

**TRIPOLI-4 VERSION 4
MANUEL DE L'UTILISATEUR**

par

**Odile PETIT, François-Xavier HUGOT,
Yi-Kang LEE, Cédric JOUANNE, Alain MAZZOLO**

CEA SACLAY

DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY

DÉPARTEMENT MODÉLISATION DES SYSTÈMES
ET STRUCTURES

SERVICE D'ÉTUDES DES RÉACTEURS
ET DE MATHÉMATIQUES APPLIQUÉES

DIRECTION DES SYSTÈMES
D'INFORMATION



**RAPPORT
CEA-R-6170**

2008

- Rapport CEA-R-6170 -

CEA Saclay
Direction de L'Énergie Nucléaire
Direction Déléguée aux Activités Nucléaires de Saclay
Département Modélisation des Systèmes et Structures
Service d'Études des Réacteurs et de Mathématiques Appliquées

TRIPOLI-4 VERSION 4 MANUEL DE L'UTILISATEUR

par

Odile PETIT, François-Xavier HUGOT,
Yi-Kang LEE, Cédric JOUANNE, Alain MAZZOLO

- Janvier 2008 -

**RAPPORT CEA-R-6170 – Odile PETIT, François-Xavier HUGOT, Yi-Kang LEE,
Cédric JOUANNE, Alain MAZZOLO**

«TRIPOLI-4 version 4 manuel de l'utilisateur»

Résumé - TRIPOLI-4 est un code de transport généraliste. Il simule le comportement des neutrons et des photons par la méthode de Monte Carlo dans des géométries tridimensionnelles. Les applications principales sont la radioprotection, les études de criticité, la physique des réacteurs à fission comme à fusion. TRIPOLI-4 est compatible avec les bibliothèques de sections efficaces ponctuelles au format ENDF/B en provenance des évaluations JEF2, ENDF/B-VI, JEFF3, ENDF/B-VII, JENDL3.3 etc. Pour les neutrons thermiques le modèle gaz libre comme les S(alpha, beta) sont disponibles. Des méthodes performantes et automatisées de réduction de variance permettent de traiter des problèmes présentant de très fortes atténuations de flux. Grâce à un mode parallèle à la fois robuste et performant, des simulations sur plusieurs processeurs sont aisément conduites sur des réseaux hétérogènes de stations de travail comme sur des machines massivement parallèles. Des outils d'aide au diagnostic, graphiques et algorithmiques, permettent de corriger rapidement les jeux de données erronés. TRIPOLI-4 dispose d'une base de qualification étendue, tant en comparaison calcul-calcul que calcul-mesure. C'est un outil qualifié pour la R&D, l'enseignement et l'industrie.

2008 – Commissariat à l'Énergie Atomique – France

**RAPPORT CEA-R-6170 – Odile PETIT, François-Xavier HUGOT, Yi-Kang LEE,
Cédric JOUANNE, Alain MAZZOLO**


«TRIPOLI-4 version 4 User Guide»

Abstract - TRIPOLI-4 is a general purpose radiation transport code. It uses the Monte Carlo method to simulate neutron and photon behaviour in three-dimensional geometries. The main areas of applications include but are not restricted to: radiation protection and shielding, nuclear criticality safety, fission and fusion reactor design, nuclear instrumentation. Any pointwise cross-section data in ENDF/B format may be used: JEF2, ENDF/B-VI, JEFF3, ENDF/B-VII, JENDL3.3 etc. As for thermal neutrons, both free gas and S(alpha, beta) models are available. Easy-to-use powerful variance-reduction tools help the user to solve deep penetration problems. TRIPOLI-4 features a versatile and robust parallel operation mode, for heterogeneous network of workstations, or massively parallel machines. TRIPOLI-4 is supported by a range of graphics and algorithmic productivity tools which means that checking for geometry and input deck errors is easy. As for the qualification, TRIPOLI-4 benefits from an extensive range of benchmarks and comparisons with real measurements, and is therefore qualified for R&D, teaching as well as industrial use.

2008 – Commissariat à l'Énergie Atomique – France

Manuel de l'utilisateur du code TRIPOLI-4, version 4
DEN/DANS/DM2S/SERMA/LTSD
CEA/Saclay
91191 Gif-sur-Yvette CEDEX FRANCE

O. Petit, F.X. Hugot, E. Dumonteil, Y.K. Lee, C. Jouanne, A. Mazzolo

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 3/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Modifications majeures d'utilisation du code par rapport à la version 3.

Chapitre 1 (Généralités) :

- ajustement du niveau de "loquacité" du code (messages de warning) ;
- affichage des unités des réponses dans le fichier de sortie ;
- affichage des valeurs nulles des réponses dans le fichier de sortie.

Chapitre 7 (Test de la géométrie combinatoire) :

- ajout de la section "Test de la géométrie combinatoire".

Chapitre 13 (La définition des réponses) :

- introduction d'une nouvelle réponse "PHOTON_REPARTITION" ;
- possibilité de nommer les réponses.

Chapitre 15 (La définition des scores) :

- possibilité de nommer les scores.

Chapitre 16 (La définition de la pondération) :

- pondération plane ;
- pondération sphérique ;
- stockage et réutilisation de cartes d'importances.

Chapitre 18 (La définition des critères de simulation) :

- utilisation des sorties au format XML ;
- emploi du mode de simulation MULTIPLE pour le couplage neutronique-protection.

Chapitre 20 (Visualisation des lieux de collisions) :

- nouvelle fonctionnalité graphique d'aide à l'utilisateur.

Chapitre 28 (Les bandes de fonctions de Green) :

- nouvelle fonctionnalité de stockage et d'exploitation de bandes de fonctions de Green.



DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 4/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4




	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 5/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Table des matières


1	GÉNÉRALITÉS	13
1.1	Description générale du code	13
1.2	Objet du document	13
1.3	Exécution	13
1.4	Affichage des unités	15
1.5	Numéro de version	15
2	LES SECTIONS EFFICACES	17
3	DESCRIPTION DU REPERTOIRE ET DU DICTIONNAIRE	19
4	DESCRIPTION DES DONNÉES, CONVENTIONS ET UNITÉS	23
4.1	Les unités par défaut	23
4.2	Changements d'unité	24
4.3	Conventions de la notice	24
4.4	Conventions sur le style des caractères	26
4.5	Écriture des listes	26
4.6	Liste des directives d'un calcul	27
5	EXEMPLE	31
6	COMMENTAIRES ET INSERTION DE FICHIERS	33
6.1	Commentaires	33
6.1.1	Commentaires avec COMMENT	33
6.1.2	Commentaires du type C	33
6.1.3	Commentaires du type C++	34
6.1.4	Restrictions	34
6.2	Insertion de fichiers	34
7	LA DÉFINITION DE LA GÉOMÉTRIE	35
7.1	Précision géométrique	37
7.2	Structure globale	38
7.3	Les différentes entrées possibles de volumes	39
7.3.1	Définition combinatoire	39

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 6/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		


7.3.2	Définition surfacique	39
7.3.3	Définition par rotation	39
7.3.4	Définition d'un réseau	39
7.3.5	Redéfinition d'une maille	40
7.3.6	Notion d'opérateurs, de volumes fictifs, syntaxe pour un volume	40
7.4	La description d'un type, les formes possibles	41
7.4.1	La sphère	42
7.4.2	La boîte	42
7.4.3	Le cylindre parallèle à un axe	42
7.4.4	Le cylindre quelconque	43
7.4.5	Le cône	43
7.4.6	Le parallélépipède quelconque	44
7.4.7	Les prismes hexagonaux	45
7.4.8	Le tore	46
7.5	La description des données de surface	47
7.5.1	Plan parallèle à (OY, OZ)	47
7.5.2	Plan parallèle à (OX, OZ)	47
7.5.3	Plan parallèle à (OX, OY)	48
7.5.4	Plan quelconque	49
7.5.5	Sphère	49
7.5.6	Cylindre parallèle à l'axe OX	49
7.5.7	Cylindre parallèle à l'axe OY	49
7.5.8	Cylindre parallèle à l'axe OZ	50
7.5.9	Cylindre d'axe quelconque	50
7.5.10	Cône d'axe parallèle à l'axe OX	50
7.5.11	Cône d'axe parallèle à l'axe OY	50
7.5.12	Cône d'axe parallèle à l'axe OZ	50
7.5.13	Cône d'axe quelconque	51
7.5.14	Quadrique quelconque	51
7.6	La description des volumes simples	52
7.6.1	Définition de volumes simples à partir de types prédéfinis	52
7.6.2	Définition de volumes simples à partir de surfaces	54
7.7	La définition des volumes de type rotation	56
7.8	La définition des opérateurs agissant sur les volumes	57
7.8.1	L'opérateur ECRASE	57
7.8.2	L'opérateur VMOINS	60
7.8.3	L'opérateur INTE	64
7.8.4	L'opérateur UNION	65
7.9	Ordre de priorité des opérateurs	66
7.9.1	Priorité entre VMOINS, INTE et UNION	66
7.9.2	Priorité entre (INTE, UNION, VMOINS) et ECRASE	67
7.10	La définition des volumes comme réseau	68
7.10.1	Notion de réseau	68
7.10.2	Syntaxe	68

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 7/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		


7.10.3	Les contraintes sur un réseau	70
7.10.4	Réseau et opérateur ECRASE	70
7.10.5	Numérotation des mailles	71
7.10.6	Réseau de réseaux	73
7.10.7	Définition de volumes à partir des mailles	74
7.10.8	L'astuce des mailles fictives	86
7.11	Copies de volumes	86
7.12	Visualisations graphiques	87
7.12.1	Choix des couleurs	87
7.12.2	Demande de coupe	87
7.13	Test de la géométrie combinatoire	89
7.14	Influence de l'entrée des données sur le temps de calcul	89
8	LA DIRECTIVE VOLSURF	99
9	CONDITIONS AUX LIMITES	101
9.1	La description des conditions aux limites	101
9.1.1	Fuite	101
9.1.2	Réflexion	101
9.1.3	Translation	102
9.1.4	Cosinus	102
9.2	La séquence des instructions	103
9.3	Surfaces limites supplémentaires	105
10	LA DÉFINITION DES COMPOSITIONS	107
10.1	Les sections efficaces ponctuelles au format ENDF	108
10.2	Les sections efficaces multigroupes et homogénéisées	109
11	LA DÉFINITION DES ASSOCIATIONS VOLUMES-COMPOSITIONS	113
12	LA DÉFINITION DES SOURCES	115
12.1	Description d'une source	116
12.2	La distribution spatiale	117
12.2.1	La source ponctuelle	117
12.2.2	Les sources non ponctuelles	117
12.3	La distribution angulaire	130
12.3.1	Le Dirac	130
12.3.2	La densité uniforme	130
12.3.3	La distribution en raies	130
12.3.4	La densité tabulée	131
12.3.5	La densité analytique	132
12.4	La distribution énergétique	133
12.4.1	Le Dirac	133
12.4.2	Le spectre de raies	133
12.4.3	La densité uniforme	134

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 8/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		


12.4.4	Spectre de Watt	134
12.4.5	Spectre de Maxwell	134
12.4.6	Spectre tabulé	135
12.4.7	Densité analytique	136
12.5	La distribution temporelle	136
12.5.1	Le Dirac	136
12.5.2	La densité uniforme	137
12.5.3	La densité tabulée	137
12.5.4	La densité analytique	138
12.6	Exemples complets de sources	139
12.6.1	Source ponctuelle, isotrope, pas de dépendance temporelle	139
12.6.2	Source non-ponctuelle, isotrope, pas de dépendance temporelle	141
13	LA DÉFINITION DES RÉPONSES	145
13.1	Les réponses disponibles	145
13.2	Données complémentaires d'un taux de réaction simple	147
13.3	Somme de taux de réaction	148
13.4	Les données complémentaires de DATA	148
13.5	Remarques	152
14	LA DÉFINITION DES DÉCOUPAGES	155
15	LA DÉFINITION DES SCORES	157
15.1	Rappel de la définition d'un score	157
15.2	Les estimateurs volumiques	157
15.3	Les estimateurs surfaciques	158
15.4	Les estimateurs ponctuels	158
15.5	Les éléments géométriques	158
15.6	Le filtrage	159
15.7	Définition du score	159
15.8	Exemple de demandes de scores	162
16	LA DÉFINITION DE LA PONDÉRATION	169
16.1	Notion de poids	171
16.2	La pondération spatiale	171
16.2.1	Les groupes énergétiques de pondération	171
16.2.2	Les détecteurs	172
16.2.3	Calcul de l'importance spatiale	173
16.2.4	Le maillage et les cartes d'importance dans TRIPOLI-4	174
16.2.5	Le paramètre de biaisage k	177
16.3	Les directions d'intérêt	178
16.4	La pondération énergétique	180
16.5	La pondération temporelle	180
16.6	La visualisation graphique	180

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 9/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

16.7	Quelques conseils relatifs à la Pondération	181
16.7.1	Conseils relatifs à la phase Inipond	181
17	LA DIRECTIVE D'HOMOGENÉISATION	185
18	LA DÉFINITION DES CRITÈRES DE SIMULATION	187
18.1	Les critères de simulation	187
18.2	La syntaxe	189
18.3	Le mode de simulation MULTIPLE (couplage neutronique-protection)	190
18.3.1	Objectif	190
18.3.2	Principe	190
18.3.3	Syntaxe	191
18.4	L'option KEEP_RESULT	192
18.5	L'option XML_EXPORT	193
18.6	L'option RANDOM	196
18.7	Les options relatives à la CASCADE ELECTROMAGNETIQUE	196
18.8	L'option PHOTON_NEUTRON_RATIO	196
19	LA DÉFINITION DES CALCULS DE VÉRIFICATION	199
19.1	Les calculs de volumes	199
19.2	Les calculs de densités	200
20	VISUALISATION DES LIEUX DE COLLISIONS	203
20.1	Syntaxe	203
20.1.1	Types de particules traitées	204
20.1.2	Variation du paramètre height	204
20.1.3	Définitions optionnelles d'un découpage énergétique et de couleurs associées	205
20.1.4	Visualisation sur coupes "pleines" ou coupes-contours de la géométrie	206
20.2	Ordre d'apparition des fenêtres de visualisation	206
20.3	Nombre de particules de la simulation	206
20.4	Nombre de points projetés	207
21	LE FICHIER DE SORTIE	209
21.1	Les impressions dans le fichier de sortie	209
21.2	Cas d'une pondération	209
21.3	Sorties concernant les sources	211
21.4	Les sorties sur chaque batch	212
21.5	Les sorties complètes	212
21.6	Calcul de criticité	212
21.7	Calcul sous-critique	212
22	LE STOCKAGE DES PARTICULES	213

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 10/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

23 LA DÉFINITION DES PERTURBATIONS	215
23.1 Généralités	215
23.2 Données d'une perturbation	215
23.3 Perturbations de concentration ou de densité	216
23.4 Perturbations de sections partielles	217
23.4.1 La syntaxe	217
23.4.2 Le fichier de report	219
23.5 Perturbations de covariance	222
24 SORTIES SPÉCIALES	225
24.1 Graphiques XVGR	225
24.2 Sortie L ^A T _E X	226
25 LE COUPLAGE AVEC DARWIN/PEPIN2	227
26 LE PARALLÉLISME	229
26.1 Introduction	229
26.2 Le fichier de parallélisme	230
26.2.1 Réseau de machines	230
26.2.2 Calcul sur un COMPAQ	230
27 LES BANDES DE COLLISION	233
27.1 Création d'une bande de collision	234
27.2 Exploitation d'une bande de collision	235
28 LES BANDES DE FONCTIONS DE GREEN	237
28.1 Objectif	237
28.2 Principe	237
28.3 Limitations et hypothèses	238
28.4 Syntaxe des données utilisateur	239
28.4.1 Phase de création	239
28.4.2 Phase d'exploitation	240
28.5 Aspect du fichier de résultats	241
28.5.1 Phase de création	241
28.5.2 Phase d'exploitation	241
A EXEMPLES DE GÉOMÉTRIES	243
A.1 Introduction	243
A.2 Réseaux hexagonal et parallélipédique, réseau de réseaux	243
A.3 Homogénéisateur	248
A.3.1 Définition de la géométrie combinatoire d'un homogénéisateur	248
A.3.2 Définition de la géométrie surfacique d'un homogénéisateur	250
A.4 Château de transport	251
A.4.1 Définition de la géométrie combinatoire d'un château de transport	252
A.4.2 Définition de la géométrie surfacique d'un château de transport	254

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 11/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

B	ENCHAINEMENT DES DONNÉES	257
C	TRADUCTION DES MOTS-CLÉS	281
D	BIBLIOGRAPHIE	291
E	INDEX	295




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 12/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 13/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 1

GÉNÉRALITÉS

1.1 Description générale du code

Le code TRIPOLI-4 est un code de calcul du transport de particules tridimensionnel et polycinétique basé sur la méthode de Monte-Carlo. Les particules actuellement traitées sont les neutrons et les photons, les électrons et les positrons.

Il a pour but de traiter deux grandes classes de problèmes : les problèmes de protection et les problèmes de neutronique. Les problèmes de protection sont des problèmes de propagation sur de longues distances et avec de fortes atténuations de flux. Ce sont des problèmes à source en milieu non multiplicateur, en régime stationnaire ou dépendant du temps. Les problèmes de neutronique concernent le comportement des particules dans un milieu fissile (le milieu est multiplicateur de neutrons) critique ou sous-critique à source, sans ou avec source fixe en régime stationnaire.

Le code fait suite aux versions précédentes de TRIPOLI : TRIPOLI-1, TRIPOLI-2 et TRIPOLI-3 [25], [26], [1], [31] dont le développement a été entrepris à la fin des années 1960 et au début des années 1970. Il se distingue des versions antérieures par une réécriture complète dans des langages de développements plus récents (le langage C et le langage C++), une description plus complète des éléments géométriques (en surfacique et/ou combinatoire) et une représentation plus exacte des données nucléaires de base (représentation ponctuelle des sections efficaces, mais le code permet aussi des sections homogénéisées multigroupes).

1.2 Objet du document

Cette note présente de manière très générale le code et décrit la syntaxe des données du code TRIPOLI-4. Il réactualise la référence [8].

1.3 Exécution

L'appel d'exécution du code (dont nous supposons que l'exécutable a pour nom `tripoli4`) est le suivant (les options sont à donner sur la même ligne que la commande `tripoli4`) :


```

tripoli4
  -d <fichier_de_données>
  -s <format>
  -c <fichier_path>
  -o <fichier_de_résultats>
  -l <langue>
  -T <notest>
  -a
  -u

```

L'option **-T notest** supprime les tests géométriques. Cette option est utile lorsque ces tests durent longtemps et que la géométrie a déjà été testée lors d'un précédent calcul.

L'option **-a** permet d'avoir tous les résultats. Dans ce cas, même les résultats nuls seront affichés dans les réponses. Cette option est utile lors de l'utilisation de scripts pour analyser les résultats de Tripoli4.

L'option **-u** permet d'avoir les unités lors de l'affichage des réponses (cf section 1.4).


Il est nécessaire de spécifier dans son PATH le chemin d'accès au code.

- **<fichier_de_données>** est le nom du fichier de données. Sa syntaxe sera explicitée dans les pages suivantes.
- **<format>** vaut :
 - soit **NJOY**, ce qui permet de lire les sections ponctuelles des bandes NJOY 99 ;
 - soit **TABPROB**, ce qui permet un calcul avec tables de probabilités, nécessaire quand le domaine non résolu dans les données de sections efficaces devient déterminant. (On utilise en fait aussi ici des données de bandes NJOY).
 - soit **ENDL**, ce qui permet de lire les sections ponctuelles des bibliothèques EPDL pour les photons de haute énergie : jusqu'à 1 GeV (c'est cette option qu'il faut choisir pour la simulation de la cascade électromagnétique par exemple) ;

Il faut noter que pour un calcul réalisé avec des sections multigroupes (au format APOTRIM du code APOLLO2) [29] l'option choisie n'a aucune incidence sur le calcul.

- **<fichier_path>** est un fichier contenant les chemins d'accès aux données nucléaires nécessaires au code.
- **<fichier_de_résultats>** est le fichier dans lequel sont stockées les sorties du code.
- **<langue>** est une nouvelle option qui précise la langue pour le choix des mots-clés. Les langues acceptées sont "**english**", "**french**" et "**old**". Cette dernière correspond à un mélange de mots anglais et français, le seul admis pour les premières versions du code. La ligne **-l <langue>** n'est pas obligatoire : par défaut la langue est "**old**".

Remarque importante : les mots-clés de cette notice correspondent au choix **old**. Pour les autres choix, voir l'annexe D. Attention, certains mots-clés pour l'option **english** ont été modifiés par rapport à la version 4.3 du code, pour des raisons de clarté.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 15/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

1.4 Affichage des unités

Avec l'utilisation de l'option `-u`, le code imprime les réponses (résultats) avec les unités. Pour les calculer, on a supposé que l'utilisateur était en mode stationnaire. Les unités ne sont donc pas correctes en mode transitoire. En mode stationnaire, les unités sont conformes à celles données dans le chapitre 13.

L'utilisateur ne peut pas changer les unités en même temps qu'il demande leur affichage. Dans ce cas, l'affichage des unités est désactivé et un avertissement est donné.

L'affichage des unités n'active aucun contrôle particulier d'homogénéité dans les sommes. Lorsque l'utilisateur demande une somme de résultats, l'unité du premier terme de la somme est affichée sans vérifier si tous les termes de la somme sont homogènes.

1.5 Numéro de version

Le code imprime désormais dans le fichier de résultats le numéro de version et les numéros de versions des différentes bibliothèques utilisées (bibliothèque principale, bibliothèque géométrique, etc.).

Il est possible d'obtenir ces informations en tapant `tripoli4 -V`, avec `tripoli4` le nom de l'exécutable (avec le chemin éventuel).

Cette notice présentera brièvement le type de sections efficaces lues par le code TRIPOLI-4, puis expliquera l'utilisation du fichier dictionnaire et son rôle, et enfin décrira la syntaxe du fichier de description des données de calcul.

Lorsque ces trois notions sont acquises, les calculs de transport de particules sont relativement faciles à mettre en oeuvre. Des considérations supplémentaires sur TRIPOLI-4 peuvent être trouvées dans les références [5], [6], [9], [13], [15], [16], [17], [20] et [28].




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 16/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 17/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 2

LES SECTIONS EFFICACES


Les sections efficaces utilisées dans la simulation du code TRIPOLI-4 sont des sections ponctuelles au format ENDF, ou des sections efficaces multigroupes calculées par le code APOLLO2 [29].

La définition générale d'un nom de fichier ENDF contenant des données de simulation est la suivante :

```
biblio.particule.isotope.format[.type_de_section(.therm).température]
```

où

- **biblio** peut prendre les valeurs :
 - **endfb4** ;
 - **endfb5** ;
 - **endfb6** ;
 - **jef2** ;
 - **jeff3** ;
 - **fendl**.
- **particule** peut prendre les valeurs :
 - **neutron** ;
 - **gamma** ;
 - **electron** ;
 - **positron**.
- **isotope** peut prendre toutes les valeurs des isotopes de la bibliothèque ;
- **format** peut prendre les valeurs :
 - **bcd** si le fichier est un fichier ASCII ;
 - **bin** si le fichier est un fichier binaire ;
 - **xdr** si le fichier est un fichier binaire de type **xdr**.
- **type_de_section** peut prendre les valeurs :
 - rien pour les fichiers d'évaluation ;
 - **pendf** pour les fichiers contenant les sections ponctuelles ;
 - **aniso** pour les fichiers d'anisotropie.
- **température** peut prendre toutes les valeurs de température désirées à condition que l'élargissement Doppler par le système THEMIS/NJOY ait été effectué ;
- **therm** est un suffixe spécifiant si la bande contient des données de thermalisation.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 18/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		


Tous les termes entre [] et () sont des suffixes de spécification du type de sections contenues dans le fichier.

Les autres termes sont des termes obligatoires.

Afin d'accélérer le code, les données des noyaux sont recalculées dans un découpage commun pour chaque matériau. Ceci a cependant l'inconvénient de nécessiter une taille mémoire plus importante. Si le matériel sur lequel tourne le code atteint la limite de sa mémoire, il est possible de désactiver cette option (présente par défaut).

Ceci se fait via une directive supplémentaire dont la syntaxe est :

```
OPTIMIZE
MEMORY 1
FIN_OPTIMIZE
```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 19/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 3

DESCRIPTION DU REPERTOIRE ET DU DICTIONNAIRE

Le fichier répertoire est un fichier donnant les chemins des fichiers suivants :

- le fichier dictionnaire décrivant la localisation des sections efficaces neutrons et photons. Ce fichier est susceptible de modifications par un utilisateur expert.
- le fichier donnant les masses atomiques des noyaux
- un fichier donnant les énergies libérées lors de la fission pour les différentes particules émises
- un fichier donnant une tabulation des sections de Mott par rapport à la section de Rutherford.

Un exemple de fichier répertoire est :

```
/home/tripoli4/tripoli4.3.3/Env-4.3.3/endfb6r4.dictionary
/home/tripoli4/tripoli4.3.3/mass_rmd.mas95
/home/tripoli4/tripoli4.3.3/Qfission
/home/tripoli4/tripoli4.3.3/Mott_rutherford
```

Le fichier dictionnaire ou catalogue est un fichier nécessaire à la bonne exécution d'un calcul par le code TRIPOLI-4.


Un dictionnaire contient :

- le chemin d'accès à un répertoire contenant l'ensemble des fichiers de sections efficaces (détaillées au chapitre 2). Notons que le chemin d'accès doit être différent lors d'une utilisation de sections efficaces multigroupes ou ponctuelles.
- les noms des isotopes servant à définir les compositions dans la simulation et tous les codes NJOY associés à ces isotopes (voir la définition des compositions).

Le dictionnaire est installé avec les bibliothèques et le code. Son utilisation est transparente pour l'utilisateur. Cependant, il peut être intéressant d'en connaître le principe pour coupler des bibliothèques ou pour définir de nouveaux dictionnaires.

La première donnée du fichier dictionnaire est le chemin d'accès au répertoire contenant les fichiers de données nucléaires nécessaires à la simulation. Le code va automatiquement chercher les fichiers d'évaluation, les fichiers de sections ponctuelles et les fichiers d'anisotropie dans ce répertoire (qui doivent tous exister).

La seconde donnée du fichier est le nombre d'isotopes contenus dans le répertoire.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 20/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Les données suivantes sont pour chaque isotope :


- le nom de l'isotope tel qu'on le retrouve dans le fichier de données du code TRIPOLI-4 (ce nom peut être quelconque et doit simplement être identique au nom de l'isotope utilisé dans la définition des compositions) ;
- le numéro de matériau pour les sections neutrons (qui est attribué à chaque isotope par NJOY : **NJOY(neutron)**) ;
- le numéro de matériau pour les sections gamma (qui est attribué à chaque isotope par NJOY) : **NJOY(gamma)** ;
- le numéro de matériau pour les sections thermiques. Le numéro de matériau pour les sections thermiques est une combinaison de numéros de matériaux NJOY. Comme pour les sections neutrons chaque isotope possédant des données de thermalisation possède un numéro de matériau thermique attribué par NJOY : **NJOY(therm)**. Le numéro à fournir dans le dictionnaire est alors codé de la manière suivante : **T4(therm) = NJOY(neutron) × 10000 + NJOY(therm)** ;
- le nom du fichier contenant l'évaluation dans le répertoire.

Lorsque les données thermiques ou gamma n'existent pas ou n'interviennent pas dans le calcul (auquel cas il est inutile de les lire), ces numéros de matériau doivent être mis à la valeur -1.

Remarque : pour certains matériaux, les isotopes à prendre sont des isotopes spéciaux (à cause de liaisons chimiques différentes). Un cas fréquent est celui de l'eau pour lequel il faut utiliser l'hydrogène H₂O (ou H1_H2O selon le nom retenu dans le dictionnaire).

Il faut ainsi prendre :

- l'hydrogène H₂O (ou H1_H2O) pour l'eau ;
- l'hydrogène H-CH₂ (ou H1_CH2) dans certains polymères (le polyéthylène par exemple) ;
- le deutérium D₂O pour l'eau lourde ;
- le carbone C-G (ou C_GRAPHITE) pour le graphite ;

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 21/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

La syntaxe du fichier dictionnaire est donc la suivante :


```
chemin
nombre d'isotopes
NOM(isotope_1) NJOY(neutron) NJOY(gamma) T4(therm) nom(fichier_1)
...
NOM(isotope_n) NJOY(neutron) NJOY(gamma) T4(therm) nom(fichier_n)
```

avec NOM(FICHER_1) le nom du fichier d'évaluation en ASCII.

Définition du dictionnaire pour l'exemple du calcul de criticité traité dans la notice

```
/home/lepp/ENDFB6/T4XS
24
FE54 2625 -1 -1 endfb6.neutron.Fe54.bcd
FE56 2631 -1 -1 endfb6.neutron.Fe56.bcd
FE57 2634 -1 -1 endfb6.neutron.Fe57.bcd
FE58 2637 -1 -1 endfb6.neutron.Fe58.bcd
CR50 2425 -1 -1 endfb6.neutron.Cr50.bcd
CR52 2431 -1 -1 endfb6.neutron.Cr53.bcd
CR53 2434 -1 -1 endfb6.neutron.Cr53.bcd
CR54 2437 -1 -1 endfb6.neutron.Cr54.bcd
NI58 2825 -1 -1 endfb6.neutron.Ni58.bcd
NI60 2831 -1 -1 endfb6.neutron.Ni60.bcd
NI61 2834 -1 -1 endfb6.neutron.Ni61.bcd
NI62 2837 -1 -1 endfb6.neutron.Ni62.bcd
NI64 2843 -1 -1 endfb6.neutron.Ni64.bcd
N14 725 -1 -1 endfb6.neutron.N14.bcd
O16 825 -1 -1 endfb6.neutron.O16.bcd
U234 9225 -1 -1 endfb6.neutron.U234.bcd
U235 9228 -1 -1 endfb6.neutron.U235.bcd
U236 9231 -1 -1 endfb6.neutron.U236.bcd
U238 9237 -1 -1 endfb6.neutron.U238.bcd
H1 125 -1 -1 endfb6.neutron.H1.bcd
AL27 1325 -1 -1 endfb6.neutron.Al27.bcd
SI 1400 -1 -1 endfb6.neutron.Si.bcd
CA 2000 -1 -1 endfb6.neutron.Ca.bcd
NA23 1125 -1 -1 endfb6.neutron.Na23.bcd
```

Ici /home/lepp/ENDFB6/T4XS est le répertoire où se trouvent les sections, 24 est le nombre d'isotopes, chaque ligne donnant pour un isotope son nom, son numéro neutron, son numéro photon (mis à

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 22/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

-1 ici, donc pas de données photons), son numéro thermique (mis à -1 donc pas de données thermiques), le nom du fichier d'évaluation (neutron).

Avec le dictionnaire ci-dessus les liens ne se feront que pour les sections neutron, les sections photon et de thermalisation n'étant pas chargées (les indicateurs étant mis à -1).

Mélange d'évaluations

Si l'on veut utiliser des sections qui se trouvent dans deux répertoires (par exemple deux évaluations), il suffit de changer la racine et d'inclure l'arborescence dans le nom de fichier :

```
/home/lepp/
```

```
5
```


```
FE54 2625 -1 -1 ENDFB6/T4XS/endfb6.neutron.Fe54.bcd
```

```
FE56 2631 -1 -1 ENDFB6/T4XS/endfb6.neutron.Fe56.bcd
```

```
FE57 2634 -1 -1 ENDFB6/T4XS/endfb6.neutron.Fe57.bcd
```

```
FE58 2637 -1 -1 JEF2/T4XS/endfb6.neutron.Fe58.bcd
```

```
CR50 2425 -1 -1 JEF2/T4XS/endfb6.neutron.Cr50.bcd
```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 23/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 4

DESCRIPTION DES DONNÉES, CONVENTIONS ET UNITÉS

Nous donnons dans ce chapitre les conventions d'écriture et la structure générale d'un fichier de données. Celui-ci est constitué de plusieurs directives modulaires qui précise chacune une donnée du calcul.


Avant tout, signalons que le nombre de blancs est indifférent au code. Il est donc possible d'indenter un fichier de données pour une meilleure lisibilité. On peut de même insérer à tout moment des lignes vides.

Les mots-clés doivent eux être entrés en MAJUSCULES.

4.1 Les unités par défaut

Dans le fichier de données les unités sont les suivantes :

- Longueur : le centimètre ;
- Temps : la seconde ;
- Température : le Kelvin (attention : la température lue dans un fichier APOLLO2 pour des sections multigroupes est en Celsius) ;
- Énergie : le MeV (attention, les données des bandes ENDF sont en eV) ;
- Angle : le degré pour la définition d'un cône ou d'une rotation, le radian pour les définitions des sources et des repères ;
- Les sections efficaces entrées par l'utilisateur (choix DATA) sont en barns (10^{-24} cm²) ;
- Les nombre d'atomes des compositions sont donnés pour 10^{-24} cm³ ;
- Les densités calculées sont en g/cm³ ;
- La norme des sources de particules est en nombre de particules (cette valeur est intégrée sur les volumes, la direction, l'énergie et le temps).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 24/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

4.2 Changements d'unité

Il est possible de changer certaines unités (longueur et énergie). Attention, si on change l'unité de longueur on conserve néanmoins des sections en barns, des nombres d'atomes pour 10^{-24} cm³ et des densités en g/cm³. Le changement se fait à partir de la directive suivante :

```

UNITS
  LENGTH
    x <UNITE>
  ENERGY
    y <UNITE>
FIN_UNITS

```

avec

- **x** : une valeur décimale ;
- **<UNITE>** : le nom de l'unité. Pour la longueur le choix se fait parmi {mm, cm, dm, m, dam, hm, km}, pour l'énergie parmi {eV, keV, MeV, GeV}. On peut utiliser des noms d'unités entièrement en majuscules.

Ainsi, 2.54 cm signifie que l'unité de longueur est environ un pouce (1 inch).

4.3 Conventions de la notice

La syntaxe de base d'une directive générale (ou de l'ensemble des directives) se trouve dans un cadre gras.

La syntaxe de base d'une sous-directive se trouve dans un cadre double.

La syntaxe de base d'un niveau inférieur se trouve dans un cadre simple.

La page suivante montre des exemples correspondants.



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

GEOMETRIE

TITRE titre

* **TYPE** num(*type*)*Données de définition du type num(type)*

...

* **SURF** num(*surf*)*Données de définition de la surface num(surf)*

...


VOLU num(*volu*)*Données de définition du volume num(volu)***FINV**

...

POSITION *x y z***COLOR***Association couleurs-volumes***GRAF***Données relatives au graphique***FINGEOM****TYPE**num(**type**)<**FORME**>

Données descriptives

BOITE côté(**x**) côté(**y**) côté(**z**)

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 26/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

4.4 Conventions sur le style des caractères

Cette convention porte sur les cadres décrivant la syntaxe. Dans le texte courant les entrées du code sont données en caractères de *machine à taper* (la police Courier).

Les lettres sont représentées :

- En gras et
 - en MAJUSCULES pour un mot-clé. Ex :
GEOMETRIE
 - Exception : hormis les mots-clés **X**, **Y**, **Z**, **E** ou **T** pour la définition des sources ou dans la sous-directive **GRAF** de **PONDERATION**, une lettre unique en majuscule désigne une coordonnée d'un point (à remplacer par sa valeur).
 - en MAJUSCULES et entre < > : à remplacer par un mot-clé.
Ex : **<FORME>** à remplacer par **BOITE** , **SPHERE** , **CYLX** ...
 - en minuscules : une donnée. Ex :
numXXX à remplacer par le numéro de XXX
nbXXX à remplacer par le nombre de XXX
 - Non grassées pour des indications de données dont la structure est donnée ailleurs dans la notice.
Ex :
<FORME> Données descriptives
Après le mot-clé choisi parmi les possibilités offertes il faut écrire les caractéristiques de la forme. La syntaxe est donnée plus loin (ici, par exemple, dans le cadre définissant **BOITE**).
 - En italique pour des lignes non obligatoires.
Si un astérisque se trouve à gauche de la ligne cela signifie que la ligne elle même n'est pas obligatoire mais qu'une des lignes précédées par une astérisque doit figurer dans le jeu de données.

Ex :

```
* TYPE numtype
* SURF numsurf
```

on peut définir une géométrie sans faire appel à **TYPE** ou sans faire appel à **SURF** mais pas sans faire appel aux deux.

Si un dièse se trouve à gauche de la ligne cela signifie que la ligne n'est pas obligatoire et qu'elle est de plus incompatible avec les autres lignes précédées de «**#**». Ex :

```
# CRITIC
# FIXED_SOURCES_CRITICALITY
```

on ne peut faire un calcul en le définissant à la fois comme calcul de criticité et comme calcul sous-critique à sources.

4.5 Écriture des listes


Une liste d'éléments ou de groupes d'éléments sera écrite

```
élément(1) ... élément(n)
```

ou

```
groupe.d'éléments(1)
```

...

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 27/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

groupe_d'éléments(n)

ou encore

groupe_d'éléments

...

4.6 Liste des directives d'un calcul

Nous allons maintenant passer à la description d'un fichier de données de TRIPOLI-4.

Les données de définition d'un calcul TRIPOLI4 comprennent les directives suivantes :

- la définition de la géométrie.

GEOMETRIE ... FINGEOM

Cette partie des données décrit les éléments géométriques du calcul.

- valeurs des surfaces et volumes

VOLSURF ... FIN_VOLSURF

Cette partie des données précise les valeurs des volumes et des surfaces.

- la définition des limites.

LIMIT ... FIN_LIMIT

Cette partie des données décrit les conditions aux limites du calcul.

- la définition des milieux ou compositions

COMPOSITION ... FIN_COMPOSITION

Cette partie définit les compositions isotopiques des milieux du calcul.

- l'association des volumes et des compositions

GEOMCOMP ... FIN_GEOMCOMP

Cette partie permet d'associer à chaque volume de la géométrie les isotopes le constituant. Les phases de définition de la géométrie et des compositions doivent être réalisées préalablement.

- la définition des sources

LIST_SOURCES ... FIN_LIST_SOURCES

Cette phase de définition décrit les densités d'émission des particules sources du calcul.

- la définition des réponses

REPONSES ... FIN_REPONSES

Les réponses sont les grandeurs physiques calculées par le code (flux, courant, taux de réaction ...).

- la définition des découpages

LIST_DECOPAGE ... FIN_LIST_DECOPAGE


Les découpages sont les intervalles énergétiques angulaires ou temporels du domaine de simulation pour lesquels les réponses sont calculées. Y figure aussi le découpage d'homogénéisation.

- la définition des scores

SCORE ... FIN_SCORE

Un score est l'association d'un estimateur, de découpages et d'unités géométriques définissant le calcul d'une fonction réponse. Les phases de définition de la géométrie, des compositions, des découpages et des réponses doivent être définies préalablement.

- la définition des perturbations

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 28/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

LIST_PERTURBATION ... FIN_LIST_PERTURBATION

- la définition de la pondération

PONDERATION ... FIN_PONDERATION

La pondération définit le biaisage du transport des particules dans la simulation. Les phases de définition de la géométrie et des compositions doivent être définies préalablement.

- la définition des critères de simulation

SIMULATION ... FIN_SIMULATION

Cette partie des données concerne la phase de simulation proprement dite. Elle définit un certain nombre de paramètres auxquels obéit la simulation.

- l'annonce de l'utilisation de bandes de collision

BANDE_COLLISION ... FIN_BANDE_COLLISION

Cette directive permet de dumper sur fichier des les événements subis par des particules ou au contraire de réutiliser les un tel fichier pour obtenir de nouveaux scores.

- l'annonce de l'homogénéisation

HOMOGENIZE ... FIN_HOMOGENIZE

Cette partie définit les compositions qu'il faut homogénéiser et les volumes concernés.

- la définition des calculs de vérification

CALCUL ... FIN_CALCULATION

Cette phase détermine les volumes et les densités des compositions à calculer.

- la définition des sorties spéciales

OUTPUT ... FIN_OUTPUT

Cette partie définit des sorties spéciales (graphe XVGR, sortie \LaTeX).

- la définition des particules à stocker

STOCKAGE ... FIN_STOCKAGE

Cette partie précise un éventuel stockage de particules dans des fichiers, pour un retraitement ultérieur (code SN, etc.).

- la définition des données pour un calcul d'évolution ultérieur

PEPIN ... FIN_PEPIN

Cette partie permet la création de fichiers pour DARWIN-PEPIN2.

Les phases de définition obligatoires sont les suivantes :

- la géométrie ;
- les compositions ;
- les associations volumes - compositions ;
- les sources ;
- les critères de simulation.

Pour un calcul de protection il est en outre utile de définir les résultats recherchés par les phases suivantes :

- les découpages d'encaissement (sert aussi pour homogénéiser) ;
- les réponses ;
- les scores.

Les phases de définition facultatives sont :

- les conditions aux limites (fuites par défaut) ;
- la pondération ;
- la demande d'homogénéisation (qui nécessite un découpage) ;

- les perturbations ;
- les bandes de collision
- les calculs de vérification.

Les dépendances entre les définitions sont symbolisées par les flèches du graphe (simplifié) ci-dessous (une flèche de A vers B signifie que A doit être défini avant B).

Les pages suivantes donnent l'allure d'un fichier (options en pointillés).

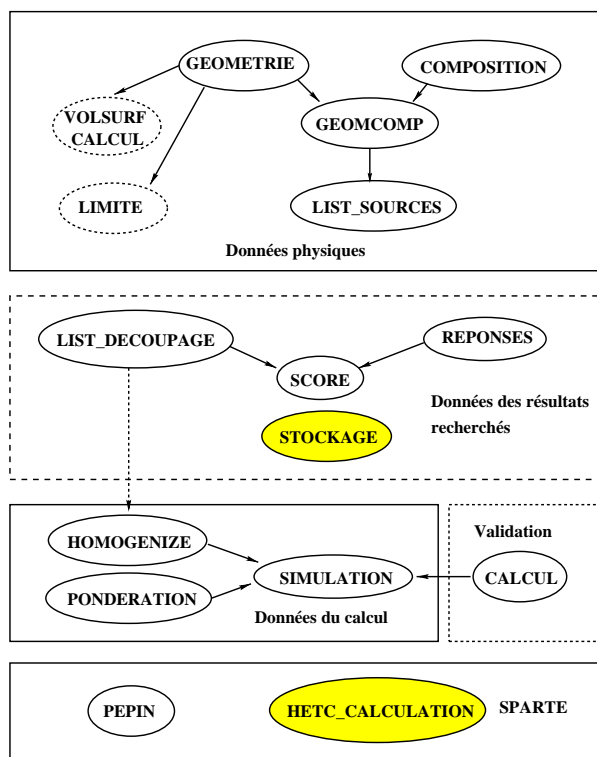


FIG. 4.1 – Les directives (figure en plus une directive pour un calcul couplé avec le code HETC au sein du système SPARTE, non décrit dans cette notice)




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 30/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 31/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 5

EXEMPLE

Après chaque définition des différentes données du calcul (données géométriques, données de compositions, ...) les données de définition d'un exemple test (le dictionnaire a déjà été défini pour cet exemple) sont présentées.

La configuration géométrique de cet exemple (une manipulation expérimentale réalisée sur une interaction de cylindres de solution de nitrate d'uranyle) est constituée par un ensemble de :

- une dalle de béton de dimension 300 x 300 x 60 cm³ ;
- deux récipients cylindriques à fond conique (pour simplifier le fond conique n'a pas été modélisé) en acier inox disposés verticalement à 125 cm au dessus de la dalle de béton et contenant :
 - dans sa partie inférieure, une solution de nitrate d'uranyle ;
 - dans sa partie supérieure, de l'air.

Cette géométrie est présentée à la page suivante.

Les données sont fournies pour une hauteur critique $H_c=28.54$ cm et une distance entre cuves de $D=0.5$ cm.


Nous donnerons la syntaxe pour 2 sources :

- une source ponctuelle au centre de la solution de nitrate d'uranyle de la cuve gauche (ceci pour donner un exemple de source ponctuelle : en fait on convergerait plus vite avec une source répartie sur la solution fissile) ;
- une source étendue sur la solution de nitrate d'uranyle de la cuve droite.

Nous montrerons comment demander :

- un flux, par estimateur corde dans les volumes d'air au-dessus de la solution de nitrate d'uranyle (volumes 4 et 7) ;
- un flux surfacique entre les volumes d'air (1) et de béton (2),
- un taux de réaction macroscopique de l'isotope U238, par estimateur corde, dans les volumes de nitrate d'uranyle (volumes 5 et 8) ;
- un taux de réaction microscopique de l'isotope O16, par estimateur corde, dans les volumes d'air (volumes 1, 4 et 7) ;
- un taux de réaction tabulé, par estimateur corde, dans tous les volumes.

FIG. 5.1 – Configuration géométrique de l'interaction dans l'air de deux récipients de nitrate d'uranyle

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 33/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 6

COMMENTAIRES ET INSERTION DE FICHIERS

6.1 Commentaires

Le code TRIPOLI-4 possède désormais trois syntaxes pour introduire des commentaires.

Les commentaires peuvent figurer à l'intérieur de toute directive, moyennant les restrictions exposées plus loin.

6.1.1 Commentaires avec COMMENT

On peut insérer des commentaires par l'ancienne méthode :

<p>COMMENT Commentaire COMMENT</p>
--


Il n'est pas possible d'avoir des commentaires imbriqués en utilisant uniquement ce type de commentaires.

6.1.2 Commentaires du type C

On peut également insérer des commentaires en les insérant entre `/*` et `*/`. Cette nouvelle syntaxe permet d'imbriquer des commentaires dans un commentaire.

Exemple :

```
/* Premier commentaire
 * -----
 *
 *      /*
 *      * Commentaire imbriqué
```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 34/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

    */
    Fin du premier commentaire
    */

```

Ceci permet de mettre en commentaire une partie du jeu de données contenant des commentaires (cette partie peut comprendre tous les types de commentaires possibles).

6.1.3 Commentaires du type C++

On peut enfin insérer une ligne de caractères en la faisant précéder de `//`. Ce type de commentaire peut être ajouté en bout d'une ligne à lire, la fin de la ligne étant alors ignorée par le code

Exemple :

```
DONNEES    // Commentaire
```

6.1.4 Restrictions

Quelle que soit la syntaxe choisie il faut cependant que le commentaire **précède** un mot-clé (ou un nom de composition, de découpage...). C'est en effet uniquement lors du décodage des mots que les commentaires sont supprimés. Pour la directive de géométrie, les commentaires doivent être donnés après le titre.

Ainsi si le mot-clé MOT-CLE doit être suivi d'un numéro (de volume par exemple), la syntaxe

```
// Lecture du mot-clé attendue
MOT-CLE 1
```

est correcte, alors que

```
MOT-CLE // Lecture de nombre attendu
1
```

ne l'est pas.

6.2 Insertion de fichiers


Il est possible d'insérer une (plusieurs) directives en la (les) remplaçant par la ligne

<p>FILE</p> <p>nom(fichier)</p>

dans laquelle **nom(fichier)** est le nom du fichier (avec son chemin éventuel, par exemple `/home/utilisateur/T4/Donnees`) qui contient la partie du jeu de données à insérer.

Il n'est pas possible d'insérer une partie de directive.

Il est ainsi possible de charger une géométrie issue d'un autre code (mise en forme au format adéquat), une liste de compositions issue de PEPIN, etc.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 35/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 7

LA DÉFINITION DE LA GÉOMÉTRIE

La géométrie est annoncée par le mot-clé **GEOMETRIE** et se termine par le mot-clé **FINGEOM**. Entre ces deux mots-clés se trouvent les définitions des volumes décrivant la géométrie du problème.

NOTONS QU'IL N'Y A PAS DE VÉRIFICATION DE CONVEXITÉ

NI DE CONNEXITÉ DE LA GÉOMÉTRIE : cette tâche est laissée à l'utilisateur. (Tous les points d'un segment reliant 2 points de la géométrie doivent appartenir à un volume défini par l'utilisateur).

Les conditions aux limites sont définies en dehors de cette directive.

Pour les cas complexes (réseaux, etc.) deux lectures de ce chapitre sont nécessaires pour bien comprendre les références croisées.


Conseils préalables

Les particularités des opérateurs sont à prendre en compte :

- pas de rotation d'un réseau : il convient de choisir ses axes pour pouvoir définir le réseau éventuel.

Les particularités des autres directives sont importantes (définies plus loin) :

- **LIMIT** : les conditions aux limites se font sur une face ou une surface d'un volume. Attention : Seules les faces associées au **TYPE** (cas combinatoire) ou les surfaces **SURF** (cas surfacique) intervenant explicitement dans la définition peuvent définir des numéros de surfaces associées au volume. En particulier un volume n'hérite pas des faces ou surfaces d'un volume intervenant en argument d'un opérateur pour le modifier (via **ECRASE**, **VMOINS**, **INTE** ou **UNION**) ;
- **SCORE** : un score surfacique se fait à la surface définie par deux volumes et non à la face ou la surface d'un volume ;
- **LIST_SOURCES** : pour une source ponctuelle, la définition de la distribution angulaire se fait dans un repère sphérique dont l'axe **Z** est l'axe du repère de la géométrie ;
- Dans le cadre de **SPARTE** : les sources surfaciques disponibles dans **HETC** ne le sont que dans un plan **OXY**, la géométrie doit donc être écrite en conséquence.


	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 36/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

La définition de la géométrie (choix combinatoire ou surfacique) n'est pas neutre et **influe sur le temps de calcul**. Des considérations sur les choix à faire sont données en fin de chapitre.

Plusieurs diagnostics d'erreurs sont implémentés en géométrie combinatoire pour éviter des erreurs de définition, mais il est **indispensable**, pour des cas un peu complexes, de vérifier par des **visualisations graphiques** la compatibilité entre la géométrie voulue par l'utilisateur et la géométrie entrée. Signalons que des erreurs de géométrie peuvent aussi être détectées si il y a une pondération automatique (voir plus loin dans la notice). Il est donc possible de demander une telle pondération pour un calcul de vérification de la géométrie, sans lien avec le calcul réel.

Dans ce chapitre, nous allons développer plus précisément les points suivants :

- Les différentes façons d'entrer les volumes
Les volumes peuvent être définis de cinq manières différentes : *combinatoire*, *surfacique*, par *répétition* de volumes élémentaires, par *remplacement* de mailles d'un réseau ou par *rotation* de volumes élémentaires ;
- La description des données pour une géométrie combinatoire
Les données de forme, annoncées par le mot-clé **TYPE** sont les éléments de base d'une définition de la géométrie sous forme combinatoire ;
- La description des données de surface
Les données de surface, annoncées par le mot-clé **SURF** sont les éléments de base d'une définition de la géométrie sous forme surfacique ;
- La description des définitions de volumes simples.
Il s'agit des définitions de volumes, annoncés par le mot-clé **VOLU**, à partir de types (combinatoire) ou de surfaces (surfacique) ;
- La description des volumes de type rotation ;
- La description des différents opérateurs agissant sur les volumes ;
- La description des volumes de type réseau ;
- La description des volumes de type maille ou sous-maille ;
- La syntaxe d'une demande de visualisation (coupe).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 37/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		


7.1 Précision géométrique

Rappel : Les unités de longueur sont en centimètres, les unités d'angle sont en degrés.

La précision utilisée pour les calculs de distances est de $\varepsilon_{\text{geo}} = 10^{-4}$ cm. (Le code, pour déterminer le nouveau volume rencontré dans une poursuite, entre de ε_{geo} cm dans ce volume).

Il est donc illusoire de vouloir créer un volume dont une longueur soit inférieure à cette limite, notamment pour essayer d'imposer une condition limite.

La précision est en revanche requise pour l'entrée des coefficients décrivant le volume.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 38/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

7.2 Structure globale

Toute la géométrie est entrée dans un repère cartésien d'origine O et d'axes OX , OY , OZ .

La directive a la structure suivante :


```

GEOMETRIE
  TITRE titre
  *   TYPE num(type)
        Données de définition du type num(type)
  ...
  *   SURF num(surf)
        Données de définition de la surface num(surf)
  ...
  VOLU num(volu)
        Données de définition du volume num(volu)
  FINV
  ...
  POSITION x y z
  COLOR
        Association couleurs-volumes
  GRAF
        Données relatives au graphique
FINGEOM
```

avec :

- **titre** un titre quelconque (256 caractères maximum) ;
- autant de **TYPE**, de **SURF** et de **VOLU** que l'on veut ;
- **VOLU** défini par un **TYPE** ou une **SURF** déjà existant ;
- des numérotations quelconques pour **num(type)**, **num(surf)**, **num(volu)** ;
- une définition des couleurs associées aux volumes (cette définition est effective pour les graphiques déclarés après cette association). Il est possible de changer de couleurs pour différents graphes. Dans ce cas il faut déclarer autant de directive **COLOR** que nécessaire (voir 7.12.1) ;
- un (ou plusieurs) graphique(s), *i.e.* coupe(s) de la géométrie.

Il est possible de demander la position d'un point (x, y, z) par **POSITION** $x y z$: dans ce cas le code retourne le volume dans lequel se trouve le point au moment où la demande est faite (qui n'est pas nécessairement la fin de la construction, on peut demander la position en cours). Le code précise

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 39/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

la maille dans le cas d'un réseau, et le numéro de la face si le point est sur une surface numérotée (pour les conditions aux limites, voir le chapitre correspondant).

7.3 Les différentes entrées possibles de volumes

Une géométrie de TRIPOLI-4 est un ensemble de volumes.

La géométrie comprend dans cette version cinq possibilités d'entrée pour ces volumes, les deux premières correspondent à des volumes dits «**simples**», la troisième permet de créer des volumes par rotation et les deux dernières concernent les possibilités offertes pour les réseaux.

Il est parfaitement possible de mélanger géométries combinatoire et surfacique. On peut introduire un volume créé à partir de surface dans la maille d'un réseau (mais la maille servant à créer le réseau doit être COMBI, RESC ou RESH).

7.3.1 Définition combinatoire

Une première possibilité consiste à créer des volumes en utilisant des *formes prédéfinies* de la géométrie. Ils sont annoncés par le mot-clé COMBI. Ces volumes ont un TYPE qui doit avoir été précédemment déclaré dans les données. Ce type correspond à une forme prédéfinie dans la géométrie (sphère, cylindre, boîte...) plus des données de description (par exemple pour la forme sphère on obtient un type en fixant son rayon).

7.3.2 Définition surfacique

Une deuxième possibilité est de définir les volumes par des *équations*. Ils sont annoncés par le mot-clé EQUA. Ces volumes sont décrits en donnant les équations des surfaces (SURF), qui doivent avoir été précédemment déclarées, définissant la frontière du volume et la position du volume par rapport à la surface. (C'est la façon de procéder dans TRIPOLI-2 et TRIPOLI-3.)

La simulation peut être beaucoup plus rapide avec ce type de définition, mais les diagnostics d'erreurs de géométrie disparaissent (**pas de tests de recouvrement**).


7.3.3 Définition par rotation

Une troisième possibilité consiste à créer des volumes par un opérateur de rotation, à partir d'un volume déjà défini. Ces volumes sont annoncés par le mot-clé ROTATION.

7.3.4 Définition d'un réseau

La dernière manière consiste à répéter un volume déjà défini pour créer un réseau. Le volume définit alors la maille élémentaire. Seul les réseaux orthorombiques (i.e. parallélépipédiques) et hexagonaux sont implémentés. Le volume élémentaire a

- soit une forme parallélépipédique (BOITE ou PARALLELEPIPEDE) répétée par l'opérateur RESC suivant les trois axes du parallélépipède ;
- soit l'une des formes hexagonales HEXAX, HEXAY ou HEXAZ : il est alors répété par l'opérateur RESH.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 40/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

7.3.5 Redéfinition d'une maille

Une fois le réseau créé, il est possible de redéfinir, pour une maille précise, tout ou partie des volumes qui la composent. Ceci se fait avec le mot-clé **MAILLE**, en précisant le volume à remplacer. Dans ce cas le code crée de lui-même un volume qui possède les caractéristiques (forme et centre) du volume à remplacer. Il est uniquement possible de remplacer un volume de type **COMBI** de cette façon (voir un exemple en annexe 2).

Dans le cas de réseau de réseaux il est aussi possible d'exclure une maille particulière d'un réseau, lui-même contenu dans une maille spécifique d'un sur-réseau. Ceci se fait avec le mot-clé **SOUS_MAILLE**, en précisant volumes, mailles et réseaux concernés. Il est uniquement possible de remplacer un volume de type **COMBI** de cette façon.

7.3.6 Notion d'opérateurs, de volumes fictifs, syntaxe pour un volume

Un volume peut de plus être défini par rapport à d'autres volumes en cas d'intersection (ou de réunion) à l'aide des opérateurs **ECRASE**, **VMOINS**, **INTE** et **UNION**.

On peut introduire des opérateurs pour des volumes définis par surfaces.

En outre, un volume peut avoir l'attribut **FICTIF**. Dans ce cas, le volume ne sert qu'en argument à des opérateurs, permettant ainsi la modification de volumes en cours de définition, ou pour «écraser» une partie d'un volume (voir plus loin). En aucun cas un point ne peut être localisé dans la géométrie comme appartenant à un volume fictif. Un exemple simple est présenté pour illustrer le cas **UNION**.

Remarque : Les opérateurs seront traités dans cette notice avant les réseaux, car pour bien comprendre ceux-ci, la connaissance d'**ECRASE** est importante.

La forme générale de la définition d'un volume est la suivante :

