

CEA-N-2227

- Note CEA-N-2227 -

Centre d'Etudes de Bruyères-le-Châtel

SCAT2 : UN PROGRAMME DE MODELE OPTIQUE SPHERIQUE

par

Olivier BERSILLON

- Octobre 1981 -

CEA-N-2227 - Olivier BERSILLON

SCAT2 : UN PROGRAMME DE MODELE OPTIQUE SPHERIQUE

Sommaire. - Cette note décrit, après un bref rappel de formules théoriques, le programme de modèle optique sphérique SCAT2. Ce programme, écrit de façon très modulaire, utilise des méthodes numériques récentes, en particulier pour le calcul des fonctions de Coulomb. Les données nécessaires ont été réduites au minimum afin de faciliter son utilisation dans les travaux d'évaluation. Le listing et quelques cas test sont présentés en annexe.

1981

74 p.

Commissariat à l'Energie Atomique - France

CEA-N-227 - Olivier BERSILLON

SCAT2 : A SPHERICAL OPTICAL MODEL CODE

Summary. - This note describes, after a short summary of the relevant theoretical formulae, the spherical optical model code SCAT2. This code is highly modular and employs recent numerical methods, in particular for the Coulomb functions calculations. The amount of input data is kept minimal in order to make use of the program extremely simple. The listing and some test cases are given in the appendix. The code is being extensively used in the field of nuclear evaluation.

1981

74 p.

Commissariat à l'Energie Atomique - France

Note CEA-N-2227

DESCRIPTION-MATIERE (*mots clefs extraits du thesaurus SIDON/INIS*)

en français

en anglais

EQUATION DE SCHROEDINGER

SCHROEDINGER EQUATION

MODELES OPTIQUES

OPTICAL MODELS

CHAMP COULOMBIEN

COULOMB FIELD

CODES

S CODES

BANQUES DE DONNEES NUCLEAIRES

NUCLEAR DATA COLLECTIONS

- Note CEA-N-2227 -

Centre d'Etudes de Bruyères-le-Châtel

SCAT2 : UN PROGRAMME DE MODELE OPTIQUE SPHERIQUE

par

Olivier BERSILLON

TABLE DES MATIERES

-INTRODUCTION-

CHAPITRE I : RAPPEL SUR LE MODELE OPTIQUE SPHERIQUE

I.1. L'équation de diffusion

I.2. Potentiel optique utilisé

I.2.1. Le potentiel de COULOMB

I.2.2. Le potentiel réel de volume

I.2.3. Le potentiel imaginaire de surface

I.2.4. Le potentiel imaginaire de volume

I.2.5. Le potentiel spin-orbite

I.2.6. Variation en énergie des profondeurs des puits

I.2.7. Cas d'un potentiel non-local

CHAPITRE II : METHODES DE CALCUL

II.1. Résolution numérique de l'équation de SCHRÖDINGER

II.2. Calcul des fonctions de COULOMB

II.3. Détermination des coefficients de transmission

CHAPITRE III : GRANDEURS PHYSIQUES DEDUITES DU MODELE OPTIQUE

III.1. Sections efficaces

III.2. Fonctions force

III.3. Rayon de diffusion

III.4. Distribution angulaire

III.4.1. Neutrons

III.4.2. Protons et particules chargées de spin 1/2

III.4.3. Alphas et particules chargées de spin 0

CHAPITRE I

RAPPELS SUR LE MODELE OPTIQUE SPHERIQUE

I.1 L'équation de diffusion

Un projectile de masse m et d'énergie E_{lab} arrivant sur une cible au repos de masse M obéit à l'équation de SCHRÖDINGER (dans le centre de masse) :

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2\mu} \nabla^2 + U(r) - E \right] \psi(\vec{r}) = 0$$

où μ est la masse réduite du système et E l'énergie cinétique disponible dans le centre de masse

$$\mu = \frac{m M}{m + M} \quad E = E_{lab} \frac{M}{m + M} = E_{lab} \frac{\mu}{m}$$

En utilisant la décomposition usuelle en ondes partielles et en profitant de la symétrie axiale, la fonction d'onde s'écrit :

$$\psi(\vec{r}) = \psi(r, \theta, \varphi) = \psi(r, \theta) = \sum_{\ell=0}^{\infty} (2\ell + 1) u_{\ell}(r) P_{\ell}(\cos \theta)$$

Si l'on suppose de plus que le potentiel U ne dépend que de la coordonnée radiale r , les fonctions $u_{\ell}(r)$ satisfont les équations :

$$\left[\frac{d^2}{dr^2} + k^2 - \frac{2\mu}{\hbar^2} U(r) - \frac{\ell(\ell+1)}{r^2} \right] u_{\ell}(r) = 0$$

$$\text{où } k = \frac{\sqrt{2\mu E}}{\hbar}$$

Ce sont ces équations qu'il s'agit de résoudre numériquement pour une forme de potentiel sphérique $U(r)$ donnée à l'intérieur du noyau.

INTRODUCTION

Les travaux d'évaluation font très souvent appel à des calculs théoriques et ceci d'autant plus que les données expérimentales sont rares. Ces calculs, généralement basés sur le modèle statistique, nécessitent comme données un ensemble de coefficients de transmission déduit d'un jeu de paramètres d'un modèle optique. Il est donc intéressant de disposer d'un programme de calcul simple, rapide et d'utilisation aisée afin de déterminer au mieux ces coefficients de transmission.

Pour répondre à ce besoin de simplicité, le programme SCAT2 , qui se limite au cas du modèle optique sphérique, a été écrit de façon très modulaire, en utilisant les méthodes numériques les plus récentes, en particulier pour le calcul des fonctions de COULOMB, et le nombre de données nécessaires a été réduit au minimum par incorporation dans le programme des potentiels systématiques les plus usités.

Après un bref rappel dans le § 1 des formules utilisées et la description des méthodes numériques au § 2, le programme et son utilisation sont décrits au § 3. Quelques cas test sont présentés en annexe II et le listing du programme est donné en annexe III.

CHAPITRE I

RAPPELS SUR LE MODELE OPTIQUE SPHERIQUE

I.1 L'équation de diffusion

Un projectile de masse m et d'énergie E_{lab} arrivant sur une cible au repos de masse M obéit à l'équation de SCHRÖDINGER (dans le centre de masse) :

$$\left[-\frac{\hbar^2}{2\mu} \nabla^2 + U(r) - E \right] \psi(\vec{r}) = 0$$

où μ est la masse réduite du système et E l'énergie cinétique disponible dans le centre de masse

$$\mu = \frac{m M}{m + M} \quad E = E_{lab} \frac{M}{m + M} = E_{lab} \frac{\mu}{m}$$

En utilisant la décomposition usuelle en ondes partielles et en profitant de la symétrie axiale, la fonction d'onde s'écrit :

$$\psi(\vec{r}) = \psi(r, \theta, \varphi) = \psi(r, \theta) = \sum_{l=0}^{\infty} (2l+1) u_l(r) P_l(\cos \theta)$$

Si l'on suppose de plus que le potentiel U ne dépend que de la coordonnée radiale r , les fonctions $u_l(r)$ satisfont les équations :

$$\left[\frac{d^2}{dr^2} + k^2 - \frac{2\mu}{\hbar^2} U(r) - \frac{l(l+1)}{r^2} \right] u_l(r) = 0$$

$$\text{où } k = \frac{\sqrt{2\mu E}}{\hbar}$$

Ce sont ces équations qu'il s'agit de résoudre numériquement pour une forme de potentiel sphérique $U(r)$ donnée à l'intérieur du noyau.

Dans la région extérieure au noyau, les solutions $u_\ell(r)$ se ramènent aux fonctions de COULOMB F_ℓ et G_ℓ , régulières et irrégulières à l'origine.

Les différentes constantes numériques intervenant dans ces équations sont regroupées dans l'annexe I.

I.2 Potentiel optique utilisé

Le potentiel optique est défini par :

$$U(r) = V_c(r) - V_r f(r) - i \left[-4W_s g(r) + W_v f(r) \right] + C_{so} (\vec{\ell} \cdot \vec{s}) V_{so} h(r)$$

où les cinq termes successifs représentent respectivement un potentiel de COULOMB, un potentiel réel de volume, un potentiel imaginaire de surface, un potentiel imaginaire de volume et un potentiel spin-orbite.

I.2.1 Le potentiel de COULOMB est supposé induit par une distribution de charge uniforme dans une sphère de rayon $R_c = r_c A^{1/3}$ et prend la forme :

$$V_c(r) = \frac{ZZ'e^2}{r} \quad \text{si } r > R_c$$

$$= \frac{ZZ'e^2}{2R_c} \left(3 - \frac{r^2}{R_c^2} \right) \quad \text{si } r < R_c$$

Ze et $Z'e$ étant les charges respectives de la particule incidente et du noyau cible.

I.2.2 Le potentiel réel de volume a un facteur de forme de WOODS-SAXON.

$$f(r) = \left[1 + \exp \left(\frac{r - R_1}{a_1} \right) \right]^{-1} \quad \text{avec } R_1 = r_1 A^{1/3}$$

I.2.3 Le potentiel imaginaire de surface a un facteur de forme soit du type dérivée de WOODS-SAXON

$$g(r) = \exp \left(\frac{r - R_2}{a_2} \right) \left[1 + \exp \left(\frac{r - R_2}{a_2} \right) \right]^{-2} \quad \text{avec } R_2 = r_2 A^{1/3}$$

soit gaussien

$$g(r) = \exp \left[- \left(\frac{r - R_2}{a_2} \right)^2 \right] \quad \text{avec } R_2 = r_2 A^{1/3}$$

I.2.4 Le potentiel imaginaire de volume a un facteur de forme de WOODS-SAXON

$$f(r) = \left[1 + \exp \left(\frac{r - R_3}{a_3} \right) \right]^{-1} \quad \text{avec } R_3 = r_3 A^{1/3}$$

I.2.5 Enfin le facteur de forme du potentiel spin-orbite est de la forme

$$h(r) = \frac{1}{r} \frac{d}{dr} f(r) = \frac{1}{ra_4} \exp \left(\frac{r - R_4}{a_4} \right) \left[1 + \exp \left(\frac{r - R_4}{a_4} \right) \right]^{-2}$$

$$\text{avec } R_4 = r_4 A^{1/3}$$

La constante $C_{SO} = \left(\frac{\hbar}{m_\pi c} \right)^2$ a été prise égale à 2,043655 fm² (voir annexe I)

$$\text{et } \vec{\ell} \cdot \vec{s} = 1/2 [j(j+1) - \ell(\ell+1) - s(s+1)]$$

I.2.6 Variation en énergie des profondeurs des puits

Par ailleurs, les profondeurs de tous les puits de potentiel peuvent présenter une variation en fonction de l'énergie :

$$V = V_0 + V_1 \times E + V_2 \times E^2 + V_3 \log(E)$$

Pour tenir compte de l'ambiguité $W_A \approx \text{constante}$, la diffusivité du potentiel imaginaire de surface peut varier linéairement avec l'énergie

$$a_2 = a_2^0 + a_2^1 \times E$$

I.2.7 Cas d'un potentiel non-local

Si le potentiel nucléaire est non-local, un potentiel "local

"équivalent" peut être trouvé en première approximation par la relation
[Pe 64] (approximation de l'énergie locale)

$$v_{\text{local}} = \exp \left[-\frac{1}{4} \beta^2 k^2 \right] v_{\text{non-local}}$$

$$\text{avec } k^2 = k^2 + \frac{2\mu}{\hbar^2} \quad v_{\text{local}} = \frac{1}{4v_{\text{non-local}}} \left(v''_{n\ell} + \frac{2v'n\ell}{r} \right)$$

où β est le paramètre de non localité. Cette équation est résolue par itération et la dernière étape est un processus delta de AITKEN [Sm 69]

$$v \approx v_6 - \frac{(v_6 - v_5)^2}{v_6 - 2v_5 + v_4}$$

où les indices représentent les différents ordres d'itération.

CHAPITRE II

METHODES DE CALCUL

II.1 Résolution numérique de l'équation de SCHRÖDINGER

Dans la région interne du noyau, limitée par le rayon de raccordement R_M

$$R_M = 1,5 \max (R_j + 7aj) \quad j = 1, 2, 3$$

L'équation de Schrödinger est intégrée numériquement avec un pas h tel que

$$h = R_M / N \quad (N = 200)$$

par la méthode de COWELL (Me 66)

Si l'on pose

$$u_{\ell j} = Y_1 + iY_2 \quad (i^2 = -1)$$

$$\frac{2\mu}{\hbar^2} U(r) = \operatorname{Re} V(r) + i \operatorname{Im} V(r)$$

L'équation différentielle complexe s'écrit sous forme matricielle

$$\begin{bmatrix} Y''_1 \\ Y''_2 \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} k^2 - \frac{\ell(\ell+1)}{r^2} - \operatorname{Re} V(r) & \operatorname{Im} V(r) \\ -\operatorname{Im} V(r) & k^2 - \frac{\ell(\ell+1)}{r^2} - \operatorname{Re} V(r) \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} Y_1 \\ Y_2 \end{bmatrix} = 0$$

soit $Y'' + FY = 0$ où F est la matrice $(2,2)$.

La valeur de la fonction au pas $(n+1)$ est définie par

$$Y_{n+1} = \left(I + \frac{\hbar^2}{12} F_{n+1} \right)^{-1} \left| \left(2I - \frac{10}{12} \hbar^2 F_n \right) Y_n - \left(I + \frac{\hbar^2}{12} F_n^{-1} \right) Y_{n-1} \right|$$

avec les conditions initiales

$$Y(h) = \begin{pmatrix} 0 \\ 0 \end{pmatrix} \quad Y(2h) = \begin{pmatrix} 10^{-20} \\ 10^{-20} \end{pmatrix}$$

$$F(h) = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix} \quad F(2h) = \begin{pmatrix} -1 & 0 \\ 0 & -1 \end{pmatrix}$$

Par ailleurs la dérivée au rayon de raccordement est calculée par la relation [Pe 63, Me 66]

$$Y'_N = \frac{1}{60h} \left[(Y_{N+3} - Y_{N-3}) + 9(Y_{N-2} - Y_{N+2}) + 45(Y_{N+1} - Y_{N-1}) \right]$$

II.2 Calcul des fonctions de COULOMB

Les fonctions de COULOMB qui interviennent dans la fonction d'onde externe sont calculées par le sous-programme RCWFN [Ba 74]. Leur calcul est basé sur le développement en fractions continues des quantités F'^{\pm} / F^{\pm} et $(G'^{\pm} + F^{\pm}) / (G^{\pm} + iF^{\pm})$ où F^{\pm} et G^{\pm} sont respectivement les fonctions de COULOMB régulières et irrégulières à l'origine. Les résultats sont obtenus avec une précision relative de 10^{-14} .

Le paramètre η est défini par $\eta = \mu ZZ'e^2 / \hbar^2 k$

II.3 Détermination des coefficients de transmission

Les coefficients de transmission $T_{\ell,j}$ sont obtenus en raccordant les dérivées logarithmiques des fonctions d'onde interne $u_{\ell,j}$ et externe $\psi_{\ell,j} = i/2 \{ F_{\ell} + iG_{\ell} + u_{\ell,j} (F_{\ell} - iG_{\ell}) \}$

$$\text{où } \eta_{\ell,j} = \frac{(u'_{\ell,j} F_{\ell} - u_{\ell,j} F'_{\ell}) - i(u_{\ell,j} G'_{\ell} - u'_{\ell,j} G_{\ell})}{(u_{\ell,j} F'_{\ell} - u'_{\ell,j} F_{\ell}) - i(u_{\ell,j} G'_{\ell} - u'_{\ell,j} G_{\ell})}$$

On en déduit :

$$T_{\ell,j} = 1 - |\eta_{\ell,j}|^2 \quad (\eta_{\ell,j} \text{ est l'amplitude de diffusion}).$$

CHAPITRE III

GRANDEURS PHYSIQUES DEDUITES DU MODELE OPTIQUE

Les amplitudes de diffusion ou les coefficients de transmission précédemment définis permettent de calculer différentes grandeurs physiques telles que les sections efficaces totales σ_T , "shape" élastique σ_{SE} , et de réaction σ_R ainsi que les fonctions forces et le rayon de diffusion pour les neutrons.

III.1 Sections efficaces

$$s = 0 \quad \sigma_R = \frac{\pi}{k^2} \sum_{\ell=0}^{\infty} (2\ell + 1) T_{\ell}$$

$$\sigma_{SE} = \frac{\pi}{k^2} \sum_{\ell=0}^{\infty} (2\ell + 1) |1 - \eta_{\ell}|^2$$

$$\sigma_T = \frac{\pi}{k^2} \sum_{\ell=0}^{\infty} (2\ell + 1)^2 [1 - \operatorname{Re}(\eta_{\ell})]$$

$$s = 1/2 \quad \sigma_R = \frac{\pi}{k^2} \sum_{\ell=0}^{\infty} \left\{ (\ell + 1) T_{\ell}^+ + \ell T_{\ell}^- \right\}$$

$$\sigma_{SE} = \frac{\pi}{k^2} \sum_{\ell=0}^{\infty} \left\{ (\ell + 1) |1 - \eta_{\ell}^+|^2 + \ell |1 - \eta_{\ell}^-|^2 \right\}$$

$$\sigma_T = \frac{\pi}{k^2} \sum_{\ell=0}^{\infty} \left\{ (\ell + 1) [1 - \operatorname{Re}(\eta_{\ell}^+)] + \ell [1 - \operatorname{Re}(\eta_{\ell}^-)] \right\}$$

$$T_{\ell} = \frac{(\ell + 1) T_{\ell}^+ + \ell T_{\ell}^-}{2\ell + 1}$$

$$s = 1 \quad \sigma_R = \frac{\pi}{k^2} \sum_{\ell=0}^{\infty} \left[(2\ell + 3) T_{\ell}^+ + (2\ell + 1) T_{\ell}^- + (2\ell - 1) T_{\ell}^- \right] / 3$$

$$\sigma_{SE} = \frac{\pi}{k^2} \sum_{\ell=0}^{\infty} \left\{ (2\ell+3) |1 - \eta_{\ell}^+|^2 + (2\ell+1) |1 - \eta_{\ell}^0|^2 + (2\ell-1) |1 - \eta_{\ell}^-|^2 \right\} / 3$$

$$\sigma_T = \frac{\pi}{k^2} \sum_{\ell=0}^{\infty} \left\{ (2\ell+3) [1 - \operatorname{Re}(\eta_{\ell}^+)] + (2\ell+1) [1 - \operatorname{Re}(\eta_{\ell}^0)] + (2\ell-1) [1 - \operatorname{Re}(\eta_{\ell}^-)] \right\} / 3$$

$$T_{\ell} = \frac{(2\ell+3) T_{\ell}^+ + (2\ell+1) T_{\ell}^0 + (2\ell-1) T_{\ell}^-}{3(2\ell+1)}$$

ou de façon plus générale

$$T_{\ell} = \frac{1}{(2s+1)(2\ell+1)} \sum_{j=|\ell-s|}^{\ell+s} (2j+1) (T_{\ell j})$$

III.2 Fonctions force

Si l'on prend comme énergie de référence 1 eV, les fonctions force pour les ondes s et p sont données par

$$S_0 = \frac{T_0}{2\pi\sqrt{E}}$$

$$S_1 = \frac{k^2 R^2 + 1}{k^2 R^2} \times \frac{T_1}{6\pi\sqrt{E}}$$

avec E en eV et pour deux valeurs possibles de R : soit le rayon du puits réel soit le rayon conventionnel $R = 1.35 \text{ \AA}^{1/3}$

III.3 Rayon de diffusion

Le rayon de diffusion est défini par

$$R' = 10 \sqrt{\frac{\sigma_{SE}}{4\pi}} \quad (\text{fm}) \qquad \sigma_{SE} \text{ en barns}$$

calculé généralement à une énergie de 10 keV.

III.4 Distribution angulaire

III.4.1 Neutrons

La section efficace différentielle de neutrons diffusés élastiquement s'écrit :

$$\frac{d\sigma_{SE}}{d\omega} = |A(\theta)|^2 + |B(\theta)|^2$$

où

$$A(\theta) = \frac{i}{2k} \sum_{\ell=0}^{\infty} \left\{ (\ell + 1) (1 - \eta_{\ell}^+) + \ell (1 - \eta_{\ell}^-) \right\} P_{\ell} (\cos \theta)$$

et

$$B(\theta) = \frac{1}{2k} \sum_{\ell=0}^{\infty} \left\{ \eta_{\ell}^- - \eta_{\ell}^+ \right\} P_{\ell}^{-1} (\cos \theta)$$

La polarisation est alors obtenue par la relation

$$P(\theta) = \frac{A^*(\theta) B(\theta) + A(\theta) B^*(\theta)}{|A(\theta)|^2 + |B(\theta)|^2}$$

La distribution angulaire des neutrons peut également se mettre sous la forme

$$\frac{d\sigma_{SE}}{d\omega} = \sum_L B_L P_L (\cos \theta)$$

avec $B_L = \frac{1}{8k^2} \sum_{\ell_1 \ell_2} \sum_{j_1 j_2} \left| Z(\ell_1 j_1 \ell_2 j_2 ; sL) \right|^2$ $s = 1/2$

$$\times \operatorname{Re} \left| \left(1 - \eta_{\ell_1}^{j_1} \right) \left(1 - \eta_{\ell_2}^{j_2} \right)^* \right|$$

où les coefficients Z sont reliés aux coefficients de Racah W par :

$$Z(\ell_1 j_1 \ell_2 j_2 ; sL) = \hat{\ell}_1 \hat{\ell}_2 \hat{j}_1 \hat{j}_2 < \ell_1 o \ell_2 o | L o > W(\ell_1 j_1 \ell_2 j_2 ; sL)$$

avec la convention $\hat{\ell} = \sqrt{2\ell + 1}$.

