

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

République Algérienne Démocratique et Populaire

وزارة التعليم العالي والبحث العلمي

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة سعد دحلب - البليدة 1

UNIVERSITE SAAD DAHLAB - BLIDA 1



Faculté des Sciences  
Département de Physique

MEMOIRE

De fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme de Master

Spécialité : physique appliqué

Présenté par : M<sup>elle</sup> khaldi Ouardia

THEME

**Calcul des coefficients d'absorption des rayons X  
pour les polymères**

Année universitaire 2019/2018

Soutenue Publiquement le : / / devant le jury :

**Président**

Aissat Abdelkader

professeur

Université de Blida 1

**Encadreur**

M. E. A. BENAMAR

Professeur

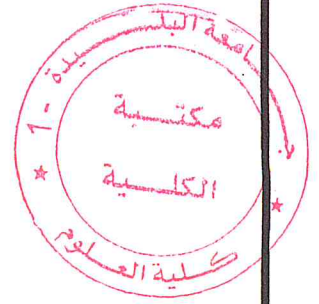
Université de Blida 1

**Examineur**

Ouir souad

Université de Blida 1

MA-530-106-1



# Remerciements

Ce travail a été effectué au laboratoire de la physique fondamentale et appliquée (FUNDAPL) de l'université Blida -1-, sous la direction de Mr M. E. A. BENAMAR, Professeur à l'université Blida -1- et directeur du laboratoire de la physique fondamentale et appliquée, à qui j'exprime toute ma reconnaissance pour avoir superviser ce travail, pour m'avoir inspirer ce sujet, de l'estime et la confiance qu'il m'a accordé. Pour tout l'aide attentive et ses conseils précieux, pour sa patience et son dynamisme communicatif dont il m'a entouré. Un grand homme qui respecte les valeurs et les principes de la vie. Trouvez dans ce travail tout mes remerciements, mon dévouement, ma profonde gratitude et le témoignage de mon profond respect.

*Aux membres du jury,*

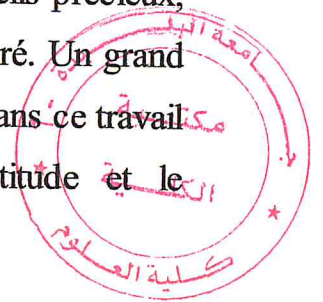
Je suis très sensible à l'honneur qu'ils me font en accordant une partie de leur temps afin de juger ce travail.

Qu'ils veuillent bien trouver ici l'expression de ma respectueuse considération.

*A tous les enseignants du département de physique,*

*A tout le personnel du laboratoire (FUNDAPL),*

*A celles et ceux qui ont contribué, de près ou de loin, pour la réalisation de ce modeste travail.*



# Dédicaces

*Je dédie ce travail :*

✓ *A mes parents*

Vous m'avez élevé dignement, vous vous êtes toujours sacrifié pour moi. Que dieu vous garde pour moi. Retrouvez dans ce travail, l'expression de mon grand amour et ma grande gratitude les plus chers au monde.

✓ *A mes frères, et sœurs*

Pour le soutien moral, l'aide dont vous m'avez entouré, trouver dans ce travail mon profond dévouement, trouver dans ces lignes ma grande affection et mon grand amour.

✓ *A ma nièce et mes neveux*

Votre innocence m'a toujours fait oublier les moments difficiles. Que dieu soit avec vous à chaque instant et qu'il vous accorde les titres les plus honorables.

✓ *A mes chers amis(es)*

**Soumia ;meriem ;nabila ; fatiha ; diaa ;imem ;fouad ;hamza** vous êtes les plus adorables.

✓ *A mes collègues de classe*

Je n'oublierai jamais les bons moments qu'on a passés ensemble. Trouver dans ce travail mon grand dévouement.

✓ *A tous les physiciens*



## Table des figures

<b>Figure 1</b> : Principe de l'effet photoélectrique .....	03
<b>Figure 2</b> : Les principales transitions permise.....	03
<b>Figure 3</b> : La composition de base d'un tube à rayon X.....	04
<b>Figure 6</b> : Effet d'absorption (primaire et secondaire).....	06
<b>Figure 7</b> : Effet d'accroissement.....	07
<b>Figure 8</b> : courbe de coefficient d'absorption de l'Aluminium (effet photoélectrique).....	13
<b>Figure 9</b> : courbe de coefficient d'absorption de l'aluminium (effet Rayleigh).....	14
<b>Figure 10</b> : courbe de coefficient d'absorption de l'aluminium ( l'effet Compton).....	16
<b>Figure 11</b> : courbe de coefficient d'absorption de l'aluminium(les trois effets).....	18
<b>Figure12</b> : courbe de coefficient d'absorption de l'oxygène (effet photo électrique).....	19
<b>Figure 13</b> : courbe de coefficient d'absorption de l'oxygène (effet Rayleigh).....	21
<b>Figure 14</b> : courbe de coefficient d'absorption de l'oxygène (effet Compton).....	22
<b>Figure 15</b> : courbe de coefficient d'absorption de l'oxygène (les trois effets).....	24
<b>Figure 16</b> : courbe de coefficient d'absorption de carbone (effet photo électrique).....	25
<b>Figure 17</b> : courbe de coefficient d'absorption de carbone( effet Rayleigh).....	27
<b>Figure 18</b> : courbe de coefficient d'absorption de carbone (effet Compton).....	28
<b>Figure 19</b> : courbe de coefficient d'absorption de carbone pour les trois effets.....	30
<b>Figure 20</b> : courbe de coefficient d'absorption d'Azote pour (effet photo électrique).....	31
<b>Figure 21</b> : courbe de coefficient d'absorption de l'Azote pour (effet Rayleigh).....	33
<b>Figure 22</b> : courbe de coefficient d'absorption de l'Azote (effet Compton).....	35
<b>Figure 23</b> : courbe de coefficient d'absorption d'Azote (les trois effets).....	36
<b>figure 24</b> : Transmission des rayons X pour les filtres (mylar , polyéthylène, aluminium, faromvar , kapton.) pour $12 \mu m$ .....	45
<b>Figure 25</b> : Transmission des rayons X pour les filtres (meylar , polyéthylène, aluminium , faromvar , kapton.) pour $4 \mu m$ .....	45



## Table des tableaux

<b>Tableau 1</b> : Les valeurs des constantes a, b, et C .....	9
<b>Tableau 2</b> : Les énergies caractéristiques d'absorption du Al, H, O, N et C.....	9
<b>Tableau 3a</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet photo électrique Al (E=0.5-1.5 keV).....	12
<b>Tableau 3b</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet photo électrique Al (E=2-30 keV).....	12
<b>Tableau 4 a</b> :calcul de coefficient d'absorption pour l'effet Rayleigh Al (0.5-1.5 kev)...	13
<b>Tableau 4 b</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet Rayleigh Al (2-30 kev).....	14
<b>Tableau 5</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet Compton Al (1-30 kev).....	15
<b>Tableau 6a</b> : calcul de la somme des trois effets (photoélectrique ; Rayleigh ; Compton) pour Al .....	17
<b>Tableau 6b</b> : calcul de coefficient d'absorption pour les trois effets (effet photoélectrique ; Rayleigh ; Compton) pour Al.....	17
<b>Tableau 7</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet photo électrique : O (1-30 kev)..	18
<b>Tableau 8</b> : calcule de coefficient d'absorption pour l'effet Rayleigh : O (1-30 kev).....	20
<b>Tableau 9</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet Compton O (1-30 kev).....	21
<b>Tableau 10</b> : calcul de coefficient d'absorption pour les trois effets .....	23
<b>Tableau 11</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet photo électrique C (1-30 kev).	24
<b>Tableau 12</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet Rayleigh C (1-30 kev).....	26
<b>Tableau 13</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet Compton C (1-30 kev).....	27

<b>Tableau 14</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet (photo électrique ; Rayleigh ; Compton) : C (1-30 kev).....	29
<b>Tableau 15</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet photo électrique :N (1-30 kev)..	30
<b>Tableau 16</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet Rayleigh N (1-30 kev).....	32
<b>Tableau 17</b> : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet Compton N (1-30 kev).....	34
<b>Tableau 18</b> : calcul de coefficient d'absorption des trois effets : N (1-30 kev).....	35
<b>Tableau 19</b> : calcul de coefficient d'absorption pour mylar ( $C_{10}H_8O_4$ ).....	38
<b>Tableau 20</b> : calcul de coefficient d'absorption de polyéthylène ( $C_2 H_4$ ).....	39
<b>Tableau 21</b> : calcul de coefficient d'absorption pour Aluminium.....	41
<b>Tableau 22</b> : calcul de coefficient d'absorption pour faromvar ( $C_5H_8O_2$ ).....	42
<b>Tableau 23</b> : calcul de coefficient d'absorption pour kapton ( $C_{22}H_{10}N_2O_5$ ).....	44

### Liste des acronymes:

FUNDAPL: Laboratoire de physique fondamentale et appliquée.

XRF: X-Ray fluoresce

# *Introduction générale*



## *Introduction générale*

---

La spectrométrie de fluorescence X (XRF), est une méthode d'analyse chimique utilisant une propriété physique de la matière qui est la fluorescence de rayons X.

L'analyse par XRF, sous toutes ses nombreuses variantes (selon le type de projectile utilisé et selon le type de dispersion de fluorescence X retenu), reste la méthode d'analyse de composition chimique la plus utilisée parmi beaucoup d'autres [1]. Elle permet l'analyse de tous les éléments chimiques ayant  $Z > 9$ . Son caractère multi élémentaire, et sa particularité de convenir à l'analyse d'éléments chimiques à numéro atomique élevé à l'état de trace dans des matrices d'éléments à faible numéro atomique, ont fait d'elle le moyen d'analyse le plus appliqué dans les domaines environnemental, biologique et médical [2]. Durant le 20<sup>ème</sup> siècle, elle a été considérée comme la méthode standard d'analyse par la communauté des chimistes analytiques [3]. Cette technique fait l'objet d'environ 500 articles par an dans des revues scientifiques et techniques [4]. Dans le laboratoire de la physique fondamentale et appliquée (FUNDAPL), plus de 300 échantillons sont analysés par la spectrométrie de fluorescence X pendant une année, dans le cadre des projets de recherche, doctorat, et mémoire fin d'étude Master 2.

Durant l'analyse par la fluorescence X, plusieurs interférences rentrent en jeu et causent des falsifications des résultats obtenus citons parmi-elles ; interférences physiques, spectrales, et chimiques. Cette dernière est appelée aussi effet inter-élément qui tient compte de l'effet d'absorption (primaire et secondaire), et celui d'accroissement. Ceci conduit à se demander que ce passe-t-il vraiment entre les éléments d'un échantillon pendant l'analyse XRF ?

Dans le premier chapitre, on parlera de l'aspect théorique de la technique XRF, en suite dans le deuxième chapitre on abordera le calcul des coefficients d'absorption des polymères et en fin le dernier chapitre est consacré aux résultats et discussions.

## المخلص:

تقنية تحليل ومضات الأشعة السينية، هي طريقة للتحليل تعتمد على واحدة من ظواهر المادة الإشعاعية التفاعلية التي هي التأثير الكهروضوئي (الانبعاث المميز للعناصر). الهدف من هذا العمل هو دراسة تأثير الأشعة الثانوية بالأشعة السينية، في خطوة أولى. تم تخصيص الخطوة الثانية للحساب النظري (معامل امتصاص)

## Résumé :

La technique d'analyse par fluorescence X, est une méthode d'analyse basée sur l'un des phénomènes d'interaction rayonnement matière qui est l'effet photoélectrique (l'émission caractéristique des éléments). L'objectif de ce travail est d'étudier l'effet du rayonnement secondaire des rayons X. Dans une première étape, La deuxième étape a été consacrée au calcul théorique. (Coefficient d'absorption).

## Summary:

The technique of X-ray fluorescence analysis is a method of analysis based on one of the phenomena of interaction radiation matter, which is the photoelectric effect (the characteristic emission of the elements). The aim of this work is to study the effect of X-ray secondary radiation. In a first step, the second step was devoted to the theoretical calculation. (Absorption coefficient)

# ***CHAPITRE I***

## ***Bases théoriques de la technique XRF***



L'interaction d'un rayon X ou gamma issu d'une source radioactive ou d'un tube à rayons X avec la matière, et ayant une énergie suffisante permet d'engendrer une excitation des couches profondes K, L, M, produite principalement par effet photoélectrique. Cela va donner naissance à un rayonnement X caractéristique de l'élément présent dans la matière.

### 1. Principe de la technique XRF :

Le modèle atomique de Bohr décrit la structure d'un atome comme un noyau atomique entouré de coquilles d'électrons. Ceux-ci sont repartis sur différentes couches électroniques désignées par des lettres à partir de la couche K, qui est la couche la plus interne et donc la plus liée au noyau. Les couches explorées en fluorescence X sont principalement les couches K, L, M et parfois N [5].

L'énergie potentielle d'une orbitale électronique correspond en fait à l'énergie nécessaire pour arracher les électrons de l'atome. Cette énergie dépend des quatre (04) nombres quantiques  $n$ ,  $l$ ,  $m$  et  $j$ .

- $n$  : nombre quantique principal est associé aux orbitales successives.  $n=1$  correspond à la couche K,  $n=2$  à la couche L, etc. L'énergie associée varie en  $1/n^2$ .
- $l$  : nombre quantique orbital peut prendre toutes les valeurs entières de 0 à  $n-1$ .
- $m$  : nombre quantique magnétique peut prendre toutes les valeurs entières de  $-l$  à  $+l$ , y compris 0.
- $J$  : nombre quantique interne est un entier positif égal à  $l+s$  où  $s$  est le nombre quantique de spin ( $s = \pm 1/2$ ). Pour  $l=0$ ,  $j$  ne peut prendre que la valeur  $+1/2$  [6].

Un rayon fluorescent est émis lorsqu'un électron d'une couche interne de l'atome absorbe un photon incident possédant assez d'énergie pour lui permettre d'être éjecté. Cette éjection crée un poste électronique vacant à basse énergie. L'atome voulant se stabiliser, un électron d'une couche supérieure tente immédiatement de combler le poste vacant pour diminuer son niveau énergétique (transition électronique). Puisque l'énergie est conservée, la diminution en niveau énergétique de l'électron est compensée par l'émission d'un photon (fluorescence). Ce photon de fluorescence est caractéristique de l'atome d'où il a été émis, dont la fréquence est fonction de la différence d'énergie entre les deux niveaux concernés (figure 1).