```

VOLU
  num(volu)
  <VOL_DEF>
    Données de définition du volume
  <NOM_OPERATEUR(1)>
    Données de l'opérateur 1
  ...
  <NOM_OPERATEUR(n)>
    Données de l'opérateur n
  FICTIF
  VOL_EXCEPT
FINV

```

où :

- `num(volu)` désigne le numéro du volume ;
- `<VOL_DEF>` désigne l'un des mots-clés : COMBI, EQUA, RESC, RESH, MAILLE, SOUS_MAILLE ou ROTATION, selon le mode de représentation choisi ;
- `<NOM_OPERATEUR(i)>` désigne l'un des mots-clés : ECRASE, VMOINS, INTE ou UNION ;
- FICTIF précise que le volume sert uniquement pour construction ;
- VOL_EXCEPT précise, si le volume appartient à un réseau, qu'il sera excepté pour un ensemble de mailles (voir quand utiliser cette option en 7.10.7, page 78).

Nous allons maintenant définir les types et les surfaces, nécessaires à la création d'un volume simple.

7.4 La description d'un type, les formes possibles

Un **type** est un élément géométrique qui sert pour une définition combinatoire (COMBI) des volumes. Il est constitué d'une **forme** et de données de description complémentaires. À chaque type est associé un numéro différent (entier). Le choix d'un numéro est quelconque : l'ordre n'importe pas et il peut y avoir des trous dans la numérotation.

Remarque : La définition d'un type peut se faire à tout moment dans le module GEOMETRIE mais doit toujours précéder la définition d'un volume qui l'utilise.

La déclaration d'un type se fait à l'aide du mot clé **TYPE** comme suit :

<p style="text-align: center;">TYPE num(type) <FORME> Données descriptives</p>
--

Le numéro du type `num(type)` est arbitraire et choisi par l'utilisateur.

L'identificateur `<FORME>` est un mot-clé de la géométrie sous lequel la forme est connue, c'est-à-dire l'un des mots suivants :

- SPHERE ;
- CYLX, CYLY ou CYLZ (cylindre de génératrice parallèle à un axe) ;
- CYL (cylindre quelconque) ;
- BOITE (parallélépipède suivant *X*, *Y* et *Z*) ;
- CONE ;
- HEXAX, HEXAY ou HEXAZ (prisme hexagonal dont les génératrices sont parallèles à un axe) ;
- PARALLELEPIPEDE (quelconque) ;
- TORE.

Remarque : Un cylindre est en réalité ici une boîte cylindrique limitée par deux plans orthogonaux aux génératrices.

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Nous allons donner, pour les formes reconnues, la liste des données nécessaires à la description d'un type ainsi que leur signification.

7.4.1 La sphère

SPHERE r

r est le rayon de la sphère.

7.4.2 La boîte

BOITE côté(x) côté(y) côté(z)

côté(x), côté(y), côté(z) sont les longueurs des côtés de la boîte (côté(x) parallèle à OX etc.)

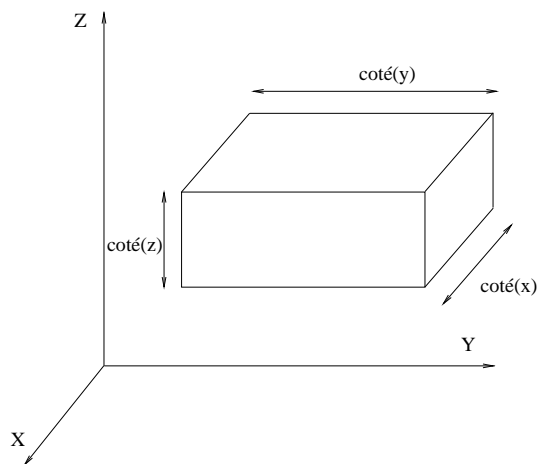


FIG. 7.1 – Le type BOITE

7.4.3 Le cylindre parallèle à un axe

CYLY $r \frac{h}{2}$ ou
CYLX $r \frac{h}{2}$ ou
CYLZ $r \frac{h}{2}$

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

r est le rayon du cylindre

h est la hauteur du cylindre ($h/2$ la demi-hauteur).

Le cylindre est parallèle à OX , OY ou OZ .

7.4.4 Le cylindre quelconque

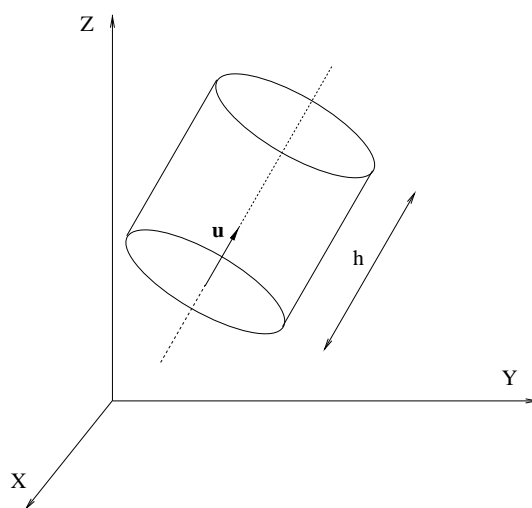


FIG. 7.2 – Le type CYL

CYL $r \frac{h}{2} u(x) u(y) u(z)$

r est le rayon du cylindre

h est la hauteur du cylindre ($h/2$ la demi-hauteur).

$u(x)$, $u(y)$, $u(z)$ sont les composantes dans le repère de la géométrie d'un vecteur (non nécessairement normé) portant la direction de l'axe du cylindre.

7.4.5 Le cône

CONE $\theta u(x) u(y) u(z)$

θ est l'angle (en degrés) au sommet du cône.

$u(x)$, $u(y)$, $u(z)$ sont les composantes dans le repère de la géométrie d'un vecteur (non nécessairement normé) portant la direction de l'axe du cône, orienté du sommet vers la base.

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

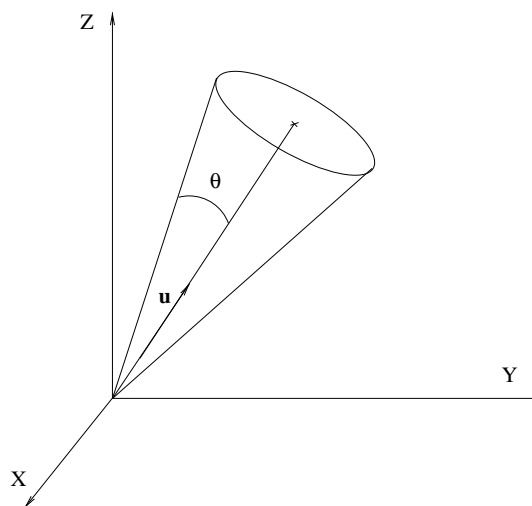


FIG. 7.3 – Le type CONE

Remarque : Le cône est le seul TYPE qui ne soit pas de volume déterminé, car la base du cône ne sera définie que lors de la directive VOLU. À cette occasion il faudra entrer la hauteur du cône (la base étant orthogonale à l'axe)

7.4.6 Le parallélépipède quelconque

PARALLELEPIPEDE**Lu Lv Lw** **$u_x u_y u_z$** **$v_x v_y v_z$** **$w_x w_y w_z$**

Le parallélépipède est défini par trois axes de vecteurs directeurs **u**, **v** et **w** (non nécessairement orthogonaux, ni normés). Les valeurs de **Lu**, **Lv** et **Lw** donnent les longueurs des côtés le long des axes de définition du parallélépipède.

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

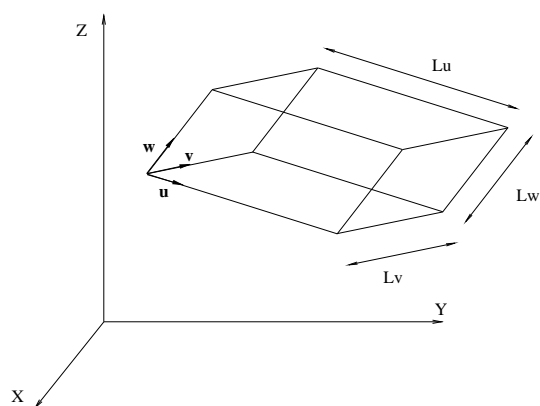
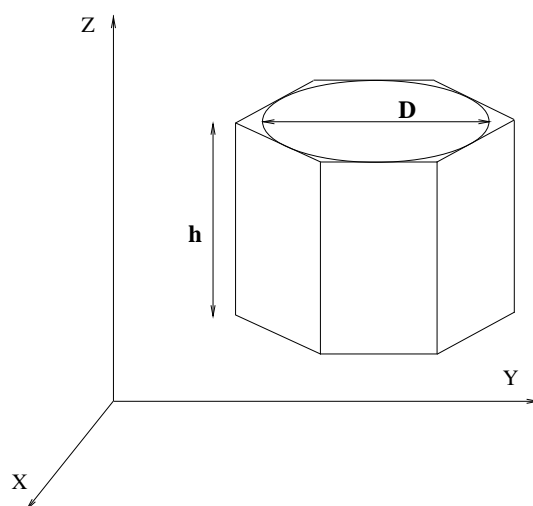



FIG. 7.4 – Le type PARALLELEPIPEDE

7.4.7 Les prismes hexagonaux

HEXAX ou **HEXAY** ou **HEXAZ**
diamètre
hauteur
 θ

FIG. 7.5 – Le type HEXAZ avec $\theta = 0$

Un HEXA[XYZ] est un prisme hexagonal d'axe X , Y ou Z selon le mot-clé choisi. Le diamètre est celui du cercle inscrit dans l'hexagone servant à construire le prisme : c'est aussi la distance entre

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 46/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

deux faces opposées parallèle à l'axe (D sur le dessin ci-dessous), la hauteur (h sur le dessin) est la dimension du prisme le long de l'axe et θ est un angle qui indique l'orientation de l'hexagone. Il ne peut actuellement valoir que 0 ou 90.

- Dans le cas d'un HEXAX l'angle θ vaut «0» si le prisme possède deux plans parallèles au plan OZX et «90» s'il contient deux plans parallèles au plan OYX ;
- Dans le cas d'un HEXAY l'angle θ vaut «0» si le prisme possède deux plans parallèles au plan OXY et «90» s'il contient deux plans parallèles au plan OZY ;
- Dans le cas d'un HEXAZ l'angle θ vaut «0» si le prisme possède deux plans parallèles au plan OYZ et «90» s'il contient deux plans parallèles au plan OXZ .

7.4.8 Le tore

<p>TORE $u(x) \ u(y) \ u(z)$ R r</p>

où

- les valeurs de $u(x)$, $u(y)$, $u(z)$ sont les composantes dans le repère de la géométrie d'un vecteur (non nécessairement normé) portant la direction de l'axe du tore ;
- le grand rayon R est défini sur le dessin ci-dessous ;
- le petit rayon r y figure aussi.

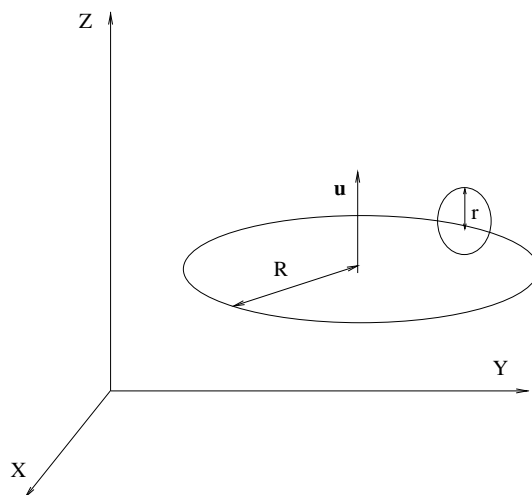



FIG. 7.6 – Les données du type TORE

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 47/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

7.5 La description des données de surface

La déclaration d'une surface se fait à l'aide du mot-clé **SURF** et a la forme suivante :

<p style="text-align: center;">SURF num(surf) <IDENTIFICATEUR> Données descriptives</p>

Le numéro de la surface **num(surf)** est arbitraire et choisi par l'utilisateur. La liste des numéros peut comporter des trous et être donnée dans le désordre. Une surface peut être déclarée à tout moment mais sa définition doit précéder son utilisation pour un volume.

L'identificateur de surface **<IDENTIFICATEUR>** est un mot-clé de la géométrie sous lequel le type de surface est connu.

Les surfaces connues de la géométrie sont :

- **PLANX**, **PLANY** ou **PLANZ** (plan parallèle aux plans du repère de la géométrie) ;
- **PLANE**(quelconque) ;
- **SPHERE** ;
- **CYLX**, **CYLY** ou **CYLZ** (cylindres d'axes parallèles aux axes du repère de la géométrie) ;
- **CONEX**, **CONEX** ou **CONEX** (cônes de génératrice parallèle à un axe du repère de la géométrie) ;
- **QUAD** (quadriques quelconques).

Chaque surface divise l'espace en 2 régions : une région positive et une région négative.

Dans ce qui suit, pour chaque type de surface, on donne le mot-clé sous lequel il est connu de la géométrie, la liste des données nécessaires à sa définition, ainsi que leur signification. La convention de signe pour définir la position d'un point par rapport à la surface est aussi indiquée.

7.5.1 Plan parallèle à (OY, OZ)

<p style="text-align: center;">PLANX x_0</p>
--

x_0 est la cote du plan.

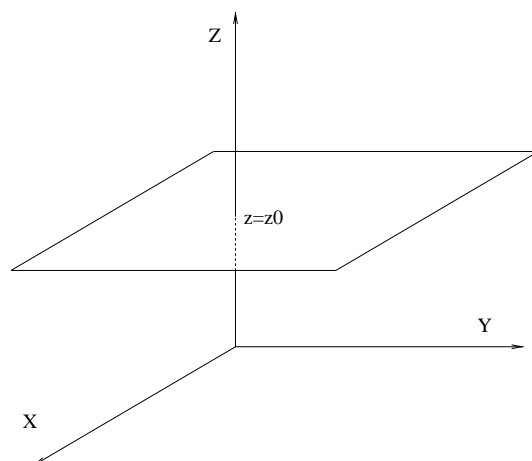
Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si $x > x_0$.

7.5.2 Plan parallèle à (OX, OZ)

y_0 est la cote du plan.

Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si $y > y_0$.

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

PLAN Y y_0 **7.5.3 Plan parallèle à (OX, OY)** **PLAN Z** z_0 z_0 est la cote du plan.Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si $z > z_0$.FIG. 7.7 – Exemple d'un plan PLANZ parallèle au plan (Ox, Oy) .



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

7.5.4 Plan quelconque

PLAN a b c d

a, **b**, **c** et **d** sont tels que l'équation du plan défini soit :

$$ax + by + cz + d = 0.$$

Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si $ax + by + cz + d > 0$.

7.5.5 Sphère

SPHERE x_0 y_0 z_0 R

(x_0, y_0, z_0) sont les coordonnées du centre de la sphère dans le repère de la géométrie et **R** est le rayon de la sphère.

Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si il est à l'extérieur de la sphère.

7.5.6 Cylindre parallèle à l'axe OX **CYLX y_0 z_0 R**

(y_0, z_0) sont les coordonnées d'un point de l'axe du cylindre dans le repère (OY, OZ) et **R** est le rayon du cylindre.

Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si il est à l'extérieur du cylindre.

7.5.7 Cylindre parallèle à l'axe OY **CYLY x_0 z_0 R**

(x_0, z_0) sont les coordonnées d'un point de l'axe du cylindre dans le repère (OX, OZ) et **R** est le rayon du cylindre.

Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si il est à l'extérieur du cylindre.



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

7.5.8 Cylindre parallèle à l'axe OZ **CYLZ** x_0 y_0 R

(x_0, y_0) sont les coordonnées d'un point de l'axe du cylindre dans le repère (OX, OY) et R est le rayon du cylindre.

Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si il est à l'extérieur du cylindre.

7.5.9 Cylindre d'axe quelconque

CYL x_0 y_0 z_0 r $u(x)$ $u(y)$ $u(z)$

(x_0, y_0, z_0) sont les coordonnées d'un point de l'axe du cylindre et R est le rayon du cylindre. L'axe du cylindre est donné par $u(x)$, $u(y)$, $u(z)$.

Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si il est à l'extérieur du cylindre.

7.5.10 Cône d'axe parallèle à l'axe OX **CONEX** x_0 y_0 z_0 θ

(x_0, y_0, z_0) sont les coordonnées du sommet du cône, θ est le demi-angle au sommet.

Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si il est à l'extérieur du cône.

7.5.11 Cône d'axe parallèle à l'axe OY **CONEY** x_0 y_0 z_0 θ

(x_0, y_0, z_0) sont les coordonnées du sommet du cône, θ est le demi-angle au sommet. Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si il est à l'extérieur du cône.

7.5.12 Cône d'axe parallèle à l'axe OZ

(x_0, y_0, z_0) sont les coordonnées du sommet du cône, θ est le demi-angle au sommet. Un point $P = (x, y, z)$ est dans la région positive si il est à l'extérieur du cône.



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

CONEZ x_0 y_0 z_0 θ **7.5.13 Cône d'axe quelconque****CONE** θ $u(x)$ $u(y)$ $u(z)$

(x_0, y_0, z_0) sont les coordonnées du sommet du cône, θ est le demi-angle au sommet. L'axe du cône est donné par $u(x)$, $u(y)$, $u(z)$.

7.5.14 Quadrique quelconque**QUAD** a b c d e f g h i j

a , b , c , d , e , f , g , h , i , j sont les coefficients de l'équation de la quadrique :

$$ax^2 + by^2 + cz^2 + dxy + eyz + fzx + gx + hy + iz + j = 0.$$

Un point $P=(x,y,z)$ est dans la région positive si $ax^2 + by^2 + cz^2 + dxy + eyz + fzx + gx + hy + iz + j > 0$.

7.6 La description des volumes simples

Rappelons que toute définition de volume a la forme suivante (sans tenir compte des opérateurs avec les autres volumes et de l'attribut fictif) :

```

VOLU                num(volu)
...
FINV

```

où `num(volu)` désigne le numéro de volume en cours de définition.

La définition d'un volume simple peut alors prendre deux formes :

- une forme combinatoire principalement utilisée dans les géométries répétitives (il suffit de définir un seul type pour définir autant de volumes qu'on le souhaite). Dans certains cas, il est nécessaire de définir des volumes fictifs (cas des secteurs par exemple) pour délimiter les volumes. Il n'est alors pas possible de définir de conditions aux limites sur une surface fictive. Il y a de nombreux tests de cohérence pour ce choix (tests de recouvrements...).
- une forme surfacique adaptée aux géométries définies pour plusieurs calculs pour lesquels certaines cotes sont modifiées (hauteurs de solution critique par exemple). Dans le cas d'une géométrie combinatoire, il faut recentrer les volumes pour chaque calcul. Ce choix permet de tourner plus vite si le cas combinatoire fait intervenir beaucoup d'opérateurs, mais il n'y a pas de vérifications. L'utilisateur est seul responsable de ses choix (rappelons qu'il peut demander une pondération automatique pour avoir certaines vérifications).

7.6.1 Définition de volumes simples à partir de types prédéfinis

La définition d'un volume simple à partir de types se fait par la séquence :

```


VOLU
  num(volu)
  COMBI
    num(type)
    Données complémentaires du volume
FINV

```

où :

- `num(volu)` désigne le numéro du volume en cours de définition ;
- `num(type)` désigne le numéro du type (parmi les types précédemment définis) du volume en cours de définition.

Les données complémentaires du volume sont identiques pour tous les types à l'exception du cône où il est nécessaire de déterminer des données supplémentaires. Le cône se distingue des autres cas.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 53/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Sphère, cylindre d'axe parallèle à Ox, cylindre d'axe parallèle à Oy, cylindre d'axe parallèle à Oz, boîte

La définition d'un tel volume à partir de types se fait par la séquence :

```

VOLU
    num(volu)
    COMBI
        num(type)
         $c_x$   $c_y$   $c_z$ 
#      V_ORIGIN num(vol-orig)
#      M_ORIGIN
        ni nj nk
        RESEAU numres
FINV

```

où

- (c_x, c_y, c_z) sont les coordonnées du centre du volume ;
- V_ORIGIN num(vol-orig) signifie que les coordonnées (c_x, c_y, c_z) sont données par rapport au centre du volume num(vol-orig) (ou au sommet si c'est un cône), non par rapport à l'origine O du repère ;
- M_ORIGIN (ni,nj,nk) RESEAU numres signifie que les coordonnées (c_x, c_y, c_z) sont données par rapport au centre de la maille (ni,nj,nk) du volume réseau numres (voir plus loin).

Exemple :

```

TYPE 3 BOITE 4 4 4
VOLU 7 COMBI 3 -2. 0. 0. FINV
VOLU 9 COMBI 3 4. 0. 0. V_ORIGIN 7 FINV

```

Deux volumes (7 et 9) sont construits à partir d'un cube de 4 cm de côté (TYPE 3). Le volume 7 est centré en $(-2, 0, 0)$, le volume 9, positionné par rapport au centre de 7, est centré en $(2, 0, 0) = (4, 0, 0) + (-2, 0, 0)$. Ainsi en changeant les coordonnées de 7 on déplacerait aussi le volume 9.

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Cône

```

VOLU
  num(volu)
  COMBI
    num(type)
    sx sy sz
    hauteur
#    V_ORIGIN num(vol-orig)
#    M_ORIGIN
    ni nj nk
    RESEAU numres
FINV

```

où :

- (s_x, s_y, s_z) sont les coordonnées du sommet S du cône ;
- **hauteur** est la distance entre le sommet et la base du cône, la base étant orthogonale à l'axe ;
- **V_ORIGIN** et **M_ORIGIN** avec leurs arguments permettent de donner les coordonnées du sommet par rapport au centre d'un volume ou d'une maille, comme pour les autres volumes combinatoires.

7.6.2 Définition de volumes simples à partir de surfaces

La définition d'un volume simple défini par surface se fait à l'aide de la séquence suivante :


```

VOLU
  num(volu)
  EQUA
    PLUS nbplus
      surf(1) ... surf(nbplus)
    MOINS nbmoins
      surf(1) ... surf(nbmoins)
FINV

```

où :

- **nbplus** (respectivement **nbmoins**) désigne le nombre total de surfaces par rapport auxquelles tout point du volume est positif (respectivement négatif) ;
- **surf(1) surf(2) ... surf(nbplus)** (respectivement **surf(1) surf(2) ... surf(nbmoins)**) désignent la liste des numéros des surfaces positives (respectivement négatives) pour le volume. Pour les conventions de signe se rapporter au paragraphe définissant les surfaces ;

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 55/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- on n'écrit pas la ligne PLUS `nbplus` quand il n'y a pas de surfaces concernées (`nbplus` = 0).
Idem pour MOINS `nbmoins`.

Exemple :

SURF 11 PLANX -4	SURF 12 PLANX 0
SURF 13 PLANY -2	SURF 14 PLANY 2
SURF 15 PLANZ -2	SURF 16 PLANZ 2
VOLU 7 EQUA PLUS 3	11 13 15 MOINS 3 12 14 16 FINV

Le volume obtenu est un cube de 4 cm de côté centré en $(-2, 0, 0)$.

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

7.7 La définition des volumes de type rotation

Ce type de volume est appelé **ROTATION**. Les données nécessaires à sa description sont :

- le numéro du volume à partir duquel on engendre le volume courant par rotation ;
- l'axe de la rotation ;
- l'angle de la rotation en degrés ;
- le centre de la rotation.

On a donc la syntaxe suivante :

```

VOLU
  num(volu)
  ROTATION
    VOLU num(volu-rot)
    ux uy uz
     $\theta$ 
     $\Omega_x$   $\Omega_y$   $\Omega_z$ 
FINV

```

où :

- **num(volu)** désigne le numéro du volume en cours de définition ;
- **num(volu-rot)** désigne le numéro du volume élémentaire pour lequel est faite la rotation (volume COMBI ou EQUA *uniquement* mais non nécessairement fictif) ;
- (**u_x**, **u_y**, **u_z**) sont les coordonnées d'un vecteur portant l'axe de la rotation dans le repère de la géométrie ;
- **θ** désigne l'angle de la rotation (en degrés) ;
- (**Ω_x** , **Ω_y** , **Ω_z**) sont les coordonnées du centre de la rotation dans le repère de la géométrie.

Les contraintes sur une rotation : Un volume obtenu par **ROTATION** vérifie quelques contraintes

- il ne peut être obtenu qu'à partir d'un élément défini en géométrie combinatoire ou surfacique (on ne peut pas faire de rotation sur un réseau) ;
- il ne peut écraser le volume dont il est issu (mais celui-ci peut être fictif) ;
- il ne peut être augmenté par l'opérateur **UNION** (voir plus loin).

Il n'y a pas actuellement de vérification de non-recouvrement pour un volume **ROTATION**.

Exemples :

```

TYPE 3 BOITE 4 4 4
VOLU 7 COMBI 3 -2. 0. 0. FINV
VOLU 9 ROTATION VOLU 7
      0 0 1
      45
      10 0 0
FINV

```

Deux volumes sont créés : le volume 7, un cube de 4 cm de côté centré en $(-2, 0, 0)$, et le volume 9, obtenu par rotation du volume 7. La rotation est d'axe $Z = (0, 0, 1)$ de centre $(10, 0, 0)$, et d'angle 45 degrés.

```

SURF 11 PLANX -4    SURF 12 PLANX 0
SURF 13 PLANY -4    SURF 14 PLANY 0
SURF 15 PLANZ -4    SURF 16 PLANZ 0
VOLUME 7 EQUA PLUS 3 11 13 15 MOINS 3 12 14 16 FICTIF FINV
VOLUME 9 ROTATION 7
                0 0 1
                45
                10 0 0
FINV

```

Un seul volume, 9, est véritablement créé. Le volume 7 (cube centré en $(-2, 0, 0)$ de 4 cm de côté) est un volume fictif qui sert à la construction d'autres volumes (ici 9). Le volume 9 est obtenu par rotation du volume 7. La rotation est d'axe $Z = (0, 0, 1)$ de centre $(10, 0, 0)$, et d'angle 45 degrés.

7.8 La définition des opérateurs agissant sur les volumes

Les opérateurs interviennent dans la définition des volumes avant le mot-clé **FINV**.

Un même volume peut voir sa définition comporter plusieurs opérateurs.

La géométrie dispose actuellement des opérateurs suivants :

- **ECRASE** permet l'écrasement d'un volume ;
- **VMOINS** est l'opérateur inverse de **ECRASE** ;
- **INTE** est l'opérateur d'intersection des volumes ;
- **UNION** est l'opérateur de réunion des volumes.


7.8.1 L'opérateur ECRASE

L'opérateur **ECRASE** permet en cas d'intersection de deux volumes de préciser à quel volume appartient l'intersection.

ECRASE
nb(volu)
volu(1) ... volu(n)

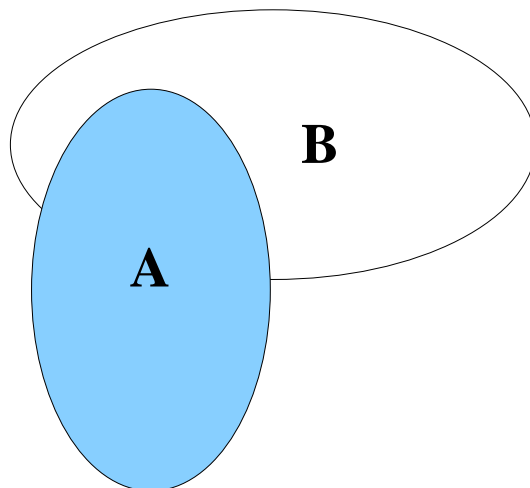
où :

- **nb(volu)** désigne le nombre de volumes écrasés par le volume en cours de définition ;
- **volu(1) ... volu(n)** désigne la liste des **nb(volu)** numéros (séparés par des blancs) de volumes précédemment définis écrasés par le volume courant.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 58/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Remarque : on peut utiliser l'abréviation ECRA au lieu de ECRASE.

La figure décrivant l'opération effectuée par ECRASE est la suivante (le volume A écrase le volume B si l'intersection de A et B appartient à A. La partie grisée représente le résultat de A écrase B) :



Exemple :

```
TYPE 3 BOITE 4 4 4
TYPE 5 BOITE 1 1 1
VOLUME 7 COMBI 3 -2. 0. 0. FINV
VOLUME 8 COMBI 5 -2. 0. 0. ECRASE 1 7 FINV
```

Deux cubes sont créés, centrés en $(-2, 0, 0)$. Le premier, 7, est de 4 cm de côté (TYPE 3), le second, 8, de 1 cm de côté (TYPE 5). Le volume 8 est inclus dans 7 et l'écrase. La partie centrale n'appartient plus à 7.

Propriétés de ECRASE

Transitivité :

Si A écrase B et B écrase C, alors la partie de A incluse dans B écrase C. Ainsi, par exemple, si A est inclus dans B, il n'est pas nécessaire d'indiquer que A écrase C. (Il est même recommandé de ne pas le faire, car le code tournera **plus vite**.)

En revanche, il se peut qu'une partie de A non incluse dans B rencontre C : il faut alors spécifier que A écrase C.

La propriété ci-dessus reste vraie quand A et B sont tangents.

Opérateur ECRASE et volumes fictifs

ECRASE est obligatoire quand deux volumes non fictifs se chevauchent. Au cas où l'un des deux volumes est fictif et l'autre non, le volume réel écrase toujours par défaut le volume fictif (qui n'existe pas physiquement) et il n'est pas nécessaire d'utiliser ECRASE.

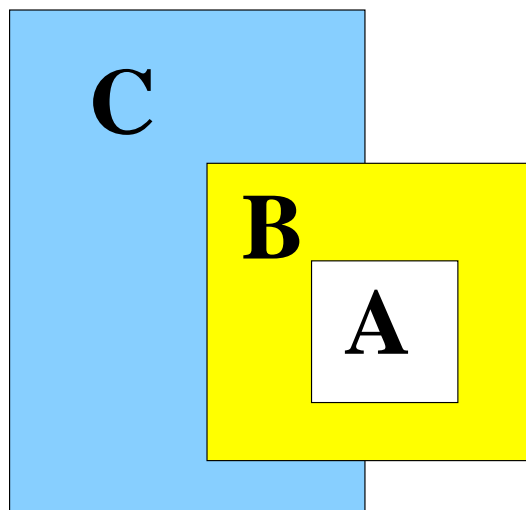


FIG. 7.8 – Ici A ECRASE B et B ECRASE C implique A ECRASE C

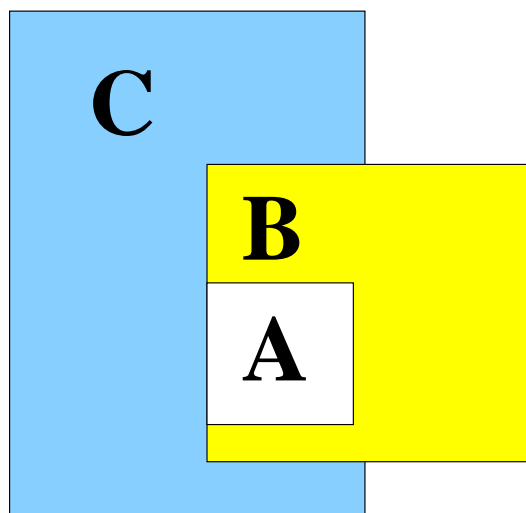


FIG. 7.9 – Ici aussi A ECRASE B et B ECRASE C implique A ECRASE C

En revanche, on peut écraser le volume réel A par un volume fictif B pour le réduire : la partie commune P n'appartient plus au volume réel. Si ce volume A écrasait un volume C, la partie P appartient à nouveau à C, sinon il ne faut pas oublier de combler le vide pour avoir une géométrie convexe.

Supposons le cas suivant

```

TYPE 1 BOITE 4 4 4
VOLUME 1 COMBI 1 0 0 0 FINV

TYPE 2 BOITE 2 2 2
VOLUME 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 1 FINV

TYPE 3 BOITE 1 1 1
VOLUME 3 COMBI 3 0 0 0 ECRASE 1 2 FICTIF FINV

```

Ici, malgré la transitivité, 3 n'écrase pas 1. Comme 3 est fictif il reste un «trou» au centre, qui redevient partie de 1.

Rotation et opérateur ECRASE

Un volume de type rotation ne peut pas écraser le volume dont il est issu.

7.8.2 L'opérateur VMOINS


Cet opérateur est en quelque sorte l'opérateur inverse de l'opérateur **ECRASE**. Il permet d'amputer un volume de son intersection avec d'autres volumes. L'utilisation de cet opérateur se fait selon la séquence suivante :

VMOINS
nb(volu)
volu(1) ... volu(n)

où :

- **nb(volu)** désigne le nombre de volumes qui vont amputer le volume en cours de définition.
- **volu(1) ... volu(n)** désigne la liste des **nb(volu)** numéros de volumes précédemment définis amputant (de leur intersection) le volume courant.

La figure 7.10 décrit l'opération effectuée par **VMOINS**.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 61/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

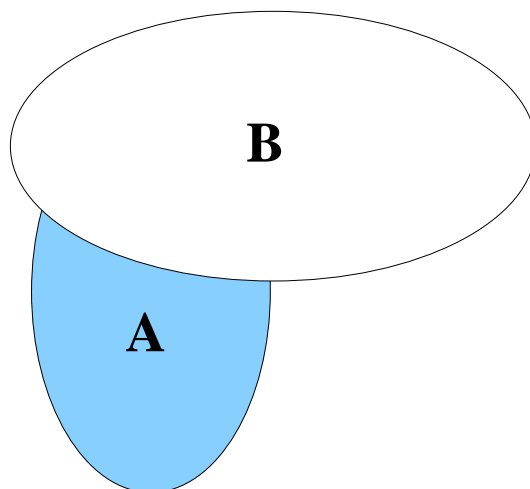


FIG. 7.10 – La partie grisée représente le résultat de A VMOINS B. On conserve $A - (A \cap B)$

Exemple :

```
TYPE 3 BOITE 4 4 4
TYPE 5 BOITE 1 1 1
VOLU 8 COMBI 5 -2. 0. 0. FINV
VOLU 7 COMBI 3 -2. 0. 0. VMOINS 1 7 FINV
```

Deux cubes sont créés, centrés en $(-2, 0, 0)$. Le premier, 8, est de 1 cm de côté (TYPE 5), le second, 7, de 4 cm de côté (TYPE 3). La partie centrale n'appartient pas à 7, car elle est enlevée par VMOINS.

Restrictions sur les opérateurs ECRASE et VMOINS


Il n'est pas possible d'avoir des définitions d'écrasements qui se rebouclent : si A écrase B et B écrase C on ne doit pas avoir C écrase A (par l'intermédiaire de l'opérateur VMOINS).

Pour entrer la géométrie correspondant à la figure 7.11, la structure suivante est incorrecte :

```
VOLU 1 (définition de A)
FINV
```

```
VOLU 2 (définition de B)
  VMOINS 1 1
FINV
```

```
VOLU 3 (définition de C)
  VMOINS 1 2
  ECRASE 1 1
FINV
```


	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 62/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

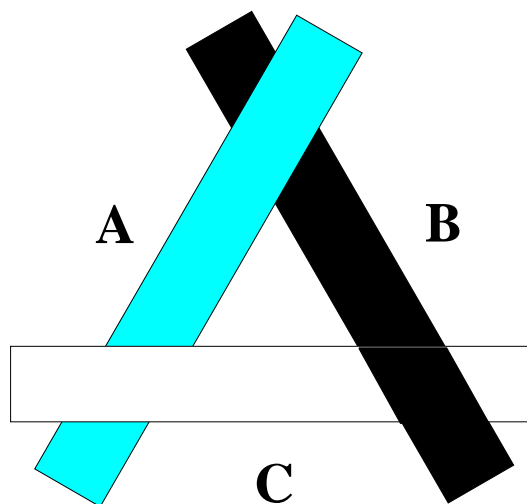


FIG. 7.11 – A écrase B, B écrase C et C écrase A

Pour définir la figure 7.11 il faut, par exemple, doubler le volume B par un volume fictif D (même définition que B, de numéro différent et avec l'attribut FICTIF).

```
VOLU 1 (définition de A)
FINV
```

```
VOLU 2 (définition de B)
  VMOINS 1 1
FINV
```


```
VOLU 20 (définition de D identique à B)
  FICTIF
FINV
```

```
VOLU 3 (définition de C)
  VMOINS 1 20
  ECRASE 1 1
FINV
```

Transitivité, lien avec l'opérateur ECRASE et FICTIF

Volumes réels

L'opérateur VMOINS est maintenant presque le symétrique de ECRASE. Une particularité de transitivité (non exactement logique) en découle, qui est la suivante : si un volume B ampute un volume A par VMOINS, tous les volumes contenus dans B (via ECRASE ou VMOINS) amputent également A, comme

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 63/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

le montrent les exemples suivants. (Une logique rigoureuse voudrait au contraire que, dans certains cas, seule la partie demeurée dans le volume B ampute A).

Exemples

Supposons que l'on dispose des type suivants :

TYPE 1 BOITE 1 1 1

TYPE 2 BOITE 2 2 2

TYPE 3 BOITE 3 3 3

Pour réaliser le dessin 7.12 il y a quatre possibilités.

Possibilité 1 : deux ECRASE

VOLU 3 COMBI 3 0 0 0 FINV

VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 3 FINV

VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 ECRASE 1 2 FINV

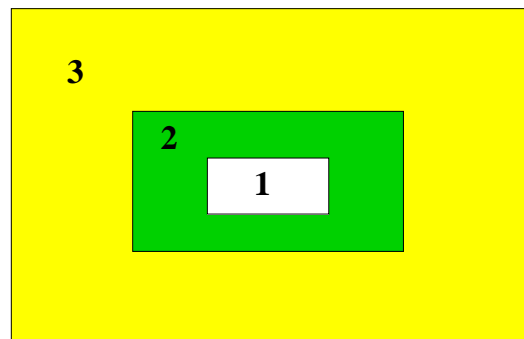


FIG. 7.12 – Transitivité de ECRASE et VMOINS : cas de volumes réels

Possibilité 2 : deux VMOINS

VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 FINV

VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 VMOINS 1 1 FINV

VOLU 3 COMBI 3 0 0 0 VMOINS 1 2 FINV

Possibilité 3 : ECRASE et VMOINS

VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 FINV

VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 ECRASE 1 2 FINV

VOLU 3 COMBI 3 0 0 0 VMOINS 1 2 FINV

Possibilité 4 : VMOINS et deux ECRASE

VOLU 3 COMBI 3 0 0 0 FINV

VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 ECRASE 1 3 FINV

VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 VMOINS 1 1 ECRASE 1 3 FINV

Notons qu'il faut un opérateur de plus dans ce cas, car 1 est défini avant 2.

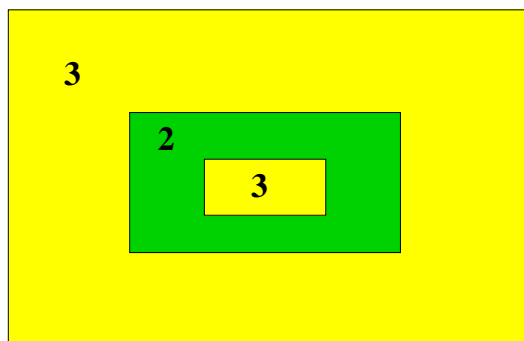


FIG. 7.13 – Transitivité de ECRASE et VMOINS : cas d'un volume fictif

Introduction de volumes fictifs

Dans le cas où la partie centrale est supprimée par un volume fictif 1, la symétrie entre ECRASE et VMOINS demeure et pour réaliser le dessin 7.13 il y a toujours quatre possibilités : il suffit d'ajouter FICTIF dans la définition du volume 1 (dans le quatrième cas l'opérateur supplémentaire est alors superflu).

Dans tous les cas la partie centrale est alors partie du volume 3.

Restrictions sur les opérateurs de réseau et VMOINS

La maille de base d'un réseau (voir plus loin) ne doit pas avoir VMOINS dans sa définition.

7.8.3 L'opérateur INTE


Cet opérateur permet de définir un volume comme étant l'intersection du volume en cours de définition et d'un ou plusieurs volumes précédemment définis. Les volumes avec lesquels on intersecte le volume courant doivent être fictifs. La partie du volume courant n'étant pas retenue dans les intersections disparaît de la géométrie. L'utilisation de cet opérateur se fait selon la séquence suivante :

INTE
nb(volu)
volu(1) ... volu(n)

où :

- **nb(volu)** désigne le nombre de volumes avec lesquels on intersecte le volume en cours de définition ;
- **volu(1) ... volu(n)** désigne la liste des **nb(volu)** numéros (séparés par des blancs) de volumes fictifs précédemment définis.

Exemple :

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 65/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

TYPE 3 BOITE 4 4 4
TYPE 5 SPHERE 2
VOLU 8 COMBI 5 -2. 0. 0. FICTIF FINV
VOLU 7 COMBI 3 0. 0. 0. INTE 1 8 FINV

```

Le volume 8, fictif, sert uniquement pour la construction de 7.

Le volume 7 est l'intersection du cube de 4 cm de coté, centré en (0,0,0) et de la sphère de 2 cm de rayon, centrée en (-2,0,0).

7.8.4 L'opérateur UNION

Cet opérateur permet de définir un volume comme étant la réunion du volume en cours de définition et d'un ou plusieurs volumes précédemment définis. Les volumes avec lesquels on réunit le volume courant doivent être fictifs. L'utilisation de cet opérateur se fait selon la séquence suivante :

```

UNION
  nb(volu)
  volu(1) ... volu(n)

```

où :

- **nb(volu)** désigne le nombre de volumes avec lesquels on réunit le volume en cours de définition ;
- **volu(1) ... volu(n)** désigne la liste des **nb(volu)** numéros (séparés par des blancs) de volumes fictifs précédemment définis.

Il n'y a pas actuellement de vérification de non-recouvrement pour un volume argument figurant dans UNION.

Rappel : UNION ne peut pas agir sur un volume ROTATION

Exemple :

```


TYPE 3 BOITE 4 4 4
TYPE 5 BOITE 1 1 1
VOLU 8 COMBI 5 -2. 0. 0. FICTIF FINV
VOLU 7 COMBI 3 0.5. 0. 0. UNION 1 8 FINV

```

Un seul volume, 7, est créé. Il est constitué du cube de 1 cm de côté, centré en (0.5,0,0), qui constitue le volume de base, auquel est ajouté par UNION un cube de 4 cm de côté, centré en (-2,0,0). Le volume 8 est fictif et ne sert qu'à la construction de 7.

Remarque importante : Si le volume en cours de définition doit écraser d'autres volumes, l'opérateur ECRASE (et ses arguments) ne doit pas figurer dans la définition des volumes fictifs ajoutés. En effet, ils écraseraient dans ce cas des volumes en tant que volumes fictifs.

Exemple :

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 66/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Soit le volume A union de 1 (fictif) et 2 qui écrase le volume 10. La syntaxe

```
TYPE 100 BOITE 5 5 5
VOLU 100 COMBI 100 0 0 0 FINV
```

```
TYPE 10 BOITE 4 4 4
VOLU 10 COMBI 10 0 0 0 ECRASE 1 100 FINV
```

```
TYPE 1 BOITE 1 1 1
VOLU 1 COMBI 1 -1 0 0 FICTIF FINV
VOLU 2 COMBI 1 1 0 0 UNION 1 1 ECRASE 1 10 FINV
```

est correcte.

En revanche

```
TYPE 100 BOITE 5 5 5
VOLU 100 COMBI 100 0 0 0 FINV
```

```
TYPE 10 BOITE 4 4 4
VOLU 10 COMBI 10 0 0 0 ECRASE 1 100 FINV
```

```
TYPE 1 BOITE 1 1 1
VOLU 1 COMBI 1 -1 0 0 ECRASE 1 10 FICTIF FINV
VOLU 2 COMBI 1 1 0 0 UNION 1 1 ECRASE 1 10 FINV
```

ne l'est pas, et conduira à une erreur.

7.9 Ordre de priorité des opérateurs

Le code analyse d'abord la présence de VMOINS, INTE et/ou UNION.

7.9.1 Priorité entre VMOINS, INTE et UNION

Si plusieurs opérateurs parmi UNION, INTE et VMOINS sont présents, les opérations se font de gauche à droite.

Ainsi, si l'on veut


$$(1 \cap 2) \cup 3$$

il faut écrire VOLU 1 COMBI num x y z INTE 1 2 UNION 1 3 FINV.

En revanche, pour

$$(1 \cup 2) \cap 3$$

il faut écrire VOLU 1 COMBI num x y z UNION 1 2 INTE 1 3 FINV.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 67/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		


7.9.2 Priorité entre (INTE, UNION, VMOINS) et ECRASE

Le code analyse de façon différente la présence de **ECRASE**, comme si celui-ci venait en dernier. Ceci signifie que le volume qui écrase est le volume de base modifié par **VMOINS**, **UNION** et **INTE**, même si ceux-ci sont donnés après :

Pour

VOLU 1 COMBI num x y z ECRASE 1 4 INTE 1 2 UNION 1 3 FINV

c'est tout le volume [(1 INTE 2) UNION 3] qui va écraser le volume 4.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 68/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

7.10 La définition des volumes comme réseau

7.10.1 Notion de réseau

La directive GEOMETRIE permet la définition de réseaux orthorombiques (parallélépipèdes avec un motif dans chacun) ou hexagonaux.

Ce type de volume est appelé RESC (parallélépipèdes) ou RESH (hexagones). Les données nécessaires à sa description sont :

- le numéro du volume de base définissant la maille élémentaire ;
- le nombre de translatés de ce volume suivant les trois axes du réseau.

La **maille** élémentaire, associée au volume de base V_{base} , ne peut être qu'une BOITE, un PARALLELEPIPEDE ou un prisme hexagonal (HEXAX, HEXAY, HEXAZ) défini en géométrie combinatoire (pas de rotation par exemple). Les côtés (décrits dans l'annonce de TYPE du volume de base) et le centre du volume définissent la maille élémentaire.

En réalité la maille n'est pas exactement le volume de base (qui peut avoir été amputé par des ECRASE) mais est le volume obtenu sans tenir compte des opérateurs (ECRASE, etc.).

Le **motif** est constitué par tous les éléments qui se trouvent dans la maille (*et pas seulement dans le volume de base, car la boîte peut avoir été écrasée par d'autres volumes*) au moment de la création du réseau. Si un autre volume se situe dans la maille il sera lui aussi répété.

Pour un RESC le réseau est constitué de $n_x \times n_y \times n_z$ mailles élémentaires et la numérotation se fait selon les axes associés à la maille de base :

- Dans le cas d'une BOITE les indices des mailles croissent dans *le sens croissant des axes* ;
- Dans le cas d'un PARALLELEPIPEDE les indices croissent dans la direction des vecteurs de définition (voir 7.4.6).

Pour un RESH l'extension se fait de façon plus complexe (voir plus loin).


Il convient ici de faire quelques remarques importantes sur la structure de ce type de réseau.

Le volume créé est une extension de la maille élémentaire et il ne porte pas en réalité le numéro de volume `num(volu)` déclaré lors de la définition de RESC (ou RESH). Le réseau est comme un volume fictif. Chaque volume appartenant à la maille de base se trouve multiplié en gardant son attribut fictif ou non-fictif (ajouter fictif dans la définition du réseau ne change rien).

Dans la construction de la géométrie, quand on veut écraser une partie du réseau on donne effectivement le numéro associé à ce réseau fictif et pas à la maille de base (ou aux volumes compris dans la maille). En revanche, pour l'association des compositions aux volumes, on affecte les matériaux aux volumes de la maille élémentaire, le réseau ayant une composition quelconque. Le volume d'un élément se trouvant dans la maille de base est multiplié par son occurrence dans le réseau.

7.10.2 Syntaxe

La syntaxe pour décrire un réseau est légèrement différente selon que la maille de base est un parallélépipède ou un prisme hexagonal. Dans le deuxième cas il est obligatoire de créer un réseau

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 69/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

inclus dans un grand hexagone régulier ce qui donne des contraintes sur le nombre de translatsés. Dans les deux cas on peut exclure des mailles, ou n'en garder que certaines.


```

VOLU
  num(volu)
    <RESCH>
      VOLU volu-maille
        ni (nj) nk
      BASE
        nbase(i) nbase(j) nbase(k)
#      EXCEPT nbmailles
        ni(1) nj(1) nk(1)
        ...
        ni(n) nj(n) nk(nbmailles)
#      GARDE nbmailles
        ni(1) nj(1) nk(1)
        ...
        ni(n) nj(n) nk(nbmailles)
      MATCH
FINV

```

où :

- **num(volu)** désigne le numéro du volume en cours de définition ;
- **<RESCH>** vaut RESC si on veut un réseau de BOITE ou de PARALLELEPIPEDE ou RESH si on veut un réseau d'HEXA[XYZ] ;
- **volu-maille** désigne le numéro du volume élémentaire à répéter dans le réseau ;
- **n_i, n_j, n_k** sont les nombres de répétitions du volume élémentaire dans les trois directions du repère de la géométrie pour une BOITE, dans les directions **(u,v,w)** pour un PARALLELEPIPEDE. Dans le cas de réseaux hexagonaux **n_k** se réfère à l'axe et on ne donne pas **n_j** (qui est obligatoirement égal à **n_i**). Ce sont des entiers strictement positifs. (Voir dessins ci-dessous) ;
- la commande facultative **BASE** précise les indices de la maille qui sera la maille de base du réseau. Par défaut ces indices sont (1, 1, 1). Ainsi, pour un réseau 5 × 5 × 5, **BASE 3 3 3** permet d'avoir le volume initial (maille de base) au centre du réseau ;
- la commande facultative **EXCEPT** spécifie les **nbmailles** mailles à traiter de façon particulière :
 - soit un volume de la maille élémentaire sera ultérieurement remplacé grâce à un appel au mot-clé **MAILLE** (voir plus loin) et ce volume *ainsi que tous ceux qui l'écrasent* (directement ou par transitivité) seront exclus du réseau pour les mailles concernées (voir 7.10.7 exemple "Cas 1" de la page 79).
 - soit un volume appartenant à la maille de base a été marqué avec **VOL_EXCEPT** (voir 7.10.7 les significations plus loin, et l'exemple "Cas 3" de la page 82) et il sera exclu du réseau (*mais pas ceux qui l'écrasent*) pour les mailles concernées. Si plusieurs volumes sont marqués, ils seront tous exclus ;

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 70/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- la commande facultative **GARDE** spécifie les **nbmaill**es mailles (entières, avec tous les volumes) à conserver. Par défaut toutes les mailles sont conservées. Cette commande est incompatible avec **EXCEPT**. Il est obligatoire de garder la maille de base ;
- la commande facultative **MATCH**, dans le cas d'un réseau hexagonal permet d'obtenir des limites de réseau qui soient toujours limites d'une maille (voir dessins 7.15 et 7.16).

Exemple :

```
TYPE 3 BOITE 4 4 4
TYPE 5 BOITE 1 1 1
VOLUME 7 COMBI 3 -2. 0. 0. FINV
VOLUME 8 COMBI 5 -2. 0. 0. ECRASE 1 7 FINV
VOLUME 10 RESC VOLUME 7 3 2 2 FINV
```

La maille de base est constituée du volume 7, cube de 4 cm de coté, centré en $(-2, 0, 0)$. Comme ce volume contient le volume 8 (via **ECRASE**), ce dernier sera lui aussi répété comme partie de la maille.

Le réseau créé est un réseau $3 \times 2 \times 2$, qui s'étend sur le parallélépipède $-4 < x < 8, -4 < y < 4, -4 < z < 4$.

7.10.3 Les contraintes sur un réseau

Le volume de base servant à créer le réseau obtenu par **RESC** ne doit pas contenir d'opérateur **VMOINS**.

Les volumes qui vont être répétés, car contenus dans ce volume de base ne doivent pas déborder de la maille : ils doivent être entièrement inclus dans celle-ci.

Lorsque des mailles ne sont pas définies (supprimées par **EXCEPT** ou **GARDE**), il faut redéfinir la région manquante pour qu'il n'y ait pas de trou.

7.10.4 Réseau et opérateur ECRASE

Supposons qu'un volume 1 écrasé par un volume 2 soit répété grâce à la définition d'un réseau 10. Rappelons que le réseau n'a pas d'existence physique : les particules appartiennent à un volume de la maille de base (ici 1 ou le volume 2 inclus dans 1).

Cependant, dès que le réseau a été défini, quand un volume 3 écrase une partie de ce réseau, il doit écraser le réseau 10 et non un volume (1 ou 2) de la maille.

Syntaxe de l'exemple décrit

```
TYPE 1 BOITE 1 1 1
TYPE 2 BOITE 2 2 2
TYPE 3 BOITE 3 1 5
```

```
VOLUME 1 COMBI 1 0 0 0 FINV
VOLUME 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 1 FINV
```

VOLU 10 RESC VOLU 1 18 18 18 FINV

VOLU 3 COMBI 3 5 5 2 ECRASE 1 10 FINV

Si le volume 1 écrase le volume 2, alors il n'est pas nécessaire de préciser que le réseau 10, construit à partir de 1, écrase le volume 2.

Attention : Si l'option MATCH est utilisée, ceci est même impossible.

(Quelques particularités apparaissent toutefois pour des réseaux de réseaux, voir plus loin)

7.10.5 Numérotation des mailles

La numérotation est donnée sur les figures qui suivent. Elle est évidente pour des parallélépipèdes ou des boîtes, mais plus complexe pour des hexagones.

L'exemple est donné pour un hexagone d'axe Z. Les conventions pour les autres hexagones s'obtiennent par permutation circulaire (en cas de doute l'utilisateur peut utiliser l'option POSITION décrite au début du chapitre).

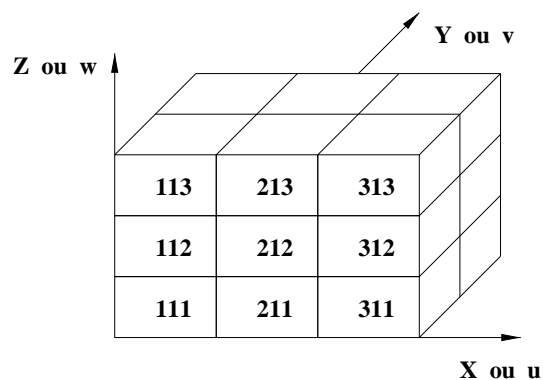


FIG. 7.14 – Réseau RESC à partir de boîtes ou de parallélépipèdes

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

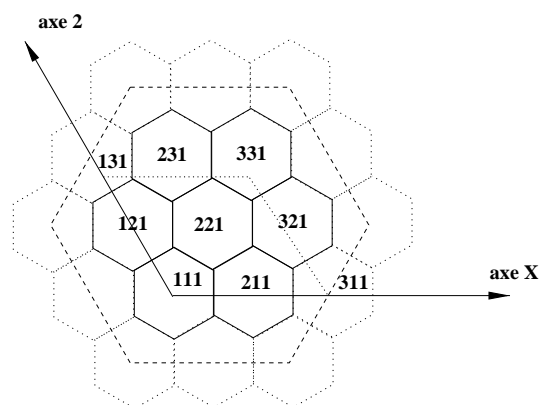


FIG. 7.15 – Réseau RESH à partir d'hexagones HEXAZ
(angle θ nul), coupe suivant z : $n_i = n_j = 2$.

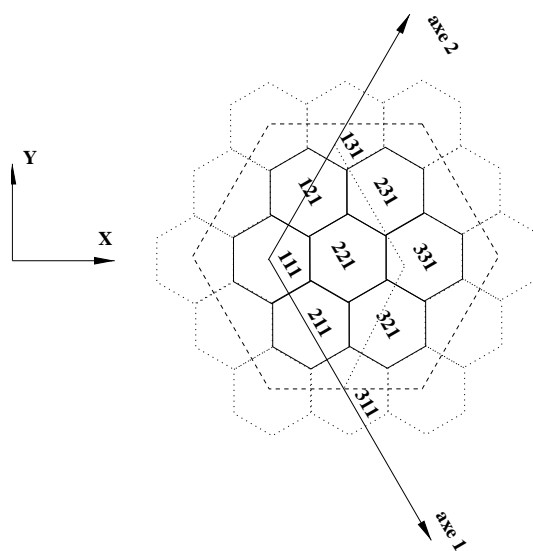



FIG. 7.16 – Réseau RESH à partir d'hexagones HEXAZ
(angle $\theta = 90$), coupe suivant z : $n_i = n_j = 2$.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 73/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

En pointillés figurent des mailles n'appartenant pas au réseau si l'option **MATCH** a été retenue. En tirets se trouvent les limites de la boîte hexagonale entourant le réseau : ce sont les limites si l'option **MATCH** n'a pas été donnée. Les indices de mailles se trouvent en prenant les coordonnées du centre de maille dans le repère (non orthogonal) défini par les axes (X, Y) : traits pointillés pour la maille (3, 3, 1).

Dans le cas hexagonal, si l'option **MATCH** n'est pas choisie, le réseau sera un hexagone tourné de 90 degrés par rapport aux orientations de la maille.

7.10.6 Réseau de réseaux

Il est désormais possible de créer des réseaux de réseaux, des réseaux de réseaux de réseaux, etc., autant de fois que possible.

Supposons que le volume 1 soit répété dans un réseau 10 (le tout dans un volume 11) :

```
TYPE 1 BOITE 1 1 1
TYPE 2 BOITE 0.5 0.5 0.5
TYPE 11 BOITE 100 100 100

VOLU 11 COMBI 11 0 0 0 FINV
VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 ECRASE 1 11 FINV
VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 1 FINV

VOLU 10 RESC VOLU 1 2 2 1 (ECRASE 11) FINV
```

Deux possibilités sont offertes :

- répéter le réseau 10 en un réseau 100 (dans 11 ou en en débordant) par
VOLU 100 RESC VOLU 10 3 2 1 FINV.
Dans ce cas (ECRASE 11) est inutile ;
- répéter un volume 11 qui contienne le réseau 10.
VOLU 100 RESC VOLU 11 3 2 1 FINV.
Dans ce cas (ECRASE 11) est nécessaire.

Restriction : Pour pouvoir être répété, un volume doit écraser directement ou par transitivité la maille de base M . Ceci n'est pas nécessaire néanmoins pour le volume réseau R (ce qui permet d'utiliser l'option **MATCH**, comme dans l'exemple donné en annexe). Si, toutefois un volume V écrase ce volume réseau R , quelques difficultés peuvent apparaître :

- Le réseau R est la maille de base du sur-réseau ou écrase cette maille de base. Aucun problème ;
- Le réseau R est dans la maille de base du sur-réseau, mais n'écrase pas celle-ci (utilisation de **MATCH**, par exemple). Le volume V doit alors explicitement écraser celle-ci (même si V est entièrement compris dans R) pour pouvoir être répété.

Ces restrictions s'appliquent également lorsque des mailles sont définies avec les options **MAILLE** ou **SOUS_MAILLE** qui font l'objet de la fin du chapitre. Il n'est pas nécessaire de préciser que ces mailles écrasent un volume lorsque celui-ci est écrasé par la maille de base d'un réseau R . Ceci devient nécessaire quand R est inscrit, sans l'écraser, dans un volume qui va servir de base à un réseau.

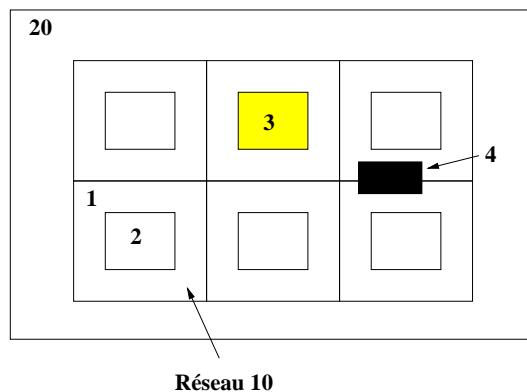


FIG. 7.17 – Ici les volumes 1 et 2 sont répétés dans un réseau 10 inclus dans le volume 20. Le volume 3 redéfinit une partie d'une maille (via MAILLE) et le volume 4 écrase 10. Si le volume 20 sert de base à un réseau et que 10 ne l'écrase pas alors il **faut** préciser que 3 et 4 écrasent 20.

7.10.7 Définition de volumes à partir des mailles

Si l'on veut remplacer dans une ou plusieurs mailles particulières un volume précis, il est possible de le faire en redéfinissant ce volume. Pour ce faire il faut préciser le réseau et la maille concernés, ainsi que le numéro du volume à remplacer. Ceci peut se faire avec la directive MAILLE.

Le code va alors, à partir des indices de mailles fournis, créer lui-même un volume de type combinatoire. L'utilisateur n'a plus à se préoccuper des coordonnées du centre et des dimensions du volume qui sont calculées en fonction des caractéristiques de la maille de base et des indices de mailles. Le volume créé peut prendre la place, soit de la maille entière, soit d'une partie seulement.

Ainsi, supposons le cas de la figure 7.18, correspondant à la syntaxe

```
TYPE 1 BOITE 1 1 1
TYPE 2 BOITE 0.5 0.5 0.5

VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 FINV
VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 1 FINV

VOLU 10 RESC VOLU 1 3 3 1 FINV
VOLU 11 COMBI 2 1 1 0 ECRASE 1 10 FINV
```

Il est possible de définir le volume 11 par la nouvelle possibilité MAILLE, en précisant que la partie de la maille (2, 2, 1) du réseau 10 contenant le volume 2 doit être redéfinie en un autre volume.

Attention : tous les volumes compris dans ce volume 2 (car écrasants) seront supprimés de la maille. Il est donc impératif que les volumes écrasant le volume 2 à supprimer soient totalement inclus dans

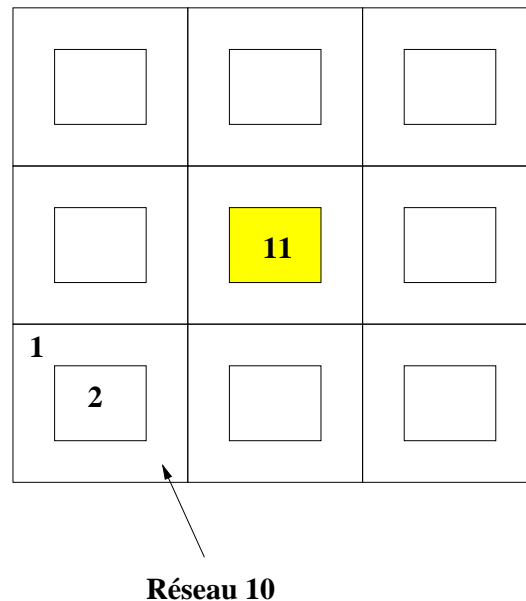


FIG. 7.18 – Redéfinition d'une maille

celui-ci. En particulier dans ce cas où 2 est redéfini, si 3 ECRASE 2 et 4 ECRASE 3, il faut **absolument** que 3 et 4 soient entièrement inclus dans 2 car ils seront totalement exclus (l'exclusion vérifie une règle de transitivité absolue).

Remplacement d'une maille d'un réseau


```

VOLU
  num(volu)
  MAILLE ni nj nk
    RESEAU num(réseau)
    REMPLACE num(volu-remplacé)
FINV

```

où

- num(volu) est le numéro du volume créé ;
- num(réseau) est le numéro du réseau dans lequel se fait le remplacement ;
- (ni,nj,nk) sont les indices de la maille pour laquelle se fait le remplacement ;
- num(volu-remplacé) est le numéro de volume contenu dans le réseau et qui sera remplacé par le volume MAILLE dans la maille (ni,nj,nk) précisée.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 76/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Ce volume remplace le volume V de numéro `num(volu-replacé)` ainsi que tous les volumes qui écrasent ce dernier. Il est donc impératif que les volumes écrasant (directement ou par transitivité) le volume V à supprimer soient totalement inclus dans V .

L'exemple de l'introduction correspond à la définition

```
VOLU 11 MAILLE 2 2 1
      RESEAU 10
      REPLACE 2
FINV
```

Remarque :


- Si le réseau sert de base à la construction d'un réseau de réseaux, il faut définir le volume remplaçant avant de reproduire le réseau. Le volume remplaçant est dupliqué lui aussi par l'opérateur réseau. Il faut néanmoins dans ce cas que soit le réseau soit la maille écrase explicitement un des volumes de la maille. Voir l'exemple en annexe.
- Si le volume remplacé écrasait d'autres volumes, il faut répéter ces écrasements dans la définition du nouveau volume remplaçant.

Limitation importante :

Comme précisé, il est possible de ne pas exclure la totalité de la maille, mais de n'en exclure qu'une partie. Toutefois, dès qu'un volume (et tous ceux qui l'écrasent) est excepté, il le sera pour **toutes** les mailles exceptées du réseau.

En particulier, *il n'est pas possible*, par exemple, d'exclure la totalité de la maille (2, 2, 2) tout en n'excluant qu'une partie de la maille (3, 3, 3).

Le fait qu'un volume doive être excepté est lié à ce volume, et non aux mailles qui le remplacent.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 77/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Remplacement d'une sous-maille d'un réseau de réseaux

L'idée est analogue à celle du remplacement des mailles mais concerne ici le cas des réseaux de réseaux.

```

VOLU
  num(volu)
  SOUS_MAILLE PROF prof
    RESEAU num(res,prof)
    VOLU num(prof)
    MAILLE ni nj nk
  ...
    RESEAU num(res,1)
    VOLU num(prof=1)
    MAILLE ni nj nk
FINV

```

où

- **num(volu)** est le numéro du volume en cours de définition ;
- **prof** est la profondeur du sous-réseau pour lequel a lieu le remplacement. **prof = 1** correspond au plus gros réseau, **prof = 2** au suivant, etc (voir exemple ci-dessous) ;
- **num(res,prof)** correspond au numéro du réseau contenant directement le volume à remplacer : il faut préciser le numéro **num(prof)** du volume de la maille de base à remplacer, ainsi que les indices des mailles ;
- **num(res,i)** correspond au numéro d'un réseau intermédiaire : il faut préciser le numéro **num(i)** du volume à remplacer, qui est **num(res,i-1)**, ainsi que les indices des mailles ;
- **num(res,1)** correspond au numéro du plus gros réseau

Contrairement à **MAILLE**, il faut ici remplacer toute la maille (pas seulement une partie).

Exemple : Supposons que 1000 soit un réseau $3 \times 3 \times 2$ du réseau 100, lui-même réseau $2 \times 2 \times 2$

de 10, qui est enfin un réseau $5 \times 4 \times 3$ du volume simple 1. Supposons aussi qu'un volume 2 écrase le volume 1 :

```
TYPE 1 BOITE 1 1 1
```


```
TYPE 2 BOITE 0.5 0.5 0.5
```

```
VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 FINV
```

```
VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 1 FINV
```

```
VOLU 10 RESC VOLU 1 5 4 3 FINV
```

```
VOLU 100 RESC VOLU 10 2 2 2 FINV
```


	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 78/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

VOLU 1000 RESC VOLU 100 3 3 2 FINV

Il y a trois niveaux de réseaux numérotés du plus gros au plus petit réseau :

- profondeur 1 : réseau 1000 constitué de $3 \times 3 \times 2 = 18$ mailles reproduisant 100 ;
- profondeur 2 : réseau 100 constitué de $2 \times 2 \times 2 = 8$ mailles reproduisant 10 ;
- profondeur 3 : réseau 10 constitué de $5 \times 4 \times 3 = 60$ mailles reproduisant 1 et 2.