Il faut noter que si l'on calcule les amplitudes de diffusion $A(\theta)$ et $B(\theta)$ jusqu'à $\ell = \ell_{\text{Max}}$, les coefficients B_L doivent en toute rigueur être calculés jusqu'à $L_{\text{Max}} = 2\ell_{\text{Max}}$

III.4.2. Protons et particules chargées de spin 1/2

Dans le cas de particules chargées, la distribution angulaire s'écrit :

$$\frac{d\sigma_{\text{SE}}}{d\omega} = |A(\theta)|^2 + |B(\theta)|^2$$

avec $A(\theta) = f_c(\theta) + \frac{i}{2k} \sum_{\ell=0}^{\infty} e^{2i\sigma\ell} \left\{ (\ell + 1)(1 - n_\ell^+) + \ell(1 - n_\ell^-) \right\} P_\ell(\cos \theta)$

$$B(\theta) = \frac{1}{2k} \sum_{\ell=0}^{\infty} e^{2i\sigma\ell} \left\{ n_\ell^- - n_\ell^+ \right\} P_\ell^1(\cos \theta)$$

où $f_c(\theta)$ est l'amplitude de diffusion coulombienne

$$f_c(\theta) = \frac{-\eta}{2k \sin^2 \frac{\theta}{2}} \exp \left[-i \eta \log \left(\sin^2 \frac{\theta}{2} + 2i\sigma_0 \right) \right]$$

et σ_ℓ sont les déphasages coulombiens

$$\sigma_\ell = \arg \Gamma(\ell + 1 + i\eta)$$

$$\sigma_{\ell+1} = \sigma_\ell + \text{Arc tg} \left(\frac{\eta}{\ell} \right)$$

La polarisation est donnée par la même relation que pour les neutrons.

III.4.3 Alphas et particules chargées de spin 0

Dans ce cas, l'amplitude de diffusion s'écrit :

$$A(\theta) = f_c(\theta) + \frac{i}{2k} \sum_{\ell=0}^{\infty} (2\ell+1)(1-n_\ell) P_\ell(\cos \theta)$$

et la distribution angulaire est alors :

$$\frac{d\sigma_{SE}}{d\omega} = |A(\theta)|^2$$

CHAPITRE IV

LE PROGRAMME SCAT 2

IV.1 Description générale

Le programme SCAT 2 est écrit en Fortran IV pour un ordinateur CDC 7600, en simple précision, sauf quelques variables du sous programme SCAT, utilisées lors du raccordement des fonctions d'onde internes et externes, qui sont en double précision..

Le programme comprend 1922 cartes et l'encombrement mémoire est d'environ 26 775₁₀ mots.

Les fonctions bibliothèque utilisées sont :

ABS, AMAXI, FLOAT, IFIX, INT, MINO, SIGN, SNGL,
 ALOG, ATAN2, EXP, COS, SIN, SQRT,
 AIMAG, CABS, CEXP, CLOG, CMPLX, CONJG, CSIN.

Le temps de compilation est de 5s avec l'option OPT = 2.

IV.2 Unités

Les unités utilisées en entrée et en sortie sont :

longueur : fm
section efficace : mb (0.1 fm²)
énergie : MeV

Les différentes constantes physiques sont regroupées dans l'annexe 1.

IV.3 Description des sous programmes

Le programme SCAT 2 comporte 18 sous-programmes.

- 1) MAIN : lecture des données et organisation générale du programme.
- 2) CGAMMA : calcul de la fonction complexe $\Gamma(z)$ [Lu 69]
avec 11 à 14 chiffres significatifs.

- 3) CLEB : calcul des coefficients de CLEBSCH-GORDON selon la méthode proposée par WILLS [Wi 67].
- 4) FACT : tabule le logarithme de la fonction factorielle.
- 5) INTEG : intègre l'équation de Schrödinger par la méthode de COWELL et calcule la dérivée de la fonction d'onde interne au point de raccordement.
- 6) PREANG : calculer les valeurs de $P_\ell(\cos \theta)$ et $P_\ell^{-1}(\cos \theta)$ soit pour des angles équirépartis entre 0° et 180° par pas de $2,50^\circ$, soit pour des angles dont les cosinus sont équirépartis entre -1 et +1 par pas de 0,02, par les formules de récurrence:
- $$P_\ell(u) = \frac{1}{\ell} \left[(2\ell - 1) u P_{\ell-1}(u) - (\ell - 1) P_{\ell-2}(u) \right]$$
- avec $P_0(u) = 1$ et $P_1(u) = u$ $u = \cos \theta$
- $$P_\ell^{-1}(u) = \frac{1}{\ell-1} \left[(2\ell - 1) u P_{\ell-1}^{-1}(u) - (\ell - 1) P_{\ell-2}^{-1}(u) \right]$$
- avec $P_0^{-1}(u) = 0$ $P_1^{-1}(u) = (1 - u^2)^{1/2}$
- 7) PRIPOT : imprime les paramètres du potentiel optique.
- 8) PRITC : écrit le tableau récapitulatif des coefficients de transmission T_ℓ (moyennés sur j) et de la section efficace de formation du noyau composé. Ce tableau est toujours imprimé quelles que soient les options choisies.
- 9) RACAH : calcule les coefficients W de RACAH selon la méthode proposée par WILLS [Wi 67].
- 10) RCWFN : calcule les fonctions de Coulomb F_ℓ et G_ℓ ainsi que leurs dérivées au rayon de raccordement [Ba 74].
- 11) SCAT : calcule les valeurs du potentiel optique en N points de maillage entre 0 et R_M , fait appel au sous programme INTEG, puis calcule les amplitudes de diffusion $\eta_{\ell,j}$ et les coefficients de transmission $T_{\ell,j}$. Les calculs au point de raccordement R_M sont effectués en double précision. Le nombre d'ondes partielles est limité :
- soit par la relation :
- $$T_{\ell_M, \ell_M + s} / T_{0,s} < \epsilon \quad \text{avec } \epsilon = 10^{-6}$$

. soit, pour de faibles énergies de particules chargées par :

$$1 - \operatorname{Re}(\eta_{\ell j}) > 0 \quad \text{pour des problèmes de précisions numériques}$$

Dans tous les cas $\ell_M < 30$.

- 12) SHAPEC : calcule la distribution angulaire des particules chargées diffusées élastiquement. Ce sous programme est actuellement limité aux particules de spin 0 et 1/2.
- 13) SHAPEL : calcule la distribution angulaire de neutrons diffusés élastiquement par la relation :

$$\frac{d\sigma}{d\omega} = \sum_L B_L (2L + 1) P_L(\cos \theta) \quad \text{avec}$$

$$B_L = \frac{1}{8k^2} \sum_{j_1} \sum_{j_2} \left[Z(\ell_1 j_1, \ell_2 j_2 ; 1/2 L) \right]^2 \operatorname{Re} \left[(1 - \eta_{j_1}^{j_1})(1 - \eta_{j_2}^{j_2})^* \right]$$

Les coefficients B_L sont ensuite modifiés de façon à avoir $B_0 = 1$.

- 14) SPINO : calcule et imprime les sections efficaces totale, élastique et de réaction de particules de spin 0.
- 15) SPIN05 : calcule et imprime les sections efficaces totale, élastique et de réaction des particules de spin 1/2. De plus, pour des neutrons d'énergie incidente inférieure à 100 key, ce sous programme calcule les fonctions force S_0 et S_1 ainsi que le rayon de diffusion R' .
- 16) SPINI : calcule et imprime les sections efficaces totale, élastique et de réaction de particules de spin 1.
- 17) SYSPOT : ce sous programme comporte la plupart des potentiels optiques les plus usités, extraits principalement de la compilation de PEREY [Pe 76].
- 18) TPUN : regroupe sur un fichier l'ensemble des résultats obtenus, dans un format compatible avec celui du programme GNASH [Yo 77].

VI.4 Description des données

Carte 1 IPR, IDA, IBA (313)

IPR = 1 écriture des $T_{\ell j}$ et des sections efficaces
= 0 pas d'écriture

IDA = 1 calcul de la distribution angulaire de la diffusion élastique potentielle pour 73 angles équirépartis entre 0° et 180°

= 2 calcul de la distribution angulaire pour 101 angles dont les cosinus sont équirépartis entre -1 et +1

= 0 pas de calcul de la distribution angulaire

IBA = 1 écriture sur fichier de l'ensemble des résultats obtenus dans un format compatible avec le programme GNASH [Yo 77]

= 0 pas d'écriture

Carte 2 NE (I3)

NE = nombre d'énergies incidentes (<50)

Carte 3 (EN(J), J=1, NE) (6E12.5)

EN(J) = énergies incidentes en Mev

si EN (1) > 0 : énergies dans le centre de masse

si EN (1) < 0 : énergies dans le laboratoire

Carte 4 IZT, IMT (2I3)

IZT = numéro atomique de la cible

IMT = nombre de masse de la cible

Carte 5 IP, IPOT (2I3)

IP = Type de la particule incidente

1 = neutron 4 = triton

2 = proton 5 = hélium 3

3 = deutéron 6 = alpha

IPOT = 0 les paramètres du modèle optique

doivent être lus sur les 5 cartes suivantes

0 les paramètres utilisés sont ceux contenus dans le sous programme SYSPOT. Dans ce cas les 5 cartes suivantes doivent être omises.

neutron IPOT = 1 Wilmore Hodgson
IPOT = 2 Bechetti Greenlees
IPOT = 3 Ferrer Rapaport
IPOT = 4 Cindro Bersillon
IPOT = 5 Madland
proton IPOT = 1 Perey
IPOT = 2 Bechetti Greenlees
deutéron IPOT = 1 Lohr Haeberli
IPOT = 2 Perey
Triton IPOT = 1 Bechetti Greenlees

Hélium 3 IPOT = 1 Bechetti Greenlees
Alpha IPOT = 1 Mac Fadden

Carte 6

R(1), A(1), POT(1,1), I = 1,4), BETA
(6E12.5, F6.3)
Paramètres du potentiel réel (Woods-Saxon)
R(1) = rayon réduit (fm)
A(1) = diffusivité (fm)
POT (1,1) = paramètres de la profondeur
du puits (MeV) tels que :

$V_R = POT(1,1) + E \times POT(1,2) + E \times E \times POT(1,3)$
+ ALOG(E) × POT(1,4)
BETA = paramètre de non localité
si BETA ≠ 0 le potentiel imaginaire
est alors purement de surface

Carte 7

R(2), A(2), (POT(2,I), I = 1,4), A(5)
(6E12.5, F6.3)

Paramètres du potentiel imaginaire de surface

R(2) = rayon réduit (fm)

si R(2) > 0 dérivée de Woods-Saxon

R(2) < 0 gaussien

A(2) = diffusivité (fm) qui peut dépendre linéairement de l'énergie par la relation

$$A(2) = A(2) + E \times A(5)$$

POT(2,I) = paramètres de la profondeur du puits (MeV) (même variation que

v_R)

A(5) = pente de la variation de la diffusivité avec l'énergie

Carte 8

R(3), A(3), (POT(3,I), I=1,4) (6E12.5)

Paramètres du potentiel imaginaire de volume

R(3) = rayon réduit (fm)

A(3) = diffusivité (fm)

POT(3,I) = paramètres de la profondeur du puits (MeV) (même variation que

v_R)

Carte 9

R(4), A(4), (POT(4,I), I+1,4) (6E12.5)

Paramètres du potentiel spin-orbite

R(4) = rayon réduit (fm)

A(4) = diffusivité (fm)

POT(3,I) = paramètres de la profondeur du puits (MeV) (même variation que

v_R)

Carte 10

R(5), EWMAX (2E12.5)

R(5) = rayon coulombien

EWMAX = énergie (MeV) au-dessus de laquelle la profondeur du puits imaginaire de surface est constante.

Carte II	ISUIT	(I3)
	ISUIT = 0	sortie
	= 1	nouveau cas complet et retour en carte 2
	= 2	on conserve la grille en énergie et retour en carte 4
	= 3	on ne change que les potentiels et retour en carte 5

IV.5 Temps de calcul sur ordinateur CDC 7600

Le temps de calcul dépend des options choisies, du spin de la particule incidente et du nombre d'ondes partielles mises en jeu. Le tableau ci-dessous regroupe, dans la première ligne, le temps de calcul en ms ramené à une valeur de ℓ , et, dans la seconde ligne, le temps de calcul d'une distribution angulaire(D.A.).

	s=0	s=1/2 non chargée	s=1/2 chargée	s=1
$(T_{\ell j} + \sigma) \text{ par } \ell$	4,44	6,78	6,51	9,12
D.A.	23,7	956	26,3	x

La différence considérable de temps de calcul des distributions angulaires des neutrons et des particules chargées est due au fait que, dans le cas des neutrons, celles-ci sont calculées à partir des coefficients B_L du développement en polynômes de Legendre définis au § III.4.1, tandis que, dans le cas des particules chargées, elles sont calculées directement par la première relation du § III.4.2.

IV.6 Cas test

Le noyau cible ^{238}U est utilisé dans les quatre cas test proposés

Cas 1. neutron 8 MeV	IPOT = 5
Cas 2. proton 8 MeV	IPOT = 1
Cas 3. deutéron 8 MeV	IPOT = 1
Cas 4. alpha 9 et 13 MeV	IPOT = 1

Les résultats correspondants sont regroupés dans l'annexe 2.

IV.7 Listing

Le listing complet du programme est présenté dans l'annexe 3.

REFERENCES

- [Ba 74] A.R. BARNETT et al.
Comp. Phys. Comm. 8(1974)377
- [Ba 76] N. BARASH-SCHMIDT et al.
Rev. Mod. Phys. 48(1976)521
- [Co 76] E.R. COHEN
Atomic Data and Nuclear Data Tables 18(1976)587
- [Lu 69] Y.L LUKE "The special functions and their approximation"
Vol. 2, Academic Press, New York and London (1969) p 304-305
- [Me 66] M.A. MELKANOFF, T. SAWADA et J. RAYNAL,
Methods in Computational Physics, vol.6 (1966)1
- [Pe 62] F.G. PEREY et B. BUCK, Nucl. Phys. 32(1962)353
- [Pe 63] F.G. PEREY, ORNL-3429 (1963)
- [Pe 64] F.G. PEREY et D.S. SAXON, Phys. Letters 10(1964)107
- [Pe 76] C.M. PEREY et F.G. PEREY
Atomic Data and Nuclear Data tables 17(1976)1
- [Sm 69] W.R. SMITH
Comp. Phys. comm 1(1969)106
- [Wa 77] A.H. WAPSTRA et K.BOS
Atomic Data and Nuclear Data tables 19(1977)177
- [Wi 64] D.WILMORE et P.E. HODGSON
Nucl. Phys. 55(1964)673
- [Wi 67] J G. WILLS
ORNL-TM 1949(1967)
et Comp. Phys. Comm. 2(1971)381

[Yo 77]

P.G. YOUNG et E.D. ARTHUR, LA-6947(1977)

Manuscrit reçu le 17 juin 1981

ANNEXE I

CONSTANTES UTILISEESMasse des particules [Wa 77]

		u.m.a (C ¹²)	Spin
n	1,008665		1/2
p	1,007825		1/2
d	2,014102		1
t	3,016050		1/2
τ	3,016070		1/2
α	4,002603		0

Constante de couplage spin-orbite

$$c_{so} = \left(\frac{\hbar}{m_\pi} \frac{c}{2} \right)^2$$

$m_{\pi^+} = 139,5688 \text{ MeV}$ [Ba 76]
 $m_{\pi^-} = 139,5688 \text{ MeV}$
 $m_{\pi^0} = 134,9645 \text{ MeV}$

$$\text{d'où } m_\pi = \frac{1}{3} (m_{\pi^+} + m_{\pi^-} + m_{\pi^0}) = 138,03403 \text{ MeV}$$

$$\text{et } c_{so} = (1,429565)^2 = 2,043655 \text{ fm}^2$$

Autres Constantes [Co 76]

$$\mu_0 = 1 \text{ u.m.a} = 931,5016 \text{ MeV}$$

$$\hbar = 6,582173 \cdot 10^{-22} \text{ Mev s}$$

$$\hbar c = 197,32858 \text{ MeV fm}$$

$$\alpha = \frac{e^2}{\hbar c} = 1/137,03604$$

$$e^2 = 1,4399759 \text{ Mev fm}$$

$$k^2 = \frac{2\mu_0 c^2}{(\hbar c)^2} \mu E = 0,04784468 \mu E$$

AI.2

$$\mu = \frac{mM}{m+M} \text{ (u.m.a)}$$

$$\lambda^2 = \frac{1}{k^2} = 209,00965/\mu E$$

$$E = E_{\text{lab}} \frac{\mu}{m} \text{ (MeV)}$$

$$\eta = \mu ZZ' \frac{e^2}{\hbar^2 k} = 0,157 \cdot 48603 \cdot (\mu/E)^{1/2} \cdot ZZ'$$

AII.1

ANNEXE II

Résultats des cas test

Cas 1	$^{238}_{\text{U}} + \text{n}$ (8 Mev)	IPOT = 5
Cas 2	$^{238}_{\text{U}} + \text{p}$ (8 Mev)	IPOT = 1
Cas 3	$^{238}_{\text{U}} + \text{d}$ (8 Mev)	IPOT = 1
Cas 4	$^{238}_{\text{U}} + \alpha$ (9 et 13 Mev)	IPOT = 1

TRANSMISSION COEFFICIENTS CALCULATED FROM THE FOLLOWING OPTICAL MODEL PARAMETERS

	CHARGE	MASS
PROJECTILE	0.0	1.008665E+00
TARGET	92.0	2.380000E+02

SAXON REAL WELL

V = 44.2354 + -.3540 *E + . 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 1.2640 A = .6120

SAXON DERIVATIVE IMAGINARY WELL

V = 6.3912 + -.2320 *E + .0332 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 1.2560 A = .5530
+ .0144 * E

SAXON IMAGINARY WELL (VOLUME)

V = 0.0000 + 0.0000 *E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 0.0000 A = 0.0000

IMAGINARY DEPTH AND RADIUS ARE CONSTANT ABOVE 10.0000 MEV

SPIN - ORBIT

V = 6.2000 + 0.0000 *E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 1.0100 A = .7500

COULOMB RADIUS = 0.0000

AII.2

K = 6.20036E-01 ETA = 0. RM = 1.86966E+01 DR = 9.34832E-02 200 POINTS LMAX = 14

L	TC(L)	1 - ETA R	ETA I	T(L,L-1/2)	1 - ETA R	ETA I	T(L,L+1/2)	1 - ETA R	ETA I
0	6.8419E-01	1.3533E+00	4.3701E-01	0.	0.	0.	6.8419E-01	1.3533E+00	4.3701E-01
1	8.8190E-01	1.2233E+00	2.5654E-01	8.9146E-01	1.1609E+00	2.8750E-01	8.7712E-01	1.2545E+00	2.4105E-01
2	6.9848E-01	9.1645E-01	5.3749E-01	6.8437E-01	8.2451E-01	5.3370E-01	7.0708E-01	9.7774E-01	5.4002E-01
3	8.4752E-01	9.4639E-01	3.6854E-01	8.9000E-01	8.4460E-01	2.7903E-01	8.0967E-01	1.0227E+00	4.3568E-01
4	7.8982E-01	7.3527E-01	-3.4767E-01	7.1439E-01	7.9155E-01	-4.9210E-01	8.5016E-01	6.9024E-01	-2.3213E-01
5	5.9536E-01	6.9134E-01	-5.3927E-01	6.9105E-01	8.4037E-01	-5.3239E-01	5.1560E-01	5.6714E-01	-5.4501E-01
6	6.9304E-01	4.6334E-01	-1.7214E-02	5.6363E-01	3.4329E-01	7.1472E-02	8.0397E-01	5.6717E-01	-9.3230E-02
7	1.4275E-01	7.4844E-02	1.4847E-02	1.3350E-01	6.9529E-02	-2.0457E-02	1.5050E-01	7.9494E-02	4.5730E-02
8	3.7128E-02	1.8774E-02	6.0487E-03	4.5302E-02	2.2966E-02	1.0079E-02	2.9863E-02	1.5048E-02	2.4665E-03
9	5.0316E-03	2.5212E-03	2.0462E-03	4.3212E-03	2.1646E-03	1.8099E-03	5.6710E-03	2.8421E-03	2.2589E-03
10	5.5137E-04	2.7576E-04	2.6019E-04	5.3386E-04	2.6699E-04	2.1485E-04	5.6728E-04	2.8373E-04	3.0140E-04
11	7.1299E-05	3.5651E-05	3.0939E-05	7.0691E-05	3.5346E-05	2.4319E-05	7.1857E-05	3.5930E-05	3.7008E-05
12	9.4100E-06	4.7050E-06	3.6399E-06	9.3847E-06	4.6924E-06	2.6349E-06	9.4333E-06	4.7167E-06	4.5676E-06
13	1.2190E-06	6.0949E-07	4.2105E-07	1.2179E-06	6.0693E-07	2.7105E-07	1.2200E-06	6.1001E-07	5.6033E-07
14	1.5184E-07	7.5918E-08	4.7674E-08	1.5178E-07	7.5892E-08	2.6162E-08	1.5168E-07	7.5942E-08	6.7365E-08

8.0000 MEV CM COMPOUND NUCLEUS CROSS SECTION 3.1300648E+03
 8.0339 MEV LAB SHAPE ELASTIC CROSS SECTION 3.0769892E+03
 TOTAL CROSS SECTION 6.2070540E+03 MB

