

INFORMATION TO USERS

This manuscript has been reproduced from the microfilm master. UMI films the text directly from the original or copy submitted. Thus, some thesis and dissertation copies are in typewriter face, while others may be from any type of computer printer.

The quality of this reproduction is dependent upon the quality of the copy submitted. Broken or indistinct print, colored or poor quality illustrations and photographs, print bleedthrough, substandard margins, and improper alignment can adversely affect reproduction.

In the unlikely event that the author did not send UMI a complete manuscript and there are missing pages, these will be noted. Also, if unauthorized copyright material had to be removed, a note will indicate the deletion.

Oversize materials (e.g., maps, drawings, charts) are reproduced by sectioning the original, beginning at the upper left-hand corner and continuing from left to right in equal sections with small overlaps.

Photographs included in the original manuscript have been reproduced xerographically in this copy. Higher quality 6" x 9" black and white photographic prints are available for any photographs or illustrations appearing in this copy for an additional charge. Contact UMI directly to order.

Bell & Howell Information and Learning
300 North Zeeb Road, Ann Arbor, MI 48106-1346 USA
800-521-0600

UMI[®]



Université d'Ottawa • University of Ottawa

Étude spectroscopique de l'argon et du krypton au-delà de la seconde limite d'ionisation

Par
Charles-É. Nadeau M.Sc.

Thèse soumise à
L'École des gradués
comme exigence partielle
pour le grade de
Docteur ès Science (Physique)

Département de Physique
Faculté des Sciences
Université d'Ottawa
Ottawa, Ontario

© Charles-É. Nadeau, Ottawa, Ontario, Canada, 1998-1999



National Library
of Canada

Acquisitions and
Bibliographic Services

395 Wellington Street
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Bibliothèque nationale
du Canada

Acquisitions et
services bibliographiques

395, rue Wellington
Ottawa ON K1A 0N4
Canada

Your file Votre référence

Our file Notre référence

The author has granted a non-exclusive licence allowing the National Library of Canada to reproduce, loan, distribute or sell copies of this thesis in microform, paper or electronic formats.

The author retains ownership of the copyright in this thesis. Neither the thesis nor substantial extracts from it may be printed or otherwise reproduced without the author's permission.

L'auteur a accordé une licence non exclusive permettant à la Bibliothèque nationale du Canada de reproduire, prêter, distribuer ou vendre des copies de cette thèse sous la forme de microfiche/film, de reproduction sur papier ou sur format électronique.

L'auteur conserve la propriété du droit d'auteur qui protège cette thèse. Ni la thèse ni des extraits substantiels de celle-ci ne doivent être imprimés ou autrement reproduits sans son autorisation.

0-612-45189-5

Canada

Résumé

Dans cette thèse on présente des spectres inédits de l'argon et du krypton acquis à l'aide d'un spectromètre par impact électronique unique au monde. L'appareil est décrit en détails. On décrit aussi la méthode que l'on a employé afin de prédire théoriquement la position des niveaux de nos spectres. On présente des spectres d'électro-ionisation du krypton et de l'argon au-dessus de la seconde limite d'ionisation qui, pour les deux gaz, correspond à des énergies dans l'ultraviolet lointain. Ces spectres sont riches en structures causées par la désexcitation d'ions négatifs qui ne sont observables que par cette méthode. On analyse les structures présentes dans chacun des spectres et on présente certaines similarités entre les spectres de ces deux gaz.

Table des matières

Résumé	2
Table des matières	3
Remerciements	6
Introduction	7
Chapitre 1: Appareillage	9
SECTION 1: INTRODUCTION GÉNÉRALE À L'APPAREIL DÉVELOPPÉ SPÉCIALEMENT POUR LES BESOINS DE CETTE EXPÉRIENCE	9
SECTION 2: SOURCE	13
SECTION 3: FILTRAGE DES IONS.	19
SECTION 4: SYSTÈME À VIDE	20
SECTION 5: COLLECTION ET ACQUISITION DES DONNÉES	24
Chapitre 2: Considérations préliminaires	26
SECTION 1: NATURE DES DONNÉES RECUEILLIES	26
SECTION 2: PROCÉDURE EXPÉRIMENTALE [17]	28
SECTION 3: MÉCANISMES PHYSIQUES, COMPÉTITION [15]	30
SECTION 4: MÉTHODE DE TRAITEMENT DES COURBES.	32
I. Filtrage par lissage [26]	32
SECTION 5: DESCRIPTION DES STRUCTURES PAR LES PROFILS DE FANO [25]	38
I. Ions négatifs	38
II. États discrets et continuum neutre.	43
III. Illustration de profils types	46
SECTION 6: AJUSTEMENT DES PROFILS PAR LE PROGRAMME FINOFANO	47
SECTION 7: CALCULS THÉORIQUES	49

<i>I. Description du programme de Cowan [16, 35].</i>	50
i) Fondements théoriques	50
ii) Principe de fonctionnement du programme [35]	51
<i>II. Précision du programme de Cowan</i>	54
i) Pour le krypton	54
ii) Pour l'argon	58
SECTION 8: PRINCIPES GUIDANT L'INTERPRÉTATION	59
Chapitre 3: Analyse des résultats	61
SECTION 1: KRYPTON	61
<i>I. Historique de ce qui a été fait au dessus du second seuil d'ionisation jusqu'à maintenant</i>	61
<i>II. Région de 37eV à 44eV</i>	62
i) Description du spectre	62
ii) Première sous-région: 38.359eV à 39.670eV	63
iii) Deuxième sous-région: 39.570eV à 42.450eV	71
SECTION 2: ARGON	79
<i>I. Historique de ce qui a été fait au dessus du second seuil d'ionisation jusqu'à maintenant</i>	79
<i>II. Région de 43eV à 54eV</i>	83
i) Première sous-région: 43.398eV à 44.248eV	85
ii) Seconde sous-région: 44.388eV à 46.218eV	90
Conclusion	95
Appendice A: Démonstration que la dérivée seconde est équivalente à un redressement par un seul lissage, à une constante près.	96
Appendice B: Code source du programme de traitement des courbes FINOFANO.	98
MODULE FINOFANO.MAK	98
MODULE MAIN.FRM	99
MODULE GLOBAL.BAS	109
MODULE CONSTANT.BAS	144

MODULE DIALOGUE.FRM	164
MODULE PARAFITS.FRM.....	169
MODULE COURBTOT.FRM.....	182
MODULE PARAAFFI.FRM	193
MODULE GRIDPARA.FRM	197
MODULE CALIBRAT.FRM.....	199
MODULE COORDONE.FRM.....	201
MODULE PREVFAFI.FRM	203
MODULE ABOUT.FRM	209
Bibliographie.....	211
Index.....	214
Liste des figures	218
Liste des tableaux.....	220

Remerciements

J'aimerais d'abord remercier mon directeur de thèse, Pr. Paul Marmet, pour avoir accepté, en des temps difficiles, de diriger ma thèse de doctorat. Sans son encouragement et son regard critique sur l'ensemble de mon travail, je n'aurais pas pu mener à bien ce difficile projet.

J'aimerais aussi remercier mes parents qui m'ont toujours encouragé à aller de l'avant et qui m'ont inculqué le sens du devoir et l'importance que tout travail qui mérite d'être fait soit bien fait.

À mes élèves et mes collègues du Campus de l'Outaouais du Petit Séminaire de Québec, pour leur support, leur encouragement et leur compréhension au cours de la dernière année et demie de cette thèse.

Introduction

Cette thèse porte sur l'analyse de spectres du krypton et de l'argon obtenus par impact électronique. Nous étudions comparativement des spectres de l'argon et du krypton afin d'avoir une meilleure base de comparaison permettant d'interpréter les structures observées.

Ces structures sont produites par des collisions entre les atome de gaz et les électrons d'un jet mono énergétiques d'électrons. Cette méthode a l'avantage de permettre l'étude des niveaux résultant de la désexcitation des ions négatifs ce qui n'est pas possible dans les collisions photon-atome car le nombre de charges doit être conservé. Un autre avantage tient au fait que l'électron a un spin de $\pm \frac{1}{2}$, ce qui nous permet d'accéder aux niveaux optiquement interdits. Nous présenterons en détail cette méthode ainsi que les défis particulier qui ont dû être relevé afin de faire ces mesures avec succès

La méthode que nous utilisons est très avantageuse car elle nous permet, grâce à la très grande stabilité de l'appareil, d'accumuler des données pendant une longue période de temps, ce qui permet d'augmenter le ratio signal sur bruit et ainsi d'atteindre une très haute résolution.

Nous avons aussi eu recours à des calculs théoriques pour nous guider sur la position relative des structures présentes dans nos spectres. Ces calculs se sont avérés utiles malgré leur imprécision. L'état actuel des connaissances en physique atomique théorique ne permet pas de calculer avec précision la positions des niveaux atomiques. Ce genre de calcul s'avère très compliqué pour des atomes ayant un nombre élevé d'électrons tels que ceux ici étudiés.

La plus grande contribution de cette thèse à l'avancement des connaissances réside dans l'interprétation de 14 structures dans le Kr et le Kr^- et de 12 structures dans l'Ar et l' Ar^- . Ces structures n'avaient jamais été observé auparavant.

Chapitre 1: Appareillage

Section 1: Introduction générale à l'appareil développé spécialement pour les besoins de cette expérience

La partie expérimentale de ce travail fut accomplie à l'aide d'un spectromètre de masse quadripolaire électrique [1, 2, 3, 4, 5] . Dans la zone de la source, les électrons incidents sont émis par le filament et sont ensuite rendus mono énergétiques par le sélecteur d'électrons. Par la suite, ils entrent en collision avec les atomes de gaz¹ qu'ils excitent et ionisent. Ces ions sont alors dirigés vers le filtre de masse quadripolaire. Celui-ci a pour fonction de discriminer les ions en fonction de leur rapport charge-sur-masse. Ainsi, on s'assure que seuls les ions ayant le rapport charge-sur-masse désiré pourront traverser le quadripôle. À la sortie du quadripôle, les ions frappent la première dynode d'un multiplicateur d'électrons. Les impulsions générées à la sortie du multiplicateur sont ensuite traitées par l'électronique et finalement acheminées à un ordinateur où elles sont comptées. Ces comptes sont ensuite assemblés afin de constituer un spectre. Tout ceci est schématiquement représenté dans le diagramme suivant:

¹ Dans cette thèse, on a utilisé de l'argon et du krypton.

DIAGRAMME GLOBAL DE LA TECHNIQUE UTILISEE

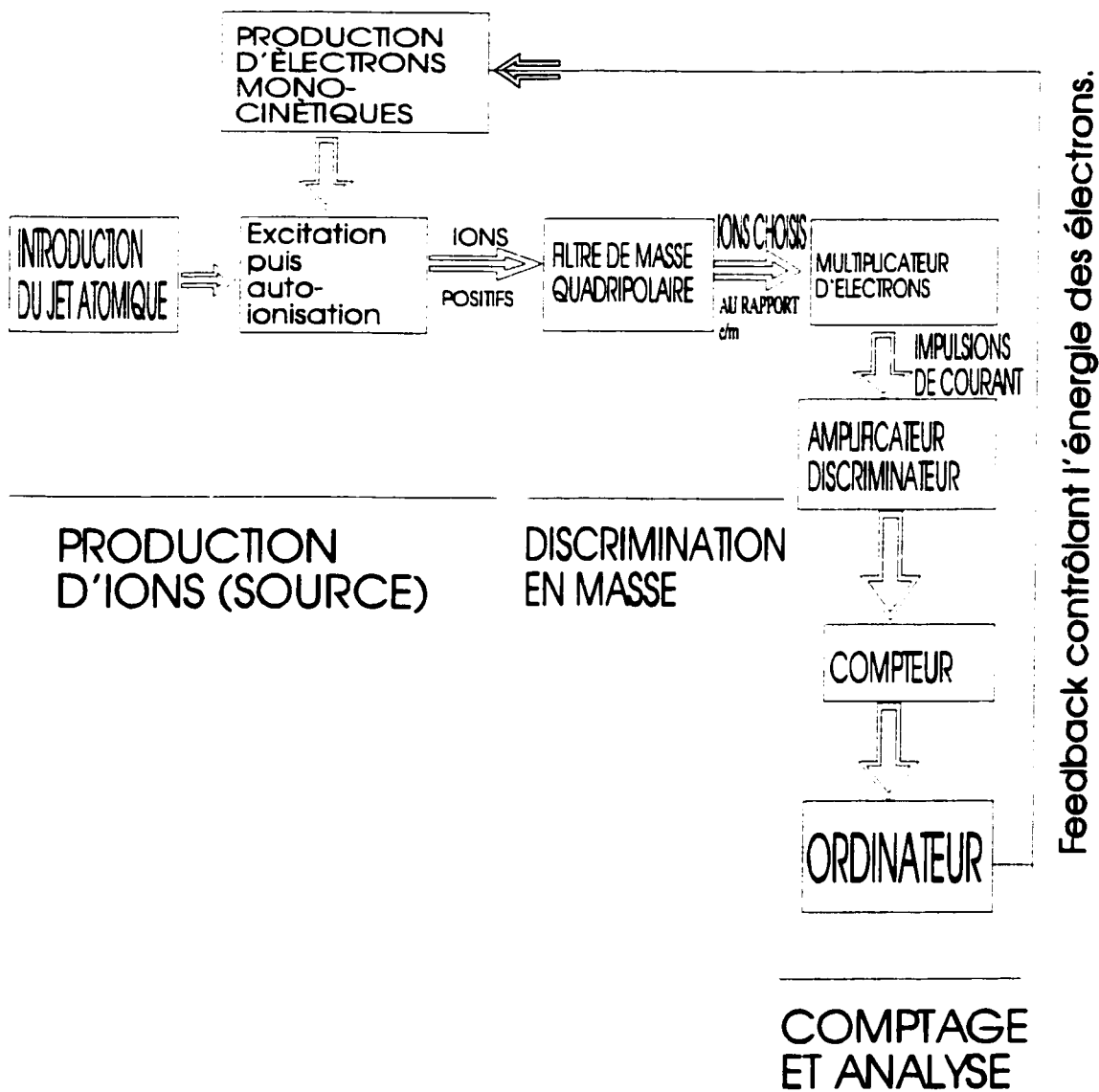


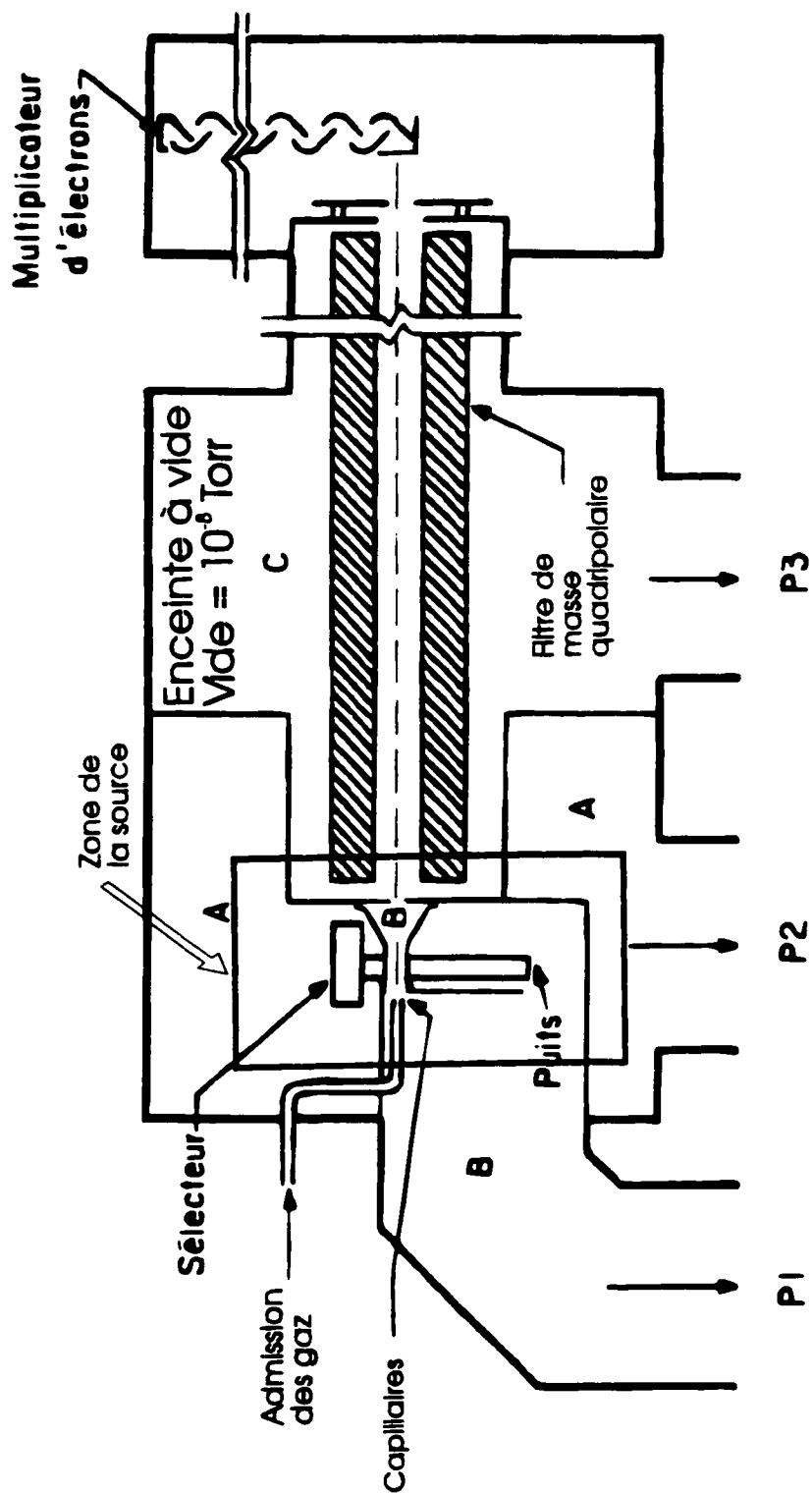
Figure 1: Schéma global des différentes étapes de notre expérience.

La description générale de l'appareil est divisée en quatre sous-sections:

- Source [1, 3]
- Filtrage
- Collection et acquisition informatisées [5]
- Système à vide

Cet appareil est représenté dans le schéma suivant:

COUPE DU MONTAGE



P1, P2 et P3: 3 pompes à diffusion
 Les lettres A, B et C désignent les zones pompées par les pompes P1, P2 et P3.

Figure 2: Schéma global de notre dispositif expérimental [5].

Dans la dernière section, on décrira aussi la méthode de traitement général que l'on a utilisée dans le traitement des courbes expérimentales.

Section 2: Source

Afin d'ioniser les atomes de gaz, on doit disposer d'une source d'électrons nous offrant un bon courant et une distribution d'énergie la moins large possible afin d'avoir une distribution dite "mono énergétique". Toutefois si on veut un bon courant on devra passer un courant élevé dans le filament afin de le chauffer pour qu'il nous donne des électrons. Ce courant élevé créera à son tour un champ magnétique intense qui perturbera le fonctionnement global de la source et nous empêchera d'utiliser un nombre maximal d'électrons produits.

Afin de contourner ce problème, les électrons sont produits au moyen d'un filament de tungstène qu'on chauffe à l'aide d'un courant pulsé. Le courant d'environ 20 ampères passe dans le filament durant 20 μ s puis le courant est coupé durant le reste du temps jusqu'à la prochaine impulsion. Ce procédé est répété 2000 fois par seconde. La chaleur spécifique du métal du filament permet de maintenir la température élevée du filament entre chaque impulsion pendant lequel les électrons émis sont utilisés.

Cette manière de faire nous assure d'un courant d'émissions d'électrons élevé. Toutefois on ne doit pas chercher un courant élevé à tout prix. On doit trouver un équilibre entre l'intensité du faisceau électronique et la largeur de la distribution du faisceau. En fait, on doit maximiser l'intensité du courant émis entre les impulsions tout en gardant la largeur du faisceau la plus faible possible.

La raison pour laquelle on désire une largeur de faisceau la plus étroite possible est que la convolution d'une courbe par une distribution d'énergie trop large fait disparaître les structures du spectre. Quant à l'intensité, on doit la maximiser afin d'avoir le plus d'électrons possible pour entrer en collision avec les atomes de gaz. Plus on produira d'ions, moins ça prendra de temps pour faire l'acquisition d'un nombre raisonnable de comptes.

Après avoir été émis du filament, les électrons atteignent le sélecteur. Celui-ci doit fournir un courant maximal d'électrons pour une distribution d'énergie ayant une largeur à mi-hauteur la plus faible possible².

Le sélecteur présent au sein de notre montage est composé de deux sélecteurs électrostatiques cylindriques à 127 degrés, du type Marmet [6, 7], placés bout à bout (voir figure 3) produisant un faisceau d'électrons mono énergétiques. On a utilisé deux

² Voir la section 1 du chapitre 1.

sélecteurs³ en série afin de diminuer la largeur de la distribution en énergie du faisceau électronique [8, 9]. Dans nos expériences, l'intensité de ce faisceau était de 35nA et la largeur à mi-hauteur de la distribution était de l'ordre de 40meV.

³ Le premier faisant une sélection que l'on peut qualifier de "primaire". le second en faisant une dite "secondaire".

Sélecteur double

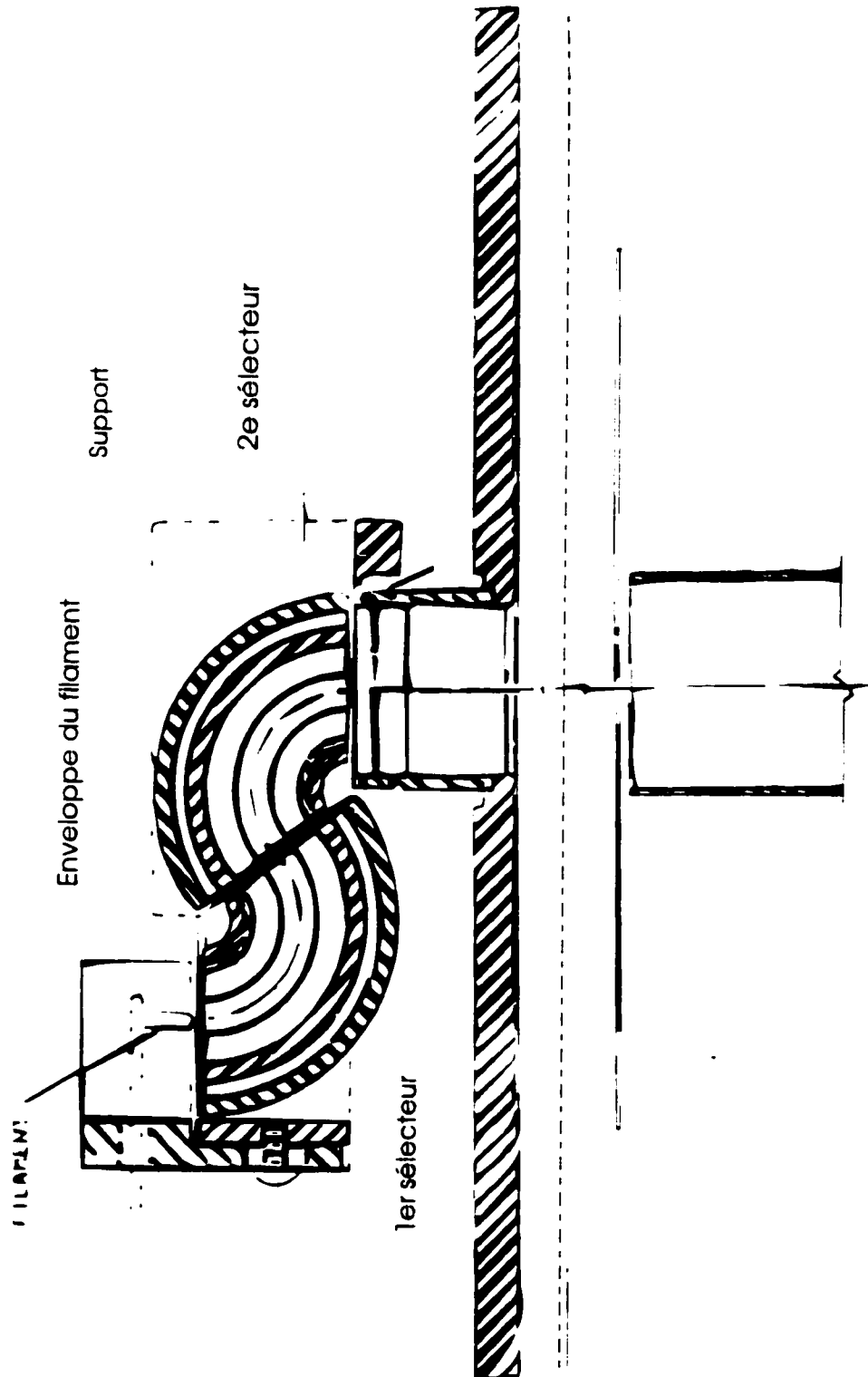


Figure 3: Schéma du sélecteur double d'électrons vu de face [3]

Les bonnes performances du sélecteur d'électrons sont principalement dues:

- À la petite dimension du sélecteur d'électrons. En effet, celui-ci a un rayon intérieur de 1 cm et un rayon extérieur de 1.5 cm. Ces petites dimensions réduisent le temps au cours duquel les électrons peuvent interagir entre eux, et donc elles réduisent "l'éclatement" du faisceau d'électrons dû aux charges d'espace au sein du sélecteur.
- Au fait que le support de grilles, les plaques de même que l'enveloppe du sélecteur soient faits avec de l'acier inoxydable 310 qui ne se magnétise pas facilement.
- À ce que le sélecteur d'électrons soit placé dans une zone où le champ magnétique causé par le filament de la source a été annulé. Ceci est obtenu grâce aux trois paires de bobines d'Helmholtz⁴ couplées à des circuits actifs qui servent à annuler, en temps réel, le champ magnétique dans la source d'ions.
- Au fait que les grilles intérieures du sélecteur d'électrons soient très transparentes aux électrons car elles sont faites d'un fin grillage dont la surface est transparente à 90%. Ceci veut dire qu'il y a un potentiel entre les grilles et les plaques permettant aux électrons d'accélérer pour ensuite être absorbées par la plaque en tant qu'électrons de conduction.

Ces grilles contribuent surtout à réduire les charges d'espace en prévenant la formation d'un nuage d'électrons qui repousserait hors du sélecteur le flux

⁴ Une selon chacun des axes x, y et z

d'électrons, en provenance du filament détruisant ainsi la distribution étroite requise du faisceau d'électrons.

Ce nuage d'électrons est en partie créé par la réflexion des ions sur la surface interne du sélecteur [7]

Une fois que les électrons sont sortis du sélecteur, ils sont accélérés par un potentiel fixe superposé à une tension variable qui est contrôlée par l'ordinateur du système d'acquisition des données. Il est crucial que ces deux tensions soient extrêmement fiables car elles pourraient, soit déplacer les structures de leur position réelle, soit en créer de fausses si des irrégularités surviennent au même moment de balayage en balayage. Elles doivent être aussi très fiables afin de permettre l'acquisition des données sur une longue période de temps.

Une fois accéléré et focalisé, le faisceau d'électrons traverse le jet atomique venant d'un ensemble de 150 000 capillaires ayant une longueur de 2 mm et un diamètre de 10 microns. Cette structure dont la surface est de 4mm par 8mm a une transmission de 60% [1]. Cette configuration minimise le nombre de collisions entre les divers atomes de gaz, diminue la dispersion angulaire [9] et assure un long parcours (le long du côté de 8mm) des électrons au sein du jet atomique. Ainsi, les collisions entre les électrons et les atomes de gaz se font presque toutes à angle droit.

Cet ensemble de capillaires a deux avantages principaux sur le bec d'injection de gaz traditionnel: [1]

- Ce système permet d'avoir une source d'ions plus intense en évitant les collisions ion-atome dans l'appareil. Les collisions ion-atome forment des réactions secondaires qui font apparaître des structures dans les courbes.

Section 3: Filtrage des ions.

Une fois que les ions ont été produits dans la zone d'interaction, on les fait pénétrer au travers du filtre de masse quadripolaire afin de s'assurer que seuls les ions du gaz à l'étude puissent être transmis. Le filtre sélectionne les ions en fonction de leur rapport e/m et assure le balayage en énergie des ions. On accomplit cette sélection suite au choix de certaines valeurs des composantes alternatives et continues des différences de potentiel aux bornes des électrodes du quadripôle [4]. On applique une tension continue V et une tension sinusoïdale U sur une des deux paires d'électrodes et une tension égale, mais de signe opposée sur l'autre paire [4]. Les électrodes, de forme hyperbolique, ont 1.10 mètre de longueur et l'entrée du quadripôle a une ouverture de 2 centimètres [9]. Ces électrodes hyperboliques uniques au monde⁵ nous permettent d'avoir des performances exceptionnelles et inégalées. Ces grandes dimensions, l'électronique et surtout la forme hyperbolique exacte, nous permettent d'avoir une transmission de près de 100% et ainsi une très grande luminosité.

On doit aussi ici ajouter que nous avons dû faire des modifications au circuit afin de réparer les dégâts causés par l'incendie de juin 1995.

Nous avons remplacé les huit amplificateurs ENI 240L qui alimentaient le quadripôle en tension alternative (U) par deux amplificateurs [10] car le transformateur qui combinait les sorties des huit amplificateurs en une entrée pour le quadripôle a fondu et qu'il était trop difficile et coûteux de le remplacer à neuf.

La principale différence notable est qu'il est maintenant difficile de balayer de larges spectres de masse car nous n'avons plus assez de puissance [11]. Ce n'est pas vraiment important pour notre expérience car nous restons fixés sur une seule masse pendant des mois.

Section 4: Système à vide

Tout le système décrit précédemment est placé sous vide. Celui-ci est assuré par trois pompes à diffusion utilisant de l'huile au carbone de marque Santovac-5. L'usage des huiles "au silicone" doit être absolument évité car elles créent un film isolant de silice sur les surfaces internes du système à vide. Lorsqu'on a une surface isolante, les électrons qui s'y déposent créent des charges de surface qui modifient le potentiel, comme par exemple, sur la surface des électrodes de la source électronique. Ce potentiel change l'énergie de la

⁵ Ces électrodes dessinées spécialement pour ces expériences sont unique au monde.

source d'électrons monochromatique et ruinerait complètement la qualité de la source d'électrons. Si la couche qui se forme est conductrice, les charges peuvent être alors assimilées comme des électrons de conduction au sein de la couche, et ne créeront pas ainsi de charges de surface.

Les pompes ont été montées de manière à avoir un pompage différentiel entre les différentes parties de l'appareil. Ainsi la pompe 1 évacue la région A, la pompe 2 la région B et la pompe 3 la région C⁶. Afin d'éliminer les retours d'huile, deux systèmes de pièges ont été placés sur les pompes. Le premier piège est refroidi par de l'eau à 4 degrés Celsius et consiste en une chicane visant à empêcher les remontées d'huile provenant de la pompe. Le second piège, illustré à la figure 4, vise principalement à empêcher les vapeurs d'huile, ayant réussi à franchir le premier piège, de se rendre dans l'appareil. Ce second piège est constitué de chevrons soudés à un tuyau dans lequel circule du fréon à une température de -118 degrés Celsius. Le fréon est refroidi par un réfrigérateur du type Polycold-500 qui fonctionne 24 heures sur 24, nous permettant ainsi de conserver l'efficacité des pièges cryogéniques et conséquemment de maintenir le vide en permanence.

Une autre modification à cet appareil a due être faite au cours de cette thèse. Il s'agit d'un échangeur de chaleur destiné à "réchauffer" l'eau de refroidissement du nouveau Polycold-500 qui fut installé durant cette thèse. Comme ce Polycold-500 a été manufacturé en Californie, l'eau froide qui doit lui être fournie selon les spécifications est

⁶ Voir figure 2.

sensiblement plus chaude (14°C) que l'eau froide que nous avons ici (entre 1°C et 4°C) par l'aqueduc. Nous avons donc bâti un échangeur de chaleur qui utilise la sortie d'eau chauffée par le Polycold-500 pour élever de quelques degrés la température de l'eau qui entre dans le Polycold-500 pour sa réfrigération. Cet échangeur est constitué de deux tubes de cuivre concentriques eux-mêmes formant une spirale afin de réduire l'espace utilisé. Dans le tube extérieur circule l'eau à être réchauffée et dans le tube du centre circule l'eau qui donne sa chaleur. Les deux flux d'eau circulent en sens opposé afin de maximiser l'échange de chaleur.

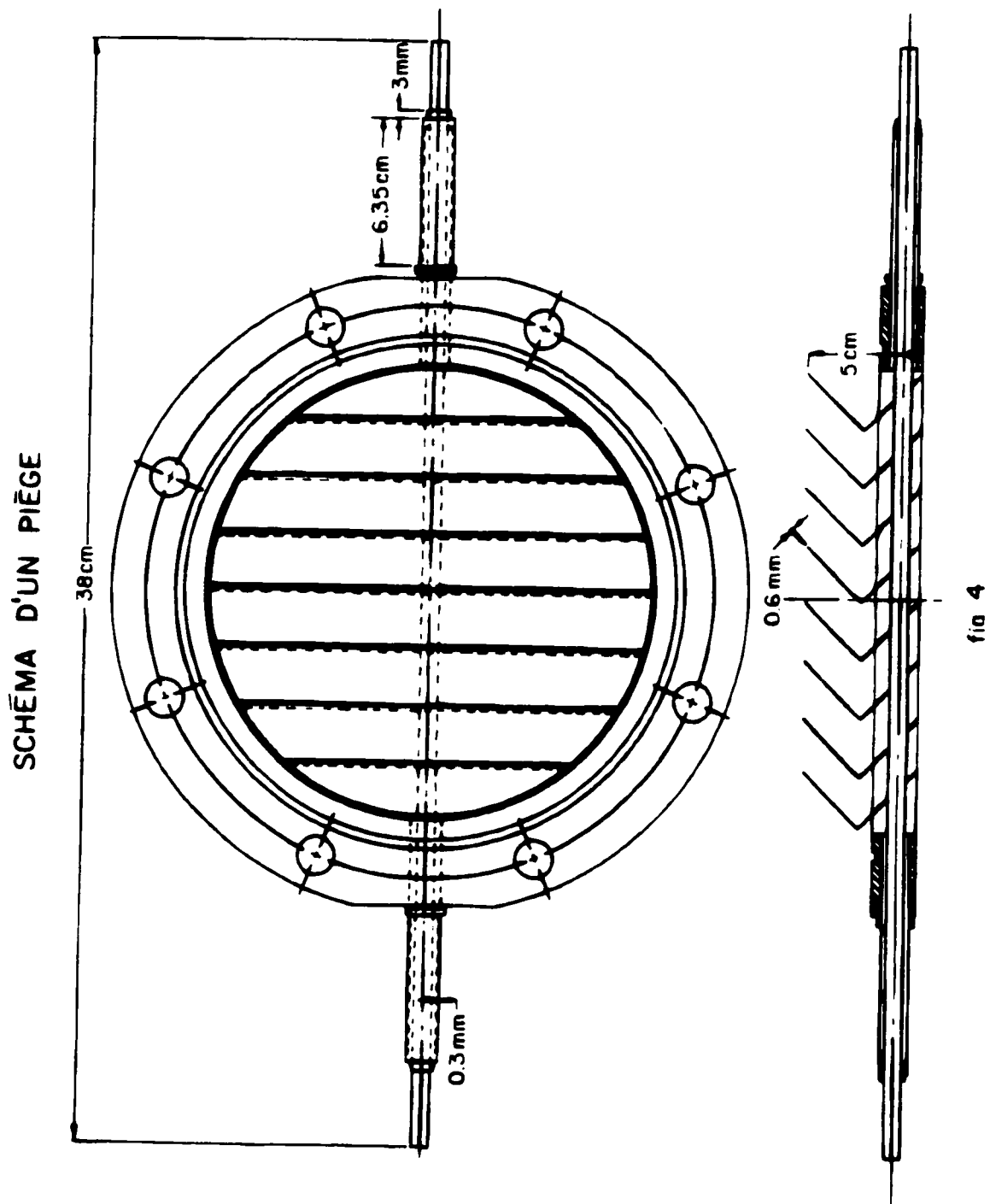


Figure 4: Schéma d'un des pièges, refroidi au fréon, qui est monté sur les pompes à diffusion. [3]

Section 5: Collection et acquisition des données

À leur sortie du quadripôle, les ions entrent dans la zone de collection constituée du multiplicateur, du préamplificateur, de l'amplificateur, du discriminateur QUAD [3], du discriminateur-compteur POCATEC et du système informatisé d'acquisition.