Au total il y a $18 \times 8 \times 60$ reproductions de 1 et de 2.

Si on veut changer la sous-maille (2,1,1) de 100 pour la maille (3,2,1) de 1000 (profondeur **prof** = 2) par un volume **num(volu)**=102 (attention : cette sous-maille (2,2,1) est constituée de 60 mailles de 1 et 2) il faut indiquer réseau, volume à remplacer et mailles pour chaque niveau, autant de fois que la profondeur souhaitée.

La syntaxe est alors (du plus petit réseau au plus grand, *i.e.* dans l'ordre de leurs définitions) :

```
VOLU 102
  SOUS_MAILLE PROF 2
    RESEAU 100 VOLU 10 MAILLE 2 1 1
    RESEAU 1000 VOLU 100 MAILLE 3 2 1
FINV
```

Limitation :

La même limitation que celle de la définition par MAILLE s'applique : il est impossible de conserver une partie d'une maille pour certains indices, et d'en conserver une autre pour d'autres indices. Si MAILLE et SOUS_MAILLE sont utilisés en même temps la limitation de l'un s'étend à l'autre.

Remplacement d'une maille par EXCEPT et VOL_EXCEPT

Il est possible que l'utilisateur veuille :

- soit remplacer un ensemble de mailles par une même configuration ;
- soit remplacer un volume sans exclure les volumes qui l'écrasent (remplacement d'une gaine, exemple 7.10.7 page 84) ;
- soit remplacer un volume de type EQUA ou ROTATION.

Dans ces cas les remplacements par MAILLE ou SOUS_MAILLE sont, insuffisants dans le premier cas, mal adaptés dans le deuxième (il faut redéfinir les volumes écrasants) et impossibles dans le troisième.

Il est cependant possible de remédier à ces problèmes par EXCEPT et VOL_EXCEPT :

Grâce à la commande EXCEPT, il est possible d'exclure un même volume (ou un ensemble de volumes) pour plusieurs mailles. Cependant, si des mailles sont exceptées par EXCEPT il faut savoir quels volumes doivent être exceptés. Deux cas se présentent

- la redéfinition d'une maille s'opère par **MAILLE** ou **SOUS_MAILLE** : le volume à exclure est précisé lors de la construction du nouveau volume et les volumes écrasants sont exclus par transitivité ;
- ni **MAILLE** ni **SOUS_MAILLE** ne sont appelés ultérieurement : il faut alors préciser *lors de leur construction* les volumes à excepter par **VOL_EXCEPT** et les volumes écrasés ne sont pas automatiquement exceptés.

Remarque : Si un volume est défini par **MAILLE** ou **SOUS_MAILLE**, il ne faut pas le donner dans la liste des mailles exceptées (sinon les tests se feront 2 fois pour cette maille).

Limitations :

Les mêmes que pour **MAILLE** et **SOUS_MAILLE** : un volume marqué par **VOL_EXCEPT** sera systématiquement éliminé des mailles exceptées.

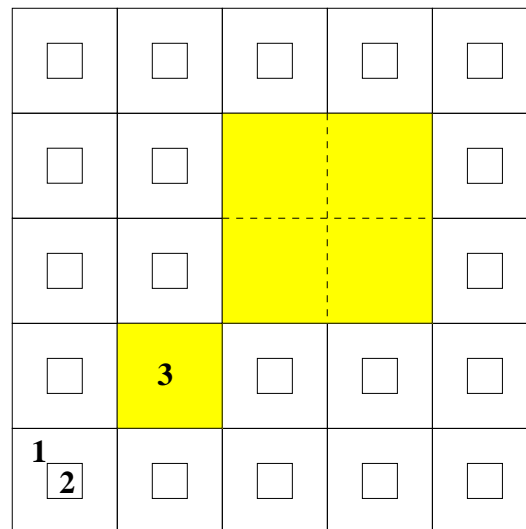
Exemples :

Cas 1

Cas de 2 réseaux imbriqués.

Soit un pavage $5 \times 5 \times 1$ (figure 7.19) : 20 mailles appartiennent au réseau 10 et 5 mailles au réseau 20.

En numérotant la maille en bas à gauche (1,1,1), les mailles de 20 sont (2,2,1), (3,3,1), (3,4,1), (4,3,1) et (4,4,1).





 : réseau 20

FIG. 7.19 – Réseau 10 (blanc) et 20 (grisé) sur un pavage $5 \times 5 \times 1$, coupe suivant *OXY*

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 80/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Le plus gros réseau (ici 10) va servir de base. On le définit par la répétition du volume 1 contenant le volume 2. Rappelons que par défaut la maille en bas à gauche est la maille (1,1,1).

Ensuite on excepte les mailles du réseau 20 (garder 20 mailles coûterait plus cher en temps de calcul que d'excepter 5 mailles). La maille (2,2,1) va être redéfinie par l'option MAILLE, les 5 mailles sont explicitement exclues du réseau 10.

On redéfinit la maille (2,2,1) (volume 3, qui remplace le volume 1). Elle va servir de maille de base du réseau 20.

On définit le réseau 20, qui ne conserve que 5 mailles (la maille de base fait partie de la liste). Rappelons que par défaut, lors de la construction d'un réseau, cette maille est numérotée (1,1,1) : il serait donc possible de définir le réseau 20 en construisant un réseau $3 \times 3 \times 1$ dont 3 serait la maille de base (1,1,1) et dont on ne conserverait que les mailles (1,1,1), (2,2,1), (2,3,1), (3,2,1) et (3,3,1).

Pour simplifier la numérotation et la construction du réseau 20, il est toutefois plus judicieux de le définir comme un réseau $5 \times 5 \times 1$ dont 3 serait la maille de base mais considérée comme la maille (2,2,1) (grâce à l'option BASE). Dans ce cas les indices des 2 réseaux 10 et 20 coïncident et les mailles à garder ont alors les mêmes indices que celles supprimées dans 10.

```
TYPE 1 BOITE 2 2 2
```

```
TYPE 2 BOITE 1 1 1
```

```
VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 FINV
```

```
VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 1 FINV
```

```
VOLU 10 RESC VOLU 1 5 5 1
```

```
    EXCEPT 5
```

```
        2 2 1
```

```
        3 3 1
```

```
        3 4 1
```

```
        4 3 1
```

```
        4 4 1
```

```
FINV
```

```
VOLU 3 MAILLE 2 2 1 RESEAU 10
```

```
    REMPLACE 1
```

```
FINV
```

```
VOLU 20 RESC VOLU 3 5 5 1
```

```
    BASE 2 2 1
```

```
    GARDE 5
```

```
        2 2 1
```

```
        3 3 1
```

```
        3 4 1
```

```
        4 3 1
```

4 4 1


























FINV


Cas 2

Supposons maintenant que ce ne soit plus la totalité de la maille qu'il faille remplacer mais seulement le volume 2. Avec VOL_EXCEPT il est possible de s'affranchir des lois de transitivité de MAILLE. Dans ce cas, il faut

- préciser par VOL_EXCEPT que le volume 2 est à remplacer ;
- créer un volume fictif 12, de même taille que le volume 1, et qui "occupe" la place de la maille (2,2,1). Ce volume va servir de base au réseau : en effet, les vecteurs de translation pour le réseau doivent avoir les dimensions du pas du premier réseau ;
- utiliser V_ORIGIN pour placer le volume 3 par rapport au centre du volume 12 et préciser que le volume 3 l'écrase : ceci permet, d'après les lois de transitivité, de dire que 3 est dans la maille fictive et de le traduire ;
- créer un réseau à partir de la boîte fictive 12.


Signalons que la possibilité de créer un réseau à partir d'une maille fictive existe uniquement parce que les frontières de 12 coïncident avec des frontières déjà existantes. Si le réseau 10 n'existait pas la construction serait illicite.

 : réseau 20

TYPE 1 BOITE 2 2 2
TYPE 2 BOITE 1 1 1

VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 FINV

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 82/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 1 VOL_EXCEPT FINV

VOLU 10 RESC VOLU 1 5 5 1

EXCEPT 5

2 2 1

3 3 1

3 4 1

4 3 1

4 4 1

FINV

VOLU 12 COMBI 1 0 0 0

M_ORIGIN 2 2 1

RESEAU 10 FICTIF

FINV

VOLU 3 COMBI 2 0 0 0

V_ORIGIN 12

ECRASE 1 12

FINV

VOLU 20 RESC VOLU 12 5 5 1

BASE 2 2 1

GARDE 5

2 2 1

3 3 1

3 4 1

4 3 1

4 4 1

FINV

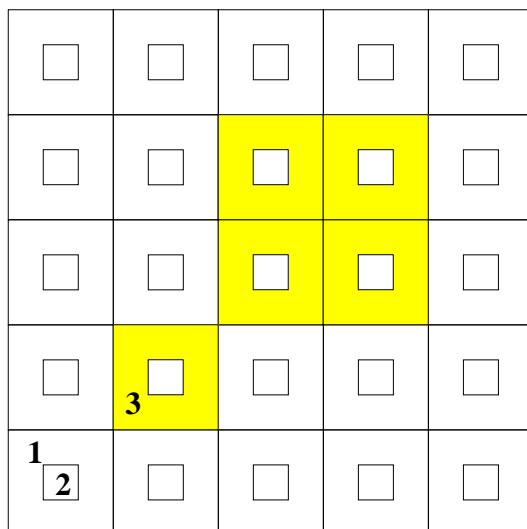
Cas 3


Supposons maintenant que ce soit seulement le volume 1 et non plus 2 qu'il faille remplacer. Dans ce cas, il faut

- préciser par VOL_EXCEPT que le volume 1 est à remplacer ;
- excepter également les mailles où le volume 1 va être remplacé ;
- créer un volume fictif 12 de la taille du volume 2 et centré dans la maille (2,2,1),
- créer un volume 3, de même taille que le volume 1, et amputé de 12. (Il n'est pas possible d'utiliser 12 ECRASE 1, car l'amputation se ferait après la définition de 3 donc après ses tests de recouvrement : 10 et 3 ne seraient pas alors d'intersection nulle.) ;
- créer un réseau 20 à partir de la boîte 3.



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4



 : réseau 20

TYPE 1 BOITE 2 2 2
TYPE 2 BOITE 1 1 1

VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 VOL_EXCEPT FINV
VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 1 FINV

VOLU 10 RESC VOLU 1 5 5 1
EXCEPT 5
2 2 1
3 3 1
3 4 1
4 3 1
4 4 1

FINV

VOLU 12 COMBI 2 0 0 0
M_ORIGIN 2 2 1
RESEAU 10 FICTIF

FINV

VOLU 3 COMBI 1 0 0 0
VMOINS 1 12
V_ORIGIN 12

FINV

```

VOLU 20 RESC VOLU 3 5 5 1
      BASE 2 2 1
      GARDE 5
            2 2 1
            3 3 1
            3 4 1
            4 3 1
            4 4 1

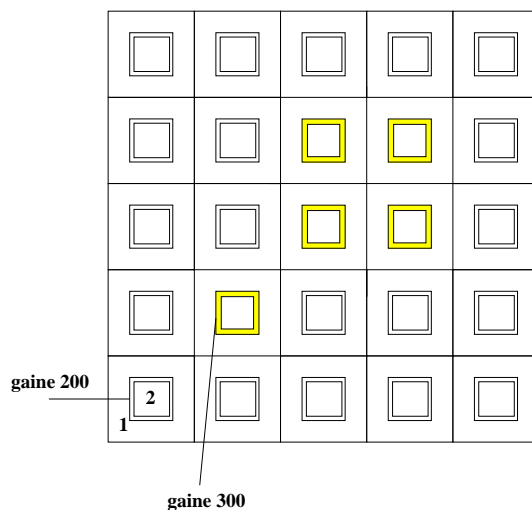
FINV

```

Cas 4

Supposons maintenant que le volume 2 ait une gaine 200 qu'il faille remplacer par une gaine 300. Dans ce cas, il faut

- préciser par VOL_EXCEPT que le volume 200, est à remplacer,
- excepter également la maille (2,2,1) du réseau 10 ;
- créer un volume fictif 22 de la taille du volume 2 et centré dans la maille (2,2,1) ;
- créer un volume fictif 12 de la taille du volume 1 et centré dans la maille (2,2,1) ;
- créer un volume 300, de même taille que le volume 200, amputé de 22, et écrasant 12 (pour être translaté) ;
- créer un réseau à partir de la boîte fictive 12.



```

TYPE 1 BOITE 2 2 2
TYPE 2 BOITE 1 1 1
TYPE 200 BOITE 1.1 1.1 1.1

```



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

```
VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 FINV
VOLU 200 COMBI 200 0 0 0 ECRASE 1 1 VOL_EXCEPT FINV
VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 200 FINV
```

```
VOLU 10 RESC VOLU 1 5 5 1
      EXCEPT 5
            2 2 1
            3 3 1
            3 4 1
            4 3 1
            4 4 1
```

FINV

```
VOLU 22 COMBI 2 0 0 0
      M_ORIGIN 2 2 1
      RESEAU 10
```

FICTIF
FINV

```
VOLU 12 COMBI 1 0 0 0
      V_ORIGIN 22
```


FICTIF
FINV

```
VOLU 300 COMBI 200 0 0 0
      V_ORIGIN 12
      ECRASE 1 12
      VMOINS 1 22
```

FINV

```
VOLU 20 RESC VOLU 12 5 5 1
      BASE 2 2 1
      GARDE 5
            2 2 1
            3 3 1
            3 4 1
            4 3 1
            4 4 1
```

FINV

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 86/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

7.10.8 L'astuce des mailles fictives

Il faut rappeler qu'un réseau de mailles fictives ne peut être utilisé pour créer des volumes que dans des cas très particuliers (exemple du Cas 2 des pages précédentes).

Il est toutefois possible d'utiliser de tels réseaux pour s'affranchir de calculs pénibles.

Dans le cas de dispositions hexagonales, quand les prismes ne sont pas contigus, les opérateurs de réseau perdent leur efficacité (il faut éliminer trop de mailles). Calculer la position des centres est cependant bien peu agréable. C'est pourquoi la solution suivante permet de faciliter la construction :

1. créer un volume fictif avec taille et position de la cellule du réseau ;
2. créer un réseau à partir de cette maille fictive ;
3. disposer les volumes avec l'option **M_ORIGIN**, par rapport à ce réseau.

C'est ainsi le code qui calculera les coordonnées des centres.

7.11 Copies de volumes

Il arrive que des motifs entiers soient identiques lors d'une description géométrique. Si ces motifs ne sont pas jointifs, s'ils ne sont pas nombreux, ou si des scores surfaciques sont demandés, la solution des réseaux n'est pas appropriée. Afin d'éviter à l'utilisateur d'effectuer des opérations de copier/coller dans le jeu de données (avec les erreurs qui peuvent se produire), une nouvelle option est désormais disponible, celle de la copie d'un ensemble de volumes, contenu dans un volume donné.

La syntaxe est :

```

COPY
  num(volu-à-copier)
    X Y Z
  PLUS
  incrément
...
FINC


```

avec

- **num(volu-à-copier)** le numéro du volume à copier (tous les volumes inclus seront aussi copiés) ;
- **incrément** l'incrément qui permet d'associer un numéro aux nouveaux volumes : si le volume à copier a pour numéro 10 et qu'il contient le volume 12, et que l'incrément vaut 100, alors les volumes dupliqués auront pour numéros 110 et 112 ;
- **X Y Z** le centre du volume copié dans le repere de la géometrie. Remarque : pour un cône c'est le sommet et non le centre.

Restrictions :

Actuellement seuls les volumes combinatoires (classiques ou issus de rotation, mais pas les réseaux) peuvent être recopiés. Ils ne doivent pas contenir de volume surfacique ou de réseau.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 87/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

7.12 Visualisations graphiques

7.12.1 Choix des couleurs

Par défaut, les couleurs du graphique sont déterminées par le code. Celles-ci étant en nombre limité, il se peut que deux régions adjacentes aient la même couleur. Pour remédier à cet inconvénient, et également pour pouvoir effectuer des visualisations pour lesquelles les couleurs sont liées à la composition, l'utilisateur peut affecter lui-même les couleurs aux volumes par la directive **COLOR**.

```

COLOR
  nb(couleurs)
  <COULEUR(1)> nb(volu)
    volu(1)...volu(n)
  ...
  <COULEUR(N)> nb(volu)
    volu(1)...volu(n)

```

où :

- **nbcouleurs** est le nombre de couleurs retenues.
- **<COULEUR(i)>** est à prendre parmi les possibilités suivantes : BLACK, BLUE, BROWN, CORAL, CYAN, GOLD, GRAY, GREY, GREEN, MAGENTA, NAVY, ORANGE, PINK, PLUM, RED, SALMON, VIOLET, WHITE, YELLOW.

Chaque nom de couleur est suivi du nombre de volumes correspondant et de leur liste.

Remarque : la syntaxe est identique à celle de la directive **GEOMCOMP**, qui décrit les associations compositions-volumes. Pour une association des couleurs par composition, il suffit de dupliquer la directive **GEOMCOMP** et de remplacer les noms des compositions par les noms de couleur.


7.12.2 Demande de coupe

La directive permettant la visualisation d'une ou plusieurs coupes de la géométrie est appelée par le mot-clé **GRAF**.

La commande de **GRAF** s'exécute désormais juste après son appel. Demander **GRAF** entre deux définitions de volumes conduit à la visualisation d'une étape de construction de la géométrie, les définitions de volumes suivant l'appel de **GRAF** n'étant plus incluses. On peut ainsi, dans un même jeu de données, demander des coupes sous plusieurs angles ou à plusieurs étapes.

Il est possible de sauvegarder la visualisation dans un fichier PostScript, encapsulé ou non.

La syntaxe est alors :

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 88/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

GRAF

P_x P_y P_z
U_x U_y U_z
V_x V_y V_z
Lu Lv
Flag

On visualise une coupe dans un plan contenant le point $P = (P_x, P_y, P_z)$ et défini par les deux vecteurs $\mathbf{U} = (U_x, U_y, U_z)$ et $\mathbf{V} = (V_x, V_y, V_z)$.

La fenêtre est donnée par le point P (en bas, à gauche), la longueur L_u suivant \mathbf{U} et L_v suivant \mathbf{V} .

Flag vaut :

- 0 si on ne veut pas de fichier PostScript ;
- 1 si on veut un fichier PostScript avec légende dans le dessin ;
- 2 si on veut un fichier PostScript sans légende ;
- 3 si on veut un fichier PostScript encapsulé avec légende ;
- 4 si on veut un fichier PostScript encapsulé sans légende.

Les fichiers PostScript ont pour nom “**graphicN.ps**”, les PostScript encapsulés “**graphicN.eps**” (incorporable dans des traitements de texte), N étant le numéro du graphique. Ils sont numérotés dans l'ordre d'appel.

Une fois la visualisation terminée il faut taper sur la touche «ENTER» pour continuer. Pour arrêter le calcul à cet endroit, il suffit de fermer la fenêtre graphique. Ceci permet de ne pas générer de «core» si par exemple la suite des données est absente.

Remarque : La géométrie est visualisée grâce aux fonctions (calculs de position, de distance) qui interviennent dans la poursuite des particules. Le balayage se fait par ligne parallèle à l'axe \mathbf{U} .

Comme lors du calcul, une particule qui sort de la géométrie ne peut plus y rentrer. Par conséquent, si la géométrie est non convexe (ce qui est anormal) la visualisation peut “couper” un volume.

Sur l'exemple de la figure 7.20, le balayage de la ligne L (de gauche à droite) se fait comme suit :

- calcul du point d'entrée $P(0)$, détermination du volume d'entrée (ici 1) ;
- calcul du point de sortie $P(1)$ du volume 1 ;
- détermination du nouveau volume (ici 2) ;
- calcul du point de sortie $P(2)$ du volume 2 ;
- détermination du nouveau volume, ici *sortie de la géométrie* ;
- passage au balayage de la ligne suivante.

Ainsi, le volume 3 *n'est pas rencontré*. En revanche, il l'est sur la ligne L' , car il n'y a pas de “trou” sur le balayage de la ligne.

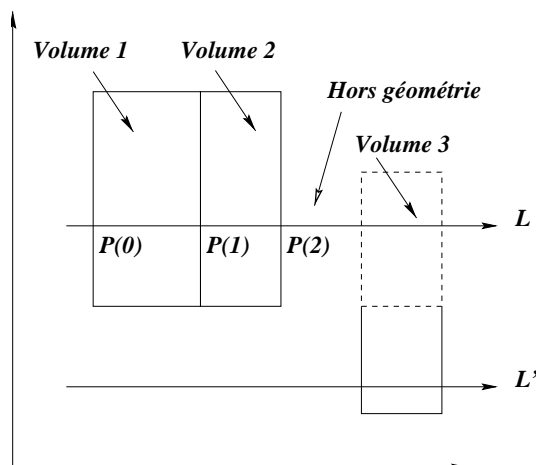


FIG. 7.20 – Problème d'une géométrie non convexe. Partie non visualisée en pointillés

7.13 Test de la géométrie combinatoire

Il est possible de régler le nombre de points générés lors des tests de non-recouvrement des volumes combinatoires. Le mot-clé est "TEST_GENERATED_POINTS n" (par défaut n vaut 200 si le mot-clé n'apparaît pas). Il peut se placer soit :

- une seule fois en début de géométrie (après la directive TITRE)
- autant de fois que nécessaire dans la directive GEOMETRIE , en précédant un mot-clé VOLU (pour chaque volume combinatoire, le nombre de points générés se rapportera au dernier TEST_GENERATED_POINTS placé en amont).

7.14 Influence de l'entrée des données sur le temps de calcul

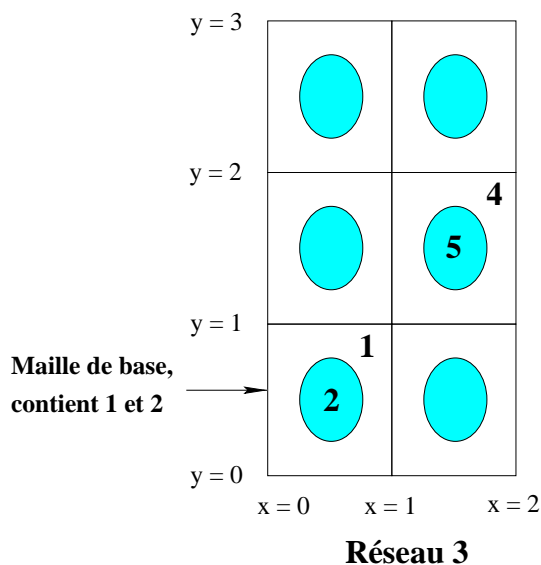
Le temps de calcul lors de la simulation (et pas seulement lors de la vérification des données) est fonction du nombre d'opérateurs (ECRASE, UNION, etc.). Une géométrie entrée sous forme combinatoire peut par conséquent être pénalisée en temps par rapport à une géométrie surfacique.

Il faut donc trouver le compromis entre le temps nécessaire à l'utilisateur pour décrire sa géométrie, qui peut être plus long (et sans les garde-fous de la description combinatoire) pour le choix surfacique et le temps de calcul qui sera plus long en combinatoire.

D'autre part il convient d'éviter les opérateurs quand ils sont superflus : ne pas écraser un volume quand on peut bénéficier de la transitivité ou quand l'intersection est vide, ne pas faire d'unions pour rien.

Un cas important qui relève de cette remarque est celui d'une géométrie à base de réseau. L'utilisateur peut vouloir calculer un courant ou un flux surfacique ou un taux de réaction surfacique dans

une partie du réseau. On peut penser à écraser la partie concernée (grisée sur le schéma) par un ou plusieurs autres volumes qui peuvent alors être distingués.



Exemple : Dans le dessin ci-dessus, correspondant à la séquence

```
TYPE 1 BOITE 2 1 1
```

```
VOLU 1 COMBI 1 1 0.5 0 FINV
```

```
TYPE 2 SPHERE 0.4
```

```
VOLU 2 COMBI 2 1 0.5 0 ECRASE 1 1 FINV
```

```
VOLU 3 RESC VOLU 1 2 3 1
```

```
FINV
```

```
VOLU 4 COMBI 1 3 1.5 0 ECRASE 1 3 FINV
```

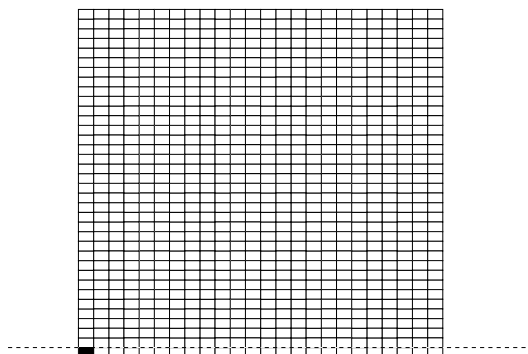
```
VOLU 5 COMBI 2 3 1.5 0 ECRASE 2 3 4 FINV
```

on pourra demander un flux entre les volumes 4 et 5 (voir le chapitre sur les scores).

Il est néanmoins possible désormais de redéfinir des mailles ou des parties de mailles sans avoir recours aux écrasements. C'est cette option (redéfinition de mailles qui doit être privilégiée).

Il faut éviter d'utiliser ECRASE sur un grand réseau.


Le temps de calcul dépend des opérateurs, et ici, pour chaque point du réseau le code va tester que la partie concernée n'est pas écrasée par d'autres volumes. La perte de temps est grande si beaucoup de points sont concernés. **En cas d'écrasements il faut essayer de scinder le réseau et de définir plusieurs réseaux** : des réseaux qui vont être écrasés et des réseaux jamais écrasés. De cette façon ces derniers ne seront pas ralentis par des tests d'écrasement inutiles.



L'exemple de la figure ci-dessus (on se limite pour simplifier à deux dimensions : 24x36 mailles), pour lequel on veut les résultats dans la maille (1,1) est un cas extrême. Plutôt qu'un réseau total écrasé en une maille, il vaut mieux décrire cette maille (1,1) à part, plus un réseau 1x23 (la première ligne moins la maille noircie) avec les mailles de (2,1) à (24,1) et un réseau 23x36 (au-dessus des pointillés) de la maille (2,1) à la maille (24,36). On évite tout opérateur **ECRASE**.

Bien entendu, on ne peut pas éviter en règle générale les **ECRASE** sans perdre une grande partie de la puissance de **RESC**, mais il faut chercher dans la mesure du possible à limiter les opérateurs sur un réseau (en particulier ne pas utiliser trop souvent **INTE** ou **VMOINS** pour les limites d'un réseau complet si l'on peut conserver la partie centrale en un réseau «pur» et ne limiter que la périphérie avec un deuxième réseau).

Enfin il faut remarquer un trait commun entre les géométries combinatoires et surfaciques. Le cout du calcul est fonction du nombre de voisins potentiels des volumes. A titre d'exemple supposons qu'on décrive naïvement un coeur de réacteur en surfacique. Cela donne un cylindre pour la cuve puis des dizaines de milliers de cylindres pour chaque cellule (3 cylindres par cellule). Un neutron de déplaçant dans le modérateur peut alors rencontrer chaque cellule sur son trajet et provoquer ainsi dans le code des dizaines de milliers de calculs d'intesection pour rien (car la probabilité qu'a un neutron de voir une cellule à plus d'un assemblage de distance est très faible). Le cout du calcul serait équivalent à celui obtenu avec une géometrie combinatoire ou chaque cellule ecraserait la cuve

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 92/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Définition de géométrie surfacique pour l'exemple criticité du chapitre 5

GEOMETRIE

TITRE Configuration criticality chap 5 surfacique

SURF 1 PLANZ 0.
 SURF 2 PLANZ 60.
 SURF 3 PLANZ 185.
 SURF 4 PLANZ 185.3
 SURF 5 PLANZ 213.84
 SURF 6 PLANZ 284.2
 SURF 7 PLANZ 284.8
 SURF 8 PLANZ 300.

SURF 9 CYLZ -15.1 0. 14.55
 SURF 10 CYLZ -15.1 0. 14.85
 SURF 11 CYLZ 15.1 0. 14.55
 SURF 12 CYLZ 15.1 0. 14.85

SURF 13 PLANX -150.
 SURF 14 PLANX 150.
 SURF 15 PLANY -150.
 SURF 16 PLANY 150.

VOLU 11 EQUA PLUS 3 2 13 15 MOINS 3 3 14 16 FICTIF FINV
 VOLU 12 EQUA PLUS 3 7 13 15 MOINS 3 8 14 16 FICTIF FINV
 VOLU 1 EQUA PLUS 5 10 12 3 13 15 MOINS 3 7 14 16
 UNION 2 11 12

FINV


VOLU 2 EQUA PLUS 3 1 13 15 MOINS 3 2 14 16 FINV

VOLU 31 EQUA PLUS 1 3 MOINS 2 4 10 FICTIF FINV
 VOLU 32 EQUA PLUS 2 4 9 MOINS 2 6 10 FICTIF FINV
 VOLU 3 EQUA PLUS 1 6 MOINS 2 10 7
 UNION 2 31 32

FINV

VOLU 4 EQUA PLUS 1 5 MOINS 2 6 9 FINV
 VOLU 5 EQUA PLUS 1 4 MOINS 2 9 5 FINV

VOLU 61 EQUA PLUS 1 3 MOINS 2 4 12 FICTIF FINV
 VOLU 62 EQUA PLUS 2 4 11 MOINS 2 6 12 FICTIF FINV

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 93/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```
VOLU 6 EQUA PLUS 1 6 MOINS 2 12 7
                                UNION 2 61 62
FINV
```

```
VOLU 7 EQUA PLUS 1 5 MOINS 2 6 11 FINV
VOLU 8 EQUA PLUS 1 4 MOINS 2 11 5 FINV
```

```
COMMENT
coupe xz x de -160 a 160 et z de -10 a 310 dans le plan y=0
pas de fichier Postscript généré
COMMENT
GRAF
    -160. -10. 0.
    1 0 0
    0 0 1
    320. 320.
    0
```

```
FINGEOM
```

Remarque : grâce à l'opérateur UNION on a pu regrouper 11, 12 et 13 en un volume 1, 31, 32 et 33 en un volume 3 et enfin 61, 62 et 64 en un volume 6. On aurait pu laisser ces volumes non regroupés, ceci est non seulement intéressant pour un courant ou un flux surfacique (la surface est en effet définie comme la limite entre deux volumes), mais surtout **cette union «pour rien» va pénaliser le temps de calcul**. Dans le cas présent nous gardons cette union pour avoir les mêmes numéros de volumes que lors de la définition combinatoire et pour donner un exemple d'union.

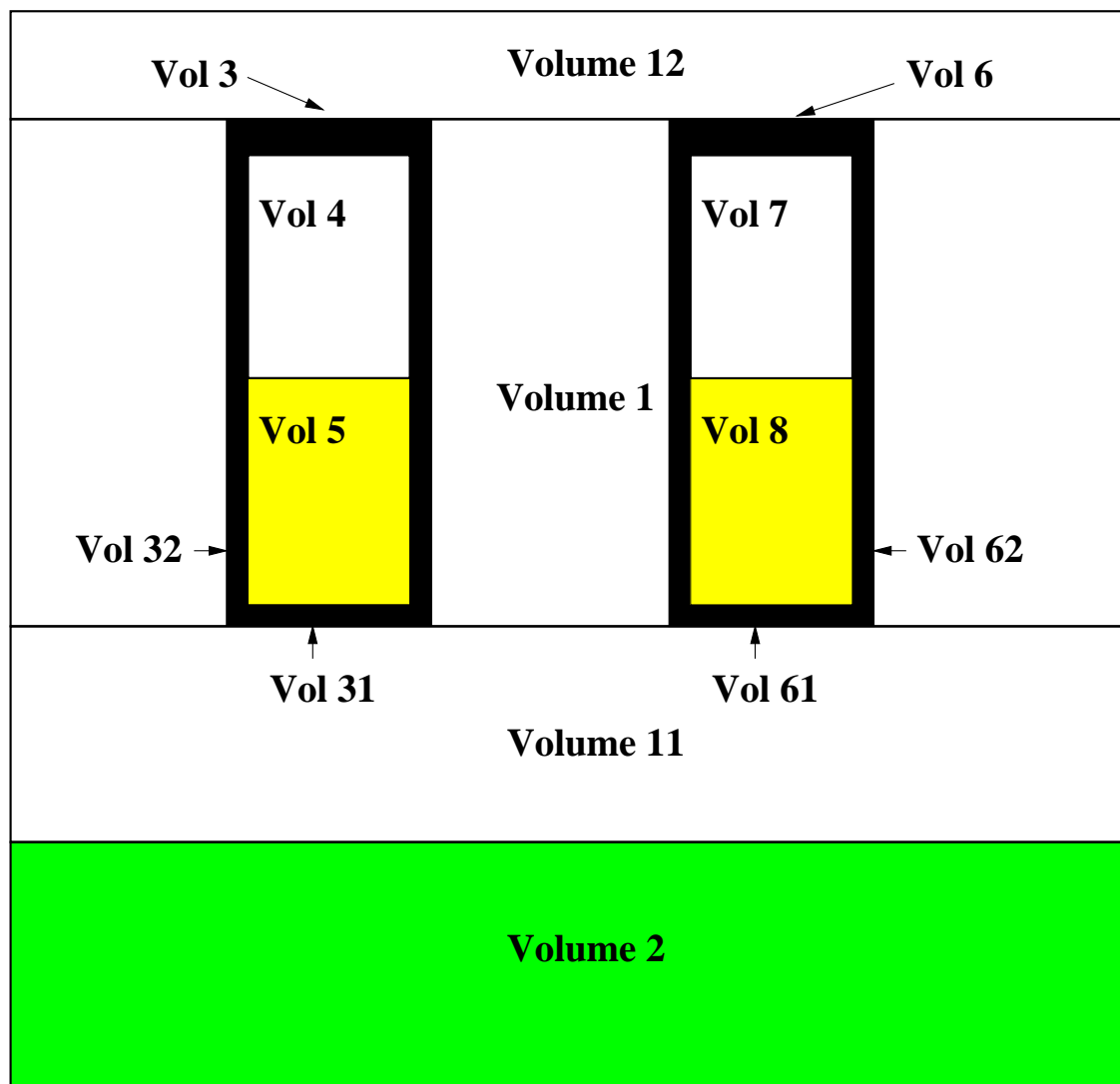


FIG. 7.21 – Géométrie surfacique



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Définition de géométrie combinatoire pour l'exemple criticité du chapitre 5

GEOMETRIE

TITRE Configuration criticality chap 5 combinatoire

TYPE 1 BOITE 300 300 300

TYPE 2 CYLZ 14.85 49.90

TYPE 3 CYLZ 14.55 35.18

TYPE 4 CYLZ 14.55 14.27

TYPE 5 BOITE 300 300 60

COMMENT

cote z=0 en bas de la geometrie

COMMENT

VOLU 1 COMBI 1 0 0 150 FINV

COMMENT

le volume de beton

COMMENT

VOLU 2 COMBI 5 0 0 30

ECRASE 1 1

FINV

COMMENT

un récipient : 3 cylindres

COMMENT

VOLU 3 COMBI 2 -15.1 0 234.75

ECRASE 1 1

FINV

VOLU 4 COMBI 3 -15.1 0 249.02

ECRASE 1 3

FINV

VOLU 5 COMBI 4 -15.1 0 199.57

ECRASE 1 3

FINV

COMMENT

l'autre récipient : 3 cylindres

COMMENT

VOLU 6 COMBI 2 15.1 0 234.75

ECRASE 1 1

FINV

VOLU 7 COMBI 3 15.1 0 249.02

ECRASE 1 6



DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY

Page : 96/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

FINV

VOLU 8 COMBI 4 15.1 0 199.57

ECRASE 1 6

FINV

COMMENT

coupe xz x de -160 a 160 et z de -10 a 310 dans le plan y=0

pas de fichier Postscript genere

COMMENT

GRAF

-160. -10. 0.

1 0 0

0 0 1

320. 320.

0

FINGEOM

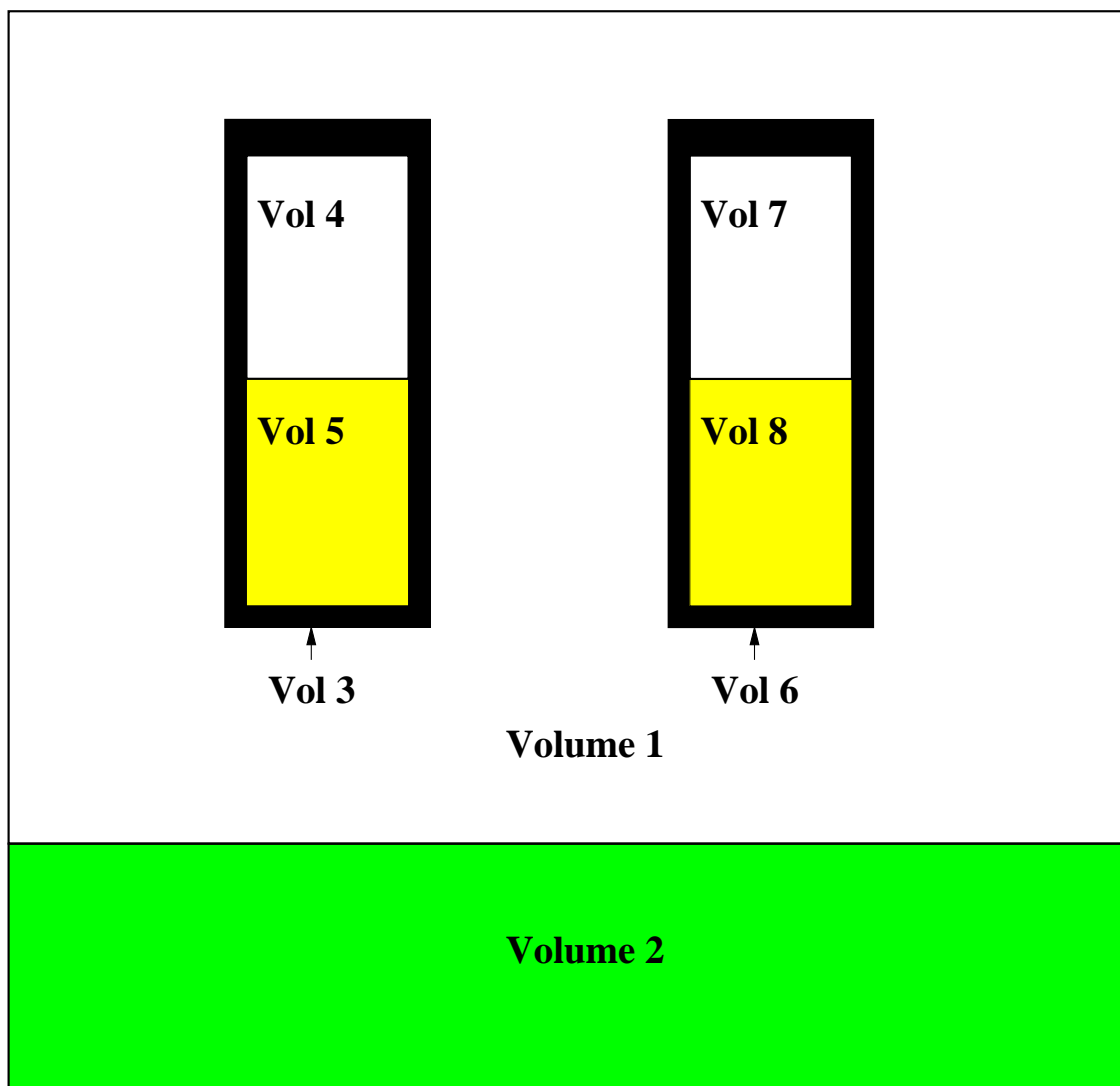


FIG. 7.22 – Géométrie combinatoire




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 98/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 99/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 8

LA DIRECTIVE VOLSURF

Afin d'avoir des flux ou des taux de réaction calculés par unités de volumes il faut :

- soit demander dans l'option **CALCUL** d'affecter aux volumes les valeurs calculées par le code TRIPOLI-4 ;
- soit préciser les valeurs des volumes dans la directive **VOLSURF**.

Afin d'avoir des flux ou des courants calculés par unités de surfaces il faut les préciser dans **VOLSURF** (TRIPOLI-4 ne sait pas calculer les surfaces). Une surface est déterminée par deux volumes (voir les conventions dans **SCORE** au chapitre concerné).


```

VOLSURF
*      SURFACE  nb(surfaces)
           numvol1(1)  numvol2(1)  surface(1)
           ...
           numvol1(n)  numvol2(n)  surface(n)
*      VOLU  nb(volumes)
           numvol(1) volume(1)
           ...
           numvol(n) volume(n)
FIN_VOLSURF

```


où

- **nb(surfaces)** est le nombre de surfaces pour lesquelles on fixe la valeur en cm². (Sinon elle est à 1 cm² par défaut) ;
- **numvol₁(i) numvol₂(i) surface(i)** signifie que la valeur **surface(i)** est affectée à la surface définie par les volumes de numéros **numvol₁(i)** et **numvol₂(i)** ;
- **nb(volumes)** est le nombre de volumes pour lesquels on fixe la valeur en cm³. (Sinon elle est à 1 cm³ par défaut) ;

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 100/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

– `numvol(i)` `volume(i)` signifie que la valeur `volume(i)` est affectée au volume de numéro `numvol(i)`.

On peut ne donner que des surfaces ou que des volumes.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 101/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 9

CONDITIONS AUX LIMITES

9.1 La description des conditions aux limites

Les conditions aux limites correspondent à un traitement spécial du tirage du parcours à la traversée des faces frontières d'un volume dans le sens de la sortie du volume. Elles sont donc associées à des couples (volume, face ou surface délimitant le volume). Certaines conditions ne sont pas encore permises (voir le tableau 9.1).

Les types de conditions limites possibles sont :

9.1.1 Fuite

Les particules sont abandonnées après avoir traversé la surface (option par défaut).

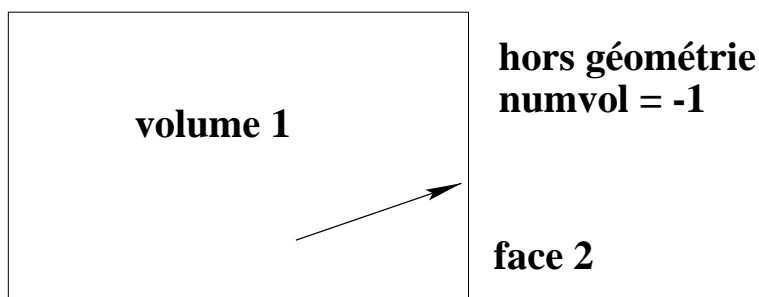



FIG. 9.1 – Fuite

Par défaut la particule qui est dans le volume 1 et qui rencontre la surface 2 (limite de la géométrie, que nous avons indiqué par la numérotation -1 du volume voisin) va disparaître.

9.1.2 Réflexion

Ceci correspond à une réflexion optique sur une face d'un volume (voir la figure 9.2).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 102/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

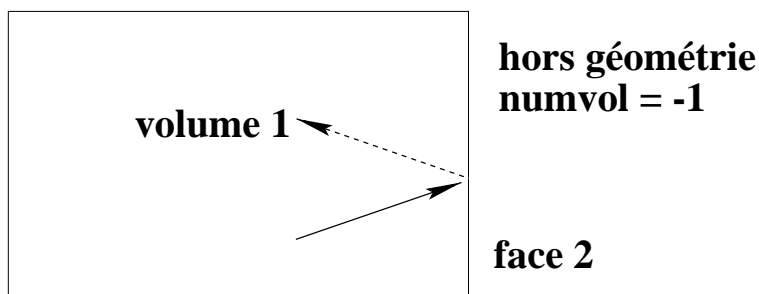


FIG. 9.2 – Réflexion

9.1.3 Translation

Cette condition limite est applicable à un volume combinatoire de forme BOITE, PARALLELEPIPEDE, HEXAX, HEXAY, HEXAZ, CYLX, CYLY, CYLZ ou CYL.

Notons (M, Ω) le couple (position, direction) d'une particule étant sur une face f de la boîte. L'application de translation transforme le couple (M, Ω) en (M', Ω) où M' est le point correspondant à M sur la face opposée à f de la boîte. On opère bien une translation de vecteur $\mathbf{MM'}$ constant, parallèle à une arête et de même longueur.

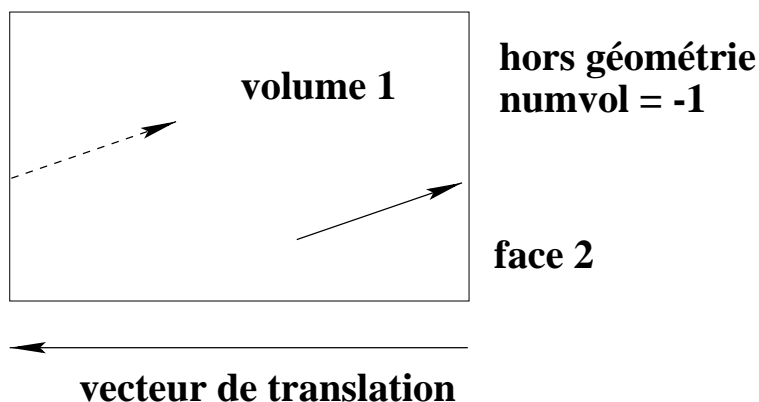


FIG. 9.3 – Translation

Pour un cylindre c'est la même chose mais il faut être sur une des 2 bases. On se retrouve alors sur l'autre, la translation se faisant parallèlement à l'axe du cylindre.

9.1.4 Cosinus

Cette condition limite permet (pour certains volumes) de simuler un courant entrant isotrope dans un volume. Pour une particule quittant un volume au point M , avec une direction Ω par une face affectée de cette condition limite, la particule est réémise en ce même point M , avec une direction Ω' , la direction Ω' faisant un angle avec la normale (orientée vers l'intérieur) dont le cosinus suit une loi

uniforme.

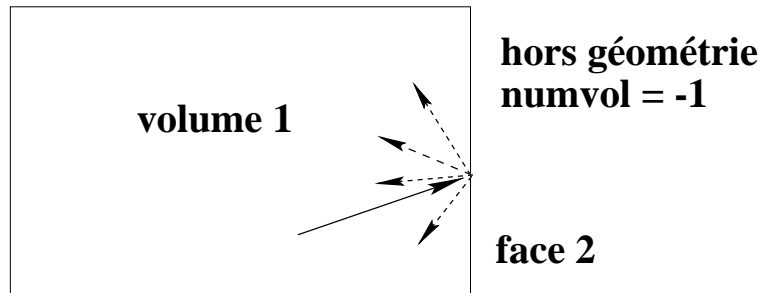


FIG. 9.4 – Réflexion cosinus

9.2 La séquence des instructions

On définit des conditions aux limites à l'aide du mot-clé **LIMIT** suivi du nombre de faces de la géométrie présentant des conditions aux limites autres que la fuite qui est la condition limite par défaut. Pour chaque face, on donne le numéro du volume, le nom de la condition limite et enfin un numéro identifiant la face. Une condition aux limites (autre que la fuite) doit se faire sur une surface intègre.

La séquence d'instructions des conditions limites est la suivante :

```

LIMIT
  nb(conditions)
    num(vol1) <TYPE_CONDITION> num(face1)
    ...
    num(voln) <TYPE_CONDITION> num(facen)
FIN_LIMIT


```

<TYPE_CONDITION> prend les valeurs : REFLECTION, TRANSLATION ou COSINUS.

* Si le volume est défini par **équations**, le numéro de la face est le numéro de la surface donné dans la définition du volume.

* Si le volume est de type **combinatoire pur** (i.e. non modifié par un autre volume au moyen d'opérateurs), le numéro de la face repose sur une convention de numérotation des faces des volumes de chaque forme. Les conventions de numérotation sont alors :

- pour les volumes à une face (sphère, tore), le numéro de face est 1 ;

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 104/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- pour les cônes, le numéro de la base est 1, celui de la nappe 2 ;
- pour les cylindres d'axe **u** la face de cote minimale a le numéro 1, la face de cote maximale a le numéro 2 et la nappe a le numéro de face 3 ;
- pour les boîtes, les faces sont numérotées de 1 à 6 dans l'ordre -x, +x, -y, +y, -z, +z ;
- pour les parallélépipèdes, les faces sont numérotées de 1 à 6 dans l'ordre -u, +u, -v, +v, -w, +w, pour **u**, **v** et **w** les trois axes du parallélépipède ;
- pour les prismes hexagonaux, les faces sont numérotées de 1 à 8. Les faces orthogonales à l'axe du prisme sont numérotées 7 et 8 dans le sens croissant de l'axe *X*, *Y* ou *Z* selon le cas. Les autres numéros sont donnés sur le dessin pour un HEXAZ. Pour HEXAX et HEXAY il faut effectuer une permutation circulaire des axes.

Il est possible d'utiliser la possibilité **POSITION** dans la directive de géométrie pour s'assurer d'un numéro de surface associé à un point frontière (le numéro de la surface sera alors donné à l'utilisateur).

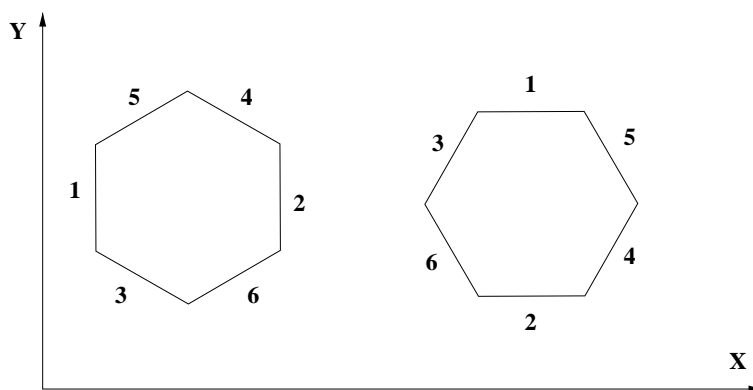


FIG. 9.5 – Numérotation des faces pour les hexagones HEXAZ d'angles $\theta = 0$ et $\theta = 90$

Si le volume est de type **combinatoire modifié** (par des opérateurs) il ne possède que les faces ou surfaces du volume pur, c'est à dire du volume non modifié par des opérateurs (écrasements ou autre) autre que rotation et réseau.

Attention : Si le volume est de type **réseau ou rotation**, il est désormais possible de définir de numéros de faces. Pour le réseau les conventions des définitions combinatoires sont reprises. Pour une rotation, les numéros correspondent aux conventions de numéros avant d'effectuer la rotation.

Une surface peut délimiter un grand nombre de volumes. Pour éviter de devoir écrire la liste des conditions pour tous les volumes décrits de façon surfacique et limités par cette surface, on peut alors utiliser le mot-clé **ALL** au lieu du numéro de volume. Le code cherchera tous les volumes contenant cette surface et leur affectera la condition adéquate.

VOLUME	FUITE(défaut)	RÉFLEXION	TRANSLATION	COSINUS
EQUA (pur)	oui	oui	non	oui
COMBI (pur)				
SPHERE	oui	oui	non	oui
BOITE	oui	oui	oui	oui
PARALLELEPIPEDE	oui	oui	oui	oui
HEXA[X,Y,Z]	oui	oui	oui	oui
CYL[X,Y,Z] CYL	oui	oui	oui (bases) non (nappe)	oui
CONE	oui	oui	non	oui
TORE	oui	oui	non	oui
RESC (pur)	oui	oui	non	oui
RESH (pur)	oui	oui	non	oui
ROTATION (pure)	oui	non	non	non

TAB. 9.1 – Tableau des conditions aux limites implémentées

9.3 Surfaces limites supplémentaires

Lorsque l'on veut décrire un quart ou un huitième d'assemblage, les surfaces sur lesquelles doivent se faire les réflexions (par exemple), ne sont pas des surfaces naturelles des volumes combinatoires. Pour obtenir le volume adéquat il faudrait utiliser des opérateurs d'évidement ou d'écrasement. Afin d'éviter cet inconvénient il est désormais possible d'utiliser pour les conditions aux limites des surfaces n'intervenant pas dans la définition d'un volume.

Dans ce cas il suffit de donner l'opposé du numéro de la surface (surface décrite dans la géométrie, comme les surfaces définissant un volume surfacique). Le code reconnaîtra une surface de numéro négatif comme une surface supplémentaire.

Il n'est pas possible de détecter cette surface par ALL REFLECTION ... par exemple.

Cas criticité chapitre 5

Dans le cas du calcul de criticité correspondant au chapitre 5 toutes les conditions aux limites sont des fuites : il n'y a pas de directive LIMIT.




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 106/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 107/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 10

LA DÉFINITION DES COMPOSITIONS

Cette directive est annoncée par le mot-clé **COMPOSITION**.

Une composition au sens TRIPOLI-4 est la donnée du type de sections efficaces utilisées dans le transport des particules pour la composition en question, de la température de la composition et du nom donné par l'utilisateur à cette composition. Des données particulières à chaque type de sections efficaces sont nécessaires ensuite.

Les types de sections efficaces actuellement disponibles sur TRIPOLI-4 sont :

- les sections ponctuelles issues d'une évaluation au format ENDF ;
- les sections multigroupes et homogénéisées (actuellement celles autoprotégées d'APOLLO2 [29] au format APOTRIM et celles calculées par TRIPOLI-4 après une demande d'homogénéisation).

Les températures peuvent être quelconques à la seule condition de l'existence des fichiers de sections efficaces associées.

Les noms des compositions sont quelconques et laissés au libre choix des utilisateurs.

La syntaxe générale de définition des compositions est la suivante :

```

COMPOSITION
  nb(compositions)
*      FILE
        température nom(compo)
        nom-fichier
*      PUNCTUAL
        température nom(compo)
        Données de composition
...
*      DENSITY
        température nom(compo)
        Données de composition
...
*      MULTIGROUP_HOMOGENE
        température nom(compo)
        Données de composition
...
FIN_COMPOSITION

```

où :

- **FILE** signale que la définition du matériau se trouve dans le fichier de nom **nom-fichier**, avec le chemin éventuel. Un tel fichier contient une liste de matériaux dans les formats acceptés par TRIPOLI-4. La syntaxe d'un tel fichier est celle de la directive **COMPOSITION**, sans les mots-clés initial et final **COMPOSITION-FIN_COMPOSITION**, sans indication du nombre de compositions **nb(compositions)** et sans appel à des compositions d'un autre fichier ;
- **PUNCTUAL** code les sections efficaces de type ponctuel au format ENDF en fournissant le nombre d'atomes par cm^3 (même si on donne les longueurs dans une autre unité que le centimètre, attention !);
- **DENSITY** code les sections efficaces de type ponctuel au format ENDF mais en entrant densité (en g/cm^3) et fractions massiques ;
- **MULTIGROUP_HOMOGENE** code les sections efficaces de type mutigroupe homogénéisées ;
- **température** est un entier (la température est exprimée en Kelvin).


Il est possible de définir pour un même calcul des compositions dans tous les formats acceptés par le code.

10.1 Les sections efficaces ponctuelles au format Endf

Une composition dont les sections efficaces sont de type ponctuel est identifiée par :

- le nombre d'isotopes définissant la composition ;
- la liste des isotopes.

Pour chaque isotope, il est nécessaire de définir :

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 109/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- le nom de l'isotope tel qu'il est défini dans le fichier dictionnaire ;
- le nombre d'atomes de l'isotope par 10^{-24} cm³ ou la densité.

L'ensemble des isotopes d'une même composition est à la même température.

La syntaxe d'une composition de ce type est donc la suivante :

```

PUNCTUAL
  température
  nom(compo)
  nb(isotopes)
    isotope(1) nb-atome(1)
    ...
    isotope(n) nb-atome(n)

```

ou

```

DENSITY
  température
  nom(compo)
  densité
  nb(isotopes)
    isotope(1) frac-mass(1)
    ...
    isotope(n) frac-mass(n)

```


avec :

- **température** la température en Kelvin qui doit être un nombre entier et entré comme tel sans point ou virgule (par exemple «300» et non «300.») ;
- **nom(compo)** le nom choisi par l'utilisateur pour la composition à définir ;
- **densité** la densité si c'est une description par densité et fractions massiques qui est choisie ;
- **nb(isotopes)** le nombre d'isotopes entrant dans la composition suivi de la liste des isotopes entrés chacun avec leur nom **isotope(i)** dans la bibliothèque et le nombre d'atomes **nb-atomes(i)** par 10^{-24} cm³ dans la composition, ou leur fraction massique **frac-mass(i)** si on utilise une description avec densité.

Remarque : si l'on utilise le nom VOID pour un matériau, la pondération éventuelle fixera la valeur de k à la moitié du minimum des valeurs de k des autres matériaux (voir le chapitre sur la pondération).

10.2 Les sections efficaces multigroupes et homogénéisées

Les sections homogénéisées multigroupes ne peuvent être actuellement que les sections auto-protégées extraites d'APOLLO2 et au format APOTRIM et celles de TRIPOLI-4 (créées par la directive

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 110/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

HOMOGENIZE).

Les sections multigroupes homogénéisées et autoprotégées d'Apollo2 ou de Tripoli-4

Les compositions au format APOTRIM sont définies par :

- le burnup ;
- le nom de la bibliothèque contenant les sections homogénéisées et autoprotégées.

La composition doit être définie dans le fichier de sections au format APOTRIM avec le même nom que celui du fichier de données TRIPOLI-4, aux mêmes température et burnup. La syntaxe est donc celle de l'encadré.

