où « <jddFile >»** spécifie le nom du fichier de jdd à calculer qui doit être impérativement contenu dans un dossier nommé « data » dans le répertoire courant.  **Lancer le jdd** | | | | |
| Questions | | Réponses | | |
| Quel est le Keff obtenu ?  Comparez-le au Keff obtenu avec TRIPOLI. | | **Les résultats sont conservés dans le fichier hmf001.result**  Le Keff obtenu est :  0,98987  La différence de réactivité avec TRIPOLI est d’environ 350 pcm, proche de quelques écarts statistiques. Cette différence s’explique principalement par les différences de format de bibliothèques nucléaires, beaucoup plus détaillées pour TRIPOLI (sections ponctuelles) que pour DRAGON (bibliothèques à 361 groupes) | | |
| Consignes |  | | | |
| **Pour chaque enrichissement massique parmi 5%, 10%, 20%, 50% et 90%, calculer un problème identique à celui modélisé sous TRIPOLI au cours des étapes précédentes avec la condition de VIDE (même géométrie et même composition).** | | | | |
| Questions | | Réponses | | |
| Quels sont les Keff obtenus ?  Quels sont les Kinf obtenus ?  Comment interprétez-vous les écarts obtenus avec TRIPOLI ? | | |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Nom du fichier** | **Ewt** | **Keff** | | | **TRIPOLI** | **DRAGON** | | hmf001.10 | 10% | 1,01068 | 1,01705 | | hmf001.20 | 20% | 1,00387 | 1,00385 | | hmf001.50 | 50% | 1,01457 | 1,00329 | | hmf001.90 | 90% | 1,01793 | 1,00376 |   **L’écart varie de +650 pcm à -1500 pcm, tout à fait explicable par les écarts de données nucléaires et les écarts statistiques.**   |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | | **Nom du fichier** | **Ewt** | **Kinf** | | | **TRIPOLI** | **DRAGON** | | hmf001.10 | 10% | 1,30787 | 1,41581 | | hmf001.20 | 20% | 1,67398 | 1,80609 | | hmf001.50 | 50% | 2,06949 | 2,16777 | | hmf001.90 | 90% | 2,24911 | 2,31910 |   **Le « Kinf » indiqué par Dragon avec une condition de vide n’est pas du tout comparable avec le « Kinf » indiqué par TRIPOLI avec une condition de réflexion : on observe des écarts de plus de 10000 pcm qui ne s’expliquent pas par des écarts de données nucléaires.** | | |
| **A l’aide du manuel**, introduisez une condition limite de réflexion en surface de la sphère.  **Pour chaque enrichissement massique parmi 5%, 10%, 20%, 50% et 90%, calculer un problème identique à celui modélisé sous TRIPOLI au cours des étapes précédentes avec la condition de REFLEXION (même géométrie et même composition).** | | | | |
| Questions | | Réponses | | |
| Quels sont les Kinf obtenus ?  Comment interprétez-vous les écarts obtenus avec TRIPOLI ? | | |  |  |  |  |  | | --- | --- | --- | --- | --- | | **Nom du fichier** | **Ewt** | **Kinf** | | | | **TRIPOLI**  **REFL.** | **DRAGON**  **VIDE** | **DRAGON**  **REFL.** | | hmf001.05\_refl | 5% | 0,96586 |  | 0,99466 | | hmf001.10\_refl | 10% | 1,30787 | 1,41581 | 1,33565 | | hmf001.20\_refl | 20% | 1,67398 | 1,80609 | 1,69028 | | hmf001.50\_refl | 50% | 2,06949 | 2,16777 | 2,06749 | | hmf001.90\_refl | 90% | 2,24911 | 2,31910 | 2,24304 |   **La modélisation homogène infinie de DRAGON conduit à des écarts de moins de 3000 pcm la modélisation homogène infinie de TRIPOLI.**  **Le Kinf indiqué par DRAGON dans la configuration avec VIDE est nettement plus important que le Kinf dans la configuration avec REFLEXION.** | | |
| **Question Super-Bonus à faire chez soi** :  Expliquez quel est l’impact des fuites neutroniques sur l’énergie moyenne des neutrons dans la boule ?  Avec l’aide de l’outil JANIS, commentez l’évolution du nombre de neutrons émis par fission de l’U235 avec l’énergie moyenne des neutrons dans le spectre rapide ?  Concluez. | | **On a vu auparavant que les fuites ont un impact sur les sections efficaces : elles conduisent à un durcissement du spectre.**  **Or, dans un spectre rapide, ce durcissement induit une augmentation du nombre de neutron émis à fission, ce qui a un impact direct sur la réactivité.** | | |