Le multiplicateur réalisé par Marchand, Paquet et Marmet [11, 12, 13], du type Allen [14] est constitué de 14 étages d'amplification ayant des dynodes faites d'un alliage d'argent et de magnésium. Celles-ci nous permettent de maintenir un taux de comptage constant jusqu'à 10^6 impulsions par seconde pendant plusieurs mois [3]. L'optique électronique permet à tous les ions atteignant la sortie du quadripôle d'être projeté vers le multiplicateur d'électrons.

La différence de potentiel entre la première et la dernière dynode nous permet de faire varier le facteur de multiplication du multiplicateur. Au cours de nos expériences, celle-ci fut maintenue à environ 4300 Volts. Cette tension s'est avérée suffisante pour que chaque ion détecté par le multiplicateur d'électrons génère à sa sortie une impulsion de 100 mV d'amplitude et de 1 ns de largeur [1, 3]. Cette impulsion est par la suite transmise au préamplificateur qui l'amplifie en une impulsion de 200mV d'amplitude et de 40ns de largeur [3].

À leur sortie du préamplificateur, ces impulsions sont transmises à un amplificateur qui amplifie les signaux négatifs. Les impulsions qui sortent du QUAD n'ont cependant pas toutes une amplitude et une largeur très constantes. Suite à cette amplification, les impulsions sont transmises à un discriminateur QUAD 704B 300MHz. Ces impulsions sont ensuite comptées par un compteur de marque POCATEC. Celui-ci nous assure que chaque impulsion, peu importe sa hauteur et sa largeur, ne contribuera qu'à un seul et unique compte. Ceci est important car si une impulsion large pouvait causer deux comptes, il s'en suivrait une augmentation considérable du bruit qui réduirait la qualité de notre spectre.

À la sortie du POCATEC, on a à notre disposition dans des mémoires le nombre de comptes accumulés par période de lecture. Une carte d'acquisition de données a été construite pour que le micro-ordinateur compatible-IBM puisse lire, à intervalles réguliers, les données de chaque mémoire du POCATEC et les transférer à un programme d'acquisition qui se charge d'additionner les lectures successives afin "d'assembler" le spectre complet de la région étudiée. C'est ce même programme qui se charge de faire varier la tension variable d'accélération⁷ des électrons⁸. Ce programme permet également le traitement des données⁹.

⁷ Constituant ainsi le système de rétroaction dont il est question à la figure 1.

⁸ Voir section 2 du présent chapitre.

⁹ Voir la section 4 du chapitre 2.

Chapitre 2: Considérations préliminaires

Section 1: Nature des données recueillies

Les spectres obtenus au cours de cette recherche sont des courbes d'électro-ionisation par impact électronique. Ces spectres sont obtenus en comptant le nombre d'atomes doublement ionisés en fonction de l'énergie des électrons incidents. On balayera la région d'intérêt pendant une longue période de temps afin d'augmenter le nombre de comptes, donc de réduire l'erreur quadratique moyenne relative et l'impact de légères variations (de pression, de courant, etc.) qui auraient pu avoir lieu au cours d'un seul balayage.

Le mécanisme physique ayant lieu est le suivant: Lorsqu'il y a une collision entre un électron et un atome, un complexe négatif excité se forme. Il est nécessaire que ce complexe soit incorporé dans le mécanisme de la réaction car il représente un état intermédiaire incontournable du mécanisme en vertu de la loi de conservation des charges au moment d'une collision. Ce complexe peut se désexciter de plusieurs manières [15].

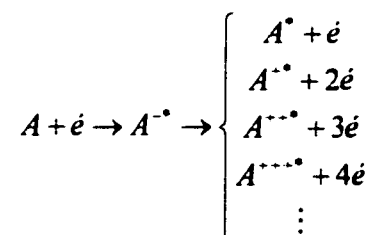


Figure 5: Divers modes de désexcitation du complexe négatif excité par auto-ionisation pour l'atome hypothétique A.

Pour les gaz rares, dans la région qui nous intéresse, soit celle au-delà de la limite de double ionisation, le canal dans lequel les structures sont les plus intenses est $A + e^- \rightarrow A^{*-} \rightarrow A^{++*} + 3e^-$. Nous avons vérifié ce fait expérimentalement et c'est pourquoi nous comptons le nombre d'ions doublement ionisés en fonction de l'énergie des électrons incidents

Une fois la courbe obtenue, on la traite avec un filtre mathématique passe-haut¹⁰ en fréquence afin de révéler les structures ayant des composantes de fréquences élevées et superposées à la forte pente de la courbe. Une fois traitées, on utilise un programme que nous avons nous-même développé afin d'ajuster les profils théoriques aux structures expérimentales que le spectre contient. Au préalable, on a calculé la position des niveaux susceptibles de se retrouver dans nos spectres à l'aide du programme de Cowan¹¹ [16].

Dans les sections qui suivent, on expliquera plus en détails les étapes que l'on vient d'énumérer:

- Procédure expérimentale
- Mécanisme physique, compétition
- Méthode de traitement des courbes

¹⁰ Voir la section 4 du présent chapitre.

¹¹ Voir la section 7 du chapitre 2 pour les détails

- Description des structures par les profils de Fano
- Calculs théoriques
- Principes guidant l'interprétation.

Section 2: Procédure expérimentale [17]

Les électrons mono énergétiques générés par une source sont accélérés jusqu'à leur énergie finale par un potentiel électrique formé par la somme d'un voltage fixe V_s et d'une rampe linéaire V_r . Une impulsion venant de l'ordinateur du système d'acquisition, déclenche simultanément la rampe du voltage de balayage des ions ainsi que le système d'acquisition de données au temps $t=0$ s. La rampe, dont le voltage est variable entre 0 et 12V, est parfaitement linéaire en fonction du temps et est synchronisée avec le système d'acquisition de données. Une fois le dernier canal atteint, la rampe est remise à zéro et un nouveau cycle recommence. Ce processus est répété jusqu'à ce que l'on ait accumulé suffisamment de données¹². Pour les spectres présentés dans cette thèse, le temps d'accumulation variait entre 2 et 4 semaines.

À chaque balayage, le nombre d'ions comptés dans l'intervalle correspondant à un canal est ajouté au nombre d'ions comptés depuis le début de l'acquisition. Typiquement, on a 1100 canaux par courbe avec des canaux de 10meV de large. Les fluctuations dans l'appareil (pression, courant d'électrons, champ magnétique, etc.) qui pourraient arriver au

cours d'un balayage deviennent alors négligeables vu le très grand nombre de balayages accumulés¹³.

Les positions des structures¹⁴ observées sont déterminées par le biais d'un étalonnage par rapport au deuxième seuil d'ionisation du gaz étudié dont la valeur est bien connue [18]. Cette méthode nous permet d'atteindre une précision inférieure à un canal.

La stabilité en énergie est telle que la dérive en énergie est aussi faible que de l'ordre de 10meV par 3 semaines. Toutefois, les données accumulées sont additionnées de façon à tenir compte et corriger cette dérive.

¹² Voir la section 4 du présent chapitre.

¹³ Typiquement entre 100000 et 200000 balayages.

¹⁴ En eV.

Section 3: Mécanismes physiques, compétition [15]

Les niveaux neutres et les ions négatifs et positifs produisent des structures observables dans les courbes d'électro-ionisation [20, 21, 22, 23, 24]. Dans les expériences d'impact électronique, les transitions quantiques ont lieu quand l'électron entre en collision avec un atome neutre. Plusieurs lois de conservation, telle la conservation des charges, doivent être satisfaites durant ces transitions quantiques.

Quand un électron s'approche d'un atome, aucune transition quantique ne peut se produire tant que l'électron incident n'interagit avec l'atome. Comme les transitions quantiques sont instantanées, la première transition quantique arrivera nécessairement quand l'électron incident interagira. Cette première transition quantique ne peut avoir lieu dans l'atome neutre seul puisque l'électron incident est responsable de la transition. L'électron incident s'approche de l'atome jusqu'à ce qu'une transition ait lieu dans le complexe¹⁵ A^* . Cette description correspond à:



où A^* est un continuum d'ions négatifs dont la description dépend de l'énergie relative entre l'électron et les paramètres quantiques de l'atome.

Cette transition se fait instantanément. Comme le nombre de charges et l'énergie sont conservés durant la transition quantique, on aura alors comme mode de désexcitation:

$$A^{-\bullet} \rightarrow \begin{cases} A^{\bullet} + e \\ A^{-\bullet} + 2e \\ A^{-\bullet\bullet} + 3e \\ \vdots \\ A^{n-\bullet\bullet} + (n+1)e \end{cases} \quad (2)$$

Sept types de réactions sont ici illustrées:

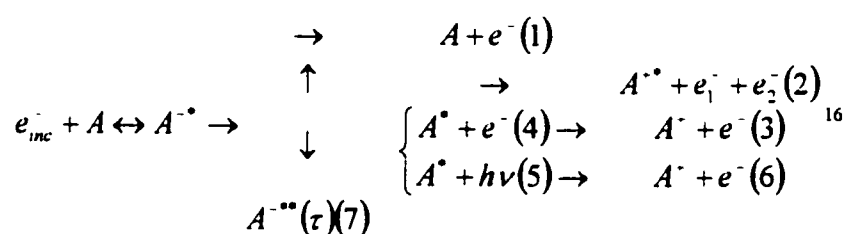


Figure 6: Sept types de réactions de désexcitation.

Celles-ci tiennent compte de la conservation des charges durant les transitions quantiques:

¹⁵ Ici, en guise d'exemple, on utilise l'hypothétique atome "A".

¹⁶ Chacune de ses réactions est désignée par un nom (en anglais):

- (1) Elastic scattering
- (2) Ionisation single step
- (3) Ionisation two steps
- (4) Excitation
- (5) Resonant capture + de-excitation

- Un électron de ce continuum peut être ré-émis élastiquement (réaction (1))
- Cet ion négatif peut s'auto-ioniser [57] pour former un ion positif en émettant deux électrons (réaction (2))
- Différents états neutres excités sont produits au cours des réactions (3), (4), (5) et (6).
- Finalement, l'énergie initiale de l'électron donnée au continuum peut coïncider avec des niveaux de l'ion négatif ayant une demi-vie τ (réaction (7)). Dans ce cas, A^{**} exhibe un niveau discret dans la courbe d'électro-ionisation tel que décrit par Fano [25].

Section 4: Méthode de traitement des courbes.

I. Filtrage par lissage [26]

Afin de traiter nos courbes, une méthode mathématique fut développée [1]. Comme certaines structures ont une amplitude de l'ordre de 10^{-5} fois l'amplitude du continuum d'ionisation, on doit traiter nos spectres dans le but de faire ressortir ces structures superposées au continuum d'ionisation.

(6) Capture + ionisation
(7) Resonant electron capture

Précisons tout d'abord que, comme l'amplitude relative de nos structures peut être aussi petite que de 10^{-5} fois l'amplitude du continuum, on doit avoir un nombre minimal de comptes. Ce minimum est défini par le fait que l'on exige que l'amplitude de nos structures soit supérieure au bruit statistique. Prenons, par exemple, ce cas où l'amplitude est de 10^{-5} fois celle du continuum d'ionisation. On aura donc que:

$$10^{-5} > \frac{1}{\sqrt{N}} \quad (3)$$

En isolant N , on obtient le nombre minimal de comptes par canal que nous devons accumuler¹⁷. On trouve:

$$N > 10^{10} \text{ ions par canal} \quad (4)$$

Par contre si on a une courbe ne présentant pas le nombre désiré de comptes par canal, on peut augmenter le nombre de comptes par canal en additionnant les canaux entre eux n par n . Cet accroissement du nombre de comptes par canal se fait au détriment de la résolution en énergie. On devra toutefois prendre soin de ne pas grouper les canaux de

¹⁷ La relation précédente peut facilement être généralisée. Soit A l'amplitude relative à celle du continuum de la plus faible structure du spectre, on aura:

$$A > \frac{1}{\sqrt{N}}$$

Isolant N :

$$N > \frac{1}{A^2}$$

manière à ce que la largeur résultante d'un canal soit supérieure à celle de la largeur de la structure que l'on veut observer. Comme les données prises au cours de cette expérience le furent à $5 \text{ mV}/\text{canal}$, il ne faudra pas, à la limite, additionner les canaux plus de 3 par 3, si l'on veut observer une structure de 18 mV de large. Autrement, on aurait une forte distorsion de la structure.

Une fois que l'on a une courbe qui comporte un nombre suffisant de comptes, on peut appliquer une méthode qui consiste à redresser nos courbes afin de pouvoir reconnaître nos structures de faible amplitude. Le redressement de la courbe correspond donc à éliminer les pentes importantes des basses composantes de fréquence du continuum d'ionisation. Ainsi nos structures apparaîtront sur un fond horizontal.

Pour obtenir cette courbe, on partira de notre courbe expérimentale elle-même. En lissant une copie de notre courbe originale, on en fait disparaître les composantes de hautes fréquences pour ne garder que celles de basses fréquences. Donc, en soustrayant cette copie lissée de notre courbe originale, la courbe résultante ne gardera que les composantes de hautes fréquences superposées à un fond à peu près horizontal. Cette opération équivaut donc à un filtre passe-haut. Elle est nécessaire car ce sont les composantes de basses fréquences qui causent le fond distordu de notre courbe expérimentale [17] et empêchent de choisir une échelle de sensibilité de façon à pouvoir

On devra donc avoir un nombre de comptes par canal supérieur à A^{-2} .

observer les structures étroites. En les faisant disparaître, on ramènera la courbe sur un fond presque horizontal comme désiré.

Le lissage de la courbe originale se fait de la façon suivante: Pour tous les canaux du spectre, excepté le premier et le dernier que l'on gardera fixes, on remplace sa valeur par une moyenne pondérée, avec ses deux voisins immédiats. Cette moyenne est définie comme: [1]

$$\chi'_n = \frac{1}{4}(\chi_{n-1} + 2\chi_n + \chi_{n+1}) \quad (5)$$

où:

- χ'_n est le canal une fois lissé
- χ_{n-1} est le canal juste à gauche du canal que l'on lisse.
- χ_n est le canal qui est lissé
- χ_{n+1} est le canal juste à droite du canal que l'on lisse.

Cette opération est répétée "S" fois, jusqu'à ce que la courbe lissée atteigne la proportion désirée de composantes de hautes fréquences par rapport à celles de basses fréquences. L'effet du filtrage apparaît graduellement, la valeur de chaque canal est de plus en plus influencée par des canaux plus éloignés qui sont responsables des composantes de basse fréquence. Si l'on répétait ce lissage un nombre infini de fois, on obtiendrait une

droite de pente égale au dernier canal moins le premier divisé par le nombre de canaux car les premier et dernier canaux sont fixes [27].

Diverses analyses faites par Marchand et Veillette [29], ainsi qu'Arsenault et Marmet [28] démontrent que cette opération équivaut à un filtrage de Fourier dont la fonction de filtrage transmise est la suivante [9]:

$$T_{m,S} = 1 - \left[\cos\left(\frac{\pi m}{N}\right) \right]^{2S} \quad (6)$$

où:

- $T_{m,S}$ est la transmission de la composante de fréquence m .
- S est le paramètre correspondant au nombre de lissages.
- N est le nombre total de canaux

Ceci signifie que lorsque le nombre de lissages est petit, seules les hautes fréquences d'une période de quelques canaux sont transmises. Si, par contre, on augmente le nombre "S" de lissages, les plus basses fréquences peuvent aussi être transmises. Ce filtrage en est un de type passe-haut à bande passante variable et ajustable [9].

Une autre façon mathématiquement équivalente de réaliser ce filtre consiste à prendre la transformée de Fourier de la courbe originale que l'on multiplie par la fonction de transmission ci haut énoncée (équation 5). Enfin en prenant la transformée de Fourier

inverse de ce produit, on a notre courbe "redressée". Cette autre façon de procéder est absolument équivalente à celle décrite plus haut mais plus lente dans de nombreux cas pratiques¹⁸. C'est pour cette raison que l'on procède par le "straightening through smoothing" plutôt que par la transformée de Fourier.

Il a aussi été démontré que [30, 31]:

$$F^{-1}(F(d(E)) * T_{m,1}) = -\frac{d^2}{dE^2} d(E) \quad (7)$$

où:

- F et F^{-1} désignent respectivement la transformée de Fourier et la transformée de Fourier inverse.
- $d(E)$ désigne la courbe originale en fonction de l'énergie.
- $T_{m,S}$ désigne la fonction de filtrage transmise.

Il a aussi été démontré que [9, 30, 31]:

$$F^{-1}(F(d(E)) * T_{m,1 < S \leq 100}) \approx \frac{d^2}{dE^2} d(E) \quad (8)$$

où les termes de l'équation ont la même signification que pour l'équation précédente.

¹⁸ Comme une faible valeur de S .

Section 5: Description des structures par les profils de Fano [25].

I. Ions négatifs

Une fois que les spectres ont été traités et que les structures ont été interprétées sur ceux-ci, on ajuste à chacune des structures précédemment identifiées un profil de Fano. Cet ajustement de profil nous permettra de trouver avec précision la position de la structure, sa largeur propre et son facteur de forme. Commençons par décrire la théorie derrière ces profils de Fano:

Quand on a à la même énergie un état discret φ et un continuum d'états $\psi_{E'}$, tous deux non-dégénérés, l'état stationnaire réel ψ_E peut être représenté par une superposition des états du continuum et de l'état discret φ : [1]

$$\psi_E = a_E \varphi + \int dE' b_{E'} \psi_{E'} \quad (9)$$

ψ_E est alors un vecteur propre de la matrice: [25]

¹⁹ Voir appendice A.

$$\langle \varphi | H | \varphi \rangle = E_{\varphi} \quad (10)$$

$$\langle \varphi_{E'} | H | \varphi \rangle = V_{E'} \quad (11)$$

$$\langle \psi_{E'} | H | \psi_{E'} \rangle = E' \delta(E' - E) \quad (12)$$

On notera aussi dans les expressions ci haut que a_E et b_E sont fonctions de l'énergie E . Toutefois, ceci ne sera valide qu'à deux conditions.

- Que l'état φ et le continuum $\psi_{E'}$ existent à la même énergie.
- Qu'ils aient les mêmes L , S , J , parité et charge.

Un cas répondant aux critères ci haut est illustré à la Figure 7 par un schéma d'un atome hypothétique que l'on désigne par la lettre A . Si les deux conditions ci haut sont respectées, les niveaux discrets neutres au voisinage de A_3^* peuvent être décrits comme une superposition de A_3^* et de $A^+ + e^-$. La dissociation de A_3^* se fera par:



L'énergie de l'électron sera donnée par:

$$E_{e^-} = E_{A_3^*} - E_{A^+} \quad (14)$$

Et la largeur de cet état par:

$$\Gamma = 2\pi \left| \langle \psi_E | H | A_3^* \rangle \right|^2 \quad (15)$$

Comme a_E et b_E sont fonctions de E^{20} , le profil d'absorption du continuum près de l'état A_3^* suit les variations définies par:

²⁰ Tel que spécifié à la page .

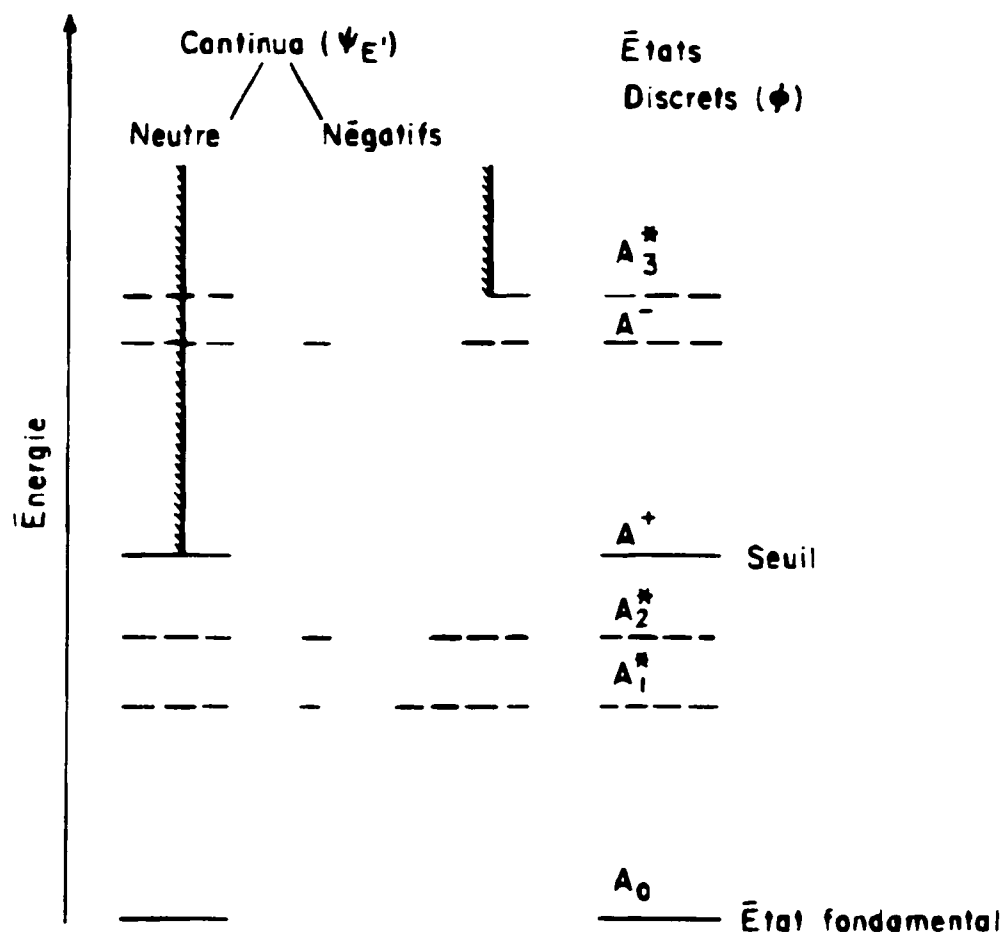


Figure 7: Diagramme des niveaux d'énergie d'un atome hypothétique utilisé pour illustrer les différents types de continua. Quatre états neutres discrets, A_0 , A_1^* , A_2^* , A_3^* , un état discret négatif A^- et un état existant au-delà de la limite d'ionisation peuvent interagir avec l'état neutre A_3^* pendant que les continua négatifs, créés par la présence d'un électron incident, peuvent interagir avec l'état négatif.[3]

$$\sigma(\varepsilon) = \sigma_A \left[\frac{(q + \varepsilon)^2}{1 + \varepsilon^2} \right] + \sigma_B \quad (16)$$

où:

- ε est défini par $\frac{(E - E_r)}{\Gamma_2}$ (17)
- E est l'énergie
- E_r est l'énergie de la résonance
- q est le facteur de forme
- Γ est la largeur²¹ du niveau
- σ_A est la section efficace correspondant à des transitions vers des états du continuum qui interagissent avec l'état discret.
- σ_B est la section efficace correspondant à des transitions vers des états du continuum qui n'interagissent pas avec l'état discret²².

On peut relier l'équation précédente à un rapport de la norme d'un opérateur de transition sur les fonctions d'ondes par:

$$\frac{(q + \varepsilon)^2}{1 + \varepsilon^2} = \frac{|\langle \Psi | T | i \rangle|^2}{|\langle \psi | T | i \rangle|^2} \quad (18)$$

où:

- T est l'opérateur de transition
- i est l'état initial qui est toujours, dans notre cas, le niveau fondamental de l'atome.
- Ψ est la fonction d'onde du niveau final.

On peut aussi relier le facteur de forme à $\sigma(\varepsilon) = \sigma_A \left[\frac{(q + \varepsilon)^2}{1 + \varepsilon^2} \right] + \sigma_B$ par la relation

suivante:

$$q = \frac{\langle \Phi | T | i \rangle}{\pi V_E^* \langle \Psi_E | T | i \rangle} \quad (19)$$

II. États discrets et continuum neutre.

Maintenant que l'on a bien décrit ce qui se passait dans le cas des ions négatifs, attardons-nous sur le cas des interactions entre un état discret et un continuum neutre.

²¹ En énergie.

²² C'est-à-dire le continuum lui-même.

Quand nous bombardons un atome avec un jet d'électrons dont l'énergie varie, on obtient la superposition de profils résultant de la collision des atomes avec des électrons ayant toutes les énergies comprises dans notre intervalle de balayage.

L'expression de la section efficace mesurée sur les courbes d'électro-ionisation sera l'intégrale du profil d'absorption du continuum de l'état A_3^{*23} . On aura donc:

$$\sigma_I(\varepsilon) = \int_{\varepsilon_{A^*}}^{\varepsilon} \left[\sigma_A \frac{(q + \varepsilon')^2}{1 + \varepsilon'^2} + \sigma_B \right] d\varepsilon' \quad (20)$$

$$\text{avec } \varepsilon_{A^*} = \frac{E_{A^*} - E_R}{\frac{\Gamma}{2}} \quad (21).$$

Intégrant, il vient

$$\sigma_I(\varepsilon) = \sigma_A \left[\varepsilon + (q^2 - 1) \tan^{-1} \varepsilon + q \ln(\varepsilon^2 + 1) \right] + \sigma_B \varepsilon + C \quad (22)$$

Comme C , $\sigma_A \varepsilon$ et $\sigma_B \varepsilon$ sont des paramètres dont la valeur est éliminée lors du traitement que nous faisons subir aux courbes, on retrouve finalement que: [1, 32]

$$\sigma(\varepsilon) = \sigma_A \left[(q^2 - 1) \tan^{-1} \varepsilon + q \ln(\varepsilon^2 + 1) \right] \quad (23)$$

Les termes de cette équation ont la même signification que ceux de l'équation

$$\sigma(\varepsilon) = \sigma_A \left[\frac{(q + \varepsilon)^2}{1 + \varepsilon^2} \right] + \sigma_B.$$

On mesurera donc, grâce aux variations du taux de comptage des ions positifs en fonction de l'énergie des électrons incidents, l'intégrale de la section efficace de productions des états du continuum. Ces états sont produits par des collisions inélastiques²⁴ et par des collisions parfaitement inélastiques²⁵.

De ces observations, nous pouvons tirer deux conditions [1]:

- L'énergie de la particule incidente doit pouvoir être partiellement absorbée (comme on a à la fois des collisions partiellement inélastiques et complètement inélastiques).
- L'on doit faire varier l'énergie de la particule (ce qui va de soi dans notre expérience car on bombarde le gaz avec des électrons d'énergie variable.)

²³ Voir figure 7.

²⁴ Une collision inélastique est une collision au cours de laquelle seule la quantité de mouvement est conservée; l'énergie cinétique n'est pas conservée. [58]

²⁵ Une collision parfaitement inélastique est une collision inélastique à la suite de laquelle les deux corps demeurent en contact entre eux. [58]

III. Illustration de profils types

Afin de bien visualiser de quoi un profil de Fano et son intégrale ont l'air, voici quelques schémas types:

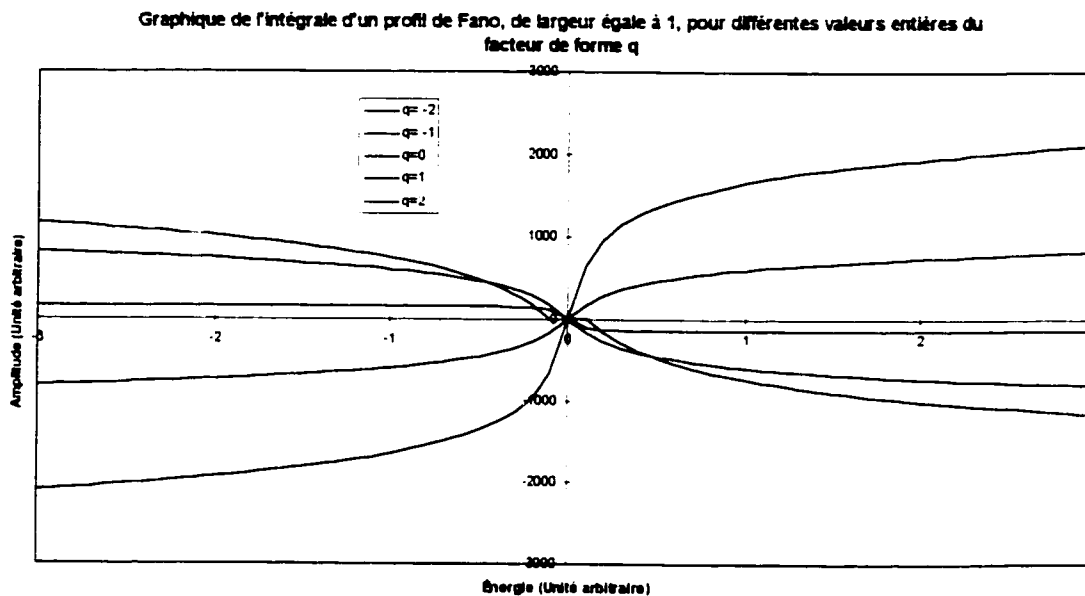


Figure 8: Graphique de l'intégrale d'un profil de Fano, de largeur égale à 1, pour différentes valeurs du facteur de forme q .

Graphique d'un profil de Fano, de largeur égale à 1, pour différentes valeurs du facteur de forme q

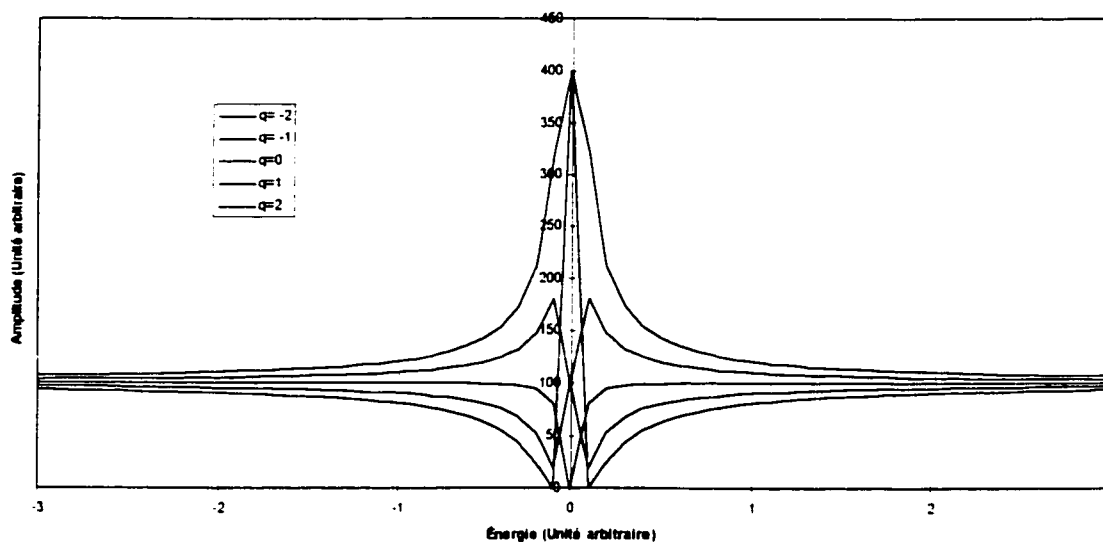


Figure 9: Graphique d'un profil de Fano, de largeur égale à 1, pour différentes valeurs du facteur de forme q .

Section 6: Ajustement des profils par le programme FINOFANO

Afin d'ajuster les profils de chacun des niveaux à la courbe expérimentale, on a écrit un programme: FINOFANO. Ce programme a été développé en Visual Basic 4.0 afin d'être utilisable sous Windows 3.1, Windows 95 et Windows NT 4.0.

Ce programme prend au départ des estimés des paramètres qui caractérisent chacun des profils présents dans la courbe ainsi que des valeurs qui représentent la

variation initiale des paramètres. À l'aide de tous ces paramètres²⁶ on tente de trouver par une forme modifiée de la méthode du SIMPLEX [33, 34] l'ensemble de paramètres qui minimisera le χ^2 entre nos données expérimentales et la courbe théorique que l'on tente de bâtir afin de représenter la courbe expérimentale. Ce sont ces paramètres que l'on retrouvera dans les tableaux de résultats des sections sur le krypton²⁷ et l'argon²⁸.

Cette méthode a été choisie en dépit de son côté primaire et de sa lenteur. La raison principale est que cette méthode ne comporte aucune approximation au fil de l'algorithme ce qui fait que l'ajustement final ne contient aucun artefact dû à un choix arbitraire de méthode d'approximation. D'autres algorithmes plus rapides font des approximations afin d'améliorer la vitesse mais peuvent aussi induire des structures factices dues à ces mêmes approximations. On peut citer par exemple l'algorithme de Stravinsky-Golay qui fait apparaître des structures parasites à cause de résonances dans l'algorithme.

Afin de s'assurer que l'on a bien le meilleur ensemble de paramètres possible, on fait plusieurs ajustements en partant d'ensembles de paramètres de départ différents et on vérifie que ces différents ensemble de paramètre converges tous vers la même valeur finale de χ^2 .

²⁶ Il y a 4 paramètres (voir la section 5 du chapitre 2) et 4 deltas par profil.

²⁷ Voir le chapitre 3, section 1.

²⁸ Voir le chapitre 3, section 2.

Section 7: Calculs théoriques

Afin de faciliter l'interprétation de nos spectres, nous devons obtenir des résultats théoriques ou d'autres résultats expérimentaux sur lesquels nous guider. Pour obtenir ces résultats théoriques nécessaires dans un délai raisonnable, nous devons utiliser un programme spécialement conçu pour cette tâche. Il existe plusieurs programmes répertoriés dans la littérature pour une telle tâche. On peut trouver une liste de ces programmes à <http://www.cpc.cs.qub.ac.uk/cpc/atom.html#atom>.

Ce choix, ou plutôt cette obligation, d'utiliser un programme pour faire les calculs découle du fait que comme on travaille avec des niveaux doublement et triplement excités, on ne peut utiliser de comparaisons avec les éléments voisins²⁹ parce qu'il n'y a pas assez de résultats connus.

Le programme que nous avons choisi est celui de Cowan [16, 35]. Nous l'avons choisi pour deux raisons principales:

1. Ce programme peut être exécuté sur un compatible-PC, tel que nous en avons un au laboratoire, avec une certaine rapidité³⁰.
2. Il permet d'entrer les niveaux à calculer dans la notation LS qui nous est familière.

²⁹ Tel qu'on l'a fait pour le néon [5]

Nous avons aussi examiné le programme GRASP92 de I.P. Grant [36, 37, 38, 39], mais nous ne l'avons pas choisi car il était trop gourmand en ressources informatiques.

Les résultats des calculs faits se trouvent à la section débutant à la page 54.