```


MULTIGROUP_HOMOGENE
température
nom(compo) APOLLO2
burnup
fichier(APOLLO)

```

La signification des termes est la suivante :

- **température** est la température de la composition exprimée en Kelvin qui doit être un nombre entier et entré comme tel (par exemple « 300 » et non « 300 . »). Elle doit correspondre avec la température figurant dans le fichier de sections, qui elle est donnée en degrés Celsius (et qui doit être un entier relatif : la différence entre les deux valeurs doit être de 273) ;
- **nom(compo)** est le nom de la composition dans ce fichier ;
- **<TYPE_SECTION>** vaut APOLLO2 ou T4HOMOT4 ;
- **burnup** le burnup qui doit correspondre à la valeur lue dans le fichier APOTRIM et qui doit être un entier (cette valeur vaut 0 quand on utilise des sections TRIPOLI-4) ;
- **fichier** le nom du fichier de sections APOLLO ou TRIPOLI-4. Si le fichier ne se trouve pas dans le répertoire dans lequel on lance l'exécutable, il faut ajouter le chemin. Il est recommandé de donner le chemin en absolu (*/home/user/repertoire/fichier*).

Remarque : l'anisotropie maximale prise en compte par TRIPOLI-4 pour les fichiers au format APOTRIM est à l'ordre 3 dans le développement en polynômes de Legendre (P3). La méthode est basée sur une représentation par une fonction en paliers non équiprobables décrite dans la référence [19].

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 111/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Définition des compositions pour l'exemple criticité
du chapitre 5 en sections ponctuelles


```
COMPOSITION 4
PUNCTUAL 300 ACIER_INOX
13
FE54 3.6805E-3 FE56 5.6188E-2 FE57 1.2943E-3
FE58 1.7176E-4 CR50 7.4596E-4 CR52 1.3832E-2
CR53 1.5397E-3 CR54 3.7545E-4 NI58 5.6052E-3
NI60 2.0697E-3 NI61 8.7556E-5 NI62 2.7564E-4
NI64 6.8909E-5
PUNCTUAL 300 AIR
2
N14 1.900E-5 O16 9.7457E-6
PUNCTUAL 300 SOLUTION_U
11
U234 2.5554E-6 U235 2.8247E-4 U236 8.7585E-7
U238 2.7877E-5 FE54 5.6745E-8 FE56 8.6631E-7
FE57 1.9955E-8 FE58 2.6481E-9 N14 1.8650E-3
O16 3.6262E-2 H1 6.1314E-2
PUNCTUAL 300 BETON
6
H1 1.3740E-2 O16 4.5908E-2 AL27 1.7380E-3
SI 1.6608E-2 CA 1.4989E-3 NA23 2.7780E-3
```

FIN_COMPOSITION

Définition des compositions pour l'exemple de criticité
en sections multigroupes

```
COMPOSITION 4
MULTIGROUP_HOMOGENE 300 ACIER_INOX APOLLO2
0
/home/am/APOLLO2/resultats/bi.ur2cyl86
MULTIGROUP_HOMOGENE 300 AIR APOLLO2
0
/home/am/APOLLO2/resultats/bi.ur2cyl86
MULTIGROUP_HOMOGENE 300 SOLUTION_U APOLLO2
0
/home/am/APOLLO2/resultats/bi.ur2cyl86
MULTIGROUP_HOMOGENE 300 BETON APOLLO2
0
/home/am/APOLLO2/resultats/bi.ur2cyl86
```

FIN_COMPOSITION

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 112/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Définition des compositions pour l'exemple du calcul de criticité par appel à un fichier

COMPOSITION 4

```

FILE 300 ACIER_INOX
      /home/am/catalogue
FILE 300 AIR
      /home/am/catalogue
FILE 300 SOLUTION_U
      /home/am/catalogue
FILE 300 BETON
      /home/am/catalogue

```

FIN_COMPOSITION

avec, par exemple, le fichier `/home/am/catalogue` suivant :

PUNCTUAL 300 ACIER_INOX

13

```

FE54 3.6805E-3 FE56 5.6188E-2 FE57 1.2943E-3
FE58 1.7176E-4 CR50 7.4596E-4 CR52 1.3832E-2
CR53 1.5397E-3 CR54 3.7545E-4 NI58 5.6052E-3
NI60 2.0697E-3 NI61 8.7556E-5 NI62 2.7564E-4
NI64 6.8909E-5

```

PUNCTUAL 300 AIR

2

```

N14 1.900E-5 O16 9.7457E-6

```

PUNCTUAL 300 SOLUTION_U

11

```

U234 2.5554E-6 U235 2.8247E-4 U236 8.7585E-7
U238 2.7877E-5 FE54 5.6745E-8 FE56 8.6631E-7
FE57 1.9955E-8 FE58 2.6481E-9 N14 1.8650E-3
O16 3.6262E-2 H1 6.1314E-2

```

MULTIGROUP_HOMOGENE 300 BETON APOLLO2

0

```

/home/am/APOLLO2/resultats/bi.ur2cyl86

```

Chapitre 11

LA DÉFINITION DES ASSOCIATIONS VOLUMES-COMPOSITIONS

La définition des associations volumes-compositions est annoncée par le mot-clé **GEOMCOMP**.

Cette phase de définition est très simple mais deux règles doivent être respectées :

- tous les volumes doivent être associés à une composition ;
- aucun volume ne doit être associé à plusieurs compositions différentes .

Il n'est pas nécessaire d'associer des compositions aux réseaux ou aux volumes fictifs.

La séquence de définition des associations compositions-volumes est donc la suivante :


```
GEOMCOMP
  nom-compo(1)
    nb-volu(1)
    volu(1)...volu[nb-volu(1)]
  ...
  nom-compo(n)
    nb-volu(n)
    volu(1)...volu[nb-volu(n)]
FIN_GEOMCOMP
```

Définition des associations volumes-compositions pour l'exemple du calcul de criticité

GEOMCOMP


ACIER_INOX 2 3 6

SOLUTION_U 2 5 8

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 114/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

BETON
AIR
FIN_GEOMCOMP

1 2
3 1 4 7

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 115/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 12

LA DÉFINITION DES SOURCES

La définition des sources du calcul est annoncée par le mot-clé **LIST_SOURCES** et se termine par le mot-clé **FIN_LIST_SOURCES**.

Le nombre de sources **nb(sources)** est ensuite donné et chaque source est définie de façon indépendante.

La structure est donc :


```

LIST_SOURCES
  nb(sources)
  NORME norme(liste)
    SOURCE
      Définition de la première source
    FIN_SOURCES
  ...
  SOURCE
      Définition de la dernière source
    FIN_SOURCES
FIN_LIST_SOURCES

```

L'ajout de **NORME norme(liste)** précise la valeur de la norme pour l'ensemble du système des **nb(sources)** sources.

En l'absence de cette précision la norme vaut $N_{\text{liste}} = \sum_i N_i$ où N_i est la norme (calculée ou imposée) de chaque source.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 116/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

12.1 Description d'une source

Les sources de TRIPOLI-4 sont des sources factorisées :

$$S(\mathbf{r}, \Omega, E, t) = C \cdot S(\mathbf{r}) \cdot S(\Omega) \cdot S(E) \cdot S(t)$$

Pour chaque source les distributions spatiale $S(\mathbf{r})$, angulaire $S(\Omega)$, énergétique $S(E)$ et temporelle $S(t)$ sont définies indépendamment. On peut également entrer un facteur de normalisation N_i pour chaque source i tel que

$$\int \int \int \int S_i(\mathbf{r}, \Omega, E, t) d\mathbf{r} d\Omega dE dt = N_i.$$

Si une norme globale N_{liste} pour le système a été définie, les normes pour chaque source sont des normes relatives. La norme d'une source vaut alors :

$$N_{\text{source}} = \frac{N_i}{\sum_i N_i} N_{\text{liste}}.$$

La syntaxe d'une source se présente de la façon suivante :

```

SOURCE
#      INTENSITY norme(source)
#      COEFF coeff(source)
<TYPE_PARTICULE>
Définition de la distribution spatiale :
PUNCTUAL ou FACTORIZED
ANGULAR_DISTRIBUTION
Définition de la distribution angulaire
ENERGETIC_DISTRIBUTION
Définition de la distribution énergétique
TIME_DISTRIBUTION
Définition de la distribution temporelle
FIN_SOURCES

```


avec <TYPE_PARTICULE> qui vaut NEUTRON, PHOTON, ELECTRON or POSITRON. Par défaut la norme d'une source est le produit

$$N_{\text{source}} = I(\text{géométrique}) \cdot I(\text{angulaire}) \cdot I(\text{énergétique}) \cdot I(\text{temporelle})$$

où :

- l'intensité géométrique $I(\text{géométrique})$ est l'intégrale de la distribution spatiale $S(\mathbf{r})$ sur le domaine de définition de la source (intersection des volumes et du domaine de définition) :

$$I(\text{géométrique}) = \int_{V(\text{source})} S(\mathbf{r}) d\mathbf{r};$$

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 117/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- l'intensité angulaire $I(\text{angulaire})$ est l'intégrale de la distribution angulaire $S(\Omega)$:

$$I(\text{angulaire}) = \int_{4\pi} S(\Omega) d\Omega;$$

- l'intensité énergétique $I(\text{énergétique})$ est l'intégrale de la distribution énergétique $S(E)$:

$$I(\text{énergétique}) = \int S(E) dE;$$

- l'intensité temporelle $I(\text{temporelle})$ est l'intégrale de la distribution temporelle $S(t)$:

$$I(\text{temporelle}) = \int S(t) dt.$$

Il est possible d'imposer une norme à une source (en particules source) par le mot-clé **INTENSITY** suivie de celle-ci. Il faut alors définir les normes de toutes les sources pour avoir un calcul cohérent. On peut aussi multiplier la norme calculée par le code par un coefficient grâce au mot-clé **COEFF**. **INTENSITY** et **COEFF** ne peuvent pas être utilisés simultanément.

12.2 La distribution spatiale

La source peut être

- une source ponctuelle (Dirac) ;
- une source de distribution spatiale tabulée (valeurs discrétisées) ;
- une source de distribution spatiale analytique (valeurs continues).

Dans le premier cas la définition est très simple, dans les deux autres il faut définir un repère associé.

12.2.1 La source ponctuelle

Pour la source ponctuelle il suffit de donner les coordonnées $\mathbf{r}_0 = (X, Y, Z)$ de la source. La syntaxe est alors

PUNCTUAL X Y Z


On peut utiliser **PONCTUEL** au lieu de **PUNCTUAL**.

Attention : La source ne doit pas être placée sur la frontière d'un volume.

Il n'y a pas d'autres données géométriques (pas de **VOLU** à préciser ni de **GEOMETRIC_DISTRIBUTION** à entrer). L'intensité géométrique vaut dans ce cas 1, la densité $S(\mathbf{r})$ étant un Dirac $\delta(\mathbf{r} - \mathbf{r}_0)$.

12.2.2 Les sources non ponctuelles

Une source non ponctuelle factorisée est annoncée par le mot-clé **FACTORIZED**.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 118/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Le contexte de définition

Une source est définie (à l'exception du cas déjà rencontré de la source ponctuelle) dans un contexte constitué par une liste de volumes et un domaine de définition. La source a pour extension spatiale l'intersection des volumes et du domaine. Une particule est donc émise si elle appartient au domaine de définition et à un volume de la liste. Le domaine est décrit dans un repère propre à chaque source et caractérisé par

- une origine O' ;
- trois vecteurs définissant un repère orthonormé : $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$;
- un système de coordonnées associées à ces vecteurs.

Le repère peut être **cartésien** : un vecteur $\mathbf{O'M}$ est défini par ses coordonnées (x, y, z) , projections de $\mathbf{O'M}$ sur les axes $\mathbf{i}, \mathbf{j}, \mathbf{k}$:

$$\mathbf{O'M} = x\mathbf{i} + y\mathbf{j} + z\mathbf{k}.$$

Il peut également être **cylindrique** et alors le vecteur $\mathbf{O'M}$ est défini par ses coordonnées (r, θ, z) où r est la norme de la projection de $\mathbf{O'M}$ sur le plan (\mathbf{i}, \mathbf{j}) , θ est l'angle entre cette projection (entre 0 et 2π) et le vecteur \mathbf{i} , et z est la projection de $\mathbf{O'M}$ sur l'axe \mathbf{k} :

$$\mathbf{O'M} = r \cos \theta \mathbf{i} + r \sin \theta \mathbf{j} + z\mathbf{k}.$$

Il peut enfin être **sphérique** et alors le vecteur $\mathbf{O'M}$ est défini par ses coordonnées (r, ϕ, θ) où r est la norme de $\mathbf{O'M}$, ϕ est l'angle (entre 0 et 2π) entre la projection de $\mathbf{O'M}$ sur le plan (\mathbf{i}, \mathbf{j}) et le vecteur \mathbf{i} , et θ est l'angle entre OM et l'axe (\mathbf{i}, \mathbf{k}) (entre 0 et π) :

$$\mathbf{O'M} = r \cos \phi \sin \theta \mathbf{i} + r \sin \phi \sin \theta \mathbf{j} + r \cos \theta \mathbf{k}.$$

Remarque : lorsqu'on entre un vecteur non unitaire pour définir le repère, le code TRIPOLI-4 le renormalise automatiquement à 1.

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

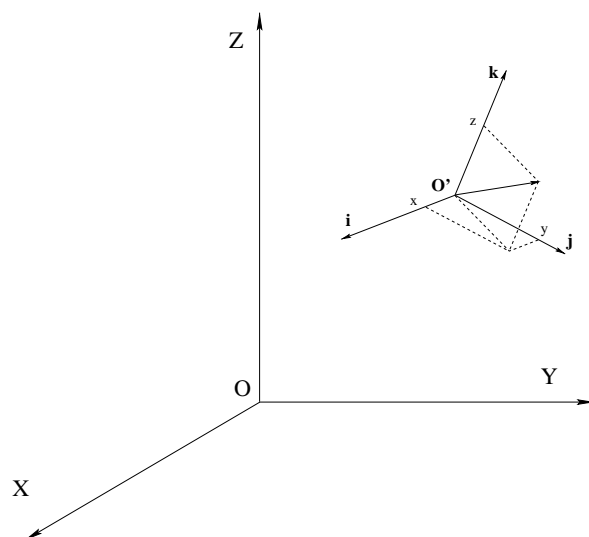


FIG. 12.1 – Coordonnées cartésiennes

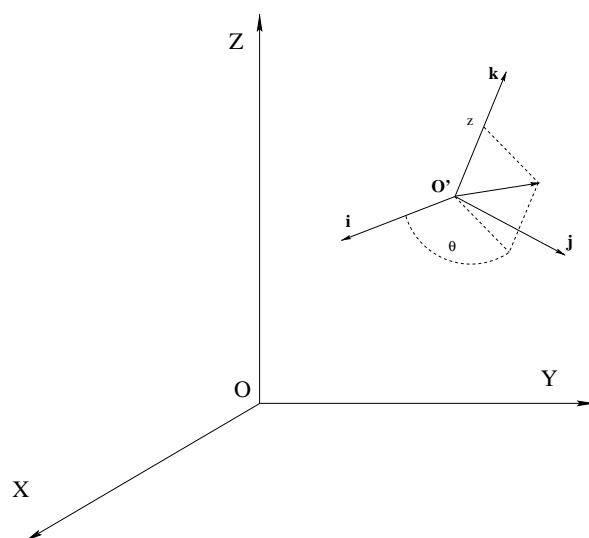


FIG. 12.2 – Coordonnées cylindriques

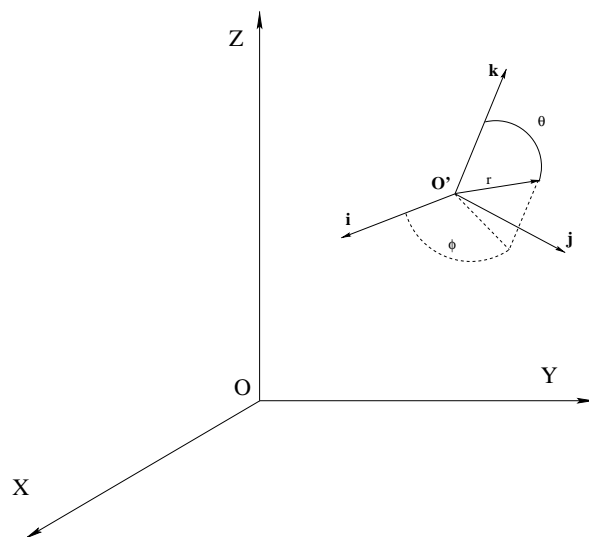



FIG. 12.3 – Coordonnées sphériques

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 121/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

La syntaxe pour une source factorisée

La définition du repère est annoncée par le mot-clé **FRAME**, suivi du type de système choisi (**CARTESIAN**, **CYLINDER** ou **SPHERE**), des coordonnées de l'origine O' et des vecteurs définissant les axes. Elle continue par le mot-clé **VOLU**, suivi du nombre de volumes et de la liste des volumes. Les valeurs de la distribution sont alors données, et avec elles un domaine de définition. La syntaxe est par conséquent, pour une source non ponctuelle :

```

FACTORIZED
FRAME
  <TYPE_REPERE>
     $O'_x$   $O'_y$   $O'_z$ 
     $i_x$   $i_y$   $i_z$ 
    ( $j_x$   $j_y$   $j_z$ )
     $k_x$   $k_y$   $k_z$ 
VOLU nb(volumes)
      volume(1)...volume(n)
GEOMETRIC_DISTRIBUTION
  Définition de la distribution géométrique :
  TABULATED ou ANALYTICAL

```

avec <TYPE_REPERE> qui vaut **CARTESIAN**, **CYLINDER** ou **SPHERE**. La ligne j_x j_y j_z n'est à écrire que dans le cas **CARTESIAN**.

Remarque :

Il est possible de donner comme numéro de volume source un numéro **fictif**. Dans ce cas la source est l'intersection de ce volume fictif et du domaine. Ceci permet d'éviter de décrire des géométries uniquement pour les sources quand le domaine ne peut pas être donné de façon analytique. Il convient cependant d'être **très prudent** avec cette propriété car des erreurs de définition de volume fictif ne sont pas détectées par le code ni par la visualisation. En particulier il faut éviter de manipuler les opérateurs.

L'utilisateur peut cependant vérifier le volume de la source (intersection volume-domaine) par l'intensité géométrique, donnée dans les sorties.

Application particulière importante :

Dans le cas d'un réseau il convient de noter que :

- un volume contenu dans la maille de base est répété : les numéros des volumes de la maille élémentaire servent pour tous les éléments semblables du réseau. Il n'est pas possible de distinguer une maille particulière, y compris la maille de base ;
- le numéro du réseau **peut être utilisé** : ce numéro correspond alors à l'ensemble des volumes qui constituent le réseau. En effet le réseau est le cas voisin de volume fictif. En revanche il bénéficie de tests et est visualisé.

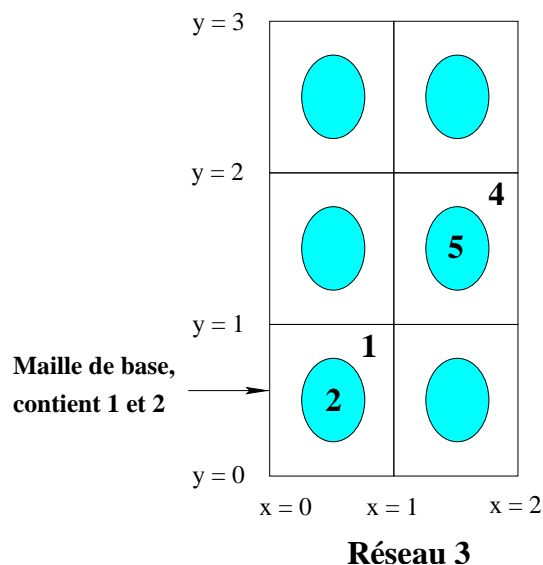


FIG. 12.4 – Source dans un réseau

Exemple : dans le dessin 12.4, correspondant à la séquence

```

TYPE 1 BOITE 2 1 1
VOLUME 1 COMBI 1 1 0.5 0 FINV

TYPE 2 SPHERE 0.4
VOLUME 2 COMBI 2 1 0.5 0 ECRASE 1 1 FINV

VOLUME 3 RESC VOLUME 1 2 3 1
FINV

```


le volume sera décrit comme l'intersection du domaine ($0 < x < 1, 1 < y < 2, -0.5 < z < 0.5$) et

- soit des volumes 1 et 2 (VOLUME 2 1 2), car ils sont répétés dans le réseau. Si l'on ne voulait faire émettre que la sphère on écrirait VOLUME 1 2;
- soit du réseau 3 (VOLUME 1 3), qui représente ici tous les volumes du réseau.

Distributions tabulées et analytiques

Une fois le repère défini on dispose donc d'un système de coordonnées (u, v, w) qui peut être cartésien (x, y, z) , cylindrique (r, θ, z) ou sphérique (r, ϕ, θ) . On peut définir une distribution par valeurs tabulées ou par fonction analytique.

La distribution tabulée. Elle est annoncée par le mot-clé TABULATED.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 123/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Une distribution tabulée est une distribution discrétisée sur un maillage qui définit le domaine de définition de la source.

À chaque maille est associé le nombre de neutrons ou de photons émis par unité de volume dans la maille.

Il convient de donner la discrétisation pour chaque composante (u, v, w) .

La tabulation peut être définie de trois manières différentes :

- la donnée de l'intensité $I(\text{maille})$ est factorisée sur trois composantes I_u, I_v, I_w .

$$I(\text{maille}) = I_u(u_{\text{centre}}) \times I_v(v_{\text{centre}}) \times I_w(w_{\text{centre}}) \times \text{Volume}_{\text{émetteur}}(\text{maille}) ;$$

- la donnée de l'intensité sur une composante et un plan

$$I(\text{maille}) = I_u(u_{\text{centre}}) \times I_{v,w}(v_{\text{centre}}, w_{\text{centre}}) \text{Volume}_{\text{émetteur}}(\text{maille}) ;$$

- la donnée de l'intensité dans l'espace (à donner pour chaque maille)

$$I(\text{maille}) = I_{u,v,w}(u_{\text{centre}}, v_{\text{centre}}, w_{\text{centre}}) \times \text{Volume}_{\text{émetteur}}(\text{maille}).$$

La donnée de $I_u \times I_v \times I_w$, $I_u \times I_{v,w}$ ou $I_{u,v,w}$ est en particules par cm^3 (et par stéradians, par MeV et par seconde).

$\text{Volume}_{\text{émetteur}}(\text{maille})$ est le volume intersection de la maille et des volumes sources.

L'intersection de la maille et des volumes sources émet alors de façon homogène avec l'intensité totale $I(\text{maille})$. La partie de la maille non source n'émet pas.

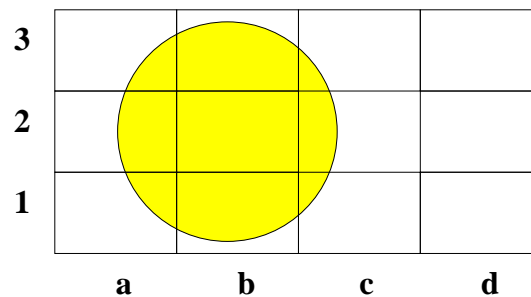



FIG. 12.5 – En grisé : le volume. Quadrillé : le domaine

Dans la figure 12.5 les mailles $a1, b1, c1, a2, b2, c2, a3, b3, c3$ vont émettre. Seule la maille $b2$ va émettre en tous ses points (pour simplifier on fait abstraction de la 3ème composante), les autres n'émettent que dans la partie grisée. Les mailles $d1, d2$ et $d3$ n'émettent pas.

Le système de coordonnées peut être cartésien, cylindrique ou sphérique pour le cas tabulé.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 124/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) Données de l'intensité sur les 3 composantes

Cette possibilité est choisie par la combinaison de 2 mots-clés : TYPE F_U_V_W .

Attention : Il convient de remarquer que nb(u) coordonnées selon u signifient nb(u)-1 intervalles donc nb(u)-1 valeurs d'intensité selon cet axe. Même chose pour les autres coordonnées.

```

GEOMETRIC_DISTRIBUTION
TABULATED
TYPE F_U_V_W
VAR_U <NOM_U>
    nb[coord(u)]
    u1...unb(u)
VAR_V <NOM_V>
    nb[coord(v)]
    v1...vnb(v)
VAR_W <NOM_W>
    nb[coord(w)]
    w1...wnb(w)
F_U Iu(1)...Iu(nb(u) - 1)
F_V Iv(1)...Iv(nb(v) - 1)
F_W Iw(1)...Iw(nb(w) - 1)

```

Avec <NOM_U>, <NOM_V>, <NOM_W> qui valent X, Y ou Z en coordonnées cartésiennes, R, RTHETA ou RPHI en coordonnées sphériques, R, RTHETA ou Z en coordonnées cylindriques.


La valeur de la densité $S(\mathbf{r})$ sur une maille (i, j, k) est donnée par $I_u(i) \times I_v(j) \times I_w(k)$. Lors de l'intégration de cette densité sur la maille il conviendra de la pondérer par le taux d'occupation des volumes retenus pour émettre (cf. définition de FACTORIZED, page 121).

Exemple en coordonnées cartésiennes :

```

GEOMETRIC_DISTRIBUTION
TABULATED
    TYPE F_U_V_W
        VAR_U X
            3
            1 2 3
        VAR_V Y
            3
            1.5 3.5 4.5
        VAR_W Z
            2
            0 10
        F_U 1 0.5
        F_V 0.8 0.3

```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 125/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

F_W 1

B) Données de l'intensité sur 1 composante et 1 plan

Cette possibilité est choisie par la combinaison de 2 mots-clés : TYPE F_U_VW.

```

GEOMETRIC_DISTRIBUTION
TABULATED
TYPE F_U_VW
  VAR_U <NOM_U>
    nb[coord(u)]
    u1...unb(u)
  VAR_V <NOM_V>
    nb[coord(v)]
    v1...vnb(v)
  VAR_W <NOM_W>
    nb[coord(w)]
    w1...wnb(w)
  F_U Iu(1)...Iu(nb(u) - 1)
  F_VW Ivw(1,1)...Ivw(nb(v) - 1, nb(w) - 1)

```

Avec <NOM_U>, <NOM_V>, <NOM_W> qui valent X, Y ou Z en coordonnées cartésiennes, R, RTHETA ou RPHI en coordonnées sphériques, R, RTHETA ou Z en coordonnées cylindriques.

La valeur de la densité $S(\mathbf{r})$ sur une maille (i, j, k) est donnée par $I_u(i) \times I_{vw}(j, k)$. Lors de l'intégration de cette densité sur la maille il conviendra de la pondérer par le taux d'occupation des volumes retenus pour émettre (cf. définition de FACTORIZED, page 121).

C'est la même chose que pour le cas F_U_V_W mais au lieu des nb(v)-1 valeurs de F_V et des nb(w)-1 valeurs de F_W on donne les [nb(v)-1] × [nb(w)-1] valeurs de F_VW. Les valeurs F_VW(v, w) sont à entrer dans l'ordre suivant (à W constant on fait varier V, voir fig. 12.6) :

```

F_VW(1,1) F_VW(2,1) ... F_VW(nb(v)-1,1) puis
F_VW(1,2) F_VW(2,2) ... F_VW(nb(v)-1,2) puis
...
F_VW(1,nb(w)-1) F_VW(2,nb(w)-1) ... F_VW(nb(v)-1,nb(w)-1)

```

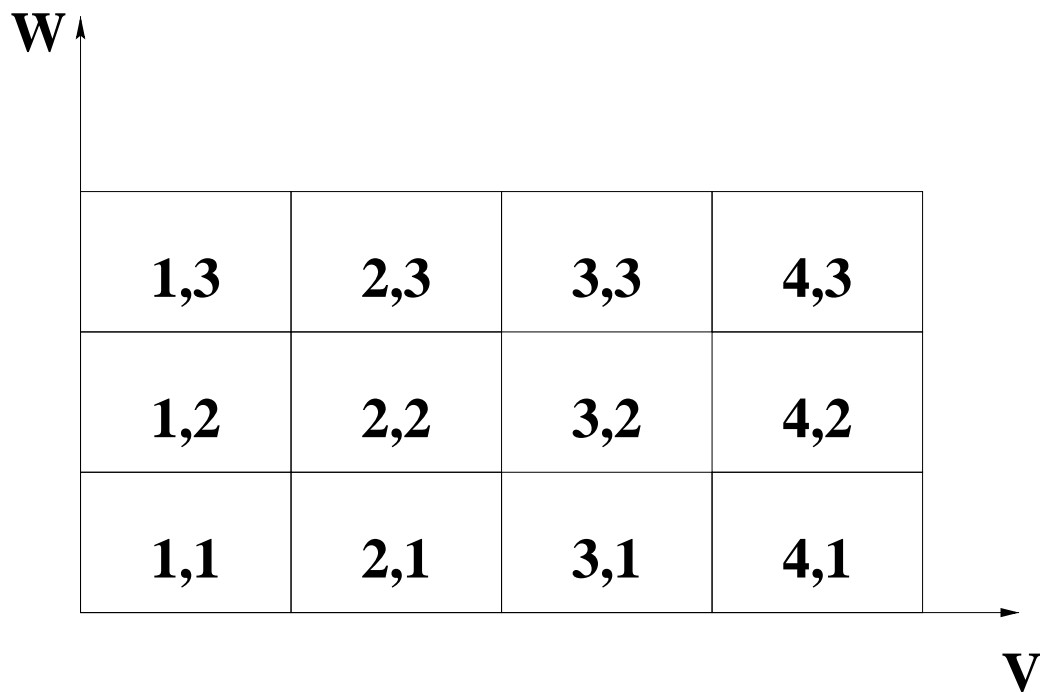




FIG. 12.6 – On entre les données de gauche à droite et de bas en haut : (1,1), (2,1), (3,1), (4,1), (1,2), (2,2) etc.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 127/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

C) Données de l'intensité par maille

Cette possibilité est choisie par la combinaison de 2 mots-clés : TYPE F_UVW.

```

GEOMETRIC_DISTRIBUTION
TABULATED
TYPE F_UVW
VAR_U <NOM_U>
  nb[coord(u)]
  u1...unb(u)
VAR_V <NOM_V>
  nb[coord(v)]
  v1...vnb(v)
VAR_W <NOM_W>
  nb[coord(w)]
  w1...wnb(w)
F_UVW Iuvw(1,1,1)...Iuvw(nb(u)-1,nb(v)-1,nb(w)-1)

```

Avec <NOM_U> , <NOM_V> , <NOM_W> qui valent X , Y ou Z en coordonnées cartésiennes, R, RTHETA ou RPHI en coordonnées sphériques, R, RTHETA ou Z en coordonnées cylindriques.

La valeur de la densité $S(\mathbf{r})$ sur une maille (i, j, k) est donnée par $I_{uvw}(i, j, k)$. Lors de l'intégration de cette densité sur la maille il conviendra de la pondérer par le taux d'occupation des volumes retenus pour émettre (cf. définition de FACTORIZED, page 121).

C'est ici encore, la même chose que pour le cas F_U_V_W mais au lieu des nb(u)-1 valeurs de F_U , des nb(v)-1 valeurs de F_V et des nb(w)-1 valeurs de F_W on donne les $[nb(u)-1] \times [nb(v)-1] \times [nb(w)-1]$ valeurs de F_UVW . Les valeurs F_UVW(u, v, w) sont à entrer dans l'ordre suivant (voir fig. 12.7 et 12.8) :

```

F_UVW(1,1,1) F_VW(2,1,1) ... F_VW(nb(u)-1,1,1)
F_UVW(1,2,1) F_VW(2,2,1) ... F_VW(nb(u)-1,2,1)
...
F_UVW(1,nb(v)-1,1) F_VW(2,nb(v)-1,1) ... F_VW(nb(u)-1,nb(v)-1,1)
puis
F_UVW(1,1,2) F_VW(2,1,2) ... F_VW(nb(u)-1,1,2)
F_UVW(1,2,2) F_VW(2,2,2) ... F_VW(nb(u)-1,2,2)
...
F_UVW(1,nb(v)-1,2) F_VW(2,nb(v)-1,2) ... F_VW(nb(u)-1,nb(v)-1,2)
puis...
F_UVW(1,1,nb(w)-1) F_VW(2,1,nb(w)-1) ... F_VW(nb(u)-1,1,nb(w)-1)
F_UVW(1,2,1) F_VW(2,2,1) ... F_VW(nb(u)-1,2,1)
...
F_UVW(1,nb(v)-1,nb(w)-1)
F_VW(2,nb(v)-1,nb(w)-1) ... F_VW(nb(u)-1,nb(v)-1,nb(w)-1)

```

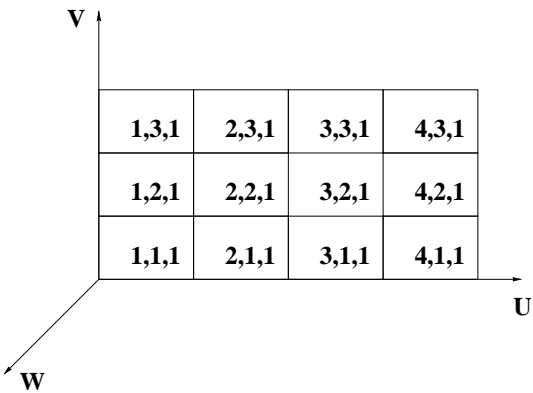


FIG. 12.7 – D’abord de gauche à droite et de bas en haut (on balaie d’abord sur **U**, sur une ligne).
Vue de dessus

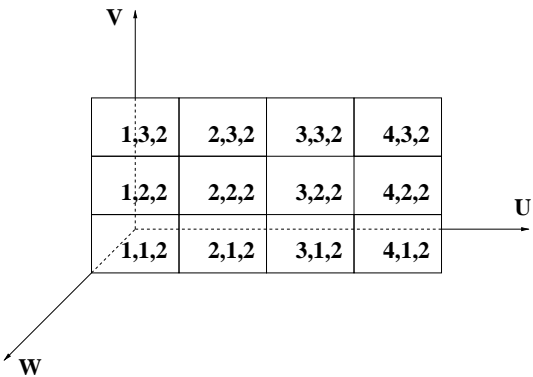



FIG. 12.8 – Puis de gauche à droite et de bas en haut (on balaie d’abord sur **U**, sur une ligne). Vue
de dessus

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 129/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

La distribution analytique. La distribution analytique est une distribution continue sur le domaine de définition de la source. Cette distribution $S(\mathbf{r})$ est définie par une formule algébrique et un domaine de définition de cette formule. La syntaxe est celle de l'encadré.

```

GEOMETRIC_DISTRIBUTION
ANALYTICAL
FUNCTION = ...;
DOMAIN = ...;

```

Remarques :

Le code ne peut pas vérifier la cohérence du domaine de définition et de la formule algébrique : ce travail est laissé au soin de l'utilisateur. Dans chaque repère, l'expression des formules et des domaines est réalisée par les variables.

C'est la densité $S(\mathbf{r})$ qui est donnée et non sa valeur intégrée.

Attention : Si une expression commence par un signe $-$ il faut la faire précéder de 0 : $\text{EXP}(0-X)$, pour $\exp(-x)$ par exemple.

- dans un repère cartésien : X , Y , Z ;
- dans un repère cylindrique : R, RTHETA, Z (RTHETA doit être compris entre 0 et 2π) ;
- dans un repère sphérique : R, RPHI, RTHETA (RPHI doit être compris entre 0 et 2π et RTHETA entre 0 et π).

Les opérateurs existant dans l'expression de la formule sont (LOG est le logarithme décimal) :
+ , - , * , / , SH, CH, SIN, COS, EXP, LOG, SQRT, ().

Les relations acceptées dans la définition des domaines sont : < et >.

Le séparateur entre deux entrées est la virgule.

Exemples

Source en $\exp[-(x+y)]$ (coordonnées cartésiennes) :

```

GEOMETRIC_DISTRIBUTION
ANALYTICAL
FUNCTION= EXP(0-(X+Y)) ;
DOMAIN=0<X<1,0<Y<2,0<Z<1 ;


```

Source en $\exp(-r)$ (coordonnées cylindriques) :

```

GEOMETRIC_DISTRIBUTION
ANALYTICAL
FUNCTION= EXP(0-R) ;
DOMAIN=0<R<1,0<RTHETA<6.28,0<Z<1 ;

```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 130/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Source en $\exp(-r)$ (coordonnées sphériques) :

```

GEOMETRIC_DISTRIBUTION
ANALYTICAL
FUNCTION= EXP(0-R) ;
DOMAIN=0<R<1,0<RPHI<6.28,0<RTHETA<3.14 ;

```

Remarque : ne pas oublier les points-virgules après la définition de **FUNCTION** et après celle de **DOMAIN**.

12.3 La distribution angulaire

La distribution angulaire peut prendre quatre formes distinctes (Dirac, isotrope, tabulée et analytique).

12.3.1 Le Dirac

Il s'agit d'une direction d'émission unique exprimée sous la forme d'un vecteur de coordonnées $(\omega_x, \omega_y, \omega_z)$ dans le repère géométrique. On écrit :

```

ANGULAR_DISTRIBUTION
MONO_DIR
     $\omega_x$   $\omega_y$   $\omega_z$ 

```

La densité $S(\Omega)$ est un Dirac $\delta(\Omega, \omega)$, l'intensité géométrique valant alors 1.

12.3.2 La densité uniforme

Attention : La densité $S(\Omega)$ est une constante telle que l'intensité angulaire vaut 4π . Il s'agit d'une émission isotrope qui s'écrit :


```

ANGULAR_DISTRIBUTION
ISOTROPIC

```

12.3.3 La distribution en raies

Cette option permet de définir une source distribuée sur une liste d'angles discrets. Elle est annoncée par **DISCRETE_PROBABILITY**. La source est définie en fonction de $\mu = \cos(\theta)$ où la variable θ est ici l'angle relatif à l'axe Oz :

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 131/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- pour une source ponctuelle : l'axe OZ du repère géométrique ;
- pour une source non ponctuelle : l'axe porté par \mathbf{k} (voir figures).

La syntaxe est :

```

ANGULAR_DISTRIBUTION
DISCRETE_PROBABILITY
nb(angles)
   $\mu_0$   $I_0$ 
  ...
   $\mu_{nb(angles)-1}$   $I_{nb(angles)-1}$ 

```

La densité angulaire est une somme de Dirac dont l'intensité vaut 1.

$$S(\mu) = \sum_{i=0}^{nb} I_i \delta(\mu - \mu_i) / \sum_{i=0}^{nb} I_i$$

12.3.4 La densité tabulée

Elle est annoncée par **TABULATED**. La tabulation exprime une densité discrétisée sur un intervalle de définition de $\mu = \cos(\theta)$. La variable θ est ici l'angle relatif à l'axe Oz :

- pour une source ponctuelle : l'axe OZ du repère géométrique ;
- pour une source non ponctuelle : l'axe porté par \mathbf{k} (voir figures).


Le principe de description est identique à l'entrée d'une fonction réponse tabulée à laquelle il convient de se reporter : voir 11.4, option **DATA**, la description y étant faite de façon précise ; les $\mu = \cos \theta$ remplacent l'énergie, les valeurs de la distribution angulaire les sections efficaces. La syntaxe est par conséquent (les μ doivent être donnés par ordre croissant).

```

ANGULAR_DISTRIBUTION
TABULATED
nb(points) nb(inter)
  <MODE_INTERPOLATION(1)>
  num[limsup(1)]
  ...
  <MODE_INTERPOLATION(nbinter)>
  num[limsup(nbinter)]
   $\mu_0$  valeur
  ...
   $\mu_{nb(points)-1}$  valeurnb(points)-1

```

- **<MODE_INTERPOLATION>** appartient à la liste {**IN_NO_INTERPOLATION**, **IN_LIN_LIN**, **IN_LIN_LOG**, **IN_LOG_LIN**, **IN_LOG_LOG**} ;
- **nb(points)** est le nombre de points, **nb(inter)** le nombre de plages d'interpolations différentes ;
- Le mode **<MODE_INTERPOLATION(1)>** s'applique de μ_0 à $\mu_{num[limsup(1)]}$;

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 132/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- Le mode `<MODE_INTERPOLATION(j)>` s'applique de $\mu_{num[limsup(j-1)]}$ à $\mu_{num[limsup(j)]}$ où $num[limsup(i)]$ est un entier, numéro du point dans la liste des couples (μ_i, valeur_i) fournis. (Attention à la numérotation qui commence à 0).
C'est la densité analytique $S(\Omega)$ qui est tabulée et non l'intensité intégrée.

12.3.5 La densité analytique

La densité $S(\Omega)$ est exprimée par une formule algébrique définie de manière analogue à celle définie dans la distribution géométrique. Dans chaque repère, l'expression des formules et domaines se fait par les variables : PHI et THETA (ou MU = cos(THETA)).

Ces variables correspondent aux angles ϕ (entre 0 et 2π) et θ (entre 0 et π) définis pour un repère sphérique, ceci quel que soit le repère choisi. Les axes sont ceux du repère OX, OY, OZ dans le cas d'une source ponctuelle. Soit encore :

PHI est l'angle relatif à Ox :

- pour une source ponctuelle : l'axe OX du repère géométrique ;
- pour une source non ponctuelle : l'axe porté par **i** (voir les figures des repères)

THETA est l'angle relatif à Oz :

- pour une source ponctuelle : l'axe OZ du repère géométrique ;
- pour une source non ponctuelle : l'axe porté par **k** (voir les figures des repères).

Remarques :

Dans le cas du choix des variables θ et ϕ l'intégrale des sources est calculée comme

$$I(\text{angulaire}) = \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\theta=0}^{\pi} S(\theta, \phi) d\theta d\phi$$

avec $S(\theta, \phi)$ donnée par l'utilisateur.

Une densité isotrope est donc définie par une fonction $S(\theta, \phi) = \sin \theta$, et non $S(\theta, \phi) = 1$.

Dans le cas du choix des variables $\mu = \cos \theta$ et ϕ , l'intégrale des sources est calculée comme

$$I(\text{angulaire}) = \int_{\phi=0}^{2\pi} \int_{\mu=-1}^1 S(\mu, \phi) d\mu d\phi$$

Une densité isotrope est ici définie par une fonction $S(\mu, \phi) = 1$.

Il convient de distinguer PHI et THETA de RPHI et RTHETA. Ces derniers n'interviennent que lorsque le repère de définition est sphérique. Dans le cas d'un repère cylindrique il convient de distinguer la définition des angles θ en cylindrique pour la distribution spatiale (RTHETA) et en sphérique pour la distribution angulaire (THETA) : **ce ne sont pas les mêmes angles.**

Les opérateurs existant dans l'expression de la formule sont (LOG est le logarithme décimal) :
+ , -, * , / , SH, CH, SIN, COS, EXP, LOG, SQRT, (). Les relations acceptées dans la définition des domaines sont : < , > .

Attention : Si une expression commence par un signe – il faut la faire précéder de 0 : EXP(0-X), pour $\exp(-x)$ par exemple.



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

```
ANGULAR_DISTRIBUTION
ANALYTICAL
FUNCTION = ...;
DOMAIN = ...;
```

Exemple (source en $\cos(\phi)$, ϕ entre 0 et 2π , θ entre 0 et π) :

```
ANGULAR_DISTRIBUTION
ANALYTICAL
FUNCTION= COS(PHI) ;
DOMAIN=0<PHI<6.28,0<THETA<3.14 ;
```

12.4 La distribution énergétique

La distribution peut s'exprimer sous sept formes différentes (Dirac, spectre de raies, émission dans une bande, spectre de Watt, spectre de Maxwell, spectre tabulé, spectre analytique).

12.4.1 Le Dirac

Il s'agit d'une source monocinétique exprimée par un réel. La syntaxe est :


```
ENERGETIC_DISTRIBUTION
SPECTRE
MONOCINETIQUE
E0
```

La densité énergétique est un Dirac $S(E) = \delta(E - E_0)$, l'intensité énergétique vaut alors 1.

12.4.2 Le spectre de raies

Il s'agit d'une source comportant plusieurs sources monocinétiques qui s'exprime par une suite de couples de réels (Energie Intensité). La syntaxe est :

```
ENERGETIC_DISTRIBUTION
SPECTRE RAY_SPECTRE
nb(de raies)
E0 I0
...
Enb(raies)-1 Inb(raies)-1
```


	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 134/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

La densité énergétique est une somme de Dirac dont l'intensité énergétique vaut 1.

$$S(E) = \sum_{i=0}^{nb} I_i \delta(E - E_i) / \sum_{i=0}^{nb} I_i$$

12.4.3 La densité uniforme

Il s'agit d'une densité d'émission en énergie uniforme entre deux valeurs d'énergie spécifiées par l'utilisateur. On écrit :

```
ENERGETIC_DISTRIBUTION
SPECTRE
BANDE
Esup Einf
```

La densité énergétique vaut $S(E) = U(E_{sup}, E_{inf})$, telle que $S(E) = 1$ si l'énergie est entre les bornes, et $S(E) = 0$ sinon. L'intensité vaut par conséquent $E_{sup} - E_{inf}$.

12.4.4 Spectre de Watt

Il s'agit d'une densité dont l'expression est une forme du spectre de Watt, i.e.

$$S(E) = C \cdot e^{-aE} \text{sh}\sqrt{bE}$$

Il est possible de définir les coefficients du spectre **a** et **b**, et l'intervalle énergétique d'émission des particules. On peut consulter à ce sujet [1]. Par défaut :

E_{sup}=20 MeV ,
E_{inf} =1.E-11 MeV,
a=1.02 MeV-1 et
b=2.286 MeV-1.


```
ENERGETIC_DISTRIBUTION
SPECTRE
WATT_SPECTRE
PARAM Esup Einf a b
```

12.4.5 Spectre de Maxwell

Il s'agit d'une densité dont l'expression est une forme du spectre de Maxwell entre deux énergies E_{sup} et E_{inf}.

$$S(E) = C \cdot e^{-\frac{E}{\theta}} \sqrt{E}$$

Il est nécessaire de définir $\theta = kT$, θ étant donc la température du spectre traduite en MeV, et les énergies limites E_{sup} et E_{inf}.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 135/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

ENERGETIC_DISTRIBUTION
SPECTRE
MAXWELL_SPECTRE
 $\theta \ E_{sup} \ E_{inf}$

12.4.6 Spectre tabulé


Il s'agit d'une densité d'émission dont les valeurs sont données en un certain nombre de points et interpolées entre ces points. La syntaxe de définition d'un tel spectre est celle qui est employée pour une distribution angulaire tabulée (calquée sur l'entrée d'une fonction réponse avec **DATA**, dont la présentation complète est faite au chapitre 13). On donne la distribution en fonction de l'énergie (par ordre croissant d'énergie).

ENERGETIC_DISTRIBUTION
SPECTRE INTERPOLATED
nb(points) nb(inter)
<MODE_INTERPOLATION(1)>
num[limsup(1)]
...
<MODE_INTERPOLATION(nbinter)>
num[limsup(nbinter)]
E₀ valeur₀
...
E_{nb(points)-1} valeur_{nb(points)-1}

- **<MODE_INTERPOLATION>** appartenant à la liste {**IN_NO_INTERPOLATION**, **IN_LIN_LIN**, **IN_LIN_LOG**, **IN_LOG_LIN**, **IN_LOG_LOG**} ;
- **nb(points)** est le nombre de points, **nb(inter)** le nombre de plages d'interpolations différentes ;
- Le mode **<MODE_INTERPOLATION(1)>** s'applique de E_0 à $E_{num[limsup(1)]}$;
- Le mode **<MODE_INTERPOLATION(j)>** s'applique de $E_{num[limsup(j-1)]}$ à $E_{num[limsup(j)]}$ où $num[limsup(i)]$ est un entier, numéro du point dans la liste des couples $(E_i, valeur_i)$ fournis. (Attention à la numérotation qui commence à 0).

L'unité des valeurs tabulées est particules/MeV/cm³/s (si l'on connaît les valeurs en particules/cm³/s, il convient de diviser l'intensité de chaque groupe par la largeur en énergie du groupe).

Attention : Les conventions d'unité de TRIPOLI-3 et TRIPOLI-4 pour ce type de densité énergétique ne sont pas les mêmes.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 136/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

12.4.7 Densité analytique

La densité est exprimée par une formule algébrique définie de manière identique à celle définie dans la distribution géométrique. L'expression des formules et domaines se fait par la variable **E**.

Les opérateurs existant dans l'expression de la formule sont (**LOG** est le logarithme décimal) :

+ , - , * , / , **SH**, **CH**, **SIN**, **COS**, **EXP**, **LOG**, **SQRT**, **()**.

Les relations acceptées dans la définition des domaines sont : < et >.

Attention : Si une expression commence par un signe – il faut la faire précéder de 0 : **EXP(0-X)**, pour $\exp(-x)$ par exemple.

```
ENERGETIC_DISTRIBUTION
SPECTRE
ANALYTICAL
FUNCTION = ...;
DOMAIN = ...;
```

Exemple (source en $\exp(-E)$ entre 1 et 2 MeV) :

```
ENERGETIC_DISTRIBUTION
ANALYTICAL
FUNCTION= EXP(0-E) ;
DOMAIN=1<E<2 ;
```

12.5 La distribution temporelle

La distribution peut s'exprimer sous quatre formes différentes (Dirac, uniforme, tabulée ou analytique).

12.5.1 Le Dirac

Il s'agit d'une source en un temps donné exprimée par un réel. La densité temporelle est un Dirac $S(t) = \delta(t - t_0)$, l'intensité temporelle vaut alors 1.


La syntaxe est donnée dans l'encadré suivant.

```
TIME_DISTRIBUTION
DIRAC t0
```

Exemple important :

Dans le cas d'un problème ne dépendant pas du temps on choisit

```
TIME_DISTRIBUTION DIRAC 0
```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 137/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

12.5.2 La densité uniforme

Il s'agit d'une densité d'émission en temps uniforme entre deux valeurs spécifiées par l'utilisateur. La syntaxe est :

```

TIME_DISTRIBUTION
UNIFORM
tinf tsup

```

La densité temporelle vaut $S(t) = U(t_{sup}, t_{inf})$, telle que $S(t) = 1$ si le temps est entre les bornes, et $S(t) = 0$ sinon. L'intensité vaut par conséquent $t_{sup} - t_{inf}$.

12.5.3 La densité tabulée


Il s'agit d'une densité d'émission dont les valeurs sont données en un certain nombre de points et interpolée entre ces points. La syntaxe de définition d'une telle densité est voisine de celle d'une fonction réponse exprimée sous forme de données (paragraphe 13.4), ou des distributions tabulées angulaire ou énergétique (les temps sont donnés par ordre croissant).

```

TIME_DISTRIBUTION
INTERPOLATED
nb(points) nb(inter)
<MODE_INTERPOLATION(1)>
num[limsup(1)]
...
<MODE_INTERPOLATION(nbinter)>
num[limsup(nbinter)]
t0 valeur0
...
tnb(points)-1 valeurnb(points)-1

```

- `<MODE_INTERPOLATION>` appartenant à la liste `{IN_NO_INTERPOLATION, IN_LIN_LIN, IN_LIN_LOG, IN_LOG_LIN, IN_LOG_LOG}` ;
- `nb(points)` est le nombre de points, `nb(inter)` le nombre de plages d'interpolations différentes ;
- Le mode `<MODE_INTERPOLATION(1)>` s'applique de t_0 à $t_{num[limsup(1)]}$;
- Le mode `<MODE_INTERPOLATION(j)>` s'applique de $t_{num[limsup(j-1)]}$ à $t_{num[limsup(j)]}$ où $num[limsup(i)]$ est un entier, numéro du point dans la liste des couples.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 138/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

12.5.4 La densité analytique

La densité est exprimée par une formule algébrique définie de manière identique à celle définie dans la distribution géométrique. L'expression des formules et domaines se fait par la variable **T**.

Les opérateurs existant dans l'expression de la formule sont (**LOG** est le logarithme décimal) :

+ , - , * , / , SH, CH, SIN, COS, EXP, LOG, SQRT, ().

Les relations acceptées dans la définition des domaines sont : < et >.

Attention : Si une expression commence par un signe – il faut la faire précéder de 0 : **EXP(0-X)**, pour **exp(-x)** par exemple.

```

TIME_DISTRIBUTION
ANALYTICAL
    FUNCTION = ...;
    DOMAIN = ...;


```

Exemple (source en $\exp(-t)$, t de 0 à 30 secondes)

```

TIME_DISTRIBUTION
ANALYTICAL
    FUNCTION= EXP(0-T) ;
    DOMAIN=0<T<30 ;

```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 139/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

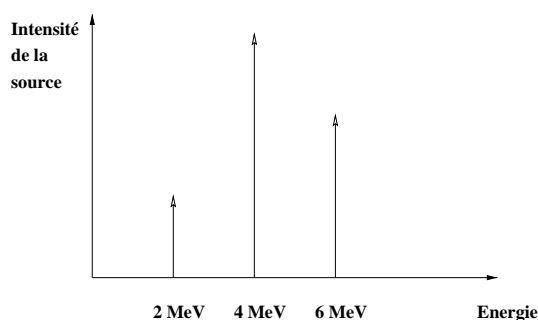
12.6 Exemples complets de sources

12.6.1 Source ponctuelle, isotrope, pas de dépendance temporelle

Nous voulons une source de 1 particule par seconde. Nous choisissons un Dirac temporel, la source est donc normée à une particule (l'intégrale du Dirac est 1). Elle est placée à l'origine du repère.

Spectre par points

Nous allons donner trois traitements pour une source dont on connaît la valeur relative en trois points : 1 en 2 MeV, 3 en 4 MeV et 2 en 6 MeV. Le spectre est donc somme de 3 Diracs, il faut diviser la source en trois contributions.



On écrit la source totale comme suit (la première source a une norme de $1/(1+3+2)=1/6=0.167$, la seconde une norme de $3/6=0.5$ et la dernière une norme de $2/6=0.333$)

LIST_SOURCES

```
3
SOURCE INTENSITY 0.167 NEUTRON
PUNCTUAL 0 0 0
ANGULAR_DISTRIBUTION ISOTROPIC
ENERGETIC_DISTRIBUTION
SPECTRE MONOCINETIQUE 2
TIME_DISTRIBUTION DIRAC 0.
```

FIN_SOURCES

```
SOURCE INTENSITY 0.5 NEUTRON
PUNCTUAL 0 0 0
ANGULAR_DISTRIBUTION ISOTROPIC
ENERGETIC_DISTRIBUTION
SPECTRE MONOCINETIQUE 4
TIME_DISTRIBUTION DIRAC 0.
```

FIN_SOURCES

```
SOURCE INTENSITY 0.333 NEUTRON
PUNCTUAL 0 0 0
ANGULAR_DISTRIBUTION ISOTROPIC
```

```

ENERGETIC_DISTRIBUTION
      SPECTRE MONOCINETIQUE 6
TIME_DISTRIBUTION DIRAC 0.
FIN_SOURCES
FIN_LIST_SOURCES

```

Une formulation équivalente et plus compacte s'obtient avec le spectre de raies.

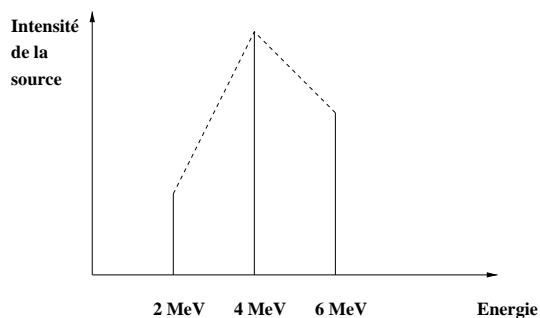
```

LIST_SOURCES
  1
  SOURCE INTENSITY 1 NEUTRON
    PUNCTUAL 0 0 0
    ANGULAR_DISTRIBUTION ISOTROPIC
    ENERGETIC_DISTRIBUTION
      SPECTRE RAY_SPECTRE 3
      2 1
      4 3
      6 2
    TIME_DISTRIBUTION DIRAC 0.
FIN_SOURCES
FIN_LIST_SOURCES

```

Spectre par plages


Supposons maintenant que l'on veuille interpoler le spectre entre ces points de façon linéaire. On choisit alors une seule source `INTERPOLATED`. Il y a trois points d'interpolation et un seul type (linéaire-linéaire) qui se termine à la dernière énergie (de numéro 2 puisque la numérotation commence à 0).



```

LIST_SOURCES
  1
  SOURCE INTENSITY 1 NEUTRON

```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 141/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		


```

PUNCTUAL 0 0 0
ANGULAR_DISTRIBUTION ISOTROPIC
ENERGETIC_DISTRIBUTION
      SPECTRE INTERPOLATED 3 1
            IN_LIN_LIN 2
            2 1
            4 3
            6 2
      TIME_DISTRIBUTION DIRAC 0.
FIN_SOURCES
FIN_LIST_SOURCES

```

12.6.2 Source non-ponctuelle, isotrope, pas de dépendance temporelle

Imaginons la simulation d'un cas monodimensionnel cylindrique (par exemple pour comparaison avec un code SN), la source étant «linéique», i.e. confinée dans un cylindre de faible rayon. TRIPOLI-4 doit, lui, avoir une géométrie à trois dimensions. Pour simplifier nous prenons une source monocinétique, isotrope. Pour que le domaine ne soit pas plus grand que le volume d'émission, il vaut mieux se placer dans le cas où c'est le domaine qui limite la source, ce que nous permet la géométrie. Il ne faut en tout cas pas prendre un domaine beaucoup plus grand que le volume. La convention implicite est dans l'exemple que le volume 1 contient le domaine, et que la géométrie d'axe z est limitée par $-10 < z < 10$.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 142/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Exemple : Rayon du volume cylindrique 1 : 0.05 cm et la description suivante :

LIST_SOURCES

```

1
SOURCE INTENSITY 1 NEUTRON
  FACTORIZED
    FRAME CYLINDER
    0 0 0
    1. 0. 0.
    0. 0. 1.
    VOLU 1 1
  GEOMETRIC_DISTRIBUTION
    ANALYTICAL
    FUNCTION = 1. ;
    DOMAIN = 0.< R < 0.05, 0 < RTHETA < 6.2832,-10.< Z < 10 ;
  ANGULAR_DISTRIBUTION ISOTROPIC
  ENERGETIC_DISTRIBUTION
    SPECTRE MONOCINETIQUE 1
  TIME_DISTRIBUTION
    DIRAC 0.

```

FIN_SOURCES

FIN_LIST_SOURCES

Mais surtout pas : Rayon du volume cylindrique 1 : 0.05 cm et la description

LIST_SOURCES


```

1
SOURCE INTENSITY 1 NEUTRON
  FACTORIZED
    FRAME CYLINDER
    0 0 0
    1. 0. 0.
    0. 0. 1.
    VOLU 1 1
  GEOMETRIC_DISTRIBUTION
    ANALYTICAL
    FUNCTION = 1. ;
    DOMAIN = 0.< R < 5, 0 < RTHETA < 6.2832,-10.< Z < 10 ;
  ANGULAR_DISTRIBUTION
    ISOTROPIC
  ENERGETIC_DISTRIBUTION
    SPECTRE MONOCINETIQUE 1
  TIME_DISTRIBUTION
    DIRAC 0.


```

FIN_SOURCES

FIN_LIST_SOURCES

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 143/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Dans ce cas, le domaine risque d'avoir une intersection trop faible car les points sont tirés pseudo-aléatoirement dans tout le domaine de définition et non dans la seule intersection avec le volume. Si le volume est trop petit la précision sur le calcul du volume est mauvaise.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 144/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Définition des sources pour l'exemple de criticité du chapitre 5

LIST_SOURCES

2

SOURCE NEUTRON

PUNCTUAL -15.1 0. 199.57

ANGULAR_DISTRIBUTION

ISOTROPIC

ENERGETIC_DISTRIBUTION

SPECTRE WATT_SPECTRE

TIME_DISTRIBUTION

DIRAC 0.

FIN_SOURCES

SOURCE NEUTRON

FACTORIZED

FRAME CYLINDER

15.1 0. 185.3

1. 0. 0.

0. 0. 1.

VOLU 1 8

GEOMETRIC_DISTRIBUTION

ANALYTICAL

FUNCTION = 1. ;

DOMAIN = 0. < R < 14.55, 0 < RTHETA < 6.2832, 0. < Z < 28.54 ;

ANGULAR_DISTRIBUTION

ISOTROPIC

ENERGETIC_DISTRIBUTION


SPECTRE WATT_SPECTRE

TIME_DISTRIBUTION

DIRAC 0.

FIN_SOURCES

FIN_LIST_SOURCES

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 145/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 13

LA DÉFINITION DES RÉPONSES

Le calcul d'une fonction réponse nécessite la connaissance de trois données :

- la nature de la fonction réponse (flux, courant, taux de réaction) ;
- le découpage énergétique, angulaire ou temporel sur lequel on veut les résultats ;
- les points, surfaces ou volumes de la géométrie où l'on veut mener le calcul et les estimateurs.

Les tâches sont réparties sur trois modules : le module **REPONSES** définit la nature de la réponse, le module **LIST_DECOPAGE** décrit les découpages et le module **SCORE** précise les données géométriques, les estimateurs et utilise les données précédemment définies dans les modules **REPONSES** et **LIST_DECOPAGE**. La définition des réponses est annoncée par le mot-clé **REPONSES**. Elle se termine avec **FIN_REPONSES**.


13.1 Les réponses disponibles

Les réponses sont les quantités physiques calculées par le code au cours de la simulation. Ces réponses peuvent être de trois types différents :

- un flux (en neutronique il s'agit d'une densité fois une vitesse) ;
- un courant ;
- un débit d'équivalent de dose ANS, 1977 [2] ;
- un taux de réaction (qu'il faut préciser).

Les unités sont pour

- un flux volumique : par défaut il s'agit de valeurs intégrées sur le volume, les valeurs sont en nombre de particules fois l'unité de longueur et par unité de temps (neutron-cm/s) ; si l'on donne le volume les valeurs seront en nombre de particules par unité de surface et par unité de temps (neutron/(cm²·s) ;
- un flux surfacique : par défaut il s'agit de valeurs intégrées sur la surface, les valeurs sont en nombre de particules par unité de temps (neutron/s) ; si l'on donne la surface les valeurs seront en nombre de particules par unité de surface et par unité de temps (neutron/(cm²·s) ;
- un flux ponctuel : les valeurs sont en nombre de particules par unité de surface et par unité de temps (neutron/(cm²·s) ;
- un courant : comme pour un flux surfacique ;
- un dépôt d'énergie dans la matière ou des énergies de recul (MeV) ;

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 146/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- un taux de réaction : comme pour un flux, mais avec le facteur de conversion (flux,taux) ;
- un débit d'équivalent de dose : rem/h ;
- une source de photons : photon/s.

À une réponse est associé un type de particule (NEUTRON, PHOTON, ELECTRON ou POSITRON).

Toutefois la notion de flux tel que défini en neutronique n'a pas de sens pour les particules chargées. On définit les réponses les unes après les autres après avoir donné le nombre de réponses total. On peut avoir plusieurs taux de réaction. La syntaxe est donc :

```

REPONSES
  nb(réponses)
    NAME <nom1>
      <type1> <particule1>
      <Données complémentaires du taux de réaction>
    ...
    NAME <nomN>
      <typeN> <particuleN>
      <Données complémentaires du taux de réaction>
FIN_REPONSES

```

Les <types> de réponses possibles sont :

- FLUX
- DOSE_ANS77
- COURANT
- REACTION
- DEPOSITED_ENERGY
- RECOIL_ENERGY
- PHOTON_REPARTITION

Il est possible d'affecter un nom aux réponses (avec le mot-clé NAME).

Remarques :

- Il n'y a pas de calcul de dpa implémenté ;
- Le flux surfacique (ou le courant) ne peut pas être calculé pour toutes les surfaces (cf. chapitre 15) ;
- Le type de particule qui suit le mot clé RECOIL_ENERGY doit être NUCLEUS.

13.2 Données complémentaires d'un taux de réaction simple

Pour un taux de réaction, il est nécessaire de déterminer en plus les données particulières du taux de réaction à calculer. Il faut d'abord après le mot-clé **NUCLEUS** donner le nom du noyau **nom(noyau)**. Ce nom doit être un des noms de noyau de la bibliothèque, sauf si la réaction est définie par **DATA**. Les données se présentent sous trois formes différentes :

- un noyau dans une composition et une ou plusieurs interactions (annoncé par **COMPOSITION**).
Il s'agit alors d'un taux de réaction *macroscopique*. Si on demande plusieurs interactions elles seront cumulées pour donner le taux de réaction cherché ;
- un noyau fictif et une interaction ou plusieurs interactions (annoncé par **FICTIF**). Il s'agit alors d'un taux de réaction microscopique. Ici aussi le taux de réaction est somme des taux de réaction des différentes interactions demandées. On entend par noyau fictif un noyau qui peut n'être dans aucune des compositions du problème. Il faut préciser la température qui doit être un nombre entier.
Attention : dans les deux cas ci-dessus le code cherche le noyau dans les fichiers ENDF. Mais pour y avoir accès il faut que la particule concernée (**NEUTRON** , **PHOTON**, **ELECTRON** ou **POSITRON**) soit déclarée dans la directive **SIMULATION**. Ainsi, si l'on demande une réaction neutron pour un problème gamma (non-couplé), le code échouera, même si la réponse n'est pas utilisée ;
- un noyau (de nom indifférent au code) et la donnée d'une section efficace tabulée avec un schéma d'interpolation. L'utilisateur définit dans ce cas la section permettant le calcul du taux de réaction. Les données des valeurs de sections sont copiées sur le modèle de définition d'une section ponctuelle dans **NJOY**.

La syntaxe est donc :

```

REACTION <TYPE_PARTICULE>
  NUCLEUS nom(noyau)
  *   COMPOSITION nom(compo)
      INTERACTION nb(interactions)
      codeinteractions(1)...codeinteractions(n)
  *   FICTIF température
      INTERACTION nb(interactions)
      codeinteractions(1)...codeinteractions(n)
  *   ( COEFF coeff) DATA
      Données complémentaires de DATA

```

avec <TYPE_PARTICULE> qui vaut **NEUTRON** ou **PHOTON**.

Les différents codes d'interaction sont listés dans le tableau 13.1.

Pour le choix **DATA**, il est possible de multiplier les valeurs par un coefficient **coeff**. En l'absence des mots **COEFF** **coeff**, le coefficient vaut 1.

13.3 Somme de taux de réaction

On peut définir un taux de réaction somme de `nb(taux)` taux de réaction sur divers noyaux, la syntaxe est celle de l'encadré.