SHAPE ELASTIC DIFFERENTIAL CROSS-SECTION

TETA	D.SIGMA/D.OMEGA	TETA	D.SIGMA/D.OMEGA	TETA	D.SIGMA/D.OMEGA	TETA	D.SIGMA/D.OMEGA
0.	9.41834E+03	2.50000E+00	9.22494E+03	5.00000E+00	8.66552E+03	7.50000E+00	7.79930E+03
1.00000E+01	6.71482E+03	1.25000E+01	5.51603E+03	1.50000E+01	4.31139E+03	1.75000E+01	3.19196E+03
2.00000E+01	2.22666E+03	2.25000E+01	1.46223E+03	2.50000E+01	9.03529E+02	2.75000E+01	5.36972E+02
3.00000E+01	3.28413E+02	3.25000E+01	2.33368E+02	3.50000E+01	2.03365E+02	3.75000E+01	2.13054E+02
4.00000E+01	2.19708E+02	4.25000E+01	2.12339E+02	4.50000E+01	1.86244E+02	4.75000E+01	1.45226E+02
5.00000E+01	9.79430E+01	5.25000E+01	5.42645E+01	5.50000E+01	2.3645E+01	5.75000E+01	6.93843E+00
6.00000E+01	8.63518E+00	6.25000E+01	2.45279E+01	6.50000E+01	4.9200CE+01	6.75000E+01	7.66058E+01
7.00000E+01	1.00653E+02	7.25000E+01	1.17045E+02	7.50000E+01	1.23450E+02	7.75000E+01	1.19647E+02
8.00000E+01	1.07202E+02	8.25000E+01	8.88864E+01	8.50000E+01	6.79894E+01	8.75000E+01	4.76877E+01
9.00000E+01	3.05533E+01	9.25000E+01	1.8263CE+01	9.50000E+01	1.15021E+01	9.75000E+01	1.00462E+01
1.00000E+02	1.29580E+01	1.02500E+02	1.88524E+01	1.05000E+02	2.61616E+01	1.07500E+02	3.33867E+01
1.10000E+02	3.92646E+01	1.12500E+02	4.29916E+01	1.15000E+02	4.40792E+01	1.17500E+02	4.25440E+01
1.20000E+02	3.87579E+01	1.22500E+02	3.33498E+01	1.25000E+02	2.71037E+01	1.27500E+02	2.08217E+01
1.30000E+02	1.52102E+01	1.32500E+02	1.07901E+01	1.35000E+02	7.84592E+00	1.37500E+02	6.41830E+00
1.40000E+02	6.33721E+00	1.42500E+02	7.28769E+00	1.45000E+02	8.89228E+00	1.47500E+02	1.07928E+01
1.50000E+02	1.27149E+01	1.52500E+02	1.45046E+01	1.55000E+02	1.61307E+01	1.57500E+02	1.76582E+01
1.60000E+02	1.92010E+01	1.62500E+02	2.08679E+01	1.65000E+02	2.27154E+01	1.67500E+02	2.47190E+01
1.70000E+02	2.67679E+01	1.72500E+02	2.86837E+01	1.75000E+02	3.02570E+01	1.77500E+02	3.12933E+01
1.80000E+02	3.16552E+01						

INTEGRAL = 3.06755E+03 MB

BL(0) = 3.07699E+03 MB

L	BL(L)								
0	1.0000000E+00	1	8.2001574E-01	2	6.9501875E-01	3	6.0456874E-01	4	5.2037551E-01
5	4.2578374E-01	6	3.3412719E-01	7	2.4327799E-01	8	1.8849814E-01	9	1.5108014E-01
10	9.8770032E-02	11	4.8137589E-02	12	1.8834174E-02	13	5.6839576E-03	14	1.4773996E-03
15	3.5525824E-04	16	6.8450495E-05	17	1.3623153E-05	18	2.3636322E-06	19	3.0406572E-07
20	5.9029573E-08	21	8.1922075E-09	22	1.0929903E-09	23	1.246884SE-10	24	1.2640773E-11
25	2.3042944E-12	26	1.2383126E-13	27	1.0288494E-14	28	6.2838019E-16		

TRANSMISSION COEFFICIENTS CALCULATED FROM THE FOLLOWING OPTICAL MODEL PARAMETERS

	CHARGE	MASS
PROJECTILE	1.0	1.007825E+00
TARGET	92.0	2.380000E+02

SAXON REAL WELL

V = 65.3643 + - .5500 * E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 1.2500 A = .6500

SAXON DERIVATIVE IMAGINARY WELL

V = 13.5000 + 0.0000 * E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 1.2500 A = .4700

SAXON IMAGINARY WELL (VOLUME)

V = 0.0000 + 0.0000 * E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 0.0000 A = 0.0000

SPIN - ORBIT

V = 7.5000 + 0.0000 * E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 1.2500 A = .4700

COULOMB RADIUS = 1.2500

K = 6.19779E-01 ETA = 5.13168E+00 RM = 1.84446E+01 DR = 9.22232E-02 200 POINTS LMAX = 9

L	TC(L)	1 - ETA R	ETA I	T(L,L-1/2)	1 - ETA R	ETA I	T(L,L+1/2)	1 - ETA R	ETA I
0	1.3661E-02	6.8539E-03	-4.1277E-04	0.	0.	0.	1.3661E-02	6.8539E-03	-4.1277E-04
1	5.0446E-03	2.5318E-03	3.5355E-03	4.6178E-03	2.3170E-03	3.2869E-03	5.2580E-03	2.6392E-03	3.6598E-03
2	3.7523E-03	1.8730E-03	3.5013E-04	4.2049E-03	2.1048E-03	4.7640E-04	3.4506E-03	1.7268E-03	2.6929E-04
3	1.1980E-03	5.9960E-04	9.0318E-04	9.5241E-04	4.7666E-04	8.2316E-04	1.3822E-03	6.9180E-04	9.6320E-04
4	2.0767E-04	1.0306E-04	1.7294E-04	2.2809E-04	1.1406E-04	1.5226E-04	1.9134E-04	9.5691E-05	1.8948E-04
5	7.5597E-05	3.7801E-05	5.9327E-05	5.4885E-05	2.7445E-05	6.1835E-05	9.2858E-05	4.6432E-05	5.8153E-05
6	6.3956E-06	3.1979E-06	1.3603E-05	5.2032E-06	2.6017E-06	1.2496E-05	7.4176E-06	3.7069E-06	1.4709E-05
7	8.3403E-07	4.1703E-07	2.3255E-06	8.8728E-07	4.4365E-07	2.2439E-06	7.8743E-07	3.9372E-07	2.3969E-06
8	1.0257E-07	5.1285E-08	3.9989E-07	7.8307E-08	3.9153E-08	3.8726E-07	1.2414E-07	6.2063E-08	4.1111E-07
9	8.2717E-09	4.1359E-09	6.1525E-08	7.0818E-09	3.5409E-09	5.9508E-08	9.3427E-09	4.6714E-09	6.3340E-08

8.0000 MEV CM COMPOUND NUCLEUS CROSS SECTION 4.8041158E+00
 8.0339 MEV LAB SHAPE ELASTIC CROSS SECTION 1.0737147E-02
 TOTAL CROSS SECTION 4.8148530E+00 MB

SHAPE ELASTIC DIFFERENTIAL CROSS-SECTION

All.7

TETA	DSIG(TETA)	DSIGR(TETA)	DSIG/DSIGR	POLARISATION	TETA	DSIG(TETA)	DSIGR(TETA)	DSIG/DSIGR	POLARISATION
0.	1.22111E-03	1.00000E+00	1.00000E+00	0.	2.50000E+00	7.56706E+08	7.56788E+08	9.99998E-01	1.84583E-09
5.00000E+00	4.73442E+07	4.73443E+07	9.99997E-01	1.74192E-08	7.50000E+00	9.36669E+06	9.36682E+06	9.99996E-01	1.90584E-08
1.00000E+01	2.97037E+06	2.97031E+06	1.00002E+00	6.85213E-08	1.25000E+01	1.22015E+06	1.22012E+06	1.00002E+00	2.62843E-07
1.50000E+01	5.90417E+05	5.90467E+05	9.99916E-01	2.23018E-07	1.75000E+01	3.20037E+05	3.20038E+05	9.99996E-01	6.09815E-07
2.00000E+01	1.88523E+05	1.88497E+05	1.00014E+00	3.30900E-07	2.25000E+01	1.10327E+05	1.18316E+05	1.00009E+00	1.41068E-06
2.50000E+01	7.80900E+04	7.80979E+04	9.99899E-01	9.19148E-07	2.75000E+01	5.36873E+04	5.36998E+04	9.99767E-01	1.07667E-06
3.00000E+01	3.81480E+04	3.81945E+04	9.99328E-01	2.90046E-06	3.25000E+01	2.79533E+04	2.79521E+04	1.00004E+00	2.91193E-06
3.50000E+01	2.09663E+04	2.09613E+04	1.00026E+00	7.64977E-07	3.75000E+01	1.60599E+04	1.60542E+04	1.00035E+00	2.50311E-06
4.00000E+01	1.25283E+04	1.25250E+04	1.00026E+00	5.23125E-06	4.25000E+01	9.93270E+03	9.93233E+03	1.00004E+00	6.05732E-06
4.50000E+01	7.98965E+03	7.99149E+03	9.99770E-01	4.49951E-06	4.75000E+01	6.51130E+03	6.51416E+03	9.99561E-01	1.03937E-06
5.00000E+01	5.36992E+03	5.37271E+03	9.99482E-01	3.18613E-06	5.25000E+01	4.47682E+03	4.47881E+03	9.99556E-01	6.86209E-06
5.50000E+01	3.76930E+03	3.77019E+03	9.99762E-01	8.93291E-06	5.75000E+01	3.20235E+03	3.20218E+03	1.00005E+00	8.87004E-06
6.00000E+01	2.74324E+03	2.74224E+03	1.00036E+00	6.73492E-06	6.25000E+01	2.36765E+03	2.36633E+03	1.00064E+00	3.07358E-06
6.50000E+01	2.05319E+03	2.05646E+03	1.00034E+00	1.28564E-06	6.75000E+01	1.80069E+03	1.79900E+03	1.00094E+00	5.45659E-06
7.00000E+01	1.58501E+03	1.58351E+03	1.00095E+00	8.68518E-06	7.25000E+01	1.40313E+03	1.40193E+03	1.00086E+00	1.04725E-05
7.50000E+01	1.24383E+03	1.24795E+03	1.00070E+00	1.06231E-05	7.75000E+01	1.11717E+03	1.11661E+03	1.00050E+00	9.22766E-06
8.00000E+01	1.00424E+03	1.00396E+03	1.00028E+00	6.59955E-06	8.25000E+01	9.06806E+02	9.06845E+02	1.00005E+00	3.18756E-06
8.50000E+01	8.22574E+02	8.22721E+02	9.99821E-01	5.14359E-07	8.75000E+01	7.49229E+02	7.49522E+02	9.99609E-01	4.04500E-06
9.00000E+01	6.85156E+02	6.85561E+02	9.99409E-01	7.03229E-06	9.25000E+01	6.28959E+02	6.29451E+02	9.99219E-01	9.22489E-06
9.50000E+01	5.79484E+02	5.80046E+02	9.99031E-01	1.05007E-05	9.75000E+01	5.35774E+02	5.36395E+02	9.98341E-01	1.08565E-05
1.00000E+02	4.97027E+02	4.97703E+02	9.93642E-01	1.03858E-05	1.02500E+02	4.62575E+02	4.63303E+02	9.98429E-01	9.24955E-06
1.05000E+02	4.31355E+02	4.32633E+02	9.98200E-01	7.64615E-06	1.07500E+02	4.04387E+02	4.05217E+02	9.97952E-01	5.78445E-06
1.10000E+02	3.79771E+02	3.80652E+02	9.97693E-01	3.86171E-06	1.12500E+02	3.57661E+02	3.58592E+02	9.97405E-01	2.04800E-06
1.15000E+02	3.37764E+02	3.38742E+02	9.97111E-01	4.76909E-07	1.17500E+02	3.19025E+02	3.20849E+02	9.96807E-01	7.58155E-07
1.20000E+02	3.03527E+02	3.04694E+02	9.96498E-01	1.60327E-06	1.22500E+02	2.80381E+02	2.90088E+02	9.96187E-01	2.04020E-06
1.25000E+02	2.75725E+02	2.76366E+02	9.95879E-01	2.03062E-06	1.27500E+02	2.63716E+02	2.64888E+02	9.95576E-01	1.75968E-06
1.30000E+02	2.52530E+02	2.54029E+02	9.95282E-01	1.12933E-06	1.32500E+02	2.42959E+02	2.44100E+02	9.94998E-01	2.52362E-07
1.35000E+02	2.34007E+02	2.35247E+02	9.94727E-01	8.02836E-07	1.37500E+02	2.25891E+02	2.27147E+02	9.94471E-01	1.96653E-06
1.40000E+02	2.18539E+02	2.19308E+02	9.94229E-01	3.17094E-06	1.42500E+02	2.11856E+02	2.13164E+02	9.94003E-01	4.35270E-06
1.45000E+02	2.059375E+02	2.07161E+02	9.93793E-01	5.45461E-06	1.47500E+02	2.00457E+02	2.01749E+02	9.93598E-01	6.42686E-06
1.50000E+02	1.95589E+02	1.96834E+02	9.93420E-01	7.22780E-06	1.52500E+02	1.91231E+02	1.92530E+02	9.93257E-01	7.82439E-06
1.55000E+02	1.87352E+02	1.893651E+02	9.93110E-01	8.19247E-06	1.57500E+02	1.83920E+02	1.85221E+02	9.92977E-01	8.31684E-06
1.60000E+02	1.80912E+02	1.82213E+02	9.92859E-01	8.19111E-06	1.62500E+02	1.70306E+02	1.79607E+02	9.92756E-01	7.81751E-06
1.65000E+02	1.76062E+02	1.77393E+02	9.92667E-01	7.20645E-06	1.67500E+02	1.74226E+02	1.75526E+02	9.92592E-01	6.37602E-06
1.70000E+02	1.72724E+02	1.74024E+02	9.92531E-01	5.35125E-06	1.72500E+02	1.71567E+02	1.72866E+02	9.92484E-01	4.16324E-06
1.75000E+02	1.70745E+02	1.72044E+02	9.92450E-01	2.04817E-06	1.77500E+02	1.70255E+02	1.71553E+02	9.92430E-01	1.44616E-06
1.80000E+02	1.70092E+02	1.71390E+02	9.92423E-01	0.					

TRANSMISSION COEFFICIENTS CALCULATED FROM THE FOLLOWING OPTICAL MODEL PARAMETERS

	CHARGE	MASS
PROJECTILE	1.0	2.014102E+00
TARGET	92.0	2.380000E+02

SAXON REAL WELL

V = 123.7902 + 0.0000 *E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 1.0500 A = .8600

SAXON DERIVATIVE IMAGINARY WELL

V = 5.6764 + 0.0000 *E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 1.4300 A = .9993

SAXON IMAGINARY WELL (VOLUME)

V = 0.0000 + 0.0000 *E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 0.0000 A = 0.0000

SPIN - ORBIT

V = 7.0000 + 0.0000 *E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = .7500 A = .5000

COULOMB RADIUS = 1.3000

K = 8.74325E-01 ETA = 7.23929E+00 RM = 2.37851E+01 DR = 1.18926E-01 200 POINTS LMAX = 17

L	TC(L)	1 - ETA R	ETA I	T(L,L-1)	1 - ETA R	ETA I	T(L,L)	1 - ETA R	ETA I	T(L,L+1)	1 - ETA R	ETA I
0	5.0337E-02	2.5493E-02	2.8160E-04	0.	0.	0.	0.	0.	0.	5.034E-02	2.549E-02	2.816E-04
1	4.3082E-02	2.1778E-02	-6.4810E-05	4.345E-02	2.197E-02	-8.183E-05	4.328E-02	2.188E-02	-9.850E-05	4.289E-02	2.168E-02	-4.119E-05
2	3.2960E-02	1.6618E-02	6.5366E-04	3.283E-02	1.655E-02	6.918E-04	3.293E-02	1.660E-02	6.714E-04	3.304E-02	1.666E-02	6.246E-04
3	2.1745E-02	1.0933E-02	5.3353E-04	2.192E-02	1.102E-02	5.363E-04	2.180E-02	1.096E-02	4.960E-04	2.160E-02	1.086E-02	5.612E-04
4	1.2932E-02	6.4874E-03	4.9636E-04	1.290E-02	6.469E-03	5.034E-04	1.293E-02	6.487E-03	5.004E-04	1.296E-02	6.500E-03	4.886E-04
5	6.9339E-03	3.4730E-03	2.9750E-04	6.950E-03	3.481E-03	2.989E-04	6.938E-03	3.475E-03	2.898E-04	6.920E-03	3.466E-03	3.031E-04
6	3.4402E-03	1.7216E-03	1.5776E-04	3.437E-03	1.720E-03	1.581E-04	3.440E-03	1.722E-03	1.581E-04	3.442E-03	1.723E-03	1.572E-04
7	1.5989E-03	7.9978E-04	7.1934E-05	1.599E-03	7.999E-04	7.205E-05	1.599E-03	7.998E-04	7.159E-05	1.599E-03	7.997E-04	7.215E-05
8	7.0441E-04	3.5227E-04	2.9893E-05	7.043E-04	3.522E-04	2.989E-05	7.044E-04	3.523E-04	2.991E-05	7.045E-04	3.523E-04	2.988E-05
9	2.9592E-04	1.4797E-04	1.1529E-05	2.959E-04	1.480E-04	1.153E-05	2.959E-04	1.480E-04	1.152E-05	2.959E-04	1.480E-04	1.153E-05
10	1.1875E-04	5.9377E-05	4.1950E-06	1.188E-04	5.938E-05	4.195E-06	1.188E-04	5.938E-05	4.195E-06	1.188E-04	5.936E-05	4.195E-06
11	4.5430E-05	2.2715E-05	1.4539E-06	4.543E-05	2.272E-05	1.454E-06	4.543E-05	2.272E-05	1.454E-06	4.543E-05	2.272E-05	1.454E-06
12	1.6494E-05	8.2472E-06	4.8263E-07	1.649E-05	8.247E-06	4.826E-07	1.649E-05	8.247E-06	4.826E-07	1.649E-05	8.247E-06	4.826E-07
13	5.6518E-06	2.8259E-06	1.5381E-07	5.652E-06	2.826E-06	1.538E-07	5.652E-06	2.826E-06	1.538E-07	5.652E-06	2.826E-06	1.538E-07
14	1.8176E-06	9.0378E-07	4.7022E-08	1.818E-06	9.038E-07	4.702E-08	1.818E-06	9.038E-07	4.702E-08	1.818E-06	9.038E-07	4.702E-08
15	5.4603E-07	2.7301E-07	1.3720E-08	5.460E-07	2.730E-07	1.372E-08	5.460E-07	2.730E-07	1.372E-08	5.460E-07	2.730E-07	1.372E-08
16	1.5270E-07	7.6352E-08	3.7818E-09	1.527E-07	7.635E-08	3.782E-09	1.527E-07	7.635E-08	3.782E-09	1.527E-07	7.635E-08	3.782E-09
17	3.9666E-08	1.9833E-08	9.6917E-10	3.967E-08	1.983E-08	9.692E-10	3.967E-08	1.983E-08	9.692E-10	3.967E-08	1.983E-08	9.692E-10

8.0000 MEV CM COMPOUND NUCLEUS CROSS SECTION 3.2044847E+01
 8.0677 MEV LAB SHAPE ELASTIC CROSS SECTION 1.9974347E-01
 TOTAL CROSS SECTION 7.2244590E+01 MB

TRANSMISSION COEFFICIENTS CALCULATED FROM THE FOLLOWING OPTICAL MODEL PARAMETERS

	CHARGE	MASS
PROJECTILE	2.0	4.002603E+00
TARGET	92.0	2.380000E+02

SAXON REAL WELL

V = 185.0000 + 0.0000 * E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 1.4000 A = .5200

SAXON DERIVATIVE IMAGINARY WELL

V = 0.0000 + 0.0000 * E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 0.0000 A = 0.0000

SAXON IMAGINARY WELL (VOLUME)

V = 25.0000 + 0.0000 * E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 1.4000 A = .5200

SPIN - ORBIT

V = 0.0000 + 0.0000 * E + 0.0000 * E*E + 0.0000 * LN(E) R = 0.0000 A = 0.0000

COULOMB RADIUS = 1.4000

K = 1.30193E+00 ETA = 1.91641E+01 RM = 1.84740E+01 DR = 9.23700E-02 200 POINTS LMAX = 8

L	TC(L)	1 - ETA R	ETA I
0	1.1378E-13	5.6892E-14	4.1330E-13
1	1.0693E-13	5.3463E-14	3.8035E-13
2	9.5776E-14	4.7886E-14	3.1062E-13
3	7.3830E-14	3.6915E-14	2.3223E-13
4	3.8648E-14	1.9324E-14	1.5756E-13
5	4.5631E-14	2.2815E-14	9.4469E-14
6	1.0490E-14	5.2448E-15	5.4741E-14
7	1.1044E-14	5.5222E-15	3.0117E-14
8	8.8378E-15	4.4439E-15	1.0593E-14

9.0000 MEV CM COMPOUND NUCLEUS CROSS SECTION 5.0656663E-11
9.1514 MEV LAB SHAPE ELASTIC CROSS SECTION 3.4917107E-23
TOTAL CROSS SECTION 5.0656663E-11 MB

K = 1.56473E+00 ETA = 1.59455E+01 RM = 1.84740E+01 DR = 9.23700E-02 200 POINTS LMAX = 20

L	TC(L)	1 - ETA R	ETA I
0	2.4834E-07	1.2417E-07	8.4555E-07
1	2.2828E-07	1.1414E-07	7.8097E-07
2	1.9320E-07	9.6609E-08	6.6679E-07
3	1.5094E-07	7.5469E-08	5.2707E-07
4	1.0924E-07	5.4622E-08	3.8655E-07
5	7.3529E-08	3.6764E-08	2.6376E-07
6	4.6213E-08	2.3107E-08	1.6790E-07
7	2.7212E-08	1.3606E-03	1.0000E-07
8	1.5056E-09	7.5279E-09	5.5269E-08
9	7.8431E-09	3.9216E-09	2.9343E-08
10	3.8530E-09	1.9265E-09	1.4511E-08
11	1.7868E-09	8.9340E-10	6.7622E-09
12	7.8276E-10	3.9138E-10	2.9695E-09
13	3.2409E-10	1.6204E-10	1.2276E-09
14	1.2636E-10	6.3439E-11	4.7669E-10
15	4.6971E-11	2.3485E-11	1.73E-10
16	1.6433E-11	8.2164E-12	5.8591E-11
17	5.4525E-12	2.7263E-12	1.8275E-11
18	1.7039E-12	8.5183E-13	5.1756E-12
19	5.3058E-13	2.6529E-13	1.2912E-12
20	1.4907E-13	7.4534E-14	2.6465E-13

13.0000 MEV CM COMPOUND NUCLEUS CROSS SECTION 8.1069244E-05
13.2186 MEV LAB SHAPE ELASTIC CROSS SECTION 1.2320473E-10
TOTAL CROSS SECTION 8.1069368E-05 MB