I. Description du programme de Cowan [16, 35].

Le programme de Cowan [16, 35] permet:

1. De calculer les niveaux d'énergie de n'importe quel atome ayant cinq couches incomplètes ou moins.
2. De calculer les valeurs propres et les vecteurs propres de la matrice d'énergie
3. De calculer l'énergie des transitions dipolaires.
4. De calculer l'intensité des lignes spectrales.

i) Fondements théoriques

Selon la théorie de Slater-Condon [40, 41, 42] de la structure atomique, l'énergie des différents états d'un atome, en l'absence de champs extérieurs, est donné par les valeurs propres de la matrice dont les éléments joignent les états b et b' . On peut écrire cette matrice comme étant:

³⁰ De l'ordre d'environ 2 à 3 minutes par niveau.

$$H_{bb'} = E_{av} \delta_{bb'} + \sum_{i,j,k} \left[f_k F^k(l_i, l_j) + g_k G^k(l_i, l_j) \right] + \sum_i d_i \zeta(l_i) \quad (24)$$

avec:

1. l_i et l_j représentant les nombres quantiques du moment angulaire orbital de la configuration $l_1^{n_1} l_2^{n_2} \dots l_q^{n_q}$ des couches incomplètes.

$$F^k(l_i, l_j) = \int_0^\infty \int_0^\infty \frac{2r_<^k}{r_>^{k+1}} R_i(r_1) R_j(r_2) R_i(r_1) R_j(r_2) r_1^2 r_2^2 dr_1 dr_2 \quad (25)$$

$$G^k(l_i, l_j) = \int_0^\infty \int_0^\infty \frac{2r_<^k}{r_>^{k+1}} R_i(r_1) R_j(r_2) R_i(r_2) R_j(r_1) r_1^2 r_2^2 dr_1 dr_2 \quad (26)$$

$$\zeta(l_i) = \frac{1}{2} \alpha^2 \int_0^\infty R_i^2(r) \left(\frac{dV}{dr} \right) r dr \quad (27)$$

Toutefois, les paramètres f_k , g_k , d_i dépendent des nombres quantiques angulaires des états b et b' . Ces paramètres peuvent être calculés par le biais des méthodes analytiques développées par Racah [43, 44, 45]. C'est ce que fait le programme de Cowan pour calculer les valeurs de $H_{bb'}$.

ii) Principe de fonctionnement du programme [35]

Le déroulement du programme se fait en plusieurs étapes:

1. Le programme commence par lire les différents paramètres utilisés pour décrire les différentes couches.

2. Puis, à partir de ces nombres, il calcule les éléments de matrice suivants:

$$\left(1 \parallel C^{(k)} \parallel 1'\right) = (-1)^l [1, 1']^{\frac{1}{2}} \begin{pmatrix} 1 & 1' & k \\ 0 & 0 & 0 \end{pmatrix} \quad (28)$$

$$\left(1^n \alpha L S \parallel U^{(k)} \parallel 1^n \alpha' L' S'\right) = \delta_{SS'} n [L, L']^{\frac{1}{2}} (-1)^{l+L+k} \sum_{\bar{\alpha} \bar{L} \bar{S}} (-1)^{\bar{L}} \left(1^n \alpha L S \parallel 1^{n-1} \bar{\alpha} \bar{L} \bar{S}\right) \begin{Bmatrix} 1 & 1 & k \\ L & L' & \bar{L} \end{Bmatrix} \left(1^{n-1} \bar{\alpha} \bar{L} \bar{S} \parallel 1^n \alpha'\right) L' S' \quad (29)$$

$$\left(1^n \alpha L S \parallel V^{(kl)} \parallel 1^n \alpha' L' S'\right) = n \left(\frac{3}{2} [L, S, L', S']\right)^{\frac{1}{2}} (-1)^{l+L+k} \times \sum_{\bar{\alpha} \bar{L} \bar{S}} (-1)^{L+\bar{S}+S-\frac{1}{2}} \left(1^n \alpha L S \parallel 1^{n-1} \bar{\alpha} \bar{L} \bar{S}\right) \begin{Bmatrix} 1 & 1 & k \\ L & L' & \bar{L} \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} \frac{1}{2} & \frac{1}{2} & 1 \\ S & S' & \bar{S} \end{Bmatrix} \left(1^{n-1} \bar{\alpha} \bar{L} \bar{S} \parallel 1^n \alpha' L' S'\right) \quad (30)$$

3. À partir des nombres quantiques $L_i S_i$ et des “*coefficients of fractional parentage*” (cfp), il calcule tous les ensembles de nombres quantiques possibles LS tels que $\{[(\alpha_1 L_1 S_1) L_1 S_1, \alpha_2 L_2 S_2) L_2 S_2, \dots, \alpha_q L_q S_q] L_q S_q\} \cup J_q M_q$ jusqu’à $L_q S_q$. Aussi, pour chaque valeur de i , tous les ensembles possibles de nombres quantiques $L_i S_i J_i$ sont calculés.

4. Pour chaque ensemble pertinent de valeurs l, j, k , et pour chaque ensemble $L_q S_q$, les sous-matrices f_k et g_k sont calculées selon:

$$f_k(l_i, l_j) = \left(l_i \|C^{(k)}\|_{l_i} \right) \left(l_j \|C^{(k)}\|_{l_j} \right) f^{(k)} \quad (31)$$

$$g_k(l_i, l_j) = -\frac{1}{2} \left(l_i \|C^{(k)}\|_{l_j} \right)^2 \sum_r (-1)^r \begin{Bmatrix} l_i & l_i & r \\ l_j & l_j & k \end{Bmatrix} \left[I^{(r)} + 4I^{(rl)} \right] \quad (32)$$

Pour chaque valeur de J_i , la sous-matrice des coefficients d_i est calculée selon:

$$d(l) = (-1)^{L'+S+J} \left\{ l(1+l)(2l+1) \right\}^{\frac{1}{2}} \begin{Bmatrix} L & S & J \\ S' & L' & 1 \end{Bmatrix} \left(\alpha L S \|v^{(11)}\|_{\alpha' L' S'} \right) \quad (33)$$

5. Pour toutes les valeurs possibles de J_3 , le couplage des nombres quantiques commencé en 3 est complété pour donner les jeux complets des nombres quantiques LSJ et JJ . La matrice de transformation est aussi calculée. Pour chacun des coefficients f_k , g_k ou d_i , les sous-matrices calculées en 4 sont assemblées pour former la matrice complète pour ce J_3 . Ensuite, ou bien chacune des matrices f_k et g_k est transformée dans la représentation JJ , ou bien chaque matrice d_i est transformée dans la représentation LS comme requis. Si désiré, les autres nombres quantiques et matrices de transformation pour les autres représentations en couplage pur sont aussi calculés.

6. Toutes les matrices d'énergie sont construites et diagonalisées pour donner les différents niveaux d'énergie et les différents vecteurs propres. Ces vecteurs propres sont transformés et imprimés pour chacune des autres représentations en couplage pur. De plus les valeurs de g sont calculées d'après les valeurs en couplage LS . Pour chaque représentation, la pureté de chaque vecteur est calculée et les puretés sont moyennées sur tous les niveaux de la configuration.

II. Précision du programme de Cowan

i) Pour le krypton

Cowan établit que la précision de son programme est d'à peu près 2% de l'énergie du niveau. Mais ceci est en valeur absolue, c'est à dire en partant du niveau fondamental qui est pour les gaz rares $[coeur]ns^2np^6$. Même si cette précision est insuffisante pour nos mesures il reste un intérêt pour les calculs de Cowan car on peut espérer qu'ils nous procurent la position relative des niveaux et leur distance par rapport au niveau le plus bas en énergie. Dans cette situation, l'incertitude dans les calculs devient tolérable.

Pour établir cette incertitude, on a comparé la position de niveaux simplement et doublement excités, observés expérimentalement par Valin et Marmet [46] et par Moore [18] dans le krypton, avec la position de ces mêmes niveaux calculés par le programme de Cowan [16]. Pour ce faire, on a utilisé la procédure suivante:

1. On a calculé les niveaux nécessaires, dont on connaît la position expérimentale au préalable, avec le programme de Cowan.
2. On a fixé le niveau le plus bas, autant au niveau théorique qu'au niveau expérimental, comme étant situé à une énergie de zéro eV et on a soustrait de tous les autres niveaux la même valeur que celle nécessaire pour fixer le niveau

le plus bas à zéro. Ceci nous permet de trouver l'énergie relative par rapport au niveau de base.

3. On a calculé la moyenne de cette différence entre la position réelle du niveau, telle qu'obtenue par l'expérience et le résultat du calcul fait avec le programme de Cowan.
4. On a calculé la moyenne des différences entre la valeur expérimentale et la valeur théorique.

Finalement, on a obtenu que la valeur moyenne de la valeur absolue de la différence entre la valeur expérimentale et la valeur théorique est de 0.355eV telle qu'illustrée dans le tableau suivant:

Tableau 1

Niveau	Énergie par rapport au niveau le plus bas (en cm^{-1} , expérimental [46, 18])	Énergie par rapport au niveau le plus bas et calculs Cowan (en cm^{-1})	Différence entre Expérience et calculs (en cm^{-1})	Différence entre Expérience et calculs en eV en valeur absolue ³¹
4p5(2P3/2) 5s(3P2)	0	0	0	0
4p5(2P3/2) 5s(3P1)	945.027	890	55.027	0.006823

³¹ On a utilisé $1 \frac{\text{eV}}{hc} = 8065.48 \text{cm}^{-1}$ comme facteur de conversion.

4p5(2P1/2) 5s(1P0)	5219.88	5038	181.88	0.02255
4p5(2P1/2) 5s(1P1)	5874.967	5643	231.967	0.02876
4p5(2P3/2) 5p(3S1)	11196.78	16986	-5789.22	0.71778
4p5(2P3/2) 5p(3D3)	12322.67	11870	452.665	0.056124
4p5(2P3/2) 5p(3D2)	12335.64	11947	388.643	0.048186
4p5(2P3/2) 5p(3D1)	12992.66	10920	2072.66	0.256979
4p5(2P3/2) 5p(1D2)	13151.61	17279	-4127.39	0.51174
4p5(2P3/2) 5p(3P0)	14121.15	14113	8.148	0.00101
4p5(2P3/2) 4d(3P1)	17113.47	20439	-3325.53	0.41232
4p5(2P1/2) 5p(1P1)	17624.18	17318	306.184	0.037962
4p5(2P3/2) 4d(3P2)	17716.05	22962	-5245.95	0.65042
4p5(2P3/2) 4d(3F4)	17825.62	17501	324.616	0.040248
4p5(2P1/2) 5p(3P1)	17947.42	12569	5378.417	0.666844
4p5(2P1/2) 5p(3P2)	17973.44	12701	5272.436	0.653704
4p5(2P3/2) 4d(3F3)	18254.55	17886	368.546	0.045694
4p5(2P1/2) 5p(1S0)	18883.34	18779	104.337	0.012936
4p5(2P3/2) 4d(3F2)	18895.69	17576	1319.686	0.163622
4p5(2P3/2) 4d(1F3)	19107.66	23259	-4151.34	0.51471
4p5(2P3/2) 4d(1P1)	19674.49	25458	-5783.51	0.71707
4p5(2P1/2) 4d(3D2)	23294.59	18556	4738.586	0.587514
4p5(2P1/2) 4d(1D2)	23470.93	23145	325.926	0.04041
4p5(2P1/2) 4d(3D3)	23729.71	18773	4956.705	0.614558
4p5(2P1/2) 4d(3D1)	24915.58	16982	7933.58	0.983646
4p4(3P0,1) 5s2	4516.669	4598.5	-81.8312	0.01015
4p4(1D) 5s2	13953.28	14879	-925.72	0.11478
4d4(1D) [5s 5p](3P)	25567.57	24000.33	1567.238	0.194314
4d4(1D) [5s 5p](3D)	28390.49	19735.67	8654.823	1.07307
4d4(1D) [5s 5p](1P)	31777.99	42523	-10745	1.33222
4d4(1D) [5s 5p](1D)	33229.78	42475	-9245.22	1.14627

			Moyenne	0.355
			Écart-type	0.395

Tableau des valeurs d'énergie pour le krypton, en cm^{-1} , obtenues théoriquement et expérimentalement par rapport au plus bas niveau neutre et de leurs différences en cm^{-1} et en eV

Toutefois on doit noter un détail dans ce tableau: C'est que la différence moyenne pour les niveaux simplement excités est un peu plus petite que pour les niveaux doublement excités. En effet, on retrouve une différence moyenne de environ 0.4eV pour les niveaux simplement excités et une différence moyenne d'environ 0.6eV pour les niveaux doublement excités. Compte tenu du fait que les niveaux que l'on étudie sont soit doublement ou triplement excités, on gardera la valeur de $\pm 0.6\text{eV}$ comme incertitude sur les calculs de positions relatives avec le programme de Cowan.

Ainsi on établira une correspondance entre les positions relatives des niveaux rencontrés dans nos spectres (tel que déterminé par l'ajustement fait avec le programme FINOFANO³², en prenant le neutre le plus bas comme niveau de base) et les positions relatives des niveaux calculés par Cowan.

³² Voir la section 6 du chapitre 2.

ii) Pour l'argon

On a utilisé la même procédure pour l'argon afin de trouver la précision du programme de Cowan pour le calcul des niveaux de l'argon. Cependant, comme il y avait beaucoup de niveaux mesurés expérimentalement dans la littérature³³, on a choisit de prendre ceux qui étaient le plus haut possible en énergie afin que ceux-ci soient le plus près possible de notre zone d'intérêt

Tableau 2

Niveau KL	Énergie par rapport au niveau le plus bas (en eV, expérimental ³⁴)	Énergie par rapport au niveau le plus bas (en eV, selon de programme de Cowan)	Différence entre Expérience et calculs en eV
3s 3p6 4s(3S) [47]	0	0.000	0
3s 3p6 4s(1S) [47]	0.18	0.375	0.2
3s 3p6 4p(3P) [47]	1.56	1.549	0.011
3s 3p6 4p(1P) [47]	1.59	1.636	0.046
3s 3p6 3d(1D) [47]	2.48	2.605	0.125
3s 3p6(2S1/2) 6p(1P1) [48]	3.479	3.550	0.071

³³ Voir section 2.I du chapitre 3.

³⁴ Les expériences au cours desquelles les niveaux furent mesurés sont donnés en référence à la fin de la colonne de droite de ce tableau.

3s ² 3p ⁴ (1S) 4s ² (1S) [49]	6.07	1.27	4.80
3s ² 3p ⁴ (1S) 4s 4p(3P) [49]	7.25	0.009	7.241
3s ² 3p ⁴ (1S) 4s 3d(3D) [49]	7.88	0.218	7.662
3s ² 3p ⁴ (1S) 4s 3d(1D) [49]	8.07	4.123	3.947
3s ² 3p ⁴ (1S) 4s 4p(1P) [49]	8.29	1.636	6.654
3s 3p ⁵ (1P) 4s(2P) 4p(3P) [50]	20.87	16.804	4.066
3s 3p ⁵ (1P) 4s(2P) 4p(3P) [51]	20.93	16.804	4.126
3s 3p ⁵ (1P) 4s(2P) 4p(1P) [50]	21.87	22.962	1.092
		Moyenne:	2.860
		Écart-type:	2.965

Tableau des valeurs d'énergie pour l'argon, en eV, obtenues théoriquement et expérimentalement par rapport au plus bas niveau neutre et de leurs différences

Section 8: Principes guidant l'interprétation

Avant d'entrer dans l'analyse des données obtenues, on doit exposer certaines caractéristiques de notre appareil qui influenceront notre analyse.

L'appareil que nous utilisons a comme caractéristique unique de permettre la mesure de niveaux négatifs des ions hautement excités. Ceci est dû au fait que des électrons entrent en collision avec les atomes du gaz à analyser. Ces électrons, lorsque impliqués dans des collisions inélastiques peuvent former un complexe négatif qui se désexcitera par la suite. Les niveaux résultant de cette désexcitation sont en effet

prédominants dans les spectres observés [26]. Ces niveaux auront une forme qui peut être décrite par un profil de Fano.

L'autre caractéristique de notre appareil est qu'il permet de façon dominante d'observer les premiers niveaux de séries. Par conséquent, dans le krypton par exemple, on ne pourra pas examiner une série de niveaux tels que $KLM4s^24p^34d^25s$, $KLM4s^24p^34d^26s$, ..., $KLM4s^24p^34d^2ns$. Aussi seuls les niveaux dont le(s) électron(s) viennent d'une ou deux couches différentes seront principalement observés tels que $KLM4s^24p^34d^25s$, mais avec moins de probabilités les niveaux dont les électrons excités viennent de trois couches telles que $KL3s^23p^63d^94s^14p^54d^3$.

Chapitre 3: Analyse des résultats

Section 1: Krypton

I. Historique de ce qui a été fait au dessus du second seuil d'ionisation jusqu'à maintenant

Au cours de la revue de littérature qui fut faite, les seules références que nous avons trouvées, se rapportant à l'étude du krypton dans la région situés au-delà du second seuil d'ionisation, consiste en des articles étudiant la double ionisation du krypton par rayonnement synchrotron. Aucune ne se rapporte à des ions négatifs excités qui nous intéressent ici.

Hall *et al.* [52, 53, 54] ont étudié la simple et la double excitations du krypton dans la région du second seuil d'ionisation en mesurant les coïncidences entre les photoélectrons d'énergie nulle et les ions simplement ou doublement ionisés.

Cette étude leur a permis d'identifier clairement les divers niveaux en

$KLM4s^24p^4 \left\{ \begin{matrix} {}^3P_{2,1,0} \\ {}^1D \\ {}^1S \end{matrix} \right\}$ du Kr^{++} [52] et de déterminer les défauts quantiques des séries

$Kr^{-}\left(\begin{smallmatrix} 1D \\ 1S \end{smallmatrix}\right)\left\{\begin{smallmatrix} ns \\ np \\ nd \end{smallmatrix}\right\}$. De plus, ils ont aussi constaté que la série de Rydberg en $Kr^{-}\left(1D\right)\left\{\begin{smallmatrix} ns \\ np \\ nd \end{smallmatrix}\right\}$

converge en un profil asymétrique qui succède à une série de structures dont l'amplitude décroît graduellement.

II. Région de 37eV à 44eV

Afin de faciliter l'analyse du spectre, on a décomposé celui-ci en deux régions distinctes:

- De 38.359eV à 39.670eV
- De 39.570eV à 42.450eV

La délimitation de ces régions fut arbitraire et effectuée simplement dans le but de faciliter le travail au programme d'ajustement des courbes par profil théorique FINOFANO³⁵.

i) Description du spectre

³⁵ Voir section 6 du chapitre 2.

L'acquisition de données pour cette région a permis de recueillir une moyenne d'environ 371 millions d'ions par canal en environ 350 heures. La courbe obtenue fut filtrée avec $n=300$ ³⁶ lissages. Notre spectre a été calibré par rapport à un spectre de référence pris entre 37eV et 48eV qui mettait en évidence le seuil de double ionisation.

Afin d'augmenter la définition de zones plus touffues en structure, nous avons aussi procédé à des prises de données sur des zones plus restreintes que celle mentionnée plus haut. Ces spectres ne nous ont servis que de confirmation "visuelle" des données acquises dans les zones plus larges. Pour cette raison, elles ne sont pas reproduites dans cette thèse.

Nous avons choisi cette région afin d'étendre le travail déjà réalisé par M. Valin et P. Marmet [46]. De plus, cette région, tel que révélée par les calculs faits avec le programme de Cowan [35] s'avère riche en niveaux doublement et triplement excités.

ii) Première sous-région: 38.359eV à 39.670eV

³⁶ Voir section I. Filtrage par lissage [26], page 32

Graphique de l'ajustement de Kr pour la zone de 38.359eV à 39.67eV avec filtrage permettant le passage des hautes fréquences, avec $n=300$ et 10 meV/canal, $\chi^2=1.23$

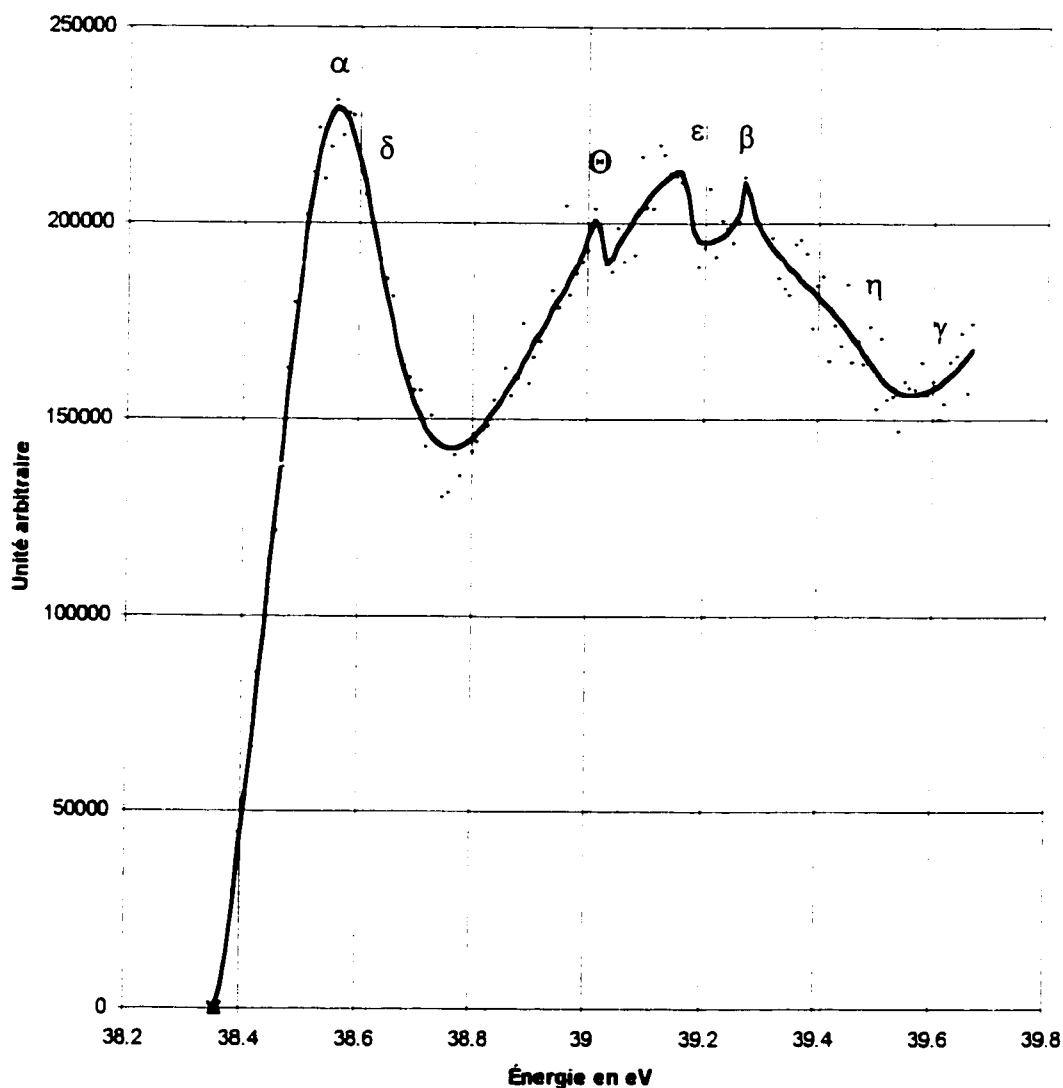


Figure 10: Graphique de l'ajustement de Kr pour la zone de 38.359eV à 39.67eV avec filtrage permettant le passage des hautes fréquences, avec $n=300$ et 10 meV/canal, $\chi^2=1.23$. La ligne représente l'ajustement et les points sont les points expérimentaux.

La première structure rencontrée dans cette région (nommée α) est un ion négatif associé au niveau $KLM4s^2[4p^3(^4S)4d5s^2(^5D)]$ qui est le plus bas niveau neutre possible. L'ajustement que nous avons fait de ce spectre place la structure à $(-0.13 \pm 0.01 \text{ eV})^{37}$. Il est logique que le premier niveau d'un spectre soit un ion négatif³⁸ car l'ion négatif a toujours une énergie plus basse que son neutre-parent. Nous avons donc identifié cet ion comme étant le niveau $KLM4s^2[4p^3(^4S)4d^2(^3F)5s^2]$. La multiplicité en (^3F) de la couche $4d^2$ est le seul choix logique car ce niveau est le plus bas qu'il est possible d'avoir et le (^3F) est la plus basse multiplicité que l'on puisse avoir.

La deuxième structure (nommée δ) est le neutre-parent associé à la structure précédente (α). Nous avons identifié cette structure comme étant $KLM4s^2[4p^3(^4S)4d5s^2(^5D)]$ pour deux raisons:

1. Cette structure, $KLM4s^2[4p^3(^4S)4d5s^2(^5D)]$, est la plus basse que nous prédit le programme de Cowan [35] à $(0.0 \pm 0.6) \text{ eV}^{39}$. Notre ajustement la place à $0.00 \pm 0.02 \text{ eV}$, ce qui est compatible avec le calcul. Comme cette structure est la première structure rencontrée, c'est elle qui nous servira de base pour établir les positions relatives des niveaux.
2. C'est un niveau en "d", ce qui veut dire que l'électron 4d est le seul électron hors du cœur dont la couche n'est pas complète. Donc, selon Berkowitz [55],

³⁷ On notera les énergies relatives au niveau le plus bas au-dessus du 2^e seuil d'ionisation du Kr et ce afin de faciliter les comparaisons avec les résultats des calculs (voir sous-section i) Pour le krypton, page 54 et suivantes). Un tableau des énergies absolues est inclus à la fin de la présente section.

son facteur de forme devrait être positif, ce qui est le cas. Cela confirme donc notre interprétation précédente.

La quatrième structure rencontrée dans cette région (nommée ε) est située à 39.17 ± 0.01 eV. Comme le facteur de forme est négatif, on peut établir que la structure est soit un niveau en "s" ou en "p" [17, 56, 48]. La seule possibilité pour cette structure est $KLM4s^2[4p^3(^4S)4d^25s^1](^7F)$, ce qui est cohérent avec ce niveau calculé avec le programme de Cowan [35] à (0.0 ± 0.6) eV.

Nous avons identifié la troisième structure (nommée θ) comme étant l'ion négatif $KLM4s^2[4p^3(^4S)4d^25s^2]$. Notre ajustement mathématique le place à (0.36 ± 0.02) eV. Nous avons fait cette identification dû au fait que la différence d'énergie entre θ et ε (0.15 ± 0.02 eV) est à peu près la même que celle entre α et Δ (0.13 ± 0.02 eV) et que dans les deux cas l'ion négatif est en $(^4S)4d^25s^2$. Ici nous n'avons pas pu spécifier la multiplicité du niveau excité parce que nous ne pouvons faire aucun calcul à cet effet et que nous n'avons aucun point de repère comme on pouvait en avoir pour α .

La cinquième structure rencontrée dans cette région (nommée β) est située à (0.61 ± 0.02) eV. Comme le facteur de forme de ce niveau est inférieur à 0, ce niveau est un niveau en "s" selon Berkowitz [55]. Le facteur de forme de β étant similaire à celui de ε ,

³⁸ Il se peut aussi que le niveau négatif débutant un spectre ne soit pas observé si sa section efficace est trop petite.

on peut dire qu'ils seront du même type. Sur cette base, on peut donc interpréter β comme étant $KLM4s^2[4p^3(^4S)4d^25s](^7P)$. Cette interprétation est compatible avec le calcul fait avec le programme de Cowan pour ce niveau qui le situe à $(0.6\pm0.6)\text{eV}$.

La sixième structure rencontrée (nommée η) est un profil d'ion négatif situé à $(0.84\pm0.02)\text{eV}$. Ce profil étant très près de γ , on peut assumer que celui-ci est l'ion négatif associé à γ . Le seul ion négatif compatible avec cette interprétation, dans cette région d'énergie est $KLM[4s^1(^2S)4p^55s^25p]$ car les niveaux $KLM[4s^1(^2S)4p^65s^2]$ et $KLM[4s^24p^55s^2](^2P)$ sont beaucoup plus bas en énergie.

La septième structure rencontrée (nommée γ) a été ajustée à $(0.91\pm0.02)\text{eV}$. Si on regarde parmi les niveaux doublement excités en $KLM4s4p^5(^{3.1}P)$, on constate que le niveau $KLM[4s^1(^2S)4p^55s^2](^3P)$ à $(1.1\pm0.6)\text{eV}$ est compatible avec l'ajustement fait. Ce niveau est le plus bas niveau doublement excité en $4s(^2S)4p^5$ donc il est logique que ce soit le premier que l'on rencontre.

³⁹ Relatif à la première structure calculée au-dessus du 2^e seuil d'ionisation.

Tableau 3

Désignation sur la Figure 10:	Énergie (en eV): ± 0.01 eV	Largeur (en eV): ± 0.001 eV	Facteur de forme: ± 0.001	Amplitude relative: ± 1	Niveau: <i>KLM...</i>
α	38.53	0.319	5.329	12177	$4s^2[4p^3(^4S)4d^2(^3F)5s^2]$
δ	38.66	0.463	1.977	55227	$4s^2[4p^3(^4S)4d5s^2(^1D)]$
θ	39.02	0.024	-1.124	7318	$4s^2[4p^3(^4S)4d^25s^2]$
ε	39.17	0.016	-0.068	9734	$4s^2[4p^3(^4S)4d^25s^2(^1F)]$
β	39.27	0.001	-1.043	2752	$4s^2[4p^3(^4S)4d^25s^2(^7P)]$
η	39.50	0.138	-0.617	5424	$4s^1(^2S)4p^55s^25p$
γ	39.57	0.443	0.753	64460	$[4s^1(^2S)4p^55s^2(^3P)]$

Tableau des paramètres de l'ajustement de la région comprise entre 38.359eV et
39.620eV.

Tableau 4

Désignation sur la Figure 10:	Énergie (en eV): ± 0.01 eV	Énergie relative au premier niveau neutre triplement excité obtenu expérimentalement au- dessus de la 2e limite d'ionisation (en eV) ± 0.02
α	38.53	-0.13
Δ	38.66	0.00
θ	39.02	0.36
ε	39.17	0.51
β	39.27	0.61
η	39.50	0.84
γ	39.57	0.91

Tableau des énergies absolues et relatives des structures observées expérimentalement,
dans la région comprise entre 38.359eV et 39.620eV, et ajustées par le programme
FINOFANO.

Tableau 5

Niveaux <i>KLM...</i>	Énergie calculée en eV ±2%	Énergie relative au premier niveau neutre triplement excité calculé par le programme de Cowan au- dessus de la 2e limite d'ionisation en eV ±0.6 ⁴⁰
$4s^2 [4p^3 (^4S) 4d 5s^2] (^5D)$	39.186	0.0
$4s^2 [4p^3 (^4S) 4d^2 5s] (^7F)$	39.188	0.0
$4s^2 [4p^3 (^4S) 4d 5s 5p] (^7F)$	39.619	0.4
$4s^2 [4p^3 (^4S) 4d^2 5s] (^7P)$	39.766	0.6

Tableau des niveaux calculés avec le programme de Cowan pour cette première zone.

⁴⁰ Voir page 54.

iii) Deuxième sous-région: 39.570eV à 42.450eV

Graphique de l'ajustement de Kr pour la zone de 39.57eV à 42.45eV avec filtrage permettant le passage des hautes fréquences, avec $n=300$ et 10 meV/canal, $\chi^2=1.59$

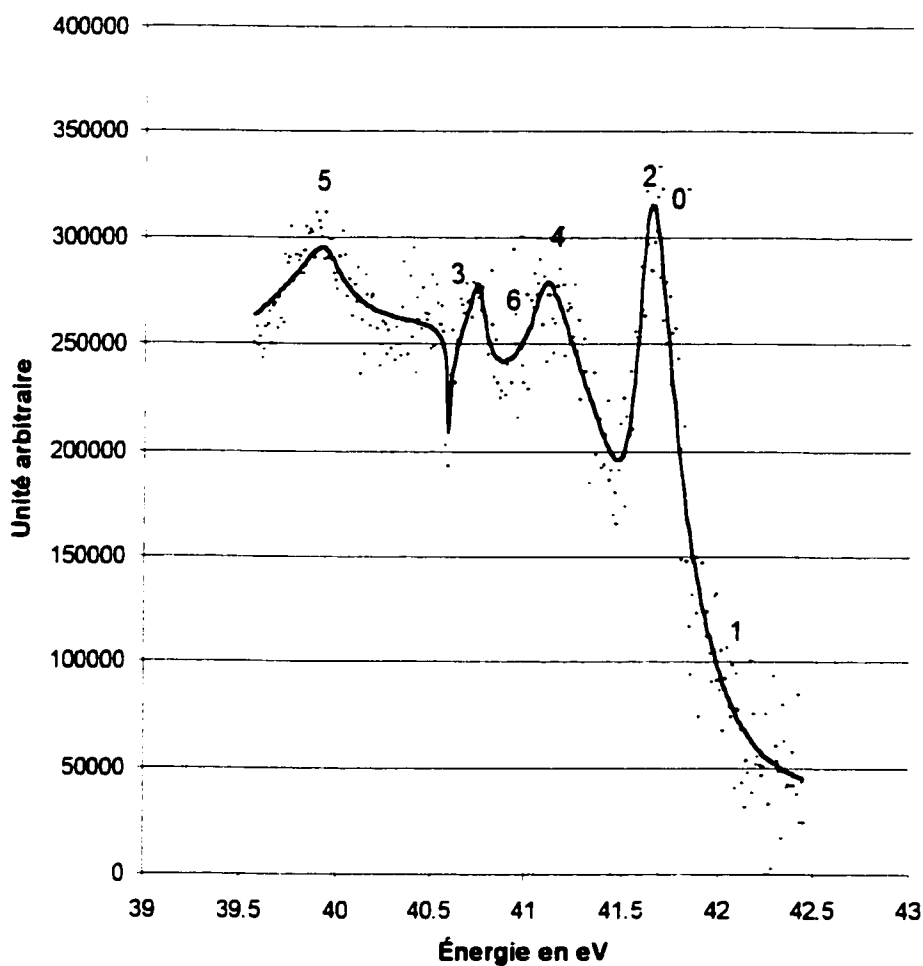


Figure 11: Graphique de l'ajustement de Kr pour la zone de 39.57eV à 42.45eV avec filtrage permettant le passage des hautes fréquences, avec $n=300$ et 10 meV/canal, $\chi^2=1.59$

La première structure rencontrée dans cette région (nommée 5) située à $1.29 \pm 0.02 \text{ eV}$, est un niveau neutre que nous avons identifié comme étant $KLM[4p^3(^4S)\mathfrak{S}s^25p](^5P)$ pour deux raisons:

1. Premièrement, le facteur de forme donné par l'ajustement étant négatif, on s'attend que le niveau soit en "s" ou en "p". Ce niveau étant en "p", cela satisfait cette dernière condition.
2. Deuxièmement, l'interprétation est cohérente avec le calcul fait avec le programme de Cowan qui donne ce niveau à $1.3 \pm 0.2 \text{ eV}$

La seconde structure (nommée 3) est située à $(1.93 \pm 0.02) \text{ eV}$. Les calculs faits avec le programme de Cowan ne prédisent aucune structure à $(1.9 \pm 0.6) \text{ eV}$, mais en prédisent deux à $(2.0 \pm 0.6) \text{ eV}$, ce qui est compatible avec l'incertitude sur la position du niveau. Toutefois, les deux profils que le programme de Cowan prédit à (2.0 ± 0.6) sont des niveaux en "s" ce qui est incompatible avec le fait que le facteur de forme de la structure est positif. Si on regarde les prédictions faites à $(2.1 \pm 0.6) \text{ eV}$ qui restent compatibles avec l'énergie de la structure, on trouve le niveau $KLM[4s4p^5(^4P)\mathfrak{S}s4d](^5D)$ qui est un niveau en "d", ce qui est en accord avec le facteur de forme trouvé. On désignera donc la structure nommée 3 comme étant $KLM[4s4p^5(^4P)\mathfrak{S}s4d](^5D)$

La troisième structure de cette sous-région (nommée 6) est située à $(2.10 \pm 0.02) \text{ eV}$. Le programme de Cowan prédit deux structures à cette énergie, mais aucune de ces deux structures est compatible avec le facteur de forme trouvé en ajustant le

profil. Par contre, il y a une structure à $(2.2 \pm 0.6) \text{eV}$ qui est compatible avec le facteur de forme trouvé. Il s'agit de $KLM[4s^2 4p^3(^2D)5s^2 4d](^3G)$. Comme c'est la seule structure compatible avec notre ajustement, on désignera la structure nommée 6 comme $KLM[4s^2 4p^3(^2D)5s^2 4d](^3G)$.