```

REACTION <TYPE_PARTICULE>
  NUCLEI nb(taux)
    nom(noyau1)
      Données complémentaires
      du noyau 1
    nom(noyau2)
      Données complémentaires
      du noyau n

```

Les données complémentaires du noyau sont `COMPOSITION` etc., `FICTIF` etc. ou `DATA` etc. On peut ainsi faire la somme de taux de réaction de différents noyaux. On peut aussi mélanger les choix pour différents noyaux (`FICTIF` pour un noyau, `DATA` pour un autre, etc. Mais attention `FICTIF` donne des sections microscopiques et `COMPOSITION` des sections macroscopiques : ne pas les mélanger !).

Remarques :

L'interaction (n-2n) a changé de numéro depuis la version 1.0.

- On peut employer `NUCLEI 1` au lieu de `NUCLEUS` ;
- Plutôt que de demander, par exemple,

```

REACTION NEUTRON
NUCLEI 2
016 FICTIF 300 INTERACTION 1 22
016 FICTIF 300 INTERACTION 1 23

```

il vaut mieux écrire

```

REACTION NEUTRON
NUCLEUS
016 FICTIF 300 INTERACTION 2 22 23

```

En effet certaines incompatibilités sont détectées dans le deuxième cas et pas dans le premier (par exemple, la section totale ne peut s'ajouter à une section partielle d'un même matériau car elle la contient, voir le tableau 13.1).

13.4 Les données complémentaires de DATA

Le mot-clé `DATA` annonce la définition des sections efficaces.

Remarque : La façon de donner les sections est identique lors de l'entrée d'une source tabulée. Il convient, pour définir les sections, de connaître :

Interaction	Code	Particule
Totale	104	neutron
Diffusion élastique	21	neutron
Diffusion inélastique discrète	22	neutron
Diff. inél. dis. niveau 1	22001	neutron
Diff. inél. dis. niveau i	220(i)	neutron
Diff. inél. dis. niveau 40	22040	neutron
Diffusion inélastique continue	23	neutron
$n \rightarrow N \cdot n$	24	neutron
$n \rightarrow 2n$	242	neutron
$n \rightarrow 3n$	243	neutron
$n \rightarrow 4n$	244	neutron
$n \rightarrow n, \alpha$	25	neutron
$n \rightarrow n, \text{proton}$	26	neutron
Diffusion inélastique discrète et continue	28	neutron
Diffusion élastique cohérente	30	neutron
Diffusion élastique incohérente	31	neutron
Diffusion inélastique incohérente	32	neutron
Fission	33	neutron
$\nu \cdot \sigma_f$	34	neutron
Absorption. Émission photons	52	neutron
Absorption. Émission protons	53	neutron
Absorption. Émission tritium	54	neutron
Absorption. Émission alpha	55	neutron
Absorption. Émission hélium	56	neutron
Absorption. Émission deutéron	57	neutron
Absorption totale	58	neutron
Diffusion cohérente	100	photon
Diffusion incohérente	101	photon
Effet photoélectrique	102	photon
Production de paires	103	photon
Autres interactions	105	neutron

TAB. 13.1 – Codes d'interaction pour le fichier de données. Remarque : le code 105 désigne la somme de toutes les autres interactions neutron ne figurant pas explicitement dans un autre code (complément pour avoir la section totale neutron).

Mode d'interpolation	Code associé
Histogramme	IN_NO_INTERPOLATION
Linéaire	IN_LIN_LIN
Linéaire-logarithmique	IN_LIN_LOG
Logarithmique-linéaire	IN_LOG_LIN
Logarithmique-logarithmique	IN_LOG_LOG

TAB. 13.2 – Types d'interpolation possibles

- le nombre de points `nb(points)` définissant les sections par des couples (énergie, section) ;
- le nombre d'intervalles `nb(inter)` pour lesquels il faudra préciser le type d'interpolation (même si deux intervalles sont décrits par le même mode d'interpolation, si ils sont disjoints, il faut les compter pour deux) ;
- les modes d'interpolation sur ces intervalles ;
- les valeurs de sections aux énergies données.

Les modes d'interpolation et leur code sont donnés dans le tableau 13.2.

Pour un histogramme la valeur dans l'intervalle $[E(\text{inf}), E(\text{sup})]$ est celle correspondant à $E(\text{inf})$. La signification de ces modes d'interpolation est la suivante (y désignant la section et x l'énergie) :

- IN_NO_INTERPOLATION

$$y = cste;$$

- IN_LIN_LIN

$$y = a * x + b;$$

- IN_LIN_LOG

$$y = a * \log(x) + b;$$

- IN_LOG_LIN

$$\log(y) = a * x + b;$$

- IN_LOG_LOG

$$\log(y) = a * \log(x) + b.$$

Note : \log est le logarithme décimal.

Il faut indiquer comment faire coïncider les intervalles correspondant au mode d'interpolation j et les énergies fournies.

Soit $E(i)$ la liste des énergies (données en Mev) pour lesquelles on connaît la section efficace, i variant entre 0 et `nb(points)-1`. La liste, avec les sections associées à chaque énergie, doit être entrée par valeurs d'énergie croissantes. Après avoir donné le mode d'interpolation d'un intervalle j , on donne le numéro de la limite supérieure en énergie `num[limsup(j)]` de cet intervalle (l'énergie doit bien sûr appartenir à la liste des $E(i)$ et `num[limsup(j)]` doit être compris entre 1 et `nb(points)-1`).

- Le premier intervalle d'interpolation s'étend de $E(0)$ à $E\{\text{num}[\text{limsup}(1)]\}$;
- Le j -ème intervalle d'interpolation s'étend de $E\{\text{num}[\text{limsup}(j-1)]\}$ à $E\{\text{num}[\text{limsup}(j)]\}$;
- Le dernier intervalle d'interpolation s'étend de $E\{\text{num}[\text{limsup}(\text{nbinter}-1)]\}$ à $E\{\text{num}[\text{limsup}(\text{nbinter})]\} = E[\text{nb(points)}-1]$.

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Enfin on donne les couples $(E(i), \text{section}(i))$, i variant de 0 à $\text{nb}(\text{points})-1$.

La syntaxe est donc :

```
DATA
  nb(points) nb(inter)
  <MODE_INTERPOLATION(1)> num[limsup(1)]
  ...
  <MODE_INTERPOLATION(nbinter)> num[limsup(nbinter)]
  E0 section0
  ...
  Enb(points)-1 sectionnb(points)-1
```

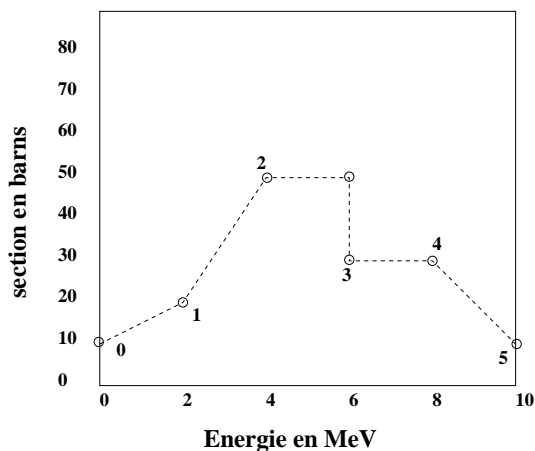
On peut également utiliser un fichier contenant toutes les données de l'encadré précédent à partir de $\text{nb}(\text{points})$. La syntaxe est alors :

DATA

FILE filename

où filename est le nom du fichier de données.

Exemple de définition des sections données par le mot-clé DATA




Ainsi, si l'on veut décrire la section définie sur la figure : Il y a six points à entrer (0,10), (2,20), (4,50), (6,30), (8,30), (10,10) ($\text{nb}(\text{points})=6$). Il y a trois intervalles d'interpolation ($\text{nb}(\text{inter})=3$) soit (en gras le numéro $\text{num}[\text{limsup}(j)]$ du dernier point)

- l'intervalle [0,4] (du point 0 au point **2**), sur lequel on veut une interpolation linéaire entre les points ;
- l'intervalle [4,8] (du point 2 au point **4**) avec une interpolation en histogramme ;
- l'intervalle [8,10] (du point 4 au point **5**) avec à nouveau une interpolation linéaire.

Ce qui donne :

DATA

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 152/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

6 3
IN_LIN_LIN 2
IN_NO_INTERPOLATION 4
IN_LIN_LIN 5
0. 10.
2. 20.
4. 50.
6. 30.
8. 30.
10. 10.

```

Définition de réponses (facultatif) pour l'exemple de criticité du chapitre 5


```

REPONSES 4
FLUX NEUTRON
REACTION NEUTRON
NUCLEUS U238 COMPOSITION SOLUTION_U
INTERACTION 1 104
REACTION NEUTRON
NUCLEUS 016 FICTIF 300
INTERACTION 1 104
REACTION NEUTRON
NUCLEUS BIDON
DATA
6 3
IN_LIN_LIN 2
IN_NO_INTERPOLATION 4
IN_LIN_LIN 5
0. 10. 2. 20.
4. 50. 6. 30.
8. 30. 10. 10.
FIN_REPONSES

```

13.5 Remarques

- Pour les scores liés à la fonction réponse `DEPOSITED_ENERGY` il est important de noter que le découpage associé à la fonction réponse dépôt d'énergie correspond à l'énergie incidente. On a donc les dépôts d'énergie en fonction de l'énergie de la particule incidente. Donc ce score ne permet pas de retrouver un histogramme des valeurs d'énergie déposée.
- Pour les scores liés à la fonction réponse `RECOIL_ENERGY`, le découpage correspond aux valeurs d'énergie de recul, on a donc bien les spectres d'énergie de recul.
- Pour des scores liés à la fonction réponse `PHOTON_REPARTITION`, seules les données gamma fournies dans les évaluations associées au **noyau d'entrée** subissant les interactions traitées en

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 153/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

simulation sont prises en compte (les productions gamma associées aux produits éventuels des réactions ne sont pas prises en compte).




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 154/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 155/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 14

LA DÉFINITION DES DÉCOUPAGES

La définition des découpages est annoncée par le mot-clé `LIST_DECOUPAGE` et se termine par le mot-clé `FIN_LIST_DECOUPAGE`.

On définit les découpages d'encaissement et les découpages d'homogénéisation. Un découpage est une liste d'intervalles énergétiques, angulaires ou temporels pour chacun desquels est calculée une fonction réponse.

La définition de la liste de découpages consiste en :

- la donnée du nombre de découpages définis ;
- la donnée de chaque découpage.

La définition d'un découpage consiste en :

- la donnée du nom du découpage ;
- la donnée du nombre de bornes du découpage ;
- la donnée des valeurs de ces bornes.

Pour un découpage connu par le code, il ne faut pas préciser le nombre de bornes ni leurs valeurs. Les découpages connus ont pour nom : **3_GRS** (3 groupes), **SAILOR** (47 groupes), **APOLLO_99** (99 groupes), **GAM2** (100 groupes) et **APOLLO_172** (172 groupes). Le code TRIPOLI-4 ajoute un groupe au-dessus de l'énergie supérieure du découpage jusqu'à 10^4 MeV (pour pouvoir recouvrir le domaine de simulation dans tous les cas).

L'ensemble des intervalles constituant un découpage énergétique doit couvrir le domaine de simulation du problème (`[Einf, Esup]` par défaut 10^{-11} MeV - 20 MeV). Dans le cas contraire, le code TRIPOLI-4 échoue. Pour les découpages connus, le groupe supplémentaire à haute énergie garantit que la borne supérieure du domaine de simulation est comprise dans le découpage. En revanche, les découpages "**APOLLO_99**" et "**APOLLO_172**" ne vont que jusqu'à $1.1 \cdot 10^{-10}$ MeV, et une coupure du domaine de simulation (`Einf`) s'impose si on veut les utiliser.

Les découpages sont définis pour n'importe quel type de particule (**NEUTRON** et **PHOTON**).

Les découpages énergétiques, angulaires et temporels sont définis de manière identique. Aucun mot-clé ne détermine le type de découpage.

Attention : il y a une borne de plus que le nombre d'intervalles. Un découpage peut être entré par valeurs croissantes ou décroissantes, mais la liste doit être **monotone** (toujours croissante ou toujours décroissante).

La séquence de définition des découpages est donc la suivante :

```

LIST_DECOPAGE
  nb(découpages)
    nom(découpage1)
      nb(bornes)
      borne(1)...borne(n)
    ...
    nom(découpage_connui)
    ...
    nom(découpagen)
      nb(bornes)
      borne(1)...borne(n)
FIN_LIST_DECOPAGE

```


Définition des découpages pour le calcul de criticité du chapitre 5

```

LIST_DECOPAGE 5
  DEC_FLUX 10
    20. 5. 1. 0.1 0.01
    1.E-3 1.E-4 1.E-5 1.E-6 1.E-11
  DEC_ABSORPTION 6
    20. 4.086771E-2 9.119000E-3
    1.433817E-3 1.101044E-4 1.E-11
  DEC_TEMPS 5
    1. 0.1 0.01 1.E-5 1.E-7
  DEC_ANGLE 5
    -1. 0.5 0. 0.5 1.
  GAM2
FIN_LIST_DECOPAGE

```

Le troisième découpage, dans l'exemple ci-dessus est un découpage temporel. Bien entendu il n'est pas astreint aux contraintes de recouvrement du domaine de simulation énergétique. Les découpages angulaires comme le découpage DEC_ANGLE sont donnés en cosinus et doivent couvrir le domaine [-1, 1].

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 157/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 15

LA DÉFINITION DES SCORES

La définition des scores est annoncée par le mot-clé **SCORE** et se termine par **FIN_SCORE**. La séquence de définition est :

```

SCORE
    nb(scores)
        Définitions des scores
FIN_SCORE

```

15.1 Rappel de la définition d'un score

Un score est défini par la donnée de :

- le type de la fonction réponse à calculer. Elle est définie par un identificateur entier correspondant à l'ordre d'apparition de la réponse dans la directive **REPONSES** ou par le nom de cette réponse s'il a été donné dans la directive **REPONSES** ;
- un découpage énergétique. Le découpage est identifié par son nom défini dans la directive **LIST_DECOUPAGE** ;
- un découpage angulaire facultatif identifié par son nom défini dans la directive **LIST_DECOUPAGE** ;
- un découpage temporel facultatif : utilisé dans les calculs cinétiques uniquement. Le découpage est également identifié par son nom défini dans la directive **LIST_DECOUPAGE** ;
- un estimateur défini dans la directive **SCORE**.


15.2 Les estimateurs volumiques

Pour un encaissement sur des volumes on dispose de :

- l'estimateur corde **TRACK**

$$\chi = \omega \cdot L$$

avec :

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 158/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- ω : poids statistique de la particule ;
- L : longueur de la trajectoire.
- l'estimateur collision COLLISION

$$\chi = \frac{\omega}{\Sigma(E)}$$

avec :

- ω : poids de la particule ;
- $\Sigma(E)$: section efficace totale de la composition.

15.3 Les estimateurs surfaciques

Pour un encaissement sur des surfaces on dispose de :

- l'estimateur surfacique SURF.

Pour un flux :

$$\chi = \frac{\omega}{\|\Omega \cdot \mathbf{n}\|}$$

Pour un courant (courant sortant) :

$$\chi = \omega$$

où :

- ω : poids de la particule ;
- Ω : direction de la particule ;
- \mathbf{n} : normale à la surface à travers laquelle le flux est calculé.

15.4 Les estimateurs ponctuels

Pour un encaissement en un point (flux ou taux de réaction) on dispose de l'estimateur ponctuel FLUX_PT. **Attention**, actuellement cet estimateur n'est non biaisé que pour des sources *isotropes*. Les estimateurs ponctuels sont maintenant implémentés pour les neutrons et les photons.


15.5 Les éléments géométriques

Ces éléments peuvent être des volumes (estimateur volumique), des surfaces (estimateur surfacique) ou des points (estimateur ponctuel).

- Un volume est identifié par son numéro de définition.
- Une surface est identifiée par l'interface entre deux volumes. Une surface de fuite est identifiée par un numéro de volume et le numéro fictif -1.

Attention :

- **on ne peut pas avoir de surface définie par un volume fictif** (le résultat sera un score nul : le test se fait sur l'appartenance de la particule à un volume et une particule ne peut appartenir à un volume fictif) ;
- pour l'option COURANT c'est **un courant sortant du premier volume cité vers le second volume** qui est calculé. Il ne s'agit pas d'une valeur nette, seules les particules quittant le premier volume pour le second sont comptabilisées ;

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 159/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- Un point est identifiée par ses coordonnées (X, Y, Z) .

15.6 Le filtrage

Il est possible de n'encaisser les résultats que pour les particules ayant traversé certains volumes (*encaissement conditionnel* ou *filtrage*). Il faut alors utiliser l'option **FILTER**. Remarque : Cette option est incompatible avec la directive de bandes de collision.

15.7 Définition du score

La séquence de définition d'un score est la suivante :


```

NAME <nom_score>
* num(réponse)
* <nom_réponse>
  <NOM_ESTIMATEUR>
  FILTER VOLU
  LIST nb(volu)
    vol(1)...vol(n)
  CINETIC DECOUPAGE nom(découpage temporel)
  ANGULAR DECOUPAGE nom(découpage angulaire)
  DECOUPAGE nom(découpage énergétique)
  <RESULTATS>
  <TYPE_ELEMENT_GEOMETRIQUE>
    <LISTE_OU_SOMME> nb(éléments)
    élément(1)
    ...
    élément(n)

```

avec :

- Le nom du score est facultatif. Dans le cas d'un couplage de neutronique et de protection (cf chapitre 18), cette donnée est obligatoire pour pouvoir déterminer dans quel mode de simulation ce score doit être estimé.
- La réponse associée est donnée :
 - soit par **num(réponse)** le numéro de la réponse donnée dans la directive **REPONSES** : la première réponse définie a le numéro 1, la deuxième le numéro 2, etc.
 - Attention : le numéro n'est pas explicitement indiqué dans la directive, l'ajout d'une réponse peut décaler la numérotation.
 - soit par le nom de la réponse donnée dans la directive **REPONSES** (par **NAME**)
- **NOM_ESTIMATEUR** qui peut être un des mots-clés suivants :
 - **TRACK** pour estimateur sur le parcours

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 160/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		


- COLLISION pour estimateur collision
- SURF pour estimateur surfacique
- FLUX_PT pour estimateur ponctuel
- LOCAL_ENERGY_DEPOSITION pour les dépôts d'énergie. Ce mode d'estimation est nécessaire pour les scores associés à des fonctions réponses DEPOSITED_ENERGY.
- RECOIL_ENERGY pour les calculs d'énergies de recul. Ce mode d'estimation est nécessaire pour les scores associés à des fonctions réponses RECOIL_ENERGY.
- PHOTON_REPARTITION pour le calcul de la source de photons. Ce mode d'estimation est nécessaire pour les scores associés à des fonctions réponses PHOTON_REPARTITION.
- nom_du_découpage_temporel (resp. nom_du_découpage_angulaire) est le nom d'un découpage temporel (resp. angulaire) donné dans LIST_DECOUPAGE. La distinction entre un découpage énergétique et un découpage temporel (resp. angulaire) est faite par le mot-clé CINETIC (resp. ANGULAR), qui précède DECOUPAGE. Rappel : La donnée d'un découpage temporel est facultative.
- nom_du_découpage_énergétique est le nom d'un découpage donné dans LIST_DECOUPAGE.
- <RESULTATS> est un mot-clé optionnel pouvant être BOOTSTRAP pour des calculs d'intervalles de confiance ou COMPLETE pour le stockage complet des résultats. Par défaut les résultats stockés sont des valeurs moyennes. L'utilisation de l'option BOOTSTRAP ou COMPLETE requiert beaucoup de mémoire. En effet, la place d'un flottant est allouée à chaque score, chaque batch et pour chaque groupe d'énergie. Ces options peuvent également poser des problèmes de communication en parallèle.
- FILTER est un mot-clé optionnel précisant qu'il faut effectuer un encaissement conditionnel. La particule doit être passée auparavant par l'un des volumes de la liste qui suit.
- <TYPE_ELEMENT_GEOMETRIQUE> est un des mots-clés suivants :
 - VOLU ou MAILLE, fonctionne avec l'estimateur cordes TRACK et l'estimateur collision COLLISION;
 - FRONTIER si on a choisi SURF;
 - POINT si on a choisi FLUX_PT.
- <LIST_OU_SOMME> vaut : LIST ou SOMME.
- nb(éléments) le nombre d'éléments géométriques sur lesquels on veut les résultats. Le résultat est donné pour chaque élément de la liste avec le choix LIST mais est la somme des scores pour les éléments de la liste avec le choix SOMME.
- élément(1)...élément(n) est la liste des éléments. Un élément élément(i) étant composé de
 - a) un numéro de volume pour le choix VOLU. Exemples :


```
2 TRACK
DECOUPAGE DEC_ABSORPTION
VOLU LIST 2 5 7
```

 On demande la réponse 2, avec l'estimateur TRACK pour le découpage indiqué dans 2 volumes : dans le volume 5 et dans le volume 7.
 - b) un numéro de volume pour le choix SOMME. Exemples :


```
2 TRACK
DECOUPAGE DEC_ABSORPTION
VOLU SOMME 2 5 7
```

 Ici on demande la réponse dans le volume 5+7 (composé de 2 volumes).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 161/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- b) un numéro de volume, la profondeur et les 3 indices de mailles pour chaque réseau (du plus gros au plus petit) jusqu'à la profondeur souhaitée, pour le choix MAILLE. On peut donc extraire des mailles de mailles dans le cas de réseaux de réseaux. Remarquons, que dans la version 4.1, c'était le numéro du réseau et non la profondeur qui était demandée. La présence du mot-clé supplémentaire DEPTH assure la compatibilité avec d'anciens jeux de données.

Exemples :

2 COLLISION

DECOUPAGE DEC_ABSORPTION

MAILLE LIST 2

5 50 1 2 3

4 40 5 2 3

On demande la réponse 2, avec l'estimateur COLLISION pour le découpage indiqué dans 2 mailles : dans le volume 5 (réseau 50), pour la maille (1,2,3) et dans le volume 4 (réseau 40) maille (5,2,3).

2 COLLISION

DECOUPAGE DEC_ABSORPTION

MAILLE SOMME 2

5 DEPTH 1 1 2 3

4 DEPTH 1 1 2 3

Ici on demande la réponse dans le volume 5+4, uniquement dans la maille (1,2,3).

2 COLLISION

DECOUPAGE DEC_ABSORPTION

MAILLE LIST 1

5 DEPTH 2 1 2 3 1 1 1

Ici on demande la réponse dans le volume 5, uniquement dans la maille (1,1,1) de la maille (1,2,3) du réseau le plus gros.

Remarques : on peut faire la somme de résultats dans une maille et dans un volume. Dans ce cas, pour le volume, il faut déclarer 0 comme profondeur.

- c) deux numéros de volume, définissant une surface, pour le choix SURF. Rappelons que l'extérieur de la géométrie a pour numéro -1 (une surface limite de la géométrie est donc une surface entre un numéro de volume et -1). Attention le numéro du volume est celui du volume auquel appartient la particule, et non d'un volume de construction. En conséquence le volume ne peut pas être un réseau. Il n'y a par conséquent pas de possibilité de flux surfacique (ou de courant) entre un réseau et un volume.

Exemple :

1 SURF

DECOUPAGE DEC_FLUX


FRONTIER LIST 4

1 2

3 4

5 6

7 8

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 162/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

On demande la réponse numéro 1, avec l'estimateur **SURF** pour le découpage indiqué et pour quatre surfaces : la surface entre les volumes 1 et 2, la surface entre 3 et 4, la surface entre 5 et 6 et la surface entre 7 et 8. Pour le calcul de flux ou de taux de réaction surfacique (mais pas pour un courant), il faut pouvoir calculer la normale.

Ceci n'est pas possible actuellement dans TRIPOLI-4 pour une surface qui provient de l'application d'un opérateur (**UNION**, **INTE...**). Il suffit toutefois que l'on puisse calculer la normale à un des deux volumes définissant la surface.

Remarque : chaque élément est défini par 2 numéros de volumes, pour le cas d'une fuite on donne le numéro du volume et le numéro -1. En aucun cas il n'est procédé à une vérification et la surface définie peut être l'ensemble vide.

- d) les coordonnées (X, Y, Z) d'un point, pour le choix **FLUX_PT**.

Exemple :

```
1 FLUX_PT
```

```
DECOUPAGE DEC_FLUX
```

```
POINT LIST 1 0 0 0
```

On demande la réponse 1, avec l'estimateur **FLUX_PT** pour le découpage indiqué en 1 point : (0,0,0).

15.8 Exemple de demandes de scores

Prenons le cas d'une géométrie composée d'une boîte de 10 cm de côté suivant x et de 20 suivant y et z , centrée à l'origine :


```
GEOMETRIE
TITRE test
TYPE 1 BOITE 10 20 20
VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 FINV
FINGEOM
```

Supposons qu'elle soit remplie de vide :

```
COMPOSITION 1
PUNCTUAL 300 VIDE 1
H1 1.E-20
FIN_COMPOSITION
```

```
GEOMCOMP
VIDE 1 1
FIN_GEOMCOMP
```

Considérons une source monocinétique d'1 MeV centrée à l'origine (à 5 cm des faces suivant x) et normée à 3 particules, les particules étant dirigées avec un angle de 45 degrés par rapport à la normale d'une face :

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 163/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

LIST_SOURCES 1
NORME 3
SOURCE
NEUTRON PUNCTUAL 0 0 0
ANGULAR_DISTRIBUTION MONO_DIR 1 0 1
ENERGETIC_DISTRIBUTION SPECTRE MONOCINETIQUE 1
TIME_DISTRIBUTION DIRAC 0
FIN_SOURCES
FIN_LIST_SOURCES

```

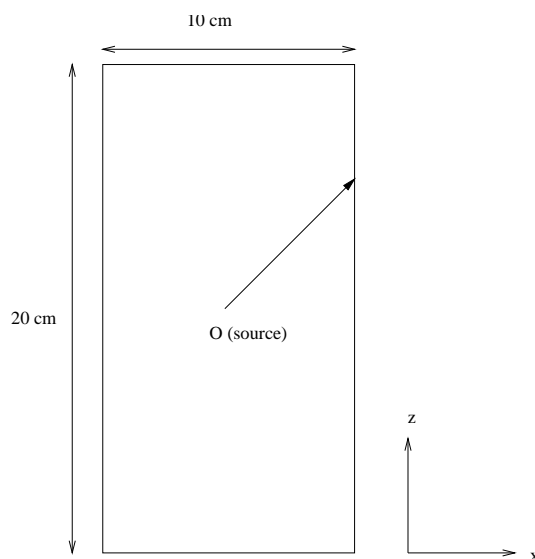


FIG. 15.1 – Exemple pour des demandes de scores


Simulons 50 batchs de 100 particules (voir la syntaxe de la directive plus loin dans le manuel, on enlève le monitoring, inutile car il n'y a pas de pondération, afin de ne pas avoir 500 particules dans le premier batch) :

```

SIMULATION
BATCH 50
SIZE 100
PARTICLE 1 NEUTRON
MONITORING 0
FIN_SIMULATION

```

Toutes les particules vont donc parcourir $5 \times \sqrt{2} \simeq 7.071$ cm dans la boîte (volume 1) puis sortir sans avoir fait de choc hors de la géométrie (volume numéro -1 par définition) par la surface (définie comme la limite entre les volumes 1 et -1), depuis 1 vers -1.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 164/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chaque particule source a un poids initial de 1. Comme elles fuient toutes sans avoir changé de poids (pas de fractionnement, ni de roulette), le poids moyen de fuite est de 100 par batch.

Prenons un découpage à un groupe qui recouvre le domaine (par défaut de simulation de 20 à 10^{-11} MeV) :

```
LIST_DECOUPAGE
1
DEC_INTEGRAL
2
20. 1.E-11
FIN_LIST_DECOUPAGE
```

Cherchons à connaître le flux et un taux de réaction fictif (microscopique) sur de l'uranium 235 (à 300 K), sa section de fission :

```
REPONSES
4
FLUX NEUTRON
COURANT NEUTRON
REACTION NEUTRON
NUCLEUS U235 FICTIF 300 INTERACTION 1 33
DOSE_ANS77 NEUTRON
FIN_REPONSES
```

Décidons de demander le flux (réponse numéro 1) volumique par les estimateurs volumiques corde et collision dans le volume 1, et par estimateur surfacique entre 1 et -1. Demandons aussi le courant (réponse numéro 2) entre 1 et -1. (Notons que le code interdit de demander un courant de -1 vers 1 autrement dit un courant rentrant).


Enfin demandons le taux de réaction (réponse numéro 3) dans le volume 1 par estimateurs volumiques corde et collision :

```
SCORE
7
1 TRACK DECOUPAGE DEC_INTEGRAL
VOLU LIST 1 1
1 COLLISION DECOUPAGE DEC_INTEGRAL
VOLU LIST 1 1

1 SURF DECOUPAGE DEC_INTEGRAL
FRONTIER LIST 1 1 -1

2 SURF DECOUPAGE DEC_INTEGRAL
FRONTIER LIST 1 1 -1

3 TRACK DECOUPAGE DEC_INTEGRAL
```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 165/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

VOLU LIST 1 1
3 COLLISION DECOUPAGE DEC_INTEGRAL
VOLU LIST 1 1


4 TRACK DECOUPAGE DEC_INTEGRAL
VOLU LIST 1 1
FIN_SCORE

Les résultats sont :

- Les demandes de flux ou de taux de réaction par estimateur collision fournissent une valeur nulle. En effet, comme il n'y a pas de collision dans le vide, cet estimateur ne peut fonctionner.
- L'estimateur corde pour le flux utilise les portions de trajectoire qui traversent le volume 1 pour les énergies des intervalles du découpage. Ces portions pour l'unique intervalle sont de $5 \times \sqrt{2} \simeq 7.071$ cm pour chaque neutron. On doit donc avoir (le poids étant de 1 à chaque fois) un flux (intégré sur le volume), pour une source normée à 1 neutron de 7.071 neutrons-centimètres. Comme la source est en fait normée à 3, on obtient un flux (intégré en volume) de $3 \times 7.071 \simeq 21.2$ neutrons-centimètre.
- Le flux surfacique ne dépend pas de l'ordre dans lequel on donne les volumes pour définir la surface sauf quand on demande un flux sur une surface de fuite ou il faut alors mettre 1 puis -1 et non pas -1 puis 1. On le calcule en divisant le poids (ici 1) de la particule qui traverse par le cosinus de l'angle (ici 45 degrés) avec la normale à la surface (ici un cosinus de $1/\sqrt{2}$). On doit donc avoir un flux (intégré en surface), pour une source normée à 1 neutron, de $\sqrt{2} \simeq 1.41$ neutrons. Comme la source est en fait normée à 3, on obtient un flux (intégré en surface) de $3 \times \sqrt{2} \simeq 4.24$ neutrons-centimètres.
- Le courant dépend de l'ordre dans lequel on donne les volumes pour définir la surface. Il est nul de -1 vers 1 car aucune particule ne vient de l'extérieur de la géométrie. On le calcule en prenant le poids (ici 1) de la particule qui traverse la surface. On doit donc avoir un courant (intégré en surface), pour une source normée à 1 neutron, de 1 neutron. Comme la source est en fait normée à 3, on obtient un courant de 3 neutrons.
- Le taux de réaction se calcule en pondérant le flux par une fonction. Ici on pondère par la section microscopique de fission de l'uranium 235 (1.196 barns soit 1.196×10^{-24} cm² à 1 MeV avec ENDF B-VI, voir MF=3,MT=18 dans le fichier d'évaluation). On va donc obtenir un taux microscopique de fission (intégré en volume) de $21.2 \times 1.196 \times 10^{-24} = 25.39 \times 10^{-24}$ particules créées par fission dans le volume. Habituellement les particules n'ont pas toutes la même énergie, et il faut pondérer en conséquence.
- Le débit d'équivalent de dose (DED) se calcule en pondérant le flux par une fonction. Ici la fonction vaut $\exp(-8.9359) \simeq 1.32 \cdot 10^{-4}$ (rem/h)(n/cm²-s) à 1 MeV. On va donc obtenir un DED (intégré en volume) de $21.2 \times 1.32 \cdot 10^{-4} = 2.79 \times 10^{-3}$ rem/h. Habituellement les particules n'ont pas toutes la même énergie, et il faut pondérer en conséquence.


Remarque : si on avait donné les valeurs de surfaces (100 cm²) et de volumes (1000 cm³) par :

VOLSURF
SURFACE 1

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 166/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

1 -1 100
VOLU 1
1 1000
FIN_VOLSURF

il faudrait diviser les valeurs par le volume ou la surface fourni. Ainsi le flux volumique serait de 0.0212 neutrons par cm^2 . Le flux surfacique de 0.0424 neutrons par cm^2 , le courant de 0.03 neutrons par cm^2 . Le taux de fission volumique étant alors de 0.02539×10^{-24} particules créées par fission par unité de volume (pour une source de 3 neutrons). Le DED est alors de de 2.79×10^{-6} rem/(h · cm^2).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 167/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Définition des scores pour l'exemple de criticité du chapitre 5

```

SCORE 5
1 COLLISION
DECOUPAGE DEC_FLUX
VOLUME LIST 2 4 7
1 SURF
DECOUPAGE DEC_FLUX
FRONTIER LIST 1 1 2
2 TRACK
DECOUPAGE DEC_ABSORPTION
VOLUME LIST 2 5 8
3 TRACK
DECOUPAGE DEC_ABSORPTION
VOLUME LIST 3 1 4 7
4 TRACK
DECOUPAGE DEC_ABSORPTION
VOLUME LIST 8 1 2 3 4 5 6 7 8
FIN_SCORE

```

Attention : dans le cas d'une définition surfacique des volumes, le plan limite entre les volumes 1 et 2 est en fait la limite entre les volumes 12 (fictif et uni à 1, voir le chapitre concernant la géométrie) et 2. Par conséquent le code ne peut calculer la normale à 1 sur cette limite. Mais comme il peut calculer la normale au volume 2, TRIPOLI-4 trouvera la normale à l'interface 1-2.




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 168/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 169/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 16


LA DÉFINITION DE LA PONDÉRATION

La définition de la pondération est annoncée par le mot-clé **PONDERATION** et se termine par **FIN_PONDERATION**. Cette directive doit être appelée une fois pour un problème purement neutron (respectivement gamma) avec le mot-clé **NEUTRON** (respectivement **PHOTON**). La directive doit être appelée deux fois pour un problème couplé neutron-gamma : une fois avec le mot-clé **NEUTRON** et une fois avec le mot-clé **PHOTON**. Pour les autres types de particule on ne peut pas (dans cette version du code) définir de pondération.

La pondération est réalisée par la donnée de :

- un type de particule ;
- un découpage énergétique de pondération ;
- une ou plusieurs cibles déterminant la zone d'importance maximale ;
- un maillage de pondération englobant la géométrie du problème ;
- un type de pondération (utilisateur ou automatique).


Une visualisation graphique peut être demandée.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 170/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

La structure de la directive est :

	PONDERATION
	<i>NAME <nom_ponderation></i>
	<TYPE_PARTICULE>
	DECOUPAGE
	Données du découpage
*	DETECT
	Données des détecteurs discrets
*	DETECT_RHO
	Données de la surface détectrice (analytique)
	MAILLAGE
	Données du maillage
	FIN_MAILLAGE
	INIPOND
	Données du type de pondération
	FIN_INIPOND
	ALFA
	<i>Données de la pondération énergétique</i>
	CINETIC
	<i>Données de la pondération temporelle</i>
#	STORE_IMPORT_IN_FILE
#	USE_IMPORT_FILE
	<i><filename></i>
	GRAF
	Données de visualisation
	FIN_PONDERATION

- **<TYPE_PARTICULE>** vaut NEUTRON ou PHOTON.
- Le nom de la pondération est facultatif. Dans le cas d'un couplage de calculs de neutronique et de protection (cf chapitre 18), cette donnée est obligatoire pour pouvoir déterminer dans quel mode de simulation cette pondération doit être utilisée.
- **STORE_IMPORT_IN_FILE** permet de stocker dans un format XDR (binaire portable) la carte des importances spatiales dans un fichier de nom **importances<pid>** (pour les neutrons) ou **importances.g<pid>** pour les photons (<pid> est le numéro de processus figurant en tête du fichier résultat).
- **USE_IMPORT_FILE** permet de réexploiter cette carte (à géométrie, compositions et pondération inchangées), en s'affranchissant ainsi de l'étape d'initialisation de la pondération.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 171/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

16.1 Notion de poids

Pour les problèmes de protection à forte atténuation, il est possible de biaiser le transport des particules émises afin de simuler principalement les trajectoires dont la contribution au résultat attendu est maximale [4], [7], [9], [20], [21]. Chaque particule est affectée d'un **poids**, l'inverse du poids étant l'**importance**.

Le poids Π de la particule est factorisé comme suit :

$$\Pi(\mathbf{r}, \Omega, E, t) = \Pi_1(\mathbf{r}) \cdot \Pi_2(\Omega) \cdot \Pi_3(E) \cdot \Pi_4(t)$$

où

- la dépendance spatiale $\Pi_1(\mathbf{r})$ est calculée par INIPOND soit automatiquement, soit avec les données fournies par l'utilisateur pour un maillage choisi. En réalité une dépendance énergétique persiste via les groupes de pondération (voir plus loin) et $\Pi_1(\mathbf{r}) = \Pi_1(\mathbf{r}, E_g)$.
- la dépendance suivant la direction $\Pi_2(\Omega)$ est calculée par le code ;
- la dépendance en énergie $\Pi_3(E)$ est de la forme $\frac{1}{E^\alpha}$;
- la dépendance temporelle $\Pi_4(t)$ est de la forme $\frac{1}{(1+\beta t)}$.

16.2 La pondération spatiale

Les valeurs de $\Pi_1(\mathbf{r})$ sont calculées pour établir des cartes d'importance. Une carte d'importance est la donnée des valeurs de l'importance (inverse du poids) au centre de chaque maille d'un **maillage** parallélépipédique ou cylindrique. Les importances sont calculées à partir des valeurs du **paramètre de biaisage** k (homogène à une section efficace) de chaque composition et des positions des **détecteurs** ponctuels ou bien d'une surface détectrice. Le code calcule des cartes d'importance pour plusieurs plages d'énergie E_g . À chaque plage d'énergie ou **groupe énergétique de pondération** correspond une valeur de k , donc une carte.

16.2.1 Les groupes énergétiques de pondération

L'utilisateur doit donner le découpage des **groupes énergétiques de pondération** : à chaque groupe est associée une carte d'importance. Il y a donc une dépendance énergétique de la pondération spatiale. Il est impératif que le découpage de pondération englobe le domaine énergétique de la simulation. Le nombre de groupes pour les neutrons est normalement compris entre 3 et 5 pour avoir de bons résultats, typiquement on prend :

- un groupe pour $E > 2$ MeV ;
- un groupe pour $5 \text{ eV} < E < 2 \text{ MeV}$;
- un groupe pour $E < 5 \text{ eV}$.

Avec INIPOND il faut au moins deux groupes de pondération.

La limite inférieure des groupes choisis doit être inférieure à 10^{-10} MeV.

L'utilisateur entre les données comme suit :

DECOUPAGE

nb(bornes)

énergie(1) . . . énergie(n)

16.2.2 Les détecteurs

Actuellement, il y a deux types de pondération possibles : soit on veut optimiser les résultats en des points discrets de la géométrie : les détecteurs, précisés dans le bloc d'instructions **DETECT**, soit on préfère imposer une forme analytique particulière aux équi-importances (pour la version 4.4 du code, les formes disponibles sont les formes plane, cylindrique et sphérique), les données complémentaires des surfaces détectrices sont alors précisées dans le bloc d'instructions **DETECT_RHO** pour les cas cylindrique et sphérique, ou dans le bloc **DETECT** pour le cas plan.

– Cas de détecteurs discrets :

Il s'agit du type de pondération existant déjà dans les versions antérieures à la version 4.3 du code. À chaque détecteur correspond un coefficient β qui précise, **lors d'une pondération automatique** d'INIPOND, le degré de pondération (i.e. la valeur du paramètre de biaisage k). Ce coefficient est compris entre 0 et 1 et plus on veut «pousser» les particules, plus il doit être élevé. La valeur de k est calculée avec la valeur de β_1 du premier détecteur. Une valeur de $\beta_1 = 0.5$ pour le premier détecteur est suffisante pour des cas classiques. Les autres valeurs de β permettent de donner la valeur près du détecteur (en fait pour chaque groupe g la valeur de I_g qui intervient dans la formule de l'importance). De même **lors d'une pondération utilisateur** dans INIPOND, le coefficient intervient pour les valeurs près du détecteur (facteur I_g). Les valeurs de k dans les groupes de pondération correspondant au choix de l'utilisateur, ainsi que d'autres valeurs pour des choix différents, sont indiquées dans le fichier de sortie de TRIPOLI-4.

La syntaxe est :

DETECT

nb(détecteurs)

D_{1x} D_{1y} D_{1z}

β_1


...

D_{nx} D_{ny} D_{nz}

β_n

où (D_{ix} , D_{iy} , D_{iz}) sont les coordonnées (dans le repère de la géométrie) du i -ème détecteur et β_i le coefficient correspondant.

Ces points servent à établir les cartes d'importance, et n'ont aucun lien avec des détecteurs physiques (pour mesurer un flux par exemple). Ils servent à attirer les particules vers l'endroit désiré.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 173/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

– **Cas d'une sphere de splitting :**

Il peut être utile dans des calculs de neutronique d'accroître la population neutronique autour d'un point d'instrumentation par exemple.

La syntaxe est :

<p>CENTRAL_SPLITTING</p> <p><i>weight_min radius</i></p>
--

où **weight_min** est le poids minimum autorisé pour un neutron et **radius** est le rayon de la sphère de splitting autour de chacun des points détecteurs donnés dans la directive DETECT.

– **Cas d'une surface détectrice de forme analytique imposée :**

En l'occurrence, il s'agit des formes **cylindrique**, **plane** et **sphérique**.

Pour les cas cylindrique et sphérique, l'utilisateur indique ici le rayon de la surface détectrice cylindrique ou sphérique et le coefficient β , degré de pondération, qui sert (comme pour les détecteurs discrets) à calculer les valeurs de k pour les différents groupes.

La syntaxe est :

<p>DETECT_RHO</p> <p>1</p> <p>$\rho(D)$</p> <p>β_D</p>

où l'on fait toujours figurer la donnée 1 : nombre de surfaces détectrices, où $\rho(D)$ désigne le rayon de la surface détectrice et où β_D désigne le coefficient de degré de pondération associé.

Pour le cas plan, la syntaxe du bloc DETECT est la même que pour les détecteurs discrets, avec **nb(détecteurs)** valant 1 et (D1x, D1y, D1z) désignant les coordonnées d'un point appartenant au plan détecteur.

Pour ces trois cas analytiques, le reste des données de définition de la surface (par exemple pour le cas cylindrique : l'axe du cylindre, pour pouvoir le positionner dans la géométrie), se trouve dans les instructions du bloc INIPOND.


16.2.3 Calcul de l'importance spatiale

Pour une pondération à détecteurs discrets

L'importance spatiale au point \mathbf{r} est pour un groupe d'énergie g ($[E_g, E_{g+1}]$) donné :

$$I_1(\mathbf{r}) = \frac{1}{\Pi_1(\mathbf{r})} = I_g e^{-\min(P_i) \sum_{j=1}^{n_i} k[C(i,j)] \cdot d(i,j)}$$

avec

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 174/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- P_i l'un des parcours possibles entre le point courant \mathbf{r} et le point détecteur \mathbf{r}_0 déterminant la zone d'importance maximale ;
- n_i le nombre de compositions traversées lors du parcours P_i ;
- $C(i, j)$ la j ème composition traversée lors du parcours P_i ;
- $d(i, j)$ la distance parcourue dans la composition $C(i, j)$ lors du parcours P_i .

Près du détecteur $I_1(r) = I_g$. La valeur est calculée comme :

$$I_g = \frac{1}{\beta + 1} \frac{E_{g+1}^{\beta+1} - E_g^{\beta+1}}{E_{g+1} - E_g}.$$

Ainsi, pour une seule composition, donc un seul k possible, l'importance en un point est proportionnelle à $\exp(-kd)$, d étant la distance entre le point et le détecteur (parcours minimal).

Pour une pondération analytique (cylindrique, plane ou sphérique)

L'importance spatiale au point \mathbf{r} est pour un groupe d'énergie g ($[E_g, E_{g+1}]$) donné :

$$I_1(\mathbf{r}) = \frac{1}{\Pi_1(\mathbf{r})} = I_g e^{-\sum_{j=1}^n k[C(j)] \cdot d(j)}$$

avec des notations analogues à celles de la pondération usuelle à détecteurs discrets, à ceci près qu'il n'y a qu'un parcours possible (donc pas d'indice i). Il se fait :

- en cylindrique, de manière radiale par rapport à l'axe du cylindre de pondération ;
- en plan, suivant la direction du vecteur orthogonal au plan ;
- en sphérique, de manière radiale.

Il se fait dans le sens du point \mathbf{r} vers la surface détectrice.

Ainsi, pour une seule composition, donc un seul k possible, l'importance en un point est proportionnelle à $\exp(-kd)$, d étant la distance entre le point et la surface détectrice, selon le rayon vecteur (en cylindrique), selon la normale au plan (en plan), ou selon le rayon de la sphère (en sphérique).

Pour une pondération avec sphère de splitting

L'importance spatiale au point \mathbf{r} est donnée par :

$$I_1(\mathbf{r}) = \frac{1}{\Pi_1(\mathbf{r})} = I_g e^{-\sum_{j=1}^n \min(\frac{1}{weight_min}, \frac{radius^2}{d_j(r)^2})}$$


avec :

- j le numéro du détecteur
- n le nombre de détecteurs
- $d_j(r)$ la distance du point \mathbf{r} au détecteur j
- $radius$ est le rayon de la sphere de splitting

16.2.4 Le maillage et les cartes d'importance dans Tripoli-4

Le maillage est décrit entre les mots-clés `MAILLAGE` et `FIN_MAILLAGE`.

Deux options sont possibles : un maillage cartésien ou un maillage cylindrique.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 175/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Maillage cartésien

Les $N_{x'} \times N_{y'} \times N_{z'}$ mailles parallélépipédiques sont dirigées suivant des axes d'un repère **orthonormé** $(O'x', O'y', O'z') = (O', \mathbf{i}', \mathbf{j}', \mathbf{k}')$ distinct de celui de la géométrie et plus grand que la géométrie. Une maille a comme dimensions $d_{x'}$, $d_{y'}$ et $d_{z'}$ suivant les trois directions de ce repère. Le point origine correspond au point de coordonnées minimales (X_{min} , Y_{min} , Z_{min}) de la région sur laquelle s'étend le maillage, et les axes donnent les directions des côtés des mailles.

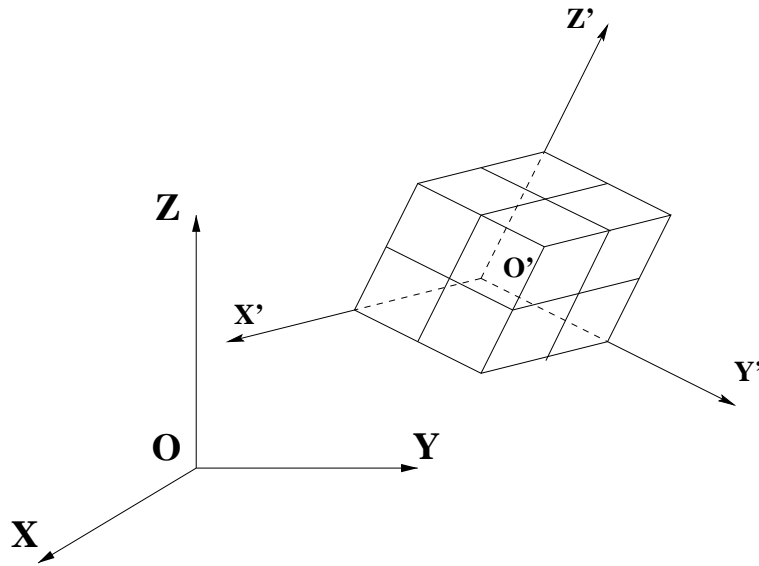


FIG. 16.1 – Exemple d'un maillage de $2 \times 2 \times 2$ mailles dans un repère $(O'x', O'y', O'z')$

Maillage cylindrique


Le repère associé au maillage cylindrique permet d'accéder aux coordonnées cylindriques (ρ, θ, z) des points (et des centres de mailles). Le repère **orthonormé** associé au maillage cylindrique est du même type que celui qui peut être utilisé pour la définition des sources non ponctuelles : les coordonnées d'un vecteur $\mathbf{O'M}$ sont :

$$\mathbf{O'M} = \rho \cos \theta \mathbf{i}' + \rho \sin \theta \mathbf{j}' + z \mathbf{k}'.$$

L'utilisateur donne l'origine O' et les vecteurs \mathbf{i}' et \mathbf{k}' , le deuxième vecteur \mathbf{j}' du repère orthonormé étant calculé automatiquement par produit vectoriel. Les angles sont décrits dans le sens trigonométrique par rapport à l'axe (O', \mathbf{i}') . La taille des $N_{\rho'} \times N_{\theta'} \times N_{z'}$ mailles est respectivement suivant les trois coordonnées : $d_{\rho'}$, $d_{\theta'}$ et $d_{z'}$ (les angles sont donnés en radians).

Dans les deux cas, cartésien ou cylindrique, les importances sont calculées aux centres des mailles ainsi construites. Par centre, on ne sous-entend pas centre de gravité, mais demi-valeur de chaque discrétisation (en ρ , en θ et en z , pour le cas cylindrique).

Un degré de voisinage (`degré_de_voisinage`) doit être fourni. Il faut toujours entrer 3.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 176/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Attention :

- Le maillage doit englober la géométrie. Il peut donc naturellement «déborder». Cependant les centres des mailles contenant un détecteur discret doivent appartenir à la géométrie. De plus les plans qui définissent les mailles doivent différer des plans limitant des volumes et les centres des mailles ne doivent pas être à la frontière de la géométrie.
- Quant à la surface détectrice cylindrique, elle doit être incluse dans la géométrie sur une hauteur (coordonnée z) significative (plus de 10^{-3} centimètre). Lorsqu'elle débord de la géométrie, les distances optiques calculées entre certains centres de mailles et la partie de la surface détectrice hors géométrie, sont mises à l'infini (importances nulles pour ces centres de mailles) ; il est à noter que le code peut faire un arrêt (avec message d'erreur) s'il tire ces points lors du calcul de la normalisation des sources, ou bien lors de la simulation, lorsqu'il doit évaluer l'inverse de l'importance en ces points.
- Enfin, toujours dans le cas d'un maillage cylindrique, le maillage peut débord de la géométrie (centres de mailles en dehors de la géométrie, pour lesquelles l'importance sera nulle), à condition que les frontières géométriques soient incluses dans des mailles qui, elles, ont un centre appartenant à la géométrie.

Remarque :


L'utilisateur peut combiner le maillage cartésien avec une pondération usuelle à détecteurs discrets ou bien avec une pondération analytique. De même il peut combiner le maillage cylindrique indifféremment avec l'une ou l'autre des pondérations disponibles. En particulier, on retiendra les cas : pondération cylindrique avec un maillage cylindrique (permettant d'obtenir des équivalences cylindriques très lisses sur le maillage) et pondération à détecteurs discrets avec un maillage cylindrique (géométrie cylindrique mais les points où doivent être optimisés les résultats restent discrets). Le cas avec une seule maille en θ peut être utile également à attirer les particules uniformément vers des couronnes où, pour chacune d'elles l'utilisateur aura placé un détecteur discret.

Les autres cas de pondération analytique utiliseront au mieux les deux types de maillage possibles : le maillage cartésien se prêtera facilement à la pondération plane, par exemple ; dans le cas de la pondération sphérique, on utilisera le maillage le plus adapté.

Raffinement du maillage

Il est possible d'affiner le maillage en certaines zones particulièrement sensibles par la directive DIVISION WINDOW.

Le nombre de mailles est multiplié par 8 (par 2 pour les 3 coordonnées) pour la région concernée, limitée par 2 points donnés dans le nouveau repère : $(X'_{min}, Y'_{min}, Z'_{min})$ et $(X'_{max}, Y'_{max}, Z'_{max})$ s'il est cartésien, (ρ_1, θ_1, z_1) et (ρ_2, θ_2, z_2) s'il est cylindrique, avec les indices 1 (resp. 2) correspondant aux coordonnées minimales (resp. maximales) pour les coordonnées ρ et z , par contre, pour la description angulaire, θ_1 et θ_2 sont donnés dans le sens trigonométrique (il peut donc arriver, si la couverture du maillage initial est complète sur $[0, 2\pi]$, que l'on ait $\theta_1 > \theta_2$).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 177/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Syntaxe du maillage

La syntaxe est pour $N_{x'} \times N_{y'} \times N_{z'}$ mailles de dimensions $d_{x'}$, $d_{y'}$, $d_{z'}$

```

MAILLAGE
  Nx' Ny' Nz'
  dx' dy' dz'
  degré_de_voisinage
  REPERE
    <TYPE_REPERE>
    Ox' Oy' Oz'
    ix' iy' iz'
    (jx' jy' jz')
    kx' ky' kz'
  DIVISION WINDOW
    Xmin Ymin Zmin
    Xmax Ymax Zmax
FIN_MAILLAGE

```

avec (x', y', z') mis soit pour des coordonnées cartésiennes dans le cas du maillage cartésien, soit pour des coordonnées cylindriques de type (ρ, θ, z) dans le cas du maillage cylindrique.

Attention : A partir de la version 4.3, le type de repère <TYPE_REPERE> doit être **obligatoirement** précisé. Il vaut **CARTESIAN** ou **CYLINDER**. Un fichier de données fait pour une version antérieure à la version 4.3 devra donc être modifié pour préciser cette donnée.


Garder à l'esprit également (cf. remarque précédente) que dans le bloc **DIVISION WINDOW**, si le repère est cylindrique, on n'a pas forcément $\theta_{min} < \theta_{max}$.

Actuellement **degré_de_voisinage** doit valoir 3.

16.2.5 Le paramètre de biaisage k

Après avoir fourni le maillage, il faut donner les paramètres de calcul pour le poids. TRIPOLI-4 propose pour paramètre de biaisage k deux options :

- dans la première, les valeurs de k sont données par l'utilisateur pour chaque composition (de 1 à n) et chaque groupe de pondération (de 1 à **nbgroupes**) par **énergies décroissantes** (correspondant à l'ordre dans lequel les bornes ont été entrées). On écrit alors :

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 178/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

INIPOND
DATA
    nom(compo1)
    k1...knbgroupe
    ...
    nom(compon)
    k1...knbgroupe
FIN_INIPOND

```

Cette option est obligatoire dans le cas d'un couplage de neutronique et de protection (cf chapitre 18).

- dans la seconde, les valeurs de k sont calculées par résolution de l'équation de Placzek, après condensation des sections efficaces ponctuelles, dans chaque composition et chaque groupe de pondération. Il faut entrer :

```

INIPOND
AUTO
FIN_INIPOND

```

Si un matériau a pour nom VOID, la valeur de k est fixée pour être égale à la moitié de la plus petite des autres valeurs de k .

16.3 Les directions d'intérêt

- Lorsque la pondération est à détecteurs discrets (bloc DETECT déjà donné), la construction des directions d'intérêt se fait par calcul de gradients des importances spatiales.
- Si la surface détectrice est de type forme analytique (cylindrique ou sphérique dont le rayon a déjà été donné dans le bloc DETECT_RHO, ou bien plane pour laquelle un point appartenant au plan a déjà été donné dans le bloc DETECT), on complète ici les données permettant de fixer la surface détectrice (exemple : en cylindrique on fixe l'axe du cylindre dans la géométrie) dans la géométrie et donc de figer les directions d'intérêt, dirigées du point de calcul vers la surface détectrice (dans ce cas, les directions d'intérêt sont donc indépendantes du groupe énergétique). Lorsqu'une maille est traversée par la surface détectrice, le vecteur nul est attribué à la direction d'intérêt associée à cette maille.

La syntaxe est la suivante, toujours à l'intérieur du bloc INIPOND :



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

```
INIPOND
*   DATA
*   AUTO
*   OMEGA
#   GRAD_I
#   SET_OMEGA
    <TYPE_PONDERATION_ANALYTIQUE>
    Données pour le type de pondération analytique
FIN_INIPOND
```

L'option **GRAD_I** de la directive **OMEGA** est aussi l'option par défaut, prise si la succession des deux mots-clés **OMEGA** et **GRAD_I** ne figure pas (par souci de compatibilité, pour les fichiers de données antérieurs à la version 4.3).

L'option **SET_OMEGA** indique que l'on impose aux directions d'intérêt une forme analytique particulière (cette option impose de fixer une forme analytique pour les directions d'intérêt d'une part et pour les importances spatiales d'autre part). Actuellement, **<TYPE_PONDERATION_ANALYTIQUE>** peut valoir **CYLINDER**, **PLANE** ou **SPHERE**. Les données pour le type de pondération analytique sont précisées ensuite :

- pour la pondération cylindrique :

```
SET_OMEGA
CYLINDER
    ux uy uz
    cx cy cz
```

avec u_x , u_y et u_z les coordonnées du vecteur directeur de l'axe du cylindre de pondération et c_x , c_y et c_z les coordonnées d'un point de cet axe. Toutes ces coordonnées sont données dans le repère cartésien de la géométrie.

Si le maillage est cylindrique, les deux axes Z des cylindres (définissant le maillage d'une part et la pondération d'autre part) doivent avoir des vecteurs directeurs colinéaires.

- pour la pondération plane :

```
SET_OMEGA
PLANE
    ux uy uz
```

Les coordonnées du vecteur orthogonal au plan détecteur, u_x , u_y et u_z , sont données dans le repère de la géométrie. Ce vecteur doit être non nul, mais pas nécessairement normé.



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

– pour la pondération sphérique :

SET_OMEGA
SPHERE
 $c_x \ c_y \ c_z$

Les coordonnées c_x , c_y et c_z du point C , centre de la sphère de pondération, sont données dans le repère de la géométrie. Ce point doit être inclus dans le maillage de pondération défini précédemment au mot-clef **MAILLAGE**.

16.4 La pondération énergétique

Comme précisé plus haut l'importance (inverse du poids) est, dans chaque groupe, en E^α et on écrit, pour n groupes de pondération :

ALFA
 $\alpha_1 \dots \alpha_n$

La donnée de cette pondération est facultative, par défaut $\alpha_i = 0$.

16.5 La pondération temporelle

Comme précisé plus haut l'importance (inverse du poids) est en $1 + \beta t$ et on écrit

CINETIC
 β

La donnée de cette valeur est facultative et par défaut $\beta = 0$.

16.6 La visualisation graphique

Il est possible de contrôler les cartes d'importance par une coupe de la géométrie. La coupe est faite orthogonalement à un des axes $O'x'$, $O'y'$ ou $O'z'$ du repère de pondération. La fenêtre de visualisation est définie par un point (le point en bas à gauche de la fenêtre) et par ses dimensions le long des deux axes qui définissent le plan de coupe. Les contours tracés sont des lignes iso-importance. Le code trace un graphique par groupe de pondération. La syntaxe est :

GRAF

$P_x P_y P_z$

Lu Lv

<AXE>

avec <AXE> = X, Y ou Z. et (P_x, P_y, P_z) le point en bas à gauche de la fenêtre, les coordonnées étant données dans le repère de la géométrie OX, OY, OZ . Lu et Lv sont les dimensions de la fenêtre de visualisation.

Dans le cas X : Lu suivant y' et Lv suivant z' . Dans le cas Y : Lu suivant x' et Lv suivant z' . Dans le cas Z : Lu suivant x' et Lv suivant y' .

Si le maillage est cylindrique, la syntaxe est rigoureusement la même, X, Y et Z correspondant à chacun des trois axes du repère orthonormé associé aux coordonnées cylindriques.

Remarque : Pour un maillage cylindrique toujours, si l'utilisateur demande une coupe perpendiculairement à l'axe X ou Y, il faut que sa discrétisation angulaire $N_{\theta'}$ soit suffisante, en pratique supérieure ou égale à 5 pour une couverture angulaire complète sur $[0, 2\pi]$, sinon il risque d'y avoir trop de mailles projetées sur le plan de coupe et la carte obtenue sera illisible (trop noircie).

Si un fichier postscript est requis, pressez SHIFT+P dans la fenêtre de visualisation pour produire le fichier "myx_draw_win.ps".

Les cartes d'importance sont utiles pour vérifier les données. Cependant les coupes peuvent donner l'impression que plusieurs surfaces "isopondération" se coupent (se qui est évidemment impossible). Il s'agit juste d'un problème de représentation graphique (on peut avoir des effets de "toiles d'araignée").

Il est possible d'avoir des cartes d'importance pour plusieurs coupes.

16.7 Quelques conseils relatifs à la Pondération


16.7.1 Conseils relatifs à la phase Inipond

Il faut veiller à ne pas mettre des détecteurs dans des régions diamétralement opposées de l'espace des phases (On ne peut pas pousser les neutrons ou les photons en faisant "le grand écart"). Si nécessaire ne pas hésiter à faire deux calculs différents pour demander des encaissements dans des régions voisines avec des pondérations correspondant aux encaissements demandés. Il faut aussi penser à utiliser les symétries du problème et utiliser les maillages cylindriques.

Le cas automatique

Dans ce cas le code condense les sections des différents milieux dans le découpage multigroupe de la pondération. Il déduit alors de ces sections multigroupes une "opacité" (ou coefficient d'atténuation) du milieu dans chaque groupe en fonction des sections de transport multigroupe et de la structure du ralentissement.

- Le découpage de la pondération doit donc être adapté au cas traité. Dans un problème classique de physique des réacteurs couvrant des énergies de 20 Mev à $1.E-11$ Mev un découpage de pondération de base limité à 6 groupes $[20., 4.5, 2, 0.5, 1.E - 3, 5E - 6, 1.E - 11]$ est conseillé par défaut. Le principe est de bien voir les différentes composantes énergétiques du problème, à


	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 182/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

savoir la zone au-dessus du spectre de fission, puis les parties haute, médiane et basse du spectre de fission, puis une composante épithermique et enfin un groupe thermique. D'un autre côté il ne faut pas mettre trop de groupes car le coût de la pondération (initialisation et stockage en mémoire des cartes de pondération) est proportionnel au nombre de groupes. Par contre si on s'intéresse à un problème rapide, par exemple avec une énergie inférieure de simulation de 1 MeV (cas correspondant à une réaction $n \rightarrow p$ sur le soufre) le découpage proposé est inefficace. Il est alors utile de prendre un découpage du type [20., 8, 4.5, 2, 1]. Le découpage a moins de groupes et donc coûtera moins cher, de plus le biaisage sera plus efficace en rapide.

- Les milieux vides ou de très faible densité doivent être maniés avec précaution. Le mécanisme de condensation va générer des coefficients d'atténuation très faibles (inférieurs de plusieurs décades) par rapport à ceux des autres milieux. Ceci crée des fonctions d'importance variant brutalement d'un milieu à l'autre et donc du splitting qui dégrade la qualité du calcul (parfois jusqu'à en empêcher la convergence). Il est donc recommandé de donner à ces compositions un nom commençant par la chaîne "VIDE". Le code calcule alors les atténuations dans ces milieux en fonction des autres milieux de manière à lisser les gradients d'importance.