Par exemple si la transition a lieu entre les couches K et L, l'énergie du rayon X émis est donnée par l'équation suivante [7] :

$$E_X = E_K - E_L = h\nu \quad \text{I-1}$$

Avec :

$h$  : La constante de Planck =  $6,626 \cdot 10^{-34}$  J.s,

$\nu$  : La fréquence du rayon X.

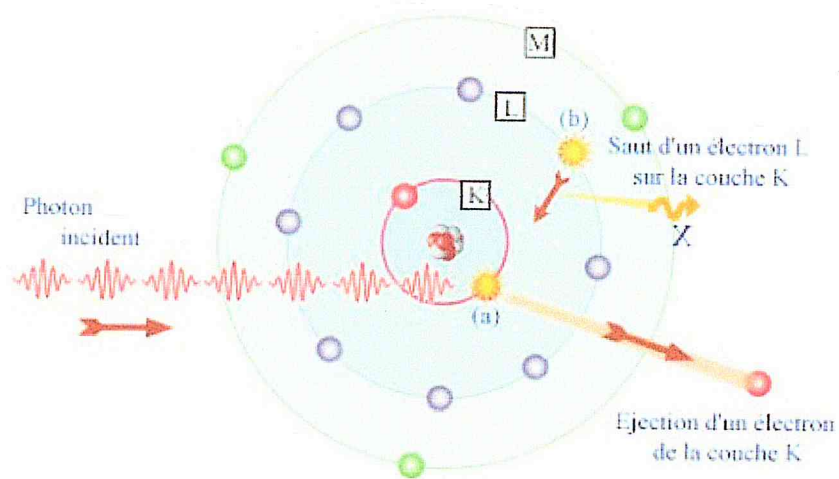


Figure 1 : Principe de l'effet photoélectrique [8].

Les transitions conduisant à l'émission de rayons X sont régies par les règles de sélections :

$\Delta n \geq 1$  ;  $\Delta l = \pm 1$  ;  $\Delta j = 0, \pm 1$  [9], et sont représentées sur la figure 2.

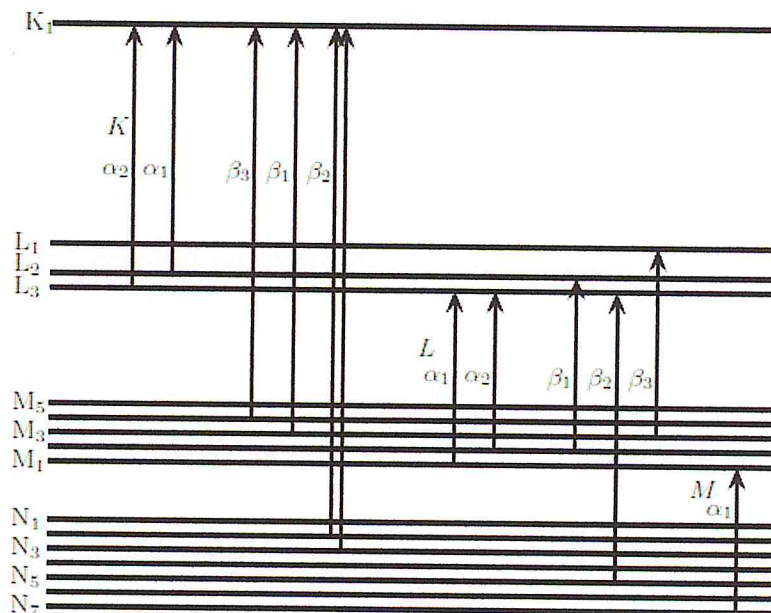


Figure 2 : Les principales transitions permises [10].

## 2. Tube à rayon X :

La composition de base d'un tube à rayon X est illustrée dans la figure 3, Il contient un filament et une anode (cible) placés dans une enceinte sous vide. Un courant électrique est appliqué au filament causant ainsi l'émission des électrons. Une haute tension (20 à 50 KV) est appliquée entre le filament et l'anode pour accélérer les électrons du filament vers l'anode. Quand les électrons frappent sur l'anode ils sont décélérés et donnent naissance à l'émission des rayons X et qui sort à l'aide d'une fenêtre de Béryllium (figure 3).

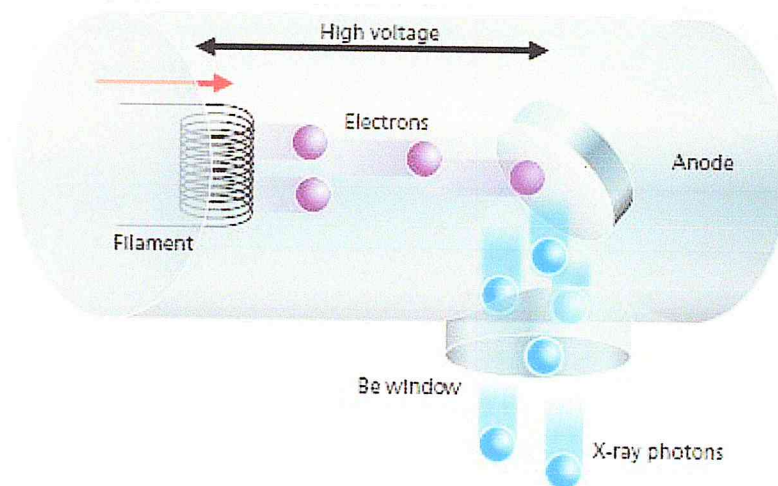


Figure 3 : La composition de base d'un tube à rayon X [11].

## 3. Analyse qualitative :

Les énergies des raies sont données par la loi de Moseley qui exprime la proportionnalité entre l'énergie du rayon X émis par l'élément et le carré de son numéro atomique, selon la relation suivante [12]:

$$h\nu = Rhc (Z - \sigma)^2 \left[ \frac{1}{n^2} - \frac{1}{p^2} \right] \quad \text{I-2}$$

Avec :

$\sigma$  : Constante d'écran,

C : Vitesse de la lumière,

R : Constante de Rydberg,

Z : Numéro atomique,

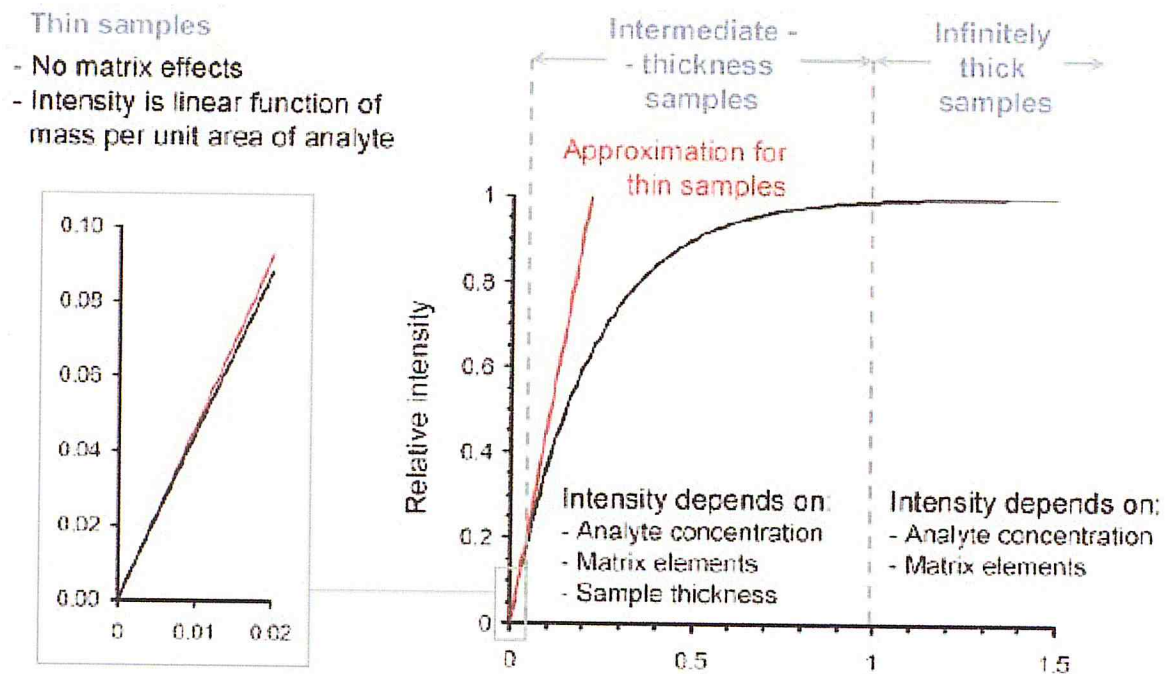
N, p : Nombres quantiques correspondants au niveau d'énergie initial et final.

Les longueurs d'onde d'absorption de toutes les raies des éléments connus ont été mesurées avec précision et tabulées par plusieurs auteurs.



**4. Analyse quantitative :**

Les concentrations des éléments détectés sont déterminées à partir des intensités des raies X correspondantes. Le choix de la méthode de quantification dépend de l'épaisseur et de la nature de l'échantillon. La variation de l'intensité de la raie X relative à l'élément "i" à analyser en fonction de l'épaisseur de l'échantillon permet de distinguer 3 régions comme illustré dans la figure 6.



**Figure 4 : Intensité relative à l'émission X en fonction de l'épaisseur de l'échantillon [12].**

**Région I :** échantillon avec une épaisseur mince. Les effets de matrice sont négligeables et on obtient [8] :

$$I_i = K \cdot C_i \quad \text{I-3}$$

Avec:

$I_i$  : intensité mesurée de la raie relative à l'élément « i »,

K : facteur de calibration,

$C_i$  : concentration de l'élément « i ».

**Région II :** échantillon avec une épaisseur intermédiaire. On utilise la méthode d'émission-transmission.

**Région III** : échantillon avec une épaisseur épaisse. La correction sur l'intensité est maximale (les effets d'absorption primaire et secondaire ainsi que l'accroissement seront pris en considération) [8] :

$$I_i = K \cdot C_i \cdot A_i \cdot H_i \quad \text{I-4}$$

Avec :

$A_i$  : Le facteur d'absorption,

$H_i$  : Le facteur d'accroissement.

Cette intensité est susceptible d'être modifiée par les effets de matrice qui interviennent de trois façons :

➤ **Effets d'absorption primaire et secondaire :**

Le rayon X primaire est absorbé le long de son trajet dans la matrice pour arriver à l'atome ou se produit l'effet recherché ; c'est l'absorption primaire. Le rayon X de fluorescence caractéristique de l'élément en question est aussi absorbé par les autres éléments de la matrice le long de son trajet pour sortir de l'échantillon vers le détecteur ; c'est l'absorption secondaire (figure 7). L'ensemble de ces deux effets constitue l'effet d'absorption qui est l'effet le plus gênant dans l'analyse quantitative [13].

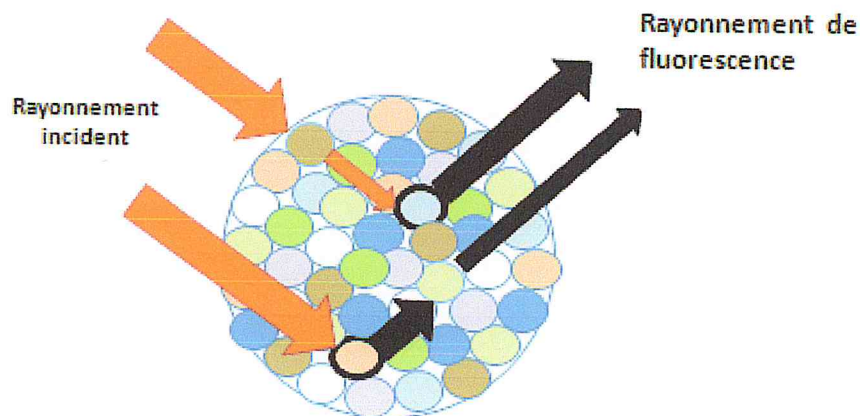
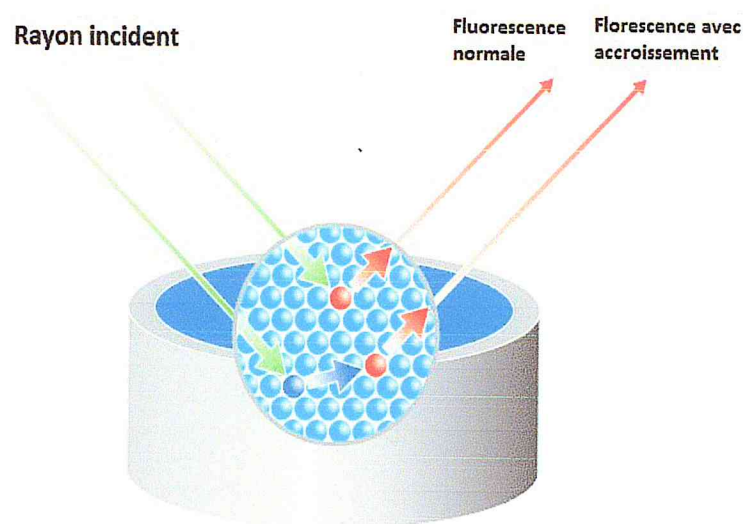


Figure 5 : Effet d'absorption (primaire et secondaire).

➤ **Effets d'accroissement du rayonnement mesuré :**

Dans un échantillon contenant plusieurs éléments, le rayonnement X de fluorescence d'un élément de numéro atomique  $Z$  peut induire la fluorescence d'un autre élément «  $i$  » de numéro atomique moins inférieur. Contribuant ainsi à l'émission caractéristique de l'élément «  $i$  » ; il y'aura donc un accroissement du rayon mesuré [14]. La figure 6 illustre cet effet.



**Figure 6 : Effet d'accroissement [11].**



## ***CHAPITRE II***

### ***Calcul des coefficients d'absorption***

Comme ça a été mentionné dans le chapitre précédent, pour la troisième région de la courbe d'intensité en fonction de la masse, c'est-à-dire pour les épaisseurs épaisses, la correction sur l'accroissement et l'absorption (primaire et secondaire) est maximale. On procède dans ce chapitre au calcul des coefficients d'absorptions de Faromvar, Aluminium, polyéthylène, meylar ,kapton.