La quatrième structure (nommée 4) est située à $(2.43 \pm 0.02) \text{eV}$. On retrouve à $(2.4 \pm 0.6) \text{eV}$, selon nos calculs, deux structures, $KLM[4s 4p^5 5s 5p(^2D)](^3D)$ et $KLM 4s^2 [4p^3(^4S) 4d^2 5s](^5F)$, dont une est compatible avec le facteur de forme trouvé. Il s'agit de $KLM[4s 4p^5 5s 5p(^2D)](^3D)$.

Les trois dernières structures doivent être analysées ensemble car il s'agit de deux ions négatifs et du neutre qui leur sont associés. En effet les deux ion négatifs ne peuvent être associés au neutre suivant car il est à presque un eV au-dessus d'eux. Si on regarde les prédictions faites à l'aide du programme de Cowan pour le niveau neutre (nommé 1), on trouve à $(3.3 \pm 0.2) \text{eV}$ deux niveaux. Comme le facteur de forme est positif, on s'attend à un niveau en "d". Comme ces deux niveaux ne sont pas en "d", on doit regarder une autre possibilité. Il y a à $(3.2 \pm 0.2) \text{eV}$ un niveau en "d", dont la position est compatible avec le résultat de l'ajustement fait. Ce niveau est $KLM[4s 4p^5(^2P) 4d 5s](^3D)$.

Les deux profils négatifs que notre ajustement place à $(2.96 \pm 0.02) \text{eV}$ et $(2.98 \pm 0.02) \text{eV}$ auront nécessairement la forme $KLM[4s 4p^5 4d^2 5s]$ ou $KLM[4s 4p^5 4d 5s^2]$. Afin de pouvoir identifier les deux profils négatifs, on fera une

comparaison avec l'yttrium simplement excité dont les électrons extérieurs excités peuvent prendre l'une ou l'autre de ces configurations. Si on regarde ces différentes configurations, on a:

Tableau 6

Configuration simplement excitée de l'yttrium $KLM4s^24p^6\dots$	Énergie en eV [18]
$4d5s^2(^2D)$	0.033
$4d^2(^3F)5s(^4F)$	1.389
$4d^2(^3P)5s(^4P)$	1.902
$4d^2(^3F)5s(^2F)$	1.934
$4d^2(^1D)5s(^2D)$	1.993
$4d^2(^1G)5s(^2G)$	2.294
$4d^2(^3P)5s(^2P)$	2.396

Tableau des différentes configurations simplement excitées de l'yttrium de la forme KLM

4s2 4p6 4d 5s2 et KLM 4s2 4p6 4d2 5s

On constate parmi les niveaux ci-haut que les deux seuls niveaux dont la séparation entre eux est comparable à celle entre les niveaux nommés 0 et 2 sont $KLM4s^24p^64d^2(^3P)5s(^4P)$ et $KLM4s^24p^64d^2(^3F)5s(^2F)$. La différence entre les niveaux 0 et 2 est de $(0.02\pm0.04)\text{eV}$ alors que celle entre $KLM4s^24p^64d^2(^3P)5s(^4P)$ et

$KLM4s^24p^64d^2(^3F)\mathfrak{S}s(^2F)$ est de 0.032eV. Il est à noter que dans ce cas-ci, on a pas utilisé le facteur de forme comme indice sur le type de niveau car cet indice est moins fiable pour les niveaux négatifs. Sur cette base, on peut identifier 2 comme étant $KLM[4s4p^5(^2P)\mathfrak{A}d^2(^3P)\mathfrak{S}s(^4P)]$ et 0 comme étant $KLM[4s4p^5(^2P)\mathfrak{A}d^2(^3F)\mathfrak{S}s(^2F)]$.

Tableau 7

Désignation sur la Figure 11:	Énergie (en eV): ±0.01 eV	Largeur (en eV): ±0.001 eV	Facteur de forme: ±0.001	Amplitude relative: ±1	Niveaux: $KLM...$
5	39.95	0.148	-0.646	14167	$[4p^3(^4S)\mathfrak{S}s^25p(^5P)]$
3	40.59	0.001	0.630	8821	$[4s4p^5(^4P)\mathfrak{S}s4d(^5D)]$
6	40.76	0.046	-0.432	18559	$[4s^24p^3(^2D)\mathfrak{S}s^24d(^3G)]$
4	41.09	0.119	-1.576	10125	$[4s4p^55s5p(^2D)](^3D)$
2	41.62	0.227	2.388	30285	$[4s4p^3(^2P)\mathfrak{A}d^2(^3P)\mathfrak{S}s(^4P)]$
0	41.64	0.771	-0.789	57564	$[4s4p^3(^2P)\mathfrak{A}d^2(^3F)\mathfrak{S}s(^2F)]$
1	41.99	0.609	0.284	45304	$[4s4p^5(^2P)\mathfrak{A}d5s(^3D)]$

Tableau des paramètres de l'ajustement de la région comprise entre 38.359eV et
39.620eV.

Tableau 8

Désignation sur la Figure 11	Énergie (en eV): ± 0.01 eV	Énergie relative au premier niveau neutre triplement excité obtenu expérimentalement (en eV) ± 0.02
5	39.95	1.29
3	40.59	1.93
6	40.76	2.10
4	41.09	2.43
2	41.62	2.96
0	41.64	2.98
1	41.99	3.33

Tableau des énergies absolues et relatives des structures observées expérimentalement,
dans la région comprise entre 38.359eV et 39.620eV, et ajustées par FINOFANO.

Tableau 9

Niveaux KLM...	Énergie calculée selon le programme de Cowan en eV $\pm 2\%$	Énergie relative au premier niveau neutre triplement excité en eV $\pm 0.6^{41}$
[4s(2S) 4p5 5s2](3P)	40.283	1.1
4s2 [4p3(4S) 5s2 5p](5P)	40.493	1.3
[4s 4p5(4P) 4d 5s](5F)	40.682	1.5
[4s 4p5 5p(4D) 5s(5D)]	40.808	1.6
4s2 [4p3(2D) 4d2 5s](5H)	41.006	1.8
[4s 4p5 5p(4P) 5s(5P)]	41.019	1.8
[4s 4p5 5p(4S) 5s(5S)]	41.172	2.0
4s2 [4p3(4S) 4d2 5s](5G)	41.174	2.0
[4s 4p5(4P) 4d 5s](5D)	41.255	2.1
4s2 [4p3(2D) 4d 5s2](3F)	41.265	2.1
4s2 [4p3(2D) 4d 5s2](3G)	41.370	2.2
[4s 4p5(4P) 4d 5s](5P)	41.467	2.3
4s2 [4p3(2D) 4d2 5s](5G)	41.524	2.3
4s2 [4p3(4S) 4d2 5s](5F)	41.582	2.4
[4s 4p5 5p(2D) 5s(3D)]	41.602	2.4
4s2 [4p3(2P) 4d 5s2](3F)	41.788	2.6
4s2 [4p3(2P) 4d2 5s](5G)	41.809	2.6
4s2 [4p3(2D) 4d2 5s](5F)	41.932	2.7

⁴¹ Voir page 54.

[4s 4p5(2P) 4d 5s](3F)	41.942	2.8
4s2 [4p3(4S) 4d2 5s](5D)	41.943	2.8
4s2 [4p3(2D) 5s2 5p](3D)	42.196	3.0
4s2 [4p3(2P) 4d2 5s](5G)	42.223	3.0
4s2 [4p3(2D) 5s2 5p](3F)	42.259	3.1
[4s 4p5 5p(2P) 5s(3P)]	42.266	3.1
4s2 [4p3(4S) 4d 5s2](3D)	42.315	3.1
4s2 [4p3(4S) 5s2 5p](3P)	42.374	3.2
[4s 4p5(2P) 4d 5s](3D)	42.406	3.2
4s2 [4p3(4S) 4d 5p2](7F)	42.488	3.3
4s2 [4p3(2D) 5s 4d2](5D)	42.531	3.3
4s2 [4p3(4S) 4d 5p2](7H)	42.539	3.4
[4s 4p5 4d2(3F)](5G)	42.748	3.6
4s2 [4p3(4S) 4d 5p2](7D)	42.761	3.6
4s2 [4p3(2P) 5s2 5p](3D)	42.823	3.6
4s2 [4p3(4S) 4d 5p2](7P)	42.833	3.6
4s2 [4p3(2D) 4d 5s2](3P)	42.873	3.7
4s2 [4p3(4S) 5s 5p2](5D)	42.903	3.7
4s2 [4p3(4S) 4d2 5s](5P)	43.008	3.8
4s2 [4p3(4S) 4d 5s 5p](5P)	43.009	3.8
4s2 [4p3(2P) 4d2 5s](5D)	43.022	3.8

Tableau des niveaux calculés avec le programme de Cowan pour cette deuxième zone.

Section 2: Argon

I. Historique de ce qui a été fait au dessus du second seuil d'ionisation jusqu'à maintenant

En faisant notre revue de littérature, nous avons trouvé trois articles [48, 50, 51] qui traitent de l'argon au-dessus du second seuil d'ionisation. Nous en résumons ici le contenu pertinent à notre recherche de chacun d'eux.

Le premier article est celui de R.P. Madden *et al.* [48], qui font une revue des résonances dans l'argon entre 20eV et 150eV. Ils ont interprété un nombre important de lignes spectrales, entre 29.04eV et 42.6eV, provenant de transitions du type $KL3s^23p^4nln'l' \rightarrow KL3s^23p^6$. Ils ont aussi identifié un certain nombre de lignes qu'ils n'ont pu interpréter sauf pour affirmer qu'elles étaient le résultat de transition du type $KL3s3p^5nln'l' \rightarrow KL3s^23p^6$. La position de ces lignes est indiquée dans le tableau suivant:

Tableau 10

Longueur d'onde Å	Nombre d'onde cm ⁻¹	Énergie eV
276.9±0.2	361100	44.80±0.03 ⁴²
271.1±0.2	368900	45.73±0.03
268.9±0.2	371900	46.11±0.03
258.6±0.2	386700	47.94±0.04
255.9±0.2	390800	48.45±0.04
254.4±0.2	393100	48.74±0.04
253.1±0.2	395100	48.99±0.04
252.3±0.2	396400	49.14±0.04
250.7±0.2	398900	49.46±0.04
247.5±0.2	404000	50.10±0.04
246.2±0.2	406200	50.36±0.04
244.4±0.2	409200	50.73±0.04
236.8±0.2	422300	52.36±0.04
220.0±0.2	454500	56.36±0.05
217.7±0.5	459300	57.0±0.1
216.2±0.5	462500	57.3±0.1
214.8±0.5	465500	57.7±0.1
213.4±0.5	468600	58.1±0.1

Tableau des longueurs d'onde, nombre d'ondes et énergie de toutes les résonances observées qui sont dues à des transitions à deux électrons du type

$KL3s3p^5n\ln'l' \rightarrow KL3s^23p^6$. L'erreur indiquée représente l'estimation de l'erreur probable.

Nous nous servirons de ces données pour l'interprétation de nos spectres⁴². Elles nous permettront de savoir le type de transitions associées au profil.

Le second article est celui de G.N. Ogurtsov *et al.* [50], qui font une analyse de spectres résultants des électrons émis à la suite de collisions argon-proton. De ces spectres, ils ont identifié plusieurs transitions de type $KL3s3p^5n\ln'l' \rightarrow KL3s^23p^6$ qui se situent dans la zone que nous étudions:

Tableau 11

Niveau KL...	Énergie en eV
$3s3p^5(^3P)4s(^4P)4p(^3P)$	41.84 ± 0.05
$3s3p^5(^3P)4s(^2P)4p(^3D)$	41.84 ± 0.05
$3s3p^5(^3P)4s(^2P)4p(^3P)$	42.21 ± 0.05
$3s3p^5(^1P)4s(^2P)4p(^3D)$	45.5 ± 0.1
$3s3p^5(^1P)4s(^2P)4p(^3P)$	45.9 ± 0.1
$3s3p^5(^1P)4s(^2P)4p(^1D)$	46.8 ± 0.1

⁴² L'incertitude sur l'énergie a été établie à partir de l'incertitude sur la longueur d'onde.

⁴³ Voir page 83.

$3s3p^5(^1P)4s(^2P)4p(^1P)$	46.9 ± 0.1
$3s3p^5(^1P)4s(^2P)4p(^1S)$	47.6 ± 0.1

Tableau des transitions du type $KL3s3p^5nln'l' \rightarrow KL3s^23p^6$ identifiées par Ogurtsov *et al.* [50]

Le troisième article est celui de Marmet *et al.* [51] qui ont étudié l'excitation de l'argon par impact électronique entre 43 et 60eV. Au niveau méthodologique, cet article est celui qui est le plus près de ce que nous avons fait dans cette thèse. Marmet *et al.* ont mesuré plusieurs structures dans le spectre de l'argon mais n'ont pu en identifier que quelques-unes. Leurs résultats sont en excellent accord avec les mesures prises par Madden *et al.*[48] et par Ogurtsov *et al.*[50]. Les niveaux qu'ils ont identifiés sont les suivants:

Tableau 12

Niveaux KL...	Énergie en eV
$3s3p^5(^1P)4s(^2P)4p(^3D)$	45.53 ± 0.05
$3s3p^5(^1P)4s(^2P)4p(^3P)$	45.96 ± 0.05
$3s3p^5(^1P)4s(^2P)4p(^1D)$	46.68 ± 0.05

Tableau des transitions du type $KL3s3p^5nln'l' \rightarrow KL3s^23p^6$ identifiées par Marmet *et al.*

[51]

II. Région de 43eV à 54eV

L'acquisition de données pour cette région a permis de recueillir une moyenne d'environ 617 millions d'ions par canal⁴⁴ en environ 1750 heures d'accumulation. La courbe obtenue fut redressée par 300 lissages afin de mettre en évidence les structures désignées sur les figures. Notre spectre a été calibré par rapport à un spectre de référence pris entre 40eV et 50eV qui mettait en évidence le seuil de double ionisation.

L'analyse de ces spectres de l'argon s'est fait en les comparant aux spectres obtenus dans le krypton et en assignant les structures observées dans l'argon aux structures correspondantes dans le krypton. Pour parvenir à une interprétation on s'est fié principalement sur l'ordre, la position relative et le facteur de forme de chacune des structures. On a choisi cette méthode pour ne pas avoir à recommencer un autre ensemble de calculs pour l'argon car cela aurait été trop long et pas plus précis que de comparer les spectres entre eux.

Comme les spectres de l'argon et du krypton sont similaires, et que ces deux éléments sont dans la même colonne du tableau périodique, on sait que les niveaux

identifiés dans les spectres du krypton seront à peu près à la même position relative dans l'argon.

Toutefois, on doit s'attendre à ce que les spectres de l'argon soient moins riches en structures que les spectres du krypton dû au fait que l'argon compte moins d'électrons et que le couplage LS soit prédominant sur le couplage jj . Le couplage jj sera surtout prédominant dans le xénon et le radon.

⁴⁴ Le spectre complet compte 1100 canaux.

i) Première sous-région: 43.398eV à 44.248eV

Graphique de l'ajustement de Ar pour la zone de 43.398 à 44.248 avec filtrage
permettant le passage des hautes fréquences avec $n=300$ et 10 meV/canal,
 $\chi^2=1.585$

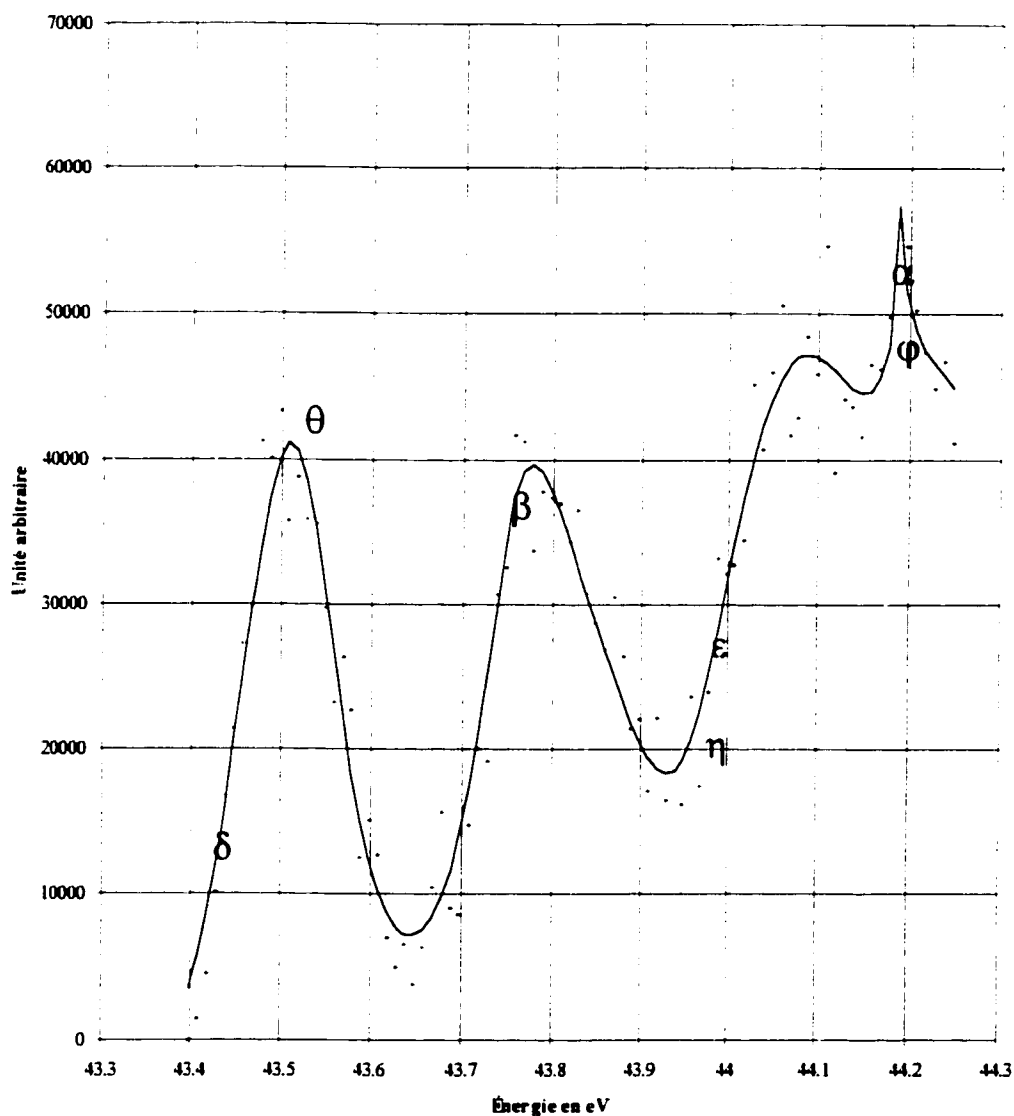


Figure 12 : Graphique de l'ajustement de Ar pour la zone de 43.398 à 44.248 avec filtrage
permettant le passage des hautes fréquences avec $n=300$ et 10 meV/canal, $\chi^2=1.585$

On fera l'analyse de ce spectre en le comparant au spectre qui correspond à la même région relative dans le krypton. Les similarités entre ces deux spectres nous fourniront des indices qui nous permettront d'identifier les structures dont nous avons obtenus les paramètres lors de l'ajustement avec FINOFANO.

La première structure observée dans le spectre est désignée par la lettre δ sur le spectre ci haut et située à $(43.41 \pm 0.01)\text{eV}$. Si on compare le facteur de forme et la position relative de cette structure avec la structure δ du premier spectre du krypton⁴⁵, on voit que ces deux structures sont similaires. On identifiera donc cette structure au niveau $KL3s^2[3p^3(^4S)\beta d4s^2](^6D)$.

La deuxième structure (désigné par la lettre θ) est un ion négatif situé à $(43.52 \pm 0.01)\text{eV}$. Si on regarde dans le spectre du krypton, on trouve que la structure qui suit immédiatement δ ⁴⁶ est aussi un ion négatif. Si on compare leur facteur de forme, on voit qu'ils sont tout les deux négatifs. Ceci appui la thèse que ces deux structures désignent des niveaux analogues. On désignera donc ce niveaux comme étant $KL3s^2[3p^3(^4S)\beta d^24s^2]$.

La structure β , qui est notre troisième structure, est située à $(43.75 \pm 0.01)\text{eV}$. Cette structure, de par son facteur de forme et sa position relative peut-être associée à la

⁴⁵ Voir page 63.

structure β du spectre de la première zone du krypton. Un autre élément qui plaide en faveur de cette comparaison est que les deux structures sont plutôt étroites comparée aux autres structures des spectres respectifs. Pour ces raisons, on assignera cette structure au niveau $KL3s^2[3p^3(^4S)3d^24s](^7P)$

Les deux structures suivantes, désignées par les lettres η et ε et situées à $(43.95 \pm 0.01)\text{eV}$ et $(43.97 \pm 0.01)\text{eV}$, sont dues à un neutre et à un ion négatif respectivement. La particularité des ces deux structures, qui rend l'interprétation un peu plus délicate, est que le niveau négatif est plus haut en énergie que le niveau neutre, ce qui normalement n'est pas le cas⁴⁷. Comme la différence d'énergie entre les deux structures est de $(0.02 \pm 0.02)\text{eV}$, il est pratiquement impossible que le programme d'ajustement ait inversé les deux structures.

La structure ε étant à $(0.22 \pm 0.02)\text{eV}$ de la structure neutre suivante, désignée par la lettre α sur la figure précédente, on peut presque assurément dire que α n'est pas le neutre-parent associé à la structure ε .

L'énergie de la structure η ne correspondant pas avec aucune des énergies auxquelles Madden a prédit des transitions en $KL3s3p^5nln'l' \rightarrow KL3s^23p^6$, on pourra dire que cette structure n'est pas un niveau en $KL3s3p^5nln'l'$. Cette structure pourrait par

⁴⁶ Désignée par Θ sur le graphique de la page 63

⁴⁷ Car il faut donner de l'énergie à un atome afin d'arracher un de ses électrons.

contre être soit du type $KL3s3p^5 \begin{Bmatrix} 3d^2 \\ 4s^2 \end{Bmatrix}$ ou du type $KL3s^2 3p^4 n \ln' l'$ fortement excité puisque l'énergie de la structure semble trop basse pour être un niveau en $KL3s3p^5 n \ln' l'$.

Restent les deux structures désignées par les lettres α et φ . Ces deux structures sont toutes deux situées à $(44.19 \pm 0.01) \text{ eV}$. Elles sont dues respectivement à un ion négatif et un neutre. Comme ces deux structures sont extrêmement près l'une de l'autre⁴⁸, on peut avancer que la structure causée par le neutre est le neutre-parent de la structure causée par l'ion négatif. Toutefois, la différence principale entre les structures dans l'argon et le krypton est que dans l'argon la structure due au neutre, φ , a un facteur de forme négatif alors que dans le krypton elle a un facteur de forme positif. Pour ce qui est de la structure due à l'ion négatif, α , c'est l'inverse.

On ne peut donc pas dire que les structures désignées par les lettres α et φ sont analogues aux structures η et γ du krypton. Par contre comme pour la structure η , on peut dire que cette structure pourrait être soit du type $KL3s3p^5 \begin{Bmatrix} 3d^2 \\ 4s^2 \end{Bmatrix}$ ou du type $KL3s^2 3p^4 n \ln' l'$ fortement excité.

⁴⁸ Dans le krypton, les structures η et γ étaient aussi proches l'une de l'autre.

Cette affirmation nous permet aussi de poser une hypothèse sur la nature du niveau responsable de la structure α . Comme cette structure est vraisemblablement associée à ϕ ,

on peut dire que α peut être du type $KL3s3p^5 \left\{ \begin{smallmatrix} 3d^2 \\ 4s^2 \end{smallmatrix} \right\} nl$.

Tableau 13

Désignation sur la Figure 12:	Énergie (en eV): ± 0.01 eV	Largeur (en eV): ± 0.001 eV	Facteur de forme: ± 0.001	Amplitude relative: ± 1	Niveaux: $KL...$
δ	43.41	0.240	1.830	14353	$3s^2 [3p^3(^4S) \beta d 4s^2] (^5D)$
θ	43.52	0.165	-3.635	3970	$3s^2 [3p^3(^4S) \beta d^2 4s^2]$
β	43.75	0.085	-2.668	3699	$3s^2 [3p^3(^4S) \beta d^2 4s] (^7P)$
η	43.95	0.390	-3.395	6313	Pas un niveau en $KL3s3p^5 n l n' l'$ Peut être $KL3s3p^5 \left\{ \begin{smallmatrix} 3d^2 \\ 4s^2 \end{smallmatrix} \right\}$ ou $KL3s^2 3p^4 n l n' l'$
ε	43.97	0.196	2.461	20795	
α	44.19	0.316	0.146	88949	

ϕ	44.19	0.003	-1.417	1454	
γ^{49}	44.36	0.235	0.652	116653	

Tableau des paramètres de l'ajustement de la région comprise 43.398eV à 44.248eV.

ii) Seconde sous-région: 44.388eV à 46.218eV

⁴⁹ Cette structure n'est pas représenté sur le graphique précédent car la position de la structure est en dehors de l'intervalle pour lequel on a ajusté des structures.

Graphique de l'ajustement de Ar pour la zone de 44.388eV à 46.218eV avec
filtrage permettant le passage des hautes fréquences, avec $n=300$ et 10meV/canal,
 $\chi^2=1.93$

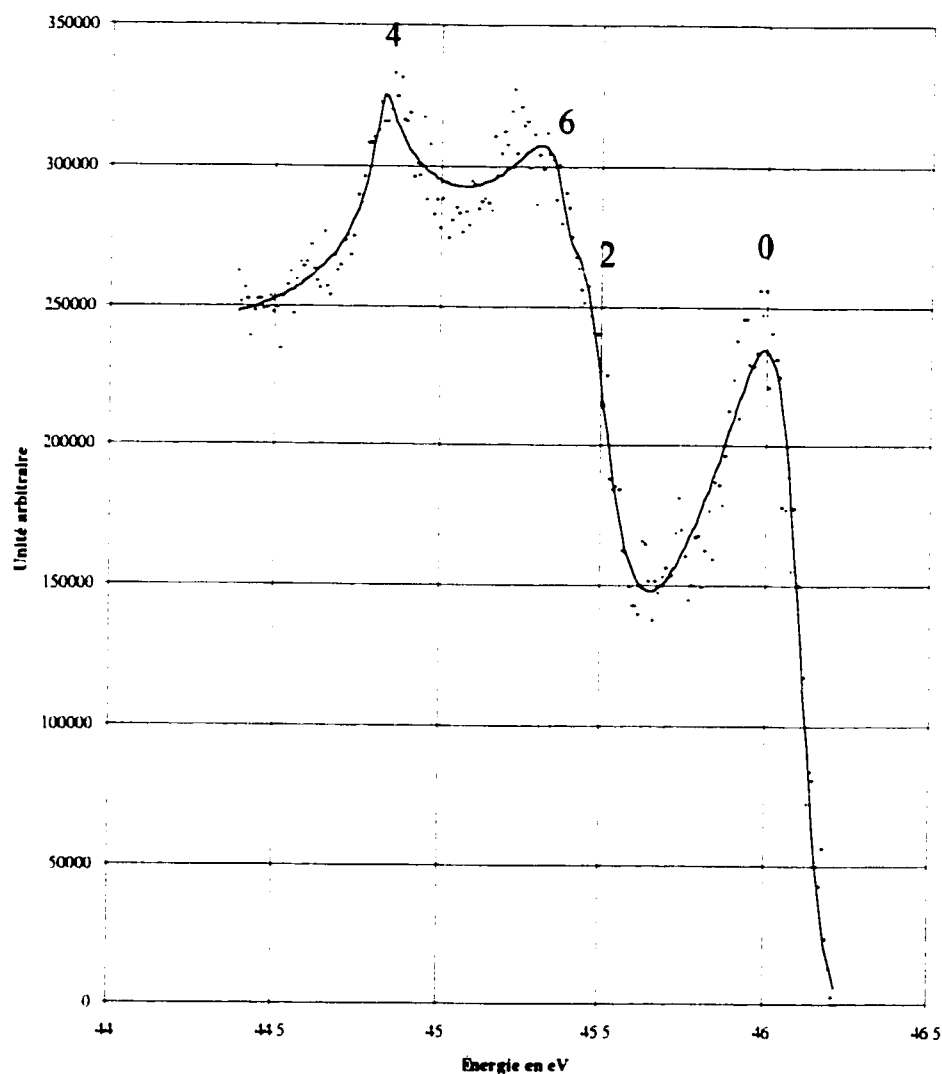


Figure 13 : Graphique de l'ajustement de Ar pour la zone de 43.388eV 46.218eV avec
filtrage permettant le passage des hautes fréquences, avec $n=300$ et 10meV/canal,
 $\chi^2=1.93$

En comparant ce spectre avec le spectre du krypton qui correspond à la même région relative⁵⁰, on peut interpréter les quatre structures que met en lumière l'ajustement de la courbe expérimentale.

La première structure rencontrée dans cette région (nommée 1) est située à $43.83 \pm 0.01 \text{ eV}$. Cette structure correspond à la structure nommée 6 dans le spectre du krypton. On a assigné le niveau $[3s^2 3p^3(^2D)4s^2 3d](^1G)$ à cette structure en se basant sur le fait que la largeur des structures sont comparables dans l'argon et le krypton et que les facteurs de forme sont de même signe.

La structure suivante (nommée 2) est située à $45.48 \pm 0.01 \text{ eV}$. Nous avons identifié cette structure comme étant le niveau $[3s3p^5 4s4p(^2D)](^3D)$ par analogie avec le niveau 4 du krypton. La structure est moins large que dans le krypton mais le facteur de forme est comparable ce qui rend cette interprétation plausible.

La troisième structure (nommée 3) est située à $45.40 \pm 0.01 \text{ eV}$. L'ajustement de cette structure nous apprend que c'est un ion négatif, ce qui est cohérent avec le spectre du krypton car dans le spectre du krypton, c'est un ion négatif qui suit la structure 4. Nous avons assigné le niveau $[3s3p^5](^2P)[3d^2(^3P)4s(^4P)]$ à cette structure pour les raisons suivantes:

⁵⁰ Voir page 71.

- Dans le spectre du krypton et celui de l'argon il y a deux structures négatives qui se suivent dans les deux zones respectives que nous étudions.
- Dans les deux cas, la première structure est plus large que la deuxième structure.
- Dans les deux cas l'amplitude de la première est plus grande que la deuxième structure.
- Les facteurs de forme ont le même signe pour les deux structures.

La dernière structures est désignée par le chiffre 4 sur le graphique ci-haut et est située à 46.10 ± 0.01 . Cette structure pose un problème d'interprétation car si on se fie aux résultats obtenus dans le krypton, on devrait trouver que cette structure est très près de la structure qui la précède alors qu'ici il y a une distance de $0.70 \pm 0.02 \text{ eV}$ entre elles. Cette distance est supérieure à la marge d'erreur donc on ne peut pas vraiment se fier aux résultats du krypton. Cependant, R.P. Madden *et al.* [48] ont trouvé qu'une structure de type $KL3s3p^5nln'l'$ pouvait être situé à $46.11 \pm 0.03 \text{ eV}$. Donc la structure que nous observons peut être un ion négatif associé à ce niveau de la forme $KL3s3p^5nln'l'^2$.

Comme notre appareil est surtout sensible aux ions négatifs, il est plausible que nous ayons détecté l'ion négatif sans avoir détecté son neutre-parent.

Tableau 14

Désignation sur la Figure 13:	Energie (en eV): ± 0.01 eV	Largeur (en eV): ± 0.001 eV	Facteur de forme: ± 0.001	Amplitude relative: ± 1	Niveaux: <i>KL...</i>
4	44.83	0.043	-1.421	7711	$[3s^2 3p^3(^2D)4s^2 3d](^3G)$
6	45.48	0.288	-1.836	40250	$[3s3p^5 4s4p(^2D)](^3D)$
2	45.40	0.054	0.485	24569	$[3s3p^5](^2P)[3d^2(^3P)4s(^4P)]$
0	46.10	0.275	-1.229	97720	

Tableau des paramètres de l'ajustement de la région comprise 44.388eV à 46.218eV.

Conclusion

Nous avons présenté en détail la procédure expérimentale et l'appareillage qui nous a permis de mesurer des spectres dans l'argon et le krypton.

Nous avons présenté des résultats inédits, tirés de nos spectres du krypton et de l'argon. Ces résultats mettent en évidence de nouvelles structures dans ces deux gaz, au-delà de la seconde limite, dû à la désexcitation d'ions négatifs. Nous avons aussi démontré qu'il y a des similarités entre les spectres de l'argon et du krypton.

Ces résultats innovateurs permettront une meilleure compréhension de la physique des transitions atomiques. La plus grande contribution de cette thèse réside dans l'interprétation de 14 structures dans le Kr et le Kr^- et de 12 structures dans l'Ar et l' Ar^- .

Appendice A: Démonstration que la dérivée seconde est équivalente à un redressement par un seul lissage, à une constante près.

Il existe une manière plus simple de démontrer cette propriété.

Soit trois points expérimentaux x_{n-1} , x_n , x_{n+1} . Si on lisse une fois le point expérimental x_n , on aura:

$$x_n^{\text{lisse}} = \frac{1}{4}(x_{n-1} + 2x_n + x_{n+1}) \quad (34)$$

Soustrayant ce point lissé du point expérimental, on obtient:

$$x_n - x_n^{\text{lisse}} = x_n - \frac{1}{4}(x_{n-1} + 2x_n + x_{n+1}) \quad (35)$$

$$= -\frac{1}{4}(x_{n-1} - 2x_n + x_{n+1}) \quad (36)$$

Prenons maintenant la dérivée première de chacun de nos trois points expérimentaux: (On prendra la dérivée par la droite).

$$x'_{n-1} = x_n - x_{n-1} \quad (37)$$

$$x'_n = x_{n+1} - x_n \quad (38)$$

$$x'_{n+1} = x_{n+2} - x_{n+1} \quad (39)$$

Puis, prenant la dérivée seconde de x_n : (Cette fois-ci on prendra la dérivée par la gauche afin d'éviter un décalage des canaux d'un côté ou de l'autre.)

$$x_n'' = x_n' - x_{n-1}' \quad (40)$$

$$= (x_{n+1} - x_n) - (x_n - x_{n-1}) \quad (41)$$

$$= x_{n+1} - 2x_n + x_{n-1} \quad (42)$$

Multipliant par -1, on trouve:

$$-x_n'' = -x_{n+1} + 2x_n - x_{n-1} \quad (43)$$

Cette expression a la même forme que celle venant du redressement par un seul lissage, à la constante numérique près. Cette constante n'ayant rien à voir avec la forme de la courbe, on peut donc à cet égard, la négliger.

Appendice B: Code source du programme de traitement des courbes FINOFANO.