AIII.1

ANNEXE III

LISTING DU PROGRAMME SCAT2

AIII.2

```

PROGRAM SCAT2(INPUT,OUTPUT,TAPES=INPUT,TAPE6=OUTPUT,TAPE11,TAPE12) MAIN      2
C*****                                         * MAIN      3
C          *                                     * MAIN      4
C          * PROGRAMME SCAT2   *                 * MAIN      5
C          *                                     * MAIN      6
C          *****                                * MAIN      7
C          *                                     * MAIN      8
C          * O.BERSILLON    JUILLET 1977        * MAIN      9
C          REV.1     JUILLET 1979             * MAIN     10
C          *                                     * MAIN     11
C*****                                         * MAIN     12
C          REAL MI,MT                         MAIN     13
C          DIMENSION EN(50)                   MAIN     14
C          DIMENSION AMI(6),AZI(6),ASI(6)      MAIN     15
C          COMMON/CONST/MI,SI,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA   MAIN     16
C          COMMON/ENER/E1,EIN(50)                MAIN     17
C          COMMON/INOUT/IE,IS,IS1,IS2            MAIN     18
C          COMMON/POTEN/A(5),POT(4,4),R(5),BETA,EWMAX  MAIN     19
C          COMMON/TCE/TC(50,31)                 MAIN     20
C          DATA AMI/1.008665,1.007825,2.014102,3.016050,3.016030,4.002603/  MAIN     21
C          DATA ASI/0.5,0.5,1.0,0.5,0.5,0.0/      MAIN     22
C          DATA AZI/0.,1.,1.,1.,2.,2./          MAIN     23
C          MAIN     24
C          IE=5                               MAIN     25
C          IS=6                               MAIN     26
C          IS1=11                            MAIN     27
C          IS2=12                            MAIN     28
C          PI=3.141592654                    MAIN     29
C          MAIN     30
C          READ(IE,1) IPR,IDA,IBA           MAIN     31
C          ***                                MAIN     32
C          SI IPR = 1 ECRITURE DES T(L,J)    MAIN     33
C          0 PAS D'ECRITURE DES T(L,J)       MAIN     34
C          SI IDA = 1 CALCUL DE LA DISTRIBUTION ANGULAIRE DE LA DIFFUSION  MAIN     35
C          ELASTIQUE POTENTIELLE ( ANGLES EQUIREPARTIS )  MAIN     36
C          = 2 IDEM ( COSINUS DES ANGLES EQUITREPARTIS )  MAIN     37
C          0 PAS DE CALCUL                  MAIN     38
C          SI IBA = 1 ECRITURE SUR TAPE11 DES PARAMETRES, SECTIONS EFFICACES  MAIN     39
C          ET DES T(L,J)                   MAIN     40
C          0 PAS D'ECRITURE                MAIN     41
C          MAIN     42
C          IF(IDA.NE.0) CALL FACT          MAIN     43
C          IF(IDA.NE.0) CALL PREANG(IDA,NA)  MAIN     44
C          10 CONTINUE                      MAIN     45
C          READ(IE,1) NE                  MAIN     46
C          ***                                MAIN     47
C          READ(IE,5) (EN(J),J=1,NE)        MAIN     48
C          ***                                MAIN     49
C          NE = NOMBRE D'ENERGIES A CALCULER  MAIN     50
C          EN(J) = ENERGIES (MEV)          MAIN     51
C          SI EN(1) > 0. ENERGIES CENTRE DE MASSE  MAIN     52
C          < 0. ENERGIES LABORATOIRE        MAIN     53
C          DO 11 J=1,NE                  MAIN     54
C          11 EN(J)=ABS(EN(J))          MAIN     55
C          20 CONTINUE                      MAIN     56
C          READ(IE,1) IZT,IMT            MAIN     57
C          ***                                MAIN     58
C          MAIN     59
C          MAIN     60

```

AIII.3

```

C      IZT = NUMERO ATOMIQUE DE LA CIBLE          MAIN  61
C      IMT = NOMBRE DE MASSE DE LA CIBLE          MAIN  62
C      ZT=FLOAT(IZT)                            MAIN  63
C      MT=FLOAT(IMT)                            MAIN  64
C      30 READ(IE,1) IP,IPOT                      MAIN  65
C      *****
C      IP = 1 NEUTRON      IPOT = 1 --> WILMORE - HODGSON   MAIN  66
C                           2 --> BECCHETI - GREENLESS    MAIN  67
C                           3 --> FERRER - CARLSON - RAPAPORT  MAIN  68
C                           4 --> BERSILLON - CINDRO      MAIN  69
C                           5 --> MADLAND (ACTINIDES)   MAIN  70
C      2 PROTON        IPOT = 1 --> PEREY           MAIN  71
C                           2 --> BECCHETI - GREENLESS    MAIN  72
C      3 DEUTERON       IPOT = 1 --> LOHR - HAEBERLI   MAIN  73
C                           2 --> PEREY             MAIN  74
C      4 TRITON         IPOT = 1 --> BECCHETI - GREENLESS  MAIN  75
C      5 HELIUM-3        IPOT = 1 --> BECCHETI - GREENLESS  MAIN  76
C      6 ALPHA          IPOT = 1 --> POTENTIEL MOYEN    MAIN  77
C
C      SI IPOT = 0 , LES PARAMETRES SONT LUS      MAIN  78
C
C      MI=AMI(IP)                                MAIN  79
C      ZI=AZI(IP)                                MAIN  80
C      SI=ASI(IP)                                MAIN  81
C      IPL =IFIX(2.0*SI+1.001)                  MAIN  82
C      AMU=MT/(MI+MT)                            MAIN  83
C
C      TRANSFORMATION DES ENERGIES LABORATOIRE DANS LE CENTRE DE MASSE
C
C      IF ANY
C      IF(EN(1).GT.0.0) GO TO 18
C      DO 17 J=1,NE
C      17 EIN(J)=ABS(EN(J))*AMU
C      18 CONTINUE
C
C      DO 19 I=1,4
C      A(I)=0.0
C      R(I)=0.0
C      DO 19 J=1,4
C      19 FOT(I,J)=0.0
C      A(5)=0.0
C      R(5)=0.0
C      BETA=0.0
C      EWMAX=0.0
C
C      IF(IFOT.EQ.0) GO TO 21
C      CALL SYSPOT(IP,IPOT)
C      GO TO 22
C
C      21 CONTINUE
C      READ(IE,3) R(1),A(1),(POT(1,I),I=1,4),BETA
C      *****
C-----POTENTIEL REEL : WOODS - SAXON
C      R(1) = RAYON (FM)                         MAIN 110
C      A(1) = DIFFUSIVITE (FM)                   MAIN 111
C      POT(1,I) = PARAMETRES DE LA PROFONDEUR DU PUITS  MAIN 112
C      V = POT(1,1) + POT(1,2) * E + POT(1,3) * E * E + POT(1,4) * LN(E)  MAIN 113
C      BETA = NONLOCALITY RANGE                 MAIN 114
C      SI BETA.NE.0 LE POTENTIEL IMAGINAIRE EST PUREMENT  MAIN 115
C      DE SURFACE (D-H-S)                      MAIN 116
C
C

```

AIII.4

```

READ(IE,3) R(2),A(2),(POT(2,I),I=1,4),A(5)          MAIN 121
C *****
C-----POTENTIEL IMAGINAIRE DE SURFACE               MAIN 122
C   R(2) = RAYON (FM)      SI > 0.  DERIVEE DE WOODS - SAXON  MAIN 123
C   SI < 0    GAUSSIAN                                MAIN 124
C   A(2) = DIFFUSIVITE (FM)                           MAIN 125
C     PEUT DEPENDRE DE L'ENERGIE SUIVANT LA RELATION  MAIN 126
C     A(2) = A(2) + A(5) * E                           MAIN 127
C   POT(2,I) = PARAMETRES DE LA PROFONDEUR DU PUITS  MAIN 128
C     WD = POT(2,1) + POT(2,2) * E + POT(2,3) * E*E + POT(2,4) * LN(E)  MAIN 129
C
C   READ(IE,3) R(3),A(3),(POT(3,I),I=1,4)           MAIN 130
C *****
C-----POTENTIEL IMAGINAIRE VOLUME                  MAIN 131
C   R(3) = RAYON (FM)                               MAIN 132
C   A(3) = DIFFUSIVITE (FM)                          MAIN 133
C   POT(3,I) = PARAMETRES DE LA PROFONDEUR DU PUITS  MAIN 134
C     WV = POT(3,1) + POT(3,2) * E + POT(3,3) * E*E + POT(3,4) * LN(E)  MAIN 135
C
C   READ(IE,3) R(4),A(4),(POT(4,I),I=1,4)           MAIN 136
C *****
C-----POTENTIEL SPIN - ORBITE                      MAIN 137
C   R(4) = RAYON (FM)                               MAIN 138
C   A(4) = DIFFUSIVITE (FM)                          MAIN 139
C   POT(4,I) = PARAMETRES DE LA PROFONDEUR DU PUITS  MAIN 140
C     VSO = POT(4,1) + POT(4,2) * E + POT(4,3) * E*E + POT(4,4) * LN(E)  MAIN 141
C
C   READ(IE,3) R(5),EWMAX                           MAIN 142
C *****
C-----R(5) = RAYON COULOMBIEN                     MAIN 143
C   EWMAX = ENERGIE A PARTIR DE LAQUELLE LES PROFONDEURS IMAGINAIRES  MAIN 144
C     SONT CONSTANTES                            MAIN 145
C
C   22 CONTINUE                                     MAIN 146
C   READ(IE,1) ISUIT                             MAIN 147
C *****
C   ISUIT = 0  SORTIE                            MAIN 148
C     1  NOUVEAU CAS COMPLET                   MAIN 149
C     2  ON CONSERVE LA GRILLE EN ENERGIE     MAIN 150
C     3  ON NE CHANGE QUE LES POTENTIELS      MAIN 151
C
C   ISUIT=ISUIT+1                                 MAIN 152
C   DO 23 N=1,50                                  MAIN 153
C   DO 23 J=1,31                                  MAIN 154
C
C   23 TC(N,J)=0.0                                MAIN 155
C
C   CALL PRIPOT                                    MAIN 156
C
C   DO 100 N=1,NE                                  MAIN 157
C   E1=EIN(N)
C   IF(IPR.EQ.1) WRITE(IS,4)                      MAIN 158
C
C   CALL SCAT(LMAX,IPR)                           MAIN 159
C
C   IF(IPL.EQ.1) CALL SPINO (N,LMAX,IPR)          MAIN 160
C   IF(IPL.EQ.2) CALL SPINO5(N,LMAX,IPR)          MAIN 161
C   IF(IPL.EQ.3) CALL SPINI (N,LMAX,IPR)          MAIN 162
C
C   IF(IDA.NE.0.AND.IP.EQ.1) CALL SHAPEL(LMAX,IDA,NA,IPL)  MAIN 163
C   IF(IDA.NE.0.AND.IP.NE.1) CALL SHAPEC(LMAX,IDA,NA,IPL)  MAIN 164
C

```

AIII.5

```

        IF(IBA.EQ.1) CALL TPUN(IP,NE,IPL,IPOT,0)          MAIN    181
100 CONTINUE                                         MAIN    182
C                                                 MAIN    183
C         IF(IPR.EQ.1) CALL PRITC(NE)                   MAIN    184
C         IF(IBA.EQ.1) CALL TPUN(IP,NE,IPL,IPOT,1)       MAIN    185
C         GO TO (9000,10,20,30),ISUIT                  MAIN    186
C         FORMATS                                     MAIN    187
C
1   FORMAT(10I3)                                     MAIN    188
3   FORMAT(6E12.5,F6.3)                            MAIN    189
4   FORMAT(1H1)                                      MAIN    190
5   FORMAT(6E12.5)                                     MAIN    191
C
C 9000 STOP                                         MAIN    192
END
COMPLEX FUNCTION CGAMMA(Z)                         CGAMMA  2
*****
C
C      CALCULATES COMPLEX GAMMA FUNCTION             CGAMMA  3
C      Z MUST BE DECLARED COMPLEX IN THE CALLING PROGRAM * CGAMMA  4
C
C      REFERENCE      Y.L.LUKE                         * CGAMMA  5
C              THE SPECIAL FUNCTIONS AND THEIR APPROXIMATIONS * CGAMMA  6
C              VOL.2, ACADEMIC PRESS, NEW YORK AND LONDON     * CGAMMA  7
C              (1969) P.304-305                           * CGAMMA  8
C
*****                                              CGAMMA  9
COMPLEX H,S,U,V,Z                                 CGAMMA 10
DIMENSION G(16)                                    CGAMMA 11
C
C      DATA PI/3.14159 26535 89793/                 CGAMMA 12
DATA G/                                           CGAMMA 13
* 41.62443 69164 39068,-51.22424 10223 74774,+11.33875 58134 88977, CGAMMA 14
* -0.74773 26877 72383, +0.00878 28774 93061, -0.00000 18290 30264, CGAMMA 15
* +0.00000 00019 46335, -0.00000 00001 99345, +0.00000 00000 00433, CGAMMA 16
* +0.00000 00000 01486, -0.00000 00000 00306, +0.00000 00000 00293, CGAMMA 17
* -0.00000 00000 00102, +0.00000 00000 00037, -0.00000 00000 00014, CGAMMA 18
* +0.00000 00000 00006/                               CGAMMA 19
U=Z                                               CGAMMA 20
X=REAL(U)                                         CGAMMA 21
IF(X .GE. 1.0) GO TO 3                           CGAMMA 22
IF(X .GE. 0.0) GO TO 2                           CGAMMA 23
V=1.0-U                                         CGAMMA 24
L=1                                               CGAMMA 25
GO TO 11                                         CGAMMA 26
2 V=U+1.0                                       CGAMMA 27
L=2                                               CGAMMA 28
GO TO 11                                         CGAMMA 29
3 V=U                                         CGAMMA 30
L=3                                               CGAMMA 31
C
11 H=1.0                                         CGAMMA 32
S=G(1)                                         CGAMMA 33
DO 1 K=2,16                                     CGAMMA 34
FK=K-2                                         CGAMMA 35
FK1=FK+1.0                                     CGAMMA 36
H=((V-FK1)/(V+FK))*H                           CGAMMA 37
C
12 H=H*(V+FK)/((V+FK)*(V+FK))                  CGAMMA 38
DO 2 K=3,16                                     CGAMMA 39
FK=K-2                                         CGAMMA 40
FK1=FK+1.0                                     CGAMMA 41
H=((V-FK1)/(V+FK))*H                           CGAMMA 42
C
2 H=H*(V+FK)/((V+FK)*(V+FK))                  CGAMMA 43

```

AIII.6

```

1 S=S+G(K)*H                                CGAMMA    44
H=V+4.5                                     CGAMMA    45
CGAMMA=2.506628274631001*CEXP((V-0.5)*CLOG(H)-H)*S  CGAMMA    46
C                                              CGAMMA    47
C      GO TO (21,22,23),L                      CGAMMA    48
C
21 CGAMMA=PI/(CSIN(PI*U)*CGAMMA)           CGAMMA    49
      RETURN                                     CGAMMA    50
C
22 CGAMMA=CGAMMA/U                         CGAMMA    51
23 RETURN                                     CGAMMA    52
C
      END                                         CGAMMA    53
FUNCTION CLEB(AJ1,AJ2,AJ3,AM1,AM2,AM3)          CGAMMA    54
C*****CALCUL DES COEFFICIENTS DE CLEBSCH-GORDAN***** CLEB     1
C      * CLEB     2
C      * CLEB     3
C      * CLEB     4
C      * CLEB     5
C      ATTENTION : CG(J1,J2,J3;M1,M2,M3) = (-1)**(J1+J2-M3)*   * CLEB     6
C                  3-J(J1,J2,J3;M1,M2,-M3)      * CLEB     7
C                  ---                           * CLEB     8
C
C      D'APRES JOHN.G.WILLS      ORNL-TM-1949 (AUGUST 1967) * CLEB     9
C                  ET COMP.PHYS.COMM. 2(1971)381      * CLEB    10
C
C      O.BERSILLON      AOUT 1977                * CLEB    11
C
C*****DIMENSION I(11)                            CLEB    12
COMMON/FACTO/G(101)                            CLEB    13
EQUIVALENCE (I(1),I1),(I(2),I2),(I(3),I3),(I(4),I4),(I(5),I5), CLEB    14
*(I(6),I6),(I(7),I7),(I(8),I8),(I(9),I9),(I(10),I10),(I(11),I11) CLEB    15
C
      IS=6                                         CLEB    16
      IM=101                                       CLEB    17
      CLEB=0.0                                     CLEB    18
C      CONVERT THE ARGUMENTS TO INTEGER           CLEB    19
      J1=INT(2.0*AJ1+0.001)                        CLEB    20
      J2=INT(2.0*AJ2+0.001)                        CLEB    21
      J3=INT(2.0*AJ3+0.001)                        CLEB    22
      M1=INT(2.0*AM1+SIGN(0.001,AM1))            CLEB    23
      M2=INT(2.0*AM2+SIGN(0.001,AM2))            CLEB    24
      M3=INT(2.0*AM3+SIGN(0.001,AM3))            CLEB    25
C      TEST M1 + M2 = M3                         CLEB    26
      IF(M1+M2-M3)300,40,300                      CLEB    27
C      TEST TABLE SIZE                         CLEB    28
40 I(10)=(J1+J2+J3)/2+2                      CLEB    29
      N=I(10)                                      CLEB    30
      I(11)=J3+2                                    CLEB    31
      IF(I(10)-IM)70,70,50                         CLEB    32
50 WRITE(IS,60) I(10),IM,AJ1,AJ2,AJ3,AM1,AM2,AM3  CLEB    33
      30 TO 300                                     CLEB    34
60 FORMAT(1H ,11HTABLE SIZE ,2I5,6F5.1)        CLEB    35
70 I(1)=J1+J2-J3                                CLEB    36
      I(2)=J2+J3-J1                                CLEB    37
      I(3)=J3+J1-J2                                CLEB    38
      I(4)=J1-M1                                  CLEB    39
      I(5)=J1+M1                                  CLEB    40
      I(6)=J2-M2                                  CLEB    41
      I(7)=J2+M2                                  CLEB    42
      I(8)=J3-M3                                  CLEB    43

```

```

I(9)=J3+M3          CLFB    49
C CHECK I(J) = EVEN, TRIANGULAR INEQUALITY, M LESS THAN J,      CLEB    50
C FIND NO OF TERMS      CLEB    51
DO 110 J=1,9          CLEB    52
K=I(J)/2             CLEB    53
IF(I(J)-2*K)300,80,300 CLEB    54
80 IF(K)300,90,90      CLEB    55
90 IF(K-N)100,110,110 CLEB    56
100 N=K               CLEB    57
110 I(J)=K+1          CLEB    58
IF(M3)115,400,115     CLEB    59
115 IL=0              CLEB    60
LA=II-15              CLEB    61
LB=II-16              CLEB    62
IF(IL-LA)120,130,130 CLEB    63
120 IL=LA              CLEB    64
130 IF(IL-LB)140,145,145 CLEB    65
140 IL=LB              CLEB    66
C FORM COEFFICIENT OF SUM          CLEB    67
145 C=(G(II1)-G(II1-1)+G(II1)+G(I2)+G(I3)-G(II0)+G(I4)+G(I5)+G(I6)+      CLEB    68
*G(I7)+G(I8)+G(I9))/2.0          CLEB    69
J1=II-IL              CLEB    70
J2=I4-IL              CLEB    71
J3=I7-IL              CLEB    72
M1=IL+1               CLEB    73
M2=IL-LA+1             CLEB    74
M3=IL-LE+1             CLEB    75
C=C-G(J1)-G(J2)-G(J3)-G(M1)-G(M2)-G(M3)          CLEB    76
C=EXP(C)               CLEB    77
IF((IL-2*(IL/2)) .NE. 0) C=-C          CLEB    78
IF(N)300,150,160        CLEB    79
150 CLEB=C              CLEB    80
GO TO 300              CLEB    81
C FORM1 SUM              CLEB    82
160 A=J1-1              CLEB    83
B=J2-1                CLEB    84
H=J3-1                CLEB    85
D=M1                  CLEB    86
E=M2                  CLEB    87
F=M3                  CLEB    88
S=1.0                 CLEB    89
Q=N-1                 CLEB    90
DO 170 J=1,N            CLEB    91
T=(A-Q)/(D+Q)*(B-Q)/(E+Q)*(H-Q)/(F+Q)          CLEB    92
S=1.0-S*T              CLEB    93
Q=Q-1.0                CLEB    94
170 CONTINUE             CLEB    95
CLEB=C*S                CLEB    96
300 RETURN              CLEB    97
C SPECIAL FORMULA FOR M3 = 0 AND M1 = 0 OR 1/2          CLEB    98
400 K=II0/2              CLEB    99
IF(II0-2*K)410,420,410          CLEB   100
410 K=1                 CLEB   101
GO TO 430              CLEB   102
420 K=0                 CLEB   103
430 IF(M1)115,440,460          CLEB   104
440 L=0                 CLEB   105
IF(K)300,480,300          CLEB   106
460 IF(M1-1)115,470,115          CLEB   107
470 L=1                 CLEB   108