### 1. Le coefficient d'absorption :

Le coefficient d'absorption  $\mu$  définit la réduction  $dI$  de l'intensité du rayonnement  $I$  sur un parcours  $dx$  dans l'absorbant :

$$dI/dx = -I \quad \text{II-1}$$

$$I = I_0 \exp(-\mu x) \quad \text{II-2}$$

On a l'habitude d'utiliser pratiquement le coefficient d'absorption massique  $\mu/\rho$ , ou  $\rho$  est la densité en g/cm de l'absorbant :

$$I = I_0 \exp(-(\mu/\rho)\rho x) \quad \text{II-3}$$

$(\mu/\rho)$  : S'exprime en  $\text{cm}^2/\text{g}$  et l'épaisseur  $x$  de l'absorbant en cm.

Le coefficient d'absorption est donné par la formule suivante [35] :

$$(\mu/\rho) = C \lambda^a Z^b \quad \text{II-4}$$

$$\lambda = 1,2395 \cdot 10^4 / E \quad \text{II-5}$$

Avec :

$\lambda$  : Longueur d'onde du rayonnement X en Å,

E : Energie du rayonnement X en eV,

Z : Numéro atomique de l'absorbant.

a, b, et C sont des constantes définies suivant le groupe des valeurs de Z et suivant le domaine de variation de  $\lambda$  entre les différentes discontinuités d'absorption  $E_K, E_{L1}, E_{L2}$ , etc. Elles sont données par le tableau suivant :

**Tableau 1 : Les valeurs des constantes a, b, et C [34].**

Numéro atomique		$E_M < E < E_{L3}$	$E_{L3} < E < E_{L2}$	$E_{L2} < E < E_{L1}$	$E_{L1} < E < E_K$	$E > E_K$
$4 < Z < 11$	a	/	/	/	/	2,92
	b					3,07
	C					$5,40 \cdot 10^{-3}$
$10 < Z < 19$	a	/	/	/	2,74	2,79
	b				3,03	2,73
	C				$5,33 \cdot 10^{-4}$	$1,38 \cdot 10^{-2}$
$18 < Z < 37$	a	2,44	/	/	2,70	2,66
	b	3,47			2,90	2,47
	C	$2,73 \cdot 10^{-5}$			$9,59 \cdot 10^{-4}$	$3,12 \cdot 10^{-2}$

**2. Les énergies caractéristiques d'absorption pour les différents éléments :**

Les énergies caractéristiques d'absorption du H, C, O, N et Al pour les couche K et L sont données par le tableau 2.

**Tableau 2 : Les énergies caractéristiques d'absorption du Al , H, O, N et C [36].**

L'élément	L'énergie caractéristique d'absorption (KeV)	
	La couche K	La couche L
Al	1.560	0,117
H	0.136	/
O	0,543	/
C	0.283	/
N	0.401	/



3.1 calcul de coefficient d'absorption pour :

3.2 Pour l'Hydrogène  $Z = 1$  :

On ne peut pas calculer le coefficient d'absorption massique de l'hydrogène par la formule II-4 car on n'a pas les valeurs des constantes  $a$ ,  $b$  et  $C$ .

On utilise directement la valeur du coefficient d'absorption massique donnée par des tables déjà faite [37]

$$\mu_H(E_n) = 1,436 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^2 / \text{g}$$

3.3 calcul de coefficient d'absorption des polymères suivant :

kapton ; meylar ; faromvar ; polyéthylène :

$$\mu_T = \sum C_i \mu_i \quad \text{II-6}$$

Pour kapton :  $C_{22}H_{10}N_2O_5$

$$\mu_{\text{kapton}} = C_C \mu_C + C_H \mu_H + C_N \mu_N + C_O \mu_O \quad \text{II-7}$$

Donc :

$$C_H = \frac{10 m_H}{22 m_C + 10 m_H + 2 m_N + 5 m_O} = 3\%$$

$$C_C = \frac{22 m_C}{22 m_C + 10 m_H + 2 m_N + 5 m_O} = 70\%$$

$$C_N = \frac{2 m_N}{22 m_C + 10 m_H + 2 m_N + 5 m_O} = 7\%$$

$$C_O = \frac{5 m_O}{22 m_C + 10 m_H + 2 m_N + 5 m_O} = 20\%$$

Pour faromvar :  $C_5H_8O_2$

$$\mu_{\text{Faromvar}} = C_C \mu_C + C_H \mu_H + C_O \mu_O$$

Donc :

$$C_C = \frac{5 m_C}{5 m_C + 8 m_H + 2 m_O} = 60\%$$

$$C_H = \frac{8 m_H}{5 m_C + 8 m_H + 2 m_O} = 8\%$$

$$C_O = \frac{2 m_O}{5 m_C + 8 m_H + 2 m_O} = 32\%$$

Pour meylar :  $H_8C_{10}O_4$

$$\mu_{\text{meylar}} = C_H \mu_H + C_c \mu_c + C_o \mu_o$$

Donc :

$$C_H = \frac{8m_H}{8m_H + 10m_c + 4m_o} = 4\%$$

$$C_o = \frac{4m_o}{8m_H + 10m_c + 4m_o} = 34\%$$

$$C_c = \frac{10m_c}{8m_H + 10m_c + 4m_o} = 62$$

Pour polyéthylène :  $H_4C_2$

$$\mu_{\text{polyéthylène}} = C_H \mu_H + C_c \mu_c$$

$$C_H = \frac{4m_H}{4m_H + 2m_o} = 15\%$$

$$C_o = \frac{2m_o}{4m_H + 2m_o} = 85\%$$

Pour l'Aluminium  $Z=13$  : (les résultats dans chapitre précédent )

***Chapitre III***  
***Résultats et discussion***



**1. Coefficients d'absorption pour les éléments : Al ; O ; N ; C :**

Les coefficients d'absorption respectivement photoélectrique, Rayleigh, Compton est totale sont récapitulés pour les tableaux ci-dessous :

**1.1 pour Aluminium Z=13.**

**1.2 Coefficient d'absorption photo électrique :**

**Tableau 3a :** calcul de coefficient d'absorption photo électrique Al (E=0.5-1.5 keV)

E (keV)	Z	$\lambda$	a	b	c	$\mu$
0,5	13	24,790	2,74	3,03	0,000533	8361,674353
1	13	12,395	2,74	3,03	0,000533	1251,615872
1,5	13	8,26333333	2,74	3,03	0,000533	412,0795019

**Tableau 3b :** calcul de coefficient d'absorption photo électrique Al (E=2-30 keV)

E(kev)	Z	$\lambda$	a	b	c	$\mu$
2	13	6,1975	2,97	2,73	0,0276	6836,873496
3	13	4,13166667	2,97	2,73	0,0276	2050,531781
4	13	3,09875	2,97	2,73	0,0276	872,5663426
5	13	2,479	2,97	2,73	0,0276	449,7547082
6	13	2,06583333	2,97	2,73	0,0276	261,7022265
7	13	1,77071429	2,97	2,73	0,0276	165,5676377
8	13	1,549375	2,97	2,73	0,0276	111,362602
9	13	1,37722222	2,97	2,73	0,0276	78,49037034
10	13	1,2395	2,97	2,73	0,0276	57,40062633
11	13	1,12681818	2,97	2,73	0,0276	43,24942683
12	13	1,03291667	2,97	2,73	0,0276	33,40014333
13	13	0,953461538	2,97	2,73	0,0276	26,33327502
14	13	0,885357143	2,97	2,73	0,0276	21,13082072
15	13	0,826333333	2,97	2,73	0,0276	17,21573591
16	13	0,7746875	2,97	2,73	0,0276	14,21282088
17	13	0,729117647	2,97	2,73	0,0276	11,87089148
18	13	0,688611111	2,97	2,73	0,0276	10,01745248
19	13	0,652368421	2,97	2,73	0,0276	8,531363301
20	13	0,61975	2,97	2,73	0,0276	7,325841938
21	13	0,5902381	2,97	2,73	0,0276	6,337607308
22	13	0,56340909	2,97	2,73	0,0276	5,519773653
23	13	0,53891304	2,97	2,73	0,0276	4,837098801
24	13	0,516458333	2,97	2,73	0,0276	4,262743917
25	13	0,4958	2,97	2,73	0,0276	3,776024138
26	13	0,476730769	2,97	2,73	0,0276	3,360824138
27	13	0,459074074	2,97	2,73	0,0276	3,004458791

28	13	0,442678571	2,97	2,73	0,0276	2,696853022
29	13	0,427413793	2,97	2,73	0,0276	2,429934558
30	13	0,413166667	2,97	2,73	0,0276	2,19718489

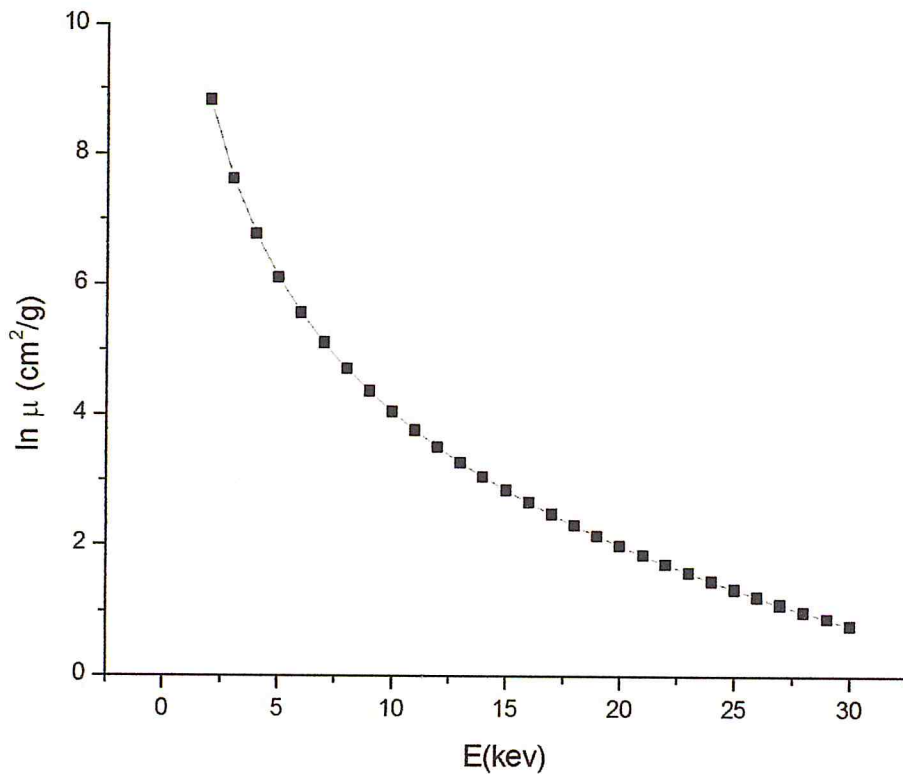


Figure8 : courbe de coefficient d'absorption de l'Aluminium (photoélectrique)

### 1.3 Coefficient d'absorption Rayleigh :

Tableau 4 a: calcul de coefficient d'absorption pour l'effet Rayleigh Al (0.5-1.5 keV)

E(keV)	$\sigma$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
0,5	69,8843474	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
1	91,8310063	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
1,5	91,8649197	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692



**Tableau 4 b:** calcul de coefficient d'absorption Rayleigh Al (2-30 kev)

E(kev)	$\sigma$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
2	86,0204299	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
3	71,8730355	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
4	59,706966	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
5	50,123445	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
6	42,6211953	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
7	36,6850203	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
8	31,920363	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
9	28,0410296	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
10	24,8404726	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
11	22,1681995	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
12	19,9130099	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
13	17,9914937	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
14	16,3401618	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
15	14,9100166	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
16	13,6627574	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
17	12,5680905	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
18	11,6017949	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
19	10,7443118	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
20	9,97970206	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
21	9,29486727	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
22	8,6789593	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
23	8,12292914	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
24	7,61917819	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
25	7,16128618	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
26	6,74379714	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
27	6,36204958	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
28	6,01204075	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
29	5,69031725	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692
30	5,39388648	4,51995	0,140549	-0,3522441	0,0193692



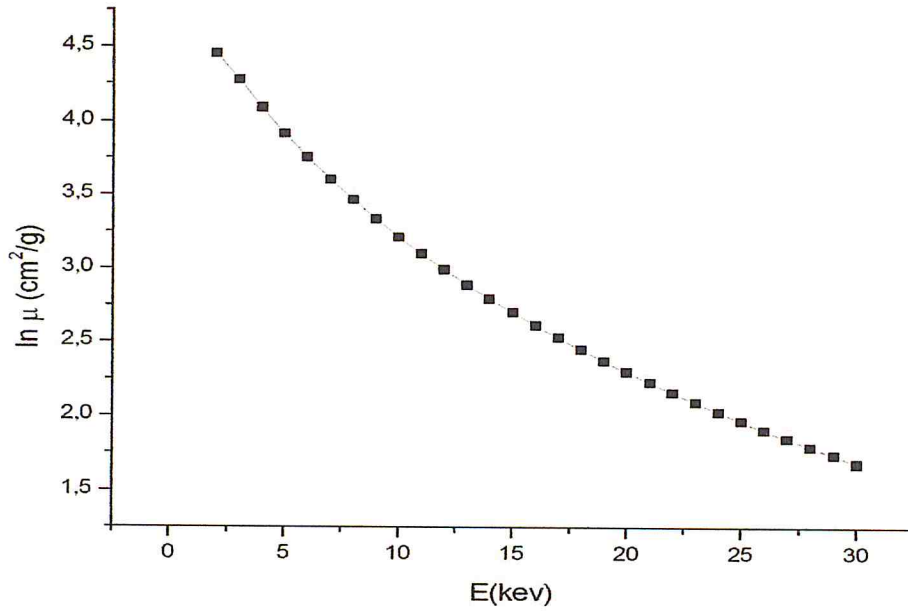


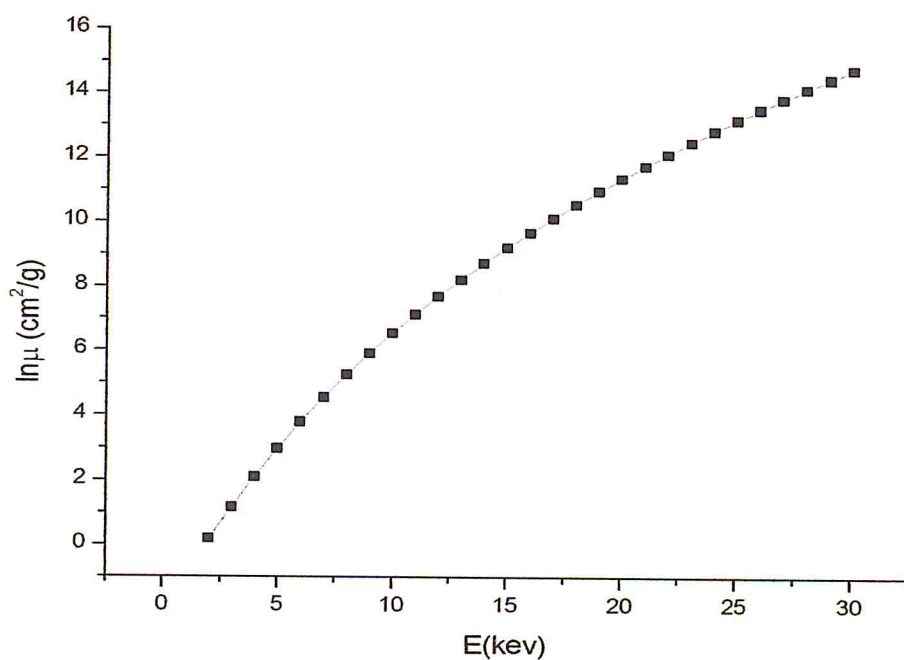
Figure9 : courbe de coefficient d'absorption de l'aluminium (Rayleigh)