Voici le code source du programme FINOFANO, divisé en modules:

Module Finofano.mak

```
Form=MAIN.FRM
Module=GLOBAL; GLOBAL.BAS
Module=CONSTANT; ..\..\..\..\VB\CONSTANT.BAS
VBX=VSVBX.VBX
VBX=TIPSL.VBX
Form=DIALOGUE.FRM
Form=PARAFITS.FRM
Form=COURBTOT.FRM
Form=PARAAFFI.FRM
Form=..\..\..\..\VB\GRIDPARA.FRM
Form=CALIBRAT.FRM
Form=COORDONE.FRM
Form=PREVFAFI.FRM
Form=ABOUT.FRM
Object={F9043C88-F6F2-101A-A3C9-08002B2F49FB}#1.0#0; COMDLG16.OCX
Object={A8B3B723-0B5A-101B-B22E-00AA0037B2FC}#1.0#0; GRID16.OCX
Object={B16553C3-06DB-101B-85B2-0000C009BE81}#1.0#0; SPIN16.OCX
ProjWinSize=94,748,274,483
ProjWinShow=2
IconForm="Form1"
Title="FINOFANO"
ExeName="FINOFANO.EXE"
Name="FINOFANO"
HelpContextID="0"
StartMode=0
VersionCompatible="0"
MajorVer=1
MinorVer=6
RevisionVer=1
AutoIncrementVer=1
ServerSupportFiles=0
VersionCompanyName="Université d'Ottawa"
VersionProductName="FINOFANO"
```

Module Main.frm

VERSION 4.00

Begin VB.Form Form1

```
Appearance      = 0   'Flat
BackColor        = &H80000005&
BorderStyle     = 4   'Fixed ToolWindow
Caption         = "Fenêtre principale, FINO/FANO"
ClientHeight    = 96
ClientLeft      = 48
ClientTop       = 1536
ClientWidth     = 9240
```

BeginProperty Font

```
name            = "MS Sans Serif"
charset         = 1
weight          = 700
size            = 7.8
underline       = 0   'False
italic          = 0   'False
striketthrough  = 0   'False
```

EndProperty

```
ForeColor       = &H80000008&
Height          = 648
Icon            = "MAIN.frx":0000
Left            = 0
LinkTopic       = "Form1"
MaxButton       = 0   'False
MinButton       = 0   'False
ScaleHeight     = 96
ScaleWidth      = 9240
ShowInTaskbar   = 0   'False
Top             = 1032
Width           = 9336
```

Begin MSComDlg.CommonDialog CMDialog1

```
Left            = 240
Top             = 0
_version        = 65536
_extentsx       = 677
_extenty        = 677
_stockprops     = 0
defaulttext     = "*.dta"
```

End

Begin VB.Menu Menu_Fich

```
Caption         = "&Fichier"
```

Begin VB.Menu Menu_Fich_Ouvr

```
Caption         = "&Ouvrir un fichier de données brutes"
```

End

Begin VB.Menu Menu_Fich_sepl

```
Caption         = "-"
```

End

Begin VB.Menu Menu_Fich_Ofpa

```
Caption         = "O&uvrir un fichier de paramètres"
```

```
Enabled         = 0   'False
```

End

Begin VB.Menu Menu_Fich_Enlp

```
Caption         = "E&nregistrer les paramètres"
```

```
Enabled         = 0   'False
```

```

End
Begin VB.Menu Menu_Fich_sep2
    Caption = "-"
End
Begin VB.Menu Menu_Fich_Enre
    Caption = "&Enregistrer une courbe théorique"
    Enabled = 0 'False
End
Begin VB.Menu Menu_Fich_Arre
    Caption = "&Arrêt des calculs"
    Enabled = 0 'False
End
Begin VB.Menu Menu_Form Impr
    Caption = "&Impression des profils"
End
Begin VB.Menu Menu_Fich_Quit
    Caption = "&Quitter"
End
End
Begin VB.Menu Menu_Para
    Caption = "Paramètres"
    Enabled = 0 'False
    Begin VB.Menu Menu_Para_Nomb
        Caption = "P&aramètres du traitement des données"
        Enabled = 0 'False
    End
    Begin VB.Menu Menu_Para_Pidp
        Caption = "&Paramètres initiaux des profils"
        Enabled = 0 'False
    End
    Begin VB.Menu Menu_Para_sepl
        Caption = "-"
    End
    Begin VB.Menu Menu_Para_Dela
        Caption = "&De l'affichage spectral"
    End
    Begin VB.Menu Menu_Para_Bull
        Caption = "&Bulles d'aide"
    End
End
End
Begin VB.Menu Menu_Ajus
    Caption = "Ajustement"
    Enabled = 0 'False
End
Begin VB.Menu Menu_aide
    Caption = "Aide."
    Begin VB.Menu Menu_aide_aide
        Caption = "&Aide"
    End
    Begin VB.Menu Menu_Aide_Ausu
        Caption = "Au &sujet de..."
    End
End
End
End
Attribute VB_Name = "Form1"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub Form_Load()
    'On fixe quelles formes sont visibles.

```

```

Form7.Visible = False
Form4.Visible = False
Form2.Visible = False
IsTheoExist = False 'Initialement, il n'y a pas de courbes
théoriques en mémoire.
calcul = True
'Par défaut, les bulles d'aide sont désactivée car ça ralentit le
programme
'Form6.Tips1.Enabled = False
'Form2.Tips1.Enabled = False
'Form3.Tips1.Enabled = False
'Form5.Tips1.Enabled = False
'Form10.Tips1.Enabled = False
'Quand on charge le programme, on empêche de partir ou d'arrêter les
calculs car on n'a pas de paramètres
'd'entrée
Form1.Menu_Fich_Arre.Enabled = False
Form1.Menu_Ajus.Enabled = False
'961104: On initialise le générateur de nombre aléatoire
Randomize (Second(Now))
'90707 On ouvre un fichier de log
Open "fit.log" For Output Access Write Lock Write As #5
End Sub

Private Sub Menu_Aide_Ausu_Click()
Form9.Visible = True
End Sub

Private Sub Menu_Ajus_Click()
calcul = True
Form1.Menu_Fich_Arre.Enabled = True
Form1.Menu_Ajus.Enabled = False
Form7.curv_dump.Enabled = False
'Form5.Frame2.Enabled = False
Call ajustement
End Sub

Private Sub Menu_Ajust_Click()
calcul = True
Menu_Fich_Arre.Enabled = True
Call ajustement
End Sub

Private Sub Menu_Fich_Arre_Click()
calcul = False
Form1.Menu_Ajus.Enabled = True
Form1.Menu_Fich_Arre.Enabled = False
Form7.curv_dump.Enabled = True
'Form5.Frame2.Enabled = True
'Call ajustement
End Sub

Private Sub Menu_Fich_Enlp_Click()

Dim ii, jj, kk As Integer 'Compteurs de boucle.

'On enregistre les paramètres dans un fichier du même nom que celui
des données mais avec une
'extension différente.

```

```

    Open (Left$(Fich_input, (Len(Fich_input) - 3)) & "par") For Output
As #2

    'On écrit le nombre de profil
    Print #2, N_Profil

    'On écrit les valeurs des paramètres
    'Boucle extérieure sur le nombre de profil
    'Première boucle intérieure sur le nombre de paramètre
    'Seconde boucle intérieure sur le nombre de delta. On doit utiliser
deux boucles
    'différentes car le type de profil n'a pas de delta.
    For ii = 1 To N_Profil

        For jj = 1 To 5
            Print #2, Para_Fit(jj, ii)
        Next jj

        For kk = 1 To 4
            Print #2, delta(kk, ii)
        Next kk

    Next ii

    'On enregistre le début et la fin de la zone de fit.
    Print #2, debut_fit
    Print #2, fin_fit
    'Print #2, Form5.Option3.Value
    Close #2
End Sub

Private Sub Menu_Fich_Enre_Click()

    ReDim out(1 To UBound(datatheo, 1)) As Long 'Variable temporaire qui
contient la courbe à sauver

    Call Bati_Theo(1, UBound(out, 1), out(), Para_Fit())
    Form1.CMDialog1.Action = 2

    If Form1.CMDialog1.filename <> "" Then
        Fich_input = Form1.CMDialog1.filename
        Open Fich_input For Output Access Write Lock Write As #2
        Form1.MousePointer = 11
        Print #2, UBound(out, 1)

        For i = 1 To UBound(out, 1)
            Print #2, out(i)
        Next i

        Close #2
    End If
End Sub

Private Sub Menu_Fich_Ofpa_Click()

    Dim ii, jj, kk As Integer 'Compteurs de boucle.
    ReDim temp(1 To UBound(datatheo, 1)) As Long 'Variable temporaire
pour la routine de lissage
    Dim erreur As Integer 'Variable pour retourner le message d'erreur.

```

```

'Dim toto As Integer 'Variable temporaire binaire.

'On enregistre les paramètres dans un fichier du même nom que celui
des données mais avec une
'extension différente.
Open (Left$(Fich_input, (Len(Fich_input) - 3)) & "par") For Input
Access Read Shared As #3

'On lit le nombre de profil
Input #3, N_Profil

'On doit redimensionner les matrices contenant les paramètres et
leurs deltas
ReDim Para_Fit(5, N_Profil)
ReDim delta(4, N_Profil)

'On lit les valeurs des paramètres
'Boucle extérieure sur le nombre de profil
'Première boucle intérieure sur le nombre de paramètre
'Seconde boucle intérieure sur le nombre de delta. On doit utiliser
deux boucles
'différentes car le type de profil n'a pas de delta.

For ii = 1 To N_Profil

    For jj = 1 To 5
        Input #3, Para_Fit(jj, ii)
    Next jj

    For kk = 1 To 4
        Input #3, delta(kk, ii)
    Next kk

Next ii

'On lit les paramètres de début et de fin du fit.
Input #3, debut_fit
Input #3, fin_fit
'Input #3, toto
'Form5.Option3.Value = toto
Close #3

'On ré-utilise le même code que dans la procédure d'entrée des
données. Que les données
'viennent du disque ou du clavier ne change rien.

Form1.Menu_Ajus.Enabled = True 'Maintenant, on permet l'ajustement

'On bâti la courbe théorique
Call Bati_Theo(Prem_Canal, Dern_Canal, datatheo(), Para_Fit())

'On en fait le lissage pour compenser la largeur naturelle du
faisceau
'Le nombre de lissage vient d'une relation du programme de Bob
Gosselin
If Larg_fais <> 0 Then 'Si le nombre de lissages est différent de 0
    Call Lisser(datatheo(), temp(), CInt(Larg_fais / 10 - 0.1 + 0.35
* Larg_fais ^ 2), erreur, Prem_Canal, Dern_Canal)

    If erreur = True Then

```

```

        End
    End If

    Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal) 'On recopie
    la réponse dans datatheo()
    End If

    'On soustraie la pente
    If Form2.Check1.Value = 1 Then 'On test si on doit soustraire la
    pente ou non
        Call Sous_pente(datatheo(), temp(), debut_fit) 'On soustrait la
        pente de la courbe théorique
        Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal) 'On recopie
        la réponse dans datatheo()
    End If

    'On redresse la courbe
    If N_Liss > 0 Then 'Si le nombre de lissage est supérieur à 0.
        Call redresse(datatheo(), temp(), N_Liss, erreur, Prem_Canal,
        Dern_Canal) 'On redresse le profil théorique
        Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal) 'On recopie
        la réponse dans datatheo()
    End If

    'On calcule la différence entre les données expérimentales et les
    profils
    'théoriques. C'est cela que l'on veut minimiser.
    For i = 1 To NumCanal
        datadiff(i) = databrut(i) - datatheo(i)
    Next i

    Form7.Picture3.Visible = True
    Form7.Picture3.Refresh

    'On initialise le grid de la forme 7
    Form4.Grid1.Cols = 10
    Form4.Grid1.ColWidth(1) = 900
    Form4.Grid1.ColWidth(2) = 1200
    Form4.Grid1.ColWidth(3) = 900
    Form4.Grid1.ColWidth(4) = 900
    Form4.Grid1.ColWidth(5) = 1200
    Form4.Grid1.ColWidth(6) = 1500
    Form4.Grid1.ColWidth(7) = 1500
    Form4.Grid1.ColWidth(8) = 1500
    Form4.Grid1.ColWidth(9) = 1500
    Form4.Grid1.Rows = (N_Profil + 2)
    Form4.Grid1.Col = 2
    Form4.Grid1.Row = 1
    Form4.Grid1.Text = "Er"
    Form4.Grid1.Col = 3
    Form4.Grid1.Text = "Gamma"
    Form4.Grid1.Col = 4
    Form4.Grid1.Text = "q"
    Form4.Grid1.Col = 5
    Form4.Grid1.Text = "Sigma"
    Form4.Grid1.Col = 6
    Form4.Grid1.Text = "delta Er"
    Form4.Grid1.Col = 7
    Form4.Grid1.Text = "delta Gamma"
    Form4.Grid1.Col = 8

```

```

Form4.Grid1.Text = "delta q"
Form4.Grid1.Col = 9
Form4.Grid1.Text = "delta Sigma"

Form4.Grid1.Col = 1
For i = 2 To (N_Profil + 1)
    Form4.Grid1.Row = i
    Form4.Grid1.Text = "Profil " + Str(i - 1)
Next i

For i = 2 To (N_Profil + 1) 'Balaye les lignes

    For j = 2 To 5 'Balaye les colonnes pour les valeurs des
paramètres
        Form4.Grid1.Row = i
        Form4.Grid1.Col = j

        Select Case (j - 1) 'Pour certain paramètre, il faut faire
des conversions
            Case 1
                'Convertir de canal à énergie, avec l'interval du
spectre
                Form4.Grid1.Text =
Format$(Str(Canal2Ener(CInt(Para_Fit(j - 1, i - 1)))), "###.### #")
            Case 2
                'Convertir de canal à énergie avec l'énergie par
canal
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1) * (Ener_Canal / 1000)), "#.### #")
            Case 3
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1)), "###.### #")
            Case 4
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1)), "# ### ###.###")
        End Select

    Next j

    For j = 6 To 9 'Balaye les colonnes pour les valeurs des delta
des différents
        'paramètres

        Form4.Grid1.Row = i
        Form4.Grid1.Col = j

        Select Case (j - 1) 'Le format change en fonction du delta
            Case 5
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i - 1)
* (Ener_Canal / 1000)), "###.### ###")
            Case 6
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i - 1)
* (Ener_Canal / 1000)), "###.### ###")
            Case 7
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i -
1)), "###.### ###")
            Case 8
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i -
1)), "# ### ###.###")
        End Select
    
```

```

        Next j

    Next i

    'On calcule la différence entre les données expérimentales et les
    profils
    'théoriques. C'est cela que l'on veut minimiser.

    For i = 1 To NumCanal
        datadiff(i) = databrut(i) - datatheo(i)
    Next i

    Form7.Picture3.Visible = True
    Form7.Picture3.Refresh
    Form1.Menu_Fich_Enlp.Enabled = True 'On peut maintenant sauver des
    paramètres sur disque

                                                'puisqu'on en a en mémoire

End Sub

Private Sub Menu_Fich_Ouvr_Click()
    Dim maxscale As Long ' Nombre maximal de compte par canal.
    Dim erreur As Integer 'Variable pour retourner le message d'erreur.
    Form1.CMDialog1.Action = 1 'Le Common dialog est attribué à
    l'ouverture d'un fichier
    Form1.CMDialog1.DefaultExt = "Fichier de données
    (*.txt)|*.TXT|Fichier de paramètres (*.par)|*.par"
    'L'extension par défaut est *.dta pour les données et *.par pour les
    fichiers de paramètres
    If Form1.CMDialog1.filename <> "" Then 'Si on a choisi un nom de
    fichier valable...
        Fich_input = Form1.CMDialog1.filename 'On lit le nom du fichier
        choisi
        Open Fich_input For Input Access Read Shared As #1 'On ouvre le
        fichier en ouverture en mode partagé
        'Debug.Print Left(Fich_input, Len(Fich_input) - 3) + "bru"
        Open Left(Fich_input, Len(Fich_input) - 3) + "bru" For Input
        Access Read Shared As #2 'Ouvre le fichier brut

        '961008: Il y maintenant deux fichier d'entrée.
        '          datain() qui contient les données n'ayant subit
        aucun traitement
        '          Ce vecteur sert pour calculer la somme des
        racines carrées
        '          databrut() qui contient les données redressées que
        l'on utilisera pour le fit
        Form1.MousePointer = 11 'Le curseur devient un sablier
        Input #1, NumCanal 'On lit le nombre de canaux dans le fichier
        'Input #1, N_Liss 'On lit le nombre de redressements par
        lissages
        ReDim databrut(1 To NumCanal) 'On dimensionne databrut avec ce
        nombre
        ReDim datatheo(1 To NumCanal) 'On dimensionne datatheo avec ce
        nombre
        ReDim datadiff(1 To NumCanal) 'On dimensionne datadiff avec le
        nombre de Canal
        ReDim datain(1 To NumCanal) 'Idem pour datain

        For i = 1 To NumCanal 'On boucle pour lire tout les canaux

```

```

        Input #1, databrut(i)
        Input #2, datain(i) 'On lit un canal
        'Debug.Print datain(i)
    Next i

    Close #1 'On ferme les fichiers
    Close #2

    Prem_Canal = 1 'On initialise le numéro du premier canal à
afficher
    Dern_Canal = NumCanal 'On initialise le numéro du dernier canal
à afficher

    '960217: Ici on va scaler les données brutes pour ne pas avoir
d'overflow avec la méthode scale de form7.picture1
    'On trouve le max, on le divise par le max que l'on autorise et
l'on divise tout les canaux par cette quantité.
    Max_databrut = Max_array(databrut(), Prem_Canal, Dern_Canal) 'On
cherche la valeur maximale de cet array
    Debug.Print "Max_databrut="; Max_databrut
    maxscale = 20000! 'Nombre maximal de compte par canal
    sf = maxscale / CSng(Max_databrut) 'Le facteur par lequel on
divise tout les canaux
    Debug.Print "sf="; sf
    '970210: On a plus besoin de transformer le vecteur puisque
cette transformation se fait maintenant dans
    'les routines graphiques.
    'For i = 1 To NumCanal 'On boucle sur tout les canaux
        'databrut(i) = CLng(databrut(i) * sf)
        'Debug.Print databrut(i)
    'Next i

    Form1.Menu_Fich_Ofpa.Enabled = True 'On peut maintenant charger
des paramètres en mémoire pour le fit

    Form1.Caption = Form1.Caption + " " + Fich_input 'On affiche le
nom du fichier dans la barre titre
    Debug.Print "de form1.Menu_Fich_ouvr.click"
    Min_databrut = Min_array(databrut(), Prem_Canal, Dern_Canal) 'On
cherche la valeur minimale de cet array
    Max_databrut = Max_array(databrut(), Prem_Canal, Dern_Canal) 'On
cherche la valeur maximale de cet array
    Form7.Visible = True 'On rend visible la forme où sera affiché
le graphique
    'Form4.Visible = true 'On rend visible le tableau des paramètres
    Form7.Picture1.Visible = True 'On rend visible la picture box où
sera le graphique.
    Form1.MousePointer = 0 'Le curseur retourne à sa forme normale
    Form1.Menu_Para.Enabled = True 'On met l'item de menu
"Paramètres" disponible
    Form1.Menu_Para_Nomb.Enabled = True 'On met le 2e item du menu
"Paramètres" disponible
    Form7.Picture1.Refresh
    'On affiche la forme 6 pour la calibration
    Form6.Visible = True 'Les procédure de récupération de données
sont incluses dans la forme
    Form6.SetFocus
    End If

End Sub

```

```

Private Sub Menu_Fich_Quit_Click()
    Close #5
End Sub

Private Sub Menu_Form Impr_Click() 'On utilise la même structure que
pour form7.picture1
    Call PrintMethod1
End Sub

Private Sub Menu_Para_Bull_Click()
    If Menu_Para_Bull.CHECKED = True Then
        Menu_Para_Bull.CHECKED = False
        'Form6.Tips1.Enabled = False
        'Form2.Tips1.Enabled = False
        'Form3.Tips1.Enabled = False
        'Form5.Tips1.Enabled = False
        'Form10.Tips1.Enabled = False
    Else
        Menu_Para_Bull.CHECKED = True
        'Form6.Tips1.Enabled = True
        'Form2.Tips1.Enabled = True
        'Form3.Tips1.Enabled = True
        'Form5.Tips1.Enabled = True
        'Form10.Tips1.Enabled = True
    End If
End Sub

Private Sub Menu_Para_Dela_Click()
    Form3.Visible = True
    Form7.Refresh
End Sub

Private Sub Menu_Para_Nomb_Click()
    Form2.Visible = True
End Sub

Private Sub Menu_Para_Pidp_Click()
    Form5.Visible = True
    Menu_Fich_Enre.Enabled = True
End Sub

Private Sub MSDataMap1_GotFocus()
End Sub

```

Module Global.bas

```
Attribute VB_Name = "GLOBAL"
'Variables globales
```

```
Global Fich_input As String 'Nom du fichier duquel viennent les données
Global NumCanal As Integer 'Nombre de canaux dans ce fichier
Global Prem_Canal As Integer 'Numéro du premier canal à afficher
Global Dern_Canal As Integer 'Numéro du dernier canal à afficher
Global debut_fit As Integer 'Premier canal à fitter
Global fin_fit As Integer 'Dernier canal à fitter
Global Prem_Ener As Single 'Énergie du premier canal
Global Ener_Canal As Single 'Énergie par canal
Global datain() As Currency 'Vecteur contenant les données brutes avant
redressement
Global databrut() As Long 'Vecteur contenant les données avant
traitement
Global datatheo() As Long 'Vecteur contenant la courbe théorique
Global datadiff() As Long 'Vecteur contenant la différence entre les
données expérimentales et
'et les profils théoriques
Global i, j, k, l, M As Integer 'Variables-compteuses
Global Min_databrut As Long 'La valeur minimale de databrut
Global Max_databrut As Long 'La valeur maximale de databrut
Global Max_datain As Long 'La valeur maximale de datain
Global Max_datatheo As Long 'La valeur maximale de datatheo
Global Min_datatheo As Long 'La valeur minimale de datatheo
Global Max_datadiff As Long 'La valeur maximale de datadiff
Global Min_datadiff As Long 'La valeur minimale de datadiff
Global N_Profil As Integer 'Nombre de profils à ajuster
Global N_Liss As Integer 'Nombre de lissage à faire sur les courbes
Global S_Pente As Integer 'Binaire, on soustrait le pente: True or False
Global calcul As Integer 'Binaire, on calcule ou pas.
Global Larg_fais As Integer 'La largeur du faisceau en canal
Global Para_Fit() As Single 'les paramètres pour les fits
'Le premier indice est le numéro du
paramètre:
'1->Er, 2->Gamma, 3->q, 4->Sigma, 5->Fano ou
Fino
'Le second indice est le numéro du pic
auxquels les paramètres
'se rapportent.
Global delta() As Single 'Le deltas gouvernants les variations de
paramètres
'On utilise les mêmes indices que pour
Para_Fit()
Global pseuil() As Single 'Les paramètres définissant le seuil
'C'est un vecteur unidimensionnel car il n'y a
qu'un seuil par courbe
'1->Er, 2->Exposant, 3->Amplitude
Global Epsilon() As Single 'Les valeur des variation de paramètres lors
de l'ajustement
Global ecart(-1 To 1) As Long 'Les écarts calculés pour les différentes
valeurs de delta (ou epsilon)
Global IsTheoExist As Integer 'Flag pour savoir si les données
théoriques existent
```

```

Global A_Prevoir As Integer 'Variable qui dit à PREVFAFI, quelle
structure dessiner.
Global sf As Single 'Le scaling factor.

'Constantes globales
Global Const IsFINO = True
Global Const IsFano = False

'Déclaration des fontions dans des DLL écrits en pascal
'Declare Function Chi2P Lib "fanolib.dll" (ByVal debut As Integer, ByVal
fin As Integer, A() As Any, B() As Any) As Double

Sub ajustement() 'Routine qui fait l'ajustement

Dim seuil As String 'Réponse de la question sur le seuil
Dim ecartini As Double 'On garde l'écart quadratique moyen initial
ReDim paratmp(1 To 5, 1 To N_Profil) As Single 'Vecteur temporaire pour
garder les valeurs de paramètres utilisés pour
'le fit
ReDim ecart(-1 To 1) As Double 'Écart du aux différents essais
ReDim temp(1 To UBound(datatheo, 1)) As Long 'Variable temporaire pour
la routine de lissage
Dim erreur As Integer 'Variable pour retourner le message d'erreur.
Dim w As Integer 'Variable-compteuse
Dim ii, jj, kk, ll, mm As Integer
Dim dans_min As Integer 'Variable qui compte le nombre de fois où on est
dans un minimum local par
'itération
Dim diminue As Integer 'Flag pour savoir si on peut diminuer les deltas.
Binaire
Dim zz As Double 'Variable qui contient la quantité que l'on doit
minimiser.
'Soit le chi carré, soit l'écart quadratique moyen
Dim databuff(1 To 1024) As Long 'Buffer pour les données expérimentales
pendant que l'on lisse
Dim mini As Long 'Valeur minimale du segment de databrut que l'on fit

'960131: Pour harmoniser le fit avec la procédure de lissage de Pierre
Lavergne, on doit normaliser
'à zéro le vecteur de données expérimentales. Après le fit, on le
restore.

'For ii = debut_fit To fin_fit 'On transfere les valeurs originales dans
le buffer
'    databuff(ii) = databrut(ii)
'Next ii
'On trouve le minimum de la zone a fitter dans databrut
Debug.Print "De general.ajustement (1)"
mini = Min_array(databrut(), debut_fit, fin_fit)
If mini <> 0 Then 'on ne fait rien si il faut retrancher 0
    For ii = debut_fit To fin_fit
        '960213: On met nmin-1 car sinon lorsque l'on prend le chi2, on
a une division par zéro. Ca ne change rien puisqu'
'on ne fait que soustraire une constante.
        databrut(ii) = databrut(ii) - (mini - 1) 'on enleve ce minimum
pour tout les canaux de la zone a fitter
    Next ii
End If

'Traite le cas où on minimise l'écart moyen

```

```

'961004: On utilise datain() pcq on calcule le bruit à partir de la
courbe brute.
'zz = Sum_RCar(debut_fit, fin_fit, datain())
'961101 On retourne à l'utilisation du Chi2
zz = fin_fit - debut_fit + 1 - (4 * N_Profil) 'Numerical Recipe p503
prédit que c'est une bonne valeur pour cesser le fit
Debug.Print "Chi carré optimal "; zz
Form7.Label9.Caption = Format$(Str$(zz), "### ### ### ### ###")

diminue = False 'On initialise diminue
dans_min = 0 'On initialise dans_min

'On calcule tant que calcule=true et que le chi carre est superieur au
nombre de points
'-le nombre de paramètre à ajuster
While (zz <= Chi2(debut_fit, fin_fit, datatheo(), databrut(), datain()))
And (calcul = True)
'While ((0.99 * zz) <= Ecart_Moy(debut_fit, fin_fit, datatheo(),
databrut())) And (calcul = True)
  For ii = 1 To 4 'On boucle sur les paramètres

    For jj = 1 To N_Profil 'On boucle sur le nombre de profil

      '961030: On ajoute un if pour tenir compte du cas ou le delta
serait egal à 0
      'Dans ce cas, on calcule que k=0 car
ecartt(k=0)=ecart(k=1)=ecart(k=-1)

      If delta(ii, jj) <> 0 Then 'cas ou le delta est different de
0
        For kk = -1 To 1 'On boucle sur la valeur du delta (+delta,
sans delta, -delta)

          For ll = 1 To 5 'On recopie les paramètres dans un
vecteur temporaire

            For mm = 1 To N_Profil

              paratmp(ll, mm) = Para_Fit(ll, mm)

            Next mm

          Next ll

          If ii = 2 Then

            'Ici encore on doit prévenir le cas où gamma serait
égal à 0. Car cela
            'causerait une division par zéro dans fano()
            If (paratmp(ii, jj) + (kk * delta(ii, jj))) = 0 Then
              paratmp(ii, jj) = paratmp(ii, jj) + (kk *
(delta(ii, jj) * 1.001))
            Else
              paratmp(ii, jj) = paratmp(ii, jj) + (kk *
delta(ii, jj)) 'On inclut la variation du paramètre à

            '1"étude

          End If
        End If
      End If
    End For
  End While
End While

```

```

Else
    paratmp(ii, jj) = paratmp(ii, jj) + (kk * delta(ii,
jj)) 'On inclut la variation du paramètre à
'l"étude
End If

If (Val(Form2.Text3.Text) > 0) Or (N_Liss > 0) Then
    'Si on a un redressement ou un lissage, on doit
    créer toute la courbe afin
    'd'éviter les effets de bouts
    Call Bati_Theo(1, NumCanal, datatheo(), paratmp())
Else
    'Par contre, si on a pas de redressement ou de
    lissage à faire, on peut alors
    'alors créer que la partie de spectre nécessaire car
    on a pas à se soucier des
    'effets de bouts. C'est aussi plus rapide.
    Call Bati_Theo(Prem_Canal, Dern_Canal, datatheo(),
    paratmp())
End If

If Val(Form2.Text3.Text) > 0 Then 'Si le faisceau a une
largeur
    'On en fait le lissage pour compenser la largeur
    naturelle du faisceau
    'Le nombre de lissage vient d'une relation du
    programme de Bob Gosselin
    'On divise par Ener_Canal pour avoir Larg_fais en
    canal
    'Afin d'éviter les effets de bouts, on lisse tout le
    spectre
    Call Lisser(datatheo(), temp(), CInt(Larg_fais / 10
    - 0.1 + 0.35 * Larg_fais ^ 2), erreur, 1, NumCanal)

    'Il y a erreur si les deux vecteurs passés à Lisser
    sont de longueurs différentes.

    If erreur = True Then
        End
    End If

    Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal)
    'On recopie la réponse dans datatheo()
    End If

    If N_Liss > 0 Then
        'On redresse la courbe
        'Afin d'éviter les effets de bouts, on redresse le
        spectre au complet
        Call redresse(datatheo(), temp(), N_Liss, erreur, 1,
        NumCanal) 'On redresse le profil théorique
        Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal)
        'On recopie la réponse dans datatheo()
        End If

        'Traite le cas où on minimise le Chi2

```

```

        ecart(kk) = Chi2(debut_fit, fin_fit, datatheo(),
databrut(), datain())

    Next kk

    Else '961030: Cas ou k=0

        For ll = 1 To 5 'On recopie les paramètres dans un
vecteur temporaire

            For mm = 1 To N_Profil

                paratmp(ll, mm) = Para_Fit(ll, mm)

            Next mm

        Next ll

        If ii = 2 Then

            'Ici encore on doit prévenir le cas où gamma serait
égal à 0. Car cela
            'causerait une division par zéro dans fano()
            If paratmp(ii, jj) = 0 Then
                paratmp(ii, jj) = paratmp(ii, jj) + 0.000001
            Else
                paratmp(ii, jj) = paratmp(ii, jj) 'On inclut la
variation du paramètre à
'1"étude

                End If

            Else

                paratmp(ii, jj) = paratmp(ii, jj) 'On inclut la
variation du paramètre à
'1"étude

                End If

            If (Val(Form2.Text3.Text) > 0) Or (N_Liss > 0) Then
                'Si on a un redressement ou un lissage, on doit
créer toute la courbe afin
                'd'éviter les effets de bouts
                Call Bati_Theo(1, NumCanal, datatheo(), paratmp())
            Else
                'Par contre, si on a pas de redressement ou de
lissage à faire, on peut alors
                'alors créer que la partie de spectre nécessaire car
on a pas à se soucier des
                'effets de bouts. C'est aussi plus rapide.
                Call Bati_Theo(Prem_Canal, Dern_Canal, datatheo(),
paratmp())

            End If

            If Val(Form2.Text3.Text) > 0 Then 'Si le faisceau a une
largeur

                'On en fait le lissage pour compenser la largeur
naturelle du faisceau

```



```

                                Para_Fit(ii, jj) = Para_Fit(ii, jj) +
delta(ii, jj)
                                End If
                                Else
                                Para_Fit(ii, jj) = Para_Fit(ii, jj) + delta(ii,
jj)
                                End If
                                End If

                                If ecart(1) > ecart(-1) Then

                                    'Cas où gamma pourrait être égal à 0.
                                    If ii = 2 Then
                                        If (Para_Fit(ii, jj) - delta(ii, jj)) = 0 Then
'Si gamma serait égal à 0, on
'compense en enlevant 0.1% de
'delta pour ne pas arriver à
'0
                                Para_Fit(ii, jj) = Para_Fit(ii, jj) -
(delta(ii, jj) * 0.999)
                                Else
                                Para_Fit(ii, jj) = Para_Fit(ii, jj) -
delta(ii, jj)
                                End If
                                Else
                                Para_Fit(ii, jj) = Para_Fit(ii, jj) - delta(ii,
jj)
                                End If
                                End If

                                'Ici on vérifie si on est dans une vallée très plate.
                                Si oui, on augmente le delta
                                'afin de voir si on aurait pas un minimum plus loin du
                                point central. Le facteur
                                '1.8 est complètement arbitraire. Ici on augmente delta
                                d'un peu plus que l'on
                                'réduit delta dans le cas d'une vallée profonde. Ceci
                                peu corrigé une réduction
                                'prématurée d'un delta

                                If maximum((ecart(0) / ecart(-1)), (ecart(0) /
ecart(1))) < 1.8 Then
                                    Debug.Print "Vallée plate"
                                    Beep
                                    Beep
                                    Beep

                                    If ii = 2 Or ii = 4 Then '961104: Ici on utilise une
                                composante aléatoire pour les mêmes
                                    'raisons que ci-dessous
                                    delta(ii, jj) = delta(ii, jj) * (3 + ((Rnd(1) -
0.5) * 0.001))
                                    Else

```

```

        If ii = 1 Or ii = 3 Then
            delta(ii, jj) = delta(ii, jj) - ((0.66 +
((Rnd(1) - 0.5) * 0.001)) * delta(ii, jj)) '0.66=1-(1/3)
        End If

    End If

End If

End If

    If (ecart(1) > ecart(0)) And (ecart(-1) > ecart(0)) Then
        'Cas parabole vers le bas

        'Concave

        dans_min = dans_min + 1 'On est dans un minimum local,
on peut donc incrémenter

        'dans_min

        If diminue = True Then

            If ii = 2 Or ii = 4 Then
                delta(ii, jj) = delta(ii, jj) / (1.05 + ((Rnd(1)
- 0.5) * 0.001))
                '961104:
                Ici on diminue de (5 + un nombre aléatoire)§
                'pour
                éviter d'osciller entre deux valeurs de delta.
                'On divise
                pour éviter d'avoir gamma ou sigma
                'égal à 0.

            Else

                If ii = 1 Or ii = 3 Then
                    delta(ii, jj) = delta(ii, jj) - ((0.05 +
((Rnd(1) - 0.5) * 0.001)) * delta(ii, jj))
                    '961104:
                    Ici on soustrait (5+ un nombre aléatoire)§
                    'pour les
                    mêmes raisons qu'en haut
                End If

            End If

        End If

    End If

    'Ici on traite le cas où le minimum est extrêmement
creux. C'est à dire le cas où
    'l"écart (qui peut être le chi carré ou l"écart
quadratique moyen) à plus ou moins
    'delta est au moins cinq fois celui à la valeur centrale
du
    'paramètre. Si tel est le cas, on peut affirmer avec peu
de risque d'erreur que l'on
    'est dans un minimum significatif.

    '950627: On remplace 5 par 2 dans la ligne qui suit afin
d'accélérer la convergence

```

```

        If minimum((ecart(-1) / ecart(0)), (ecart(1) /
ecart(0))) > 2 Then

            Debug.Print ("Minimum profond")
            Beep
            If ii = 2 Or ii = 4 Then
                delta(ii, jj) = delta(ii, jj) / (1.1 + ((Rnd(1)
- 0.5) * 0.001))
                'Ici on
diminue de 10% en divisant pour
                'éviter
d'avoir gamma ou sigma égal à 0. 961104:
                'On a une
composante aléatoire ici aussi.
            Else

                If ii = 1 Or ii = 3 Then
                    delta(ii, jj) = delta(ii, jj) - ((0.1 +
((Rnd(1) - 0.5) * 0.001)) * delta(ii, jj))
                    '961104:
Ici on soustrait 10% et une composante aléatoire
                End If

            End If

            dans_min = dans_min - 1 'On réduit le nombre de
compte de dans_min car ce cas est
            'un cas déjà réglé dont on a
plus à s'occuper. Il est
            'conséquent assumé que la
prochaine itération n'arrivera
            'pas dans un minimum local.

            End If

        End If

        If (ecart(-1) < ecart(0)) And (ecart(0) < ecart(1)) Then
            'Cas de la droite à pente positive
            'Cas où gamma pourrait être égal à 0.
            If ii = 2 Then
                If (Para_Fit(ii, jj) - delta(ii, jj)) = 0 Then
                    'Si gamma serait égal à 0, on
                    'compense en enlevant 0.1% de
                    'delta pour ne pas arriver à
                    '0
                    Para_Fit(ii, jj) = Para_Fit(ii, jj) -
(delta(ii, jj) * 0.999)
                Else
                    Para_Fit(ii, jj) = Para_Fit(ii, jj) -
delta(ii, jj)
                End If

            Else
                Para_Fit(ii, jj) = Para_Fit(ii, jj) - delta(ii,
jj)
            End If