Le maillage

- Le coût en mémoire et en CPU, de la pondération est proportionnel au nombre de mailles. Il faut donc ajuster au mieux la taille du maillage au problème. Au-delà de 10000 mailles le coût de pondération peut devenir prohibitif. Néanmoins il faut qu'il y ait suffisamment de mailles pour que les chemins reliant les centres de mailles voient les passages par lesquels les particules migrent dans la géométrie. A cet effet la directive DIVISION WINDOW permet de raffiner localement la taille du maillage et de faire des économies substantielles.
- La géométrie doit être convexe. Plus précisément si 2 centres de mailles sont internes à la géométrie, l'arête les reliant doit être incluse dans la géométrie. (Si la géométrie du problème n'est pas naturellement convexe il est alors nécessaire de l'englober dans une boîte ou un cylindre suivant le maillage cartésien ou cylindrique envisagé.) Le maillage doit recouvrir l'intégralité de la géométrie en évitant d'être tangent à la frontière de la géométrie. Il doit donc déborder le plus légèrement possible.
- Pour les maillages cylindriques la valeur de π utilisée pour définir la composante angulaire du maillage doit être précise sous peine de voir le code s'arrêter avec des messages indiquant des chevauchements de mailles ou au contraire des messages disant que l'intervalle $[0, 2\pi]$ n'est pas couvert par le maillage. Il est d'ailleurs vivement recommandé de vérifier dans la partie du listing relative à la phase d'initialisation, la présence éventuelle d'un message diagnostiquant ce cas là. En effet dans un tel cas le calcul peut tourner jusqu'à ce qu'une particule soit dans la zone angulaire non couverte par le maillage et provoquer à ce moment l'arrêt du code. Il est donc prudent d'avoir un maillage angulaire qui déborde très légèrement de la zone à couvrir (comme pour les maillages cartésiens) mais sans provoquer de chevauchements de mailles en 2π (cas qui ne peut pas se présenter dans le cas cartésien). La valeur utilisée en interne par le code est $\pi = 3.14159265$. Usuellement une valeur de 3.141593 utilisée pour définir les mailles est suffisante et permet au maillage angulaire de ne déborder que de peu des $[0, 2\pi]$.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 183/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Définition d'une pondération (en dehors du cas criticité du chapitre 5)

PONDERATION
 NEUTRON
 DECOUPAGE
 4
 20. 3. 5.E-6 1.E-11
 DETECT
 1
 0. 407. 0.
 0.20
 MAILLAGE
 10 40 10
 110.1 50.5 110.1
 3
 REPERE
 CARTESIAN
 -550.1 -1000.1 -458.
 1. 0. 0.
 0. 1. 0.
 0. 0. 1.
 DIVISION WINDOW
 -300 -107 -200
 300 107 200
 FIN_MAILLAGE
 INIPOND
 AUTO
 FIN_INIPOND
 FIN_PONDERATION



DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 184/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Chapitre 17


LA DIRECTIVE D'HOMOGENÉISATION

Le code TRIPOLI-4 offre aussi la possibilité d'homogénéiser une composition. Cette option est essentiellement utile pour calculer les sections d'un motif d'un ou plusieurs assemblages en milieu infini. Elle est intéressante pour faire des comparaisons avec des codes de cellule. Il faut demander les sections dans un découpage à faible nombre de groupes pour avoir une précision statistique suffisante sur les sections (typiquement 0.5 %). La directive a pour nom **HOMOGENIZE**.

Lorsque cette option est demandée, le code va générer des sections multigroupes homogénéisées dans un fichier. Un deuxième calcul TRIPOLI-4 est alors possible avec ces sections.

La syntaxe est :

```
HOMOGENIZE
  NBMAT nb(compo)
    nom(compo-1)
    VOLU LIST nb(volu)
      num(vol1) ... num(volN)
    OUTPUT ALL
  nom(découpage)
  ...
  nom(compo-n)
    VOLU LIST nb(volu)
      num(vol1) ... num(volN)
    OUTPUT ALL
  nom(découpage)
  FILE nom_fichier
  DIFFUSION 1
FIN_HOMOGENIZE
```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 186/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

où :

- `nb(compo)` est le nombre de compositions à homogénéiser ;
- `nom(compo-i)` est le nom de la *i*-ème composition à homogénéiser ;
- `num(vol1) ... num(volN)` est la liste des `nb(volu)` volumes entrant dans la composition ;
- `nom(découpage)` est le découpage dans lequel la composition est homogénéisée. Ce découpage doit avoir été préalablement défini dans la directive `LIST_DECOUPAGE` ;
- `nom_fichier` est le nom du fichier dans lequel les sections multigroupes homogénéisées seront données, augmenté de l'extension `-homog`. Par défaut le fichier s'appelle `-homog` tout court.


Un calcul TRIPOLI-4 ultérieur est alors possible avec ces sections. Il suffit de déclarer que les compositions sont faites à partir de des sections du fichier généré par la directive (voir la section `COMPOSITION`).

Actuellement les sections totale Σ_t , d'absorption Σ_a et le produit de la section de fission par le taux de fission $\nu\Sigma_f$ sont calculées par cette directive. Ces sorties sont cohérentes avec le format APOTRIM d'APOLLO2.

Le mot-clé `NBMAT` est nécessaire (alors que sur la version 4.1, il n'existait pas).

En indiquant `OUTPUT ALL` le code fournit des sections autoprotégées pour les noyaux des compositions à homogénéiser. Les sorties se font dans le fichier de sortie classique, mais ne sont pas reprises dans le fichier de sections efficaces d'extension `-homog`.

En indiquant `DIFFUSION 1` le code fournit en sortie des coefficients de diffusion. Il faut cependant n'avoir qu'un milieu à homogénéiser, ce milieu étant **infini** (il doit par conséquent y avoir réflexion sur toutes les surfaces limites de la géométrie). *Attention, résultats non garantis actuellement et ne pouvant pas être utilisés dans des études de projet.*

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 187/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 18

LA DÉFINITION DES CRITÈRES DE SIMULATION

La définition des critères de simulation est annoncée par le mot-clé **SIMULATION** et se termine par **FIN_SIMULATION**.

Cette partie des données de TRIPOLI-4 concerne la phase de simulation proprement dite. Elle définit un certain nombre de paramètres auxquels obéit la simulation.


18.1 Les critères de simulation

Certains critères doivent être impérativement spécifiés :

- le nombre de batchs ;
- le nombre de particules par batch ;
- les particules à poursuivre (**NEUTRON**, **PHOTON**, **ELECTRON** ou **POSITRON**).

D'autres critères sont facultatifs :


- il est possible de demander une convergence à une précision donnée, sur une partie du score. Dans ce cas **CONVERGENCE 0.05 0.80** signifie que l'on veut une convergence des scores à 5%, sur 80% du score intégré sur tout le domaine en énergie. Par exemple, supposons un découpage à 3 groupes dont deux rapides et un thermique. Si les groupe rapides ont des résultats avec des écart-types à 2% et 4% mais que le groupe thermique a des résultats avec un écart-type de 20%, ce peut être dû au fait que les groupes rapides sont bien plus important. Dans ce cas, si ils représentent plus de 80% du score total le code s'arrêtera en considérant qu'il y a eu convergence (il faut que chaque groupe rapide ait convergé. Cette présentation s'étend à autant de groupes qu'il y en a dans le découpage. Attention, le code ne vérifie pas que les groupes sont contigus. D'autre part un score nul ou avec un écart-type nul est considéré comme n'ayant pas convergé : il ne faut donc pas utiliser une demande de convergence si le score attendu, ou l'écart-type attendu, est nul (ce qui peut arriver avec du vide). Le code s'arrête quand il y a convergence, ou lorsque le nombre total de batchs est atteint (il faut par conséquent fournir une grande valeur pour le nombre de batchs).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 188/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- DISCARD <n>, utilisé en mode criticité du code, permet d'écarter les n premiers batchs dans le calcul des scores (il s'agit des scores associés à des réponses, par exemple des flux, des taux de réaction..., que l'on peut demander aussi en criticité, en plus du keff). Par contre pour le calcul du keff, le parti a été pris d'utiliser la convergence automatique systématiquement : le nombre de batchs optimal à écarter pour satisfaire le critère de convergence automatique est donc recalculé, même en présence d'un DISCARD utilisateur.
- la fréquence d'édition des résultats (**défaut : tous les 100 batchs**);
- les énergies inférieure et supérieure du cas traité pour chaque particule (**défaut : Einf(neutron) = 10^{-11} MeV, Esup(neutron) = 20 MeV, Einf(photon) = 10^{-10} MeV, Esup(photon) = 20 MeV. Pour les électrons et positrons on a Einf = 0.511 MeV, Esup = 10^4 MeV.)**);
- le type du problème : protection, criticité, sous-critique à source fixe (**défaut : PROTECTION**),;
- la sauvegarde des résultats de chaque batch (**défaut : pas de sauvegarde**);
- le biaisage de la collision si une pondération est définie (défaut : pas de biaisage),
- l'intégration du parcours (**défaut : pas d'intégration**);
- monitoring (pour traiter les glissements de poids) ou pas de monitoring si une pondération est définie (**défaut : monitoring**);
- pour un problème de criticité, le nombre de batchs à ne pas conserver (**défaut : automatique**).

Tous les mots-clés définissant ces critères de calcul sont lus dans un ordre quelconque par le code, sauf pour la directive indiquant le nombre de batchs à éliminer qui, n'étant valable qu'en calcul de criticité, nécessite une définition préalable du type de problème.

Il est possible d'obtenir une matrice de K_{ij} par l'option KIJ_MATRIX.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 189/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

18.2 La syntaxe

La syntaxe des données de simulation est la suivante :

```

SIMULATION
  BATCH nb(batches)
  SIZE nb(particules par batch)
  CONVERGENCE précision taux(score)
  PARTICLE nb(types de particules)
    <TYPE_DE_PARTICULES>
    ENERGY_INF NEUTRON  $E_{inf}(n)$ 
    ENERGY_INF PHOTON  $E_{inf}(ph)$ 
    ENERGY_SUP NEUTRON  $E_{sup}(n)$ 
    ENERGY_SUP PHOTON  $E_{sup}(ph)$ 
    ENERGY_INF ELECTRON  $E_{inf}(n)$ 
    ENERGY_INF ELECTRON  $E_{inf}(ph)$ 
    ENERGY_SUP POSITRON  $E_{sup}(n)$ 
    ENERGY_SUP POSITRON  $E_{sup}(ph)$ 

    EDITION fréquence


#  PROTECTION
#  CRITIC
    DISCARD nb(batches à éliminer)
    KIJ_MATRIX
#  FIXED_SOURCES_CRITICALITY
#  MULTIPLE

    MONITORING 0
    COLLISION 1  $E_{inf}(coll)$ 

#  KEEP_RESULT
#  XML_EXPORT
#  RANDOM Données complémentaires

    ELECTRON_COUPURE_INELASTIQUE  $E_c$ 
    ELECTRON_COUPURE_BREMS  $E_c$ 
    ELECTRON_MULTIPLE_SCATTERING
    ELECTRON_TOTAL_STOPPING_POWER
    ELECTRON_PHOTON_BALANCE
FIN_SIMULATION

```


	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 190/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Par défaut il y a "monitoring" en mode protection, ce qui conduit systématiquement à simuler 500 particules lors du premier batch d'un calcul de protection.

Dans ce cas, le nombre total de particules simulées est donc $\text{nb}(\text{batchs})-1$ multiplié par $\text{nb}(\text{particules par batch})$ plus 500.

`<TYPES_DE_PARTICULES>` vaut :

- NEUTRON et/ou PHOTON et/ou ELECTRON et/ou POSITRON suivant la valeur de $\text{nb}(\text{types de particules})$ compris entre 1 et 4;

Dans le cas du choix d'un calcul de criticité, annoncé par le mot-clé **CRITIC** :

- il faut avoir tout le domaine énergétique neutron (de 1.E-11 à 20. MeV) ;
- on peut supprimer un certain nombre de batchs (les $\text{nb}(\text{batchs à éliminer})$), pour atteindre l'équilibre et supprimer le régime transitoire. On l'annonce par le mot-clé **DISCARD**. Par défaut le code détermine automatiquement le nombre de batchs à éliminer.

Le mot-clé **PROTECTION** est facultatif dans un problème de protection (car c'est l'option par défaut).

Le monitoring n'est pas fait pour **MONITORING 0** et **COLLISION 1** `Einf(coll)` signifie qu'il y a biaisage de la collision pour les énergies supérieures à `Einf(coll)`. Actuellement le biaisage de la collision n'est possible que pour un problème neutron. Il n'est pas possible pour un problème couplé neutron-gamma. Ces deux options ne concernent que des utilisateurs avertis (le défaut est habituellement utilisé).

18.3 Le mode de simulation MULTIPLE (couplage neutronique-protection)

18.3.1 Objectif


De nombreuses applications nécessitent l'enchaînement de plusieurs calculs pour obtenir des productions de neutrons dans la zone multiplicative dans une première étape puis des propagations des neutrons vers des détecteurs plus ou moins loin de la zone multiplicative dans une seconde étape. Le calcul direct de la réponse de ces détecteurs doit à la fois satisfaire la bonne représentation des caractéristiques multiplicatives du coeur et la possibilité de propager les neutrons (issus des sources initiales ou issus de la multiplication par fission) vers ces détecteurs.

Le couplage des calculs de neutronique et des calculs de protection dans TRIPOLI-4 a pour but de permettre à l'utilisateur de réaliser, dans le même calcul, l'enchaînement direct de ces deux étapes. Par calcul neutronique, on entend pour l'instant uniquement calculs à sources fixes sous-critiques (en criticité, le contrôle de la convergence des calculs demandera une étude approfondie).

18.3.2 Principe

Le couplage consiste à enchaîner pour chaque batch les 2 étapes suivantes :

1. stocker les neutrons de simulation du calcul à source fixe ;
2. puis les réutiliser comme neutrons sources pour le calcul de protection (qui permet, en utilisant les méthodes d'accélération classiques du code, de les propager sur de longues distances et avec

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 191/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

de fortes atténuations).

Un contrôle des poids des neutrons dans la simulation de protection est nécessaire. Pour avoir des poids de particules issues de la première simulation du même ordre de grandeur que les poids imposés (inverses des importances précalculées) de la deuxième simulation, le code affecte une importance égale à 1 dans la cellule du maillage de pondération qui a l'importance précalculée la plus forte et qui est productrice de neutrons. Une maille est considérée productrice de neutrons si le centre de cette maille est couvert par un maillage de sources.

L'utilisateur doit donc définir des sources en accord avec la production possible de neutrons dans la géométrie.

La pondération ne doit comporter qu'un seul groupe afin de pouvoir normaliser les cartes d'importance, c'est à dire que les valeurs des paramètres de pondérations doivent être fournies manuellement par l'utilisateur. Il n'est donc pas possible d'utiliser la pondération automatique de TRIPOLI-4. Cependant, la pondération automatique de TRIPOLI-4 peut être utilisée dans un calcul de protection classique, et les valeurs des paramètres de pondération peuvent être récupérées des fichiers de résultats des simulations réalisées de la sorte. Ainsi, un calcul de protection classique permet d'affiner la pondération qui pourra ensuite être utilisée dans le couplage des simulations.

Une deuxième normalisation des importances est faite pour contrôler la population des neutrons dans la simulation de protection.

Le facteur de normalisation est la proportion des particules poursuivies : $\frac{\langle N \rangle}{N}$
où :

- N est le nombre de particules par batch demandé par l'utilisateur
- $\langle N \rangle$ vaut

$$\sum_{i=1}^{N_s} w_i * I_i$$

avec :

- w_i le poids de la particule d'indice i
- I_i l'importance de la particule d'indice i (inverse du poids imposé)
- N_s le nombre de particules à simuler.

Ce contrôle semble permettre au vu de l'utilisation de TRIPOLI-4 de conserver un nombre de particules satisfaisant dans la simulation de protection. Il pose cependant un problème : les particules issues de la source dans un calcul à source ont un poids important en comparaison des particules issues de la fission et elles subissent un éclatement important.

18.3.3 Syntaxe

Le mode multiple est suivi des données complémentaires suivantes :

```

MULTIPLE
<nombre>
CRITIC ou FIXED_SOURCES_CRITICALITY
SCORE
*      NONE
*      <nombre><nom score1>...<nom scoren>
PROTECTION
SCORE
*      NONE
*      <nombre><nom score1>...<nom scoren>
PONDERATION
*      NONE
*      <nombre>
        <particule1>...<nom ponderation1>
        ...
        <particuleN>...<nom ponderationN>
ENERGY_INF
<PARTICULE> energy

```

- Actuellement <PARTICULE> vaut NEUTRON.
- Les noms de score et de pondération auront été définis dans les directives SCORE et PONDERATION.
- Le mot-clé NONE indique qu'il n'est pas utile de choisir un score ou une pondération.

Il est important de noter que dans ce mode de simulation particulier, le code peut ne pas fournir de résultats bien que les scores aient été définis par l'utilisateur. Il faut en plus les associer à une simulation (cf chapitre sur les scores et les réponses pour nommer un score ou une réponse).

Remarque : actuellement, seul le mode **FIXED_SOURCES_CRITICALITY** est opérant pour la partie neutronique.


18.4 L'option KEEP_RESULT

Pour lancer un long calcul on peut le fractionner : on commence par un calcul de N_1 batches avec l'option **KEEP_RESULT**.

Dans ce cas si le fichier de données est **tripoli4.data**, il se crée un fichier **tripoli4.data.RESU** qui contient les résultats de chaque batch.

Si on relance le calcul (avec toujours l'option **KEEP_RESULT**) avec N_2 batches, sans détruire le fichier **tripoli4.data.RESU**, le calcul reprend à partir du dernier batch. Les résultats sont donnés en tenant compte des N_1 batches précédents, donc pour $N_1 + N_2$ batches.

Attention : il ne faut donc pas dans ce cas que le fichier des résultats de la simulation s'appelle lui aussi **tripoli4.data.RESU** (son nom est donné lors du lancement du calcul).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 193/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Remarque : l'option `KEEP_RESULT` est incompatible avec les fonctions réponses `DEPOSITED_ENERGY` et `RECOIL_ENERGY`.

18.5 L'option XML_EXPORT


Le mot-clé `XML_EXPORT` permet à l'utilisateur de faire générer automatiquement au cours de la simulation un fichier de résultats mis au format XML. La structure de ce fichier est décrite par le XML Schema "tripoli4.xsd". L'utilisateur est ensuite libre de le traiter avec le parser XML de son choix et bénéficie donc d'un accès structuré et standard aux grandeurs calculées par le programme.

```
<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<xsd:schema xmlns:xsd="http://www.w3.org/2001/XMLSchema">

<xsd:element name="TRIPOLI4">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element ref="LIST_DECOUPAGE"/>
      <xsd:element ref="SCORES_DEFINITION"/>
      <xsd:element ref="BATCH" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
      <xsd:element ref="MEAN_RESULTS"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>

<xsd:element name="LIST_DECOUPAGE">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="DECOUPAGE" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded">
        <xsd:complexType>
          <xsd:simpleContent>
            <xsd:extension base="ListOfValues">
              <xsd:attribute name="NAME" type="xsd:string" use="required"/>
            </xsd:extension>
          </xsd:simpleContent>
        </xsd:complexType>
      </xsd:element>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>

<xsd:element name="SCORES_DEFINITION">
  <xsd:complexType>
```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 194/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

<xsd:sequence>
  <xsd:element ref="SCORE" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
</xsd:sequence>
</xsd:complexType>
</xsd:element>


<xsd:element name="BATCH">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="RESULT" type="ResultType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
      <xsd:element name="KEFF" type="ListOfValues" minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
      <xsd:element ref="SD" minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="NUM" type="xsd:positiveInteger" use="required"/>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>

<xsd:element name="MEAN_RESULTS">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element name="MEAN_RESULT" type="ResultType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
      <xsd:element name="MEAN_KEFF" type="ListOfValues" minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
    </xsd:sequence>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>

<xsd:element name="SCORE">
  <xsd:complexType>
    <xsd:sequence>
      <xsd:element ref="GELEMENT_DEF" maxOccurs="unbounded"/>
    </xsd:sequence>
    <xsd:attribute name="ID" type="xsd:positiveInteger" use="required"/>
    <xsd:attribute name="TYPE" type="xsd:string" use="required"/>
    <xsd:attribute name="PARTICLE" type="xsd:string" use="required"/>
    <xsd:attribute name="ESTIMATOR" type="xsd:string" use="required"/>
    <xsd:attribute name="STORAGE_MODE" type="xsd:string" use="required"/>
    <xsd:attribute name="NRJ_DEC" type="xsd:string" use="required"/>
    <xsd:attribute name="TPS_DEC" type="xsd:string" use="optional"/>
    <xsd:attribute name="MU_DEC" type="xsd:string" use="optional"/>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>

<xsd:element name="SD">
  <xsd:complexType>

```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 195/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

<xsd:sequence>
  <xsd:element name="SD_RESULT" type="ResultType" minOccurs="0" maxOccurs="unbounded"/>
  <xsd:element name="SD_KEFF" type="ListOfValues" minOccurs="0" maxOccurs="1"/>
</xsd:sequence>
</xsd:complexType>
</xsd:element>

<xsd:element name="GELEMENT_DEF">
  <xsd:complexType>
    <xsd:simpleContent>
      <xsd:extension base="ListOfValues">
        <xsd:attribute name="ID" type="xsd:positiveInteger" use="required"/>
        <xsd:attribute name="ZONE_TYPE" type="xsd:string" use="required"/>
        <xsd:attribute name="DIV_VALUE" type="xsd:decimal" use="required"/>
      </xsd:extension>
    </xsd:simpleContent>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>


<xsd:element name="GELEMENT">
  <xsd:complexType>
    <xsd:simpleContent>
      <xsd:extension base="ListOfValues">
        <xsd:attribute name="ID" type="xsd:positiveInteger" use="required"/>
      </xsd:extension>
    </xsd:simpleContent>
  </xsd:complexType>
</xsd:element>

<xsd:simpleType name="ListOfValues">
  <xsd:list itemType="xsd:decimal"/>
</xsd:simpleType>

<xsd:complexType name="ResultType">
  <xsd:sequence>
    <xsd:element ref="GELEMENT" maxOccurs="unbounded"/>
  </xsd:sequence>
  <xsd:attribute name="SCOREID" type="xsd:positiveInteger" use="required"/>
</xsd:complexType>

</xsd:schema>

```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 196/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

18.6 L'option RANDOM

Par défaut le code TRIPOLI-4 se charge de la gestion du premier nombre aléatoire. L'utilisateur peut décider de choisir lui-même un autre nombre aléatoire par `RANDOM`. Les données complémentaires ont une syntaxe qui dépend de l'implémentation du générateur. Cette syntaxe est utilisée lors de l'impression des caractéristiques du générateur aléatoire à chaque batch (c'est la dernière ligne du fichier résultat) : il convient donc d'observer un fichier de sortie quelconque pour connaître la syntaxe. Par exemple on peut avoir

```
RANDOM DRAND48_RANDOM 4125 45310 47934.
```

Remarque : cette option est incompatible avec l'option `KEEP_RESULT` (actuellement même pour le premier calcul qui n'est pas un calcul de reprise).

18.7 Les options relatives à la CASCADE ELECTROMAGNETIQUE

Les données relatives à la cascade électromagnétique sont :


- `ELECTRON_COUPURE_INELASTIQUE` qui définit la coupure inélastique. Seuls les électrons d'énergie supérieure à ce seuil sont produits. Par défaut le code met ce seuil à 0.511 Mev.
- `ELECTRON_COUPURE_BREMS` qui définit la coupure de brehmstrahlung. Seuls les photons d'énergie supérieure à ce seuil sont produits. Par défaut le code met ce seuil à 0.001 Mev.
- `ELECTRON_MULTIPLE_SCATTERING` active l'option de simulation de diffusion multiple. Cette option est nécessaire dans cette version du code.
- `ELECTRON_TOTAL_STOPPING_POWER`. Avec cette option les pertes d'énergies dues aux collisions inélastiques sont supposées continues sur tout le domaine énergétique. Les particules secondaires sont produites indépendamment. Par défaut cette option n'est pas activée. Elle est présente pour permettre des comparaisons avec d'autres codes qui font cette approximation dans la simulation de la cascade.
- `ELECTRON_PHOTON_BALANCE`. Cette option active le calcul de bilan (en nombre de particules et en énergie) de la simulation. Le bilan est édité à chaque édition des résultats. Par défaut cette option n'est pas activée dans le code.

18.8 L'option PHOTON_NEUTRON_RATIO

La directive `PHOTON_NEUTRON_RATIO` ratio permet de biaiser la population des photons à leur naissance (dans un calcul couplé $n - \gamma$), par splitting ou roulette russe.

Le paramètre "ratio" est un réel.

- Il vaut 1 par défaut. Dans ce cas, l'objectif est de conserver une population de photons équivalente à la population de neutrons.
- On peut l'augmenter (ou le diminuer), ce qui multiplie par "ratio" le seuil des splitting et roulette russe.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 197/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Définition des critères de simulation dans l'exemple du calcul de criticité

```

SIMULATION
    CRITIC
    BATCH 800
    SIZE 500
    EDITION 10
    PARTICLE
        1
        NEUTRON
    ENERGY_INF
    NEUTRON
    1.E-11
    KEEP_RESULT
FIN_SIMULATION

```




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 198/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Chapitre 19

LA DÉFINITION DES CALCULS DE VÉRIFICATION

La définition des calculs de vérification est annoncée par le mot-clé **CALCUL**.

Cette directive permet de réaliser quelques contrôles sur :

- la géométrie du problème (sous-directive **VOLU**) ;
- les compositions du problème (sous-directive **DENSITY**).

```


CALCUL
*      (SET)  VOLU
          Paramètres de calcul des volumes
          FIN_VOLUME
*      DENSITY
          Paramètres de calcul des densités
          FIN_DENSITY
FIN_CALCULATION

```

où le mot-clé **SET** signifie que les valeurs trouvées par le calcul sont affectées aux volumes pour les calculs des encaissements (qui sont alors donnés par cm^3 pour des encaissements volumiques et par cm^2 pour des encaissements surfaciques).

19.1 Les calculs de volumes

Dans une définition de calculs de vérification, il est possible de demander un calcul des volumes définis dans la phase **GEOMETRIE**. Les volumes à calculer sont englobés dans une fenêtre définie dans un repère spécifié par l'utilisateur.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 200/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

La syntaxe est :

```

VOLU
  FRAME <TYPE_REPERE>
    Ox Oy Oz
    ix iy iz
    (jx jy jz)
    kx ky kz
  WINDOW
    Umin f Vmin f Wmin
    Umax f Vmax f Wmax
  PRECISION précision
FIN_VOLUME

```

Il est nécessaire de définir :

- le repère de définition de la fenêtre, défini par le type de coordonnées (cartésien, cylindrique ou sphérique), l'origine **O** et les axes **i**, **j**, **k** associés (comme pour les sources) ;
- deux points de cotes minimales et maximales définissant cette fenêtre. Ces points sont **U_{min}**, **V_{min}**, **W_{min}** d'une part et **U_{max}**, **V_{max}**, **W_{max}** d'autre part, avec *U*, *V*, *W* les coordonnées (*x*, *y*, *z*), (*r*, *θ*, *z*) ou (*r*, *φ*, *θ*) selon le type de repère choisi ;
- la précision du calcul.

Le calcul des volumes n'est pas un calcul exact. C'est une estimation du volume réel dont la calcul est basé sur un algorithme reposant sur les nombres pseudo-aléatoires.

Le calcul se fait dans le repère (*O*, **i**, **j**, **k**), avec le type de coordonnées choisi. (On cherchera de préférence un repère de calcul adapté à la géométrie) : <TYPE_REPERE> vaut **CARTESIAN**, **SPHERE** ou **CYLINDER**.

La ligne **j_x j_y j_z** n'est donnée que dans le cas **CARTESIAN**.

19.2 Les calculs de densités

Il est également possible de demander le calcul des densités (en g/cm³) des compositions définies en nombre d'atomes dans la phase **COMPOSITION**. Il est nécessaire de déterminer si le calcul porte sur :

- toutes les compositions ;
- une partie seulement des compositions.

Le calcul des densités est un calcul exact :

$$\rho = \sum_{\text{isotopes}} \frac{N_i A_i}{\mathcal{N}}$$

avec :



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4


- N_i : nombre d'atomes par unité de volume de l'isotope i ;
- A_i : masse atomique de l'isotope i ;
- \mathcal{N} : nombre d'Avogadro.

On peut demander les densités de toutes les compositions :

```
DENSITY
ALL
FIN_DENSITY
```


ou ne demander que pour `nb(compo)` compositions :

```
DENSITY
LIST
      nb(compo)
        nom(compo1)
        ...
        nom(compon)
FIN_DENSITY
```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 202/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Définition de calculs pour l'exemple du calcul criticité du chapitre 5

CALCUL
 VOLU
 FRAME
 CARTESIAN
 0. 0. 0.
 1. 0. 0.
 0. 1. 0.
 0. 0. 1.
 WINDOW
 -150. -150. -150
 150. 150. 150.
 PRECISION 0.01
 FIN_VOLUME
 DENSITY
 LIST 4
 ACIER_INOX
 AIR
 SOLUTION_U
 BETON
 FIN_DENSITY
 FIN_CALCULATION

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 203/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		


Chapitre 20

VISUALISATION DES LIEUX DE COLLISIONS

Cette fonctionnalité permet de tracer les lieux de collisions des particules pendant une simulation. L'objectif visé est de pouvoir visualiser l'efficacité d'un biaisage mis en œuvre. La simulation s'effectuant dans ce cas sur un nombre relativement restreint de particules, et la visualisation s'effectuant sur des coupes de la géométrie, il faut garder à l'esprit que cette fonctionnalité ne donne qu'une indication à l'utilisateur dans le cadre d'une vérification ou d'un réglage de la pondération.

20.1 Syntaxe

La syntaxe est la suivante :

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 204/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

COLLISION_LOCUS
<TYPE_DE_PARTICULE>
height
DECOUPAGE
  nb(bornes)
  energie(1)...energie(nb(bornes))
COLOR
  nb(couleurs)
  <COLOR(1)> nb(groupes_1)
  groupe(1)...groupe(nb(groupes_1))
  ...
  <COLOR(nb(couleurs))> nb(groupes_n)
  groupe(1)...groupe(nb(groupes_n))
* GRAF
  Px Py Pz
  Lu Lv
  <AXE>
  Flag
* GRAF_CONTOURS
  Px Py Pz
  Lu Lv
  <AXE>
  Flag
FIN_COLLISION_LOCUS

```


20.1.1 Types de particules traitées

Actuellement, <TYPE_DE_PARTICULE> vaut NEUTRON ou PHOTON.

Si l'utilisateur veut obtenir des tracés de lieux de collisions, d'une part pour les neutrons et d'autre part pour les photons, il doit faire apparaître dans son jeu de données un premier bloc COLLISION_LOCUS ...FIN_COLLISION_LOCUS pour les neutrons et un deuxième pour les photons. A l'exécution, un message précise à quel type de particule correspond chaque tracé.

20.1.2 Variation du paramètre height

Ce paramètre désigne la distance maximale au plan du graphique (défini par GRAF ou GRAF_CONTOURS pour laquelle le point (lieu de collision) sera projeté. Le choix de cette valeur est laissé à l'appréciation de l'utilisateur. Pour des géométries de l'ordre du mètre, un choix entre 1 et 10 pour ce paramètre donne des résultats satisfaisants. Bien sûr, plus height est grand et plus on aura de points sur le graphique. Il faut donc trouver un compromis entre qualité visuelle et représentation de la

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 205/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

réalité. Ceci dit, l'utilisateur peut délibérément vouloir projeter toute une dimension de sa géométrie sur ce plan de coupe.

20.1.3 Définitions optionnelles d'un découpage énergétique et de couleurs associées

Les mots-clés **DECOUPAGE** et **COLOR** sont optionnels, cependant **COLOR** ne peut exister que si **DECOUPAGE** existe.

La définition d'un découpage énergétique, mot-clé **DECOUPAGE** :

La définition d'un découpage dans la directive **COLLISION_LOCUS** se fait rigoureusement de la même façon que dans les directives **LIST_DECOUPAGE** et **PONDERATION** de **TRIPOLI-4**. Rappelons que la liste des énergies doit être monotone (toujours croissante ou toujours décroissante) et qu'il y a une borne de plus que le nombre de groupes.

Le découpage peut être le même, ou non, que celui de la pondération. L'avantage de le définir ici est qu'il peut exister même si aucune pondération n'existe.

Quelques précisions supplémentaires sur l'aspect et le nombre de graphiques :

- si **DECOUPAGE** est inexistant, on aura un seul graphique pour toutes les énergies de la simulation ;
- si **DECOUPAGE** existe mais **COLOR** est inexistant, on aura un graphique pour chaque groupe du découpage ;
- si **DECOUPAGE** et **COLOR** existent, on aura un seul graphique, et les couleurs de points définies par l'utilisateur pour chaque groupe.

La définition de couleurs, mot-clé **COLOR** :

Le nombre de couleurs définies ici, **nb(couleurs)**, doit être inférieur ou égal au nombre total de groupes du découpage, **nb(bornes) - 1**. S'il est strictement inférieur, c'est que l'utilisateur aura regroupé plusieurs groupes pour une même couleur.


Le choix des couleurs est le même que pour la définition optionnelle des couleurs des volumes de la géométrie.

<**COLOR(i)**> est à choisir parmi : **BLACK, BLUE, BROWN, CORAL, CYAN, GOLD, GRAY, GREY, GREEN, MAGENTA, NAVY, ORANGE, PINK, PLUM, RED, SALMON, VIOLET, WHITE, YELLOW**.

Chaque nom de couleur (**nb(couleurs)** au total) est suivi du nombre de groupes revêtant cette couleur et de leur liste.

Le numéro des groupes est pris entre 1 et **nb(bornes) - 1**. Ces numéros correspondent à l'ordre d'entrée de l'utilisateur dans **DECOUPAGE**.

- Lorsque **COLOR** est défini, tous les groupes doivent avoir une couleur (partagée ou non avec d'autres groupes).
- Si **COLOR** n'existe pas, les lieux de collisions seront des points **noirs** pour **GRAF** et des points **rouges** pour **GRAF_CONTOURS**.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 206/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

20.1.4 Visualisation sur coupes “pleines” ou coupes-contours de la géométrie

- Le mot-clé **GRAF** indique que l'on demande une coupe “pleine” (c'est le même type de coupe que l'on peut obtenir pour le tracé des iso-importances par exemple). Les volumes apparaissent colorés.
- Le mot-clé **GRAF_CONTOURS** indique que l'on demande une coupe faisant apparaître uniquement les contours de la géométrie. A l'écran on visualise des contours blancs sur fond noir, en fichier postscript on visualise des contours noirs sur fond blanc. A l'écran les contours se construisent par points successifs et en deux passes (un balayage horizontal puis vertical).
- En surimpression sur ces coupes apparaissent les points matérialisant les lieux de collisions.

Restrictions :

- L'un des deux mots-clés **GRAF** ou **GRAF_CONTOURS** est obligatoire.
- On peut demander plusieurs coupes, avec plusieurs blocs **GRAF** ou **GRAF_CONTOURS**. Néanmoins à l'intérieur d'une directive **COLLISION_LOCUS**, le type de coupe doit rester le même (on ne peut pas panacher **GRAF** et **GRAF_CONTOURS**).

Les données des blocs **GRAF** ou **GRAF_CONTOURS** sont du même type que celles utilisées pour le tracé des cartes d'iso-importance :

- **Px Py Pz** désignent les coordonnées (dans le repère géométrique) du point en bas à gauche de la fenêtre de visualisation ;
- **Lu et Lv** désignent les dimensions de cette fenêtre ;
- **<AXE>** vaut X pour une fenêtre yPz, Y pour une fenêtre xPz et Z pour une fenêtre xPy ;
- **Flag** vaut 0 si on ne veut pas de fichier postscript et 1 si on veut un fichier postscript ;

Dans ce dernier cas, on tapera **Shift-P** sur la fenêtre de visualisation pour créer le fichier postscript associé.

20.2 Ordre d'apparition des fenêtres de visualisation


Les fenêtres de visualisation s'affichent à l'écran **à la fin de la simulation** et dans l'ordre suivant :

- boucle extérieure : pour chaque type de particule correspondant à une directive **COLLISION_LOCUS**,
- boucle intermédiaire : pour chaque type de coupe définie par un **GRAF** (ou un **GRAF_CONTOURS**),
- boucle intérieure : pour chaque groupe du **DECOUPAGE** associé (s'il a été défini et si **COLOR** n'a pas été défini).

20.3 Nombre de particules de la simulation

Par défaut, lorsque la directive **COLLISION_LOCUS** est utilisée, le nombre maximal de particules permis pour la simulation est de 1000 dans la directive **SIMULATION** du jeu de données. Les données **BATCH** (nombre de batchs de la simulation) et **SIZE** (nombre de particules de chaque batch) doivent vérifier :

$$\text{BATCH} \star \text{SIZE} \leq 1000$$

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 207/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

On fera par exemple 10 batchs de 100 particules, au maximum.

La simulation se fait donc à petit nombre de particules, de manière à obtenir un nombre raisonnable de points à stocker pour la visualisation.

Cependant, si l'utilisateur souhaite obtenir des lieux de collisions pour un nombre de particules plus important, il peut ajouter dans la directive `SIMULATION` le mot-clé suivant :

MAXP_FOR_COLLISION_LOCUS `m`

Le seuil passera alors de 1000 à `m` particules (l'utilisateur devra gérer son espace mémoire disponible en conséquence).

20.4 Nombre de points projetés

Le nombre de points projetés sur la fenêtre de visualisation apparaît sur la fenêtre d'exécution au moment du tracé de chaque graphique. Il est à comparer par exemple au nombre de collisions indiqué dans le fichier résultat de la simulation (avant l'édition des scores).




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 208/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 209/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 21

LE FICHER DE SORTIE

21.1 Les impressions dans le fichier de sortie

Le fichier de sortie de TRIPOLI-4 est constitué comme suit :

- le nom du dictionnaire et du fichier de données ;
- un rappel du fichier de données ;
- en cas de pondération les caractéristiques de sections efficaces et de coefficient k ;
- les caractéristiques de la source ;
- batch par batch le nombre moyen de chocs par particule avec l'écart-type associé ;
- avec la fréquence voulue les résultats demandés.

21.2 Cas d'une pondération


S'il y a pondération, une mise en groupe (condensation) des sections efficaces des isotopes qui constituent la composition est faite pour chaque composition. À chaque fois le nom des isotopes ainsi traités est donné, suivi de la matrice (triangulaire supérieure, car on ne conserve qu'un groupe pour le domaine thermique) des sections de diffusion condensées pour le matériau et pour le type de particule (neutron ou photon) traité. Les éléments de la matrice sont les sections de diffusion macroscopiques.

Exemple (avec 4 groupes d'énergie) :

DUMP CONDENSED MATRIX FOR MATERIAL : BETON

PARTICLE : NEUTRON

```
6.96297e-02 1.03105e-01 1.40319e-02 1.41036e-03
0.00000e+00 2.75304e-01 1.05449e-01 7.52780e-03
0.00000e+00 0.00000e+00 5.32216e-01 1.69207e-01
0.00000e+00 0.00000e+00 0.00000e+00 1.29906e+00
```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 210/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Les sections de transport corrigées (section totale moins le produit de la section de diffusion par la moyenne du cosinus de l'angle de déviation) sont données par groupe de pondération (et par énergies décroissantes).

Exemple (avec 4 groupes d'énergie) :

```
transport corrected cross sections : 2.09351e-01 3.89181e-01 7.01549e-01
1.84914e+00
```

S'il y a pondération automatique, les lignes suivantes indiquent, pour information, les valeurs du coefficient k de pondération, calculées par l'équation de Placzek, suivant différentes valeurs du paramètre β (0, 0.1, 0.2, 0.5 et 1.). La valeur de k est calculée en fonction du premier détecteur uniquement. La dernière valeur de k imprimée correspond au choix effectif de la valeur de β fait par l'utilisateur.

Exemple

```
placzek k values , beta = 0.00000e+00
1.10537e-01 5.52686e-02 2.76343e-02 4.14515e-02
```

```
placzek k values , beta = 1.00000e-01
1.45290e-01 1.51002e-01 2.26503e-01 3.39755e-01
```

```
placzek k values , beta = 2.00000e-01
1.64969e-01 1.97704e-01 2.96556e-01 4.44834e-01
```


```
placzek k values , beta = 5.00000e-01
1.88416e-01 2.61919e-01 3.92878e-01 5.89317e-01
number of ponderation groups fixed : 1
```

```
placzek k values , beta = 1.00000e+00
1.88416e-01 2.82624e-01 4.23936e-01 6.35903e-01
number of ponderation groups fixed : 1
```

```
placzek k values , beta = 1.00000e+00
1.88416e-01 2.82624e-01 4.23936e-01 6.35903e-01
number of ponderation groups fixed : 1
```

La valeur de k ne doit pas excéder 0.9 fois la valeur de la section totale. Si la résolution de l'équation de Placzek fournit une valeur trop grande, k est imposé à 0.9 fois la section totale. Lorsque ceci a été fait le code imprime un message qui indique le nombre de groupes de transport pour lesquels k a été ainsi choisi (la ligne `number of ponderation groups fixed : 1` dans l'exemple).

Pour l'option de monitoring (présente par défaut) une estimation du fractionnement (avec écart-type, écrit `splitting` dans les sorties du code) et le facteur de normalisation des groupes de pondération sont fournis. Dans tous les cas des statistiques de pondération sont indiquées au moins pour le premier batch (pour les premiers avec pondération).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 211/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Le nombre de collisions dans la maille du détecteur est également fourni. S'il est trop faible il convient de changer les paramètres de pondération. Attention : la numérotation commence ici à 0.

Les statistiques de pondération indiquent le nombre de particules dans chaque groupe, ainsi que le rapport du poids sur le poids imposé par les cartes d'importance (avec écart-type associé). Le facteur de normalisation intervient quand il y a une correction de poids à apporter.

Exemple

```

estimation of splitting on 5 trajectories :
mean : 6.00000e-01 sigma_n = 6.00000e-01
.....
edition statistique de ponderation
ponderation group : 0
total population : 0.00000e+00
weight discrepancy : 0.00000e+00
sigma : 0.00000e+00
.....
number of collision in cell of detector 0 : 3
group : 0 normalisation factor = 1.00000e+00
.....

```

Rappel : En cas du nom commençant par VOID pour un matériau, la valeur de k est fixée à la moitié de la plus petite valeur des autres matériaux.

En cas de problème sur la pondération, on peut en dernier recours ne considérer qu'un seul groupe, affecté du coefficient k . Il faut dans ce cas se placer en pondération manuelle (DATA).


21.3 Sorties concernant les sources

Le fichier de sortie imprime les caractéristiques de chaque source, qui sont :

- l'intensité énergétique intégrée d'après la définition ;
- l'intensité énergétique intégrée en tenant compte des restrictions sur le domaine induites par les coupures énergétiques E_{inf} et E_{sup} : la source n'émet plus en dehors de $[E_{inf}, E_{sup}]$;
- l'intensité angulaire ;
- l'intensité temporelle ;
- l'intensité géométrique ;
- l'intensité totale intégrée (produit des intensités partielles), d'abord sans limitations en énergie ;
- puis l'intensité totale intégrée réelle (avec les restrictions énergétiques $[E_{inf}, E_{sup}]$) ;

Ensuite le code indique l'intensité de la source, éventuellement imposée par INTENSITY. puis l'intensité de la source prenant en compte une éventuelle norme globale (imposée par NORME).

Finalement l'intensité totale somme des intensités de toutes les sources est fournie (en particules).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 212/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

21.4 Les sorties sur chaque batch

Il s'agit de statistiques de collision, du nombre de particules et de particules secondaires s'il y a lieu.

21.5 Les sorties complètes

Des sorties complètes concernant les réponses sont fournies avec la fréquence demandée. À chaque fois chaque score est imprimé, avec un rappel de ses caractéristiques : nom de la réponse, type de particules, estimateur. Le score est une valeur intégrée sur le groupe d'énergie. L'écart-type est donné avec le score.

Les résultats sont donnés par groupes d'énergie décroissante. Seuls les résultats dans les groupes dont les valeurs sont non nulles sont fournis sauf si l'option d'exécution `-a` a été demandée (cf. chapitre 1).

L'intervalle de confiance à 99.8% est indiqué par ses valeurs minimale (lower) et maximale (upper) dans le cas d'un calcul de bootstrap (on n'applique pas alors d'hypothèse de loi normale).

21.6 Calcul de criticité

"KEFF at step" fournit d'abord le keff collecté par l'estimateur KSTEP. C'est la seule édition du keff tenant compte de l'option DISCARD.

Le code imprime les valeurs de *keff* (en indiquant le nombre de batchs éliminés) avec trois estimateurs :

- l'estimateur KSTEP qui prend en compte, à chaque étape, les neutrons produits par le code ;
- l'estimateur KCOLL qui prend en compte le nombre moyen (estimé sur la collision) de neutrons que le code devrait produire.
- l'estimateur KTRACK qui prend en compte le nombre moyen (estimé sur le parcours) de neutrons que le code devrait produire. Cet estimateur n'est pas collecté pour un calcul en parallèle.

(Si le code doit produire 0.5 neutrons, en réalité l'algorithme de calcul va produire 1 neutron avec une probabilité de 0.5).

Remarque : voir l'option DISCARD du chapitre 18.

21.7 Calcul sous-critique

Les résultats sont présentés de la même façon pour un calcul sous-critique à sources.

Il convient néanmoins d'être prudent : il faut prendre $1 \cdot 10^{-11}$ comme valeur d'énergie inférieure de la simulation. Sinon les deux estimateurs KSTEP et KCOLL ne donneront pas la même valeur. En effet, KSTEP, qui utilise les neutrons suivis par le code subira la coupure en énergie, alors que KCOLL et KTRACK, qui tiennent compte des neutrons attendus, ne seront pas affectés par la coupure.

Chapitre 22

LE STOCKAGE DES PARTICULES

Cette directive permet de stocker les caractéristiques (énergie, position, direction, poids) des neutrons franchissant une frontière donnée. Sa syntaxe est :


```
STOCKAGE
  nb(stockages)
  nom-fichier(1)
    <PARTICULE>
     $E_{max}$   $E_{min}$ 
    FRONTIER num(vol1) num(vol2)
  ...
  nom-fichier(n)
    <PARTICULE>
     $E_{max}$   $E_{min}$ 
    FRONTIER num(vol1) num(vol2)
FIN_STOCKAGE
```

avec


- `nb(stockages)` le nombre de fichiers à créer ;
- `nom-fichier(i)` le nom du fichier numéro i ;
- `<PARTICULE>` le type de particules à stocker (pour l'instant uniquement NEUTRON, PHOTON ou PROTON pour SPARTE), les particules ne sont écrites que pour l'intervalle $[E_{max}, E_{min}]$;
- `num(vol1)` et `num(vol2)` les volumes définissant la frontière dans le sens 1 vers 2 pour le fichier à créer.

Sur le fichier se trouvent dans l'ordre suivant :

- le nom de la particule ;
- l'énergie E en MeV ;
- (x, y, z) , définissant la position ;
- (u, v, w) , définissant la direction ;
- W_t , le poids de la particule.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 214/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Remarque : pour les sorties, il y a eu un changement (ordre des données, énergie en MeV et nom de la particule) par rapport à la première version qui figurait dans la notice SPARTE.
Ces sorties peuvent servir afin de générer des sources pour un calcul avec un autre code.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 215/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 23

LA DÉFINITION DES PERTURBATIONS

23.1 Généralités

Il est possible de calculer, outre les scores habituels, des scores pour des matériaux ayant des compositions différentes (toutefois les noyaux doivent rester les mêmes).

Plusieurs perturbations peuvent être demandées dans un même calcul.

La syntaxe de la directive est :

```

LIST_PERTURBATION
  nb(pertu)
  PERTURBATION
    Données de la perturbation 1
  FIN_PERTURBATION
  ...
  PERTURBATION
    Données de la perturbation nb(pertu)
  FIN_PERTURBATION
FIN_LIST_PERTURBATION


```

où nb(pertu) est le nombre de perturbations.

23.2 Données d'une perturbation

Une perturbation est la donnée :

- d'un type de perturbation (voir plus bas) ;

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 216/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- d'une liste de volumes ayant une composition identique, qui est la composition à perturber (seuls ces volumes seront touchés par la perturbation) ;
- des données de perturbation (facteurs multiplicatifs) ;
- de la liste des scores pour lesquels on veut des sorties ;
- d'un mode de sortie des résultats (valeur du score ou écart avec le score non perturbé).

Le code TRIPOLI-4 permet le calcul de scores perturbés de deux types :

- soit pour des perturbations de concentrations données ;
- soit pour des perturbations de densité totale des matériaux.

Au sein d'une perturbation on ne peut pas mélanger perturbations en densité et en concentration.

23.3 Perturbations de concentration ou de densité

La syntaxe est :


```

PERTURBATION
<CONCENTRATION_OU_DENSITE> nb(compo)
  nom_compo(1) VOLU LIST nb(volu)
    num_volu(1) ...num_volu(n)
  FACT fact(1)...fact(n)
  ...
  nom_compo[nb(compo)] VOLU LIST nb(volu)
    num_volu(1) ...num_volu(n)
  FACT fact(1)...fact(n)
  SCORE LIST nb(scores)
    num_score(1) ...num_score(n)
  MODE DELTA ou MULTI
FIN_PERTURBATION

```

où :

- <CONCENTRATION_OU_DENSITE> est un mot-clé qui est **CONCENTRATION**, pour des perturbations de concentrations, ou **DENSITY**, pour des perturbations de densités ;
- **nb(compo)** est le nombre de compositions à perturber ;
- **nom_compo(i)** est le nom du matériau de la ième perturbation ;
- **nb(volu)** est le nombre de volumes associés à la composition ;
- **num_volu(1) ...num_volu(n)** est la liste des volumes affectés par la perturbation ;
- **fact(1)...fact(n)** est une liste
 - comportant autant de facteurs multiplicatifs que de noyaux dans le cas d'une perturbation de concentrations : pour 3 noyaux la liste 1.1 0.9 1.0 signifie que la concentration du premier noyau de la définition est augmentée de 10 pour cent, celle du deuxième noyau diminuée de 10 pour cent, la concentration du dernier noyau étant identique.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 217/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- d'un seul élément pour une perturbation de densité : le facteur multiplicatif de perturbation (1.1 signifie que la densité est augmentée de 10 pour cent).
- `nb(scores)` et `{num_score(i)}` sont respectivement le nombre et les numéros de scores (dans l'ordre de la directive `SCORE`, en comptant à partir de 1) pour lesquels on veut des sorties ;
- la ligne `MODE DELTA` ou `MULTI` signale que l'on veut des résultats différentiels (écart par rapport au score non perturbé) `DELTA` au lieu de résultats absolus `MULTI`.

En calcul de criticité le code calcule des valeurs perturbées pour le *keff*. Si il n'y a pas d'options, c'est qu'il s'agit d'un calcul de criticité. Dans ce cas seuls les *keff* perturbés sont calculés.

Attention : Actuellement la perturbation en concentration ne peut porter que sur un matériau (`nb(compo)=1`).


23.4 Perturbations de sections partielles

23.4.1 La syntaxe

Il est possible de perturber les sections efficaces de toutes les interactions (élastique, inélastique discrète ...). Ces perturbations peuvent être définies par plage d'énergie c'est à dire dans un découpage et donc être différentes par groupe. Par contre les perturbations des sections différentielles (anisotropie ou renvoi énergétique) ne sont pas (encore) implémentées. Ces perturbations sont qualifiées de déterministe par opposition à la possibilité de bruite les sections de manière aléatoire (Cf paragraphe suivant) pour prendre en compte les incertitudes sur les sections.

Le code traitant des sections ponctuelles, les sections perturbées sont définies par des coefficients multiplicatifs appliqués aux sections originelles. Il est important de garantir la cohérence (la section totale doit être égale à la somme des sections). Si l'on décide par exemple d'augmenter une section d'absorption (par exemple une $n \rightarrow \gamma$), on peut, pour maintenir la cohérence des sections augmenter d'autant la section totale ou au contraire diminuer d'autant la section d'autres interactions (par exemple une $n \rightarrow p$). Ces règles de report sont laissées à la responsabilité de l'utilisateur et sont données dans un fichier dont le chemin figure dans la directive de perturbation.

La syntaxe est :

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 218/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

PERTURBATION
  DETERMINISTE
    NUCLEI nb(noyaux)
      nb_compo(noyau-1)
        nom_compo(1,1) VOLU LIST nb(volu)
        num_volu(1) ...num_volu(n)
      ...
      nom_compo[nb(compo),1] VOLU LIST nb(volu)
      num_volu(1) ...num_volu(n)
    NUCLEUS nom_noyau(1)
    DATA nom(fichier-1)
  ...
  nb_compo(N)
    nom_compo(1,N) VOLU LIST nb(volu)
    num_volu(1) ...num_volu(n)
  ...
    nom_compo[nb(compo),N] VOLU LIST nb(volu)
    num_volu(1) ...num_volu(n)
    nom_noyau(1) DATA nom(fichier)
  NUCLEUS nom_noyau(N)
  DATA nom(fichier-N)
  SCORE LIST nb(scores)
    num_score(1) ...num_score(n)
  MODE DELTA
FIN_PERTURBATION

```

Les termes ont la signification suivante :


- **DETERMINISTE** est un mot-clé qui précise qu'il s'agit de perturbations déterministes ;
- **NUCLEI nb(noyaux)** donne le nombre de noyaux à perturber (2 dans l'exemple ci-dessous le fer 56 et le fer 54) ;
- Puis il faut donner la liste des perturbations (pour chaque noyau). Pour chacune on donne : le nombre de compositions (ici les deux compositions qui contiennent le fer 56 pour la première perturbation), le nom des compositions (**FER.MASSIF** et **FER**), les volumes associés à ces compositions (18 dans le cas du **FER.MASSIF** et 2 dans celui du **FER**), le nom du noyau (après le mot-clé **NUCLEUS**), le fichier des données décrivant les reports entre sections (après le mot-clé **DATA**).
- Puis il faut donner la liste des scores perturbés avec le nombre et les numéros des scores (ici 16 scores) ;
- Puis le mode de perturbation (par défaut valeur absolue) ;

Exemple :

```

PERTURBATION
DETERMINISTE  NUCLEI 2

```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 219/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

2
FER_MASSIF VOLU LIST 18
8 20 21 22 23 24 25 255 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35

```

```

FER VOLU LIST 2
9 12
NUCLEUS FE56 DATA Tripoli4/Test/Pertu/Det/fe56

```

```

2
FER_MASSIF VOLU LISTE 18
8 20 21 22 23 24 25 255 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35
FER VOLU LIST 2
9 12
NUCLEUS FE54 DATA Tripoli4/Test/Pertu/Det/fe54

```

```

SCORE LIST 16 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16
FIN_PERTURBATION

```

23.4.2 Le fichier de report

Voici un exemple de fichier de report.