```

AIII.8

```

480 X=L          CLEB    109
M=I3+(I1+K+1)/2-L          CLEB    110
M1=I10/2+K                 CLEG    111
M2=I4+I5                  CLEB    112
M3=I6+I7                  CLEB    113
J1=(I1+L-K)/2              CLEB    114
J2=(I2+L-K-L)/2            CLEB    115
J3=(I3+L-K-L)/2            CLEB    116
CLEB=      EXP((G(I11)-G(I11-1)+G(I1)+G(I2)+G(I3)-G(I10))/2.+ CLEB 117
*G(M1)-G(J1)-G(J2)-G(J3)+X*(G(3)-(G(M2)-G(M2-1)*G(M3)-G(M3-1))/2.)) CLEB 118
IFI((M-2*(M/2)).NE.0) CLEB=-CLEB          CLEB 119
GO TO 300                  CLEB    120
END                      CLEB    121
SUBROUTINE FACT             FACT    2
C*****CALCUL DES LOGARITHMES DES FACTORIELLES           FACT    3
C      COMMON/FACTO/G(101)                                * FACT    4
C
C      IM=101          FACT    5
C      G(1)=0.0          FACT    6
C      G(2)=0.0          FACT    7
C      DO 1 J=3,IM          FACT    8
C      X=FLOAT(J-1)          FACT    9
C      1 G(J)=G(J-1)+ALOG(X)          FACT   10
C      RETURN          FACT   11
C      END          FACT   12
C      SUBROUTINE INTEG(NPT,H,SL,SP0)          INTEG   13
C*****INTEGRATION DE L' EQUATION DE SCHROEDINGER PAR LA METHODE          INTEG   14
C      DE NUMEROV MATRICIELLE          * INTEG   15
C
C      VOIR      A.C.ALLISON          * INTEG   16
C      JOURNAL OF COMPUTATIONAL PHYSICS 6(1970)378-391          * INTEG   17
C*****REAL MI,MT          INTEG   18
C*****DIMENSION Y(2,305),U(305),W(305)          INTEG   19
C*****DIMENSION F1(2,2),F2(2,2),F3(2,2),S1(2),S2(2)          INTEG   20
C*****COMMON/CONST/MI,SI,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA          INTEG   21
C*****COMMON/INOUT/IE,IS,IS1,IS2          INTEG   22
C*****COMMON/FOTN/FOTI(305),POTR(305),VSO(305)          INTEG   23
C*****COMMON/PSI/PSIR,PSIRP,PSII,PSIIP          INTEG   24
C
C      FORMULES D'INTEGRATION          INTEG   25
C
C      Y2 = (I+H *F-1 /12) *((2*I-10*H *F2 /12)*Y - (I+H *F2 /12)*Y2)          INTEG   26
C      N+1          N+1          N          N          N-1          N-1          INTEG   27
C
C      F1 = F(N-1) * H**2/12          INTEG   28
C      F2 = F( N ) * H**2/12          INTEG   29
C      F3 = F(N+1) * H**2/12          INTEG   30
C      S1 = I + F1          INTEG   31
C      S2 = 2*I - 10*F2          INTEG   32
C      DET = DETERMINANT ( I + F3 )          INTEG   33
C
C      H212=H**H/12.0          INTEG   34
C      NPT3=NPT+3          INTEG   35
C      NPT5=NPT+5          INTEG   36

```

AIII.9

C		INTEG	35
DO I N=1,NPT3		INTEG	36
U(N)=POTR(N)+SPC*VSO(N)		INTEG	37
W(N)=FOTI(N)		INTEG	38
1 CONTINUE		INTEG	39
C		INTEG	40
C Y(1,N) = PARTIE REELLE DE LA FONCTION D'ONDE		INTEG	41
C Y(2,N) = PARTIE IMAGINAIRE DE LA FONCTION D'ONDE		INTEG	42
C CONDITIONS INITIALES		INTEG	43
C Y(1,1)=0.0		INTEG	44
C Y(2,1)=0.0		INTEG	45
C Y(1,2)=1.0E-20		INTEG	46
C Y(2,2)=1.0E-20		INTEG	47
C		INTEG	48
C F1(1,1)=0.0		INTEG	49
C F1(1,2)=0.0		INTEG	50
C F1(2,1)=0.0		INTEG	51
C F1(2,2)=0.0		INTEG	52
C		INTEG	53
C F2(1,1)=-1.0		INTEG	54
C F2(1,2)= 0.0		INTEG	55
C F2(2,1)= 0.0		INTEG	56
C F2(2,2)=-1.0		INTEG	57
C		INTEG	58
DO 10 M=3,NPT5		INTEG	59
M=N-2		INTEG	60
R=FLOAT(M)*H		INTEG	61
R2=R*R		INTEG	62
C		INTEG	63
F3(1,1)=(AK2-SL/R2-U(M))*H212		INTEG	64
F3(1,2)=(-W(M)) *H212		INTEG	65
F3(2,1)=(-W(M)) *H212		INTEG	66
F3(2,2)=(AK2-SL/R2-U(M))*H212		INTEG	67
C		INTEG	68
S1(1)=(1.+F1(1,1))*Y(1,N-2)+F1(1,2)*Y(2,N-2)		INTEG	69
S1(2)=(1.+F1(2,2))*Y(2,N-2)+F1(2,1)*Y(1,N-2)		INTEG	70
C		INTEG	71
S2(1)=(2.-10.*F2(1,1))*Y(1,N-1)-10.*F2(1,2)*Y(2,N-1)		INTEG	72
S2(2)=(2.-10.*F2(2,2))*Y(2,N-1)-10.*F2(2,1)*Y(1,N-1)		INTEG	73
C		INTEG	74
DET=(F3(1,1)+1.)*(F3(2,2)+1.)-F3(1,2)*F3(2,1)		INTEG	75
C		INTEG	76
Y(1,N)=(F3(2,2)+1.)*(S2(1)-S1(1))-F3(1,2)*(S2(2)-S1(2))		INTEG	77
Y(2,N)=(F3(1,1)+1.)*(S2(2)-S1(2))-F3(2,1)*(S2(1)-S1(1))		INTEG	78
Y(1,N)=Y(1,N)/DET		INTEG	79
Y(2,N)=Y(2,N)/DET		INTEG	80
C		INTEG	81
DO 9 I=1,2		INTEG	82
DO 9 J=1,2		INTEG	83
F1(I,J)=F2(I,J)		INTEG	84
F2(I,J)=F3(I,J)		INTEG	85
9 CONTINUE		INTEG	86
C		INTEG	87
10 CONTINUE		INTEG	88
C CALCUL DES DERIVEES		INTEG	89
C		INTEG	90
N=NPT+2		INTEG	91
PSIR=Y(1,N)		INTEG	92
C		INTEG	93
		INTEG	94

```

PSII=Y(2,N)                                INTEG   95
PSIPP=(Y(1,N+3)-Y(1,N-3)+9.* (Y(1,N-2)-Y(1,N+2))    INTEG   96
*      +45.* (Y(1,N+1)-Y(1,N-1)))/ (60.*H)          INTEG   97
PSIIP=(Y(2,N+3)-Y(2,N-3)+9.* (Y(2,N-2)-Y(2,N+2))    INTEG   98
*      +45.* (Y(2,N+1)-Y(2,N-1)))/ (60.*H)          INTEG   99
C
C      RETURN                                     INTEG  100
END                                         INTEG  101
SUBROUTINE FREANG(IDA,NA)                  FREANG  2
C*****                                         PREANG  3
C      CALCUL DES VALEURS DES POLYNOMES DE LEGENRE          * PREANG  4
C      SI IDA = 1 POUR DES ANGLES EQUIREPARTIS ENTRE 0 ET 180 PAR * PREANG  5
C          PAS DE 2.5                                         * PREANG  6
C          = 2 POUR DES ANGLES DONT LES COSINUS SONT EQUIREPARTIS  * PREANG  7
C          ENTRE -1 ET 1 PAR PAS DE 0.02                      * PREANG  8
C*****                                         PREANG  9
COMMON/ANGLES/A(73),C(101),FL(61,101),PL(61,101)        PREANG 10
COMMON/CONST/MI,SI,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA                  PREANG 11
C
RAD=180./PI                                         PREANG 12
C
IF(IDA.EQ.2) GO TO 20                           PREANG 13
C
C      CALCULATE COSINES OF EQUALLY SPACED ANGLES          FREANG 14
NA=73                                              FREANG 15
D=180./FLOAT(NA-1)                               FREANG 16
DO 1 I=1,NA                                      FREANG 17
A(I)=FLOAT(I-1)*D                                FREANG 18
1 C(I)=COS(A(I)/RAD)                            FREANG 19
GO TO 30                                         FREANG 20
C
C      CALCULATE EQUALLY SPACED COSINES                 FREANG 21
20 NA=101                                         FREANG 22
D=2.0/FLOAT(NA-1)                               FREANG 23
DO 25 I=1,NA                                     FREANG 24
25 C(I)=1.0-FLOAT(I-1)*D                         FREANG 25
30 CONTINUE                                       FREANG 26
C
DO 50 I=1,NA                                     FREANG 27
X=C(I)                                           FREANG 28
PL(1,I)=1.0                                         FREANG 29
PL(2,I)=X                                         FREANG 30
PL(1,I)=0.0                                         FREANG 31
PL(2,I)=-SQRT(1.0-X*X)                          FREANG 32
DO 40 L=3,61                                     FREANG 33
XL=FLOAT(L-1)                                    FREANG 34
PL(L,I)=((2.0*XL-1.0)*X*PL(L-1,I)-(XL-1.0)*PL(L-2,I))/XL  FREANG 35
PL(1,I)=((2.0*XL-1.0)*X*PL(1,I)-XL*PL(1,I))/(XL-1.0)  FREANG 36
40 CONTINUE                                       FREANG 37
50 CONTINUE                                       FREANG 38
C
RETURN                                         FREANG 39
END                                         FREANG 40
SUBROUTINE PRIPOT                                PRIPOT  2
C*****                                         PRIPOT  3
C      ECRITURE DES PARAMETRES DU FONTEIEL OPTIQUE          * PRIPOT  4
C*****                                         PRIPOT  5
PEAL MI,MT                                         PRIPOT  6
COMMON/CONST/MI,SI,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA              PRIPOT  7
COMMON/INOUT/IE,IS,IS1,IS2                         PRIPOT  8

```

C	COMMON/POTEN/A(5),POT(4,4),R(5),BETA,EWMAX	FRIPO	9
C	WRITE(IS,1)	FRIPO	10
C	WRITE(IS,10) ZI,MI,ZT,MT	FRIPO	11
C	WRITE(IS,3)	FRIPO	12
C	WRITE(IS,4) (POT(1,I),I=1,4),R(1),A(1)	FRIPO	13
C	IF(BETA.GT.0.0) WRITE(IS,11) BETA	FRIPO	14
C	IF(R(2).GE.0.0) WRITE(IS,5)	FRIPO	15
C	IF(R(2).LT.0.0) WRITE(IS,6)	FRIPO	16
C	R2=ABS(R(2))	FRIPO	17
C	WRITE(IS,4) (POT(2,I),I=1,4), R2 ,A(2)	FRIPO	18
C	IF(A(5).NE.0.0) WRITE(IS,13) A(5)	FRIPO	19
C	WRITE(IS,7)	FRIPO	20
C	WRITE(IS,4) (POT(3,I),I=1,4),R(3),A(3)	FRIPO	21
C	IF(EWMAX.NE.0.0) WRITE(IS,14) EWMAX	FRIPO	22
C	WRITE(IS,8)	FRIPO	23
C	WRITE(IS,4) (POT(4,I),I=1,4),R(4),A(4)	FRIPO	24
C	IF(R(5).EQ.0.0.AND.ZI.GT.0.0) WRITE(IS,12)	FRIPO	25
C	WRITE(IS,9) R(5)	FRIPO	26
C	FORMATS	FRIPO	27
C	FORMAT(1H,14X,60HTTRANSMISSION COEFFICIENTS CALCULATED FROM THE FO *OLLOWING OPTICAL MODEL PARAMETERS)	FRIPO	28
C	FORMAT(1H ,34X,6HCHARGE,29X,4HMASS,/,15X,10HPROJECTILE,10X,F6.1, *20X,1PE13.6,/,15X,6HTARGET,14X,0PF6.1,20X,1PE13.6,//)	FRIPO	29
C	FORMAT(1H ,15HSAXON REAL WELL,/)	FRIPO	30
C	FORMAT(1H ,10X,-4H = ,F9.4,3H + ,F9.4,6H *E + ,F9.4,9H * E*E + , *F9.4,8H * LN(E),10X,4H R = ,F8.4,10X,4H A = ,F8.4,/,/)	FRIPO	31
C	FORMAT(1H ,3HSAXON DERIVATIVE IMAGINARY WELL,/)	FRIPO	32
C	FORMAT(1H ,23HGAUSSIAN IMAGINARY WELL,/)	FRIPO	33
C	FORMAT(1H ,29HSAXON IMAGINARY WELL (VOLUME),/)	FRIPO	34
C	FORMAT(1H ,12HSPIN - CPSIT,/)	FRIPO	35
C	FORMAT(1H ,17HCOULOMB RADIUS = ,F9.4,/,/)	FRIPO	36
C	FORMAT(1H ,14X,80(1H+),//)	FRIPO	37
C	FORMAT(1H ,105X,7HDETA = ,F8.4,/,/)	FRIPO	38
C	FORMAT(1H ,20X,38HERROR : R(5) MUST BE DIFFERENT FROM 0.,5X, *60(1H*))	FRIPO	39
C	FORMAT(1H ,116X,CH+ .F8.4,4H * E,/,/)	FRIPO	40
C	FORMAT(1H ,46HIMAGINARY DEPTH AND RADIUS ARE CONSTANT ABOVE , *F3.4,4H MEV,/,/)	FRIPO	41
C	RETURN	FRIPO	42
C	END	FRIPO	43
C	SUBROUTINE FRITC(NE)	FRIPO	44
C*****		FRITC	45
C	ECRITURE DU TABLEAU RECAPITULATIF DES COEFFICIENTS DE	FRITC	46
C	TRANSMISSION (MOYENNES SUR LES J)	FRITC	47
C	ET DE LA SECTION EFFICACE DE FORMATION DU NOYAU COMPOSE	FRITC	48
C*****		FRITC	49
C	COMMON/CONGT/HI,SI,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA	FRITC	50
C	COMMON/ENER/E1,EH(10)	FRITC	51
C	COMMON/INOUT/IE,IS,IS1,IS2	FRITC	52
C	COMMON/TCE/TC(50,31)	FRITC	53
C	COMMON/XS/SE(50),SP(50),ST(50)	FRITC	54
C	WRITE(IS,14) MI,ZI,MT,ZT	FRITC	55
C	DETERMINATION DU LMAX FOUR L'IMPRESSION DES T(L) NEC=1	FRITC	56
C		FRITC	57

AIII.12

```

      IF(EIN(NE).GT.EIN(1)) NEC=NE          FRITC   18
      DO 1 L=1,31                         FRITC   19
         IF(TC(NEC,L).LT.0.5E-06) GO TO 2
1  CONTINUE                                FRITC   20
2  LMAX=L-1                               FRITC   21
   LMAX=MIN0(LMAX,22)                      FRITC   22
   KF=1                                    FRITC   23
   IF(LMAX.GT.11) KF=2                     FRITC   24
C
   DO 10 KE=1,KF                          FRITC   25
   LMIN=0                                  FRITC   26
   LPMAX=10                                FRITC   27
   IF(KE.EQ.2) GO TO 11                   FRITC   28
   WRITE(IS,15) (L,L=LMIN,LPMAX)          FRITC   29
   GO TO 12                                FRITC   30
11  LMIN=11                                FRITC   31
   LPMAX=LMAX-1                           FRITC   32
   WRITE(IS,16) (L,L=LMIN,LPMAX)          FRITC   33
   WRITE(IS,17)                            FRITC   34
12  CONTINUE                                FRITC   35
   LMIN=LMIN+1                           FRITC   36
   LFMAX=LFMAX+1                          FRITC   37
   DO 20 M=1,NE                          FRITC   38
      IF(KE.EQ.1) WRITE(IS,21) EIN(M),SR(M),(TC(M,L),L=LMIN,LPMAX)
      IF(KE.EQ.2) WRITE(IS,22) EIN(M),(TC(M,L),L=LMIN,LFMAX)
20  CONTINUE                                FRITC   39
   WRITE(IS,30)                            FRITC   40
10  CONTINUE                                FRITC   41
C
C   FORMATS                                FRITC   42
C
14  FORMAT(1H1.29X,14HPROJECTILE A=,F4.0,3X,2HZ=,F4.0,10X,9HCIBLE A=
     *,F5.0,3X,2HZ=,F5.0,//)             FRITC   43
15  FORMAT(1H ,7HENERGIE,CX,BHSIGMA R.,1X,11(5X,I2,3X),/)           FRITC   44
16  FORMAT(1H ,7HENERGIE,11X,11(5X,I2,3X),/)             FRITC   45
17  FORMAT(56X)                            FRITC   46
21  FORMAT(1H ,F6.3,2X,F9.2,1X,11(2X,F8.6))            FRITC   47
22  FORMAT(1H ,F6.3,12X,11(2X,F8.6))            FRITC   48
30  FORMAT(//)                            FRITC   49
C
C   RETURN                                 FRITC   50
END                                     FRITC   51
FUNCTION RACAH(A,B,C,D,E,F)           RACAH   52
C***** RACAH
C   CALCUL DES COEFFICIENTS DE RACAH W(A,B,C,D;E,F)      * RACAH   53
C
C   ATTENTION :   W(A,B,C,D;E,F) = (-1)**(A+B+C+D)*6-J(A,B,E;D,C,F) * RACAH   54
C
C   ---                                         * RACAH   55
C
C   D'APRES JOHN.G.WILLS      ORNL-TM-1949 (AUGUST 1967) * RACAH   56
C
C   ET COMP.PHYS.COMM. 2(1971)301          * RACAH   57
C
C   O.BERSILLON      AOUT 1977            * RACAH   58
C
C***** RACAH
DIMENSION I(16)                         RACAH   59
COMMON/FACTO/G(101)                      RACAH   60
EQUIVALENCE (I(1),I1),(I(2),I2),(I(3),I3),(I(4),I4),(I(5),I5),
*(I(6),I6),(I(7),I7),(I(8),I8),(I(9),I9),(I(10),I10),(I(11),I11),
*(I(12),I12),(I(13),I13),(I(14),I14),(I(15),I15),(I(16),I16) RACAH   61

```

AIII.13

C	RACAH=0.0	RACAH	20
C	CONVERT ARGUMENTS TO INTEGER AND MAKE USEFULL COMBINATIONS	RACAH	21
	JA=INT(2.0*A+0.001)	RACAH	22
	JB=INT(2.0*B+0.001)	RACAH	23
	JC=INT(2.0*C+0.001)	RACAH	24
	JD=INT(2.0*D+0.001)	RACAH	25
	JE=INT(2.0*E+0.001)	RACAH	26
	JF=INT(2.0*F+0.001)	RACAH	27
	I1 =JA+JB-JE	RACAH	28
	I2 =JB+JE-JA	RACAH	29
	I3 =JE+JA-JB	RACAH	30
	I4 =JC+JD-JE	RACAH	31
	I5 =JD+JE-JC	RACAH	32
	I6 =JE+JC-JD	RACAH	33
	I7 =JA+JC-JF	RACAH	34
	I8 =JC+JF-JA	RACAH	35
	I9 =JF+JA-JC	RACAH	36
	I10=JB+JD-JF	RACAH	37
	I11=JD+JF-JG	RACAH	38
	I12=JF+JB-JD	RACAH	39
	I13=JA+JB+JE	RACAH	40
	I14=JC+JD+JE	RACAH	41
	I15=JA+JC+JF	RACAH	42
	I16=JB+JD+JF	RACAH	43
C	CHECK TRIANGULAR INEQUALITIES, FIND NO. OF TERMS IN SUM,	RACAH	44
C	DIV. I BY 2	RACAH	45
	N=I16	RACAH	46
	DO 80 J=1,12	RACAH	47
	K=I(J)/2	RACAH	48
	IF(I(J)-2*K)300,40,300	RACAH	49
40	IF(K)300,50,50	RACAH	50
50	IF(K-N)60,70,70	RACAH	51
60	N=K	RACAH	52
70	I(J)=K+1	RACAH	53
80	CONTINUE	RACAH	54
C	FIND MINIMUM VALUE OF SUMMATION INDEX	RACAH	55
	IL=0	RACAH	56
	DO 100 J=13,16	RACAH	57
	I(J)=I(J)/2	RACAH	58
	IF(IL-I(J))90,100,100	RACAH	59
90	IL=I(J)	RACAH	60
100	CONTINUE	RACAH	61
	J1=IL-I13+1	RACAH	62
	J2=IL-I14+1	RACAH	63
	J3=IL-I15+1	RACAH	64
	J4=IL-I16+1	RACAH	65
	J5=I13+I4-IL	RACAH	66
	J6=I15+I5-IL	RACAH	67
	J7=I16+I6-IL	RACAH	68
	H= - EXP((G(I1)+G(I2)+G(I3)-G(I13+2)+G(I4)+G(I5)+G(I6)- *G(I14+2)+G(I7)+G(I8)+G(I9)-G(I15+2)+G(I10)+G(I11)+G(I12)-G(I16+2)) */2.0+G(IL+2)-G(J1)-G(J2)-G(J3)-G(J4)-G(J5)-G(J6)-G(J7))	RACAH	69
	IF((J5-2*(J5/2)).NE.0) H=-H	RACAH	70
	IF(N)300,110,120	RACAH	71
110	RACAH=H	RACAH	72
	GO TO 300	RACAH	73
120	S=1.0	RACAH	74
	Q=N-1	RACAH	75
	P=IL+2	RACAH	76
		RACAH	77
		RACAH	78
		RACAH	79

```

R=J1          PACAH   60
Q=J2          PACAH   61
V=J3          PACAH   62
W=J4          PACAH   63
X=JS-1        PACAH   64
Y=J6-1        PACAH   65
Z=J7-1        PACAH   66
DO 130 J=1,N
T=(P+Q)/(R+Q)*(X-Q)/(10+Q)*(Y-Q)/(V+Q)*(Z-Q)/(W+Q)
S=1.0-S*T
Q=Q-1.0
130 CONTINUE
PACAH=R*S
300 RETURN
END
SUBROUTINE PCWFN(PHO,ETA,MINL,MAXL,FC,FCP,GC,GCP,ACCUR,STEP)
PCWFN   2
C*****-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
PCWFN   3
C  COULOMB WAVE FUNCTIONS CALCULATED AT R = PHO
C  BY THE CONTINUED-FRACTION METHOD OF J.H. STEED
C  MINL, MAXL ARE ACTUAL L-VALUES
C
C  SEE A.P.BARNETT, D.H.FENG, J.H.STEED AND L.J.B.GOLDFARB
C  COMPUTER PHYSICS COMMUNICATIONS 8 (1974) 377-395
C*****-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*-----*
PCWFN   10
REAL K,K1,K2,K3,K4,M1,M2,M3,M4
DIMENSION FC(31),FCP(31),GC(31),GCP(31)
C
PACE=STEP
ACC=ACCUR
IF(PACE.LT.100.0) PACE=100.0
IF(ACC.LT.1.0E-15.OR.ACC.GT.1.0E-06) ACC=1.0E-06
P=PHO
KTR=1
LMAX=MAXL
LMINI=MINL+1
XL1=FLCAT(MINI,LMINI)
ETA2=ETA*ETA
TURN=ETA+SQRT(ETA2+XL1)
IF(R.LT.TURN.AND.AES(ETA).GE.1.0E-06) KTR=-1
KTRP=KTR
GO TO 2
1 R=TURN
TF=FP
TFP=FP
LMAX=MINL
KTRP=1
2 ETAR=ETA-R
PHOP=P+R
PL=FLOAT(LMAX+1)
PIX=PL+0.5
C  CONTINUED FRACTION FOR FP(MAXL)/F(MAXL) , XL IS F , XLPRIME IS FP
FP=ETA/PL+PL/R
DELETAR=2.0
DEL=0.0
D=0.0
F=1.0
K=(PL*PL-PL+ETAR)*(2.0*PL-1.0)
IF(PL*PL+PL+ETAR.NE.0.0) GO TO 3
RR=1.0E-06
GO TO 2
PCWFN   23
PCWFN   24
PCWFN   25
PCWFN   26
PCWFN   27
PCWFN   28
PCWFN   29
PCWFN   30
PCWFN   31
PCWFN   32
PCWFN   33
PCWFN   34
PCWFN   35
PCWFN   36
PCWFN   37
PCWFN   38
PCWFN   39
PCWFN   40
PCWFN   41
PCWFN   42
PCWFN   43
PCWFN   44
PCWFN   45
PCWFN   46