```

```

End If

If (ecart(-1) > ecart(0)) And (ecart(0) > ecart(1)) Then
'Cas de la droite à pente négative
'Cas où gamma pourrait être égal à 0.
If ii = 2 Then
    If (Para_Fit(ii, jj) + delta(ii, jj)) = 0 Then
'Si gamma serait égal à 0, on
'compense en ajoutant 0.1% de
'delta pour ne pas arriver à
'0
        Para_Fit(ii, jj) = Para_Fit(ii, jj) +
(delta(ii, jj) * 1.001)
    Else
        Para_Fit(ii, jj) = Para_Fit(ii, jj) +
delta(ii, jj)
    End If
Else
    Para_Fit(ii, jj) = Para_Fit(ii, jj) + delta(ii,
jj)
End If

End If

End If

'961001: Ici on vérifie si les deltas ont des valeurs
physiques
'Cas de delta Sigma: Ne peut être inférieur à 1 car le
nombre de compte est un entier
If delta(4, jj) <= 1 Then
    delta(4, jj) = 1
End If

'961029: Cas de sigma
If Para_Fit(4, jj) <= 1 Then
    Para_Fit(4, jj) = 1
End If

'Cas de delta Er: Ne peut être inférieur à la largeur d'un
canal. Compte tenu des conversions,
'ça n'aurait aucun sens physique. Delta Er est en canal dans
le programme.
If delta(1, jj) <= 1 Then
    delta(1, jj) = 1
End If

'961029: Cas de Er
If Para_Fit(1, jj) <= 1 Then
    Para_Fit(1, jj) = 1
End If

'Cas de delta Gamma: Comme delta Er. Delta Gamma est en
canal dans le programme
If delta(2, jj) <= 0 Then
    delta(2, jj) = -delta(2, jj)
End If

```

```

'961029: Cas de Gamma
If Para_Fit(2, jj) <= 0 Then
    Para_Fit(2, jj) = -Para_Fit(2, jj)
End If

'961105: On ajoute une composante aléatoire au delta à
chaque itération pour qu'il ne reste pas
'pris dans un minimum secondaire.
If delta(ii, jj) <> 0 Then
    delta(ii, jj) = delta(ii, jj) + ((Rnd(1) - 0.5) * 0.001)
End If

Next jj

Next ii

Debug.Print "Dans_min: "; dans_min
If dans_min > CInt(Int((0.7 + ((Rnd(1) - 0.5) * 0.2)) * 4 *
N_Profil)) Then
    '961105: On a fixé un
    'paramètres.
    'Ce seuil fait que la
    'mais s'accélère à la
    fin
    'Si il y plus de minimum secondaire que le seuil, on peut
    diminuer delta dans la prochaine
    'itération
    diminue = True
    Debug.Print "On peut diminuer"
Else
    'Sinon, on ne peut diminuer delta
    diminue = False
    Debug.Print "On ne peut diminuer"
End If
dans_min = 0 'On remet dans_min à 0 pour compter le nombre de
minimum locaux à la prochaine
'itération

'On rafraîchit l'affichage
Form7.Picture1.Refresh
Form7.Picture3.Refresh
Form4.Refresh

'Traite le cas où on minimise le Chi2
Form7.Label8.Caption = Format$(Str$(Chi2(debut_fit, fin_fit,
datatheo(), databrut(), datain()))), "### ### ### ### ###.###")

For w = 1 To NumCanal
    datadiff(w) = databrut(w) - datatheo(w)
Next w

'On rafraîchit l'affichage que de picture3 car picture 1 n'a pas
changé
Form7.Picture3.Refresh

```

```

'Form4.Refresh

'On rafraîchit le grid des paramètres
For i = 2 To (N_Profil + 1) 'Balaye les lignes

    For j = 2 To 5 'Balaye les colonnes
        Form4.Grid1.Row = i
        Form4.Grid1.Col = j

        Select Case (j - 1) 'Pour certain paramètre, il faut faire
des conversions
            Case 1
                'Convertir de canal à énergie, avec l'interval du
spectre
                Form4.Grid1.Text =
Format$(Str$(Canal2Ener(CInt(Para_Fit(j - 1, i - 1)))), "###.### ### ###
###")
            Case 2
                'Convertir de canal à énergie avec l'énergie par
canal
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1) * (Ener_Canal / 1000)), "#.### ### ### ###")
            Case 3
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1)), "###.### ### ### ###")
            Case 4
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1)), "# ### ### ###.### ###")
        End Select

    Next j

    For j = 6 To 9 'Balaye les colonnes pour les valeurs des delta
des différents
        'paramètres

        Form4.Grid1.Row = i
        Form4.Grid1.Col = j

        Select Case (j - 1) 'Le format change en fonction du delta.
            Case 5 'On convertit de canal à énergie.
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i - 1)
* (Ener_Canal / 1000)), "###.### ### ### ###")
            Case 6
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i - 1)
* (Ener_Canal / 1000)), "###.### ### ### ###")
            Case 7 'Pas de conversion, nombre absolu.
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i -
1)), "###.### ### ### ###")
            Case 8
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i -
1)), "# ### ###.### ### ###")
        End Select

    Next j

Next i

DoEvents 'Autres évènements de Windows

```

```

        'On ne place pas de Doevents ailleurs afin d'éviter que le
        rafraichissement ne vienne
        'modifier le profil en cours de calcul car un
        rafraichissement implique un appel à
        'Bati_Theo

'970811 On écrit les paramètre dans un log au cas où Win95
plante....
Print #5, "Numéro", "Type", "Énergie", "Largeur", "F. forme",
"Amplitude"
For ii = 1 To N_Profil
    Print #5, ii,
    If Para_Fit(5, ii) = IsFINO Then
        Print #5, "Fino",
    Else
        Print #5, "Fano",
    End If
    Print #5, Canal2Ener(CInt(Para_Fit(1, ii))),
    Print #5, Para_Fit(2, ii) * (Ener_Canal / 1000),
    Print #5, Para_Fit(3, ii),
    Print #5, Para_Fit(4, ii)
Next ii
'970707 On écrit le chi2 dans un log en fonction du temps
Print #5, "Chi2", Date, Time, Chi2(debut_fit, fin_fit, datatheo(),
databrut(), datain()) / zz

Wend

'961009: On test si on s'est arrêté parceque on a un bon fit
If zz >= Chi2(debut_fit, fin_fit, datatheo(), databrut(), datain()) Then
'If (zz * 0.99) >= Écart_Moy(debut_fit, fin_fit, datatheo(), databrut())
Then
    'Code pour imprimer les paramètres sur l'imprimante
    Printer.KillDoc 'On vide le buffer d'imprimante pour éviter d'avoir
    deux graph superposé
    Printer.Orientation = 1 'On imprime en mode portrait
    Printer.PrintQuality = -4 'On imprime en haute qualité
    Printer.Print "Rapport du fit de "; Fich_input
    Printer.Print "Région de "; Canal2Ener(debut_fit); "eV à ";
    Canal2Ener(fin_fit); "eV"
    Printer.Print "Chi carré: "; Chi2(debut_fit, fin_fit, datatheo(),
    databrut(), datain()) / zz
    Rem Printer.Print "Chi carré optimal: "; zz
    Printer.Print ""
    Printer.Print ""
    For ii = 1 To N_Profil
        Printer.Print "Profil numéro: "; ii
        If Para_Fit(5, ii) = IsFINO Then
            Printer.Print "Profil de Fino"
        Else
            Printer.Print "Profil de Fano"
        End If
        Printer.Print "Énergie (Er): "; Canal2Ener(CInt(Para_Fit(1,
ii)))
        Printer.Print "Largeur (Gamma): "; Para_Fit(2, ii) * (Ener_Canal
/ 1000)
        Printer.Print "Facteur de forme (q): "; Para_Fit(3, ii)
        Printer.Print "Amplitude relative (Sigma): "; Para_Fit(4, ii)
        Printer.Print ""
    
```

```

    Next ii
    Printer.EndDoc 'On envoie le code à l'imprimante
End If

```

```

'On remet les données dans leur vecteur original.
'For ii = debut_fit To fin_fit 'On transfere les valeurs originales dans
le buffer
'    databrut(ii) = databuff(ii)
'Next ii

```

```

Form1.Menu_Fich_Arre.Enabled = False
Form1.Menu_Ajus.Enabled = True

```

```

End Sub

```

```

Sub Bati_Theo(debut As Integer, fin As Integer, out() As Long, param()
As Single)

```

```

    ReDim templ(1 To 4) As Single 'Variable temporaire pour stocker les
paramètres du Finc ou Fano

```

```

    Dim ii, jj, kk As Integer 'On dimensionne de nouveaux compteurs afin
d'éviter des conflits entre

```

```

        'variable locales et globales

```

```

    Dim nprof As Integer 'On se sert de cette variable pour accélérer la
boucle jj.

```

```

        'Contient le nombre de profil à fitter

```

```

    IsTheoExist = True

```

```

    For ii = 1 To NumCanal
        out(ii) = 0
    Next ii

```

```

    nprof = UBound(param, 2) 'Contient le nombre de profil à fitter

```

```

    For ii = debut To fin 'On boucle sur le nombre de canaux

```

```

        out(ii) = 0 'On initialise le canal

```

```

        For jj = 1 To nprof 'On boucle sur le nombre de profil à ajuster

```

```

            For kk = 1 To 4 'On copie les paramètres requis pour calculer le
profil

```

```

                templ(kk) = param(kk, jj)
            Next kk

```

```

            If param(5, jj) = IsFano Then 'On trouve si c'est un FINO ou un
FANO

```

```

                out(ii) = out(ii) + Fano(CLng(ii), templ()) 'Cas d'un FANO
            Else

```

```

                out(ii) = out(ii) + Fino(CLng(ii), templ()) 'Cas d'un FINO
            End If

```

```

        Next jj

```

```

    Next ii

```

End Sub

```
Function Canal2Ener(Canal As Integer) As Single
    Canal2Ener = CSng(((Ener_Canal / 1000) * (Canal - 1)) + Prem_Ener)
End Function
```

'Fonction calculant le Chi carré entre un vecteur de données expérimentales ayant $\sigma(i) = \sqrt{y(i)}$ et un vecteur de données théoriques.

```
Function Chi2(debut As Integer, fin As Integer, a() As Long, b() As Long, c() As Currency) As Double
'961101: On modifie la routine de façon à calculer le Chi avec l'erreur du aux données brutes
Dim ii As Integer
Dim tmp As Single 'On declare une variable temporaire comme un double
                    'On utilise un double parcequ'un long pourrait ne pas être assez grand!
```

'On test si les deux vecteurs ont la même longueur ou si le vecteur a une longueur d'entrée a une longueur inférieure à trois. Si oui, on avorte en retournant un code d'erreur.

```
If (UBound(a, 1) <> UBound(b, 1)) Then
    Chi2 = -1
    Exit Function
End If
```

tmp = 0! 'On initialise tmp

```
'Debug.Print "a,b,(b-a)^2/b,tmp ",
For ii = debut To fin 'On boucle sur la longueur du vecteur
    tmp = tmp + (((CSng(b(ii)) - CSng(a(ii))) ^ 2!) / CSng(c(ii)))
'970210: Aucun scaling n'est plus nécessaire puisque l'on fait tout dans les routines graphiques.
```

'Debug.Print "Avant scaling: "; CSng(a(ii)), CSng(b(ii))

'Debug.Print "Après scaling: "; CSng(a(ii)), CSng(b(ii) * sf)

Next ii

'tmp = tmp / (sf ^ 2!)

Debug.Print "Chi2="; tmp

If Form7.Visible = True Then

Form7.Label8.Caption = Format\$(Str\$(tmp), "### ### ### ### ###.###")

End If

Chi2 = CDBl(tmp) 'On retransfere la valeur pour le retour

End Function

'Routine qui imprime le contenu de deux vecteurs pour fin de comparaisons

'entree() le premier vecteur à comparer

```
Sub Comp_vecteur(entree() As Long, out() As Long, xx1 As Integer, xx2 As Integer)
```

'On déclare un compteur de boucle

Dim ii As Integer

```

'On boucle sur les vecteurs à comparer
For ii = xx1 To xx2

    'Imprime leur valeur dans le debug window
    'Debug.Print i, entree(i), out(i)
Next ii

End Sub

'Variables de la routine
'A() est le vecteur source
'B() est le vecteur destination
,
Sub Copy_Vecteur(a() As Long, b() As Long, c As Integer, D As Integer)

Dim ii As Integer
Dim tmp As Long

If c > 1 Then
    For ii = 1 To (c - 1)
        b(ii) = tmp
    Next ii
End If

For ii = c To D
    b(ii) = a(ii)
Next ii

For ii = (D + 1) To UBound(a, 1)
    b(ii) = tmp
Next ii

End Sub

Function dFano_dE(E As Long, Para() As Single) As Long 'Dérivée de Fano
par rapport à  $\bar{E}$ 

dFano_dE = CLng(dFano_dgamma(E, Para()) * (Para(2) / (E - Para(1))))

End Function

Function dFano_dgamma(E As Long, Para() As Single) As Long 'Dérivée de
Fano par rapport à gamma

Dim eps As Double 'Variable contenant le  $\text{eps} = E - E_r / (\text{Gamma} / 2)$ 
Dim a, b, c, D As Double 'Variable temporaire pour simplifier l'écriture

eps = (E - Para(1)) / (Para(2) / 2) 'On calcule le eps
a = Para(3) + eps
b = -1 + (Para(3) * eps)
c = -E + Para(1)
D = 1 + eps ^ 2
dFano_dgamma = CLng(-4 * (Para(4) * a * b * c / (D ^ 2 * Para(2) ^ 2)))

End Function

Function dFano_dq(E As Long, Para() As Single) As Long 'Dérivée de Fano
par rapport à  $\bar{q}$ 

```

```

Dim eps As Double 'Variable contenant le  $\epsilon = E - E_r / (\Gamma / 2)$ 

eps = (E - Para(1)) / (Para(2) / 2) 'On calcule le  $\epsilon$ 
dFano_dq = CLng(2 * ((Para(4) * (Para(3) + eps)) / (1 + eps ^ 2)))

End Function

Function dFano_dsigma(E As Long, Para() As Single) As Long 'Dérivée de
Fano par rapport à  $\sigma$ 

Dim eps As Double 'Variable contenant le  $\epsilon = E - E_r / (\Gamma / 2)$ 

eps = (E - Para(1)) / (Para(2) / 2) 'On calcule le  $\epsilon$ 
dFano_dsigma = CLng(((Para(3) + eps) ^ 2 / (1 + eps ^ 2)))

End Function

Function dFino_dE(E As Long, Para() As Single) As Long 'Dérivée de Fino
par rapport à  $E$ 

dFino_dE = CLng(dFino_dgamma(E, Para()) * (Para(2) / (E - Para(1))))

End Function

Function dFino_dgamma(E As Long, Para() As Single) As Long 'Dérivée de
Fino par rapport à  $\gamma$ 

Dim eps As Double 'Variable contenant le  $\epsilon = E - E_r / (\Gamma / 2)$ 
Dim a, b, c, D As Double 'Variable temporaire pour simplifier l'écriture

eps = (E - Para(1)) / (Para(2) / 2) 'On calcule le  $\epsilon$ 

a = Para(3) ^ 2 - 1 + (2 * Para(3) * eps)
b = Para(1) - E
c = 1 + eps ^ 2
dFino_dgamma = CLng((2 * Para(4) * a * b) / (c * Para(2) ^ 2))

End Function

Function dFino_dq(E As Long, Para() As Single) As Long 'Dérivée de Fino
par rapport à  $q$ 

Dim eps As Double 'Variable contenant le  $\epsilon = E - E_r / (\Gamma / 2)$ 

eps = (E - Para(1)) / (Para(2) / 2) 'On calcule le  $\epsilon$ 
dFino_dq = CLng(Para(4) * ((2 * Para(3) * Atn(eps)) + Log(1 + eps ^ 2)))

End Function

Function dFino_dsigma(E As Long, Para() As Single) As Long 'Dérivée de
Fino par rapport à  $\sigma$ 

dFino_dsigma = CLng(Fino(E, Para()) / Para(4))

End Function

Function Ecart_Limite() As Long 'Calcule la valeur minimale possible
pour l'écart quadratique

Dim i As Integer

```

```

Dim tmp As Long

tmp = 0

For i = 1 To Num_Canal
    tmp = CLng(tmp + Sqr(databrut(i)))
Next i

Ecart_Limite = tmp / 2

End Function

'A() et B() sont les deux vecteurs de données dont on veut savoir
l'écart
'quadratique moyen
'Cet écart est retourné sous la forme d'un long
'Le premier vecteur est celui des valeurs théoriques et le second, celui
des valeurs expérimentales.
'
Function Ecart2_moy(debut As Integer, fin As Integer, a() As Long, b()
As Long) As Double

Dim ii As Integer

'On test si les deux vecteurs ont la même longueur ou si le vecteur a
une longueur d'entrée a une
'longueur inférieure à trois. Si oui, on avorte en retournant un code
d'erreur.
If (UBound(a, 1) <> UBound(b, 1)) Then
    Ecart2_moy = -1
    Exit Function
End If

tmp = 0! 'On initialise tmp. 960131: On marque 0.0 pour forcer à
initialiser en single
'Debug.Print "Boucle dans Ecart2_moy"
'Debug.Print "A(ii), B(ii), tmp"
For ii = debut To fin 'On boucle sur la longueur du vecteur
    tmp = tmp + ((CSng(b(ii)) - CSng(a(ii))) * (CSng(b(ii)) -
CSng(a(ii))))
'Debug.Print A(ii), B(ii), tmp
Next ii

If Form7.Visible = True Then
    'Form7.Label8.Caption = Format$(Str$(tmp), "### ### ### ###
###.###")
End If

Ecart2_moy = CDbl(tmp) 'On retransfere la valeur pour le retour
'tmp = 0!

End Function

Function Ener2Canal(Ener As Single) As Integer
    Ener2Canal = CInt(((Ener - Prem_Ener) / (Ener_Canal / 1000)) + 1)
End Function

Function Fano(E As Long, Para() As Single) As Long 'Calcul la valeur de
la fonction de fino pour une énergie donnée

```

```

Dim eps As Double 'Variable contenant le  $\epsilon = E - E_r / (\Gamma / 2)$ 

eps = (E - Para(1)) / (Para(2) / 2) 'On calcule le  $\epsilon$ 
Fano = CLng(Para(4) * ((Para(3) + eps) ^ 2 / (1 + eps ^ 2)))

End Function

Function Fino(E As Long, Para() As Single) As Long 'Calcul la valeur de
la fonction de fino pour une énergie donnée

Dim eps As Double 'Variable contenant le  $\epsilon = E - E_r / (\Gamma / 2)$ 

eps = (E - Para(1)) / (Para(2) / 2) 'On calcule le  $\epsilon$ 
Fino = CLng(Para(4) * (((Para(3) ^ 2 - 1) * Atn(eps)) + (Para(3) *
Log(eps ^ 2 + 1)))) 'On calcule la valeur du Fino à  $\epsilon$ 

End Function

'Variable de la routine
'entree() est le vecteur d'entrée
'out() est le vecteur de sortie (donc le vecteur lissé)
'nliiss est le nombre de lissage
'départ est le premier canal utilisé pour le lissage
'arrêt est le dernier canal utilisé pour le lissage
'erreur est un flag d'erreur
,

Sub Lisser(entree() As Long, out() As Long, nliiss As Integer, erreur As
Integer, depart As Integer, arret As Integer)

Dim ii, jj As Integer 'On redéfinit encore des compteurs
Dim t1, t2 As Single 'Variables temporaires
Dim pair As Boolean 'Résultat du test si le nombre de canal est pair ou
impair

'Pour les deux variables temp, on utilise un type double plutôt qu'un
type currency car plus rapide.
ReDim temp1(1 To UBound(entree, 1)) As Single 'Vecteur temporaire 1 pour
envoyer une copie au lissage
ReDim temp2(1 To UBound(entree, 1)) As Single 'Vecteur temporaire 2 pour
recevoir la copie du lissage

Dim depl, arri As Integer 'On va pré-calculer depart+1 et arret-1 afin
d'accélérer la boucle dans jj

'On test si les deux vecteurs ont la même longueur ou si le vecteur a
une longueur d'entrée à une
'longueur inférieure à trois. Si oui, on avorte en retournant un code
d'erreur.

If (UBound(entree, 1) <> UBound(out, 1)) Or (UBound(entree, 1) < 3) Then
    erreur = True
    Exit Sub
End If

'On recopie entree() dans temp1() pcq si on utilise pas deux vecteurs,
le lissage se fera avec une
'valeur de l'itération courante pour ii-1 et une de l'itération
précédente pour ii+1
Debug.Print "Copie de entree dans temp1"

```

```

For jj = depart To arret
    templ(jj) = CSng(entree(jj))
    'Debug.Print jj, entree(jj), templ(jj)
Next jj
Debug.Print "debut du lissage"

depl = depart + 1
arrr = arret - 1

'Test si le nombre de canaux est pair ou impair
If arret Mod 2 = 0 Then
    pair = True
Else
    pair = False
End If

For jj = 1 To nliss 'On boucle sur le nombre de lissage

    'Ancienne méthode de faire le lissage qui nécessitait de recopier le
    vecteur après chaque itération
    'de jj

    'For ii = depl To arrr 'On boucle sur le nombre de canal
    'Debug.Print entree(ii), templ(ii)
    'temp2(ii) = (templ(ii - 1) + (2 * templ(ii)) + templ(ii + 1)) /
4 'On applique le lissage 1-2-1
    'Debug.Print jj, ii, temp2(ii)
    'Next ii

    'DoEvents 'On cède le contrôle à Windows momentanément. Aide le
    "multitasking".

    'Debug.Print "Lissage numéro "; jj
    'On retransfère temp2, le vecteur qui contient templ lissé, dans
    templ afin de faire
    'un lissage supplémentaire
    'Call Copy_Vecteur(temp2(), templ(), depart, arret)

    'For ii = depart To arret
    'templ(ii) = temp2(ii)
    'Next ii

    '960625 Nouvelle méthode pour faire le lissage. Ne nécessite que
    deux variables au lieu d'un array complet
    'Réduit l'usage de la mémoire et sauve le temps de copie de l'array.
    D'après une idée de Steeve Odoysk.

    t1 = (templ(1) + (2 * templ(2)) + templ(3)) / 4

    'On traite le cas pair/impair

    If pair = True Then 'Cas pair
        For ii = 3 To (arrr - 2)
            t2 = (templ(ii - 1) + (2 * templ(ii)) + templ(ii + 1)) / 4
            templ(ii - 1) = t1
            t1 = (templ(ii) + (2 * templ(ii + 1)) + templ(ii + 2)) / 4
            templ(ii) = t2
            DoEvents 'Aide le multitâche

```

```

        Next ii
        templ(arr1) = t1
    Else
        For ii = 3 To (arr1 - 1)
            t2 = (templ(ii - 1) + (2 * templ(ii)) + templ(ii + 1)) / 4
            templ(ii - 1) = t1
            t1 = (templ(ii) + (2 * templ(ii + 1)) + templ(ii + 2)) / 4
            templ(ii) = t2
            DoEvents 'Aide le multitache
        Next ii
    End If

    DoEvents 'Aide le multitache
Next jj

Debug.Print "copie de templ dans out"
For jj = 1 To NumCanal
    out(jj) = CLng(templ(jj))
    'Debug.Print jj, templ(jj), out(jj)
Next jj
Debug.Print "fin du lissage"
End Sub

'Variables de la fonction:
'x() est le vecteur dont on cherche le maximum
,
Function Max_array(X() As Long, debut As Integer, fin As Integer) As Long
'Routine qui retourne le plus grand élément d'un array

    Dim temp As Long 'Variable temporaire
    Dim ii As Integer 'Redéfinition de compteur
    Dim deb1 As Integer 'cache debut+1 pour la boucle ii

    temp = X(debut) 'Initialement, temp vaut la lère valeur de l'array
    passé

    deb1 = debut + 1

    For ii = deb1 To fin 'On boucle de debut+1 jusqu'à la fin

        If X(ii) > temp Then 'Est-ce que l'élément est supérieur à temp?
            temp = X(ii) 'Si oui, il remplace temp
        End If

    Next ii

    Max_array = temp
End Function

Function maximum(a As Long, b As Long) As Long

    If a < b Then
        maximum = b
    Else
        maximum = a
    End If
End Function

'Variables de la fonction:
'x() est le vecteur dont on cherche le minimum

```

```

Function Min_array(X() As Long, debut As Integer, fin As Integer) As Long
    'Routine qui retourne le plus petit élément d'un array

    Dim temp As Single 'Variable temporaire
    Dim ii As Integer 'Redéfinition de compteur
    Dim deb1 As Integer 'Cache debut+1 pour la boucle ii

    '960213: On fait des type cast pcq je pense qu'il y a corruption de
    mémoire durant la conversion des types.
    temp = CSng(X(debut)) 'Initialement, temp vaut la 1ère valeur de
    l'array passé

    deb1 = debut + 1

    For ii = deb1 To fin 'On boucle du second élément jusqu'à la fin

        'Debug.Print X(ii)
        If X(ii) < temp Then 'Est-ce que l'élément est inférieur à temp?
            temp = CSng(X(ii)) 'Si oui, il remplace temp
        End If
    Next ii

    Min_array = CLng(temp)
End Function

Function minimum(a As Double, b As Double) As Double

    If a < b Then
        minimum = a
    Else
        minimum = b
    End If

End Function

Sub Rafraichi_Theo() 'Sous routine pour rafraîchir l'affichage de la
courbe théorique et
    'de la courbe de différence.

    ReDim temp(1 To UBound(datatheo, 1)) As Long 'Variable temporaire pour
    la routine de lissage
    Dim erreur As Integer 'Variable pour retourner le message d'erreur.
    Dim ii As Integer 'Re-définition de compteur

    'Générer la courbe expérimentale
    If (Val(Form2.Text3.Text) > 0) Or (N_Liss > 0) Then
        'Si on a un redressement ou un lissage, on doit créer toute la
        courbe afin
        'd'éviter les effets de bouts
        Call Bati_Theo(1, NumCanal, datatheo(), Para_Fit())
    Else
        'Par contre, si on a pas de redressement ou de lissage à faire, on
        peut alors
        'alors créer que la partie de spectre nécessaire car on a pas à se
        soucier des
        'effets de bouts. C'est aussi plus rapide.
        Call Bati_Theo(Prem_Canal, Dern_Canal, datatheo(), Para_Fit())
    End If

```

```

'On en fait le lissage pour compenser la largeur naturelle du faisceau
'Le nombre de lissage vient d'une relation du programme de Bob Gosselin
If Val(Form2.Text3.Text) > 0 Then 'Si le faisceau a une largeur
    Call Lisser(datatheo(), temp(), CInt(Larg_fais / 10 - 0.1 + 0.35 *
Larg_fais ^ 2), erreur, 1, NumCanal)
End If

'Il y a erreur si les deux vecteurs passés à Lisser sont de longueurs
différentes.
If erreur = True Then
    End
End If

Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal) 'On recopie la
réponse dans datatheo()

'On soustrait la pente
If Form2.Check1.Value = 1 Then
    Call Sous_pente(datatheo(), temp(), debut_fit) 'On soustrait la
pente de la courbe théorique
    Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal) 'On recopie la
réponse dans datatheo()
End If

'On redresse la courbe
If N_Liss > 0 Then
    Call redresse(datatheo(), temp(), N_Liss, erreur, Prem_Canal,
Dern_Canal) 'On redresse le profil théorique
    Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal) 'On recopie la
réponse dans datatheo()
End If

'On calcule la différence entre les données expérimentales et les
profils
'théoriques. C'est cela que l'on veut minimiser.
For ii = 1 To NumCanal
    datadiff(ii) = databrut(ii) - datatheo(ii)
Next ii

'On rafraichit l'image
Form7.Picture3.Visible = True
Form7.Picture3.Refresh

End Sub

'Variable de la routine
'entree() est le vecteur d'entrée
'out() est le vecteur de sortie (donc le vecteur lissé)
'n_liss est le nombre de lissage
'erreur est un flag d'erreur
'xx1 est le premier canal à redresser
'xx2 est le dernier canal à redresser
,

Sub redresse(entree() As Long, out() As Long, liss As Integer, erreur As
Integer, xx1 As Integer, xx2 As Integer)

ReDim temp1(1 To UBound(entree, 1)) As Long 'Vecteur temporaire 1 pour
envoyer une copie au lissage
ReDim temp2(1 To UBound(entree, 1)) As Long 'Vecteur temporaire 2 pour
recevoir la copie du lissage

```

```

Dim ii As Integer 'Compteur de boucle
Dim nim As Long 'Nombre minimal de compte pour un canal dans un spectre

Call Copy_Vecteur(entree(), templ(), xx1, xx2) 'On copie entree() dans
templ() pour garder entree() intact

'960125
'On modifie la routine pour en rendre le comportement identique à celle
du programme de traitement de Pierre Lavergne
'On doit le faire car les spectres à traiter auront subi un pre-
processing par le programme de Pierre Lavergne
'Afin d'éviter les overflow, on normalise le spectre à zéro, c'est à
dire que l'on soustrait de tout les canaux le
'nombre de compte du canal qui en compte le moins

Debug.Print "De global.redresse"
nmin = Min_array(templ(), xx1, xx2) 'On trouve le nombre minimal de
compte du spectre

Debug.Print "templ après sa copie d'entree"
For ii = xx1 To xx2 'On boucle sur les canaux à traiter
    templ(ii) = templ(ii) - nmin 'On soustrait ce point minimal
    'Debug.Print ii, templ(ii)
Next ii

Call Lisser(templ(), temp2(), liss, erreur, xx1, xx2) 'On lisse une
copie du vecteur de départ

If erreur = False Then 'Si il n'y a pas eu d'erreur, on redresse

    'On met cette boucle dans le if au cas où il y aurait des erreurs
dans Lisser
    For ii = xx1 To xx2 'On boucle sur tout les canaux de temp2
        temp2(ii) = temp2(ii) + nmin 'On rajoute ce nombre minimal de
compte
    Next ii

    For ii = xx1 To xx2 'On boucle le nombre de canal
        out(ii) = entree(ii) - temp2(ii) 'Le redressement proprement dit
    Next ii

End If

'On normalise out() à zéro
Debug.Print "de global.redresse"
nmin = Min_array(out(), xx1, xx2) 'On trouve son minimum

For ii = xx1 To xx2 'On boucle sur out()
'960213: On met nmin-1 car sinon lorsque l'on prend le chi2, on a une
division par zéro. Ca ne change rien puisqu'
'On ne fait que soustraire une constante
    out(ii) = out(ii) - (nmin - 1) 'On soustrait ce minimum
Next ii

End Sub

Sub Sous_pente(entree() As Long, out() As Long, debut As Integer)

Dim M As Single
Dim ii As Integer

```

```

'On calcule la pente entre le début ième canal et le dernier
M = (entree(NumCanal) - entree(debut)) / (NumCanal - debut)

'On soustrait la pente de chacun des points.
For ii = 1 To UBound(entree, 1)
    out(ii) = CLng(entree(ii) - ((-M * (ii - debut)) + entree(debut)))
Next ii

End Sub

Public Sub PrintMethod1()

    ReDim tmp(1 To UBound(databrut, 1)) As Long
    ReDim tmp2(1 To UBound(datatheo, 1)) As Long
    Dim MI, MA As Long 'Variables temporaires pour contenir les valeurs
    Minimales et MAXimales
    ReDim temp(1 To UBound(datatheo, 1)) As Long 'Variable temporaire
    pour la routine de lissage
    Dim erreur As Integer 'Variable pour retourner le message d'erreur.
    Dim titre As String

    Form1.Menu_Form_Impr.Enabled = False 'Empeche l'impression

    Printer.KillDoc 'On vide le buffer d'imprimante pour éviter d'avoir
    deux graph superposé
    Printer.Orientation = 2 'On imprime en mode paysage
    Printer.PrintQuality = -4 'On imprime en haute qualité

    If Form7.Visible = True Then 'Si la fenêtre est visible, on la re-
    dessine

        Printer.ScaleMode = 0 'On défini un système de coordonnées
        relatives pour la picture window.

        If IsTheoExist = True Then

            'Comme on affiche les données expérimentales et les profils
            théoriques sur le même écran,
            'on fait le scaling avec les valeurs extrêmes des deux.
            Debug.Print "Avant global.Print Method1"
            MI = minimum(Min_array(databrut(), Prem_Canal, Dern_Canal),
            Min_array(datatheo(), Prem_Canal, Dern_Canal))
            MA = maximum(Max_array(databrut(), Prem_Canal, Dern_Canal),
            Max_array(datatheo(), Prem_Canal, Dern_Canal))
            Printer.Scale (Prem_Canal, MA) - (Dern_Canal, MI)

            'On redessine la courbe théorique.

            If Form3.Option2.Value = False Then

                For i = Prem_Canal To Dern_Canal - 1 'On boucle sur tout
                les points à afficher
                    'On dessine les autres lignes en rouge
                    Printer.Line (i, datatheo(i)) - ((i + 1), datatheo(i +
                    1)), QBColor(9)
                Next i

            Else

```

```

        For i = Prem_Canal To Dern_Canal 'On boucle sur tout les
points à afficher
            'On dessine les autres points en rouge
            Printer.Circle (i, datatheo(i)), 0.5, QBColor(9)
        Next i

    End If

Else

    'Si les données théoriques n'existent pas, on fait le
scaling qu"avec
    'les données brutes
    Debug.Print "global.Print Method1 (2)"
    MI = Min_array(databrut(), Prem_Canal, Dern_Canal)
    MA = Max_array(databrut(), Prem_Canal, Dern_Canal)
    Printer.Scale (Prem_Canal, MA)-(Dern_Canal, MI)

    End If

    'On dessine la courbe expérimentale

    If MI <= 0 And MA > 0 Then 'On redessine l'axe que si il est
dans les limites du cadre graphique
        Printer.Line (Prem_Canal, 0)-(Dern_Canal, 0), QBColor(0) 'On
dessine l'axe des x
    End If

    If Form3.Option2.Value = False Then

        For i = Prem_Canal To Dern_Canal - 1 'On boucle sur tout les
points à afficher
            'On dessine les autres lignes en noir
            Printer.Line (i, databrut(i))-((i + 1), databrut(i +
1)), QBColor(1)
        Next i

    Else

        For i = Prem_Canal To Dern_Canal 'On boucle sur tout les
points à afficher
            'On dessine les autres points en noir
            Printer.Circle (i, databrut(i)), 0.5, QBColor(1)
        Next i

    End If

End If

Printer.EndDoc 'On envoie le code à l'imprimante
Form1.Menu_Form_Impr.Enabled = True 'Ré-alloue l'impression

End Sub

Public Sub PrintMethod2()

    Form1.Menu_Form_Impr.Enabled = False 'Empeche l'impression
    Printer.KillDoc 'On vide le buffer d'imprimante

```

```

Printer.Orientation = 1 'On imprime en mode portrait
Printer.PrintQuality = -4 'On imprime en très haute qualité
Form7.VSElastic1.BackColor = &H80000005 'On met le fond de la forme
blanche
Form7.Refresh 'On repeint la forme
Form7.AutoRedraw = True 'On met le autoredraw à true pour permettre
l'impression
Form7.Picture1.AutoRedraw = True 'On met le autoredraw à true pour
permettre l'impression
Form7.Picture3.AutoRedraw = True 'On met le autoredraw à true pour
permettre l'impression
Form7.PrintForm 'On imprime la forme
Form7.VSElastic1.BackColor = &HFFFFFF0 'On remet la forme à sa
couleur originale
Form7.Picture1.AutoRedraw = False 'On met le autoredraw à false pour
faire des mises-à jour manuelles
Form7.Picture3.AutoRedraw = False 'On met le autoredraw à false pour
faire des mises-à jour manuelles
Form7.AutoRedraw = False 'On met le autoredraw à true pour permettre
l'impression
Form7.Refresh 'On repeint la forme
Form1.Menu_Form_Impr.Enabled = True 'Ré-alloue l'impression

```

End Sub

```

Public Sub fit3(a() As Double, b() As Double, Y() As Double) 'génère les
coefficients de la matrice pour les moindres

```

'carrés du

fit du 3e degré.