#### 1.4 Coefficient d'absorption Compton :

Tableau 5 : calcul de coefficient d'absorption pour Compton Al (1-30 keV)

E(keV)	$\sigma$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
1	0,64447323	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
2	1,21289247	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
3	3,15553486	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
4	8,08489825	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
5	19,487832	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
6	44,0764925	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
7	94,0873266	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
8	190,880541	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
9	370,405386	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
10	691,297126	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
11	1246,62188	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
12	2180,59952	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
13	3712,02584	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
14	6166,59858	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
15	10020,9441	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
16	15961,8636	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
17	24965,1919	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
18	38399,7115	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542

19	58162,8269	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
20	86856,1981	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
21	128011,316	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
22	186377,094	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
23	268284,017	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
24	382102,285	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
25	538814,742	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
26	752729,308	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
27	1042360,17	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
28	1431512,25	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
29	1950609,41	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542
30	2638314,03	-0,439322	1,30857	-0,211648	0,007542



**Figure10 : courbe de coefficient d'absorption de l'aluminium ( l'effet Compton)**

**1.5 la somme des trois effets :**

**Tableau 6a :** calcul de la somme des trois effets (photoélectrique ; Rayleigh ; Compton) pour Al :

$$\mu_T = \sigma_{ph} + \sigma_R + \sigma_c \quad I-8$$

E(kev)	$\sigma$
0,5	8432,203174
1	1344.65977
1,5	507,0999564

**Tableau 6b :** calcul de coefficient d'absorption pour les trois effets (effet photoélectrique ; Rayleigh ; Compton) Al :

E(kev)	$\sigma$
2	6924,106818
3	2125,560351
4	940,3582069
5	519,3659852
6	348,3999144
7	296,3399846
8	334,1635062
9	476,9367856
10	773,5382252
11	1312,039509
12	2233,91267
13	3756,350611
14	6204,069561
15	10053,06983
16	15989,73921
17	24989,63088
18	38421,33079
19	58182,10253
20	86873,50368
21	128026,9487
22	186391,2927
23	268296,9771
24	382114,1673
25	538825,6793
26	752739,4122
27	1042369,539
28	1431520,956
29	1950617,531
30	2638321,626



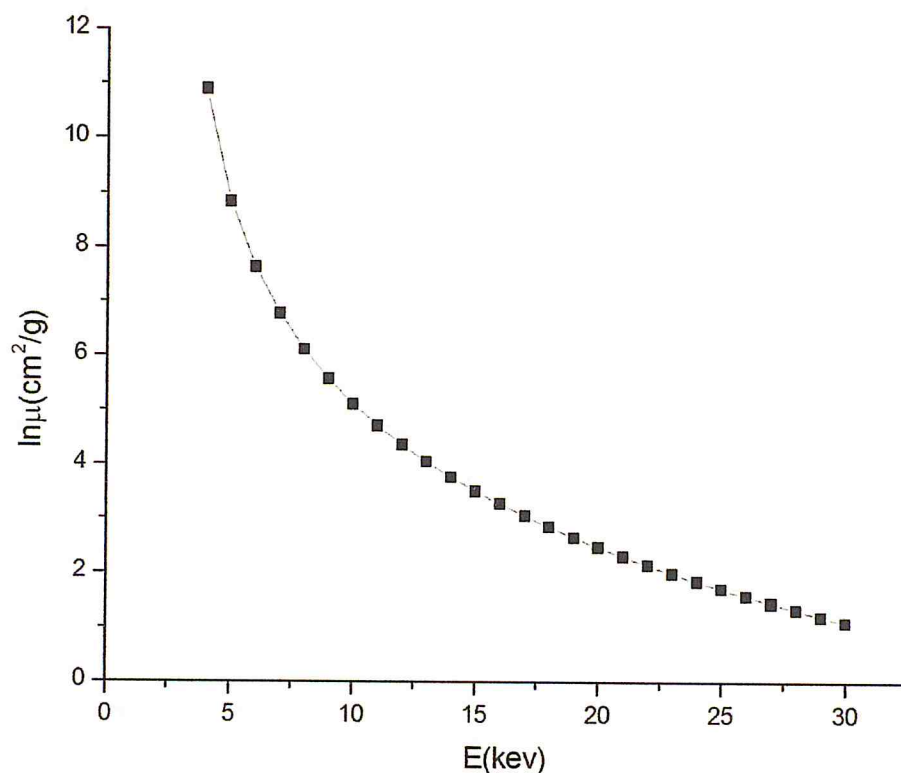


Figure 11 : courbe de coefficient d'absorption de l'aluminium(les trois effets)

2. pour l'oxygène Z=8 :

2.1 Coefficient d'absorption photo électrique :

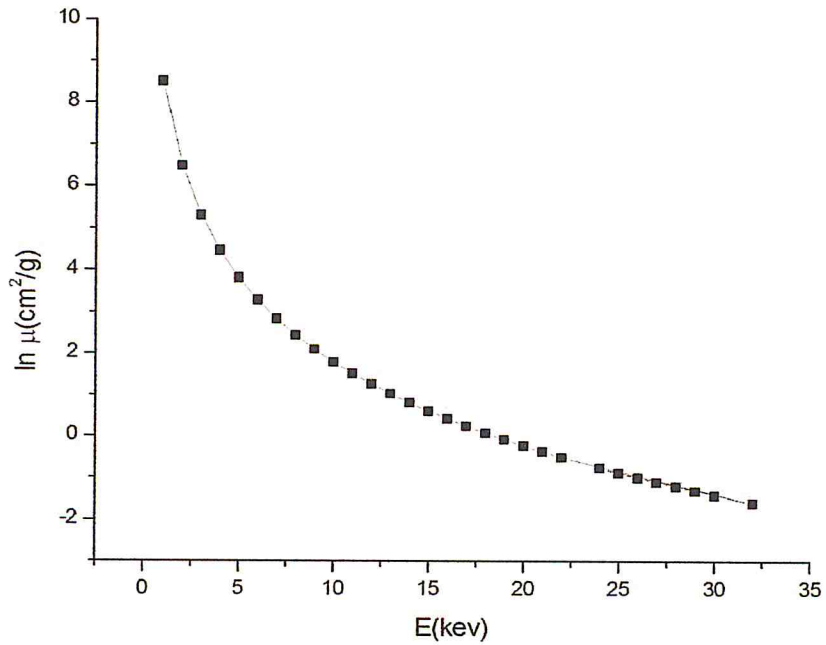
Tableau 7 : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet photo électrique : O (1-30 keV)

E (keV)	z	$\lambda$	a	b	c	$\mu$
1	8	12,395	2,92	3,07	0,0054	4979,20367
2	8	6,1975	2,92	3,07	0,0054	657,888513
3	8	4,131666667	2,92	3,07	0,0054	201,35658
4	8	3,09875	2,92	3,07	0,0054	86,9250033
5	8	2,479	2,92	3,07	0,0054	45,3072266
6	8	2,065833333	2,92	3,07	0,0054	26,6046923
7	8	1,770714286	2,92	3,07	0,0054	16,9618655
8	8	1,549375	2,92	3,07	0,0054	11,4851621
9	8	1,377222222	2,92	3,07	0,0054	8,14276241
10	8	1,2395	2,92	3,07	0,0054	5,98631948
11	8	1,126818182	2,92	3,07	0,0054	4,53203495
12	8	1,032916667	2,92	3,07	0,0054	3,51520496
13	8	0,953461538	2,92	3,07	0,0054	2,7825649
14	8	0,885357143	2,92	3,07	0,0054	2,24112472
15	8	0,826333333	2,92	3,07	0,0054	1,83220226



## Résultats et discussion

16	8	0,7746875	2,92	3,07	0,0054	1,51750294
17	8	0,729117647	2,92	3,07	0,0054	1,27130291
18	8	0,688611111	2,92	3,07	0,0054	1,07588085
19	8	0,652368421	2,92	3,07	0,0054	0,91875428
20	8	0,61975	2,92	3,07	0,0054	0,79095596
21	8	0,590238095	2,92	3,07	0,0054	0,68592961
22	8	0,563409091	2,92	3,07	0,0054	0,59880534
32	8	0,38734375	2,92	3,07	0,0054	0,2005035
24	8	0,516458333	2,92	3,07	0,0054	0,46445438
25	8	0,4958	2,92	3,07	0,0054	0,41226367
26	8	0,476730769	2,92	3,07	0,0054	0,36765266
27	8	0,459074074	2,92	3,07	0,0054	0,32928936
28	8	0,442678571	2,92	3,07	0,0054	0,29611366
29	8	0,427413793	2,92	3,07	0,0054	0,26727463
30	8	0,413166667	2,92	3,07	0,0054	0,24208386



**Figure12: courbe de coefficient d'absorption de l'oxygène ( photo électrique)**

**2. 2 coefficients d'absorption Rayleigh :**

**Tableau 8 :** calcul de coefficient d'absorption pour l'effet Rayleigh : O (1-30 kev)

E(kev)	$\sigma$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$
1	43,4839	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
2	34,0368	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
3	26,0679	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
4	20,5079	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
5	16,5690	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
6	13,6876	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
7	11,5153	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
8	9,8347	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
9	8,5059	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
10	7,4355	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
11	6,5597	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
12	5,8332	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
13	5,2234	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
14	4,7062	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
15	4,2635	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
16	3,8814	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
17	3,5492	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
18	3,2584	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
19	3,0025	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
20	2,7758	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
21	2,5742	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
22	2,3939	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
23	2,2321	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
24	2,0863	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
25	1,9544	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
26	1,8347	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
27	1,7257	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
28	1,6262	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
29	1,5351	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303
30	1,4515	3,77239	-0,148539	-0,307124	0,0167303

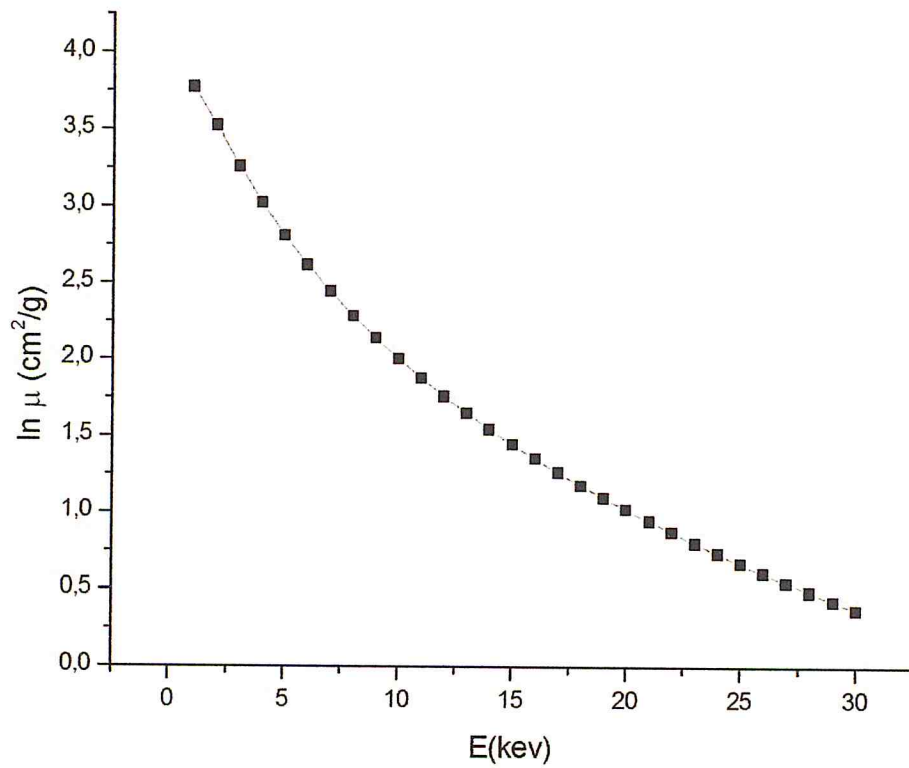


Figure13 : courbe de coefficient d'absorption de l'oxygène (effet Rayleigh)

### 2.3 coefficient d'absorption Compton :

Tableau 9 : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet Compton O (1-30 keV)

E(keV)	$\sigma$	$\alpha_0$	$\alpha_1$	$\alpha_2$	$\alpha_3$
1	0,17608473	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
2	0,64368684	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
3	1,12813707	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
4	1,53791793	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
5	1,85953943	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
6	2,10175014	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
7	2,27809131	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
8	2,40158114	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
9	2,48330502	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
10	2,53227679	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
11	2,55568366	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
12	2,55920974	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
13	2,54733814	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
14	2,52360444	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
15	2,49080026	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
16	2,45113341	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733



17	2,406353	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
18	2,35784663	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
19	2,30671623	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
20	2,25383717	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
21	2,19990451	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
22	2,14546941	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
23	2,09096779	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
24	2,03674311	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
25	1,98306441	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
26	1,93014073	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
27	1,87813272	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
28	1,82716185	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
29	1,77731801	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733
30	1,72866546	-1,73679	2,17686	-0,46905	0,0264733