```

```

3 H=(PL*PL+ETA2)*(1.0-PL*PL)*RH02          RCWFN  47
K=K+DK+PL*PL*6.0                            RCWFN  48
D=1.0/(D+H+K)                                RCWFN  49
DEL=DEL*(D*K-1.0)                            RCWFN  50
IF(P.LT.PMX) DEL=-R*(PL*PL+ETA2)*(PL+1.0)*D/PL   RCWFN  51
PL=PL+1.0                                     RCWFN  52
FP=FP+DEL                                    RCWFN  53
IF(D.LT.0.0) F=-F                           RCWFN  54
IF(PL.GT.20000.0) GO TO 11                  RCWFN  55
IF(ABS(DEL/FP).GE.AC) GO TO 3               RCWFN  56
FP=F+FP                                      RCWFN  57
IF(LMAX.EQ.MINL) GO TO 5                   RCWFN  58
FC(LMAX+1)=F                               RCWFN  59
FCP(LMAX+1)=FP                            RCWFN  60
C  DOWNWARD RECURSION TO MINL FOR F AND FP, ARRAYS GC,GCP ARE STORAGE PCWFN  61
L=LMAX                                         RCWFN  62
DO 4 LP=LMINI,LMAX                          RCWFN  63
PL=FLOAT(L)                                 PCWFN  64
GC(L+1)=ETA/PL+PL/R                         PCWFN  65
GCP(L+1)=SQRT((ETA2+PL*PL)/PL)             PCWFN  66
FC(L)=(GC(L+1)*FC(L+1)+FCP(L+1))/GCP(L+1)  PCWFN  67
FCP(L)=GC(L+1)*FC(L)-GCP(L+1)*FC(L+1)     PCWFN  68
4 L=L-1                                       PCWFN  69
F=FC(LMIN1)                                 PCWFN  70
FP=FCP(LMIN1)                               PCWFN  71
5 IF(KTRP.EQ.-1.0) GO TO 1                  PCWFN  72
C  REPEAT FOR R = TURN IF PHO LT TURN      PCWFN  73
C  NOW OBTAIN P + I.Q FOR MINL FROM CONTINUED FRACTION (32)  PCWFN  74
C  REAL ARITHMETIC TO FACILITATE CONVERSION TO IBM USING REAL*8  PCWFN  75
P=0.0                                         PCWFN  76
Q=R-ETA                                     PCWFN  77
PL=0.0                                       PCWFN  78
AR=-(ETA2+XLL1)                            PCWFN  79
AI=ETA                                       PCWFN  80
BR=2.0*Q                                    PCWFN  81
BI=0.0                                       PCWFN  82
WI=2.0*ETA                                  PCWFN  83
DR=BR/(ER*BR+BI*BI)                         PCWFN  84
DI=-BI/(ER*ER+BI*DI)                        PCWFN  85
DP=-(AR*DI+AI*DR)                          PCWFN  86
DO=AR*DR-AI*DI                            PCWFN  87
6 P=P+DP                                     PCWFN  88
Q=Q+DQ                                     PCWFN  89
PL=PL+2.0                                   PCWFN  90
AR=AR+PL                                   PCWFN  91
AI=AI+WI                                   PCWFN  92
BI=I+2.0                                    PCWFN  93
D=AR*DR-AI*DI+BR                           PCWFN  94
DI=AI*DR+AR*DI+BI                           PCWFN  95
T=1.0/(D*D+DI*DI)                          PCWFN  96
DP=D*T                                     PCWFN  97
DI=-T*DI                                   PCWFN  98
H=DP*DR-BI*DI-1.0                           PCWFN  99
K=DI*DR+DP*DI                             PCWFN 100
T=DP*H-DQ*K                                PCWFN 101
DQ=DP*K+DQ*H                               PCWFN 102
DF=T                                         PCWFN 103
IF(PL.GT.46000.0) GO TO 11                 PCWFN 104
IF(ABS(DP)+ABS(DQ).GE.(ABS(P)+ABS(Q))*CC) GO TO 6  PCWFN 105
P=P*R                                     PCWFN 106

```

C	Q=Q/R	RCWFN	107
C	SOLVE FOR FP,G,GP AND NORMALISE F AT L = MINL	RCWFN	108
	G=(FP-P*F)/Q	RCWFN	109
	GP=P*G-Q*F	RCWFN	110
	W=1.0/SQRT(FP*G-F*GP)	RCWFN	111
	G=W*G	RCWFN	112
	GP=W*GP	RCWFN	113
	IF(KTR.EQ.1) GO TO 8	PCWFN	114
	F=TF	RCWFN	115
	FP=TFP	RCWFN	116
	LMAX=MAXL	RCWFN	117
C	RUNGE-KUTTA INTEGRATION OF G(MINL) AND GP(MINL) INWARDS FROM TURN	RCWFN	118
C	IF(RHO.LT.0.2*TURN) FACE=999.0	RCWFN	119
	R3=1.0/3.0	RCWFN	120
	H=(RHO-TURN)/(PACE+1.0)	RCWFN	121
	H2=0.5*H	PCWFN	122
	I2=IFIX(PACE+0.001)	RCWFN	123
	ETAH=ETA*H	RCWFN	124
	H2LL=H2*XLL1	RCWFN	125
	S=(ETAH+H2LL/R)/R-H2	RCWFN	126
7	RH2=R+H2	RCWFN	127
	T=(ETAH+H2LL/RH2)/RH2-H2	RCWFN	128
	K1=H2*GP	RCWFN	129
	M1=S*G	RCWFN	130
	K2=H2*(GP+M1)	RCWFN	131
	M2=T*(G+K1)	RCWFN	132
	K3=H*(GP+M2)	RCWFN	133
	M3=T*(G+K2)	RCWFN	134
	M3=M3+M3	RCWFN	135
	K4=H2*(GP+M3)	RCWFN	136
	RH=R+H	RCWFN	137
	S=(ETAH+H2LL/RH)/RH-H2	RCWFN	138
	M4=S*(G+K3)	RCWFN	139
	G=G+(K1+K2+K3+K4)*R3	RCWFN	140
	GP=GP+(M1+M2+M3+M4)*R3	RCWFN	141
	R=RH	RCWFN	142
	I2=I2-1	RCWFN	143
	IF(AB5(GP).GT.1.0E+300) GO TO 11	RCWFN	144
	IF(I2.GE.0) GO TO 7	RCWFN	145
	W=1.0/(FP*G-F*GP)	RCWFN	146
C	UPWARD RECURSION FROM GC(MINL) AND GCP(MINL),STORED VALUES ARE R,S	RCWFN	147
C	RENORMALISE FC,FCP FOR EACH L-VALUE	RCWFN	148
8	GC(LMIN1)=G	RCWFN	149
	GCP(LMIN1)=GP	RCWFN	150
	IF(LMAX.EQ.MINL) GO TO 10	RCWFN	151
DO 9	L=LMIN1,LMAX	RCWFN	152
	T=GC(L+1)	RCWFN	153
	GC(L+1)=(GC(L)*GC(L+1)-GCP(L))/GCP(L+1)	RCWFN	154
	GCP(L+1)=GC(L)*GCP(L+1)-GC(L+1)*T	RCWFN	155
	FC(L+1)=W*FC(L+1)	RCWFN	156
9	FCP(L+1)=W*FCP(L+1)	RCWFN	157
	FC(LMIN1)=FC(LMIN1)*W	RCWFN	158
	FCP(LMIN1)=FCP(LMIN1)*W	RCWFN	159
	GO TO 12	RCWFN	160
10	FC(LMIN1)=W*F	RCWFN	161
	FCP(LMIN1)=W*FP	RCWFN	162
	GO TO 12	RCWFN	163
11	W=0.0	RCWFN	164
	G=0.0	RCWFN	165
		RCWFN	166

```

GP=0.0          RCWFN   167
GO TO 8          RCWFN   168
12 RETURN        RCWFN   169
END             PCWFN   170
SUBROUTINE SCAT(LMAX,IFR)      SCAT    2
C*****SCAT***** SCAT   3
C   CALCUL DES COEFFICIENTS DE TRANSMISSION T(L,J)      * SCAT   4
C   ET DES AMPLITUDES DE DIFFUSION ETA(L,J)      * SCAT   5
C*****SCAT***** SCAT   6
REAL MI,MT,MT3,MU          SCAT    7
DOUBLE PRECISION A1,A2,A3,A4,A5      SCAT    8
DIMENSION A(5)          SCAT    9
DIMENSION U1(7),Y1(7)      SCAT   10
DIMENSION RV(5),POTE(4)      SCAT   11
DIMENSION FC(31),FCP(31),GC(31),GCP(31)      SCAT   12
COMMON/CONST/MI,SL,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA      SCAT   13
COMMON/ENER/E1,IIN(59)      SCAT   :
COMMON/INOUT/IE,IS,IS1,IS2      SCAT   15
COMMON/POTEN/AA(5),POT(4,4),RR(5),BETA,EWMAX      SCAT   16
COMMON/POTIN/FDTI(305),FDTIP(305),VSO(305)      SCAT   17
COMMON/PSI/FSIR,PSIIP,PSII,PSIIP      SCAT   18
COMMON/TLJ/BP(3,31),BI(3,31),T(3,31)      SCAT   19
C          SCAT   20
C          EPSTL=1.0E-06      SCAT   21
C          DO 1 I=1,3      SCAT   22
C          DO 1 J=1,31      SCAT   23
C          GP(I,J)=0.0      SCAT   24
C          BI(I,J)=0.0      SCAT   25
C          TI(I,J)=0.0      SCAT   26
C          1 CONTINUE      SCAT   27
C          SCAT   28
C          CONSTANTES      SCAT   29
C          SCAT   30
C          SCAT   31
C          MU=MI*MT/(MI+MT)      SCAT   32
C          EL=E1*(MI+MT)/MT      SCAT   33
C          WC=0.0473468*MU      SCAT   34
C          AK2=W2*E1      SCAT   35
C          AK=SQRT(AK2)      SCAT   36
C          ZZ=ZI*ZT      SCAT   37
C          ETA=0.15748603*ZZ*SQRT(MU/E1)      SCAT   38
C          MT3=MT**J..333333      SCAT   39
C          SCAT   40
C          MU = MASSE REDUITE      SCAT   41
C          AK2 = K**2      SCAT   42
C          AK = K      SCAT   43
C          WC = 2*AMU/(HD**2)      SCAT   44
C          SCAT   45
C          RAYONS PEELS      SCAT   46
C          SCAT   47
C          DO 2 I=1,5      SCAT   48
C          2 RV(I)=ABS(RR(I))*MT3      SCAT   49
C          SCAT   50
C          PROFONDEURS REELLES      SCAT   51
C          SCAT   52
C          DO 3 I=1,4      SCAT   53
C          FOTE(I)=POT(I,1)+POT(I,2)*EL+POT(I,3)*EL*EL+POT(I,4)*ALOG(EL)
C          IF(POTE(I).LT.0.) POTE(I)=0.0      SCAT   54
C          3 CONTINUE      SCAT   55
C          SCAT   56
C          SCAT   57

```

```

C      DIFFUSIVITES                               SCAT      58
C
C      DO 5 I=1,5                                SCAT      59
C      A(I)=AA(I)                                SCAT      60
C      IF(A(I)>4,4,5                            SCAT      61
C      4 A(I)=1.0                                SCAT      62
C      5 CONTINUE                                SCAT      63
C      IF(AA(2).GT.0.0) A(2)=AA(2)+AA(5)*EL    SCAT      64
C
C      POTENTIELS IMAGINAIRES CONSTANTS          SCAT      65
C
C      IF(EWMAX*(EL-EWMAX))8,8,6                SCAT      66
C      6 CONTINUE                                SCAT      67
C      DO 7 I=2,3                                SCAT      68
C      POTE(I)=POT(I,1)+POT(I,2)*EWMAX+POT(I,3)*EWMAX
C      *                                         +POT(I,4)*ALOG(EWMAX)
C      IF(POTE(I).LT.0.0) POTE(I)=0.0            SCAT      69
C      7 CONTINUE                                SCAT      70
C
C      IF(AA(2).GT.0.0) A(2)=AA(2)+AA(5)*EWMAX   SCAT      71
C      8 CONTINUE                                SCAT      72
C
C      RAYON DE RACCORDEMENT                     SCAT      73
C
C      R1=RV(1)+7.0*A(1)                          SCAT      74
C      R2=RV(2)+7.0*A(2)                          SCAT      75
C      R3=RV(3)+7.0*A(3)                          SCAT      76
C      RM=1.5*AMAX1(R1,R2,P3)                    SCAT      77
C      PHO=AK=RM                                  SCAT      78
C
C      FONCTIONS DE COULOMB AU POINT DE RACCORDEMENT SCAT      79
C
C      ACCUR=1.0E-14                             SCAT      80
C      STEP=999.0                                SCAT      81
C      CALL RCWFN(PHO,ETA,0,30,FC,FCP,GC,GCP,ACCR,STEP) SCAT      82
C
C      CALCUL DES POTENTIELS                      SCAT      83
C
C      NPT=200                                   SCAT      84
C      NPT3=NPT+3                               SCAT      85
C      H=PHI/FLOAT(NPT)                         SCAT      86
C
C      H = PAS D'INTEGRATION                     SCAT      87
C
C      VCL=AK*ETA/H2                           SCAT      88
C      IF(BETA.LE.0.0) GO TO 15                 SCAT      89
C      POTE(3)=0.0                               SCAT      90
C      C2=BETA*BETA/16.                         SCAT      91
C      C1=4.*H2*C2                            SCAT      92
C      DI=EXP(4.*C2*AK2)                        SCAT      93
C
C      15 CONTINUE                                SCAT      94
C
C      T1=1.0/EXP(RV(1)/A(1))                  SCAT      95
C      T2=1.0/EXP(RV(2)/A(2))                  SCAT      96
C      T3=1.0/EXP(RV(3)/A(3))                  SCAT      97
C      T4=1.0/EXP(RV(4)/A(4))                  SCAT      98
C
C      DT1=EXP(H/A(1))                         SCAT      99
C      DT2=EXP(H/A(2))                         SCAT     100
C      DT3=EXP(H/A(3))                         SCAT     101
C      DT4=EXP(H/A(4))                         SCAT     102

```

```

C      DO 100 I=1,NPT3          SCAT    118
C      R=FLOAT(I)*H            SCAT    119
C
C      POTENTIEL REEL           SCAT    120
C      T1=T1+DT1               SCAT    121
C      POTR(I)=+POTE(1)/(1.0+T1) SCAT    122
C
C      POTENTIEL IMAGINAIRE DE VOLUME   SCAT    123
C      T3=T3+DT3               SCAT    124
C      POTI(I)=+POTE(3)/(1.0+T3)          SCAT    125
C      IF(PR(2))19,19,25             SCAT    126
25 CONTINUE                         SCAT    127
C
C      + POTENTIEL IMAGINAIRE DE SURFACE ( DERIVEE DE W - S )  SCAT    128
C      T2=T2+DT2               SCAT    129
C      FOTI(I)=POTI(I)+4.0*POTE(2)*T2/((1.0+T2)**2)          SCAT    130
C      GO TO 20                SCAT    131
C
C      + POTENTIEL IMAGINAIRE DE SURFACE ( GAUSSIEN )          SCAT    132
19 YY=-((R-RV(2))/A(2)**2)          SCAT    133
IF(YY.LT.-600.) YY=-600.
FOTI(I)=POTI(I)+POTE(2)*EXP(YY)
20 CONTINUE                         SCAT    134
IF(BETA)23,C3,24                  SCAT    135
C
C      POTENTIEL "EQUIVALENT LOCAL" D'UN POTENTIEL NON-LOCAL  SCAT    136
24 CONTINUE                         SCAT    137
P1=C2/(POTR(I)*POTR(I)+POTI(I)*POTI(I))          SCAT    138
P4=T1/(1.+T1)                         SCAT    139
FS=T2/(1.+T2)                         SCAT    140
P2=-POTP(I)*P4/A(1)                   SCAT    141
P3=POTI(I)*(1.-2.*P5)/A(2)          SCAT    142
P4=P2      *(1.-2.*P4)/A(1)          SCAT    143
P5=POTI(I)*(1.-6.*P5*(1.-P5))/(A(2)*A(2))        SCAT    144
U2=P1*((POTR(I)*P2+POTI(I)*P3)*2./R+POTP(I)*P4+POTI(I)*P5) SCAT    145
YC=P1*((POTP(I)*P3-POTI(I)*P2)*C./R+POTR(I)*P5-POTI(I)*P4) SCAT    146
Y1(1)=FOTI(I)/(D1+C1+2.*D1*C1*POTP(I))          SCAT    147
U1(1)=(POTR(I)+POTI(I)*C1-Y1(1))/(D1+C1*POTP(I)) SCAT    148
DO 21 K=1,6                         SCAT    149
P1=C1*Y1(K)-Y2                      SCAT    150
P1=SIN(P1)                          SCAT    151
P1=COS(P1)                          SCAT    152
P3=1./(D1*EXP(C1*U1(K)-U2))          SCAT    153
U1(K+1)=(POTP(I)*P1+POTI(I)*P2)*P3          SCAT    154
Y1(K+1)=(POTI(I)*P1-POTP(I)*P2)*P3          SCAT    155
21 CONTINUE                         SCAT    156
P1=U1(7)-2.*U1(6)+U1(5)              SCAT    157
IF(P1)31,32,31                      SCAT    158
32 FOTR(I)=U1(7)                     SCAT    159
GO TO 33                           SCAT    160
31 POTP(I)=U1(7)-((U1(7)-U1(6))**2)/P1          SCAT    161
33 P2=Y1(7)-2.*Y1(6)+Y1(5)          SCAT    162
IF(P2)35,34,35                      SCAT    163
34 POTI(I)=Y1(7)                     SCAT    164
GO TO 23                           SCAT    165
35 FOTI(I)=Y1(7)-((Y1(7)-Y1(6))**2)/P2          SCAT    166
23 CONTINUE                         SCAT    167
C      POTENTIEL REEL + POTENTIEL COULOMBIEN          SCAT    168
C

```

```

      IF(ZZ)14,18,14          SCAT   178
14 IF(R-RV(5))17,16,16    SCAT   179
16 POTR(I)=POTP(I)-2.0*VCL/R  SCAT   180
      GO TO 18               SCAT   181
17 POTR(I)=POTR(I)-VCL*(3.0-(R/RV(5))*#2)/RV(5)  SCAT   182
18 CONTINUE                 SCAT   183
C
C      POTENTIEL SPIN - ORBITE  SCAT   184
T4=T4*DT4                  SCAT   185
VSO(I)=+2.043655*POTE(4)*T4/(A(4)*R*((1.0+T4)**2))  SCAT   186
C
C      POTR(I)=-POTR(I)*W2    SCAT   187
FOTI(I)=-POTI(I)*W2        SCAT   188
VSO(I) =-VSO(I) *W2         SCAT   189
100 CONTINUE                 SCAT   190
C
C      IPL=IFIX(2.0*SI+1.001)  SCAT   191
C      IPL = 2*S+1            SCAT   192
DO 200 L=1,31               SCAT   193
LMAX=L                      SCAT   194
FL=FLOAT(L-1)                SCAT   195
SL=FL*(FL+1.)                SCAT   196
FJ=FL-SI-1.                  SCAT   197
DO 190 J=1,IPL              SCAT   198
FJ=FJ+1.                     SCAT   199
IF(FJ.LT.ABS(FL-SI)) GO TO 190  SCAT   200
SPO=FJ*(FJ+1.)-FL*(FL+1.)-SI*(SI+1.)  SCAT   201
C
C      CALL INTEG(NFT,H,SL,SPO)  SCAT   202
C
C      PSIR =           PARTIE REELLE DE LA FONCTION D'ONDE INT.  SCAT   203
C      PSIRP = DERIVEE DE LA PARTIE REELLE DE LA FONCTION D'ONDE INT.  SCAT   204
C      PSII =           PARTIE IMAGINAIRE DE LA FONCTION D'ONDE INT.  SCAT   205
C      PSIIP = DERIVEE DE LA PARTIE IMAGINAIRE DE LA FONCTION D'ONDE INT.  SCAT   206
T1=FC (L)                    SCAT   207
T2=FCP(L)*AK                SCAT   208
T3=GC (L)                    SCAT   209
T4=GCP(L)*AK                SCAT   210
A1=-(T1*PSIRP-T2*PSIR+T3*PSIIP-T4*PSII)  SCAT   211
A2=-(T1*PSIIP-T2*PSII-T3*PSIRP+T4*PSIR)  SCAT   212
A3=+(T1*PSIRP-T2*PSIP-T3*PSIIP+T4*PSII)  SCAT   213
A4=+(T1*PSIIP-T2*PSII+T3*PSIRP-T4*PSIR)  SCAT   214
A5=A1*A1+A2*A2              SCAT   215
C
C      A1 = PARTIE REELLE DU DENOMINATEUR  SCAT   216
C      A2 = PARTIE IMAGINAIRE DU DENOMINATEUR  SCAT   217
C      A3 = PARTIE REELLE DU NUMERATEUR  SCAT   218
C      A4 = PARTIE IMAGINAIRE DU NUMERATEUR  SCAT   219
C      A5 = MODULE DU DENOMINATEUR  SCAT   220
ETR=SNGL(1.0D+00-(A3*A1+A2*A4)/A5)  SCAT   221
ETI=SNGL((A4-A1-A2*A3)/A5)  SCAT   222
C
C      ETR = 1.0 - PARTIE REELLE DE L'AMPLITUDE DE DIFFUSION  SCAT   223
C      ETI = PARTIE IMAGINAIRE DE L'AMPLITUDE DE DIFFUSION  SCAT   224
BR(J,L)=ETR  SCAT   225
BI(J,L)=ETI  SCAT   226
T (J,L)=SNGL(1.0D+00-(A1*A1+A2*A2)*(A3*A3+A4*A4)/(A5*A5))  SCAT   227
C
C      190 CONTINUE  SCAT   228
      IF(BR(IPL,L)>05,205,195  SCAT   229
195 IF(ABS(T(IPL,L)/T(IPL,1))-EPSTL)>10,200,200  SCAT   230
200 CONTINUE  SCAT   231
      SCAT   232
      SCAT   233
      SCAT   234
      SCAT   235
      SCAT   236
      SCAT   237