'Basé sur Kreysig, p.1031

Dim ii As Integer ' compteur de boucle

Dim jj As Integer

Dim X(1 To 6) As Double 'somme des x à la n

'Dim Y(1 To 4) As Double ' la somme de y*(x à la n)

'Variable temporaires

Dim x2 As Double

Dim x3 As Double

For ii = 1 To 6 'On initialise les x(ii)

X(ii) = 0

Next ii

For ii = 1 To 4 'On initialise les y(ii)

Y(ii) = 0

Next ii

For ii = -2 To 2 'on boucle sur les lignes de A()

X(1) = X(1) + a(1, ii)

Y(1) = Y(1) + a(2, ii)

Y(2) = Y(2) + (a(1, ii) * a(2, ii))

x2 = a(1, ii) * a(1, ii) 'on précalcule x2 pour sauver des
opérations (X2 est a(1,ii) au carré)

Y(3) = Y(3) + (a(2, ii) * x2)

X(2) = X(2) + x2

x3 = x2 * a(1, ii) 'on précalcule X3 (X3 est a(1,ii) au cube)

Y(4) = Y(4) + (a(2, ii) * x3)

X(3) = X(3) + x3

X(4) = X(4) + (x2 * x2)

```

        X(5) = X(5) + (x2 * x3)
        X(6) = X(6) + (x3 * x3)
    Next ii

    For ii = 1 To 4
        For jj = 1 To 4
            b(ii, jj) = X(ii + jj - 2)
        Next jj
    Next ii
End Sub

Public Sub ajustement2() 'Version de ajustement dans laquelle le fit est
    basé sur un polynome du 3e degré.

    Dim seuil As String 'Réponse de la question sur le seuil
    Dim ecartini As Double 'On garde l"écart quadratique moyen initial
    ReDim paratmp(1 To 5, 1 To N_Profil) As Single 'Vecteur temporaire pour
    garder les valeurs de paramètres utilisés pour
        'le fit
    ReDim ecart(-1 To 1) As Double 'Écart du aux différents essais
    ReDim temp(1 To UBound(datatheo, 1)) As Long 'Variable temporaire pour
    la routine de lissage
    Dim erreur As Integer 'Variable pour retourner le message d'erreur.
    Dim w As Integer 'Variable-compteuse
    Dim ii, jj, kk, ll, mm As Integer
    Dim dans_min As Integer 'Variable qui compte le nombre de fois où on est
    dans un minimum local par
        'itération
    Dim diminue As Integer 'Flag pour savoir si on peut diminuer les deltas.
    Binaire
    Dim zz As Double 'Variable qui contient la quantité que l'on doit
    minimiser.

        'Soit le chi carré, soit l"écart quadratique moyen
    Dim databuff(1 To 1024) As Long 'Buffer pour les données expérimentales
    pendant que l'on lisse
    Dim mini As Long 'Valeur minimale du segment de databrut que l'on fit

    Dim a(2, -2 To 2) As Double 'Variable temporaire pour passer les x et y
    à fit3
    Dim b(4, 4) As Double 'variable qui contient la matrice des coefficients
    du fit du 3e degré
    Dim Sol(4, 1) As Double

    '960131: Pour harmoniser le fit avec la procédure de lissage de Pierre
    Lavergne, on doit normaliser
    'à zéro le vecteur de données expérimentales. Après le fit, on le
    restore.

    For ii = debut_fit To fin_fit 'On transfere les valeurs originales dans
    le buffer
        databuff(ii) = databrut(ii)
    Next ii
    'On trouve le minimum de la zone a fitter dans databrut
    Debug.Print "De general.ajustement (1)"
    mini = Min_array(databrut(), debut_fit, fin_fit)
    If mini <> 0 Then 'on ne fait rien si il faut retrancher 0

```

```

    For ii = debut_fit To fin_fit
        '960213: On met nmin-1 car sinon lorsque l'on prend le chi2, on
        a une division par zéro. Ca ne change rien puisqu'
        'on ne fait que soustraire une constante.
        databrut(ii) = databrut(ii) - (mini - 1) 'on enleve ce minimum
        pour tout les canaux de la zone a fitter
    Next ii
End If

'Si on fonctionne avec un seuil:

'Traite le cas où on minimise l'écart moyen
zz = Ecart_Moy(debut_fit, fin_fit, datatheo(), databrut())

diminue = False 'On initialise diminue
dans_min = 0 'On initialise dans_min

'On calcule tant que calcule=true et que le chi carre est superieur au
nombre de points
'-le nombre de paramètre à ajuster

While (zz > ((fin_fit - debut_fit + 1) - (4 * N_Profil))) And (calcul =
True)

    For ii = 1 To 4 'On boucle sur les paramètres

        For jj = 1 To N_Profil 'On boucle sur le nombre de profil

            For kk = -1 To 1 'On boucle sur la valeur du delta (+delta,
            sans delta, -delta)

                For ll = 1 To 5 'On recopie les paramètres dans un
                vecteur temporaire

                    For mm = 1 To N_Profil

                        paratmp(ll, mm) = Para_Fit(ll, mm)

                    Next mm

                Next ll

            If ii = 2 Then

                'Ici encore on doit prévenir le cas où gamma serait
                égal à 0. Car cela
                'causerait une division par zéro dans fano()
                If (paratmp(ii, jj) + (kk * delta(ii, jj))) = 0 Then
                    paratmp(ii, jj) = paratmp(ii, jj) + (kk *
                    (delta(ii, jj) * 1.001))
                Else
                    paratmp(ii, jj) = paratmp(ii, jj) + (kk *
                    delta(ii, jj)) 'On inclut la variation du paramètre à

                'l'étude

            End If

        Next jj

    Next ii

    zz = Ecart_Moy(debut_fit, fin_fit, datatheo(), databrut())

    calcul = True

End While

Else

```

```

        paratmp(ii, jj) = paratmp(ii, jj) + (kk * delta(ii,
jj)) 'On inclut la variation du paramètre à
'1"étude
        End If

        If (Val(Form2.Text3.Text) > 0) Or (N_Liss > 0) Then
            'Si on a un redressement ou un lissage, on doit
créer toute la courbe afin
            'd'éviter les effets de bouts
            Call Bati_Theo(1, NumCanal, datatheo(), paratmp())
        Else
            'Par contre, si on a pas de redressement ou de
lissage à faire, on peut alors
            'alors créer que la partie de spectre nécessaire car
on a pas à se soucier des
            'effets de bouts. C'est aussi plus rapide.
            Call Bati_Theo(Prem_Canal, Dern_Canal, datatheo(),
paratmp())
        End If

        If Val(Form2.Text3.Text) > 0 Then 'Si le faisceau a une
largeur
            'On en fait le lissage pour compenser la largeur
naturelle du faisceau
            'Le nombre de lissage vient d'une relation du
programme de Bob Gosselin
            'On divise par Ener_Canal pour avoir Larg_fais en
canal
            'Afin d'éviter les effets de bouts, on lisse tout le
spectre
            Call Lisser(datatheo(), temp(), CInt(Larg_fais / 10
- 0.1 + 0.35 * Larg_fais ^ 2), erreur, 1, NumCanal)

            'Il y a erreur si les deux vecteurs passés à Lisser
sont de longueurs différentes.

            If erreur = True Then
                End
            End If

            Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal)
'On recopie la réponse dans datatheo()
            End If

            If N_Liss > 0 Then
                'On redresse la courbe
                'Afin d'éviter les effets de bouts, on redresse le
spectre au complet
                Call redresse(datatheo(), temp(), N_Liss, erreur, 1,
NumCanal) 'On redresse le profil théorique
                Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal)
'On recopie la réponse dans datatheo()
                End If

                'Traite le cas où on minimise le chi carré ou l'écart
quadratique moyen
                ecart(kk) = Ecart_Moy(debut_fit, fin_fit, datatheo(),
databrut())

```

```

Next kk

'Ici on insère le nouveau code de fit.
For ll = -2 To 2
    a(1, ll) = paratmp(ii, jj) + kk * delta(ii, jj)
    a(2, ll) = ecart(ll)
Next ll
Call fit3(a(), b(), Sol())
Call Gaussj(b(), UBound(b, 1), UBound(b, 1), Sol(), UBound(Sol,
1), UBound(Sol, 1))

Next jj

Next ii

'On rafraîchit l'affichage
Form7.Picture1.Refresh
'Form7.Picture3.Refresh
Form4.Refresh

'Traite le cas où on minimise le chi carré ou l'écart quadratique
moyen
Form7.Label8.Caption = Format$(Str$(Ecart_Moy(debut_fit, fin_fit,
datatheo(), databrut()))), "### ### ### ### ###.###")

For w = 1 To NumCanal
    datadiff(w) = databrut(w) - datatheo(w)
Next w

'On rafraîchit l'affichage que de picture3 car picture 1 n'a pas
changé
Form7.Picture3.Refresh
'Form4.Refresh

'On rafraîchit le grid des paramètres
For i = 2 To (N_Profil + 1) 'Balaye les lignes

    For j = 2 To 5 'Balaye les colonnes
        Form4.Grid1.Row = i
        Form4.Grid1.Col = j

        Select Case (j - 1) 'Pour certain paramètre, il faut faire
des conversions
            Case 1
                'Convertir de canal à énergie, avec l'interval du
spectre
                Form4.Grid1.Text =
Format$(Str$(Canal2Ener(CInt(Para_Fit(j - 1, i - 1)))), "###.### ### ###
###")
            Case 2
                'Convertir de canal à énergie avec l'énergie par
canal
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1) * (Ener_Canal / 1000)), "#.### ### ### ###")
            Case 3
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1)), "###.### ### ### ###")
            Case 4

```

```

        Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1)), "# ### ### ###.### ##")
    End Select

    Next j

    For j = 6 To 9 'Balaye les colonnes pour les valeurs des delta
des différents
        'paramètres

        Form4.Grid1.Row = i
        Form4.Grid1.Col = j

        Select Case (j - 1) 'Le format change en fonction du delta.
            Case 5 'On convertit de canal à énergie.
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i - 1)
* (Ener_Canal / 1000)), "###.### ## ## ##")
            Case 6
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i - 1)
* (Ener_Canal / 1000)), "###.### ## ## ##")
            Case 7 'Pas de conversion, nombre absolu.
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i -
1)), "###.### ## ## ##")
            Case 8
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i -
1)), "# ### ###.### ## ## ##")
        End Select

    Next j

    Next i

    DoEvents 'Autres événements de Windows
    'On ne place pas de Doevents ailleurs afin d'éviter que le
    rafraichissement ne vienne
    'modifier le profil en cours de calcul car un
    rafraichissement implique un appel à
    'Bati_Theo

Wend

'On remet les données dans leur vecteur original.
For ii = debut_fit To fin_fit 'On transfere les valeurs originales dans
le buffer
    databrut(ii) = databuff(ii)
Next ii

End Sub

Public Sub Gaussj(a() As Double, N As Integer, NP As Integer, b() As
Double, M As Integer, MP As Integer)

    'Vecteurs de stockage temporaire
    ReDim ipiv(N + 1) As Integer
    ReDim indxr(N + 1) As Integer
    ReDim indxc(N + 1) As Integer

    'Variables de stockage temporaire
    Dim big As Double

```

```

Dim irow As Integer
Dim icol As Integer
Dim dum As Double
Dim pivinv As Double

'Compteurs de boucles
Dim ii As Integer
Dim jj As Integer
Dim kk As Integer
Dim ll As Integer
Dim lll As Integer

For jj = 1 To N
    ipiv(jj) = 0
Next jj

For ii = 1 To N
    big = 0#
    For jj = 1 To N
        If ipiv(jj) <> 1 Then
            For kk = 1 To N
                If ipiv(kk) = 0 Then
                    If Abs(a(jj, kk)) >= big Then
                        big = Abs(a(jj, kk))
                        irow = jj
                        icol = kk
                    End If
                Else
                    If ipiv(kk) > 1 Then
                        reponse% = MsgBox("Le programme se termine",
16, "Matrice singulière")
                    End
                End If
            End If
        Next kk
    End If
    Next jj
    ipiv(icol) = ipiv(icol) + 1
    If irow <> icol Then
        For ll = 1 To N
            dum = a(irow, ll)
            a(irow, ll) = a(icol, ll)
            a(icol, ll) = dum
        Next ll
        For ll = 1 To M
            dum = b(irow, ll)
            b(irow, ll) = b(icol, ll)
            b(icol, ll) = dum
        Next ll
    End If
    indxr(ii) = irow
    indxc(ii) = icol
    If a(icol, icol) = 0# Then
        reponse% = MsgBox("Le programme se termine", 16, "Matrice
singulière")
    End
    End If
    pivinv = 1# / a(icol, icol)
    a(icol, icol) = 1#
    For ll = 1 To N

```

```

        a(icol, ll) = a(icol, ll) + pivinv
    Next ll
    For ll = 1 To M
        b(icol, ll) = b(icol, ll) + pivinv
    Next ll
    For lll = 1 To N
        If lll <> icol Then
            dum = a(lll, icol)
            a(lll, icol) = 0#
            For ll = 1 To N
                a(lll, ll) = a(lll, ll) - (a(icol, ll) * dum)
            Next ll
            For ll = 1 To M
                b(lll, ll) = b(lll, ll) - (b(icol, ll) * dum)
            Next ll
        End If
    Next lll
Next ii
For ll = N To 1 Step -1
    If indxr(ll) <> indxc(ll) Then
        For kk = 1 To N
            dum = a(kk, indxr(ll))
            a(kk, indxr(ll)) = a(kk, indxc(ll))
            a(kk, indxc(ll)) = dum
        Next kk
    End If
Next ll
End Sub

Public Function Ecart_Moy(debut As Integer, fin As Integer, a() As Long,
b() As Long) As Double
'On calcule par cette routine l'écart-moyen entre la courbe théorique et
la courbe expérimentale

Dim ii As Integer
Dim tmp As Single 'On declare une variable temporaire comme un double
                  'On utilise un double parcequ'un long pourrait ne pas
être assez grand!

'On test si les deux vecteurs ont la même longueur ou si le vecteur a
une longueur d'entrée a une
'longueur inférieure à trois. Si oui, on avorte en retournant un code
d'erreur.
If (UBound(a, 1) <> UBound(b, 1)) Then
    Ecart_Moy = -1
    Exit Function
End If

tmp = 0! 'On initialise tmp. 960131: On marque 0.0 pour forcer à
initialiser en single
'Debug.Print "Boucle dans Ecart_moy"
'Debug.Print "A(ii), B(ii), tmp"
For ii = debut To fin 'On boucle sur la longueur du vecteur
    '961008: On doit diviser par sf qui est notre scaling factor qui
empêche les overflow
    tmp = tmp + (Abs((CSng(b(ii)) - CSng(a(ii)))) / sf)
    'Debug.Print A(ii), B(ii), tmp
Next ii

If Form7.Visible = True Then

```

```

    Form7.Label8.Caption = Format$(Str$(tmp), "### ### ### ### ###.###")
End If

Ecart_Moy = CDb1(tmp) 'On retransfere la valeur pour le retour
'tmp = 0!

End Function

Public Function Sum_RCar(debut As Integer, fin As Integer, a() As
Currency) As Double

Dim ii As Integer
Dim tmp As Single 'On declare une variable temporaire comme un double
                  'On utilise un single parcequ'un long pourrait ne pas
                  être assez grand!

tmp = 0! 'On initialise tmp. 960131: On marque 0.0 pour forcer à
initialiser en single

For ii = debut To fin 'On boucle sur la longueur du vecteur
    tmp = tmp + Sqr(a(ii))
Next ii

If Form7.Visible = True Then
    Form7.Label9.Caption = Format$(Str$(tmp), "### ### ### ### ###")
End If

Sum_RCar = CDb1(tmp) 'On retransfere la valeur pour le retour
'tmp = 0!

End Function

```

Module Constant.bas

```

' Visual Basic global constant file. This file can be loaded
' into a code module.
'
' Some constants are commented out because they have
' duplicates (e.g., NONE appears several places).
'
' If you are updating a Visual Basic application written with
' an older version, you should replace your global constants
' with the constants in this file.
'
' General

' Clipboard formats
Global Const CF_LINK = &HBF00
Global Const CF_TEXT = 1
Global Const CF_BITMAP = 2
Global Const CF_METAFILE = 3
Global Const CF_DIB = 8
Global Const CF_PALETTE = 9

' DragOver
Global Const ENTER = 0
Global Const LEAVE = 1
Global Const OVER = 2

' Drag (controls)
Global Const CANCEL = 0
Global Const BEGIN_DRAG = 1
Global Const END_DRAG = 2

' Show parameters
Global Const MODAL = 1
Global Const MODELESS = 0

' Arrange Method
' for MDI Forms
Global Const CASCADE = 0
Global Const TILE_HORIZONTAL = 1
Global Const TILE_VERTICAL = 2
Global Const ARRANGE_ICONS = 3

' ZOrder Method
Global Const BRINGTOFRONT = 0
Global Const SENDTOBACK = 1

' Key Codes
Global Const KEY_LBUTTON = &H1
Global Const KEY_RBUTTON = &H2
Global Const KEY_CANCEL = &H3
Global Const KEY_MBUTTON = &H4      ' NOT contiguous with L & RBUTTON
Global Const KEY_BACK = &H8
Global Const KEY_TAB = &H9

```

```

Global Const KEY_CLEAR = &HC
Global Const KEY_RETURN = &HD
Global Const KEY_SHIFT = &H10
Global Const KEY_CONTROL = &H11
Global Const KEY_MENU = &H12
Global Const KEY_PAUSE = &H13
Global Const KEY_CAPITAL = &H14
Global Const KEY_ESCAPE = &H1B
Global Const KEY_SPACE = &H20
Global Const KEY_PRIOR = &H21
Global Const KEY_NEXT = &H22
Global Const KEY_END = &H23
Global Const KEY_HOME = &H24
Global Const KEY_LEFT = &H25
Global Const KEY_UP = &H26
Global Const KEY_RIGHT = &H27
Global Const KEY_DOWN = &H28
Global Const KEY_SELECT = &H29
Global Const KEY_PRINT = &H2A
Global Const KEY_EXECUTE = &H2B
Global Const KEY_SNAPSHOT = &H2C
Global Const KEY_INSERT = &H2D
Global Const KEY_DELETE = &H2E
Global Const KEY_HELP = &H2F

```

' KEY_A thru KEY_Z are the same as their ASCII equivalents: 'A' thru 'Z'
 ' KEY_0 thru KEY_9 are the same as their ASCII equivalents: '0' thru '9'

```

Global Const KEY_NUMPAD0 = &H60
Global Const KEY_NUMPAD1 = &H61
Global Const KEY_NUMPAD2 = &H62
Global Const KEY_NUMPAD3 = &H63
Global Const KEY_NUMPAD4 = &H64
Global Const KEY_NUMPAD5 = &H65
Global Const KEY_NUMPAD6 = &H66
Global Const KEY_NUMPAD7 = &H67
Global Const KEY_NUMPAD8 = &H68
Global Const KEY_NUMPAD9 = &H69
Global Const KEY_MULTIPLY = &H6A
Global Const KEY_ADD = &H6B
Global Const KEY_SEPARATOR = &H6C
Global Const KEY_SUBTRACT = &H6D
Global Const KEY_DECIMAL = &H6E
Global Const KEY_DIVIDE = &H6F
Global Const KEY_F1 = &H70
Global Const KEY_F2 = &H71
Global Const KEY_F3 = &H72
Global Const KEY_F4 = &H73
Global Const KEY_F5 = &H74
Global Const KEY_F6 = &H75
Global Const KEY_F7 = &H76
Global Const KEY_F8 = &H77
Global Const KEY_F9 = &H78
Global Const KEY_F10 = &H79
Global Const KEY_F11 = &H7A
Global Const KEY_F12 = &H7B
Global Const KEY_F13 = &H7C
Global Const KEY_F14 = &H7D
Global Const KEY_F15 = &H7E
Global Const KEY_F16 = &H7F

```

```

Global Const KEY_NUMLOCK = &H90

' Variant VarType tags

Global Const V_EMPTY = 0
Global Const V_NULL = 1
Global Const V_INTEGER = 2
Global Const V_LONG = 3
Global Const V_SINGLE = 4
Global Const V_DOUBLE = 5
Global Const V_CURRENCY = 6
Global Const V_DATE = 7
Global Const V_STRING = 8

' Event Parameters

' ErrNum (LinkError)
Global Const WRONG_FORMAT = 1
Global Const DDE_SOURCE_CLOSED = 6
Global Const TOO_MANY_LINKS = 7
Global Const DATA_TRANSFER_FAILED = 8

' QueryUnload
Global Const FORM_CONTROLMENU = 0
Global Const FORM_CODE = 1
Global Const APP_WINDOWS = 2
Global Const APP_TASKMANAGER = 3
Global Const FORM_MDIFORM = 4

' Properties

' Colors
Global Const BLACK = &H0&
Global Const RED = &HFF&
Global Const GREEN = &HFF00&
Global Const YELLOW = &HFFFF&
Global Const BLUE = &HFF0000
Global Const MAGENTA = &HFF00FF
Global Const CYAN = &HFFFF00
Global Const WHITE = &HFFFFFF

' System Colors
Global Const SCROLL_BARS = &H80000000 ' Scroll-bars gray area.
Global Const DESKTOP = &H80000001 ' Desktop.
Global Const ACTIVE_TITLE_BAR = &H80000002 ' Active window caption.
Global Const INACTIVE_TITLE_BAR = &H80000003 ' Inactive window
caption.
Global Const MENU_BAR = &H80000004 ' Menu background.
Global Const WINDOW_BACKGROUND = &H80000005 ' Window background.
Global Const WINDOW_FRAME = &H80000006 ' Window frame.
Global Const MENU_TEXT = &H80000007 ' Text in menus.
Global Const WINDOW_TEXT = &H80000008 ' Text in windows.
Global Const TITLE_BAR_TEXT = &H80000009 ' Text in caption, size
box, scroll-bar arrow box..
Global Const ACTIVE_BORDER = &H8000000A ' Active window border.
Global Const INACTIVE_BORDER = &H8000000B ' Inactive window
border.

```

```

Global Const APPLICATION_WORKSPACE = &H8000000C ' Background color of
multiple document interface (MDI) applications.
Global Const HIGHLIGHT = &H8000000D ' Items selected item in
a control.
Global Const HIGHLIGHT_TEXT = &H8000000E ' Text of item selected
in a control.
Global Const BUTTON_FACE = &H8000000F ' Face shading on
command buttons.
Global Const BUTTON_SHADOW = &H80000010 ' Edge shading on
command buttons.
Global Const GRAY_TEXT = &H80000011 ' Grayed (disabled)
text. This color is set to 0 if the current display driver does not
support a solid gray color.
Global Const BUTTON_TEXT = &H80000012 ' Text on push buttons.

' Enumerated Types

' Align (picture box)
Global Const NONE = 0
Global Const ALIGN_TOP = 1
Global Const ALIGN_BOTTOM = 2

' Alignment
Global Const LEFT_JUSTIFY = 0 ' 0 - Left Justify
Global Const RIGHT_JUSTIFY = 1 ' 1 - Right Justify
Global Const CENTER = 2 ' 2 - Center

' BorderStyle (form)
Global Const NONE = 0 ' 0 - None
Global Const FIXED_SINGLE = 1 ' 1 - Fixed Single
Global Const SIZABLE = 2 ' 2 - Sizable (Forms only)
Global Const FIXED_DOUBLE = 3 ' 3 - Fixed Double (Forms only)

' BorderStyle (Shape and Line)
Global Const TRANSPARENT = 0 ' 0 - Transparent
Global Const SOLID = 1 ' 1 - Solid
Global Const DASH = 2 ' 2 - Dash
Global Const DOT = 3 ' 3 - Dot
Global Const DASH_DOT = 4 ' 4 - Dash-Dot
Global Const DASH_DOT_DOT = 5 ' 5 - Dash-Dot-Dot
Global Const INSIDE_SOLID = 6 ' 6 - Inside Solid

' MousePointer
Global Const DEFAULT = 0 ' 0 - Default
Global Const ARROW = 1 ' 1 - Arrow
Global Const CROSSHAIR = 2 ' 2 - Cross
Global Const IBEAM = 3 ' 3 - I-Beam
Global Const ICON_POINTER = 4 ' 4 - Icon
Global Const SIZE_POINTER = 5 ' 5 - Size
Global Const SIZE_NE_SW = 6 ' 6 - Size NE SW
Global Const SIZE_N_S = 7 ' 7 - Size N S
Global Const SIZE_NW_SE = 8 ' 8 - Size NW SE
Global Const SIZE_W_E = 9 ' 9 - Size W E
Global Const UP_ARROW = 10 ' 10 - Up Arrow
Global Const HOURGLASS = 11 ' 11 - Hourglass
Global Const NO_DROP = 12 ' 12 - No drop

' DragMode
Global Const MANUAL = 0 ' 0 - Manual
Global Const AUTOMATIC = 1 ' 1 - Automatic

```

```

' DrawMode
Global Const BLACKNESS = 1      ' 1 - Blackness
Global Const NOT_MERGE_PEN = 2  ' 2 - Not Merge Pen
Global Const MASK_NOT_PEN = 3   ' 3 - Mask Not Pen
Global Const NOT_COPY_PEN = 4   ' 4 - Not Copy Pen
Global Const MASK_PEN_NOT = 5   ' 5 - Mask Pen Not
Global Const INVERT = 6         ' 6 - Invert
Global Const XOR_PEN = 7        ' 7 - Xor Pen
Global Const NOT_MASK_PEN = 8   ' 8 - Not Mask Pen
Global Const MASK_PEN = 9       ' 9 - Mask Pen
Global Const NOT_XOR_PEN = 10   ' 10 - Not Xor Pen
Global Const NOP = 11           ' 11 - Nop
Global Const MERGE_NOT_PEN = 12 ' 12 - Merge Not Pen
Global Const COPY_PEN = 13      ' 13 - Copy Pen
Global Const MERGE_PEN_NOT = 14 ' 14 - Merge Pen Not
Global Const MERGE_PEN = 15     ' 15 - Merge Pen
Global Const WHITENESS = 16     ' 16 - Whiteness

' DrawStyle
Global Const SOLID = 0          ' 0 - Solid
Global Const DASH = 1           ' 1 - Dash
Global Const DOT = 2            ' 2 - Dot
Global Const DASH_DOT = 3       ' 3 - Dash-Dot
Global Const DASH_DOT_DOT = 4   ' 4 - Dash-Dot-Dot
Global Const INVISIBLE = 5      ' 5 - Invisible
Global Const INSIDE_SOLID = 6   ' 6 - Inside Solid

' FillStyle
' Global Const SOLID = 0          ' 0 - Solid
Global Const TRANSPARENT = 1     ' 1 - Transparent
Global Const HORIZONTAL_LINE = 2 ' 2 - Horizontal Line
Global Const VERTICAL_LINE = 3   ' 3 - Vertical Line
Global Const UPWARD_DIAGONAL = 4 ' 4 - Upward Diagonal
Global Const DOWNWARD_DIAGONAL = 5 ' 5 - Downward Diagonal
Global Const CROSS = 6           ' 6 - Cross
Global Const DIAGONAL_CROSS = 7  ' 7 - Diagonal Cross

' LinkMode (forms and controls)
' Global Const NONE = 0          ' 0 - None
Global Const LINK_SOURCE = 1     ' 1 - Source (forms only)
Global Const LINK_AUTOMATIC = 1  ' 1 - Automatic (controls only)
Global Const LINK_MANUAL = 2     ' 2 - Manual (controls only)
Global Const LINK_NOTIFY = 3     ' 3 - Notify (controls only)

' LinkMode (kept for VB1.0 compatibility, use new constants instead)
Global Const HOT = 1             ' 1 - Hot (controls only)
Global Const SERVER = 1          ' 1 - Server (forms only)
Global Const COLD = 2            ' 2 - Cold (controls only)

' ScaleMode
Global Const USER = 0           ' 0 - User
Global Const TWIPS = 1           ' 1 - Twip
Global Const POINTS = 2          ' 2 - Point
Global Const PIXELS = 3          ' 3 - Pixel
Global Const CHARACTERS = 4      ' 4 - Character
Global Const INCHES = 5          ' 5 - Inch
Global Const MILLIMETERS = 6     ' 6 - Millimeter
Global Const CENTIMETERS = 7     ' 7 - Centimeter

```

```

' ScrollBar
' Global Const NONE      = 0 ' 0 - None
Global Const HORIZONTAL = 1 ' 1 - Horizontal
Global Const VERTICAL   = 2 ' 2 - Vertical
Global Const BOTH       = 3 ' 3 - Both

' Shape
Global Const SHAPE_RECTANGLE = 0
Global Const SHAPE_SQUARE    = 1
Global Const SHAPE_OVAL      = 2
Global Const SHAPE_CIRCLE    = 3
Global Const SHAPE_ROUNDED_RECTANGLE = 4
Global Const SHAPE_ROUNDED_SQUARE = 5

' WindowState
Global Const NORMAL = 0 ' 0 - Normal
Global Const MINIMIZED = 1 ' 1 - Minimized
Global Const MAXIMIZED = 2 ' 2 - Maximized

' Check Value
Global Const UNCHECKED = 0 ' 0 - Unchecked
Global Const CHECKED = 1 ' 1 - Checked
Global Const GRAYED = 2 ' 2 - Grayed

' Shift parameter masks
Global Const SHIFT_MASK = 1
Global Const CTRL_MASK = 2
Global Const ALT_MASK = 4

' Button parameter masks
Global Const LEFT_BUTTON = 1
Global Const RIGHT_BUTTON = 2
Global Const MIDDLE_BUTTON = 4

' Function Parameters
' MsgBox parameters
Global Const MB_OK = 0 ' OK button only
Global Const MB_OKCANCEL = 1 ' OK and Cancel buttons
Global Const MB_ABORTRETRYIGNORE = 2 ' Abort, Retry, and Ignore
buttons
Global Const MB_YESNOCANCEL = 3 ' Yes, No, and Cancel buttons
Global Const MB_YESNO = 4 ' Yes and No buttons
Global Const MB_RETRYCANCEL = 5 ' Retry and Cancel buttons

Global Const MB_ICONSTOP = 16 ' Critical message
Global Const MB_ICONQUESTION = 32 ' Warning query
Global Const MB_ICONEXCLAMATION = 48 ' Warning message
Global Const MB_ICONINFORMATION = 64 ' Information message

Global Const MB_APPLMODAL = 0 ' Application Modal Message Box
Global Const MB_DEFBUTTON1 = 0 ' First button is default
Global Const MB_DEFBUTTON2 = 256 ' Second button is default
Global Const MB_DEFBUTTON3 = 512 ' Third button is default
Global Const MB_SYSTEMMODAL = 4096 ' System Modal

' MsgBox return values
Global Const IDOK = 1 ' OK button pressed
Global Const IDCANCEL = 2 ' Cancel button pressed
Global Const IDABORT = 3 ' Abort button pressed

```

```

Global Const IDRETRY = 4           ' Retry button pressed
Global Const IDIGNORE = 5         ' Ignore button pressed
Global Const IDYES = 6            ' Yes button pressed
Global Const IDNO = 7             ' No button pressed

' SetAttr, Dir, GetAttr functions
Global Const ATTR_NORMAL = 0
Global Const ATTR_READONLY = 1
Global Const ATTR_HIDDEN = 2
Global Const ATTR_SYSTEM = 4
Global Const ATTR_VOLUME = 8
Global Const ATTR_DIRECTORY = 16
Global Const ATTR_ARCHIVE = 32

'Grid
'ColAlignment,FixedAlignment Properties
Global Const GRID_ALIGNLEFT = 0
Global Const GRID_ALIGNRIGHT = 1
Global Const GRID_ALIGNCENTER = 2

'Fillstyle Property
Global Const GRID_SINGLE = 0
Global Const GRID_REPEAT = 1

'Data control
'Error event Response arguments
Global Const DATA_ERRCONTINUE = 0
Global Const DATA_ERRDISPLAY = 1

'Editmode property values
Global Const DATA_EDITNONE = 0
Global Const DATA_EDITMODE = 1
Global Const DATA_EDITADD = 2

' Options property values
Global Const DATA_DENYWRITE = &H1
Global Const DATA_DENYREAD = &H2
Global Const DATA_READONLY = &H4
Global Const DATA_APPENDONLY = &H8
Global Const DATA_INCONSISTENT = &H10
Global Const DATA_CONSISTENT = &H20
Global Const DATA_SQLPASSTHROUGH = &H40

'Validate event Action arguments
Global Const DATA_ACTIONCANCEL = 0
Global Const DATA_ACTIONMOVEFIRST = 1
Global Const DATA_ACTIONMOVEPREVIOUS = 2
Global Const DATA_ACTIONMOVENEXT = 3
Global Const DATA_ACTIONMOVELAST = 4
Global Const DATA_ACTIONADDNEW = 5
Global Const DATA_ACTIONUPDATE = 6
Global Const DATA_ACTIONDELETE = 7
Global Const DATA_ACTIONFIND = 8
Global Const DATA_ACTIONBOOKMARK = 9
Global Const DATA_ACTIONCLOSE = 10
Global Const DATA_ACTIONUNLOAD = 11

'OLE Client Control

```

```

'Actions
Global Const OLE_CREATE_EMBED = 0
Global Const OLE_CREATE_NEW = 0           'from ole1 control
Global Const OLE_CREATE_LINK = 1
Global Const OLE_CREATE_FROM_FILE = 1     'from ole1 control
Global Const OLE_COPY = 4
Global Const OLE_PASTE = 5
Global Const OLE_UPDATE = 6
Global Const OLE_ACTIVATE = 7
Global Const OLE_CLOSE = 9
Global Const OLE_DELETE = 10
Global Const OLE_SAVE_TO_FILE = 11
Global Const OLE_READ_FROM_FILE = 12
Global Const OLE_INSERT_OBJ_DLG = 14
Global Const OLE_PASTE_SPECIAL_DLG = 15
Global Const OLE_FETCH_VERBS = 17
Global Const OLE_SAVE_TO_OLE1FILE = 18

'OLEType
Global Const OLE_LINKED = 0
Global Const OLE_EMBEDDED = 1
Global Const OLE_NONE = 3

'OLETypeAllowed
Global Const OLE_EITHER = 2

'UpdateOptions
Global Const OLE_AUTOMATIC = 0
Global Const OLE_FROZEN = 1
Global Const OLE_MANUAL = 2

'AutoActivate modes
'Note that OLE_ACTIVATE_GETFOCUS only applies to objects that
'support "inside-out" activation. See related Verb notes below.
Global Const OLE_ACTIVATE_MANUAL = 0
Global Const OLE_ACTIVATE_GETFOCUS = 1
Global Const OLE_ACTIVATE_DOUBLECLICK = 2

'SizeModes
Global Const OLE_SIZE_CLIP = 0
Global Const OLE_SIZE_STRETCH = 1
Global Const OLE_SIZE_AUTOSIZE = 2

'DisplayTypes
Global Const OLE_DISPLAY_CONTENT = 0
Global Const OLE_DISPLAY_ICON = 1

'Update Event Constants
Global Const OLE_CHANGED = 0
Global Const OLE_SAVED = 1
Global Const OLE_CLOSED = 2
Global Const OLE_RENAMED = 3

'Special Verb Values
Global Const VERB_PRIMARY = 0
Global Const VERB_SHOW = -1
Global Const VERB_OPEN = -2
Global Const VERB_HIDE = -3
Global Const VERB_INPLACEUIACTIVATE = -4
Global Const VERB_INPLACEACTIVATE = -5

```

'The last two verbs are for objects that support "inside-out" activation,
'meaning they can be edited in-place, and that they support being left
'in-place-active even when the input focus moves to another control or form.