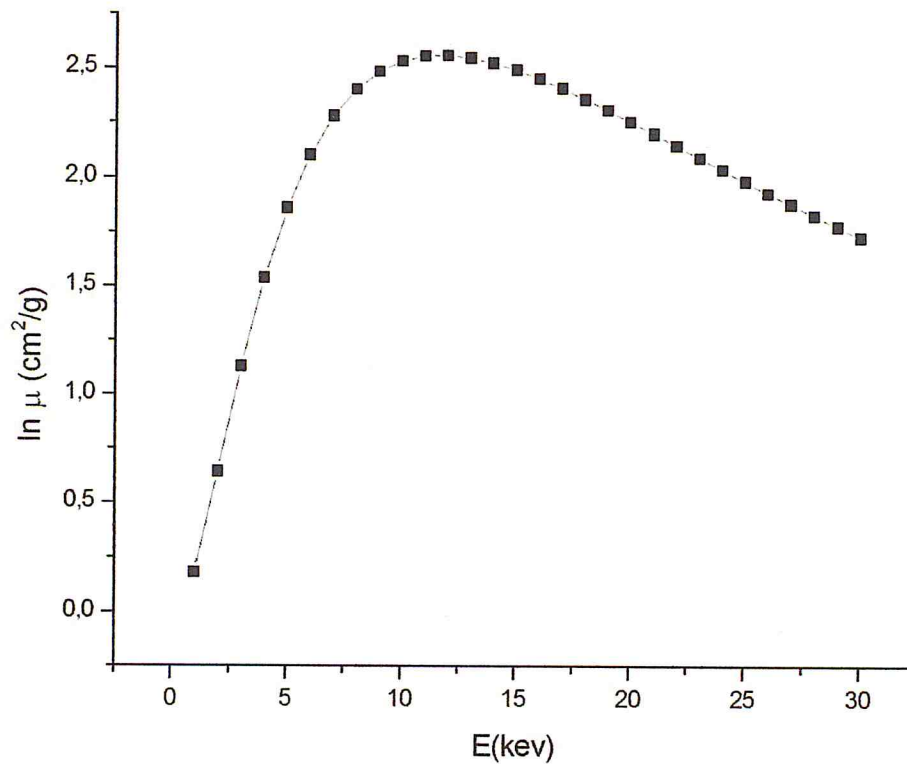


Figure 14 : courbe de coefficient d'absorption de l'oxygène (Compton)



### 2.4 la somme des trois effets :( photo électrique ; Rayleigh ; Compton) O (1-30 kev)

Tableau 10 : calcul de coefficient d'absorption pour les trois effets :

E(kev)	$\sigma$
1	5022,8636
2	692,5690
3	228,5526
4	108,9708
5	63,7357
6	42,3940
7	30,7552
8	23,7214
9	19,1319
10	15,9541
11	13,6474
12	11,9077
13	10,5533
14	9,4710
15	8,5865
16	7,8500
17	7,2269
18	6,6922
19	6,2279
20	5,8206
21	5,4600
22	5,1382
23	4,5236
24	4,5875
25	4,3497
26	4,1325
27	3,9331
28	3,7495
29	3,5797
30	3,4222

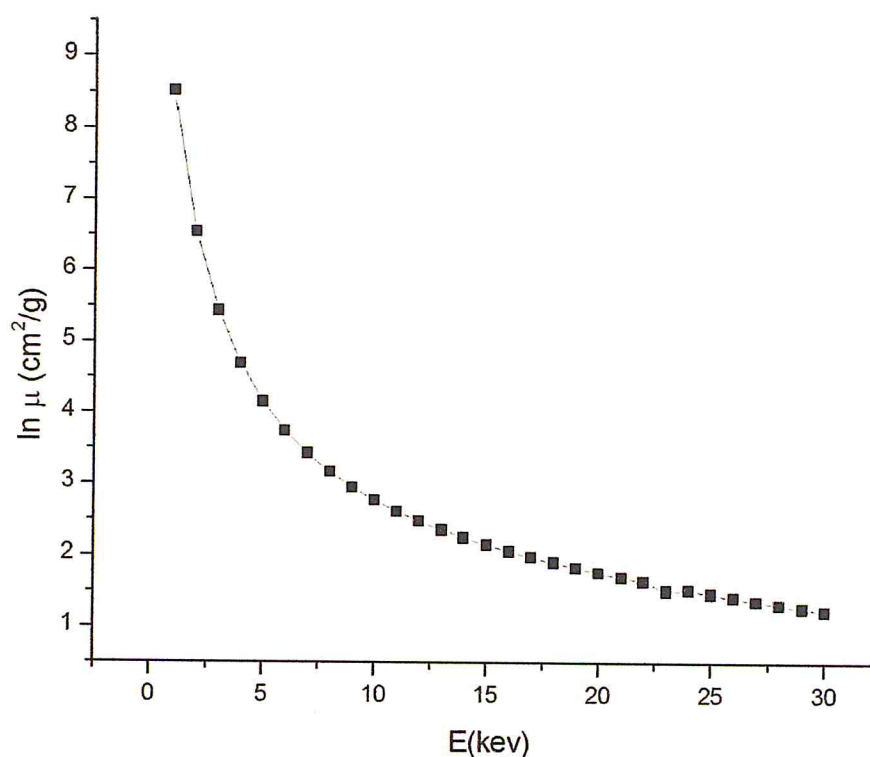


Figure 15 : courbe de coefficient d'absorption de l'oxygène (les trois effets)

### 3. pour le carbone $Z=6$

#### 3.1 Coefficient d'absorption photo électrique :

Tableau 11 : calcul de coefficient d'absorption pour photo électrique C (1-30 keV)

E(keV)	z	$\lambda$	a	b	c	$\mu$
1	6	12,395	2,92	3,07	0,0054	2058,723251
2	6	6,1975	2,92	3,07	0,0054	272,013452
3	6	4,13166667	2,92	3,07	0,0054	83,25376936
4	6	3,09875	2,92	3,07	0,0054	35,94039076
5	6	2,479	2,92	3,07	0,0054	18,73292337
6	6	2,06583333	2,92	3,07	0,0054	11,00009202
7	6	1,77071429	2,92	3,07	0,0054	7,013126821
8	6	1,549375	2,92	3,07	0,0054	4,748705177
9	6	1,37722222	2,92	3,07	0,0054	3,366742038
10	6	1,2395	2,92	3,07	0,0054	2,475129745
11	6	1,12681818	2,92	3,07	0,0054	1,873834923
12	6	1,03291667	2,92	3,07	0,0054	1,453411964
13	6	0,95346154	2,92	3,07	0,0054	1,15049141
14	6	0,88535714	2,92	3,07	0,0054	0,926625196
15	6	0,82633333	2,92	3,07	0,0054	0,757550332

16	6	0,7746875	2,92	3,07	0,0054	0,62743338
17	6	0,72911765	2,92	3,07	0,0054	0,525638441
18	6	0,68861111	2,92	3,07	0,0054	0,444838384
19	6	0,65236842	2,92	3,07	0,0054	0,37987215
20	6	0,61975	2,92	3,07	0,0054	0,327032099
21	6	0,5902381	2,92	3,07	0,0054	0,283607446
22	6	0,56340909	2,92	3,07	0,0054	0,247584665
23	6	0,53891304	2,92	3,07	0,0054	0,217446633
24	6	0,51645833	2,92	3,07	0,0054	0,192035333
25	6	0,4958	2,92	3,07	0,0054	0,170456334
26	6	0,47673077	2,92	3,07	0,0054	0,152011272
27	6	0,45907407	2,92	3,07	0,0054	0,136149414
28	6	0,44267857	2,92	3,07	0,0054	0,122432444
29	6	0,42741379	2,92	3,07	0,0054	0,110508533
30	6	0,41316667	2,92	3,07	0,0054	0,100093046

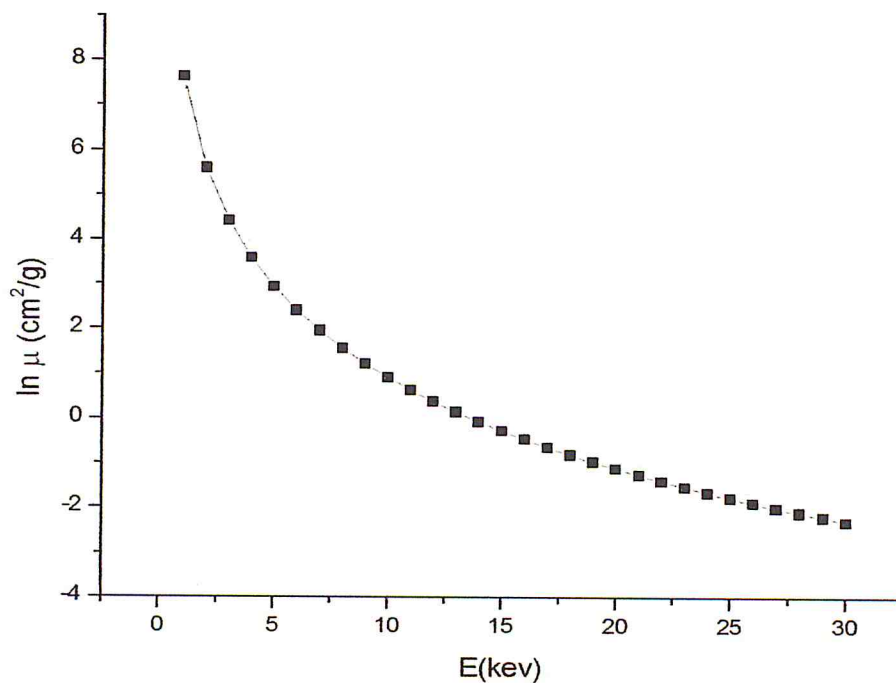


Figure 16 : courbe de coefficient d'absorption de carbone ( photo électrique)



### 3.2 Coefficient d'absorption Rayleigh :

**Tableau 12** : calcul de coefficient d'absorption pour Rayleigh C (1-30 kev)

E(kev)	$\sigma$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
1	22,3899008	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
2	21,395108	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
3	23,7722023	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
4	27,2776371	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
5	31,5025997	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
6	36,3290947	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
7	41,7207237	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
8	47,6716037	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
9	54,1895895	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
10	61,2896352	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
11	68,9908041	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
12	77,3147866	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
13	86,2851088	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
14	95,9266856	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
15	106,265556	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
16	117,328718	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
17	129,144032	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
18	141,740146	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
19	155,14646	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
20	169,393094	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
21	184,510871	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
22	200,531302	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
23	217,486587	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
24	235,409603	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
25	254,333908	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
26	274,293742	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
27	295,324026	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
28	317,460367	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
29	340,739063	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181
30	365,197106	3,10861	-0,26058	0,271974	0,0135181



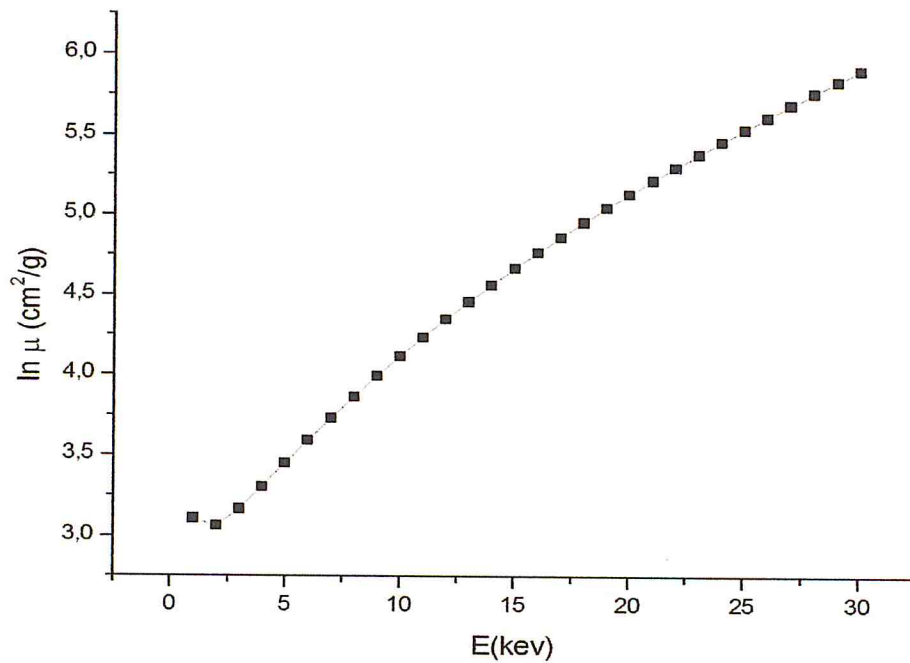


Figure 17 : courbe de coefficient d'absorption de carbone Rayleigh

### 3.3 Coefficient d'absorption Compton :

Tableau 13 : calcul de coefficient d'absorption pour Compton C (1-30 keV)

E(keV)	$\sigma$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
1	0,37423251	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
2	1,66208819	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
3	10,06648	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
4	72,1996243	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
5	548,861423	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
6	4191,47931	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
7	31326,8592	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
8	226239,663	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
9	1569361,75	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
10	10431286,5	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
11	66407602,2	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
12	405164519	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
13	2371908438	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
14	1,3343E+10	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
15	7,225E+10	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
16	3,7717E+11	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
17	1,9014E+12	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
18	9,2716E+12	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
19	4,3795E+13	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005

20	2,0068E+14	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
21	8,9335E+14	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
22	3,8681E+15	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
23	1,6311E+16	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
24	6,7059E+16	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
25	2,6908E+17	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
26	1,0549E+18	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
27	4,0443E+18	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
28	1,5176E+19	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
29	5,5786E+19	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005
30	2,0104E+20	-0,982878	1,46693	0,293743	0,0156005