```

016 300 endfb6

3 1.0000E-05 2.40000E+06 2.90000E+06 20.E+06

PERTU 2 2 102

REPORT 1 51


1. 0
1. 0

1.01 0
1. 0

1.01 0.1
1. 0

```

Le fichier comprend 5 informations différentes que nous allons décrire sur l'exemple.


	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 220/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- La première ligne contient 3 champs identifiant respectivement le noyau perturbé, la température du noyau correspondant et la bibliothèque d'origine du noyau.
- Les deux lignes suivantes contiennent le découpage énergétique utilisé pour définir la perturbation. Attention : dans la définition du découpage on donne le nombre de groupes (et non pas le nombre de bornes à lire) puis les bornes du découpage.
- Le mot PERTU annonce la liste des interactions perturbées. Il est suivi par le nombre d'interactions perturbées puis par le nombre utilisé par Njoy pour coder chaque interaction. Attention ces codes ne sont pas ceux utilisés pour référencer les interactions dans les scores mais ceux figurant dans la notice Njoy [11]. Dans l'exemple on perturbe 2 interactions correspondant à la diffusion élastique (numéro Njoy 2) et à la capture $n \rightarrow \gamma$ (numéro Njoy 102)
- Le mot-clé REPORT (obligatoire même si on n'utilise pas de report) déclare ici un report sur l'interaction de code Njoy 51 (premier niveau de l'inélastique discret). Lorsque le report n'est pas utilisé, on doit cependant fournir un code d'interaction (par exemple 51) mais tous les reports devront être nuls.
- Enfin on trouve les reports. Pour chaque groupe dans l'ordre où le découpage est donné en tête du fichier, puis pour chaque interaction perturbée dans l'ordre où elles sont données suite au mot clé PERTU, on doit définir le facteur par lequel la section originelle est multipliée pour donner la section perturbée et le montant de la perturbation reportée sur l'interaction 51. On voit ainsi que :
 - dans le premier groupe aucune perturbation n'est appliquée aux sections (facteur de la première colonne égaux à 1) et les reports sont nuls.
 - Dans le deuxième groupe on augmente de 1% la section de diffusion élastique et on a un report nul sur le premier niveau de l'inélastique discret, donc l'augmentation de la section de diffusion sera répercutée sur la totale. La capture radiative est inchangée.
 - Dans le dernier groupe on augmente de 1% la section de diffusion élastique. Mais 10% de cette augmentation de section seront enlevés de la capture radiative, les 90% restants seront reportés sur la totale qui augmentera d'autant.

Remarque : Il peut se produire qu'un report trop important conduise à des sections négatives, le code s'arrête alors avec un message indiquant l'énergie et les sections en jeu. Il faut alors modifier le report ou la perturbation.

Interaction	Code	Particule
Diffusion élastique	2	neutron
Diffusion inélastique discrète et continue	4	neutron
$n \rightarrow 2n$	16	neutron
$n \rightarrow$ fission	18	neutron
Diff. inél. dis. niveau 1	50+1	neutron
Diff. inél. dis. niveau i	50+i	neutron
Diff. inél. dis. niveau 40	90	neutron
Diffusion inélastique continue	91	neutron
Absorption. Émission photons	102	neutron
Absorption. Émission protons	103	neutron
Absorption. Émission alpha	107	neutron

TAB. 23.1 – Codes d'interaction Njoy pour le fichier de report

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 222/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

23.5 Perturbations de covariance

La syntaxe est :


```

PERTURBATION
COVARIANCE
  NUCLEI nb(noyaux)
    nb_compo(noyau-1)
      nom_compo(1,1) VOLU LIST nb(volu)
      num_volu(1) ...num_volu(n)
    ...
    nom_compo[nb(compo),1] VOLU LIST nb(volu)
    num_volu(1) ...num_volu(n)
  NUCLEUS nom_noyau(1)
  DATA nom(fichier-1)
...
nb_compo(N)
  nom_compo(1,N) VOLU LIST nb(volu)
  num_volu(1) ...num_volu(n)
  ...
  nom_compo[nb(compo),N] VOLU LIST nb(volu)
  num_volu(1) ...num_volu(n)
  nom_noyau(1) DATA nom(fichier)
  NUCLEUS nom_noyau(N)
  DATA nom(fichier-N)
SCORE LIST nb(scores)
  num_score(1) ...num_score(n)
MODE DELTA
  PERTU_PERIODE nb(batch)
FIN_PERTURBATION

```

Les termes ont la signification suivante :

- **COVARIANCE** est un mot-clé qui précise qu'il s'agit de perturbations de covariance ;
- **NUCLEI**nb(noyaux) donnent le nombre de noyaux à perturber (2 dans l'exemple ci-dessous le fer 56 et le fer 54) ;
- Puis il faut donner la liste des perturbations (pour chaque noyau). Pour chacune on donne : le nombre de compositions (ici les deux compositions qui contiennent le fer 54 pour la première perturbation), le nom des compositions (**FER_MASSIF** et **FER**), les volumes associés à ces compositions (18 dans le cas du **FER_MASSIF** et 2 dans celui du **FER**), le nom du noyau (après le mot-clé **NUCLEUS**), le fichier des données de covariance (après le mot-clé **DATA**).
- Puis il faut donner la liste des scores perturbés avec le nombre et les numéros des scores (ici 16 scores) ;
- Puis le mode de perturbation (par défaut valeur absolue) ;

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 223/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

– Puis la période d'échantillonnage(en nombre de batchs)

Exemple :

PERTURBATION

COVARIANCE NUCLEI 2

2

FER_MASSIF VOLU LIST 18

8 20 21 22 23 24 25 255 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35

FER VOLU LIST 2

9 12

NUCLEUS FE56 DATA Test/Pertu/Covar/fe56.cov.user.data.2

2

FER_MASSIF VOLU LISTE 18

8 20 21 22 23 24 25 255 26 27 28 29 30 31 32 33 34 35

FER VOLU LIST 2

9 12

NUCLEUS FE54 DATA Test/Pertu/Covar/fe54.cov.user.data.2

SCORE LIST 16 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16

PERTU_PERIODE 400

FIN_PERTURBATION



DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 224/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4



Chapitre 24

SORTIES SPÉCIALES

Cette directive permet de créer des graphiques au format XVGR ou un résumé des caractéristiques dans un fichier au format L^AT_EX.

La syntaxe est :

```
OUTPUT
  LANGUE <langue>
  XVGR
    Données pour les graphiques
  FIN_XVGR
  LATEX
    Données à sortir
  FIN_LATEX
  FIN_OUTPUT
```

avec <langue> qui vaut FRENCH ou ENGLISH (le défaut est une sortie en anglais).

24.1 Graphiques Xvgr

Les données sont précisées comme suit :

```
XVGR
  ENERGY_INF E(inf)
  ENERGY_SUP E(sup)
  TYPE <type>
  EDITION nb(edit)
  FIN_XVGR
```



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

avec

- Une visualisation pour la partie $[E(\text{inf}), E(\text{sup})]$;
- Un mode graphique `<type>` à choisir parmi `LIN_LIN`, `LIN_LOG`, `LOG_LIN` ou `LOG_LOG` ;
- La création des fichiers ne se fait pas à chaque édition mais pour 1 édition sur `nb(edit)`.

Dans ce cas le code va produire autant de graphiques (visualisables par les logiciels Xvgr ou Xmgr) qu'il y a d'impressions de spectre dans le fichier de sortie (le nom des graphiques est donné dans le fichier de sortie).

Dans un calcul de criticité, trois fichiers sont créés (pour les trois estimateurs), montrant l'évolution du keff en fonction du nombre de batchs (fichiers réactualisés à chaque batch).

Ne fonctionne pas avec les découpages temporels ou angulaires.

24.2 Sortie L^AT_EX


Il faut préciser les données à imprimer dans le fichier “**.tex**” :

```
LATEX
<DIRECTIVE(1)>
...
<DIRECTIVE(n)>
FIN_LATEX
```

où `<DIRECTIVE(i)>` est une directive choisie parmi `GEOMETRIE`, `LIMIT`, `COMPOSITION`, `GEOMCOMP`, `LIST_SOURCES`, `LIST_DECOPAGE`, et `SIMULATION` (les autres ne sont pas encore disponibles).

Si l'on veut toutes les sorties possibles en L^AT_EX, il suffit alors d'écrire :

```
LATEX
ALL
FIN_LATEX
```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 227/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 25

LE COUPLAGE AVEC DARWIN/PEPIN2

Il est possible de préparer une carte d'entrée pour le code DARWIN-PEPIN2 [30], afin d'effectuer un calcul d'activation. La création d'une carte pour les calculs d'évolution de combustibles n'est pas encore disponible.


La syntaxe de la directive est la suivante :

```

PEPIN
  COURANT courant(A)
  DECOUPAGE nom(dec)
  SCORE_MODE <MODE>
  HISTORIQUE nb(pal)
    tps(init) <UNITE>
    tps(1) <UNITE> valeur(1)
    ...
    tps(final) <UNITE> valeur(finale)
  VOLU nb(volu)
    num(vol1)...num(voln)
FIN_PEPIN

```

- Dans le cas d'un couplage au sein du système SPARTE et pour une source de protons, il est possible de donner une valeur du faisceau en Ampères (*A*). Les flux seront multipliés par une valeur telle que les résultats correspondent à 1 seconde ($1A = 1C/s$) d'irradiation. Par défaut les valeurs sont celles calculées pour la source donnée (pour une particule dans SPARTE, pour la norme des sources dans TRIPOLI-4) ;
- le nom du découpage doit être un découpage connu : “*3-GRS*”, “*SAILOR*”, “*APOLLO_99*”, “*GAM2*” ou “*APOLLO_172*” ;
- ISOTOPES signifie que la composition pour INTERPEP est celle qui a été entrée dans le jeu de

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 228/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

données TRIPOLI-4. Par défaut les valeurs pour le module INTERPEP sont reconstruites d'après la composition naturelle des matériaux ;

- **<MODE>** = **TRACK** ou **COLLISION** précise le type de flux (volumique) pour calculer le fichier INTERPEP. En effet dans une simulation on peut calculer des scores pour un même volume par l'estimateur "corde" et l'estimateur "collision". Le mot-clé permet de préciser quel type d'estimateur est conservé (il doit donc exister un score avec cet estimateur) pour la création du fichier pour INTERPEP ;
- **nb(pa1)** est le nombre de paliers (d'irradiation) + le nombre d'interpaliers (correspondant à un flux nul) ;
- Il faut préciser le temps initial puis, le temps final de l'intervalle i et la valeur par laquelle on multipliera le flux pendant cet intervalle. Ex :

0 SECO

30 SECO 1

1 MINU 0

3 MINU 4

Dans ce cas pour l'intervalle (0 - 30 s) le flux est multiplié par 1, pendant l'intervalle (30 s - 1 mn) par 0 (interpalier), puis par 4 pour (1 - 3 mn) ;

- Les unités **<UNITE>** possibles sont **SECO** (s), **MINU** (mn), **HOURL** (h), **YEAR** (année) ;
- On donne ensuite le nombre de volumes où l'on veut des résultats suivi de leur liste ;
- Il se crée un fichier **interpep** et un fichier **spallation** ; Les sorties sont données par seconde et par unité de volume tels que les volumes ont été donnés dans **VOLSURF** ou calculés et affectés par **CALCUL** (défaut 1).



Chapitre 26

LE PARALLÉLISME

Le code TRIPOLI-4 peut être utilisé dans une version parallélisée. Il est possible d'utiliser plusieurs machines distinctes pour une même simulation, ou de faire tourner un calcul parallèle sur plusieurs processeurs d'une machine massivement parallèle.

26.1 Introduction

L'exécution d'une application parallèle est réalisée comme une exécution classique. C'est le code qui prend en charge l'exécution des différents processus.

Il est néanmoins nécessaire de définir en plus :

- un fichier de parallélisme ;
- le type de communication ;

et c'est pourquoi la syntaxe de lancement d'un calcul devient :

```
tripoli4
  -d <fichier_de_données>
  -s <format>
  -c <fichier_dictionnaire>
  -o <fichier_de_résultats>
  -p <fichier_de_parallélisme>
  -t <type_de_communication>
  -l <langue>
```

où <fichier_de_parallélisme> est le nom du fichier dont la syntaxe est donnée dans la section suivante et <type_de_communication> ne peut actuellement valoir que **bsd**.

Le processus exécuté par l'utilisateur est appelé le **moniteur**. Son rôle est de contrôler la bonne exécution de l'application parallèle.

Parmi les autres processus, l'un d'entre eux, le **collecteur**, a pour fonction de récolter l'ensemble des résultats. Les autres processus, dits **simulateurs**, réalisent la simulation des batchs (statistiquement indépendants).

26.2 Le fichier de parallélisme

La syntaxe de ce fichier est :

```

PROCESS
  nb(processus)
    process monitor <programme> <machine(m)>
    process <nom(collecteur)> <programme> <machine(0)>
    process <nom(simulateur1)> <programme> <machine(1)>
    ...
    process <nom(simulateurN)> <programme> <machine(N)>
RUN_DIRECTORY
  nom(répertoire)
GRAPH
  nom(collecteur) < - > nom(simulateur1)
  ...
  nom(collecteur) < - > nom(simulateurN)
FIN

```

où :

- <programme> est le nom de l'exécutable (avec son chemin éventuel), tripoli4 par exemple ;
- <machine(m)> est le nom de la machine sur laquelle se trouve le moniteur ;
- <nom(collecteur)> et <machine(0)> concernent le collecteur ;
- <nom(simulateur_i)> et <machine(i)> concernent le i-ème simulateur ;
- <nom(répertoire)> est le répertoire dans lequel les tâches s'effectuent (on y récupère certains fichiers des tâches, donc il peut être intéressant de donner le répertoire de travail, car par défaut le code choisit \$HOME).

26.2.1 Réseau de machines

Il est possible de faire exécuter la simulation sur un ensemble de machines qui peut être hétérogène (*i.e.* comprendre des SUN, des HP, etc.). Le moniteur va faire s'exécuter les batchs sur les différents processeurs.

26.2.2 Calcul sur un Compaq


La procédure d'utilisation de TRIPOLI4 sur machine parallèle est peu différente du cas précédent.

Il est nécessaire cependant de créer un fichier de parallélisme nommé graphe.save (pour la procédure de lancement) :

```

PROCESS < N >
process  monitor  /home/tripoli4/tripoli4.4/CODE/bin-4.4/nickel/static_tripoli4 nickel

```

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 231/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

process 1th_task /home/tripoli4/tripoli4.4/CODE/bin-4.4/nickel/static_tripoli4 nickel
process 2th_task /home/tripoli4/tripoli4.4/CODE/bin-4.4/nickel/static_tripoli4 nickel
process 3th_task /home/tripoli4/tripoli4.4/CODE/bin-4.4/nickel/static_tripoli4 nickel
process 4th_task /home/tripoli4/tripoli4.4/CODE/bin-4.4/nickel/static_tripoli4 nickel
process 5th_task /home/tripoli4/tripoli4.4/CODE/bin-4.4/nickel/static_tripoli4 nickel
process 6th_task /home/tripoli4/tripoli4.4/CODE/bin-4.4/nickel/static_tripoli4 nickel
...
process < N - 1 >th_task /home/tripoli4/tripoli4.4/CODE/bin-4.4/nickel/static_tripoli4 nickel

```

GRAPH

```

1th_task < - > 2th_task
1th_task < - > 3th_task
1th_task < - > 4th_task
1th_task < - > 5th_task
1th_task < - > 6th_task
...
1th_task < - > < N - 1 >th_task
FIN

```

On remarque que le nom du noeud sur lequel chaque tâche va s'exécuter n'est pas explicité, c'est le code qui en fonction des noeuds qui lui sont alloués par le shell de lancement, va créer un fichier de nom `graphe.port` qu'il faudra détruire après exécution et un fichier d'exécution (`tache.csh`) :

```

#!/bin/csh
#
cd < répertoire_de_travail >
\rm -f *.update graphe graphe.port last_simulation*
cp graphe.save graphe
prun -n < N > /home/tripoli4/tripoli4.4/CODE/bin-4.4/nickel/static_tripoli4 -d < fi-
chier_de_donnees > -s NJOY -c < fichier_dictionnaire > -p graphe -t bsd
\rm -f *.update graphe graphe.port last_simulation*


```

Il suffit ensuite de soumettre la tâche sur la machine parallèle :

```
qsub -q < queue > -n < N > tache.csh
```

ou < queue > peut être :

- test32
- test64
- prod31
- prod63
- prod127

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 232/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Résultats

Lors du lancement, des fichiers qui ont pour noms
`last_simulation.<nom_processus>.res`
sont créés. C'est dans ces fichiers que vont s'écrire les erreurs éventuelles de la phase d'initialisation de la parallélisation.

Au début de la simulation, d'autres fichiers sont créés
`<fichier_de_données>.<nom_processus>.res`
Pour le collecteur, le fichier contient les résultats des diverses éditions demandées. Pour les simulateurs, le fichier contient les caractéristiques de la simulation pour chaque batch traité. Les éditions sont faites au fur et à mesure de la collecte des résultats pour le collecteur et au fur et à mesure de la simulation pour les simulateurs.

Quant au fichier `fichier_de_résultats`, il ne contiendra que les résultats du moniteur (ce qui ne concerne pas les résultats de la simulation). Il contiendra des informations sur la parallélisation, initialisation des processus, statistiques de communication, etc.

Conseils pour l'exécution


Le trafic (*i.e.* le nombre de messages échangés) ne doit pas être prohibitif. Comme les processus envoient un message au collecteur à la fin de chaque batch, il ne faut pas que les batchs se terminent dans un temps trop court. En particulier il ne faut pas avoir un nombre de particules par batch trop faible. Dans le cas contraire le trafic peut bloquer les communications, et faire s'effondrer les machines impliquées dans la simulation (les tampons du système d'exploitation étant pleins), voire le réseau entier.

De plus, il est fortement recommandé de laisser le moniteur et le collecteur sur un processeur chacun, même si ces processus utilisent moins de ressources CPU. En effet, ils sont en communication constante avec tous les processus et un délai trop important à la réception des messages peut occasionner la perte du calcul complet. Leur rôle est critique pour le calcul.

Remarques :

Il faut impérativement demander une fréquence d'édition des résultats.

Il ne faut pas supprimer le monitoring (qui est présent par défaut).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 233/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		


Chapitre 27

LES BANDES DE COLLISION

Cette directive permet, au cours d'une simulation de stocker sur fichier binaire les caractéristiques des particules à savoir type de particule (actuellement neutron ou photon), direction, temps et poids des particules traversant des volumes donnés, franchissant des frontières données ou subissant une collision dans un des volumes fixés.

Une fois la simulation terminée, les données stockées peuvent être relues pour calculer rapidement de nouveaux scores. Ces scores doivent bien sûr dépendre uniquement de l'information stockée. Par exemple si l'on a stocké tous les points de collision dans un volume, il est alors possible dans une phase d'exploitation de calculer tous les taux de réaction par l'estimateur collision dans ce volume.

Tous les types de fonctions réponses et d'encaissement sont reproductibles à partir des enregistrements dumpés. Par contre les scores utilisant la sous directive FILTER qui permet de ne comptabiliser que les particules qui passent par certains volumes n'est pas compatible avec les bandes de collision. (Il faudrait stocker l'historique des particules ce qui coûterait plus cher en mémoire et espace disque)

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 234/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

27.1 Création d'une bande de collision

La syntaxe est la suivante pour la phase de création de bande de collision :

```


BANDE_COLLISION
  CREATION
    nombre de fichiers
    nom de fichier_1
    <TYPE_PARTICULE>
  * FRONTIER
    nbzones
    Emax(1) Emin(1) volume1 volumebis1
    ...
    Emax(nbzones) Emin(nbzones) volumenbzones volumebisnbzones
  * VOLU
    nbzones
    Emax(1) Emin(1) volume1
    ...
    Emax(nbzones) Emin(nbzones) volumenbzones
  * MAILLE
    nbzones
    Emax(1) Emin(1) volume1
    prof1 ni1(1) nj1(1) nk1(1) ... ni1(prof1) nj1(prof1) nk1(prof1)
    ...
    Emax(nbzones) Emin(nbzones) volumenbzones
    profnbzones ninbzones(1) njnbzones(1) nknbzones(1)
    ... ninbzones(profnbzones) njnbzones(profnbzones) nknbzones(profnbzones)

    nom de fichier_2
    ...
    nom de fichier_n
  FIN_CREATION
FIN_BANDE_COLLISION

```

La signification des champs est la suivante :

- nombre_de_fichiers désigne le nombre de fichiers à créer
- <TYPE_PARTICULE> désigne le type de particule pour lequel on stocke de l'information
- On spécifie ensuite le type de zone géométrique concerné par le stockage à savoir FRONTIERE, VOLUME ou MAILLE.
- le nombre de zones géométriques où l'on stocke de l'information.
- Emax et Emin désignent les énergies maximum et minimum relatives aux informations stockées.
- On donne ensuite la liste des éléments géométriques sur lesquels on stocke de l'information.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 235/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Dans le cas des frontières on rappelle que chaque frontière est définie par un couple de numéros de volumes, il y a donc autant de couples de numéros de volumes à définir que de zones de stockage déclarées. Dans le cas où la zone géométrique est une maille de réseau il faut spécifier le numéro de volume puis ensuite comme pour la directive de score (Cf Ch 15.7) il faut spécifier la profondeur de réseau à laquelle on souhaite accéder et enfin le numéro de maille concernée à chaque numéro de profondeur.

L'utilisateur peut créer autant de fichiers qu'il le désire.

27.2 Exploitation d'une bande de collision

L'exploitation des informations stockées sur fichier est annoncée par le mot EXPLOITATION.

La syntaxe est la suivante :

```

BANDE_COLLISION
EXPLOITATION
  nombre de fichiers
    nom de fichier 1
    ...
    nom de fichier n
FIN_EXPLOITATION
FIN_BANDE_COLLISION

```

Les données sont donc :

- le nombre de fichiers à exploiter
- la liste des noms de fichiers à exploiter.

Toutes les autres directives du code ainsi que leur signification sont inchangées. En particulier la directive SCORE permet d'obtenir à peu de frais de nouveaux taux de réaction.




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 236/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 237/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Chapitre 28

LES BANDES DE FONCTIONS DE GREEN

28.1 Objectif

Cette fonctionnalité permet de réaliser des études paramétriques où l'on cherche à déterminer l'incidence de la variation de la source sur les scores (par exemple, étude paramétrique relative à un nouveau chargement de cœur).


Cette fonctionnalité permet également de déterminer la contribution des zones sources à une réponse cherchée (il n'y a alors pas de variation de source). Il s'agit de pouvoir obtenir des scores conditionnels à la naissance des particules dans ces zones sources.

28.2 Principe

Lors d'une simulation de référence effectuée une fois pour toute, des "fonctions de Green" (ou "fonctions de transfert") sont stockées dans des fichiers (bandes) et sont ensuite ré-exploitées de manière appropriée (renormalisation des sources, reconstitution de scores ...) pour traiter une configuration autre que la configuration de référence (premier type d'exploitation) ou bien pour ventiler les scores en scores conditionnels aux sources (deuxième type d'exploitation).

La dénomination schématique de "fonction de Green" comprend un certain nombre d'informations stockées lorsqu'une particule vient contribuer au score dans la simulation de référence :


1. des informations "initiales" : numéro de la source où est née la particule, coordonnées, énergie et poids statistique de naissance, ainsi que l'amplitude de la source à la position et à l'énergie initiales de la particule
2. des informations "finales" : énergie et poids statistique de la particule au moment où elle contribue au score dans la zone d'encaissement demandée, ainsi que sa contribution (grandeur χ définie au chapitre 15 sur les scores, dont l'expression dépend du type d'estimateur demandé).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 238/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

L'un des intérêts de cette approche est la durée réduite des calculs (puisque l'histoire des particules n'est pas simulée en phase d'exploitation) pour une qualité de résultats devant demeurer satisfaisante. La contrepartie est l'important volume de stockage requis.

28.3 Limitations et hypothèses

1. Les particules traitées sont soit des NEUTRONS soit des PHOTONS et on exclut les problèmes couplés NEUTRONS-PHOTONS
2. On doit traiter un problème de type PROTECTION(on exclut les calculs de CRITICITE).
3. Cette fonctionnalité ne peut s'utiliser que pour des *sources tabulées*. On exclut donc les sources analytiques et les sources ponctuelles.
4. Lors de l'utilisation en mode EXPLOITATION, les données de géométrie, compositions et pondération (si celle-ci est définie) doivent être rigoureusement identiques à celles définies lors de la phase de CREATION.
5. Contraintes sur les possibilités de modification de la source : si on utilise une nouvelle source lors de l'exploitation (deuxième mode d'utilisation), seules l'intensité de la distribution géométrique et/ou la valeur du coefficient COEFF peuvent être modifiées. La répartition spatiale de la source ainsi que les distributions énergétique, angulaire et temporelle doivent rester identiques. Ces contraintes ne sont cependant pas testées par le code en phase d'exploitation et sont laissées à la responsabilité de l'utilisateur.
6. Le mode parallèle n'est actuellement pas disponible.
7. Les types d'éléments géométriques possibles pour les encaissements des scores sont uniquement des VOLUMES ou des FRONTIERES (donc pas de mailles de réseau et pas de points). A l'exploitation des bandes, les scores peuvent être demandés par LISTES et/ou par SOMMES ; en revanche à la création chaque bande correspond à un seul VOLUME ou une seule FRONTIERE.
8. Actuellement, les réponses possibles à l'exploitation sont uniquement les flux, taux de réaction et débit d'équivalent de dose ANS77 (les demandes de courants ne sont pas possibles).
9. Chaque fichier créé correspond à une zone d'encaissement utile et à un type d'estimateur donné. Sa taille ne devra pas excéder la taille de **2 GB** sinon sa manipulation est impossible sur la plupart des plateformes (constaté par exemple sur les plateformes Linux).
10. Il faut avoir présent à l'esprit l'*approximation* suivante, dans le cas d'une exploitation des bandes avec changement de source (deuxième mode d'utilisation) : le transport dans la source modifiée est supposé être le même que pour la source d'origine.
11. La *pondération* utilisée en phase d'exploitation avec changement de source doit être la même que celle utilisée avec la source d'origine (cette contrainte n'est cependant pas testée par le code et est laissée à la responsabilité de l'utilisateur). En phase d'exploitation, l'initialisation de la nouvelle source, biaisée s'il y a pondération, est effectivement calculée avec la pondération définie dans le fichier de données de la phase d'exploitation. L'exploitation des bandes n'aurait alors plus de sens si cette pondération était différente de celle ayant servi à simuler les histoires des particules.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 239/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

12. Enfin pour ce même mode d'exploitation, une portion de l'espace des phases qui aura été peu explorée pendant la simulation d'origine donnera évidemment de mauvaises précisions en phase d'exploitation. Il convient donc d'utiliser une pondération de la simulation d'origine qui soit le mieux adaptée possible aux différents cas d'exploitation envisagés par la suite.

28.4 Syntaxe des données utilisateur

28.4.1 Phase de création

La directive est la suivante :


```

GREEN_FUNCTION_BAND
CREATION
  n
  FILE_NAME filename_1
    <TYPE_PARTICULE>
    <ESTIM_NAME>
*    VOLU numvol_1
*    FRONTIER numvol_1(1) numvol_1(2)
  ...
  FILE_NAME filename_n
    <TYPE_PARTICULE>
*    VOLU numvol_n
*    FRONTIER numvol_n(1) numvol_n(2)
    <ESTIM_NAME>
FIN_CREATION
FIN_GREEN_FUNCTION_BAND

```

où :

- n est le nombre de bandes demandées.
- <TYPE_PARTICULE> vaut NEUTRON ou PHOTON (rappel : il n'est possible de traiter que des problèmes purement neutron ou purement photon).
- *filename_i* est le nom du fichier associé à la i^e bande. Le mot-clé FILE_NAME est optionnel. Lorsqu'il ne figure pas, le fichier prend par défaut le nom *greenband<i>.xdr* avec i allant de 1 à n . Les fichiers sont créés dans l'arborescence au niveau de l'appel à TRIPOLI-4.
- <ESTIM_NAME> est le type d'estimateur. Il vaut COLL, TRACK ou SURF.
- les volumes sont définis par leur numéro *numvol_i* et les surfaces par les numéros des deux volumes *numvol_{i1}* et *numvol_{i2}* délimitant.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 240/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Remarque :

L'utilisateur peut profiter de la simulation réalisée au cours de la phase de création pour demander, en plus de la création des bandes de fonctions de Green, des scores standards (demandés avec la directive SCORE).

28.4.2 Phase d'exploitation

La directive est la suivante :

```

GREEN_FUNCTION_BAND
EXPLOITATION
    n
    FILE_NAME filename_1 filename_2. . filename_n
*
NEW_SCORES
*
SOURCES_CONTRIBUTIONS
...
FIN_EXPLOITATION
FIN_GREEN_FUNCTION_BAND

```

où :

- n est le nombre de bandes à exploiter.
- le mot-clé FILE_NAME est optionnel. S'il figure, les fichiers *filename_1* à *filename_n* seront exploités, sinon les fichiers *greenband1.xdr* à *greenbandn.xdr* seront exploités. Ces fichiers sont cherchés dans l'arborescence au niveau de l'appel à TRIPOLI-4. Parmi ces n fichiers, en fait seuls seront réellement utilisés ceux qui correspondent aux zones d'encaissement des scores demandés à l'exploitation.
- *il y a deux types d'exploitation possibles :*
 1. le mot-clé NEW_SCORES correspond à un changement des sources. On utilise alors les bandes de fonctions de Green pour calculer de nouveaux scores correspondant à cette nouvelle source.
 2. le mot-clé SOURCES_CONTRIBUTIONS correspond au calcul de scores conditionnels extraits de la simulation de création des bandes. La source peut être changée ou rester la même qu'en phase de création, cependant on recherche des scores conditionnellement à différentes mailles de la source tabulée et à différents groupes d'énergie des particules sources.

Dans ce dernier cas d'exploitation, des données supplémentaires doivent être fournies sous la forme suivante :

SOURCES_CONTRIBUTIONS

DECOUPAGE n

val1 val2...valn

* SOURCES_NUMBER <LISTE_OU_SOMME> m

num1 num2...numm

* SOURCES_INTER_VOLU <LISTE_OU_SOMME> m

volunum1 volunum2...volunumm

où :

- DECOUPAGE donne le découpage énergétique de la source (en $n - 1$ groupes) ;
- < LISTE_OU_SOMME > vaut LIST ou SOMME. m est le nombre de volumes dans la liste ou la somme demandée ;
- spatialement, l'utilisateur a le choix entre :
 1. indiquer, avec le mot-clé SOURCES_NUMBER, des numéros de sources (indices pouvant aller de 0 au nombre de sources de la directive LIST_SOURCES - 1). Le score conditionnel sera alors fourni pour chacune de ces sources (cas LIST) ou bien pour l'ensemble (cas SOMME)
 2. ou bien, avec le mot-clé SOURCES_INTER_VOLU, définir des volumes (de formes quelconques parmi toutes les formes reconnues par la géométrie de TRIPOLI-4) englobant des sources, ou des parties de sources. On ne retient que l'intersection de ces volumes (dont on donne le numéro) avec les sources.

Attention, ces volumes doivent avoir été définis préalablement dans la géométrie sous forme de volumes fictifs (avec le mot-clé FICTIF) et sont “plaqués” sur la géométrie . Ils doivent de plus être disjoints deux à deux. Le score conditionnel sera alors fourni pour chacun des volumes fictifs (cas LIST) ou bien globalement pour l'ensemble (cas SOMME).

28.5 Aspect du fichier de résultats


28.5.1 Phase de création

Après l'impression standard des scores demandés par l'utilisateur, le fichier de résultats contient des informations sur le nombre de particules ayant été collectées pour chaque fichier (donc chaque zone d'encaissement potentielle à l'exploitation).

Ces informations sont annoncées par “NUMBER OF CONTRIBUTING PARTICLES” en fin de fichier de résultats.

28.5.2 Phase d'exploitation

Les informations (présentes ou absentes) indiquant une exploitation de bandes (plutôt qu'une simulation réelle) sont les suivantes :

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 242/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

1. absence d'informations statistiques sur la pondération pour les 6 premiers batchs, habituellement collectées en début de simulation.
2. "mean weight leakage : unknown" en amont de l'édition des scores (en fait, les statistiques sur la fuite des particules ne peuvent être données puisqu'il n'y a pas de simulation de trajectoires des particules)
3. "exploitation time" au lieu de "simulation time" en fin de fichier de résultats.

- **Cas NEW_SCORES :**


L'impression des nouveaux scores se fait sous la forme standard puisqu'ils ont la même structure que les scores habituels.

- **Cas SOURCES_CONTRIBUTIONS :**

Dans ce cas, l'impression des scores change. Pour chaque score demandé, les différentes variables d'encaissement sont décrites dans l'ordre suivant :

1. d'abord par groupe d'énergie source (c'est la boucle extérieure) : ceci est annoncé par "SOURCE_SPECTRUM STEP NUMBER"
2. puis par numéro de source "SOURCE NUMBER" ou de volume fictif source "SOURCE VOLUME" (pour une LIST) ou bien globalement avec "SUM ON SPECIAL SOURCE NUMBERS" ou "SUM ON SPECIAL SOURCE VOLUMES" (pour une SOMME)
3. puis par groupe d'énergie d'encaissement (c'est la boucle intérieure) : ceci est annoncé par "SPECTRUM RESULTS", comme pour les scores habituels.

Les scores intégrés en énergie d'encaissement ne figurent que lorsqu'un seul numéro de source ou de volume fictif est mentionné en LIST ou bien lorsque une SOMME est utilisée.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 243/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Annexe A

EXEMPLES DE GÉOMÉTRIES

A.1 Introduction

Dans cette annexe est présenté un cas de géométrie élaborée utilisant les fonctionnalités disponibles des réseaux : un réseau hexagonal, avec modification de mailles, est inclus dans une maille d'un réseau parallélépipédique, afin d'illustrer les calculs de réseau de réseaux. La construction est décortiquée pas à pas pour montrer les étapes à suivre.

Deux autres exemples relativement complexes de géométries sont présentés dans cette annexe :

- un homogénéisateur :
 - géométrie surfacique ;
 - géométrie combinatoire.
- un huitième de cylindre de château de transport :
 - géométrie surfacique ;
 - géométrie combinatoire.

A.2 Réseaux hexagonal et parallélépipédique, réseau de réseaux

La géométrie est celle de la page suivante.

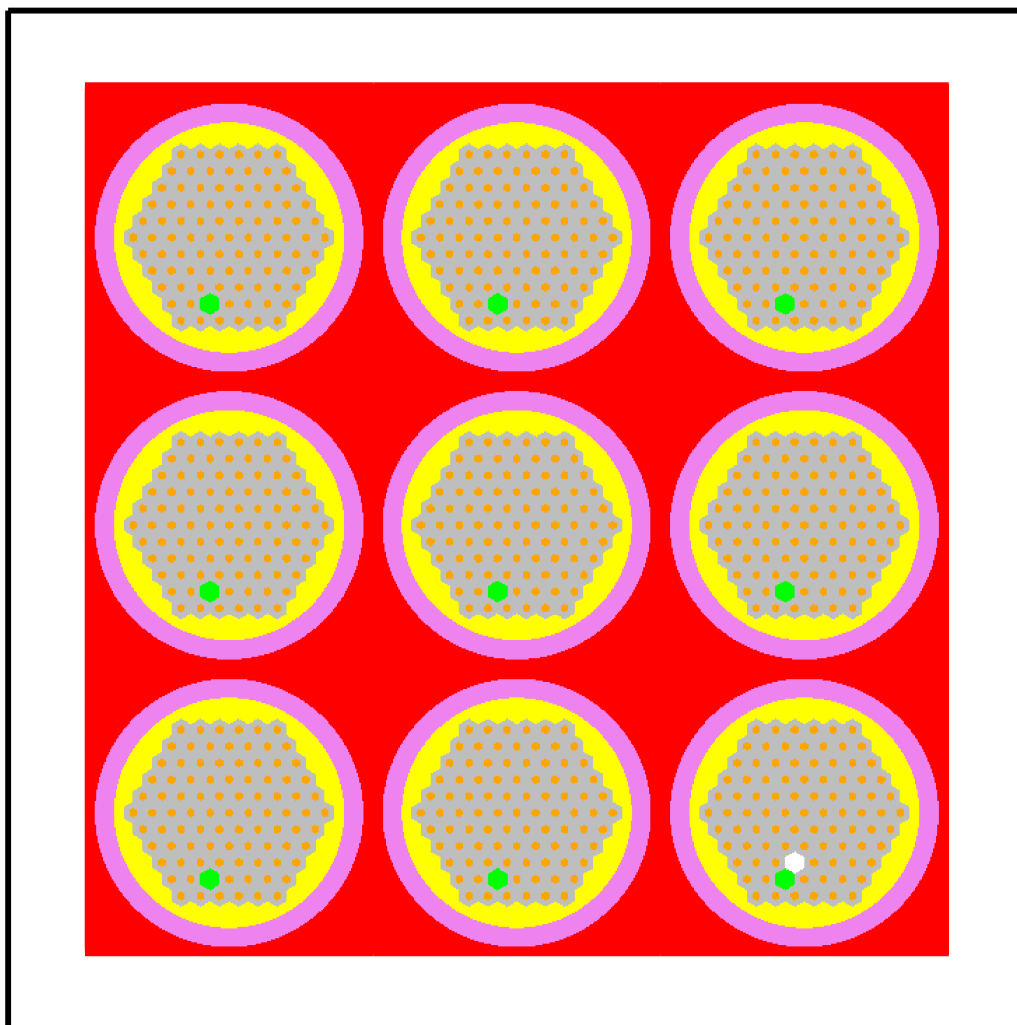
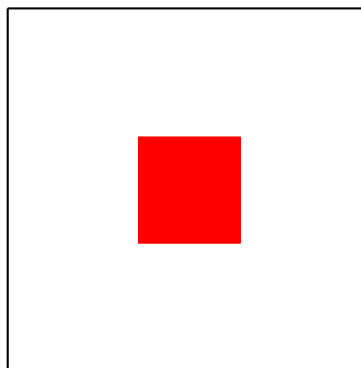


FIG. A.1 – Géométrie du cas 2

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

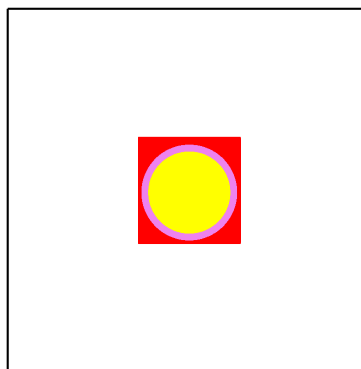
Il faut commencer par construire la maille parallélépipédique de base :

```
TYPE 100 BOITE 15 15 3
// Cellule de base du réseau carré
VOLU 100 COMBI 100 0 0 0 FINV
```



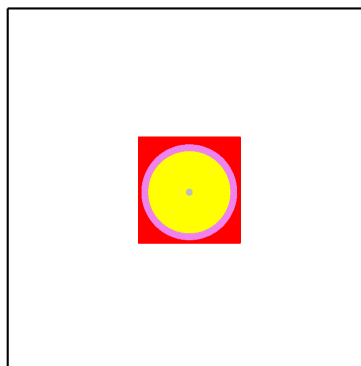
puis il faut créer les deux cylindres concentriques

```
TYPE 101 CYLZ 7 1
TYPE 102 CYLZ 6 1
// Cylindres
VOLU 101 COMBI 101 0 0 0 ECRASE 1
100 FINV
VOLU 102 COMBI 102 0 0 0 ECRASE 1
101 FINV
```



On crée alors la maille hexagonale

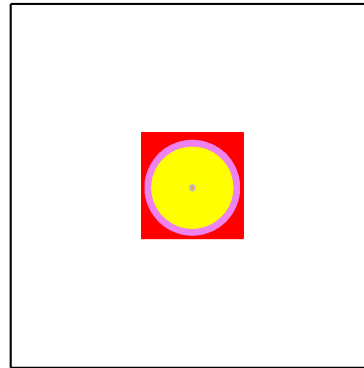
```
TYPE 1 HEXAZ 1 1 0
// Maille hexagonale
VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 ECRASE 1 102
FINV
```



Cette maille contient elle-même un prisme hexagonal

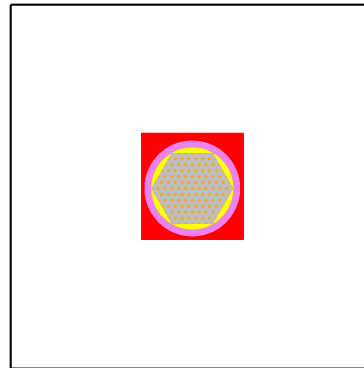
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

```
TYPE 2 HEXAZ 0.4 0.4 0
// Volume contenu dans la maille
hexagonale
VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 1
FINV
```



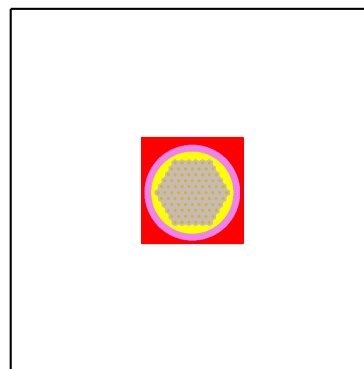
On peut créer le réseau hexagonal, comme on veut qu'il soit centré en (0,0,0), il suffit de déclarer que la maille de base est la maille (6,6,1)

```
VOLU 3 RESH VOLU 1 6 1
BASE 6 6 1
FINV
```



En fait on ne veut garder que les mailles complètes : il faut utiliser l'option MATCH. Remarquons que le réseau ne peut écraser le volume 102 (c'est incompatible avec l'option MATCH).

```
VOLU 3 RESH VOLU 1 6 1
BASE 6 6 1
MATCH
FINV
```

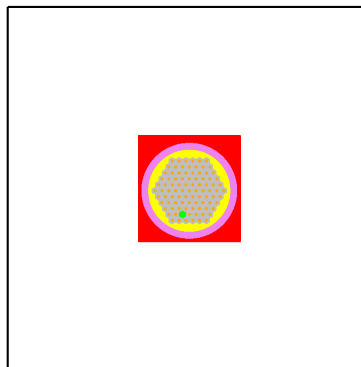


Il faut singulariser la maille (3,2,1) grâce à l'option MAILLE. Il faut déclarer que la maille écrase 102, car on va vouloir créer un réseau de réseaux.



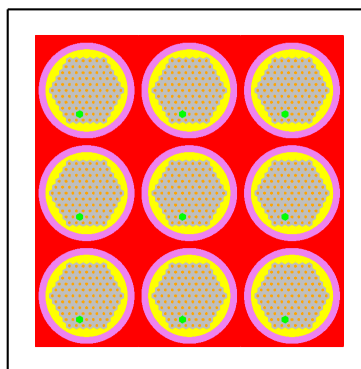
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

```
VOLU 4 MAILLE 3 2 1
RESEAU 3 REMPLACE 1
ECRASE 1 102
FINV
```



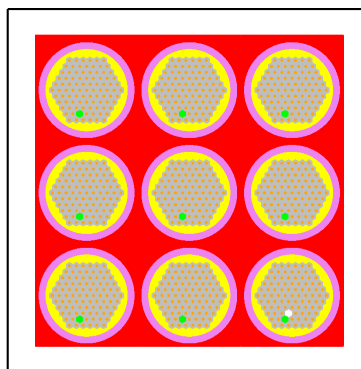
On crée maintenant le réseau de réseaux. La maille de base est la maille centrale (2,2,1).

```
VOLU 1000 RESC
VOLU 100 3 3 1
BASE 2 2 1
FINV
```



On exclue alors la maille (4,3,1) du réseau hexagonal dans la maille (3,1,1) du réseau carré par l'option SOUS_MAILLE

```
VOLU 40 SOUS_MAILLE PROF 2
RESEAU 3 VOLU 1 MAILLE 4 3 1
RESEAU 1000 VOLU 100 MAILLE 3 1 1
FINV
```



La visualisation et la création du fichier PostScript encapsulé sans légende s'obtient par :

```
GRAF
-25 -25 0
1 0 0
0 1 0
50 50
4
```

A.3 Homogénéisateur

A.3.1 Définition de la géométrie combinatoire d'un homogénéisateur

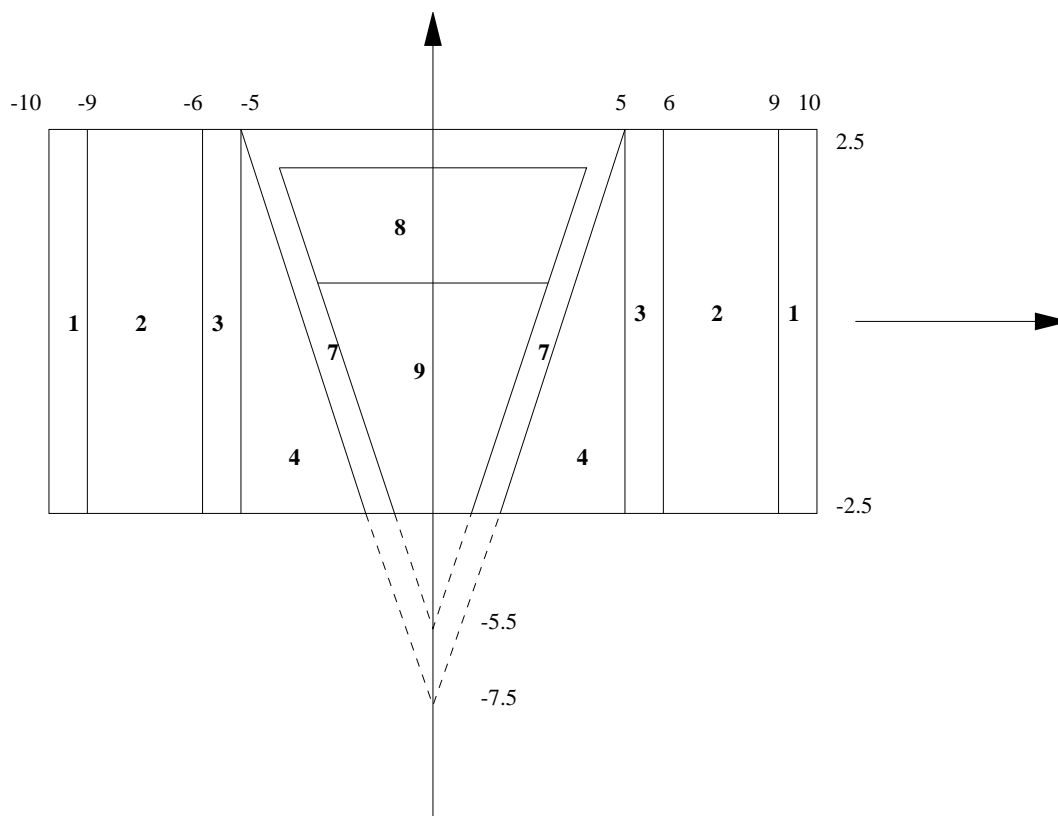


FIG. A.2 – Homogénéisateur en combinatoire



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

TITRE TEST-GEOM

TYPE 1 CYLZ 10 2.5
TYPE 2 CYLZ 9 2.5
TYPE 3 CYLZ 6 2.5
TYPE 4 CYLZ 5 2.5
TYPE 5 BOITE 10 10 10
TYPE 6 CONE 26.565 0 0 1

// Les cylindres

VOLU 1 COMBI 1 0 0 0 FINV
VOLU 2 COMBI 2 0 0 0 ECRASE 1 1 FINV
VOLU 3 COMBI 3 0 0 0 ECRASE 2 1 2 FINV
VOLU 4 COMBI 4 0 0 0 ECRASE 3 1 2 3 FINV

VOLU 5 COMBI 5 0 0 -7.5 FICTIF FINV
VOLU 6 COMBI 5 0 0 -7. FICTIF FINV

// Les cônes

VOLU 7 COMBI 6 0 0 -7.5 0 0 0 10
ECRASE 4 1 2 3 4 VMOINS 1 5
FINV
VOLU 8 COMBI 6 0 0 -5.5 7.5
ECRASE 5 1 2 3 4 7 VMOINS 1 6
FINV
VOLU 9 COMBI 6 0 0 -5.5 6
ECRASE 6 1 2 3 4 7 8 VMOINS 1 6
FINV

GRAF

-15 1 -3
1 0 0
0 0 1
30 4
0

FINGEOM

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

A.3.2 Définition de la géométrie surfacique d'un homogénéisateur

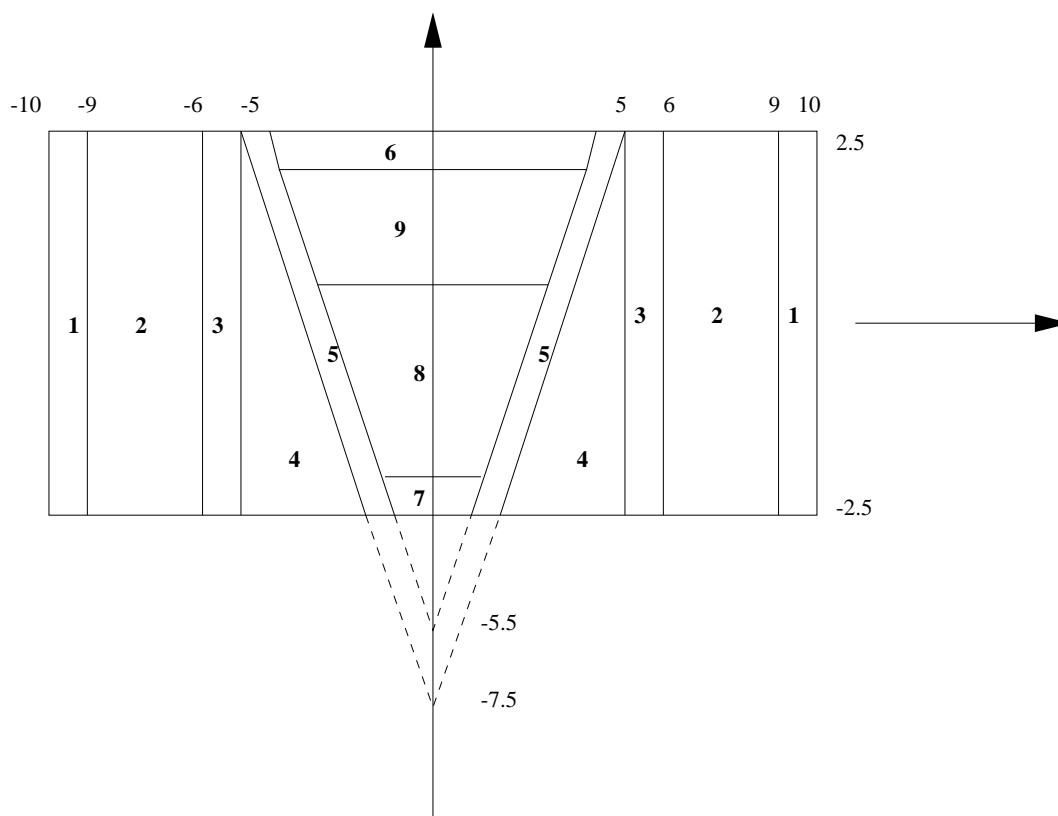



FIG. A.3 – Homogénéisateur en surfacique

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 251/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

GEOMETRIE

TITRE TEST-GEOM

```

/*
* homogeneisateur
*/

SURF 1 CYLZ 0 0 10
SURF 2 PLANZ 2.5
SURF 3 PLANZ -2.5
SURF 4 CYLZ 0 0 9
SURF 5 CYLZ 0 0 6
SURF 6 CYLZ 0 0 5
SURF 7 PLANZ -2
SURF 8 PLANZ 0.5
SURF 9 PLANZ 2
SURF 10 QUAD 1 1 -0.25 0 0 0 0 0 -3.75 -14.0625
SURF 11 QUAD 1 1 -0.25 0 0 0 0 0 -2.75 -7.5625

VOLU 1 EQUA MOINS 2 1 2 PLUS 2 3 4
FINV
VOLU 2 EQUA MOINS 2 2 4 PLUS 2 3 5
FINV
VOLU 3 EQUA MOINS 2 2 5 PLUS 2 3 6
FINV
VOLU 4 EQUA MOINS 2 2 6 PLUS 2 3 10
FINV
VOLU 5 EQUA MOINS 2 10 2 PLUS 2 3 11
FINV
VOLU 6 EQUA MOINS 2 11 2 PLUS 1 9
FINV
VOLU 7 EQUA MOINS 2 11 7 PLUS 1 3
FINV
VOLU 8 EQUA MOINS 2 11 8 PLUS 1 7
FINV
VOLU 9 EQUA MOINS 2 11 9 PLUS 1 8
FINV
FINGEOM

```

A.4 Château de transport

Le château présenté présente des symétries : il est ainsi possible de n'en décrire qu'un huitième.

Remarque : si la géométrie actuelle permet de construire 1/8 de château en géométrie combinatoire,

il n’y a pas encore de possibilité d’y associer des conditions aux limites de réflexion. En effet, les surfaces du volume ainsi créé proviennent d’amputation par des opérateurs.

A.4.1 Définition de la géométrie combinatoire d’un château de transport

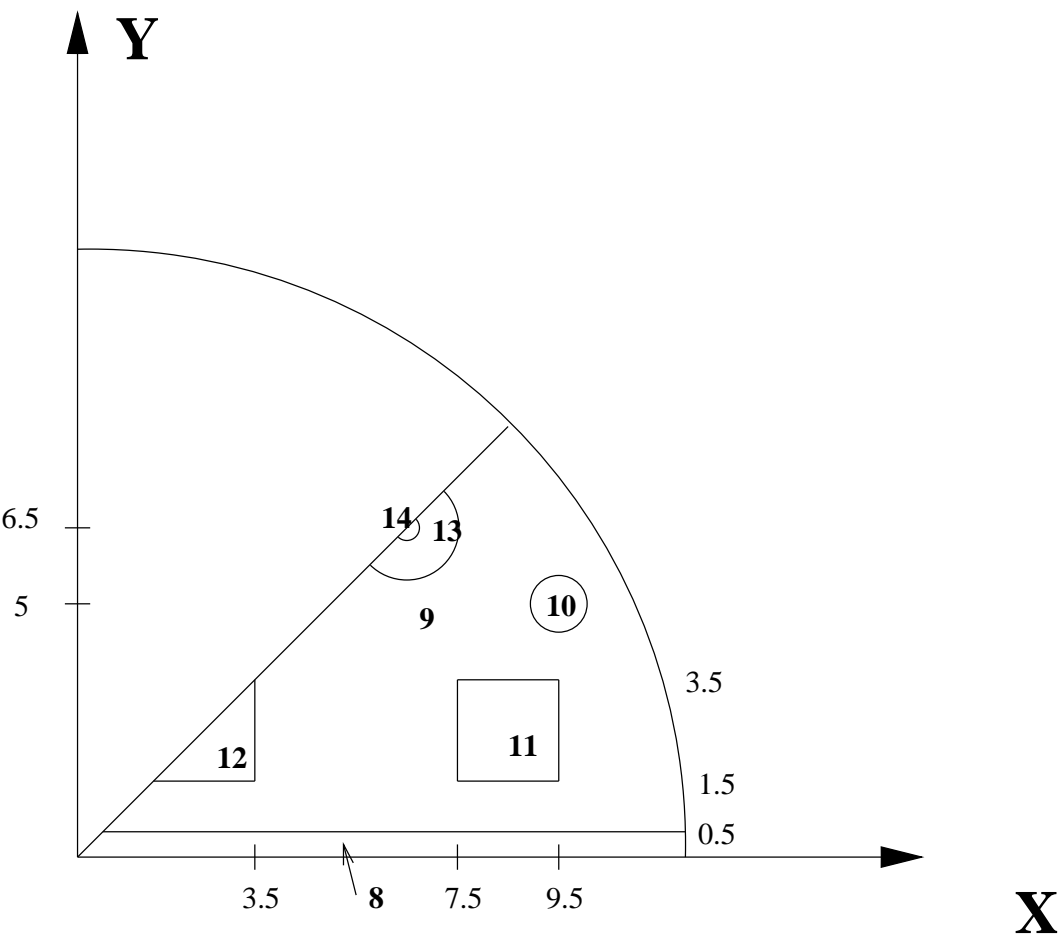


FIG. A.4 – Château en combinatoire

GEOMETRIE
TITRE TEST-GEOM

COMMENT
chateau de transport
COMMENT

TYPE 1 BOITE 1000 1000 1000
TYPE 2 CYLZ 12 2.5
TYPE 3 BOITE 24 12 5



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

TYPE 4 CYLZ 1 2.5

TYPE 5 CYLZ 0.5 2.5

TYPE 6 CYLZ 0.3 2.5

TYPE 7 BOITE 2 2 5

TYPE 8 BOITE 12 1.4 5

TYPE 9 BOITE 12 24 5

TYPE 10 BOITE 12 12 5

VOLU 1 COMBI 1 0 0 0

FINV

VOLU 2 COMBI 3 0 -6 0

FICTIF

FINV

VOLU 3 COMBI 9 -6 0 0

FICTIF

FINV

VOLU 4 COMBI 2 0 0 0

VMOINS 2 2 3

FICTIF

FINV

VOLU 5 COMBI 8 6 0.25 0

FICTIF

FINV

VOLU 6 COMBI 10 6 6 0

FICTIF

FINV

VOLU 7 ROTATION VOLU 6 0 0 1 45 0 0 0

FICTIF

FINV

VOLU 8 COMBI 8 6 0.25 0

VMOINS 1 7 INTE 2 4 5 ECRASE 1 1

FINV

VOLU 9 COMBI 2 0 0 0

VMOINS 4 2 3 7 8 ECRASE 1 1

FINV

VOLU 10 COMBI 5 9.5 5 0

ECRASE 2 1 9

FINV

VOLU 11 COMBI 7 8.5 2.5 0

ECRASE 2 1 9

FINV

VOLU 12 COMBI 7 2.5 2.5 0

VMOINS 1 7 ECRASE 2 1 9

FINV


```
VOLU 13 COMBI 4 6.5 6.5 0
VMOINS 1 7 ECRASE 2 1 9
FINV
VOLU 14 COMBI 6 6.5 6.5 0
VMOINS 1 7 ECRASE 3 1 9 13
FINV
FINGEOM
```

A.4.2 Définition de la géométrie surfacique d'un château de transport

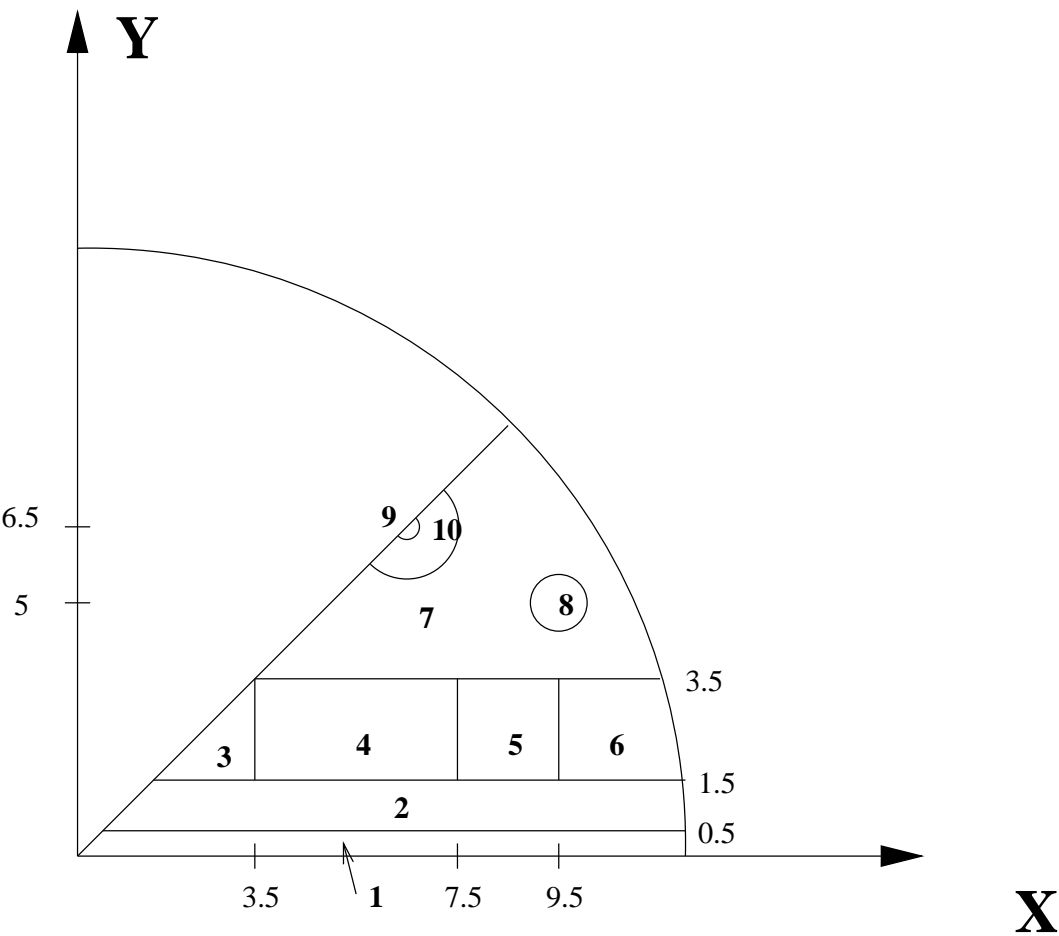


FIG. A.5 – Château en surfacique

```
GEOMETRIE
TITRE TEST-GEOM
// chateau de transport

SURF 1 CYLZ 0 0 12
```



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

SURF 2 PLANY 0
SURF 3 PLAN 1 -1 0 0
SURF 4 PLANY 0.5
SURF 5 PLANY 1.5
SURF 6 PLANY 3.5
SURF 7 PLANX 9.5
SURF 8 PLANX 7.5
SURF 9 PLANX 3.5
SURF 10 CYLZ 9.5 5 0.5
SURF 11 CYLZ 6.5 6.5 1
SURF 12 CYLZ 6.5 6.5 0.3
SURF 13 PLANZ -5
SURF 14 PLANZ 5

VOLU 1 EQUA MOINS 3 1 4 14 PLUS 3 2 3 13
FINV
VOLU 2 EQUA MOINS 3 1 5 14 PLUS 3 3 4 13
FINV
VOLU 3 EQUA MOINS 2 9 14 PLUS 3 3 5 13
FINV
VOLU 4 EQUA MOINS 3 6 8 14 PLUS 3 5 9 13
FINV
VOLU 5 EQUA MOINS 3 7 6 14 PLUS 3 5 8 13
FINV
VOLU 6 EQUA MOINS 3 1 6 14 PLUS 3 7 5 13
FINV VOLU 7 EQUA MOINS 2 1 14 PLUS 5 6 3 10 11 13
FINV
VOLU 8 EQUA MOINS 2 10 14 PLUS 1 13
FINV
VOLU 9 EQUA MOINS 2 12 14 PLUS 2 3 13
FINV
VOLU 10 EQUA MOINS 2 14 11 PLUS 3 3 12 13
FINV
FINGEOM




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 256/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 257/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Annexe B

ENCHAINEMENT DES DONNÉES

A) GEOMETRIE

B) TITRE titre (obligatoire)

C) Si on veut définir

- un TYPE aller en C-1
- une surface SURF aller en C-2
- un volume VOLU aller en C-3

Si on a donné toutes les définitions, aller en E (ou D puis E) pour avoir un graphe, directement en G sinon.

C-1) TYPE numtype (Définition du type de numéro numtype) Si on veut

- une BOITE aller en C-1.a,
- une SPHERE aller en C-1.b,
- un cylindre d'axe X, Y ou Z : CYLX, CYLY ou CYLZ aller en C-1.c,
- un cylindre d'axe quelconque : CYL aller en C-1.d,
- un CONE aller en C-1.e,
- un prisme hexagonal HEXAX, HEXAY ou HEXAZ aller en C-1.f,
- un PARALLELEPIPEDE aller en C-1.g,
- un TORE aller en C-1.h.

Retourner ensuite en C.

C-1.a) BOITE côtéx côtéy côtéz.

C-1.b) SPHERE rayon.

C-1.c) CYL[X,Y,Z] rayon demi_hauteur.

C-1.d) CYL rayon demi_hauteur ux uy uz avec (ux,uy,uz) un vecteur directeur de l'axe.

C-1.e) CONE angle_au_sommet ux uy uz avec (ux,uy,uz) un vecteur directeur de l'axe.


C-1.f) HEXA[X,Y,Z] diamètre_inscrit hauteur angle.

C-1.g) PARALLELEPIPEDE côté(1) côté(2) côté(3)

axe1(x) axe1(y) axe1(z)

axe2(x) axe2(y) axe2(z)

axe3(x) axe3(y) axe3(z).

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 258/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

C-1.h) TORE ux uy uz grand-rayon petit-rayon.

C-2) SURF numsurf (Définition de la surface de numéro numsurf). Si on veut

- un plan parallèle aux plans du repère PLANE[X,Y,Z] aller en C-2.a,
- un plan quelconque PLANE aller en C-2.b,
- une SPHERE aller en C-2.c,
- un cylindre d'axe X, Y ou Z : CYL[X,Y,Z] aller en C-2.d,
- un cône d'axe X, Y ou Z : CONE[X,Y,Z] aller en C-2.e,
- une quadrique quelconque QUAD aller en C-2.f.

Puis retourner en C.

C-2.a) PLANE[X,Y,Z] cote avec cote la cote du plan (si par ex. PLANX : X=cote).

C-2.b) PLANE a b c d plan d'équation $ax + by + cz + d = 0$.

C-2.c) SPHERE x y z rayon avec (x,y,z) les coordonnées du centre et rayon le rayon de la sphère.

C-2.d) CYL[X,Y,Z] coordonnée1 coordonnée2 rayon
avec coordonnée1 et coordonnée2 les coordonnées d'un point de l'axe
(coordonnée1,coordonnée2)=(y,z) pour CYLX, (x,z) pour CYLY, (x,y) pour CYLZ.

C-2.e) CONE[X,Y,Z] xc yc zc demi-angle.

C-2.f) QUAD a b c d e f g h i j quadrique d'équation $ax^2 + by^2 + cz^2 + dxy + eyz + fxz + gx + hy + iz + j = 0$.

C-3) VOLU numvolu (Définition du volume de numéro numvolu) Si on veut

- une géométrie combinatoire aller en C-3.a,
- une géométrie surfacique aller en C-3.b,
- une rotation aller en C-3.c,
- un réseau aller en C-3.d,
- une maille particulière aller en C-3.e.

C-3.a) COMBI numtype (Définition du volume à partir du type de numéro numtype)

C-3.a.1) Si le type n'est pas formé sur un cône

centrex centrey centrez (coordonnées du centre du volume créé).

Aller en C-3.f.

C-3.a.2) Si le type est formé sur un cône


sommetx sommety sommetz hauteur (coordonnées du sommet du cône + hauteur du cône).

Aller en C-3.f.

C-3.a.3) Pour centrer le volume par rapport à un autre, ajouter V_ORIGIN numvol.

C-3.a.4) Pour centrer le volume par rapport à une maille d'un réseau, ajouter
M_ORIGIN ni nj nk RESEAU numres.

C-3.b) EQUA (Définition du volume à partir d'équations)

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 259/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

C-3.b.1) PLUS **nbplus** (avec **nbplus** le nombre des surfaces par rapport auxquelles le volume est positif, si **nbplus**=0 ne pas écrire cette ligne et passer en C-3.b.2) **surf1...surf_n** (liste de ces surfaces par numéro). Aller en C-3.b.2.

C-3.b.2) MOINS **nbmoins** (avec **nbmoins** le nombre des surfaces par rapport auxquelles le volume est négatif, si **nbmoins**=0 ne pas écrire cette ligne et passer en C-3.f) **surf1...surf_n** (liste de ces surfaces par numéro).

Aller en C-3.f.

C-3.c) ROTATION (Définition d'une rotation)

VOLU **numvolu ux uy uz θ Ω_x Ω_y Ω_z** .

Rotation du volume de numéro **numvolu** d'un angle θ autour de l'axe défini par le point ($\Omega_x, \Omega_y, \Omega_z$) et le vecteur (**ux, uy, uz**).

Aller en C-3.f.

C-3.d) Si la maille est parallélépipédique, aller en C-3.d.1, hexagonale aller en C-3.d.2.

C-3.d.1) RESC VOLU **numvolu-élé nx ny nz**. Répétition du volume de numéro **numvolu-élé nx** (resp. **ny** et **nz**) fois suivant l'axe *X* (resp. *Y* et *Z*).

C-3.d.2) RESH VOLU **numvolu-élé n1 n3**. Répétition du volume **n1** (resp. **n2=n1** et **n3**) fois suivant l'axe 1 (resp. 2 et 3).

Ajouter MATCH si l'on ne veut que des mailles entières.

C-3.d.3) Ajouter EXCEPT **nbmailles ni(1) nj(1) nk(1) ni(2) nj(2) nk(2) ...** pour supprimer certaines mailles.

C-3.d.4) Ajouter GARDE **nbmailles ni(1) nj(1) nk(1) ni(2) nj(2) nk(2) ...** pour ne garder que certaines mailles.

C-3.e) Si on veut redéfinir une maille, aller en C-3.e.1, pour une sous-maille (réseau de réseaux) aller en C-3.e.2

C-3.e.1) MAILLE **ni nj nk RESEAU numres REPLACE numvol**

C-3.e.2) SOUS_MAILLE PROF **prof**

RESEAU **numres(le-plus-petit) VOLU numvol MAILLE ni nj nk**

...