```

```

      GO TO 210                                SCAT   238
C
 205 DO 206 J=1,IPL                         SCAT   239
     BR(J,LMAX)=0.0                           SCAT   240
     BI(J,LMAX)=0.0                           SCAT   241
     T (J,LMAX)=0.0                           SCAT   242
 206 CONTINUE                                SCAT   243
     LMAX=LMAX-1                            SCAT   244
 210 LM1=LMAX-1                            SCAT   245
     IF(IFR.GT.0) WRITE(IS,10) AK,ETA,RM,H,NPT,LM1
 10 FORMAT(1H ,3X,3HK =,1PE12.5,5X,SHETA =,E12.5,5X,4HRM =,E12.5,5X,
     *4HRD =,E12.5,5X,I4,7H POINTS,10X,6HLMAX =,I3,///)
C
C      RETURN                                SCAT   246
C      END                                   SCAT   247
C      SUBROUTINE SHAPEC(LMAX,IDA,NA,IPL)    SHAPEC  2
C*****SHAPE ELASTIC DIFFERENTIAL CROSS-SECTION      SHAPEC  3
C      FOR CHARGED PARTICLES                  * SHAPEC  4
C                                              * SHAPEC  5
C*****SHAPEC                                     SHAPEC  6
      COMPLEX CGAMMA                          SHAPEC  7
      COMPLEX AI,UMC,Z,ZEPOC                 SHAPEC  8
      COMPLEX CSIGL(31),ETAC(3,31),FC(101)   SHAPEC  9
      COMPLEX C1(31),C2(31),C3(31),C4(31)   SHAPEC 10
      COMPLEX Z1,Z2,Z3,Z4                     SHAPEC 11
      COMPLEX A(101),B(101),C(101),D(101)   SHAPEC 12
      DIMENSION SIGL(31),DSIG(101),DSIGR(101) SHAPEC 13
      DIMENSION PAP(101),POLAR(101)          SHAPEC 14
      COMMON/ANGLES/ANG(73),CANS(101),PL(61,101),PL1(61,101)
      COMMON/CONST/MI,SI,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA
      COMMON/INOUT/IE,IS,IS1,IS2
      COMMON/TLJ/ETAR(3,31),ETAI(3,31),T(3,31)
      DATA AI/(0.0,1.0)/                      SHAPEC 15
      DATA UMC/(1.0,0.0)/                      SHAPEC 16
      DATA ZEROC/(0.0,0.0)/                    SHAPEC 17
C
      RAD=180./PI                            SHAPEC 18
      AK=SQR1(AK2)                          SHAPEC 19
C
      DO 10 I=1,NA                          SHAPEC 20
      RAP(I)=0.0                            SHAPEC 21
      DSIG(I)=0.0                            SHAPEC 22
      DSIGR(I)=1.0                           SHAPEC 23
      POLAR(I)=0.0                           SHAPEC 24
      FC(I)=ZEROC                          SHAPEC 25
 10 CONTINUE                                SHAPEC 26
      RAP(1)=1.0                            SHAPEC 27
C
      DO 20 L=1,LMAX                         SHAPEC 28
      CSIGL(L)=UMC                          SHAPEC 29
      DO 15 I=1,IPL                         SHAPEC 30
        ETAC(I,L)=CMPLX(1.0-ETAR(I,L),ETAI(I,L))
 15 CONTINUE                                SHAPEC 31
 20 CONTINUE                                SHAPEC 32
C
      IF(ETA)>5,90,25                         SHAPEC 33
C
C      CALCUL DES DEPHASAGES COULOMBIENS
 25 CONTINUE                                SHAPEC 34
      Z=CMPLX(1.0,ETA)                      SHAPEC 35
C

```

```

Z=CGAMMA(Z)                               SHAPEC 47
SIG0=AIMAG(CLOG(Z))                      SHAPEC 49
C
SOM=0.0                                     SHAPEC 49
DO 40 L=1,LMAX                           SHAPEC 51
AI=FLOAT(L)                                SHAPEC 52
SIGL(L)=SIG0+SOM                          SHAPEC 53
CSIGL(L)=CEXP(2.0*AI*SIGL(L))            SHAPEC 54
SCM=SOM*ATAN(ETA,AL)                     SHAPEC 55
40 CONTINUE                                 SHAPEC 56
C
C   CALCUL DE L'AMPLITUDE DE DIFFUSION COULOMBIENNE
DO 50 I=1,NA                             SHAPEC 57
ARG=0.5*(1.0-CANG(I))                   SHAPEC 58
IF(ARG)49,50,49                          SHAPEC 59
49 CONTINUE                                 SHAPEC 60
Z=-AI*ETA*ALOG(ARG)+2.0*AI*SIG0        SHAPEC 61
FC(I)=-ETA*CEXP(Z)/(2.0*ARG)           SHAPEC 62
DSIGR(I)=CABS(FC(I))**2/AK2            SHAPEC 63
DSIGR(I)=10.0*DSIGR(I)                  SHAPEC 64
50 CONTINUE                                 SHAPEC 65
C
90 GO TO (100,200,300),IPL               SHAPEC 66
C
C   SPIN 0 PARTICLES
*****                                 SHAPEC 67
C
100 CONTINUE                               SHAPEC 68
DO 110 L=1,LMAX                           SHAPEC 69
AL=FLOAT(L-1)                            SHAPEC 70
C1(L)=CSIGL(L)*(2.0*AL+1.0)*(1.0-ETAC(1,L))
110 CONTINUE                                 SHAPEC 71
C
DO 130 I=1,NA                           SHAPEC 72
Z1=ZEROC
DO 120 L=1,LMAX                           SHAPEC 73
Z1=Z1+C1(L)*FL(L,I)
120 CONTINUE                                 SHAPEC 74
A(I)=(FC(I)+AI*Z1/2.0)/AK              SHAPEC 75
DSIG(I)=CABS(A(I))**2                 SHAPEC 76
DSIG(I)=10.0*DSIG(I)                   SHAPEC 77
IF(I-1)130,130,129
129 PAP(I)=DSIG(I)/DSIGR(I)
130 CONTINUE                                 SHAPEC 78
GO TO 1000                                SHAPEC 79
C
C   SPIN 1/2 PARTICLES
*****                                 SHAPEC 80
C
200 CONTINUE                               SHAPEC 81
DO 210 L=1,LMAX                           SHAPEC 82
AL=FLOAT(L-1)                            SHAPEC 83
C1(L)=CSIGL(L)*(AL+1.0)*(1.0-ETAC(2,L))+AL*(1.0-ETAC(1,L))
C2(L)=CSIGL(L)*(ETAC(1,L)-ETAC(2,L))
210 CONTINUE                                 SHAPEC 84
C
DO 230 I=1,NA                           SHAPEC 85
Z1=ZEROC
Z2=ZEROC
DO 220 L=1,LMAX                           SHAPEC 86
Z1=Z1+C1(L)*PL(L,I)
Z2=Z2+C2(L)*PL1(L,I)
220 CONTINUE                                 SHAPEC 87
SHAPEC 88
SHAPEC 89
SHAPEC 90
SHAPEC 91
SHAPEC 92
SHAPEC 93
SHAPEC 94
SHAPEC 95
SHAPEC 96
SHAPEC 97
SHAPEC 98
SHAPEC 99
SHAPEC 100
SHAPEC 101
SHAPEC 102
SHAPEC 103
SHAPEC 104
SHAPEC 105
SHAPEC 106

```

```

220 CONTINUE                               SHAPEC 107
  A(I)=(FC(I)+AI*Z1/2.0)/AK               SHAPEC 108
  B(I)=Z2/12.0*AK                         SHAPEC 109
  DSIG(I)=CABS(A(I))*2+CABS(B(I))*2      SHAPEC 110
  DSIG(I)=10.0-DSIG(I)                     SHAPEC 111
  FOLAP(I)=CAES(B(I)*CONJG(A(I))+A(I)*CONJG(B(I)))/DSIG(I) SHAPEC 112
  IF(I-1)C30,C30,229                      SHAPEC 113
229 RAP(I)=DSIG(I)/DSIGR(I)                SHAPEC 114
230 CONTINUE                                SHAPEC 115
  GO TO 1000                               SHAPEC 116
C                                         SHAPEC 117
C   SPIN 1 PARTICLES                      SHAPEC 118
C   *****                                 SHAPEC 119
  300 CONTINUE                                SHAPEC 120
  GO TO 1000                               SHAPEC 121
C                                         SHAPEC 122
  1000 CONTINUE                               SHAPEC 123
C                                         SHAPEC 124
C                                         SHAPEC 125
C   ECPTURE DE LA DISTRIBUTION ANGULAIRE    SHAPEC 126
  IF(IDA.EQ.1) WRITE(IS,410)                 SHAPEC 127
  IF(IDA.EQ.2) WRITE(IS,411)                 SHAPEC 128
  NAA=NA/2+1                                SHAPEC 129
  DO 420 I=1,NAA                           SHAPEC 130
  IMIN=2*(I-1)+1                          SHAPEC 131
  IMAX=C+I                                 SHAPEC 132
  IF(IMAX.GT.NA) IMAX=NA                   SHAPEC 133
  IF(IDA.EQ.1) WRITE(IS,422)(ANG(J),DSIG(J),DSIGR(J),RAP(J),POLAR(J) SHAPEC 134
  *,J=IMIN,IMAX)                          SHAPEC 135
  IF(IDA.EQ.2) WRITE(IS,422)(CANG(J),DSIG(J),DSIGR(J),RAP(J),POLAR(J) SHAPEC 136
  *,J=IMIN,IMAX)                          SHAPEC 137
  420 CONTINUE                                SHAPEC 138
C                                         SHAPEC 139
C   FORMATS                                 SHAPEC 140
C                                         SHAPEC 141
  410 FORMAT(1H1,4GX,4CHSHAPE ELASTIC DIFFERENTIAL CROSS-SECTION,/1H ,
  *4GX,401H*) ,//,1H ,2(4X,9H      TETA,3X,1HDSIG(TETA),2X,
  *1HDSIGP(TETA),3X,10HDSIG/DSIGR,1X,12HPOLARISATION),/) SHAPEC 142
  411 FORMAT(1H1,4GX,4CHSHAPE ELASTIC DIFFERENTIAL CROSS-SECTION,/1H ,
  *4GX,401H*) ,//,1H ,2(4X,9HCSG(TETA),3X,10HDSIG(TETA),2X,
  *1HDSIGP(TETA),3X,10HDSIG/DSIGR,1X,12HPOLARISATION),/) SHAPEC 143
  422 FORMAT(1H ,1P,5E13.5,2X,5E13.5)        SHAPEC 144
  RETURN                                     SHAPEC 145
  END                                       SHAPEC 146
  SUBROUTINE SHAPEL(LMAX,IDA,NA,IPL)        SHAPEC 147
*****                                     SHAPEL 148
C   SHAPE ELASTIC DIFFERENTIAL CROSS-SECTION  * SHAPEL 149
C   FOR NEUTRONS                            * SHAPEL 150
*****                                     SHAPEL 151
  DIMENSION EL(61),DA(101)                  SHAPEL 152
  COMMON/ANGLES/A(73),C(101),FL(61,101),PL1(61,101) SHAPEL 153
  COMMON/CONST/MI,SI,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA SHAPEL 154
  COMMON/INOUT/IF,IS,IS1,IS2                SHAPEL 155
  COMMON/TIJ,BR(3,31),DI(3,31),T(3,31)     SHAPEL 156
C                                         SHAPEL 157
  RAD=180./PI                               SHAPEL 158
  LMAX2=C*LMAX-1                           SHAPEL 159
C                                         SHAPEL 160
  DO 100 IL=1,LMAX2                        SHAPEL 161
  AL=FLOAT(IL-1)                           SHAPEL 162

```

```

SOM=0.0
DO 90 IL1=1,LMAX
AL1=FLOAT(IL1-1)

C DO 80 IL2=1,LMAX
TEST L + L1 + L2 PAIR
K1=IL+IL1+IL2
K2=K1/2
IF(K1-2*K2)50,80,50
50 CONTINUE
AL2=FLOAT(IL2-1)
AJ1=AL1-SI-1.0

C DO 70 IJ1=1,IPL
AJ1=AJ1+1.0
IF(AJ1.LT.ABS(AL1-SI)) GO TO 70
AJ2=AL2-SI-1.0

C DO 60 IJ2=1,IPL
AJ2=AJ2+1.0
IF(AJ2.LT.ABS(AL2-SI)) GO TO 60
Z=SRPT((2.0*AL1+1.0)*(2.0*AL2+1.0)*(2.0*AJ1+1.0)*(2.0*AJ2+1.0))*Z
*CLEB(AL1,AL2,AL,0.0,0.0,0.0)*PACAH(AL1,AJ1,AL2,AJ2,SI,AL1)
C Z = COEFFICIENT DE BLATT ET BIEDENHARN, VOIR VALEURS TABULEES
C L.C.BIEDENHARN CERNL-1953
ZC=Z*Z
S=SR(IJ1,IL1)*SR(IJ2,IL2) + BI(IJ1,IL1)*BI(IJ2,IL2)
SOI=SOM+ZC*S
60 CONTINUE
70 CONTINUE
80 CONTINUE
90 CONTINUE
BL(IL)=10.0*SOM/(8.0*AK2)
100 CONTINUE

C DISTRIBUTION ANGULAIRE
DO 210 I=1,NA
SOM=0.0
DO 200 L=1,LMAX2
200 SOM=SOM+BL(L)*PL(L,I)
DA(I)=SOM
210 CONTINUE

C CALCUL DE L'INTEGRALE DE LA D.A.
SOM=0.0
IF(IDA.EQ.2) GO TO 290
DO 270 I=2,NA
270 SOM=SOM+0.5*(DA(I)*SIN(A(I)/RAD)+DA(I-1)*SIN(A(I-1)/RAD))
SOM=SOM*2.5/RAD
GO TO 310
290 CONTINUE
DO 300 I=1,NA
300 SOM=SOM+DA(I)
SOM=SOM-0.5*(DA(1)+DA(NA))
SOM=SOM*0.02
310 SOM=2.0*PI*SOM

C ECRITURE DE LA DISTRIBUTION ANGULAIRE
IFI(IDA.EQ.1) WRITE(18,225)

```

```

IF(IDA.EQ.2) WRITE(IS,221)
NAA=NA/4+1
DO 220 I=1,NAA
IMIN=4*(I-1)+1
IMAX=4*I
IF(IMAX.GT.NA) IMAX=NA
IF(IDA.EQ.1) WRITE(IS,222) (A(J),DA(J),J=IMIN,IMAX)
IF(IDA.EQ.2) WRITE(IS,222) (C(J),DA(J),J=IMIN,IMAX)
220 CONTINUE
C
      B1=4.0*PI*BL(1)
      WRITE(IS,240) SOM,B1
C
C ECRITURE DES COEFFICIENTS DU DEVELOPPEMENT EN POLYNOME DE
C LEGENDE ( DEFINITION DE ENDF )
DO 400 L=2,LMAX2
IL=L-1
AL=FLOAT(IL)
BL(IL)=BL(L)/((2.0*AL+1.0)*BL(1))
400 CONTINUE
BL(1)=1.0
WRITE(IS,401)
NL=LMAX2/5
IFI((LMAX2-5*NL).GT.0) NL=NL+1
DO 410 L=1,NL
LMI=5*(L-1)
LMA=5*L-1
IFI((LMA+1).GT.LMAX2) LMA=LMAX2-1
WRITE(IS,402) (LM,BL(LM+1),LM=LMI,LMA)
410 CONTINUE
C
C FORMATS
C
221 FORMAT(1H1,46X,40HSHAPE ELASTIC DIFFERENTIAL CROSS-SECTION,/,,1H ,
*46X,40(1H4),///,1H ,5X,4(9HCCS(TETA),2X,15HD.SIGMA/D.OMEGA,6X),/)
222 FORMAT(1H ,5X,4(1PE12.5,2X,E12.5,6X))
225 FORMAT(1H1,46X,40HSHAPE ELASTIC DIFFERENTIAL CROSS-SECTION,/,,1H ,
*46X,40(1H4),///,1H ,5X,4(9H TETA ,2X,15HD.SIGMA/D.OMEGA,6X),/)
240 FORMAT(//,,1H ,10HINTEGPA =,1PE12.5,3H MB,10X,7HBL(0) =,E12.5,
 *3H MB,///)
401 FORMAT(///,1H ,7X,5(2X,1H,7X,5HBL(L),10X),/)
402 FORMAT(1H ,7X,5(I3,3X,1PE14.7,5X))
      RETURN
      END
      SUBROUTINE SPINO(N,LMAX,IPR)
C*****
C ECRITURE DES COEFFICIENTS DE TRANSMISSION T(L,J)           * SPINO
C CALCUL DES SECTIONS EFFICACES - FORMATION DU NOYAU COMPOSE   * SPINO
C                               SHAPE ELASTIQUE                   * SPINO
C                               TOTALE                         * SPINO
C SPIN DE LA PARTICULE INCIDENTE = 0                           * SPINO
C*****
REAL MT,MT
COMMON/CONST/MI,GI,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA
COMMON/ENEP/E1,EIN(50)
COMMON/INOUT/IE,IS,ISI,ISC
COMMON/TCE/TC(50,31)
COMMON/TLJ/BR(3,31),BI(3,31),T(3,31)
COMMON/XS/SE(50),SR(50),ST(50)

```



```

K=L-1                               SPIN05   26
AL=FLOAT(L-1)                      SPIN05   27
AL1=AL+1.0                          SPIN05   28
AL2=2.0*AL+1.0                     SPIN05   29
TM=(AL1*T(2,L)+AL*T(1,L))/AL2      SPIN05   30
TC(N,L)=TM                         SPIN05   31
SR(N)=SP(N)+AL1*(2.0*BR(2,L)-BR(2,L)*BR(2,L)-BI(2,L)*BI(2,L))    SPIN05   32
*          +AL *(2.0*BR(1,L)-BR(1,L)*BR(1,L)-BI(1,L)*BI(1,L))    SPIN05   33
SE(N)=SE(N)+AL1*(ER(2,L)*BR(2,L)+BI(2,L)*BI(2,L))                  SPIN05   34
*          +AL *(ER(1,L)*BR(1,L)+BI(1,L)*BI(1,L))                  SPIN05   35
ST(N)=ST(N)+(2.0*ER(2,L))          SPIN05   36
*          +AL *(2.0*ER(1,L))          SPIN05   37
IF(IPR.EQ.0) GO TO 10              SPIN05   38
B1=(AL1*BR(2,L) + AL*BR(1,L))/AL2      SPIN05   39
B2=(AL1*BI(2,L) + AL*BI(1,L))/AL2      SPIN05   40
WRITE(IS,20) K,TM,B1,B2,(T(I,L),BR(I,L),BI(I,L),I=1,2)      SPIN05   41
10 CONTINUE                         SPIN05   42
11 CONTINUE                         SPIN05   43
C SECTION EFFICACES EN MB          SPIN05   44
SE(N)=10.0*SE(N)*PI/AK2            SPIN05   45
SP(N)=10.0*SP(N)*PI/AK2            SPIN05   46
ST(N)=10.0*ST(N)*PI/AK2            SPIN05   47
C
S0=TC(N,1)/(2.0*PI*SQRT(1.0E+06*E1))      SPIN05   48
R2=R(1)*R(1)*(MT**0.666666667)      SPIN05   49
P1=(AK2*R2)/(1.0+AK2*R2)            SPIN05   50
S1=TC(N,2)/(2.0*PI*P1*SQRT(1.0E+06*E1))      SPIN05   51
RP=SQRT(SE(N)/(40.0*PI))           SPIN05   52
SPIN05   53
C
IF(IPR.EQ.0) GO TO 200             SPIN05   54
EL=E1*(MI+MT)/MT                 SPIN05   55
WRITE(IS,30) E1,SP(N),EL,SE(N),ST(N)      SPIN05   56
IF(E1.LT.0.1) WRITE(IS,31) S0,S1,RP      SPIN05   57
SPIN05   58
C FORMATS                         SPIN05   59
C
5 FORMAT(1H ,3X,1HL,7X,5HTC(L),3X,9H1 - ETA R,7X,5HETA I,9X,
*10HT(L,L-1/2),3X,9H1 - ETA R,7X,5HETA I,9X,10HT(L,L+1/2),3X,      SPIN05   60
*9H1 - ETA R,7X,5HETA I,/)        SPIN05   61
SPIN05   62
20 FORMAT(1H ,I4,1P3E12.4,2(7X,3E12.4))      SPIN05   63
SPIN05   64
30 FORMAT(//,1H ,F8.4,7H MEV CM,5X,3CHCOMPOUND NUCLEUS CROSS SECTION,    SPIN05   65
*1PE14.7,/,1H ,0PF8.4,0H MEV LAB,7X,27HSHAPE ELASTIC CROSS SECTION,    SPIN05   66
*1PE14.7,/,1H ,31X,19HTOTAL CROSS SECTION,E14.7,3H MB,//)      SPIN05   67
SPIN05   68
31 FORMAT(1H ,27X,23HSTRENGTH FUNCTIONS S0,1PE14.7,/,1H ,48X,2HS1,    SPIN05   69
*E14.7,/,1H ,33X,17HSCATTERING RADIUS,E14.7,//)      SPIN05   70
SPIN05   71
C
200 RETURN                         SPIN05   72
END                                SPIN05   73
SUBROUTINE SPIN1(N,LMAX,IPR)        SPIN1    2
C***** **** C***** **** C***** **** C***** **** C***** **** C***** **** C***** ****
C ECRITURE DES COEFFICIENTS DE TRANSMISSION T(L,J)          * SPIN1   3
C CALCUL DES SECTIONS EFFICACES - FORMATION DU NOYAU COMPOSE * SPIN1   4
C                                     SHAPE ELASTIQUE          * SPIN1   5
C                                     TOTALE                * SPIN1   6
C SPIN DE LA PARTICULE INCIDENTE = 1          * SPIN1   7
C***** **** C***** **** C***** **** C***** **** C***** **** C***** **** C***** ****
REAL MI,MT                           SPIN1   8
COMMON/CONST/MI,SI,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA      SPIN1   9
COMMON/ENER/E1,EIN(50)                  SPIN1  10
COMMON/INOUT/IE,IS,IS1,IS2              SPIN1  11
SPIN1   12
SPIN1   13