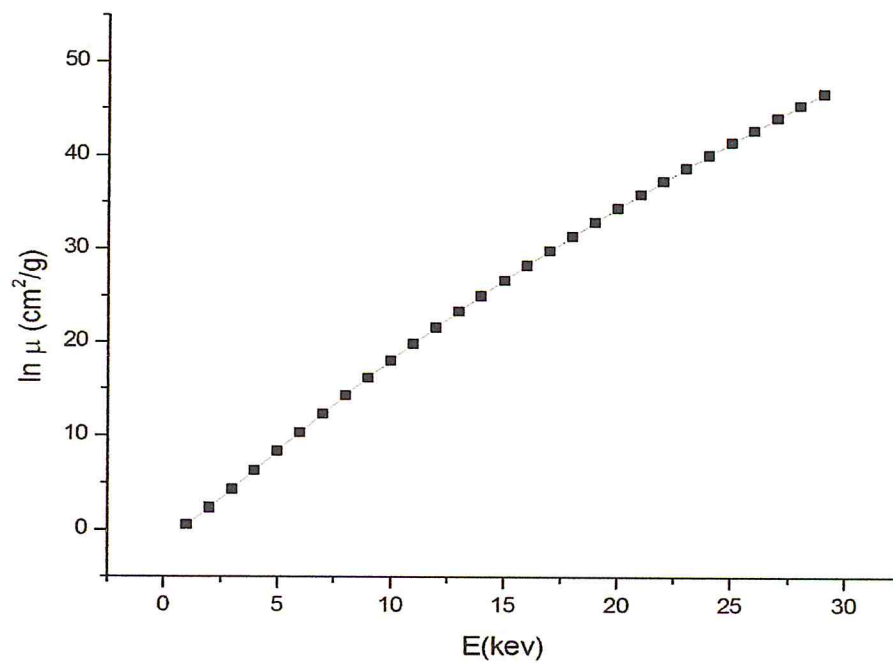


Figure 18 : courbe de coefficient d'absorption de carbone (Compton)

3.4 La somme des trois effets :

**Tableau 14** : calcul de coefficient d'absorption pour l'effet (photo électrique ; Rayleigh ; Compton) : C (1-30 kev)

$$\mu_T = \sigma_{ph} + \sigma_r + \sigma_c$$

E(kev)	$\sigma$
1	2081,48738
2	295,070648
3	117,092452
4	135,417652
5	599,096946
6	4238,80849
7	31375,5931
8	226292,083
9	1569419,3
10	10431350,2
11	66407673,1
12	405164598
13	2371908526
14	1,3343E+10
15	7,225E+10
16	3,7717E+11
17	1,9014E+12
18	9,2716E+12
19	4,3795E+13
20	2,0068E+14
21	8,9335E+14
22	3,8681E+15
23	1,6311E+16
24	6,7059E+16
25	2,6908E+17
26	1,0549E+18
27	4,0443E+18
28	1,5176E+19
29	5,5786E+19
30	2,0104E+20



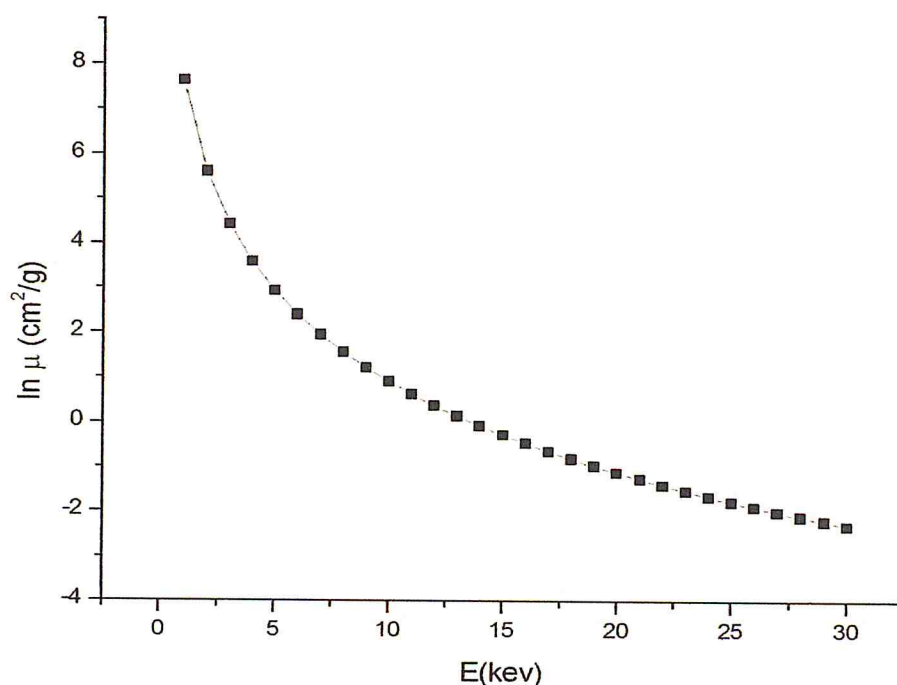


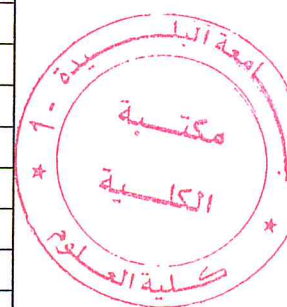
Figure 19 : courbe de coefficient d'absorption de carbone pour les trois effets

4. Pour l'Azote Z=7 :

4.1 Coefficient d'absorption photo électrique :

Tableau 15 : calcul de coefficient d'absorption pour photo électrique : N (1-30 keV)

E(keV)	z	$\lambda$	a	b	c	$\mu$
1	7	12,395	2,92	3,07	0,0054	3304,64349
2	7	6,1975	2,92	3,07	0,0054	436,633473
3	7	4,13166667	2,92	3,07	0,0054	133,638179
4	7	3,09875	2,92	3,07	0,0054	57,6911822
5	7	2,479	2,92	3,07	0,0054	30,069915
6	7	2,06583333	2,92	3,07	0,0054	17,6572458
7	7	1,77071429	2,92	3,07	0,0054	11,2574062
8	7	1,549375	2,92	3,07	0,0054	7,62257755
9	7	1,37722222	2,92	3,07	0,0054	5,40426312
10	7	1,2395	2,92	3,07	0,0054	3,97305533
11	7	1,12681818	2,92	3,07	0,0054	3,00786246
12	7	1,03291667	2,92	3,07	0,0054	2,33300342
13	7	0,95346154	2,92	3,07	0,0054	1,84675815
14	7	0,88535714	2,92	3,07	0,0054	1,48741018
15	7	0,82633333	2,92	3,07	0,0054	1,21601277
16	7	0,7746875	2,92	3,07	0,0054	1,00715025
17	7	0,72911765	2,92	3,07	0,0054	0,84374996





## Résultats et discussion

18	7	0,68861111	2,92	3,07	0,0054	0,71405045
19	7	0,65236842	2,92	3,07	0,0054	0,60976726
20	7	0,61975	2,92	3,07	0,0054	0,5249489
21	7	0,5902381	2,92	3,07	0,0054	0,45524404
22	7	0,56340909	2,92	3,07	0,0054	0,39742061
23	7	0,53891304	2,92	3,07	0,0054	0,34904332
24	7	0,51645833	2,92	3,07	0,0054	0,30825334
25	7	0,4958	2,92	3,07	0,0054	0,27361493
26	7	0,47673077	2,92	3,07	0,0054	0,24400709
27	7	0,45907407	2,92	3,07	0,0054	0,21854578
28	7	0,44267857	2,92	3,07	0,0054	0,19652742
29	7	0,42741379	2,92	3,07	0,0054	0,17738727
30	7	0,41316667	2,92	3,07	0,0054	0,16066843

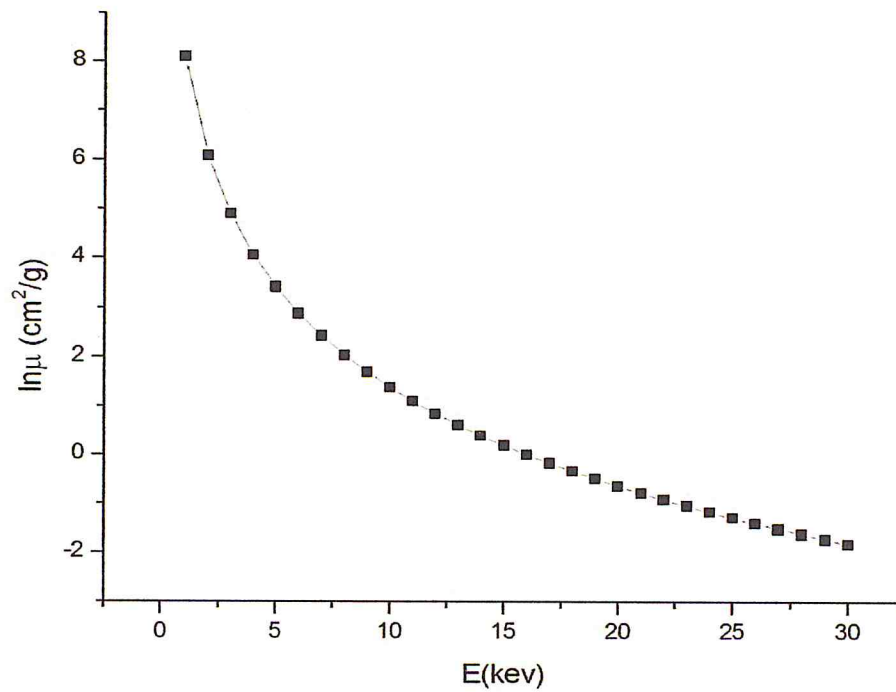


Figure 20 : courbe de coefficient d'absorption d'Azote pour ( photo électrique)

4.2 coefficient d'absorption Rayleigh :

Tableau 16 : calcul de coefficient d'absorption pour Rayleigh N (1-30 kev)

E(kev)	$\sigma$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
1	43,4838672	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
2	53,9442473	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
3	180,015903	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
4	1042,49162	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
5	7981,88897	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
6	70422,4053	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
7	665201,328	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
8	6453164,17	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
9	62738694,9	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
10	602306102	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
11	5658392243	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
12	5,1734E+10	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
13	4,5883E+11	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
14	3,9403E+12	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
15	3,2738E+13	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
16	2,6309E+14	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
17	2,0454E+15	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
18	1,5391E+16	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
19	1,1217E+17	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
20	7,9227E+17	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
21	5,4285E+18	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
22	3,6111E+19	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
23	2,3342E+20	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
24	1,4675E+21	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
25	8,9803E+21	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
26	5,354E+22	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
27	3,1123E+23	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
28	1,7655E+24	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
29	9,78E+24	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312
30	5,2947E+25	3,77239	-0,215762	-0,288874	1,51312

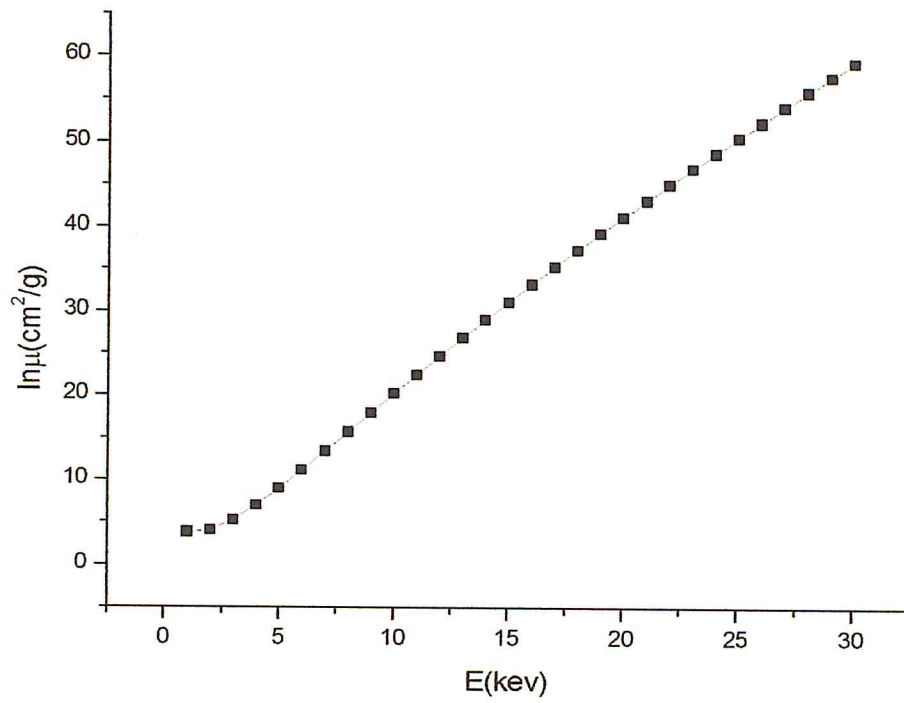


Figure 21 : courbe de coefficient d'absorption de l'Azote pour (effet Rayleigh)



**4.3 Coefficient d'absorption Compton :**

**Tableau 17 :** calcul de coefficient d'absorption pour Compton N (1-30 keV)

E(keV)	$\sigma$	$a_0$	$a_1$	$a_2$	$a_3$
1	0,29027399	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
2	0,82847429	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
3	1,31809098	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
4	1,7141028	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
5	2,02283112	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
6	2,25931252	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
7	2,437993	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
8	2,57087888	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
9	2,66752547	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
10	2,73543761	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
11	2,78049873	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
12	2,80733442	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
13	2,81959893	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
14	2,82019518	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
15	2,8114422	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
16	2,7952026	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
17	2,77297993	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
18	2,74599351	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
19	2,71523617	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
20	2,68151929	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
21	2,64550799	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
22	2,60774891	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
23	2,56869225	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
24	2,52870935	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
25	2,4881068	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
26	2,44713779	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
27	2,40601142	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
28	2,36490011	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
29	2,32394586	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705
30	2,28326521	-1,23693	1,7451	-0,35466	0,0198705