RESEAU **numres(le-plus-gros) VOLU numvol MAILLE ni nj nk**

C-3.f) Choix d'un opérateur

C-3.f.1) Si le volume en cours de définition écrase des volumes déjà définis (cas d'intersection non nulle) continuer sinon aller directement en C-3.f.2.


ECRASE **nbvolu** (écrasement de **nbvolu** volumes)

volu1...volun (liste de ces volumes par numéro)


C-3.f.2) Si le volume en cours de définition est écrasé par des volumes déjà définis (cas d'intersection non nulle) continuer sinon aller directement en C-3.f.3.

VMOINS **nbvolu** (amputation d'intersections avec **nbvolu** volumes)

volu1...volun (liste de ces volumes par numéro)

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 260/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- C-3.f.3) Si le volume en cours de définition ne conserve que son intersection avec des volumes (fictifs) déjà définis continuer sinon aller directement en C-3.f.4.
INTE nbvolu (intersection avec un ensemble de **nbvolu** volumes)
volu1...volun (liste de ces volumes par numéro)
- C-3.f.4) Si le volume en cours de définition est augmenté par la réunion avec des volumes (fictifs) déjà définis continuer sinon aller directement en C-3.f.5
UNION nbvolu (réunion avec un ensemble de **nbvolu** volumes)
volu1...volun (liste de ces volumes par numéro)
- C-3.f.5) Si le volume est fictif ajouter
FICTIF
sinon passer directement en C-3.f.6.
- C-3.f.6) Si le volume est à excepter dans un réseau ajouter
VOL_EXCEPT
sinon passer directement en C-3.f.7.
- C-3.f.7) Fin de la définition du volume
FINV.
Si on définit une autre structure aller en C (pour un autre volume directement en C-3), sinon aller en D.
- D) Si on veut redéfinir les couleurs continuer, sinon aller directement en E.
COLOR nb-couleurs
nomcouleur(1) nbvol(1) liste-volumes(1)...
nomcouleur(n) nbvol(n) liste-volumes(n)
- E) **GRAF**
Px Py Pz (origine du graphe)
Ux Uy Uz Vx Vy Vz (vecteurs définissant la coupe)
LU LV (taille de la fenêtre)
Flag (pour générer un Postscript 1 (avec légende) ou 2 (sans), 3 (avec légende) ou 4 (sans) pour un PostScript encapsulé, 0 sinon)
- F) **POSITION x y z** (demande de position d'un point)
- G) **FINGEOM**

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 261/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) VOLSURF

B) Pour définir des surfaces aller en B-1), sinon passer directement en B-2).

B-1) SURFACE nb(surfaces)

numvol₁(1) numvol₂(1) surface(1)...

numvol₁(n) numvol₂(n) surface(n)


(une surface est définie par deux volumes)

B-2) VOLU nb(volumes)


numvol(1) volume(1)...

numvol(n) volume(n)

C) FIN_VOLSURF

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 262/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- A) LIMIT
- B) nombre_de_conditions
- C) numéro_de_volume(i) puis un des choix suivants
 - C-1) REFLECTION surface(j) (Réflexion sur la surface j du volume i)
 - C-2) TRANSLATION surface(j) (Translation à partir de la surface j de i)
 - C-3) COSINUS surface(j) (Émission de cosinus uniforme depuis la surface j de i) Revenir en C pour une autre condition.
- D) FIN_LIMIT

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 263/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) COMPOSITION

B) nombre_de_compositions

C) On entre une composition selon une des deux possibilités suivantes

C-1)) PUNCTUAL température (sections ponctuelles, format ENDF)

nom_composition nb(isotopes)

isotope(1) nb_atomes(1)... (isotope(i) doit figurer dans la bibliothèque)

isotope(n) nb_atomes(n)

C-2) MULTIGROUP_HOMOGENE température (sections multigroupes APOLLO2)

nom_composition APOLLO2 burnup

nom_fichier_de_sections_apollo2

C-3) MULTIGROUP_HOMOGENE température (sections multigroupes TRIPOLI-4)

nom_composition T4HOMOT4 0


nom_fichier_de_sections_TRIPOLI

C-4) FILE température

nom_composition nom_fichier

C-5) Revenir en C pour une autre composition. Si on a donné toutes les compositions aller en D.

D) FIN_COMPOSITION

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 264/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) GEOMCOMP

B) Définition de l'association pour une composition :


`nom_composition` (nom d'une composition définie dans COMPOSITION)

`nb_volu_de_cette_composition`

`volu1... volun` (liste des volumes par numéro)

Revenir en B pour une nouvelle composition, aller en C pour terminer

C) FIN_GEOMCOMP

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 265/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) LIST_SOURCES si on veut imposer la norme totale aller en B sinon en C.

B) NORME norme

C) nbsources Aller en D autant de fois qu'il y a de sources.

D) SOURCE

D-1) NORME norme. Seulement si on veut normer la source, passer sinon.

D-2) COEFF coeff. Seulement si on veut multiplier la norme par coeff, passer sinon.

D-3) NEUTRON ou PHOTON suivant le type de particule.

D-4) Source ponctuelle : aller en D-4.a Sinon en D-4.b

D-4.a) PUNCTUAL x y z Source en (x, y, z)

D-4.b) FACTORIZED FRAME choisir une des possibilités suivantes

– CARTESIAN

– SPHERE

– CYLINDER

puis entrer

Ox Oy Oz

ix iy iz

(jx jy jz) pour CARTESIAN seulement

kx ky kz

VOLU nbvolumes volume1 ... volumen

GEOMETRIC_DISTRIBUTION

Si l'on veut une source tabulée aller en C-4.b.2.1, une source analytique aller en C-4.b.2.2.

D-4.b.1.1) TABULATED

TYPE choisir

F_U_V_W ou F_U_VW ou F_UVW

VAR_U puis choisir X ou Y ou Z

nb(u)

u[1] ... u[nb(u)]

VAR_V puis choisir X ou Y ou Z

nb(v)

v1 ... v[nb(v)]

VAR_W puis choisir X ou Y ou Z

nb(w)

w[1] ... w[nb(w)]


Selon le choix du TYPE :

F_U valeur[1] ... valeur[nb(u)-1]

F_V valeur[1] ... valeur[nb(v)-1]

F_W valeur[1] ... valeur[nb(w)-1]

ou

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 266/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

```

F_U valeur[1] ... valeur[nb(u)-1]
F_VW valeur[1] ... valeur{[nb(v)-1]*[nb(w)-1]}
ou
F_UVW valeur[1] ... valeur{[nb(u)-1]*[nb(v)-1]*[nb(w)-1]}

```

D-4.b.1.2) ANALYTICAL
 FUNCTION=...;
 DOMAIN=...;

D-5) ANGULAR_DISTRIBUTION Choisir parmi les possibilités suivantes

D-5.a) MONO_DIR Ω_x Ω_y Ω_z

D-5.b) ISOTROPIC

D-5.c) INTERPOLATED nbpoints nbinter
 <MODE_INTERPOLATION>(1) numlim sup(1)

 <MODE_INTERPOLATION>(nbinter) numlim sup(nbinter)
 $\mu(0)$ valeur(0)

 $\mu(\text{nbpoints}-1)$ valeur(nbpoints-1)

D-5.d) ANALYTICAL
 FUNCTION=...;
 DOMAIN=...;

D-6) ENERGETIC_DISTRIBUTION SPECTRE Choisir parmi les possibilités suivantes

D-6.a) MONOCINETIQUE E0

D-6.b) BANDE E_{sup} E_{inf}

D-6.c) WATT_SPECTRE E0
 PARAM E_{sup} E_{inf} a b (facultatif)

D-6.d) MAXWELL_SPECTRE θ E_{sup} E_{inf}


D-6.e) INTERPOLATED nbpoints nbinter
 <MODE_INTERPOLATION>(1) numlim sup(1)

 <MODE_INTERPOLATION>(nbinter) numlim sup(nbinter)
 E(0) valeur(0)

 E(nbpoints-1) valeur(nbpoints-1)

D-6.f) ANALYTICAL
 FUNCTION=...;
 DOMAIN=...;

D-6.g) RAY_SPECTRE nbraies
 E(0) I(0)
 ...
 E(nbraies-1) I(nbraies-1)

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 267/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

D-7) TIME_DISTRIBUTION Choisir parmi les possibilités suivantes

D-7.a) DIRAC t_0

D-7.b) UNIFORM t_{inf} t_{sup}


D-7.c) INTERPOLATED $nbpoints$ $nbinter$
`<MODE_INTERPOLATION>>(1) numlim sup(1)`
`....`
`<MODE_INTERPOLATION>>(nbinter) numlim sup(nbinter)`
`t(0) valeur(0)`
`....`
`t(nbpoints-1) valeur(nbpoints-1)`

D-7.d) ANALYTICAL
`FUNCTION=...;`
`DOMAIN=...;`

D-8) FIN_SOURCES

Revenir en D jusqu'à ce que toutes les sources soient définies, puis aller en E.

E) FIN_LIST_SOURCES

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 268/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) REPONSES

B) nbréponses

C) Choisir l'une des options suivantes et revenir en C pour définir une nouvelle réponse. Aller en D pour terminer.

C-1) FLUX `type_de_particule` (NEUTRON ou PHOTON)

C-2) COURANT `type_de_particule` (NEUTRON ou PHOTON ou ELECTRON ou POSITRON)

C-3) REACTION `type_de_particule` (NEUTRON ou PHOTON)

C-4) DEPOSITED_ENERGY `type_de_particule` (NEUTRON ou PHOTON ou ELECTRON ou POSITRON) Si il y a un seul noyau aller en C-3.a, pour plusieurs aller en C-3.b.

C-3.a) NUCLEUS aller en en C-3.c

C-3.b) NUCLEI `nbnoyaux` aller en en C-3.c

C-3.c) `nom_du_noyau`

– Si le noyau appartient à une composition aller en C-3.d

– Si le noyau n'appartient pas à une composition mais est dans la bibliothèque aller en C-3.e

– Si le noyau va être défini aller en C-3.f

Dans le cas NUCLEI recommencer C-3.c autant de fois qu'il y a de noyaux.

C-3.d) COMPOSITION `nom_de_la_composition`

INTERACTION `nbinteractions`

`interaction1 ...interactionnn`

C-3.e) FICTIF `température` (nombre entier)

INTERACTION `nbinteractions`

`interaction1 ...interactionnn`

C-3.f) (COEFF `coeff`) DATA

`nbpoints nbinter` (nombres de points, d'intervalles d'interpolation)

<MODE.INTERPOLATION>(1) `limite_sup(1)`

....


<MODE.INTERPOLATION>(nbinter) `limite_sup(nbinter)`

Energie(0) `section(0)`


....

Energie(nbpoints-1) `section(nbpoints-1)`

D) FIN_REPONSES

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 269/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- A) LIST_DECOUPAGE
- B) nbdécoupages
- C) nom_du_découpage
nbbornes
bornes1 ... bornesn (liste des bornes)
Revenir en C pour un nouveau découpage, aller en D pour terminer.
- D) FIN_LIST_DECOUPAGE

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 270/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) SCORE

B) nbscores

C) Définition d'un score

`numero_reponse_associee`

Choisir l'une des options suivantes (estimateur corde : TRACK, estimateur collision : COLLISION, estimateur surfacique : SURF ou estimateur ponctuel : FLUX_PT) et revenir en C pour définir un nouveau score. Aller en D pour terminer.

C-1) TRACK `nom_découpage_associe` Si on veut un découpage temporel (angulaire) aller en C-1.a (C-1.b) sinon directement en B-1.b.

C-1.a) CINETIC DECOUPAGE `nom_découpage_temporel_associe`
Aller en C-1.b.

C-1.b) ANGULAR DECOUPAGE `nom_découpage_angulaire_associe`
Aller en C-1.c.

C-1.c) DECOUPAGE `nom_découpage_associe`
Aller en C-1.c.2 par défaut, en C-1.c.1 si l'on veut des caractéristiques particulières.

B-1.c.1) COMPLETE ou BOOTSTRAP
COMPLETE permet de conserver tous les résultats (on conserve la valeur moyenne par défaut), et BOOTSTRAP permet les calculs d'intervalle de confiance. Aller en C-1.c.2.

C-1.c.2) Pour une liste de volumes (C-1.c.2.1), pour une somme sur des volumes (C-1.c.2.2), pour une liste de mailles (C-1.c.2.3), pour une somme de mailles (C-1.c.2.4).

C-1.c.2.1) VOLU LIST nbvolu
`volume1...volumen`

C-1.c.2.2) VOLU SOMME nbvolu
`volume1...volumen`

C-1.c.2.1) MAILLE LIST nbmailles
`numvol1 numres1 maille1(i) maille1(j) maille1(k)...`
`numvoln numresn maillen(i) maillen(j) maillen(k)`

C-1.c.2.2) MAILLE SOMME nbmailles
`numvol1 numres1 maille1(i) maille1(j) maille1(k)...`
`numvoln numresn maillen(i) maillen(j) maillen(k)`


C-2) COLLISION `nom_découpage_associe`

Si on veut un découpage temporel (et/ou angulaire) aller en C-2.a sinon directement en C-2.b.

C-2.a) CINETIC DECOUPAGE `nom_découpage_temporel_associe`
et /ou ANGULAR DECOUPAGE `nom_découpage_angulaire_associe`
Aller en C-2.b.

C-2.b) DECOUPAGE `nom_découpage_associe`

Pour une liste de volumes (C-2.b.1), pour une somme sur des volumes (C-2.b.2), pour une liste de mailles (C-2.c.3), pour une somme de mailles (C-2.c.4)

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 271/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

C-2.b.1) VOLU LIST nbvolumes

volume1...volumen

C-2.b.2) VOLU SOMME nbvolu

volume1...volumen

C-2.c.3) MAILLE LIST nbmaillles

numvol1 numres1 maille1(i) maille1(j) maille1(k)...

numvoln numresn maillen(i) maillen(j) maillen(k)

C-2.c.4) MAILLE SOMME nbmaillles

numvol1 numres1 maille1(i) maille1(j) maille1(k)...

numvoln numresn maillen(i) maillen(j) maillen(k)

C-3) SURF nom_découpage_associé

Si on veut un découpage temporel (et / ou angulaire) aller en B-3.a sinon directement en B-3.b.

C-3.a) CINETIC DECOUPAGE nom_découpage_temporel_associé et /ou ANGULAR DECOUPAGE nom_découpage_angulaire_associé

Aller en B-3.b.

C-3.b) DECOUPAGE nom_découpage_associé

Pour une liste aller en C-3.b.1, pour une somme C-3.b.2 (la surface i est définie comme la frontière entre volumei1 et volumei2 avec volumei2=-1 pour une surface de fuite)

C-3.b.1) FRONTIER LIST nbsurfaces

volume11 volume12

...

volumen1 volumen2

C-3.b.2) FRONTIER SOMME nbsurfaces

volume11 volume12

...

volumen1 volumen2

(la surface i est définie comme la frontière entre volumei1 et volumei2 avec volumei2=-1 pour une surface de fuite)

C-4) FLUX_PT nom_découpage_associé

Si on veut un découpage temporel (et/ou angulaire) aller en B-4.a sinon directement en B-4.b.

C-4.a) CINETIC DECOUPAGE nom_découpage_temporel_associé

et /ou ANGULAR DECOUPAGE nom_découpage_angulaire_associé

Aller en C-4.b.

C-4.b) DECOUPAGE nom_découpage_associé


POINT LIST nbpoints

x1 y1 z1

...

xn yn zn

D) FIN_SCORE

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 272/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) PONDERATION (à faire 2 fois si problème couplé neutron-gamma)

B) NEUTRON ou PHOTON

C) DECOUPAGE nbbornes
énergies1 ... énergiesn

D) Pour un détecteur ponctuel aller en D-1 pour un détecteur surfacique aller en D-2.

D-1) DETECT nbdétecteurs
D1x D1y D1z (coordonnées du détecteur)
 β_1 (coefficient associé)
...
Dnx Dny Dnz
 β_n
Si maillage en aller en E.

D-2) DETECT_RHO 1 $\rho(D)$ β_D

E) MAILLAGE

E-1) Nx' Ny' Nz' (nombre de mailles)
dx' dy' dz' (tailles de mailles)
3

E-2) REPERE (associé au maillage)

E-2.a) CARTESIAN
O'x O'y O'z
ix iy iz
jx jy jz
kx ky kz

E-2.b) CYLINDER
O'x O'y O'z
ix iy iz
kx ky kz

Si l'on veut raffiner par 8 le maillage dans une zone aller en E-3, sinon aller en E-4.


E-3) DIVISION WINDOW
X'min Y'min Z'min
X'max Y'max Z'max (définition de la fenêtre)

E-4) FIN_MAILLAGE

F) INIPOND

Pour une pondération automatique aller en F-1, pour une pondération manuelle aller en F-2.

F-1) AUTO aller en F-3.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 273/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

F-2) DATA nomcompo(1)
k(1) ... k(nbgroupe)
...
nomcompo(n)
k(1) ... k(nbgroupe)

F-3) OMEGA

Cas des pondérations sur détecteurs surfaciques. Si la direction est calculée par gradient aller en F-3.1, si la direction est fixée par l'utilisateur aller en F-3.2.

F-3.1) GRAD_I

F-3.2) SET_OMEGA

CYLINDER

u_x u_y u_z

c_x c_y c_z

Aller en F-4.

F-4) FIN_INIPOND

G) Cas optionnel d'une pondération temporelle en $\exp(-\alpha(i)E)$:

ALFA $\alpha(1) \dots \alpha(n)$.

Il y a autant de valeurs que de groupes énergétiques.

H) Cas optionnel d'une pondération temporelle en $\exp(-\beta t)$:

CINETIC β


I) GRAF

Ox Oy Oz (origine du graphe dans le repère de la géométrie)

Lgraf(1) Lgraf(2) (dimension de la fenêtre)

X ou Y ou Z (direction normale à la coupe dans le repère du maillage)

J) FIN_PONDERATION

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 274/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) HOMOGENIZE

B) NBMAT nbcompo

B-1) nomcompo

VOLU LIST nbvolu

volu1 ... volun


nom(découpage)

Repartir en B-1 tant que toutes les compositions ne sont pas traitées.

B-2) FILE nom(fichier_des_sections)

C) DIFFUSION 1

D) FIN_HOMOGENIZE

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 275/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) SIMULATION

B) Données obligatoires

BATCH nbbatchs

SIZE nombre_de_particules_par_batch

PARTICLE nombre_de_types_de_particules

Si il y a des neutrons aller en B-1, sinon directement en B-2.

B-1) NEUTRON

Si il y a des photons aller en B-2, sinon directement en C.

B-2) PHOTON

C) Données facultatives

ENERGY_INF NEUTRON Einf(neutron)

ENERGY_SUP NEUTRON Esup(neutron)

ENERGY_INF PHOTON Einf(photon)

ENERGY_SUP PHOTON Esup(photon)

EDITION fréquence

Si c'est un problème de criticité aller en C-1, si c'est un problème de sous-critique à source fixe aller en C-2. Pour un problème de protection ne rien mettre, aller en D.

C-1)) CRITIC

Si on veut supprimer des batchs

DISCARD nombre_de_batch_à_éliminer

C-2) FIXED_SOURCES_CRITICALITY

D) Autres données facultatives

TRACK_INTEGRATION 1 si on demande l'option d'intégration du parcours

MONITORING 0 si on veut supprimer le monitoring

COLLISION 1 Einf(coll) si on veut le biaisage de la collision au-dessus de Einf(coll)

KEEP_RESULT si on conserve les résultats pour continuer le calcul

RANDOM si on veut donner son nombre aléatoire initial

D) Données facultatives relatives à la cascade électromagnétique

ENERGY_INF NEUTRON Einf(neutron)

ENERGY_SUP NEUTRON Esup(neutron)

ENERGY_INF PHOTON Einf(photon)

ENERGY_SUP PHOTON Esup(photon)


ENERGY_INF ELECTRON Einf(electron)

ENERGY_INF POSITRON Einf(positron)

ENERGY_SUP ELECTRON Esup(electron)

ENERGY_SUP POSITRON Esup(positron)

F) FIN_SIMULATION

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 276/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) CALCUL Si on veut un calcul de volumes aller en B, sinon aller en C.

B) Calculs de volumes

(SET) VOLU (SET permet d'initialiser les volumes à la valeur calculée)

FRAME

Choix du système de coordonnées (U,V,W) associés à l'origine 0' et aux vecteurs i, j et k.

B-1) CARTESIAN

0'x 0'y 0'z

ix iy iz

jx jy jz

kx ky kz

B-2) CYLINDER

0'x 0'y 0'z

ix iy iz

kx ky kz

B-3) SPHERE

0'x 0'y 0'z

ix iy iz

kx ky kz

WINDOW

Umin, Vmin, Wmin

Umax, Vmax, Wmax

PRECISION précision

FIN_VOLUME

Si on veut un calcul de densités aller en C, sinon aller en D.

C) Calculs de densités

DENSITY


Si on veut les densités de toutes les compositions aller en C-1, sinon aller en C-2.

C-1) ALL Aller en C-3.

C-2) LIST nbcompo nom_composition1...nom_compositionn Aller en C-3.

C-3)) FIN_DENSITY

D) FIN_CALCULATION

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 277/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- A) PEPIN
- B) COURANTcourant(A) (dans le cadre l'une source de particules chargées (SPARTE) uniquement
- C) DECOUPAGE nom(découpage)
Si l'on veut reconstruire les matériaux d'après les compositions naturelles, aller en E.
- D) ISOTOPES (pour ne pas reconstruire les matériaux)
- E) SCORE_MODE mode (avec mode qui vaut TRACK ou COLLISION)
- F) HISTORIQUE nb(paliers)

```


tps(init) <UNITE>
tps(1) <UNITE> valeur(1)
...
tps(final) <UNITE> valeur(finale)

```
- G) VOLU nbvolu


```

volu1...volun

```
- H) FIN_PEPIN

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 278/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- A) STOCKAGE
- B) nb(stockages)
- C) nom(fichier)
NEUTRON ou PHOTON
Emax Emin
FRONTIER volu1 volu2
Recommencer C autant de fois qu'il y a de demandes puis aller en D.
- F) FIN_STOCKAGE

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 279/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) LIST_PERTURBATION

B) nb(perturbation)

C) PERTURBATION

Aller en C-1) pour une perturbation de concentrations, en C-2 pour une perturbation de densité (il ne faut alors donner qu'un seul facteur en C-3).

C-1) CONCENTRATION. Aller en C-3.

C-2) DENSITY. Aller en C-3.

C-3) nb(compositions)

VOLU LIST nb(volu) volu(1)...volu(N)

FACT fact(1)...fact(N)

SCORE LIST nb(scores) numscore(1)...numscore(n)

Aller en C-5 pour un mode différentiel sinon directement en C-6.

C-4) DETERMINISTE NUCLEI nb(nuclei)

C-4.a) nombre de composition du noyau1 nom de la composition

VOLU LIST nb_volu

numvol1 ... numvoln

NUCLEUS nom de noyau DATA nom de fichier


Aller en C-4.a autant de fois que de noyaux perturbés

C-5) MODE DELTA. Aller en C-6.

C-6) FIN_PERTURBATION

Recommencer C autant de fois qu'il y a de demandes de perturbations puis aller en D.

F) FIN_LIST_PERTURBATION

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 280/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

A) OUTPUT

B) `LANGUE` (optionnel, anglais par défaut).

C) Si l'on veut des sorties `XVGR` aller en C-1), `LATEX` aller en C-2).

C-1) `XVGR`

`ENERGY_INF Einf`

`ENERGY_SUP Esup`

`TYPE type_interpolation` (avec `type_interpolation` qui vaut `LIN_LIN`, `LIN_LOG`, `LOG_LIN`, `LOG_LOG`).

`FIN_XVGR`

C-2) `LATEX`

Donner la liste des directives ou taper `ALL` pour les avoir toutes. `FIN_LATEX`

F) `FIN_OUTPUT`

Annexe C

TRADUCTION DES MOTS-CLÉS

Remarque : La correspondance des mots-clés dans les différentes langues donnée dans la suite n'est pas donnée dans un ordre alphabétique rigoureux. Les premiers mots-clés concernent la géométrie, les suivants les directives générales, et enfin les derniers les options PEPIN et HETC_CALCULATION.

Défaut	Anglais	Français
old	english	french
BASE	BASIS	BASE
BLACK	BLACK	NOIR
BLUE	BLUE	BLEU
BOITE	BOX	BOITE
BROWN	BROWN	BRUN
COLOR	COLOR	COULEUR
COMBI	COMBI	COMBI
COMMENT	COMMENT	COMMENT
CORAL	CORAL	CORAL
CYL	CYL	CYL
CYLX	CYLX	CYLX
CYLY	CYLY	CYLY
CYLZ	CYLZ	CYLZ
CONE	CONE	CONE
CONEX	CONEX	CONEX
CONEY	CONEY	CONEY
CONEZ	CONEZ	CONEZ
CYAN	CYAN	CYAN
EXCEPT	EXCEPT	EXCEPT
ECRASE	SMASH	ECRASE
EQUA	EQUA	EQUA
FICTIF	FICTIVE	FICTIF
FINGEOM	ENDGEOM	FINGEOM
FINV	ENDV	FINV
GARDE	KEEP	GARDE
GOLD	GOLD	OR
GRAF	GRAPH	GRAPHE
GRAY	GRAY	GRIS
GREEN	GREEN	VERT
GREY	GREY	GREY



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Défaut	Anglais	Français
HEXAX	HEXAX	HEXAX
HEXAY	HEXAY	HEXAY
HEXAZ	HEXAZ	HEXAZ
INTE	INTE	INTE
M_ORIGIN	M_ORIGIN	M_ORIGIN
MAILLE	CELL	MAILLE
MAGENTA	MAGENTA	MAGENTA
MATCH	MATCH	MATCH
MOINS	MINUS	MOINS
NAVY	NAVY	NAVY
ORANGE	ORANGE	ORANGE
PARALLELEPIPEDE	PARALLELEPIPEDE	PARALLELEPIPEDE
PINK	PINK	ROSE
PLAN	PLANE	PLAN
PLANX	PLANEX	PLANX
PLANY	PLANEY	PLANY
PLANZ	PLANEZ	PLANZ
PLUM	PLUM	PLUM
PLUS	PLUS	PLUS
POSITION	POSITION	POSITION
PROF	DEPTH	PROF
QUAD	QUAD	QUAD
RED	RED	ROUGE
RESC	RESC	RESC
RESH	RESH	RESH
RESEAU	LATTICE	RESEAU
REPLACE	REPLACE	REPLACE
ROTATION	ROTATION	ROTATION
SALMON	SALMON	SAUMON
SOUS_MAILLE	LOWER_CELL	SOUS_MAILLE
SPHE	SPHE	SPHE
SURF	SURF	SURF
TITRE	TITLE	TITRE
TORE	TORUS	TORE
TYPE	TYPE	TYPE
UNION	UNION	UNION
V_ORIGIN	V_ORIGIN	V_ORIGIN
VIOLET	VIOLET	VIOLET
VMOINS	VMINUS	VMOINS
VOL_EXCEPT	VOL_EXCEPT	VOL_EXCEPT
VOLU	VOLU	VOLU
WHITE	WHITE	BLANC
YELLOW	YELLOW	JAUNE
ABSORPTION	ABSORPTION	ABSORPTION
ABSORBED_ENERGY	ABSORBED_ENERGY	ENERGIE_ABSORBEE
ADJOINT	ADJOINT	ADJOINT
ALBEDO	ALBEDO	ALBEDO
ALL_PARTICLE	ALL_PARTICLE	TOUTES_PARTICULES
ALFA	ALFA	ALFA
ALL	ALL	TOUS
ALPHA	ALPHA	ALPHA



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Défaut	Anglais	Français
ANALYTICAL	ANALYTICAL	ANALYTIQUE
ANGULAR	ANGULAR	ANGULAIRE
ANGULAR_OPENING	ANGULAR_OPENING	OUVERTURE_ANGULAIRE
ANGULAR_DISTRIBUTION	ANGULAR_DISTRIBUTION	DISTRIBUTION_ANGULAIRE
APOLLO2	APOLLO2	APOLLO2
AUTO	AUTO	AUTO
BANDE	BAND	BANDE
BATCH	BATCH	BATCH
BEGIN_OF_BATCH	BEGIN_OF_BATCH	BEGIN_OF_BATCH
BIBLIO	BIBLIO	BIBLIO
BOOTSTRAP	BOOTSTRAP	BOOTSTRAP
BOX	BOX	BOITE
CALCUL	CALCULATION	CALCUL
CARTESIAN	CARTESIAN	CARTESIEN
CENTRAL_SPLITTING	CENTRAL_SPLITTING	CENTRAL_SPLITTING
CONTROL_RUSSIAN_ROULETTE	CONTROL_RUSSIAN_ROULETTE	CONTROLE_ROULETTE_RUSSE
COEFF	COEFF	COEFF
COLLISION	COLLISION	COLLISION
BANDE_COLLISION	COLLISION_TAPE	BANDE_COLLISION
COMMENT	COMMENT	COMMENTAIRE
COMPLETE	COMPLETE	COMPLET
COMPOSITION	COMPOSITION	COMPOSITION
CONCENTRATION	CONCENTRATION	CONCENTRATION
COSINUS	COSINUS	COSINUS
COURANT	CURRENT	COURANT
COVARIANCE	COVARIANCE	COVARIANCE
CREATION	CREATION	CREATION
CRITIC	CRITICALITY	CRITICITE
CROSS_SPLIT	CROSS_SPLIT	SPLIT_FRONTIERE
CYLINDER	CYLINDER	CYLINDRE
DATA	DATA	DATA
DECOUPAGE	GROUP_GRID	DECOUPAGE
DELTA	DELTA	DELTA
DENSITY	DENSITY	DENSITE
DEPOSITED_ENERGY	DEPOSITED_ENERGY	ENERGIE_DEPOSEE
DEPOSITED_SPECTRUM	DEPOSITED_SPECTRUM	SPECTRE_DEPOSE
DETECT	DETECTOR	DETECTEUR
DETECT_RHO	DETECT_RHO	DETECT_RHO
DIRAC	DIRAC	DIRAC
DIRECT	FORWARD	DIRECT
DIRECTIONAL_PONDERATION	DIRECTIONAL_VARIANCE_REDUCTION	PONDERATION_DIRECTIONNELLE
DISCARD	DISCARD	SUPPRIME
DISCRETE_PROBABILITY	DISCRETE_PROBABILITY	PROBABILITE_DISCRETE
EDITION	EDITION	EDITION
ELECTRON	ELECTRON	ELECTRON
END_OF_BATCH	END_OF_BATCH	END_OF_BATCH
ELECTRON_REPARTITION	ELECTRON_REPARTITION	ELECTRON_REPARTITION
ENERGETIC_DISTRIBUTION	ENERGETIC_DISTRIBUTION	DISTRIBUTION_ENERGETIQUE
ENERGY_INF	ENERGY_INF	ENERGIE_INF
ENERGY_SUP	ENERGY_SUP	ENERGIE_SUP
ENGLISH	ENGLISH	ANGLAIS
ELECTRON_COUPURE_INELASTIQUE	ELECTRON_INELASTIC_CUTOFF	ELECTRON_COUPURE_INELASTIQUE



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Défaut	Anglais	Français
ELECTRON_COUPURE_BREMS	ELECTRON_BREMS_CUTOFF	ELECTRON_COUPURE_BREMS
ELECTRON_MULTIPLE_SCATTERING	ELECTRON_MULTIPLE_SCATTERING	ELECTRON_COLLISION_MULTIPLE
ELECTRON_TOTAL_STOPPING_POWER	ELECTRON_TOTAL_STOPPING_POWER	ELECTRON_POWER_ARRET_TOTAL
ELECTRON_PHOTON_BALANCE	ELECTRON_PHOTON_BALANCE	BILAN_ELECTRON_PHOTON
EXPLOITATION	EXPLOITATION	EXPLOITATION
FACE	FACE	FACE
FACT	FACT	FACT
FACTORIZED	FACTORIZED	FACTORISE
FICTIF	FICTIVE	FICTIF
FILE	FILE	FICHIER
FILTER	FILTER	FILTRE
FILE_DATA	FILE_DATA	FICHIER_DONNEES
FILTER_OR	FILTER_OR	FILTRE_OU
FILTER_AND	FILTER_AND	FILTRE_ET
FILTER_SEQ	FILTER_SEQ	FILTER_SEQ
FILTER_TARGET	FILTER_TARGET	FILTRE_CIBLE
FIN	END	FIN
FIN_CALCULATION	END_CALCULATION	FIN_CALCUL
FIN_BANDE_COLLISION	END_COLLISION_TAPE	FIN_BANDE_COLLISION
FIN_COMPOSITION	END_COMPOSITION	FIN_COMPOSITION
FIN_CREATION	END_CREATION	FIN_CREATION
FIN_DENSITY	END_DENSITY	FIN_DENSITE
FIN_GEOMCOMP	END_GEOMCOMP	FIN_GEOMCOMP
FIN_GREEN_FUNCTION_BAND	END_GREEN_FUNCTION_TAPE	FIN_BANDE_FONCTION_GREEN
FIN_BANDE_FONCTION_GREEN	END_GREEN_FUNCTION_TAPE	FIN_BANDE_FONCTION_GREEN
FIN_HOMOGENIZE	END_HOMOGENEISATION	FIN_HOMOGENEISATION
FIN_INIPOND	END_INIPOND	FIN_INIPOND
FIN_LATEX	END_LATEX	FIN_LATEX
FIN_LIMIT	END_BOUNDARY_CONDITION	FIN_LIMITE
FIN_LIST_DECOUPAGE	END_GRID_LIST	FIN_LISTE_DECOUPAGE
FIN_LIST_PERTURBATION	END_PERTURBATION_LIST	FIN_LISTE_PERTURBATION
FIN_LIST_SOURCES	END_SOURCES_LIST	FIN_LISTE_SOURCES
FIN_OPTIMISATION	END_OPTIMIZE	FIN_OPTIMIZE
FIN_OUTPUT	END_OUTPUT	FIN_OUTPUT
FIN_PERTURBATION	END_PERTURBATION	FIN_PERTURBATION
FIN_PONDERATION	END_VARIANCE_REDUCTION	FIN_PONDERATION
FIN_PONDERATION_DIRECTIONNELLE	END_DIRECTIONAL_VARIANCE_REDUCTION	END_DIRECTIONAL_PONDERATION
FIN_EXPLOITATION	END_EXPLOITATION	FIN_EXPLOITATION
FIN_REPONSES	END_RESPONSES	FIN_REPONSES
FIN_SCORE	END_SCORE	FIN_SCORE
FIN_SIMULATION	END_SIMULATION	FIN_SIMULATION
FIN_SOURCES	END_SOURCES	FIN_SOURCES
FIN_SOURCES	END_SOURCES	FIN_SOURCES
FIN_STOCKAGE	END_STORAGE	FIN_STOCKAGE
FIN_VOLSURF	END_VOLSURF	FIN_VOLSURF
FIN_VOLUME	END_VOLUME	FIN_VOLUME
FIN_XVGR	END_XVGR	FIN_XVGR
FIXED_SOURCES_CRITICALITY	FIXED_SOURCES_CRITICALITY	SOURCE_FIXE_CRITICITE
FLUX	FLUX	FLUX
FLUX_PT	FLUX_PT	FLUX_PT
FRAME	FRAME	REPERE
FRENCH	FRENCH	FRANCAIS

Défaut	Anglais	Français
FRONTIER	FRONTIER	FRONTIERE
GEOMCOMP	GEOMCOMP	GEOMCOMP
GEOMETRIC_DISTRIBUTION	GEOMETRIC_DISTRIBUTION	DISTRIBUTION_GEOMETRIQUE
GEOMETRIE	GEOMETRY	GEOMETRIE
GLOBAL_VALUE	GLOBAL_VALUE	VALEUR_GLOBALE
GRAD_I	GRAD_I	GRAD_I
GRAF	GRAPH	GRAPHE
GRAPHE_CONTOURS	GRAPH_CONTOURS	GRAF_CONTOURS
BANDE_FONCTION_GREEN	GREEN_FUNCTION_TAPE	GREEN_FUNCTION_BAND
HELIUM	HELIUM	HELIUM
HETC_CALCULATION	HETC_CALCULATION	HETC_CALCUL
HOMOGENIZE	HOMOGENEIZATION	HOMOGENEISATION
INIPOND	INIPOND	INIPOND
INTENSITY	INTENSITY	INTENSITE
INTERACTION	INTERACTION	INTERACTION
INTERPOLATED	INTERPOLATED	INTERPOLE
ISOTROPIC	ISOTROPIC	ISOTROPIQUE
KEEP_RESULT	KEEP_RESULT	GARDE_RESULTAT
CINETIC	TIME	CINETIQUE
LANGUE	LANGUAGE	LANGUE
LATEX	LATEX	LATEX
LIMIT	BOUNDARY_CONDITION	LIMITE
LIMIT_SIZE	LIMIT_SIZE	TAILLE_LIMITE
LIST	LIST	LISTE
LIST_DECOPAGE	LIST_GRID	LISTE_DECOPAGE
LIST_PERTURBATION	PERTURBATION_LIST	LISTE_PERTURBATION
LIST_SOURCES	SOURCES_LIST	LISTE_SOURCES
LOCAL_ENERGY_ABSORPTION	LOCAL_ENERGY_ABSORPTION	ABSORPTION_ENERGIE_LOCALE
LOCAL_ENERGY_DEPOSITION	LOCAL_ENERGY_DEPOSITION	DEPOT_ENERGIE_LOCAL
MAILLE	CELL	MAILLE
MAILLAGE	MESH	MAILLAGE
MAXP_POUR_LIEUX_COLLISION	MAXP_FOR_COLLISION_SITES	MAXP_FOR_COLLISION_LOCUS
MAXWELL_SPECTRE	MAXWELL_SPECTRUM	SPECTRE_MAXWELL
MEAN	MEAN	MOYENNE
MODE	MODE	MODE
MONITORING	MONITORING	MONITORING
MONOCINETIQUE	MONOKINETIC	MONOCINETIQUE
MONO_DIR	MONO_DIR	MONO_DIRECTIONNEL
MULTI	MULTI	MULTI
MULTIGROUP	MULTIGROUP	MULTIGROUPE
MULTIGROUP_HOMOGENE	MULTIGROUP_HOMOGENEOUS	MULTIGROUPE_HOMOGENE
NATURAL	NATURAL	NATUREL
NB_BATCH	NB_BATCH	NB_BATCH
NEUTRON	NEUTRON	NEUTRON
NJOY	NJOY	NJOY
NONE	NONE	AUCUN
NORME	NORM	NORME
NUCLEI	NUCLEI	NOYAUX
NUCLEUS	NUCLEUS	NOYAU
OMEGA	OMEGA	OMEGA
ORDONNE	ORDERED	ORDERED
ORIENTATION	ORIENTATION	ORIENTATION



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Défaut	Anglais	Français
PONDERATION_OPTIQUE	OPTICAL_PONDERATION	OPTICAL_PONDERATION
OPTIMISATION	OPTIMIZE	OPTIMIZE
OUTPUT	OUTPUT	OUTPUT
PARAM	PARAM	PARAM
PARTICLE	PARTICLE	PARTICULE
PARTICLE_LIST	PARTICLE_LIST	PARTICULE_LIST
PERTURBATION	PERTURBATION	PERTURBATION
DETERMINISTE	DETERMINISTIC	DETERMINISTE
PIJ	PIJ	PIJ
PHOTON	PHOTON	PHOTON
PHOTON_REPARTITION	PHOTON_REPARTITION	PHOTON_REPARTITION
POINT	POINT	POINT
PONDERATION	PONDERATION	PONDERATION
PONDERATION_DIRECTIONNELLE	DIRECTIONAL_VARIANCE_REDUCTION	DIRECTIONAL_PONDERATION
POSITRON	POSITRON	POSITRON
PRECISION	PRECISION	PRECISION
PROTECTION	SHIELDING	PROTECTION
PROTON	PROTON	PROTON
PUNCTUAL	POINT	PONCTUEL
PUNCTUAL	POINT_WISE	PONCTUEL
PONDERATION	VARIANCE_REDUCTION	PONDERATION
PONDERATION_FACTEUR	PONDERATION_FACTOR	PONDERATION_FACTEUR
QUOTA_SAMPLING	QUOTA_SAMPLING	QUOTA_SAMPLING
RAY_SPECTRE	RAY_SPECTRUM	SPECTRE_RAIE
RANDOM	RANDOM	RANDOM
REACTION	REACTION	REACTION
REFLECTION	REFLECTION	REFLEXION
REPERE	FRAME	REPERE
REPONSES	RESPONSES	REPONSES
RAY_SPECTRE	RAY_SPECTRUM	SPECTRE_RAIE
RECOIL_ENERGY	RECOIL_ENERGY	RECUIL_ENERGIE
SCORE	SCORE	SCORE
SCORE_COLL	SCORE_COLL	SCORE_COLL
SCORE_FXPT	SCORE_FXPT	SCORE_FXPT
SCORE_SURF	SCORE_SURF	SCORE_SURF
SCORE_TRACK	SCORE_TRACK	SCORE_CORDES
SET	SET	SET
SET_OMEGA	SET_OMEGA	SET_OMEGA
SIMULATION	SIMULATION	SIMULATION
SIZE	SIZE	TAILLE
SOURCE	SOURCE	SOURCE
SOURCE_STOCKAGE	SOURCE_STORAGE	SOURCE_STOCKAGE
SPECTRE	SPECTRUM	SPECTRE
SPHERE	SPHERE	SPHERE
STOCKAGE	STORAGE	STOCKAGE
SOMME	SUM	SOMME
SURF	SURF	SURF
SURFACE	SURFACE	SURFACE
T4HOMOT4	T4HOMOT4	T4HOMOT4
TABULATED	TABULATED	TABULE
TARGET_SURF	TARGET_SURF	SURFACE_CIBLE
THICKNESS	THICKNESS	EPAISSEUR



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Défaut	Anglais	Français
TIME_DISTRIBUTION	TIME_DISTRIBUTION	DISTRIBUTION_TEMPS
TOUS	ALL	TOUS
TRACK	TRACK	CORDES
TRACK_INTEGRATION	TRACK_INTEGRATION	INTEGRATION_CORDES
TRANSLATION	TRANSLATION	TRANSLATION
TRANSPORT_BIASING	TRANSPORT_BIASING	TRANSPORT_BIAISE
TRANSPORT_MODE	TRANSPORT_MODE	TRANSPORT_MODE
TYPE	TYPE	TYPE
UNFACTORIZED	UNFACTORIZED	NON_FACTORISE
NO_GEOMSOURCE_WARNING	NO_GEOMSOURCE_WARNING	NO_GEOMSOURCE_WARNING
UNIFORM	UNIFORM	UNIFORME
VOID	VOID	VIDE
VOLSURF	VOLSURF	VOLSURF
VOLU	VOLUME	VOLUME
VOLUME_COLLISION	VOLUME_COLLISION	VOLUME_COLLISION
VOLUME_TARGET	VOLUME_TARGET	VOLUME_CIBLE
VOLUME_SPLITTING	VOLUME_SPLITTING	VOLUME_SPLITTING
WATT_SPECTRE	WATT_SPECTRUM	SPECTRE_WATT
WINDOW	WINDOW	FENETRE
XVGR	XVGR	XVGR
PEPIN	PEPIN	PEPIN
FIN_PEPIN	END_PEPIN	FIN_PEPIN
HISTORIQUE	HISTORY	HISTORIQUE
SECO	SECO	SECO
MINU	MINU	MINU
HEURE	HOURL	HEURE
JOUR	DAY	JOUR
ANNE	YEAR	ANNE
SCORE_MODE	SCORE_MODE	SCORE_MODE
ISOTOPES	ISOTOPES	ISOTOPES
PEPIN_DECOUPAGE	PEPIN_GRID	PEPIN_DECOUPAGE
ANALYSIS	ANALYSIS	ANALYSE
ANNULAIRE	ANNULAR	ANNULAIRE
ANNULAIRE_Z	ANNULAR_Z	ANNULAIRE_Z
ANNULAIRE_ZE	ANNULAR_ZE	ANNULAIRE_ZE
ATCHINSON_OLD	word_ATCHINSON_OLD	ATCHINSON_ANCIEN
BABA	BABA	BABA
BERTINI	BERTINI	BERTINI
BINDING	BINDING	LIAISON
CHARGE	CHARGE	CHARGE
CHECKING	CHECKING	VERIFICATION
PARTICLES_CREES	CREATED_PARTICLES	PARTICLES_CREES
COULOMB_DIFFUSION	COULOMB_DIFFUSION	DIFFUSION_COULOMB
SECTIONS	CROSS_SECTIONS	SECTIONS
CUGNON	CUGNON	CUGNON
DUARTE	DUARTE	DUARTE
DAMAGES_ONE	DAMAGES_ONE	DOMMAGES_UN
DAMAGES_TWO	DAMAGES_TWO	DOMMAGES_DEUX
DAMAGES1	DAMAGES1	DOMMAGES1
DAMAGES11	DAMAGES11	DOMMAGES11



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Défaut	Anglais	Français
DAMAGES101	DAMAGES101	DOMMAGES101
DAMAGES111	DAMAGES111	DOMMAGES111
DAMAGES201	DAMAGES201	DOMMAGES201
DAMAGES211	DAMAGES211	DOMMAGES211
DAMAGES2	DAMAGES2	DOMMAGES2
DEPOTS	DEPOTS	DEPOTS
DIRECTION	DIRECTION	DIRECTION
DRESNER_NEW	DRESNER_NEW	DRESNER_NOUVEAU
DRESNER_OLD	DRESNER_OLD	DRESNER_ANCIEN
ELASTIC_XS_DATA	ELASTIC_XS_DATA	XS_ELASTIQUES
ELASTIC_XS_EDITION	ELASTIC_XS_EDITION	EDITION_XS_ELASTIQUES
ELLIPTICAL	ELLIPTICAL	ELLIPTIQUE
FIN_ANALYSE	END_ANALYSIS	FIN_ANALYSE
FIN_HETC_CALCULATION	END_HETC_CALCULATION	FIN_HETC_CALCUL
FIN_MATERIAUX	END_MATERIAL_DATA	FIN_MATERIAUX
FIN_PHYSICAL_DATA	END_PHYSICAL_DATA	FIN_PHYSIQUES
FIN_SOURCE	END_SOURCE	FIN_SOURCE
ENERGY_LOG	ENERGY_LOG	ENERGIE_LOG
ENERGY_LIN	ENERGY_LIN	ENERGIE_LIN
ENERGY_MAX	ENERGY_MAX	ENERGIE_MAX
ENSORS	ENSORS	ENSORS
EXACT_SPECTRUM	EXACT_SPECTRUM	SPECTRE_EXACT
EXACT_WIDTH	EXACT_WIDTH	LARGEUR_EXACTE
FERMIBREAKUP	FERMIBREAKUP	FERMIBREAKUP
FICHER	FILE	FICHER
FILIFORME	FILIFORM	FILIFORME
FISSION	FISSION	FISSION
PRODUITS_FISSION	FISSION_PRODUCT	PRODUITS_FISSION
FLUENCES	FLUENCES	FLUENCES
FNUC	FNUC	FNUC
HADRON_FORCING	HADRON_FORCING	FORCAGE_HADRON
HETC_ANGLE_DEC	HETC_ANGULAR_GROUP	HETC_ANGLE_DEC
HETC_CARD	HETC_CARD	CARTE_HETC
HETC_EGD_DEC	HETC_EGD_GROUP	HETC_EGD_DEC
HETC_EGI_DEC	HETC_EGI_GROUP	HETC_EGI_DEC
HETC_ENERGY_DEC	HETC_ENERGY_GROUP	HETC_ENERGIE_DEC
HETC_ENERQ_DEC	HETC_ENERQ_GROUP	HETC_ENERQ_DEC
HETC_ENRR_DEC	HETC_ENRR_GROUP	HETC_ENRR_DEC
HISTORY_RECORDING	HISTORY_RECORDING	HISTORIQUE
ILJINOV	ILJINOV	ILJINOV
ION_FORCING	ION_FORCING	FORCAGE_ION
ISOTROPIC	ISOTROPIC	ISOTROPE
ISPEC	ISPEC	ISPEC
LEVEL_DENSITY	LEVEL_DENSITY	DENSITE_NIVEAUX
LHI	LHI	LHI
MASHNIK	MASHNIK	MASHNIK
MASSE	MASS	MASSE
MASS_LIST	MASS_LIST	LISTE_MASSES
MATERIAUX	MATERIAL_DATA	MATERIAUX
MINI_HISTORIQUE	MINI_HISTORY	MINI_HISTORIQUE
MODEVAP	MODEVAP	MODEVAP
MODFIS	MODFIS	MODFIS



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

Défaut	Anglais	Français
MODSCI	MODSCI	MODSCI
MUON	MUON	MUON
NEUTP	NEUTP	NEUTP
NO_FISSION	NO_FISSION	SANS_FISSION
NO_PION_DESINTEGRATION	NO_PION_DESINTEGRATION	SANS_PION_DESINTEGRATION
NO_PSEUDO_RECORDING	NO_PSEUDO_RECORDING	SANS_PSEUDO
NO_RECORD	NO_RECORD	NON_ENREGISTRE
NON_ISOTROP	NON_ISOTROP	NON_ISOTROPE
NPIDK	NPIDK	NPIDK
NRING	NRING	ANNEAUX
ORIGINAL_WIDTH	ORIGINAL_WIDTH	LARGEUR_ORIGINALE
OUT_TARGET	OUT_TARGET	HORS_CIBLE
PARAMETERS	PARAMETERS	PARAMETRES
PHYSICAL_DATA	PHYSICAL_DATA	PHYSIQUE
PION	PION	PION
PN_GLAUBER	PN_GLAUBER	PN_GLAUBER
PN_GEOM	PN_GEOM	PN_GEOM
POSITION	POSITION	POSITION
PSEUDO_RECORDING	PSEUDO_RECORDING	AVEC_PSEUDO
RANDOM_NUMBERS	RANDOM_NUMBERS	ALEATOIRES
RATIO	RATIO	RATIO
RECORD	RECORD	ENREGISTRE
RECTANGULAR	RECTANGULAR	RECTANGULAIRE
RESI_ALL	RESI_ALL	RESI_TOUS
RESI_BLOC	RESI_BLOC	RESI_BLOC
RESI_ENERGY	RESI_ENERGY	RESI_ENERGIE
RESI_THETA	RESI_THETA	RESI_THETA
RESIDUELS	RESIDUELS	RESIDUELS
SELECT	SELECT	SELECT
SOURCE	SOURCE	SOURCE
OLD_SPECTRUM	OLD_SPECTRUM	SPECTRE_ANCIEN
SQUARE	SQUARE	CARRE
TIME_ANALYSIS	TIME_ANALYSIS	TEMPS
WEIGHT	WEIGHT	POIDS
WEIGHT_OF_BATCH	WEIGHT_OF_BATCH	WEIGHT_OF_BATCH
Z_A_CONSERVATION	Z_A_CONSERVATION	CONSERVATION_Z_A
ZMAX	ZMAX	ZMAX
ZSORS	ZSORS	ZSORS




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**

Page : 290/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 291/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Annexe D

BIBLIOGRAPHIE

Dans cette annexe figurent les documents cités dans la notice ainsi que des références complémentaires.




DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE

**DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS
NUCLÉAIRES DE SACLAY**


Page : 292/297

MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4


	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 293/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Bibliographie

- [1] TRIPOLI-3, Monte Carlo transport code for neutral particles. version 3.5. user's manual. Technical report, CEA-R-5950, 2001.
- [2] Working Group ANS-6.1.1 American Nuclear Society Standards Committee. American National Standard Neutron and Gamma-ray Flux-to-Dose-Rate Factors. Technical Report ANSI/ANS-6.1.1-1977 (N666), American National Standards Institute, 1977.
- [3] J.-P. Both. A communication library for TRIPOLI-4. In Nuclear Energy Agency, editor, *Advanced Monte Carlo Computer Programs for Radiation Transport (OECD Documents)*, Saclay (France), Avril 1993.
- [4] J.-P. Both, G. Dejonghe, J.-C. Nimal, P. Dos Santos, and T. Vergnaud. Automated importance generation and biasing techniques for Monte-Carlo shielding techniques by the TRIPOLI-3 code. In *PHYSOR 90 : Conférence Internationale sur la Physique des Réacteurs pour la Conception, la Modélisation et l'Exploitation*, pages (XII) 59–68, Marseille (France), Avril 1990.
- [5] J.-P. Both, H. Derriennic, B. Morillon, and J.-C. Nimal. A survey of TRIPOLI-4. In Inc. American Nuclear Society, editor, *8th International Conference on Radiation Shielding*, Arlington (États-Unis), Avril 1994.
- [6] J.-P. Both and Y.K. Lee. Computations of homogenized multigroup cross sections with the Monte-Carlo code TRIPOLI-4. In *Joint International Conference on Mathematical Methods and Supercomputing for Nuclear Applications*, pages 439–445, Saratoga (États-Unis), Octobre 1997.
- [7] J.-P. Both, J.-C. Nimal, and T. Vergnaud. Automated importance generation and biasing techniques for Monte-Carlo shielding techniques by the TRIPOLI-3 code. *Progress in Nuclear Energy*, 24(1-3) :273–281, 1990.
- [8] J.-P. Both, G. Néron de Surgy, and Y. Pénéliou. Notice d'utilisation de TRIPOLI-4 : code de transport de particules par la méthode de Monte Carlo. Technical report, CEA-R-6044, 2003.
- [9] J.-P. Both and Y. Pénéliou. The Monte Carlo code TRIPOLI-4 and its first benchmark interpretations. In *PHYSOR 96 : International Conference on the Physics of Reactors*, page C 175, Mito, Ibaraki (Japon), Septembre 1996.
- [10] Pierre J. Dossantos-Uzarralde. *Automatisation de la recherche des fonctions d'importance dans un code Monte-Carlo*. PhD thesis, Université Paris VI, 1990.
- [11] P. Mac Farlane and al. ENDF102 : Endf-102 data formats and procedures. Technical Report BNL-NCS-44945, Brookhaven National Laboratory, 1990.
- [12] Y.K. Lee, , S.H. Zheng, G. Néron end J.P. Both, Y. Pénéliou, and M.C. Diop. Icnc'9, cristal, criticality safety package validation : Tripoli-4 monte carlo code, jef2.2 library and icseb experiments. In *Sixth International Conference on Nuclear Criticality Safety*, Versailles, France, 20-24 September 1999.
- [13] Y.K. Lee. A burnup credit calculation methodology for PWR spent fuel transportation. In *PATRAM'98 : the 12th Int. Conf. on the packaging and transportation of radioactive materials. Volume 2*, page 825, Albuquerque, (USA), Mai 1998.
- [14] Y.K. Lee, G. Néron end J.P. Both, Y. Pénéliou, and M.C. Diop. Validation of monte carlo code tripoli-4 with pwr critical lattices by using jef2.2 and endf/b-vi evaluations. In *JIC MM & SNA*, page 253, Saratoga Springs, New-York, USA, october 1997.
- [15] Y.K. Lee, A. Monnier, J.-P. Both, and J.-C. Nimal. Benchmark validation of the criticality code TRIMARAN-2. In *The 5th Int. Conf. on Nucl. Criticality Safety, Volume 1*, pages 3–12, Albuquerque, (USA), Septembre 1995.


	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 294/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

- [16] Y.K. Lee, G. Néron, J.-P. Both, Y. Pénéliou, and C.M. Diop. Validation of Monte Carlo code TRIPOLI-4 with PWR critical lattices by using JEF2.2 and ENDF/B-VI evaluations. In *Joint International Conference on Mathematical Methods and Supercomputing for Nuclear Applications*, pages 253–262, Saratoga (États-Unis), Octobre 1997.
- [17] Y.K. Lee, G. Néron, M. Nobile, J.-P. Both, Y. Pénéliou, and C.M. Diop. Monte carlo transport code for research reactor in core calculations. In *The 10th Int. Symposium on Reactor Dosimetry (à paraître)*, pages 3–12, Osaka, (Japon), Septembre 1999.
- [18] S. Loubière, R. Sanchez, M. Coste, A. Hébert, and I. Smijarevic Z. Stankovski, C. Van Der Gucht. Apollo2, twelve years later. In *M & C 99*, Madrid, Spain, September, 27–30 1999.
- [19] Li Mao and J.C. Nimal. Semianalytical procedures for obtaining low-order non-equally- probable step-function representations in multigroup monte carlo. *Nucl. Sci. Eng. 136*, pages 409–414, 2000.
- [20] B. Morillon. Une technique de biaisage automatique. In Nuclear Energy Agency, editor, *Advanced Monte Carlo Computer Programs for Radiation Transport (OECD Documents)*, pages 71–77, Saclay (France), Avril 1993.
- [21] B. Morillon. *Méthode de Monte Carlo non analogue, application à la simulation des neutrons*. PhD thesis, Université Paris XI, 1996.
- [22] B. Morillon. *Méthode de Monte Carlo non analogue, application à la simulation des neutrons*. Technical Report N-2805, Note CEA, 1996.
- [23] B. Morillon, J.-P. Both, H. Derriennic, C.M. Diop, and J.-C. Nimal. How many collisions for a neutron in a TRIPOLI non analogue simulation ? In *8th International Conference on Radiation Shielding*, pages 424–430, Arlington (États-Unis), Avril 1994.
- [24] B. Morillon, J.-P. Both, and J.-C. Nimal. Importance function by collision probability for Monte Carlo code TRIPOLI. Karlsruhe (Allemagne), Avril 1993.
- [25] J.-C. Nimal and T. Vergnaud. TRIPOLI : a general Monte Carlo code, present state and future prospects. *Progress in Nuclear Energy*, 24(1-3) :195–200, 1990.
- [26] J.-C. Nimal and T. Vergnaud. TRIPOLI capabilities proved by a set of solved problems. *Progress in Nuclear Energy*, 24(1-3) :201–210, 1990.
- [27] Y. Pénéliou. Electron photon shower simulation. *Advanced Monte Carlo for Radiation Physics*, October 2000.
- [28] Y. Pénéliou and J.P. Both. Parallelization of the Monte Carlo code Tripoli-4. *Mathematical and Computation, Reactor Physics and Environmental Analysis in Nuclear Applications*, page 412, September 1999.
- [29] R. Sanchez, J. Mondot, Z. Stankovski, A. Cossic, and I. Zmijarevic. APOLLO2 : A user-oriented, portable, modular code for multigroup transport assembly calculations. *Nuclear Science and Engineering*, 100 :352–362, 1988.
- [30] A. Tsilanizara and C.M. Diop et al. Darwin : An evolution code system for a large range of applications. Technical report, Journal of Nuclear Science and Technology, Supplement 1, 2000.
- [31] T. Vergnaud. Overview of Monte Carlo methodologies in TRIPOLI-3. In Nuclear Energy Agency, editor, *Advanced Monte Carlo Computer Programs for Radiation Transport (OECD Documents)*, pages 21–30, Saclay (France), Avril 1993.
- [32] S.H. Zheng, B. Morillon, C.M. Diop, P. Ribon, C. Raepsaet, and J.-C. Nimal. Probability tables, pointwise and multigroup neutron cross sections in the Monte Carlo code TRIPOLI-3. In Inc. American Nuclear Society, editor, *8th International Conference on Radiation Shielding*, pages 398–405, Arlington (États-Unis), Avril 1994.

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 295/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Annexe E

INDEX

	DIRECTION DE L'ÉNERGIE NUCLÉAIRE	Page : 296/297
	DIRECTION DÉLÉGUÉE AUX ACTIVITÉS NUCLÉAIRES DE SACLAY	
MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4		

Index

- électron, 188
- amputation, 60
- APOLLO, 107, 109
- bande de collision, 233–235
- bande de fonctions de Green, *voir* green
- batch, 187
- biaisage, *voir* pondération
- bibliothèque, 17
- brehmsstrahlung, 196
- commentaires, 33–34
- compositions, 107–114
- conditions aux limites, 101–105
- conventions, 24, 26
- couleurs, 87
- coupe, *voir* graphique
- couplage neutronique-protection, *voir* multiple
- courant, 145
- criticité, 190
- découpage, 155–156, 160
- dépôt d'énergie, 146
- détecteur, 172
- densité, 200–201
- dictionnaire, 19–22
- diffusion multiple, 196
- directions d'intérêt, 178
- directives, 27
- distribution
 - énergétique, 133
 - angulaire, 130
 - spatiale, 117
 - temporelle, 136
- dose, 145
- écrasement, 57
- estimateur
 - collision, 158
 - cordes, 157
 - ponctuel, 158
 - surfactive, 158
 - volumique, 157
- évolution, 227–228
- exécution, 13, 229
- filtrage, 159
- flux, 145
- format, 14
- forme, 41–46
- fuite, 101
- géométrie, 35–97
 - combinatoire, 39, 52
 - surfactive, 39, 54
- graphe, 87, 180
- green, 237–242
- homogénéisation, 185–186
- importance, 171
- insertion de fichier, 34
- intersection, 64
- lancement, *voir* exécution
- L^AT_EX, 226
- lieux de collision, 203–207
- maillage de pondération, 174
- maille, 40, 68, 71, 74–86, 160
- multiple, 190
- nombre aléatoire, 196
- norme, 115
- opérateur, 40, 57
- parallélisme, 229–232
- particule, 187
- perturbation, 215–223
 - concentration, 216
 - sections, 217
- photon repartition, 146
- poids
 - statistique, *voir* importance
- ponctuel, 108, 117
- pondération, 169–183
 - énergétique, 180
 - spatiale, 171



MANUEL DE L'UTILISATEUR DU CODE TRIPOLI-4, VERSION 4

temporelle, 180
positron, 187
pouvoir d'arrêt, 196

réflexion, 101
 cosinus, 102
réponse, 145–152, 159
réseau, 39, 68–86, 121
 de réseaux, 73
repertoire, 19
rotation, 39, 56

score, 157–167
sections, 17
simulation, 187–197
sortie, 209–212, 225–226
source, 115–144
source de photon, 146
sous-critique, 212
stockage, 213–214
surface, 47–51, 99–100

taux de réaction, 145–151
temps
 de calcul, 89
translation, 102
type, 41

union, 65
unités, 14, 23

volume, 40–86, 99–100, 199–200
 fictif, 40, 64, 121

XML, 193
XvGR, 225

ÉDITÉ PAR
LA DIRECTION DES SYSTEMES
D'INFORMATION

CEA / SACLAY 91191 GIF-SUR-YVETTE CEDEX FRANCE