```

```

COMMON/TCE/TC(50,31) SPIN1
COMMON/TLJ/ER(3,31),BI(3,31),T(3,31) SPIN1
COMMON/XS/SE(50),SR(50),ST(50) SPIN1

C      SE(N)=0.0 SPIN1
C      SR(N)=0.0 SPIN1
C      ST(N)=0.0 SPIN1

C      IF(IFR.EQ.1) WRITE(IS,5)
C
      DO 10 L=1,LMAX SPIN1
      K=L-1 SPIN1
      AL=FLOAT(L-1) SPIN1
      AL1=2.0*AL-1.0 SPIN1
      AL2=2.0*AL+1.0 SPIN1
      AL3=2.0*AL+3.0 SPIN1
      TM=(AL3*T(3,L)+AL2*T(2,L)+AL1*T(1,L))/(3.0*AL) SPIN1
      TC(N,L)=TM SPIN1
      SR(N)=SP(N)+AL3*(2.0*ER(3,L)-EP(3,L)*ER(3,L)-BT(3,L)*SI(3,L)) SPIN1
      *          +AL1*(2.0*ER(1,L)-EP(1,L)*ER(1,L)-BT(1,L)*SI(1,L)) SPIN1
      *          +AL2*(EP(2,L)*EP(2,L)+BT(2,L)*SI(2,L)) SPIN1
      SE(N)=SE(N)+AL3*(EP(3,L)*EP(3,L)+BT(3,L)*SI(3,L)) SPIN1
      *          +AL2*(EP(2,L)*EP(2,L)+BT(2,L)*SI(2,L)) SPIN1
      *          +AL1*(EP(1,L)*EP(1,L)+BT(1,L)*SI(1,L)) SPIN1
      ST(N)=ST(N)+AL3*2.0*EP(3,L) SPIN1
      *          +AL2*2.0*EP(2,L) SPIN1
      *          +AL1*2.0*EP(1,L) SPIN1
      IF(IFR.EQ.0) GO TO 10 SPIN1
      B1=(AL3*EP(3,L)+AL2*EP(2,L)+AL1*EP(1,L))/(3.0*AL2) SPIN1
      B2=(AL3*2*I(3,L)+AL2*2*I(2,L)+AL1*2*I(1,L))/(3.0*AL2) SPIN1
      WRITE(IS,20) K,TM,B1,B2,(T(I,L),ER(I,L),BI(I,L),I=1,3) SPIN1
10 CONTINUE SPIN1
      SE(N)=SE(N)/3.0 SPIN1
      SR(N)=SR(N)/3.0 SPIN1
      ST(N)=ST(N)/3.0 SPIN1

C      SECTION EFFICACES EN MB SPIN1
      SE(N)=10.0*SE(N)*PI/AE2 SPIN1
      SR(N)=10.0*SR(N)*PI/AE2 SPIN1
      ST(N)=10.0*ST(N)*PI/AE2 SPIN1

C      IF(IFR.EQ.0) GO TO 200 SPIN1
      EL=E1*(NI+NT)/NT SPIN1
      WRITE(IS,30) E1,SR(N),EL,SE(N),ST(N) SPIN1
C      FORMATS SPIN1
C
      5 FORMAT(1H ,1X,1HL,7X,SHTC(L),3X,9H1 - ETA P,7X,SHETA I,3X, SPIN1
      *SHT(L,L-1),1X,9H1 - ETA P,5X,SHETA I,5X,6HT(L,L),1X,9H1 - ETA P, SPIN1
      *5X,SHETA I,3X,6HT(L,L+1),1X,9H1 - ETA R,5X,SHETA I,/) SPIN1
20 FORMAT(1H ,12,1P5E12.4,3(1X,3E10.3)) SPIN1
30 FORMAT(//,1H ,F8.4,7H MEV CM,5X,3CHCOMPOUND NUCLEUS CROSS SECTION, SPIN1
      *1PE14.7,/,1H ,0FF0.4,7H MEV LAB,7X,27HSHAPE ELASTIC CROSS SECTION, SPIN1
      *1PE14.7,/,1H ,31X,19HTOTAL CROSS SECTION,E14.7,3H MB,//) SPIN1

C      200 RETURN SPIN1
      END SPIN1
      SUBROUTINE GYSBOT(IP,IPOT) SPIN1
C*****
C***** POTENTIELS EXTRAITS DE LA COMPILEATION DE C.M.PEPPEY ET F.G.PEPPEY SPINOT
C***** ATOMIC DATA AND NUCLEAR DATA TABLES 17 (1976) 1-101 SPINOT

```

```

***** REAL MT,MT2,MT3,NMZSA ***** SPOT 6
      REAL MT,MT2,MT3,NMZSA           SPOT 7
      COMMON/CONST/M1,ST,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA   SPOT 8
      COMMON/POTEN/A(5),POT(4,4),R(15),BETA,EWMAX  SPOT 9
      SPOT 10
C      MT2=MT*MT
C      MT3=MT2*MT
C      NMZSA=(MT-2.0*ZT)/MT
C      SPOT 11
C      GO TO (10,20,30,40,50,60),IP
C      SPOT 12
C      10 GO TO (11,12,13,14,15),IPOT
C      NEUTRONS
C      *****
C      11 CONTINUE
C      PARAMETRES DE WILMORE - HODGSON          40 < A     SPOT 21
C                                              E < # 10    SPOT 22
C      R(1)=1.322-7.6E-04*MT+4.0E-06*MT2-8.0E-09*MT3
C      A(1)=0.66
C      POT(1,1)=47.01
C      POT(1,2)=-0.267
C      POT(1,3)=-0.00118
C      R(2)=1.266-3.7E-04*MT+2.0E-06*MT2-4.0E-09*MT3
C      A(2)=0.48
C      POT(2,1)=9.52
C      POT(2,2)=-0.053
C      R(4)=R(1)
C      A(4)=A(1)
C      POT(4,1)=7.0
C      GO TO 100
C      12 CONTINUE
C      PARAMETRES DE BECCHETI - GREENLESS          40 < A     SPOT 37
C                                              # 10 < E < 50    SPOT 38
C      R(1)=1.17
C      A(1)=0.75
C      POT(1,1)=56.3-24.0*NMZSA
C      POT(1,2)=-0.32
C      R(2)=1.26
C      A(2)=0.58
C      POT(2,1)=13.0-12.0*NMZSA
C      POT(2,2)=-0.25
C      R(3)=1.26
C      A(3)=0.58
C      POT(3,1)=-1.54
C      POT(3,2)=0.22
C      R(4)=1.01
C      A(4)=0.75
C      POT(4,1)=6.2
C      GO TO 100
C      13 CONTINUE
C      PARAMETRES DE FEPFR ET AL.          24 < A < 209    SPOT 55
C      NUCL.PHYS. A275(1977)325-341          E = 11     SPOT 56
C                                              SPOT 57
C                                              SPOT 58
C      R(1)=1.27
C      A(1)=0.71
C      POT(1,1)=47.14-22.50*NMZSA
C      R(2)=1.27
C      A(2)=0.434
C      POT(2,1)=12.16-2.03*NMZSA
C      R(4)=1.08

```

A(4)=0.71	SYSFOT	66	
POT(4,1)=4.55	SYSFOT	67	
GO TO 100	SYSFOT	68	
14 CONTINUE	SYSFOT	69	
C PARAMETRES BERSILLON CINRO	SYSFOT	70	
C CONTRIBUTION TO THE 5TH INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON	SYSFOT	71	
C INTERACTIONS OF FAST NEUTRONS WITH NUCLEI,	SYSFOT	72	
C GAUSSIG, DDR, 17-21 NOV 1975	SYSFOT	73	
C	SYSFOT	74	
R(1)=1.182+1.93E-04*MT	SYSFOT	75	
A(1)=0.65	SYSFOT	76	
POT(1,1)=71.	SYSFOT	77	
R(2)=1.21	SYSFOT	78	
A(2)=0.47	SYSFOT	79	
POT(2,1)=7.	SYSFOT	80	
POT(2,2)=0.4	SYSFOT	81	
R(4)=R(1)	SYSFOT	82	
A(4)=A(1)	SYSFOT	83	
POT(4,1)=7.	SYSFOT	84	
BETA=0.85	SYSFOT	85	
GO TO 100	SYSFOT	86	
15 CONTINUE	SYSFOT	87	
C PARAMETRES DE MADLAND	ACTINIDES	SYSFOT	88
C HARWELL CONFERENCE	E < 10 MEV	SYSFOT	89
C SEPTEMBER 25-29, 1978	SYSFOT	90	
C ----- TEMPORARY VALUES -----	SYSFOT	91	
C	SYSFOT	92	
R(1)=1.264	SYSFOT	93	
A(1)=0.612	SYSFOT	94	
POT(1,1)=50.378-27.073*NMZSA	SYSFOT	95	
POT(1,2)=-0.354	SYSFOT	96	
R(2)=1.256	SYSFOT	97	
A(2)=0.553	SYSFOT	98	
A(5)=0.0144	SYSFOT	99	
POT(2,1)=9.265-12.666*NMZSA	SYSFOT	100	
POT(2,2)=-0.232	SYSFOT	101	
POT(2,3)=+0.03318	SYSFOT	102	
R(4)=1.01	SYSFOT	103	
A(4)=0.75	SYSFOT	104	
POT(4,1)=6.2	SYSFOT	105	
ENMAX=10.	SYSFOT	106	
GO TO 100	SYSFOT	107	
C	SYSFOT	108	
20 GO TO (21,22),IPOT	SYSFOT	109	
C PPOTONS	SYSFOT	110	
C *****	SYSFOT	111	
21 CONTINUE	SYSFOT	112	
C PARAMETRES DE PEPEY	30 < A < 100	SYSFOT	113
C	E < 20	SYSFOT	114
R(1)=1.25	SYSFOT	115	
A(1)=0.65	SYSFOT	116	
POT(1,1)=53.3+27.0*NMZSA+0.4*ZT/(MT**0.333333)	SYSFOT	117	
POT(1,2)=-0.55	SYSFOT	118	
R(2)=1.25	SYSFOT	119	
A(2)=0.47	SYSFOT	120	
POT(2,1)=13.5	SYSFOT	121	
R(4)=1.25	SYSFOT	122	
A(4)=0.47	SYSFOT	123	
POT(4,1)=7.5	SYSFOT	124	
R(5)=1.25	SYSFOT	125	

```

GO TO 100
22 CONTINUE
C PARAMETRES DE BECHETI - GREENLESS      A < 40      SYSPOT 126
C                                         20 < E < 50      SYSPOT 127
C R(1)=1.17                                SYSPOT 128
C A(1)=0.75                                SYSPOT 129
C POT(1,1)=54.0+24.0*NMZSA+0.4*ZT/(MT**0.333333)  SYSPOT 130
C R(2)=1.32                                SYSPOT 131
C A(2)=0.52                                SYSPOT 132
C POT(2,1)=11.8+12.0*NMZSA                 SYSPOT 133
C POT(2,2)=-0.25                            SYSPOT 134
C R(3)=1.32                                SYSPOT 135
C A(3)=0.52                                SYSPOT 136
C POT(3,1)=-2.7                            SYSPOT 137
C POT(3,2)=0.22                            SYSPOT 138
C R(4)=1.01                                SYSPOT 139
C A(4)=0.75                                SYSPOT 140
C POT(4,1)=6.2                             SYSPOT 141
C R(5)=1.25                                SYSPOT 142
C GO TO 100                                SYSPOT 143
C                                         SYSPOT 144
C                                         SYSPOT 145
C 30 GO TO (31,32),IPOT                   SYSPOT 146
C DEUTERONS                               SYSPOT 147
C *****
C 31 CONTINUE
C PARAMETRES DE LOHR - HAEBERLI          40 < A      SYSPOT 148
C                                         8 < E < 13      SYSPOT 149
C R(1)=1.05                                SYSPOT 150
C A(1)=0.86                                SYSPOT 151
C POT(1,1)=91.13+2.2*ZT/(MT**0.333333)    SYSPOT 152
C R(2)=1.43                                SYSPOT 153
C A(2)=0.5+0.013*(MT**0.666667)           SYSPOT 154
C POT(2,1)=218.0/(MT**0.666667)            SYSPOT 155
C R(4)=0.75                                SYSPOT 156
C A(4)=0.50                                SYSPOT 157
C POT(4,1)=7.0                             SYSPOT 158
C R(5)=1.3                                 SYSPOT 159
C GO TO 100                                SYSPOT 160
C                                         SYSPOT 161
C                                         SYSPOT 162
C                                         SYSPOT 163
C 32 CONTINUE
C PARAMETRES DE PEREY                      12 < E < 25  SYSPOT 164
C R(1)=1.15                                SYSPOT 165
C A(1)=0.81                                SYSPOT 166
C POT(1,1)=81.0+2.0*ZT/(MT**0.333333)    SYSPOT 167
C POT(1,2)=-0.22                            SYSPOT 168
C R(2)=1.34                                SYSPOT 169
C A(2)=0.68                                SYSPOT 170
C POT(2,1)=14.4                            SYSPOT 171
C POT(2,2)=0.24                            SYSPOT 172
C R(5)=1.15                                SYSPOT 173
C GO TO 100                                SYSPOT 174
C                                         SYSPOT 175
C 40 CONTINUE
C TRITONS                                 SYSPOT 176
C *****
C 41 CONTINUE
C PARAMETRES DE BECHETI - GREENLESS        40 < A      SYSPOT 177
C                                         E < 40      SYSPOT 178
C R(1)=1.20                                SYSPOT 179
C A(1)=0.72                                SYSPOT 180
C POT(1,1)=165.0-6.4*NMZSA                 SYSPOT 181
C POT(1,2)=-0.17                            SYSPOT 182
C                                         SYSPOT 183
C                                         SYSPOT 184
C                                         SYSPOT 185

```

```

R(3)=1.40          SYSBOT  186
A(3)=0.84          SYSBOT  187
POT(3,1)=46.0-110.0*NMZSA   SYSBOT  188
POT(3,2)=-0.33     SYSBOT  189
R(4)=1.20          SYSBOT  190
A(4)=0.72          SYSBOT  191
POT(4,1)=2.5       SYSBOT  192
R(5)=1.30          SYSBOT  193
GO TO 100          SYSBOT  194
C
      50 CONTINUE          SYSBOT  195
C      HELIUM-3           SYSBOT  196
C      ****      SYSBOT  197
C      PARAMETRES DE BECHETI - GREENLESS    40 < A   SYSBOT  198
C                                         E < 40   SYSBOT  199
C                                         SYSBOT  200
      R(1)=1.20          SYSBOT  201
      A(1)=0.72          SYSBOT  202
      POT(1,1)=151.9+50.0*NMZSA   SYSBOT  203
      POT(1,2)=-0.17     SYSBOT  204
      R(3)=1.40          SYSBOT  205
      A(3)=0.88          SYSBOT  206
      POT(3,1)=41.7-44.0*NMZSA   SYSBOT  207
      POT(3,2)=-0.33     SYSBOT  208
      R(4)=1.20          SYSBOT  209
      A(4)=0.72          SYSBOT  210
      POT(4,1)=2.5       SYSBOT  211
      R(5)=1.30          SYSBOT  212
      GO TO 100          SYSBOT  213
C
      60 CONTINUE          SYSBOT  214
C      ALPHAS            SYSBOT  215
C      ****      SYSBOT  216
C      PARAMETRES MOYENS   SYSBOT  217
C      MAC FADDEN ET SATCHLER NUCL.PHYS. 84(1966)177   SYSBOT  218
C                                         SYSBOT  219
C                                         SYSBOT  220
      R(1)=1.40          SYSBOT  221
      A(1)=0.52          SYSBOT  222
      POT(1,1)=185.      SYSBOT  223
      R(3)=1.40          SYSBOT  224
      A(3)=0.52          SYSBOT  225
      POT(3,1)=25.       SYSBOT  226
      R(5)=1.40          SYSBOT  227
      GO TO 100          SYSBOT  228
C
      100 RETURN          SYSBOT  229
      END                 SYSBOT  230
      SUBROUTINE TPUN(IP,NE,IPL,IPOT,IT)          TPUN   2
C*****      ****      ****      ****      ****      ****      ****      ****
C      ECRITURE SUR TAPE11 DES RESULTATS          * TPUN   3
C*****      ****      ****      ****      ****      ****      ****      ****
      REAL MI,MT          TPUN   4
      COMMON/CONST/MI,SI,ZI,MT,ZT,PI,AK2,ETA        TPUN   5
      COMMON/ENER/E1,EIN(50)                         TPUN   6
      COMMON/IOUT/IE,IS,IS1,IS2                      TPUN   7
      COMMON/POTEN/A(5),POT(4,4),R(5),BETA,EWMAX   TPUN   8
      COMMON/TLJ/BR(3,31),BI(3,31),T(3,31)         TPUN   9
      COMMON/XS/SE(50),SR(50),ST(50)                TPUN  10
C
      NL=20             TPUN  11
      K=0              TPUN  12
                                TPUN  13
                                TPUN  14
                                TPUN  15

```

IP1=6/IPL	TPUN	16
C	TPUN	17
IF(IT.NE.0) GO TO 100	TPUN	18
C	TPUN	19
DO 10 J=1,NL,IP1	TPUN	20
JU=J+IP1-1	TPUN	21
IF(JU.GT.NL) JU=NL	TPUN	22
WRITE(IS2,15) ((T(K,L),K=1,IPL),L=J,JU)	TPUN	23
10 CONTINUE	TPUN	24
GO TO 200	TPUN	25
C	TPUN	26
100 CONTINUE	TPUN	27
REWIND IS2	TPUN	28
IAT=INT(MT+0.001)	TPUN	29
IZT=INT(ZT+0.001)	TPUN	30
IZAT=1000*IZT+IAT	TPUN	31
K=K+1	TPUN	32
WRITE(IS1,16) IZAT,IP,IPOT,NE,NL,K	TPUN	33
C	TPUN	34
DO 110 I=1,4	TPUN	35
K=K+1	TPUN	36
WRITE(IS1,17) A(I),R(I),(POT(I,J),J=1,4),K	TPUN	37
110 CONTINUE	TPUN	38
C	TPUN	39
K=K+1	TPUN	40
WRITE(IS1,18) A(5),R(5),EWMAX,BETA,K	TPUN	41
C	TPUN	42
DO 120 I=1,NE	TPUN	43
K=K+1	TPUN	44
WRITE(IS1,19) EIN(I),SE(I),SR(I),ST(I),K	TPUN	45
120 CONTINUE	TPUN	46
C	TPUN	47
K=K+1	TPUN	48
WRITE(IS1,19) K	TPUN	49
C	TPUN	50
DO 130 I=1,NE,6	TPUN	51
K=K+1	TPUN	52
IU=I+5	TPUN	53
IF(IU.GT.NE) IU=NE	TPUN	54
WRITE(IS1,17) (EIN(J),J=I,IU),K	TPUN	55
130 CONTINUE	TPUN	56
C	TPUN	57
DO 140 I=1,NE	TPUN	58
DO 140 J=1,NL,IP1	TPUN	59
K=K+1	TPUN	60
JU=J+IP1-1	TPUN	61
IF(JU.GT.NL) JU=NL	TPUN	62
READ(IS2,15) ((T(K,L),K=1,IPL),L=J,JU)	TPUN	63
WRITE(IS1,17) ((T(K,L),K=1,IPL),L=J,JU),K	TPUN	64
140 CONTINUE	TPUN	65
C	TPUN	66
REWIND IS2	TPUN	67
C FORMATS	TPUN	68
C	TPUN	69
15 FORMAT(1P6E12.5)	TPUN	70
16 FORMAT(5I12,12X,I8)	TPUN	71
17 FORMAT(1F6E12.5,0P,I8)	TPUN	72
18 FORMAT(1P4E12.5,24X,0P,I8)	TPUN	73
19 FORMAT(72X,I8)	TPUN	74
	TPUN	75

C
200 RETURN
END

TPUN 76
TPUN 77
TPUN 78

Edité par
le Service de Documentation
Centre d'Etudes Nucléaires de Saclay
91191 GIF-sur-YVETTE Cédex (France)