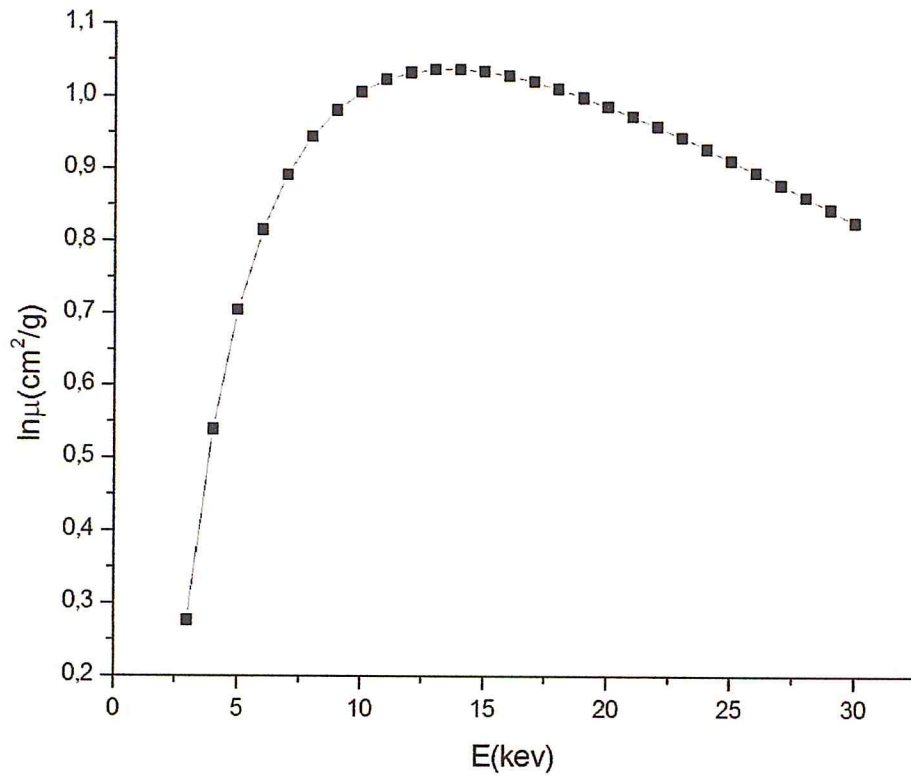


Figure 22 : courbe de coefficient d'absorption de l'Azote (Compton)

4.4 La somme des trois effets : (photo électrique ; Rayleigh ; Compton) :

Tableau 18 : calcul de coefficient d'absorption des trois effets : N (1-30 keV)

$$\mu_T = \sigma_{ph} + \sigma_r + \sigma_c$$

E(keV)	$\sigma$
1	3348,41763
2	491,406194
3	314,972173
4	1101,8969
5	8013,98172
6	70442,3219
7	665215,023
8	6453174,36
9	62738702,9
10	602306109
11	5658392249

12	5,1734E+10
13	4,5883E+11
14	3,9403E+12
15	3,2738E+13
16	2,6309E+14
17	2,0454E+15
18	1,5391E+16
19	1,1217E+17
20	7,9227E+17
21	5,4285E+18
22	3,6111E+19
23	2,3342E+20
24	1,4675E+21
25	8,9803E+21
26	5,354E+22
27	3,1123E+23
28	1,7655E+24
29	9,78E+24
30	5,2947E+25

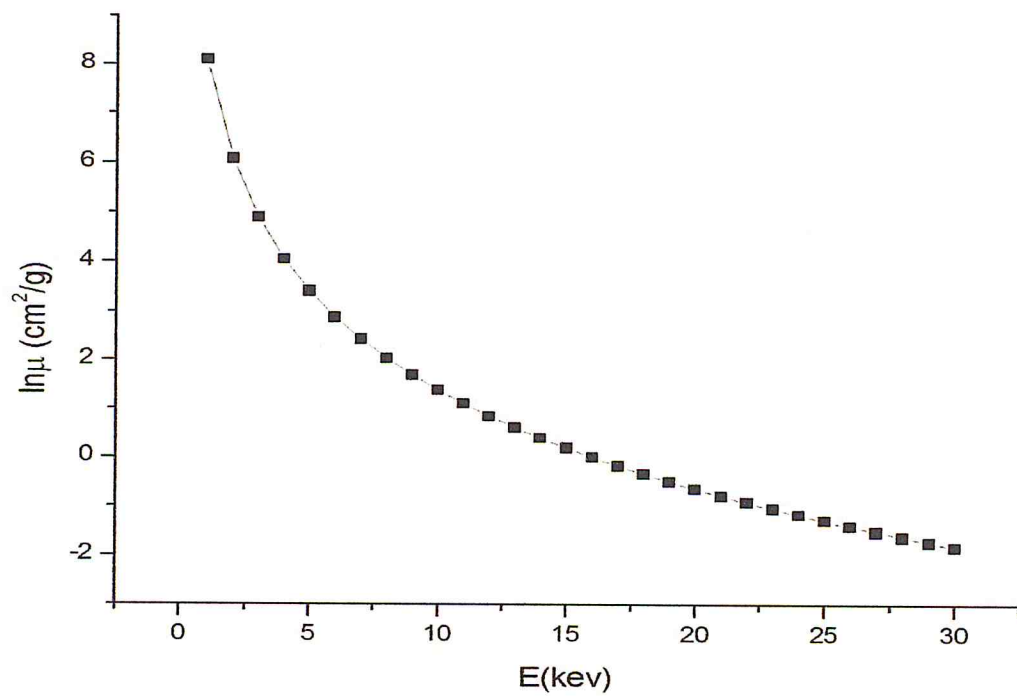


Figure 23 : courbe de coefficient d'absorption d'Azote (les trois effets)



Les figures 8,9,10,11,12,13,14,15,16,17,18,19,20,21,22,23 respective représente la variation de coefficient d'absorption en fonction d'énergie.

Les figures montrent que les coefficient d'absorption photoélectrique,rayleigh , diminuent en fonction d'énergie, par contre celle coefficient d'absorption Compton augmente en fonction d'énergie.

### **5. calcul de coefficient d'absorption pour les polymère (mylar ; polyéthylène ; Aluminium ;faromvar ;kapton .**

D'après la relation II-7voilà les calculs dans les tableaux suivant :

5.1. Coefficient d'absorption Pour mylar :

Tableau 19 : calcul de coefficient d'absorption pour mylar ( $C_{10}H_8O_4$ ) :

E(kev)	$\mu$ totale	1-e( $\mu^*x$ )	$\mu$ (carbone)	$\mu$ (hydrogène)	$\mu$ (oxygène)	x	C(H)	C(O)	C(C)
1	2998,29637	0,97262036	2081,48738	0,01436	5022,8636	0,0012	0,04	0,34	0,62
2	418,417836	0,39474257	295,070648	0,01436	692,569	0,0012	0,04	0,34	0,62
3	150,305779	0,16503622	117,092452	0,01436	228,5526	0,0012	0,04	0,34	0,62
4	121,009591	0,13516065	135,417652	0,01436	108,9708	0,0012	0,04	0,34	0,62
5	393,110819	0,37607991	599,096946	0,01436	63,7357	0,0012	0,04	0,34	0,62
6	2642,47549	0,95803715	4238,808	0,01436	42,394	0,0012	0,04	0,34	0,62
7	19463,3251	1	31375,5931	0,01436	30,7552	0,0012	0,04	0,34	0,62
8	140309,157	1	226292,083	0,01436	23,7214	0,0012	0,04	0,34	0,62
9	973046,471	1	1569419,3	0,01436	19,1319	0,0012	0,04	0,34	0,62
10	6467442,55	1	10431350,2	0,01436	15,9541	0,0012	0,04	0,34	0,62
11	41172762	1	66407673,1	0,01436	13,6474	0,0012	0,04	0,34	0,62
12	251202055	1	405164598	0,01436	11,9077	0,0012	0,04	0,34	0,62
13	1470583290	1	2371908526	0,01436	10,5533	0,0012	0,04	0,34	0,62
14	8272660003	1	1,33E+10	0,01436	9,471	0,0012	0,04	0,34	0,62
15	4,4795E+10	1	7,23E+10	0,01436	8,5865	0,0012	0,04	0,34	0,62
16	2,3385E+11	1	3,77E+11	0,01436	7,85	0,0012	0,04	0,34	0,62
17	1,1789E+12	1	1,90E+12	0,01436	7,2269	0,0012	0,04	0,34	0,62
18	5,7484E+12	1	9,27E+12	0,01436	6,6922	0,0012	0,04	0,34	0,62
19	2,7153E+13	1	4,38E+13	0,01436	6,2279	0,0012	0,04	0,34	0,62
20	1,2442E+14	1	2,01E+14	0,01436	5,8206	0,0012	0,04	0,34	0,62
21	5,5388E+14	1	8,93E+14	0,01436	5,8206	0,0012	0,04	0,34	0,62



22	2,3982E+15	1	3,87E+15	0,01436	5,46	0,0012	0,04	0,34	0,62
23	1,0113E+16	1	1,63E+16	0,01436	5,1382	0,0012	0,04	0,34	0,62
24	4,1577E+16	1	6,71E+16	0,01436	4,5236	0,0012	0,04	0,34	0,62
25	1,6683E+17	1	2,69E+17	0,01436	4,5875	0,0012	0,04	0,34	0,62
26	6,5404E+17	1	1,05E+18	0,01436	4,3497	0,0012	0,04	0,34	0,62
27	2,5075E+18	1	4,04E+18	0,01436	4,1325	0,0012	0,04	0,34	0,62
28	9,4091E+18	1	1,52E+19	0,01436	3,9331	0,0012	0,04	0,34	0,62
29	3,4587E+19	1	5,58E+19	0,01436	3,7495	0,0012	0,04	0,34	0,62
30	1,2464E+20	1	2,01E+20	0,01436	3,5797	0,0012	0,04	0,34	0,62

### 5.2. Coefficient d'absorption pour polyéthylène :

Tableau 20 : calcul de coefficient d'absorption de polyéthylène ( $C_2 H_4$ ) :

E(kev)	$\mu$ totale	$1-e^{-(\mu t * x)}$	$\mu$ (hydrogène)	$\mu$ (carbone)	x	c(H)	c(O)
1	1769,26643	0,88034225	0,01436	2081,48738	0,0012	0,15	0,85
2	250,812205	0,25990346	0,01436	295,070648	0,0012	0,15	0,85
3	99,5307382	0,11257999	0,01436	117,092452	0,0012	0,15	0,85
4	115,107158	0,12901332	0,01436	135,417652	0,0012	0,15	0,85
5	509,234558	0,45723643	0,01436	599,096946	0,0012	0,15	0,85
6	3602,98895	0,98674773	0,01436	4238,808	0,0012	0,15	0,85
7	26669,2563	1	0,01436	31375,5931	0,0012	0,15	0,85
8	192348,273	1	0,01436	226292,083	0,0012	0,15	0,85
9	1334006,41	1	0,01436	1569419,3	0,0012	0,15	0,85
10	8866647,67	1	0,01436	10431350,2	0,0012	0,15	0,85
11	56446522,1	1	0,01436	66407673,1	0,0012	0,15	0,85
12	344389908	1	0,01436	405164598	0,0012	0,15	0,85



## Résultats et discussion

13	2016122247	1	0,01436	2371908526	0,0012	0,15	0,85
14	1,1342E+10	1	0,01436	1,33E+10	0,0012	0,15	0,85
15	6,1413E+10	1	0,01436	7,23E+10	0,0012	0,15	0,85
16	3,2059E+11	1	0,01436	3,77E+11	0,0012	0,15	0,85
17	1,6162E+12	1	0,01436	1,90E+12	0,0012	0,15	0,85
18	7,8809E+12	1	0,01436	9,27E+12	0,0012	0,15	0,85
19	3,7226E+13	1	0,01436	4,38E+13	0,0012	0,15	0,85
20	1,7058E+14	1	0,01436	2,01E+14	0,0012	0,15	0,85
21	7,5935E+14	1	0,01436	8,93E+14	0,0012	0,15	0,85
22	3,2879E+15	1	0,01436	3,87E+15	0,0012	0,15	0,85
23	1,3864E+16	1	0,01436	1,63E+16	0,0012	0,15	0,85
24	5,7E+16	1	0,01436	6,71E+16	0,0012	0,15	0,85
25	2,2872E+17	1	0,01436	2,69E+17	0,0012	0,15	0,85
26	8,9667E+17	1	0,01436	1,05E+18	0,0012	0,15	0,85
27	3,4377E+18	1	0,01436	4,04E+18	0,0012	0,15	0,85
28	1,29E+19	1	0,01436	1,52E+19	0,0012	0,15	0,85
29	4,7418E+19	1	0,01436	5,58E+19	0,0012	0,15	0,85
30	1,7088E+20	1	0,01436	2,01E+20	0,0012	0,15	0,85

5.3. Coefficient d'absorption pour Aluminium :

Tableau 21 : calcul de coefficient d'absorption pour Aluminium :

E(kev)	aluminium μ totale	1-e-(μt*x)	x
0,5	8432,20317	0,99995968	0,0012
1	1344,65977	0,80082904	0,0012
1,5	507,099956	0,45584435	0,0012
2	6924,10682	0,99975369	0,0012
3	2125,56035	0,92197082	0,0012
4	940,358207	0,67645913	0,0012
5	519,365985	0,46379524	0,0012
6	348,399144	0,34168976	0,0012
7	296,339984	0,29925273	0,0012
8	334,163506	0,3303474	0,0012
9	476,936786	0,4357874	0,0012
10	773,538225	0,60475358	0,0012
11	1312,03951	0,79287803	0,0012
12	2233,91267	0,93148449	0,0012
13	3756,35061	0,98897534	0,0012
14	6204,06956	0,99941558	0,0012
15	10053,0698	0,99999423	0,0012
16	15989,7392	1	0,0012
17	24989,6309	1	0,0012
18	38421,3308	1	0,0012

19	58182,1025	1	0,0012
20	86873,5037	1	0,0012
21	128026,949	1	0,0012
22	186391,293	1	0,0012
23	268296,977	1	0,0012
24	382114,167	1	0,0012
25	538825,679	1	0,0012
26	752739,412	1	0,0012
27	1042369539	1	0,0012
28	1431520,96	1	0,0012
29	1950617,53	1	0,0012
30	2638321,63	1	0,0012

#### 5.4. Coefficient d'absorption foromvar :

Tableau 22 : calcul de coefficient d'absorption pour foromvar ( $C_5H_8O_2$ ) :

E(kev)	foromvar $\mu$ (totale)	C(c)	C(H)	C(o)	$\mu$ (oxygène)	$\mu$ (hydrogène)	$\mu$ (carbone)	x	1-e-( $\mu \cdot x$ )
1	2231,76371	0,3	0,08	0,32	5022,8636	0,01436	2081,48738	0,0012	0,93130758
2	310,144423	0,3	0,08	0,32	692,569	0,01436	295,070648	0,0012	0,31076522
3	108,265716	0,3	0,08	0,32	228,5526	0,01436	117,092452	0,0012	0,12183332
4	75,4971004	0,3	0,08	0,32	108,9708	0,01436	135,417652	0,0012	0,08661383
5	200,125657	0,3	0,08	0,32	63,7357	0,01436	599,096946	0,0012	0,21349074
6	1285,20963	0,3	0,08	0,32	42,394	0,01436	4238,808	0,0012	0,78610105
7	9422,52074	0,3	0,08	0,32	30,7552	0,01436	31375,5931	0,0012	0,99998771



## Résultats et discussion

8	67895,2169	0,3	0,08	0,32	23,7214	0,01436	226292,083	0,0012	1
9	470831,913	0,3	0,08	0,32	19,1319	0,01436	1569419,3	0,0012	1
10	3129410,17	0,3	0,08	0,32	15,9541	0,01436	10431350,2	0,0012	1
11	19922306,3	0,3	0,08	0,32	13,6474	0,01436	66407673,1	0,0012	1
12	121549383	0,3	0,08	0,32	11,9077	0,01436	405164598	0,0012	1
13	711572561	0,3	0,08	0,32	10,5533	0,01436	2371908526	0,0012	1
14	4002900003	0,3	0,08	0,32	9,471	0,01436	1,33E+10	0,0012	1
15	2,1675E+10	0,3	0,08	0,32	8,5865	0,01436	7,23E+10	0,0012	1
16	1,1315E+11	0,3	0,08	0,32	7,85	0,01436	3,77E+11	0,0012	1
17	5,7042E+11	0,3	0,08	0,32	7,2269	0,01436	1,90E+12	0,0012	1
18	2,7815E+12	0,3	0,08	0,32	6,6922	0,01436	9,27E+12	0,0012	1
19	1,3139E+13	0,3	0,08	0,32	6,2279	0,01436	4,38E+13	0,0012	1
20	6,0204E+13	0,3	0,08	0,32	5,8206	0,01436	2,01E+14	0,0012	1
21	2,6801E+14	0,3	0,08	0,32	5,8206	0,01436	8,93E+14	0,0012	1
22	1,1604E+15	0,3	0,08	0,32	5,46	0,01436	3,87E+15	0,0012	1
23	4,8933E+15	0,3	0,08	0,32	5,1382	0,01436	1,63E+16	0,0012	1
24	2,0118E+16	0,3	0,08	0,32	4,5236	0,01436	6,71E+16	0,0012	1
25	8,0724E+16	0,3	0,08	0,32	4,5875	0,01436	2,69E+17	0,0012	1
26	3,1647E+17	0,3	0,08	0,32	4,3497	0,01436	1,05E+18	0,0012	1
27	1,2133E+18	0,3	0,08	0,32	4,1325	0,01436	4,04E+18	0,0012	1
28	4,5528E+18	0,3	0,08	0,32	3,9331	0,01436	1,52E+19	0,0012	1
29	1,6736E+19	0,3	0,08	0,32	3,7495	0,01436	5,58E+19	0,0012	1
30	6,0312E+19	0,3	0,08	0,32	3,5797	0,01436	2,01E+20	0,0012	1



5.5. Coefficient d'absorption pour kapton :

Tableau 23 : calcul de coefficient d'absorption pour kapton ( $C_{22}H_{10}N_2O_5$ ) :

E(kev)	$\mu$ (totale)	C (c)	C (H)	kapton				$\mu$ (hydrogène)	$\mu$ (carbone)	$\mu$ (Azote)	x	C (N)	1-e-( $\mu^*x$ )
				C (o)	$\mu$ (oxygène)	$\mu$ (hydrogène)	$\mu$ (carbone)						
1	2696,00355	0,7	0,03	0,2	5022,8636	0,01436	2081,48738	3348,41763	0,0012	0,07	0,96064783		
2	379,462118	0,7	0,03	0,2	692,569	0,01436	295,070648	491,406194	0,0012	0,07	0,36577693		
3	149,723719	0,7	0,03	0,2	228,5526	0,01436	117,092452	314,972173	0,0012	0,07	0,16445282		
4	193,71973	0,7	0,03	0,2	108,9708	0,01436	135,417652	1101,8969	0,0012	0,07	0,20742146		
5	993,094153	0,7	0,03	0,2	63,7357	0,01436	599,096946	8013,98172	0,0012	0,07	0,69629942		
6	7906,60736	0,7	0,03	0,2	42,394	0,01436	4238,808	70442,3219	0,0012	0,07	0,99992424		
7	68534,1183	0,7	0,03	0,2	30,7552	0,01436	31375,5931	665215,023	0,0012	0,07	1		
8	610131,408	0,7	0,03	0,2	23,7214	0,01436	226292,083	6453174,36	0,0012	0,07	1		
9	5490306,54	0,7	0,03	0,2	19,1319	0,01436	1569419,3	62738702,9	0,0012	0,07	1		
10	49463376	0,7	0,03	0,2	15,9541	0,01436	10431350,2	602306109	0,0012	0,07	1		
11	442572831	0,7	0,03	0,2	13,6474	0,01436	66407673,1	5,66E+09	0,0012	0,07	1		
12	3904995221	0,7	0,03	0,2	11,9077	0,01436	405164598	5,17E+10	0,0012	0,07	1		
13	3,3778E+10	0,7	0,03	0,2	10,5533	0,01436	2371908526	4,59E+11	0,0012	0,07	1		
14	2,8516E+11	0,7	0,03	0,2	9,471	0,01436	1,33E+10	3,94E+12	0,0012	0,07	1		
15	2,3422E+12	0,7	0,03	0,2	8,5865	0,01436	7,23E+10	3,27E+13	0,0012	0,07	1		
16	1,868E+13	0,7	0,03	0,2	7,85	0,01436	3,77E+11	2,63E+14	0,0012	0,07	1		
17	1,4451E+14	0,7	0,03	0,2	7,2269	0,01436	1,90E+12	2,05E+15	0,0012	0,07	1		
18	1,0839E+15	0,7	0,03	0,2	6,6922	0,01436	9,27E+12	1,54E+16	0,0012	0,07	1		
19	7,8826E+15	0,7	0,03	0,2	6,2279	0,01436	4,38E+13	1,12E+17	0,0012	0,07	1		
20	5,5599E+16	0,7	0,03	0,2	5,8206	0,01436	2,01E+14	7,92E+17	0,0012	0,07	1		
21	3,8062E+17	0,7	0,03	0,2	5,8206	0,01436	8,93E+14	5,43E+18	0,0012	0,07	1		
22	2,5305E+18	0,7	0,03	0,2	5,46	0,01436	3,87E+15	3,61E+19	0,0012	0,07	1		
23	1,6351E+19	0,7	0,03	0,2	5,1382	0,01436	1,63E+16	2,33E+20	0,0012	0,07	1		
24	1,0277E+20	0,7	0,03	0,2	4,5236	0,01436	6,71E+16	1,47E+21	0,0012	0,07	1		

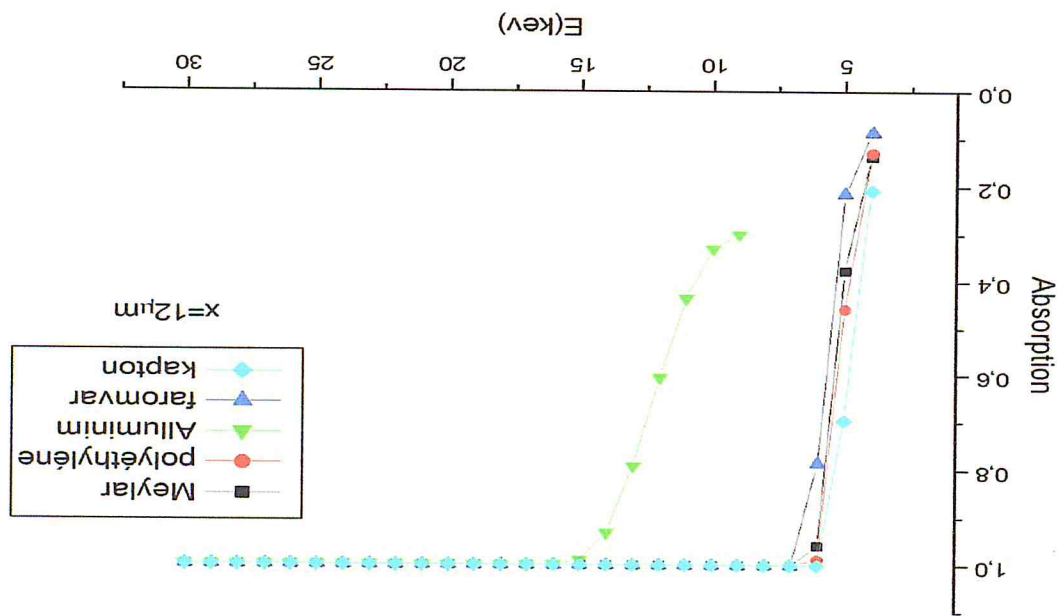
## Résultats et discussion

25	6,2881E+20	0,7	0,03	0,2	4,5875	0,01436	2,69E+17	8,98E+21	0,0012	0,07	1
26	3,7485E+21	0,7	0,03	0,2	4,3497	0,01436	1,05E+18	5,35E+22	0,0012	0,07	1
27	2,1789E+22	0,7	0,03	0,2	4,1325	0,01436	4,04E+18	3,11E+23	0,0012	0,07	1
28	1,236E+23	0,7	0,03	0,2	3,9331	0,01436	1,52E+19	1,77E+24	0,0012	0,07	1
29	6,8464E+23	0,7	0,03	0,2	3,7495	0,01436	5,58E+19	9,78E+24	0,0012	0,07	1
30	3,7059E+24	0,7	0,03	0,2	3,5797	0,01436	2,01E+20	5,29E+25	0,0012	0,07	1



## Résultats et discussion

Les coefficients d'absorption des rayons X par les différents filtres (mylar, polyéthylène, aluminium, faromvar, kapton) est représentés en fonction de l'énergie sur les figures suivantes :

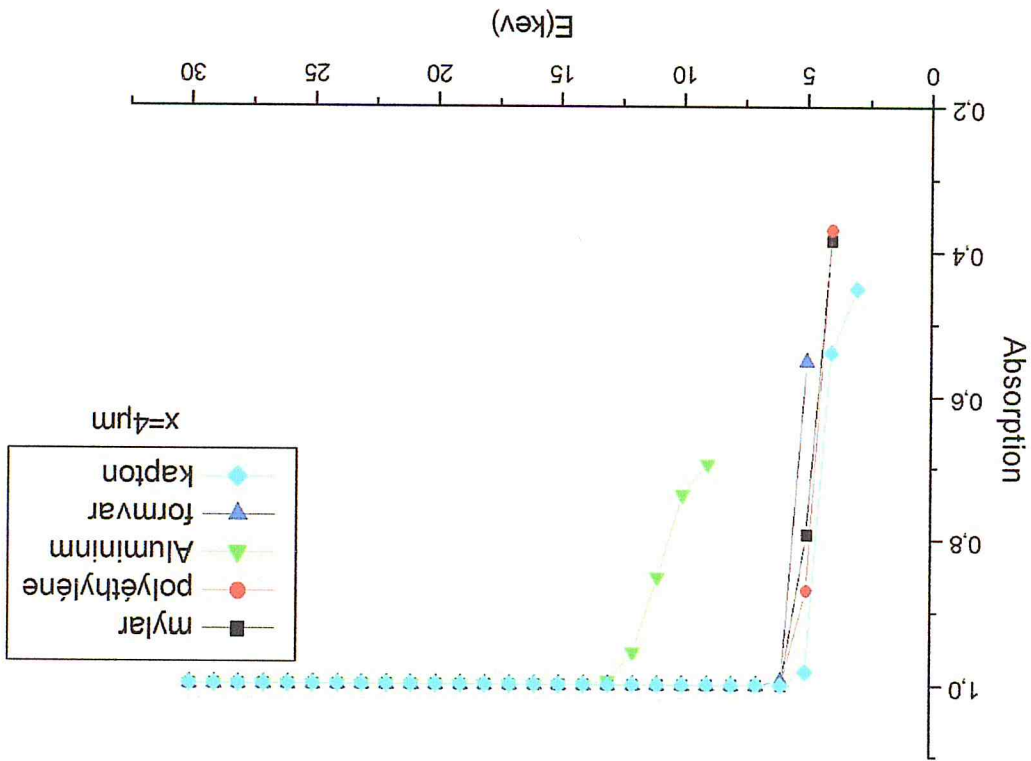


Après une comparaison des deux graphes, l'effet d'épaisseur remarquable de l'absorption d'Aluminium ou le début d'absorption démarré au 7.5keV par 0.7 cm<sup>2</sup>/g dans l'épaisseur de 4 µm mais à l'épaisseur de 12 µm l'absorption démarré au 8 keV par 0.3 cm<sup>2</sup>/g. les matériaux polymère plus que l'épaisseur de filtre augmente la transmission des rayon x diminue et l'absorption augmente.

La figure 25 présente l'absorption en fonction d'énergie pour différents matériaux (mylar, polyéthylène, aluminium, formvar, kapton) pour une épaisseur de 4µm. on remarque que les polymère atteignent un coefficient d'absorption 100% à 6 keV mais l'aluminium approche à ce coefficient d'absorption à 12.5 keV

La figure 24 représente le coefficient d'absorption de cinq matériaux (mylar, polyéthylène, aluminium, Formvar, Kapton) pour une épaisseur 12 µm. on remarque que les quatre polymère approche à la coefficient d'absorption 100% à 6 keV. au contraire à l'Aluminium qui arrive presque à 15 keV.

Figure 25 : Transmission des rayons X pour les filtres ( mylar, polyéthylène, aluminium, formvar, kapton.) pour 4 µm .



## *Conclusion générale*



## Conclusion générale

Ce présent travail a été effectué au niveau du laboratoire de physique fondamentale et appliquée sur l'étude des effets inter-éléments pour l'analyse XRF. L'objectif principale de l'étude en question est de comprendre les effets de matrices (absorption et effet d'accroissement) de manière théorique et expérimentale ainsi l'influence de ces paramètres sur l'analyse quantitative.

L'organisation de ce travail était scindée en deux parties :

- ✓ Une partie théorique contenant les deux premiers chapitres, qui servait comme bases théoriques de la technique, et un calcul théorique des coefficients d'absorption massique des éléments présents dans les polymères . Ces coefficients ont été utilisés dans la deuxième partie de calcul de coefficient d'absorption.