'These objects actually have 2 levels of being active. "InPlace Active" means that the object is ready for the user to click inside it and start

'working with it. "In-Place UI-Active" means that, in addition, if the object

'has any other UI associated with it, such as floating palette windows, that those windows are visible and ready for use. Any number of objects

'can be "In-Place Active" at a time, although only one can be

'"InPlace UI-Active".

'You can cause an object to move to either one of states programmatically by

'setting the Verb property to the appropriate verb and setting

'Action=OLE_ACTIVATE.

'Also, if you set AutoActivate = OLE_ACTIVATE_GETFOCUS, the server will automatically be put into "InPlace UI-Active" state when the user clicks

'on or tabs into the control.

'VerbFlag Bit Masks

Global Const VERBFLAG_GRAYED = &H1

Global Const VERBFLAG_DISABLED = &H2

Global Const VERBFLAG_CHECKED = &H8

Global Const VERBFLAG_SEPARATOR = &H800

'MiscFlag Bits - Or these together as desired for special behaviors

'MEMSTORAGE causes the control to use memory to store the object while
' it is loaded. This is faster than the default (disk-tempfile),

' but can consume a lot of memory for objects whose data takes
' up a lot of space, such as the bitmap for a paint program.

Global Const OLE_MISCFLAG_MEMSTORAGE = &H1

'DISABLEINPLACE overrides the control's default behavior of allowing

' in-place activation for objects that support it. If you

' are having problems activating an object inplace, you can

' force it to always activate in a separate window by setting

this

' bit

Global Const OLE_MISCFLAG_DISABLEINPLACE = &H2

'Common Dialog Control

'Action Property

Global Const DLG_FILE_OPEN = 1

Global Const DLG_FILE_SAVE = 2

Global Const DLG_COLOR = 3

Global Const DLG_FONT = 4

Global Const DLG_PRINT = 5

Global Const DLG_HELP = 6

'File Open/Save Dialog Flags

Global Const OFN_READONLY = &H1&

```

Global Const OFN_OVERWRITEPROMPT = &H2&
Global Const OFN_HIDEREADONLY = &H4&
Global Const OFN_NOCHANGEDIR = &H8&
Global Const OFN_SHOWHELP = &H10&
Global Const OFN_NOVALIDATE = &H100&
Global Const OFN_ALLOWMULTISELECT = &H200&
Global Const OFN_EXTENSIONDIFFERENT = &H400&
Global Const OFN_PATHMUSTEXIST = &H800&
Global Const OFN_FILEMUSTEXIST = &H1000&
Global Const OFN_CREATEPROMPT = &H2000&
Global Const OFN_SHAREAWARE = &H4000&
Global Const OFN_NOREADONLYRETURN = &H8000&

```

'Color Dialog Flags

```

Global Const CC_RGBINIT = &H1&
Global Const CC_FULLOPEN = &H2&
Global Const CC_PREVENTFULLOPEN = &H4&
Global Const CC_SHOWHELP = &H8&

```

'Fonts Dialog Flags

```

Global Const CF_SCREENFONTS = &H1&
Global Const CF_PRINTERFONTS = &H2&
Global Const CF_BOTH = &H3&
Global Const CF_SHOWHELP = &H4&
Global Const CF_INITTOLOGFONTSTRUCT = &H40&
Global Const CF_USESTYLE = &H80&
Global Const CF_EFFECTS = &H100&
Global Const CF_APPLY = &H200&
Global Const CF_ANSIONLY = &H400&
Global Const CF_NOVECTORFONTS = &H800&
Global Const CF_NOSIMULATIONS = &H1000&
Global Const CF_LIMITSIZE = &H2000&
Global Const CF_FIXEDPITCHONLY = &H4000&
Global Const CF_WYSIWYG = &H8000&
Global Const CF_FORCEFONTEXIST = &H10000
Global Const CF_SCALABLEONLY = &H20000
Global Const CF_TTONLY = &H40000
Global Const CF_NOFACESEL = &H80000
Global Const CF_NOSTYLESEL = &H100000
Global Const CF_NOSIZESEL = &H200000

```

'must also have CF_SCREENFONTS
& CF_PRINTERFONTS

'Printer Dialog Flags

```

Global Const PD_ALLPAGES = &H0&
Global Const PD_SELECTION = &H1&
Global Const PD_PAGENUMS = &H2&
Global Const PD_NOSELECTION = &H4&
Global Const PD_NOPAGENUMS = &H8&
Global Const PD_COLLATE = &H10&
Global Const PD_PRINTTOFILE = &H20&
Global Const PD_PRINTSETUP = &H40&
Global Const PD_NOWARNING = &H80&
Global Const PD_RETURNDC = &H100&
Global Const PD_RETURNIC = &H200&
Global Const PD_RETURNDEFAULT = &H400&
Global Const PD_SHOWHELP = &H800&
Global Const PD_USEDEVMODECOPIES = &H40000
Global Const PD_DISABLEPRINTTOFILE = &H80000
Global Const PD_HIDEPRINTTOFILE = &H100000

```

'Help Constants

```

Global Const HELP_CONTEXT = &H1           'Display topic in ulTopic
Global Const HELP_QUIT = &H2              'Terminate help
Global Const HELP_INDEX = &H3             'Display index
Global Const HELP_CONTENTS = &H3
Global Const HELP_HELPONHELP = &H4        'Display help on using help
Global Const HELP_SETINDEX = &H5          'Set the current Index for
multi index help
Global Const HELP_SETCONTENTS = &H5
Global Const HELP_CONTEXTPOPUP = &H8
Global Const HELP_FORCEFILE = &H9
Global Const HELP_KEY = &H101             'Display topic for keyword in
offabData
Global Const HELP_COMMAND = &H102
Global Const HELP_PARTIALKEY = &H105      'call the search engine in
winhelp

```

'Error Constants

```

Global Const CDERR_DIALOGFAILURE = -32768

Global Const CDERR_GENERALCODES = &H7FFF
Global Const CDERR_STRUCTSIZE = &H7FFE
Global Const CDERR_INITIALIZATION = &H7FFD
Global Const CDERR_NOTEMPLATE = &H7FFC
Global Const CDERR_NOINSTANCE = &H7FFB
Global Const CDERR_LOADSTRFAILURE = &H7FFA
Global Const CDERR_FINDRESFAILURE = &H7FF9
Global Const CDERR_LOADRESFAILURE = &H7FF8
Global Const CDERR_LOCKRESFAILURE = &H7FF7
Global Const CDERR_MEMALLOCFAILURE = &H7FF6
Global Const CDERR_MEMLOCKFAILURE = &H7FF5
Global Const CDERR_NOHOOK = &H7FF4

'Added for CMDIALOG.VBX
Global Const CDERR_CANCEL = &H7FF3
Global Const CDERR_NODLL = &H7FF2
Global Const CDERR_ERRPROC = &H7FF1
Global Const CDERR_ALLOC = &H7FF0
Global Const CDERR_HELP = &H7FEF

Global Const PDERR_PRINTERCODES = &H6FFF
Global Const PDERR_SETUPFAILURE = &H6FFE
Global Const PDERR_PARSEFAILURE = &H6FFD
Global Const PDERR_RETDEFFAULTURE = &H6FFC
Global Const PDERR_LOADDRVFAILURE = &H6FFB
Global Const PDERR_GETDEVMODEFAIL = &H6FFA
Global Const PDERR_INITFAILURE = &H6FF9
Global Const PDERR_NODEVICES = &H6FF8
Global Const PDERR_NODEFAULTPRN = &H6FF7
Global Const PDERR_DNDMMISMATCH = &H6FF6
Global Const PDERR_CREATEICFAILURE = &H6FF5
Global Const PDERR_PRINTERNOTFOUND = &H6FF4

Global Const CFERR_CHOOSEFONTCODES = &H5FFF
Global Const CFERR_NOFONTS = &H5FFE

Global Const FNERR_FILENAMECODES = &H4FFF
Global Const FNERR_SUBCLASSFAILURE = &H4FFE
Global Const FNERR_INVALIDFILENAME = &H4FFD
Global Const FNERR_BUFFERTOOSMALL = &H4FFC

```

```
Global Const FRERR_FINDREPLACECODES = &H3FFF
Global Const CCERR_CHOOSSECOLORCODES = &H2FFF
```

```

'-----
'      Table of Contents for Visual Basic Professional
'
'      1.  3-D Controls
'           (Frame/Panel/Option/Check/Command/Group Push)
'      2.  Animated Button
'      3.  Gauge Control
'      4.  Graph Control Section
'      5.  Key Status Control
'      6.  Spin Button
'      7.  MCI Control (Multimedia)
'      8.  Masked Edit Control
'      9.  Comm Control
'     10. Outline Control
'-----

```

```

'-----
'3D Controls
'-----

```

```
'Alignment (Check Box)
```

```
Global Const SSCB_TEXT_RIGHT = 0      '0 - Text to the right
Global Const SSCB_TEXT_LEFT = 1      '1 - Text to the left
```

```
'Alignment (Option Button)
```

```
Global Const SSOB_TEXT_RIGHT = 0      '0 - Text to the right
Global Const SSOB_TEXT_LEFT = 1      '1 - Text to the left
```

```
'Alignment (Frame)
```

```
Global Const SSFR_LEFT_JUSTIFY = 0    '0 - Left justify text
Global Const SSFR_RIGHT_JUSTIFY = 1   '1 - Right justify text
Global Const SSFR_CENTER = 2          '2 - Center text
```

```
'Alignment (Panel)
```

```
Global Const SSPN_LEFT_TOP = 0        '0 - Text to left and top
Global Const SSPN_LEFT_MIDDLE = 1     '1 - Text to left and middle
Global Const SSPN_LEFT_BOTTOM = 2     '2 - Text to left and bottom
Global Const SSPN_RIGHT_TOP = 3       '3 - Text to right and top
Global Const SSPN_RIGHT_MIDDLE = 4    '4 - Text to right and middle
Global Const SSPN_RIGHT_BOTTOM = 5    '5 - Text to right and bottom
Global Const SSPN_CENTER_TOP = 6      '6 - Text to center and top
Global Const SSPN_CENTER_MIDDLE = 7   '7 - Text to center and middle
Global Const SSPN_CENTER_BOTTOM = 8   '8 - Text to center and bottom
```

```
'Autosize (Command Button)
```

```
Global Const SS_AUTOSIZE_NONE = 0     '0 - No Autosizing
Global Const SSPB_AUTOSIZE_PICTOBUT = 1 '0 - Autosize Picture to Button
Global Const SSPB_AUTOSIZE_BUTTOPIC = 2 '0 - Autosize Button to Picture
```

```
'Autosize (Ribbon Button)
```

```
'Global Const SS_AUTOSIZE_NONE = 0    '0 - No Autosizing
Global Const SSRI_AUTOSIZE_PICTOBUT = 1 '0 - Autosize Picture to Button
Global Const SSRI_AUTOSIZE_BUTTOPIC = 2 '0 - Autosize Button to Picture
```

```
'Autosize (Panel)
```

```

'Global Const SS_AUTOSIZE_NONE = 0      '0 - No Autosizing
Global Const SSPN_AUTOSIZE_WIDTH = 1    '1 - Autosize Panel width to
Caption
Global Const SSPN_AUTOSIZE_HEIGHT = 2   '2 - Autosize Panel height to
Caption
Global Const SSPN_AUTOSIZE_CHILD = 3    '3 - Autosize Child to Panel

'BevelInner (Panel)
Global Const SS_BEVELINNER_NONE = 0     '0 - No Inner Bevel
Global Const SS_BEVELINNER_INSET = 1    '1 - Inset Inner Bevel
Global Const SS_BEVELINNER_RAISED = 2   '2 - Raised Inner Bevel

'BevelOuter (Panel)
Global Const SS_BEVELOUTER_NONE = 0     '0 - No Outer Bevel
Global Const SS_BEVELOUTER_INSET = 1    '1 - Inset Outer Bevel
Global Const SS_BEVELOUTER_RAISED = 2   '2 - Raised Outer Bevel

'FloodType (Panel)
Global Const SS_FLOODTYPE_NONE = 0      '0 - No flood
Global Const SS_FLOODTYPE_L_TO_R = 1    '1 - Left to light
Global Const SS_FLOODTYPE_R_TO_L = 2    '2 - Right to left
Global Const SS_FLOODTYPE_T_TO_B = 3    '3 - Top to bottom
Global Const SS_FLOODTYPE_B_TO_T = 4    '4 - Bottom to top
Global Const SS_FLOODTYPE_CIRCLE = 5    '5 - Widening circle

'Font3D (Panel, Command Button, Option Button, Check Box, Frame)
Global Const SS_FONT3D_NONE = 0         '0 - No 3-D text
Global Const SS_FONT3D_RAISED_LIGHT = 1 '1 - Raised with light shading
Global Const SS_FONT3D_RAISED_HEAVY = 2 '2 - Raised with heavy shading
Global Const SS_FONT3D_INSET_LIGHT = 3   '3 - Inset with light shading
Global Const SS_FONT3D_INSET_HEAVY = 4   '4 - Inset with heavy shading

'PictureDnChange (Ribbon Button)
Global Const SS_PICDN_NOCHANGE = 0      '0 - Use 'Up'bitmap with no
change
Global Const SS_PICDN_DITHER = 1       '1 - Dither 'Up'bitmap
Global Const SS_PICDN_INVERT = 2       '2 - Invert 'Up'bitmap

'ShadowColor (Panel, Frame)
Global Const SS_SHADOW_DARKGREY = 0     '0 - Dark grey shadow
Global Const SS_SHADOW_BLACK = 1       '1 - Black shadow

'ShadowStyle (Frame)
Global Const SS_SHADOW_INSET = 0        '0 - Shadow inset
Global Const SS_SHADOW_RAISED = 1      '1 - Shadow raised

'-----
'Animated Button
'-----
'Cycle property
Global Const ANI_ANIMATED = 0
Global Const ANI_MULTISTATE = 1
Global Const ANI_TWO_STATE = 2

'Click Filter property
Global Const ANI_ANYWHERE = 0
Global Const ANI_IMAGE_AND_TEXT = 1
Global Const ANI_IMAGE = 2
Global Const ANI_TEXT = 3

```

```
'PicDrawMode Property
Global Const ANI_XPOS_YPOS = 0
Global Const ANI_AUTOSIZE = 1
Global Const ANI_STRETCH = 2
```

```
'SpecialOp Property
Global Const ANI_CLICK = 1
```

```
'TextPosition Property
Global Const ANI_CENTER = 0
Global Const ANI_LEFT = 1
Global Const ANI_RIGHT = 2
Global Const ANI_BOTTON = 3
Global Const ANI_TOP = 4
```

```
'-----
'GAUGE
'-----
```

```
'Style Property
Global Const GAUGE_HORIZ = 0
Global Const GAUGE_VERT = 1
Global Const GAUGE_SEMI = 2
Global Const GAUGE_FULL = 3
```

```
'-----
'Graph Control
'-----
```

```
'General
Global Const G_NONE = 0
Global Const G_DEFAULT = 0
```

```
Global Const G_OFF = 0
Global Const G_ON = 1
```

```
Global Const G_MONO = 0
Global Const G_COLOR = 1
```

```
'Graph Types
Global Const G_PIE2D = 1
Global Const G_PIE3D = 2
Global Const G_BAR2D = 3
Global Const G_BAR3D = 4
Global Const G_GANTT = 5
Global Const G_LINE = 6
Global Const G_LOGLIN = 7
Global Const G_AREA = 8
Global Const G_SCATTER = 9
Global Const G_POLAR = 10
Global Const G_HLC = 11
```

```
'Colors
Global Const G_BLACK = 0
Global Const G_BLUE = 1
Global Const G_GREEN = 2
Global Const G_CYAN = 3
Global Const G_RED = 4
Global Const G_MAGENTA = 5
```

```

Global Const G_BROWN = 6
Global Const G_LIGHT_GRAY = 7
Global Const G_DARK_GRAY = 8
Global Const G_LIGHT_BLUE = 9
Global Const G_LIGHT_GREEN = 10
Global Const G_LIGHT_CYAN = 11
Global Const G_LIGHT_RED = 12
Global Const G_LIGHT_MAGENTA = 13
Global Const G_YELLOW = 14
Global Const G_WHITE = 15
Global Const G_AUTOBW = 16

```

'Patterns

```

Global Const G_SOLID = 0
Global Const G_HOLLOW = 1
Global Const G_HATCH1 = 2
Global Const G_HATCH2 = 3
Global Const G_HATCH3 = 4
Global Const G_HATCH4 = 5
Global Const G_HATCH5 = 6
Global Const G_HATCH6 = 7
Global Const G_BITMAP1 = 16
Global Const G_BITMAP2 = 17
Global Const G_BITMAP3 = 18
Global Const G_BITMAP4 = 19
Global Const G_BITMAP5 = 20
Global Const G_BITMAP6 = 21
Global Const G_BITMAP7 = 22
Global Const G_BITMAP8 = 23
Global Const G_BITMAP9 = 24
Global Const G_BITMAP10 = 25
Global Const G_BITMAP11 = 26
Global Const G_BITMAP12 = 27
Global Const G_BITMAP13 = 28
Global Const G_BITMAP14 = 29
Global Const G_BITMAP15 = 30
Global Const G_BITMAP16 = 31

```

'Symbols

```

Global Const G_CROSS_PLUS = 0
Global Const G_CROSS_TIMES = 1
Global Const G_TRIANGLE_UP = 2
Global Const G_SOLID_TRIANGLE_UP = 3
Global Const G_TRIANGLE_DOWN = 4
Global Const G_SOLID_TRIANGLE_DOWN = 5
Global Const G_SQUARE = 6
Global Const G_SOLID_SQUARE = 7
Global Const G_DIAMOND = 8
Global Const G_SOLID_DIAMOND = 9

```

'Line Styles

```

Global Const G_SOLID = 0
Global Const G_DASH = 1
Global Const G_DOT = 2
Global Const G_DASHDOT = 3
Global Const G_DASHDOTDOT = 4

```

'Grids

```

Global Const G_HORIZONTAL = 1
Global Const G_VERTICAL = 2

```

```

'Statistics
Global Const G_MEAN = 1
Global Const G_MIN_MAX = 2
Global Const G_STD_DEV = 4
Global Const G_BEST_FIT = 8

'Data Arrays
Global Const G_GRAPH_DATA = 1
Global Const G_COLOR_DATA = 2
Global Const G_EXTRA_DATA = 3
Global Const G_LABEL_TEXT = 4
Global Const G_LEGEND_TEXT = 5
Global Const G_PATTERN_DATA = 6
Global Const G_SYMBOL_DATA = 7
Global Const G_XPOS_DATA = 8
Global Const G_ALL_DATA = 9

'Draw Mode
Global Const G_NO_ACTION = 0
Global Const G_CLEAR = 1
Global Const G_DRAW = 2
Global Const G_BLIT = 3
Global Const G_COPY = 4
Global Const G_PRINT = 5
Global Const G_WRITE = 6

'Print Options
Global Const G_BORDER = 2

'Pie Chart Options
Global Const G_NO_LINES = 1
Global Const G_COLORED = 2
Global Const G_PERCENTS = 4

'Bar Chart Options
Global Const G_HORIZONTAL = 1
Global Const G_STACKED = 2
Global Const G_PERCENTAGE = 4
Global Const G_2_CLUSTERED = 6

'Gantt Chart Options
Global Const G_SPACED_BARS = 1

'Line/Polar Chart Options
Global Const G_SYMBOLS = 1
Global Const G_STICKS = 2
Global Const G_LINES = 4

'Area Chart Options
Global Const G_ABSOLUTE = 1
Global Const G_PERCENT = 2

'HLC Chart Options
Global Const G_NO_CLOSE = 1
Global Const G_NO_HIGH_LOW = 2

'-----
'Key Status Control

```

```

'-----
'Style
Global Const KEYSTAT_CAPSLOCK = 0
Global Const KEYSTAT_NUMLOCK = 1
Global Const KEYSTAT_INSERT = 2
Global Const KEYSTAT_SCROLLLOCK = 3

'-----
'MCI Control (Multimedia)
'-----
'NOTE:
'Please use the updated Multimedia constants
'in the WINMMSYS.TXT file from the \VB\WINAPI
'subdirectory.

'Mode Property
'Global Const MCI_MODE_NOT_OPEN = 11
'Global Const MCI_MODE_STOP = 12
'Global Const MCI_MODE_PLAY = 13
'Global Const MCI_MODE_RECORD = 14
'Global Const MCI_MODE_SEEK = 15
'Global Const MCI_MODE_PAUSE = 16
'Global Const MCI_MODE_READY = 17

'NotifyValue Property
'Global Const MCI_NOTIFY_SUCCESSFUL = 1
'Global Const MCI_NOTIFY_SUPERSEDED = 2
'Global Const MCI_ABORTED = 4
'Global Const MCI_FAILURE = 8

'Orientation Property
'Global Const MCI_ORIENT_HORZ = 0
'Global Const MCI_ORIENT_VERT = 1

'RecordMode Property
'Global Const MCI_RECORD_INSERT = 0
'Global Const MCI_RECORD_OVERWRITE = 1

'TimeFormat Property
'Global Const MCI_FORMAT_MILLISECONDS = 0
'Global Const MCI_FORMAT_HMS = 1
'Global Const MCI_FORMAT_MS_F = 2
'Global Const MCI_FORMAT_FRAMES = 3
'Global Const MCI_FORMAT_SMPTE_24 = 4
'Global Const MCI_FORMAT_SMPTE_25 = 5
'Global Const MCI_FORMAT_SMPTE_30 = 6
'Global Const MCI_FORMAT_SMPTE_30DROP = 7
'Global Const MCI_FORMAT_BYTES = 8
'Global Const MCI_FORMAT_SAMPLES = 9
'Global Const MCI_FORMAT_TMSF = 10

'-----
'Spin Button
'-----
'SpinOrientation
Global Const SPIN_VERTICAL = 0
Global Const SPIN_HORIZONTAL = 1

```

```

'-----
'Masked Edit Control
'-----
'ClipMode
Global Const ME_INCLIT = 0
Global Const ME_EXCLIT = 1

'-----
'Comm Control
'-----
'Handshaking
Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_NONE = 0
Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_XONXOFF = 1
Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_RTS = 2
Global Const MSCOMM_HANDSHAKE_RTSXONXOFF = 3

'Event constants
Global Const MSCOMM_EV_SEND = 1
Global Const MSCOMM_EV_RECEIVE = 2
Global Const MSCOMM_EV_CTS = 3
Global Const MSCOMM_EV_DSR = 4
Global Const MSCOMM_EV_CD = 5
Global Const MSCOMM_EV_RING = 6
Global Const MSCOMM_EV_EOF = 7

'Error code constants
Global Const MSCOMM_ER_BREAK = 1001
Global Const MSCOMM_ER_CTSTO = 1002
Global Const MSCOMM_ER_DSRT0 = 1003
Global Const MSCOMM_ER_FRAME = 1004
Global Const MSCOMM_ER_OVERRUN = 1006
Global Const MSCOMM_ER_CDTO = 1007
Global Const MSCOMM_ER_RXOVER = 1008
Global Const MSCOMM_ER_RXPARITY = 1009
Global Const MSCOMM_ER_TXFULL = 1010

'-----
' MAPI SESSION CONTROL CONSTANTS
'-----
'Action
Global Const SESSION_SIGNON = 1
Global Const SESSION_SIGNOFF = 2

'-----
' MAPI MESSAGE CONTROL CONSTANTS
'-----
'Action
Global Const MESSAGE_FETCH = 1           ' Load all messages from
message store
Global Const MESSAGE_SENDDLG = 2         ' Send mail bring up default
mapi dialog
Global Const MESSAGE_SEND = 3            ' Send mail without default
mapi dialog
Global Const MESSAGE_SAVMSG = 4          ' Save message in the compose
buffer

```

```

Global Const MESSAGE_COPY = 5           ' Copy current message to
compose buffer
Global Const MESSAGE_COMPOSE = 6       ' Initialize compose buffer
(previous
' data is lost
Global Const MESSAGE_REPLY = 7         ' Fill Compose buffer as
REPLY
Global Const MESSAGE_REPLYALL = 8      ' Fill Compose buffer as
REPLY ALL
Global Const MESSAGE_FORWARD = 9       ' Fill Compose buffer as
FORWARD
Global Const MESSAGE_DELETE = 10       ' Delete current message
Global Const MESSAGE_SHOWADBOOK = 11  ' Show Address book
Global Const MESSAGE_SHOWDETAILS = 12  ' Show details of the current
recipient
Global Const MESSAGE_RESOLVENAME = 13  ' Resolve the display name of
the recipient
Global Const RECIPIENT_DELETE = 14     ' Fill Compose buffer as
FORWARD
Global Const ATTACHMENT_DELETE = 15    ' Delete current message

```

```

'-----
' ERROR CONSTANT DECLARATIONS (MAPI CONTROLS)
'-----

```

```

Global Const SUCCESS_SUCCESS = 32000
Global Const MAPI_USER_ABORT = 32001
Global Const MAPI_E_FAILURE = 32002
Global Const MAPI_E_LOGIN_FAILURE = 32003
Global Const MAPI_E_DISK_FULL = 32004
Global Const MAPI_E_INSUFFICIENT_MEMORY = 32005
Global Const MAPI_E_ACCESS_DENIED = 32006
Global Const MAPI_E_TOO_MANY_SESSIONS = 32008
Global Const MAPI_E_TOO_MANY_FILES = 32009
Global Const MAPI_E_TOO_MANY_RECIPIENTS = 32010
Global Const MAPI_E_ATTACHMENT_NOT_FOUND = 32011
Global Const MAPI_E_ATTACHMENT_OPEN_FAILURE = 32012
Global Const MAPI_E_ATTACHMENT_WRITE_FAILURE = 32013
Global Const MAPI_E_UNKNOWN_RECIPIENT = 32014
Global Const MAPI_E_BAD_RECIPType = 32015
Global Const MAPI_E_NO_MESSAGES = 32016
Global Const MAPI_E_INVALID_MESSAGE = 32017
Global Const MAPI_E_TEXT_TOO_LARGE = 32018
Global Const MAPI_E_INVALID_SESSION = 32019
Global Const MAPI_E_TYPE_NOT_SUPPORTED = 32020
Global Const MAPI_E_AMBIGUOUS_RECIPIENT = 32021
Global Const MAPI_E_MESSAGE_IN_USE = 32022
Global Const MAPI_E_NETWORK_FAILURE = 32023
Global Const MAPI_E_INVALID_EDITFIELDS = 32024
Global Const MAPI_E_INVALID_RECIPS = 32025
Global Const MAPI_E_NOT_SUPPORTED = 32026

Global Const CONTROL_E_SESSION_EXISTS = 32050
Global Const CONTROL_E_INVALID_BUFFER = 32051
Global Const CONTROL_E_INVALID_READ_BUFFER_ACTION = 32052
Global Const CONTROL_E_NO_SESSION = 32053
Global Const CONTROL_E_INVALID_RECIPIENT = 32054
Global Const CONTROL_E_INVALID_COMPOSE_BUFFER_ACTION = 32055
Global Const CONTROL_E_FAILURE = 32056
Global Const CONTROL_E_NO_RECIPIENTS = 32057

```

```
Global Const CONTROL_E_NO_ATTACHMENTS = 32058
```

```
'-----  
' MISCELLANEOUS GLOBAL CONSTANT DECLARATIONS (MAPI CONTROLS)  
'-----
```

```
Global Const RECIPTYPE_ORIG = 0  
Global Const RECIPTYPE_TO = 1  
Global Const RECIPTYPE_CC = 2  
Global Const RECIPTYPE_BCC = 3
```

```
Global Const ATTACHTYPE_DATA = 0  
Global Const ATTACHTYPE_EOLE = 1  
Global Const ATTACHTYPE_SOLE = 2
```

```
'-----  
' Outline  
'-----
```

```
' PictureType  
Global Const MSOUTLINE_PICTURE_CLOSED = 0  
Global Const MSOUTLINE_PICTURE_OPEN = 1  
Global Const MSOUTLINE_PICTURE_LEAF = 2
```

```
'Outline Control Error Constants  
Global Const MSOUTLINE_BADPICFORMAT = 32000  
Global Const MSOUTLINE_BADINDENTATION = 32001  
Global Const MSOUTLINE_MEM = 32002  
Global Const MSOUTLINE_PARENTNOTEXPANDED = 32003
```

Module Dialogue.frm

```

VERSION 4.00
Begin VB.Form Form2
    Appearance       = 0 'Flat
    BackColor        = &H00FFFFC0&
    Caption          = "Information de traitement"
    ClientHeight     = 3696
    ClientLeft       = 2400
    ClientTop        = 2388
    ClientWidth      = 7572
    BeginProperty Font
        name          = "MS Sans Serif"
        charset       = 1
        weight        = 700
        size          = 7.8
        underline     = 0 'False
        italic        = 0 'False
        strikethrough  = 0 'False
    EndProperty
    ForeColor        = &H80000008&
    Height           = 4020
    Left             = 2352
    LinkTopic        = "Form2"
    ScaleHeight      = 3696
    ScaleWidth       = 7572
    Top              = 2112
    Visible          = 0 'False
    Width            = 7668
    Begin VB.CommandButton Command2
        Appearance     = 0 'Flat
        BackColor      = &H80000005&
        Caption        = "Cancel"
        Height         = 1332
        Left           = 6360
        TabIndex       = 10
        Top            = 2280
        Width          = 1092
    End
    Begin VB.CommandButton Command1
        Appearance     = 0 'Flat
        BackColor      = &H80000005&
        Caption        = "OK"
        Height         = 1212
        Left           = 6360
        TabIndex       = 6
        Top            = 960
        Width          = 1092
    End
    Begin VB.Frame Frame1
        Appearance     = 0 'Flat
        BackColor      = &H00FFFFC0&
        Caption        = "Données relatives au traitement"
        ForeColor      = &H00000000&
        Height         = 2652
    End

```

```

Left          = 120
TabIndex      = 8
Top           = 960
Width         = 6132
Begin VB.TextBox Text2
    BackColor  = &H00FFFFFFC0&
    Height     = 372
    Left       = 4680
    TabIndex   = 5
    Top        = 2160
    Width      = 1092
End
Begin VB.TextBox Text4
    Appearance = 0 'Flat
    BackColor  = &H00FFFFFFC0&
    Height     = 372
    Left       = 4680
    TabIndex   = 3
    Tag        = "Indiquez l'énergie du dernier canal
utilisé pour le TRAITEMENT."
    Top        = 1200
    Width      = 1092
End
Begin VB.TextBox Text1
    Appearance = 0 'Flat
    BackColor  = &H00FFFFFFC0&
    Height     = 372
    Left       = 4680
    TabIndex   = 2
    Tag        = "Indiquez l'énergie du premier canal
utilisé pour le TRAITEMENT."
    Top        = 720
    Width      = 1092
End
Begin VB.CheckBox Check1
    Appearance = 0 'Flat
    BackColor  = &H00FFFFFFC0&
    Caption    = "Soustraction de la pente"
    Enabled    = 0 'False
    ForeColor  = &H800000008&
    Height     = 252
    Left       = 240
    TabIndex   = 7
    Tag        = "Cochez ce carré si vous voulez que la
pente sois soustraite."
    Top        = 360
    Width      = 4092
End
Begin VB.TextBox Text3
    Appearance = 0 'Flat
    BackColor  = &H00FFFFFFC0&
    Height     = 372
    Left       = 4680
    TabIndex   = 4
    Tag        = $"DIALOGUE.frx":0000
    Top        = 1680
    Width      = 1092
End
Begin VB.Label Label3
    BackColor  = &H00FFFFFFC0&

```

```

Caption      = "Nombre de redressements par lissage"
ForeColor    = &H00000000&
Height       = 252
Left         = 240
TabIndex     = 13
Top          = 2280
Width        = 4092
End
Begin VB.Label Label5
    Appearance = 0 'Flat
    BackColor  = &H00FFFFFFC0&
    Caption    = "Énergie du dernier canal à traiter (en
Volts)"
    ForeColor  = &H800000008&
    Height     = 372
    Left       = 240
    TabIndex   = 12
    Top        = 1200
    Width      = 4092
End
Begin VB.Label Label2
    Appearance = 0 'Flat
    BackColor  = &H00FFFFFFC0&
    Caption    = "Énergie du premier canal à traiter (en
Volts)"
    ForeColor  = &H800000008&
    Height     = 372
    Left       = 240
    TabIndex   = 11
    Top        = 720
    Width      = 4092
End
Begin VB.Label Label4
    Appearance = 0 'Flat
    BackColor  = &H00FFFFFFC0&
    Caption    = $"DIALOGUE.frx":0052
    ForeColor  = &H800000008&
    Height     = 372
    Left       = 240
    TabIndex   = 9
    Top        = 1680
    Width      = 4092
End
End
End
Begin VB.ComboBox Comb1
    Appearance = 0 'Flat
    Height     = 288
    Left       = 5160
    Style      = 2 'Dropdown List
    TabIndex   = 1
    Tag        = $"DIALOGUE.frx":009D
    Top        = 360
    Width      = 1092
End
End
Begin VB.Label Label1
    Appearance = 0 'Flat
    BackColor  = &H00FFFFFFC0&
    Caption    = "Nombre de profils à ajuster"
    ForeColor  = &H800000008&
    Height     = 252

```

```

        Left           = 120
        TabIndex       = 0
        Top            = 360
        Width          = 2772
    End
End
Attribute VB_Name = "Form2"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub Command1_Click()
    ReDim temp(1 To UBound(databrut, 1)) As Long 'Variable temporaire
    Dim faute As Integer 'Pour retourner le code d'erreur

    N_Profil = Val(Form2.Combol.Text) 'On stocke le nombre de profils à
ajuster
    'On initialise la matrice qui contient les paramètres de fit
    ReDim Para_Fit(1 To 5, 1 To N_Profil) As Single

    ReDim delta(1 To 4, 1 To N_Profil) As Single 'On dimensionne la
matrice des delta

    N_Liss = Val(Form2.Text2.Text) 'On stocke le nombre de lissage

    'Trappe au cas où l'on voudrait commencer le traitement avant le
début du spectre.
    If Ener2Canal(Val(Form2.Text1.Text)) > Prem_Ener Then
        debut_fit = Ener2Canal(Val(Form2.Text1.Text)) 'On stocke le
numéro du premier canal valide
    Else
        debut_fit = Prem_Canal
    End If

    'Trappe au cas où l'on voudrait finir le traitement après la fin du
spectre.
    If Ener2Canal(Val(Form2.Text4.Text)) < Dern_Canal Then
        fin_fit = Ener2Canal(Val(Form2.Text4.Text)) 'On stocke le numéro
du premier canal valide
    Else
        fin_fit = Dern_Canal
    End If

    If Form2.Check1.Value = 1 Then 'On test si on doit soustraire la
pente ou non
        S_Pente = True 'Flag pour savoir si la pente a été soustraitee
        Call Sous_pente(databrut(), temp(),
Ener2Canal(Val(Form2.Text1.Text))) 'On soustrait la pente
        Call Copy_Vecteur(temp(), databrut(), 1, NumCanal) 'On recopie
le vecteur temporaire dans databrut
    Else
        S_Pente = False
    End If

    Larg_fais = Val(Form2.Text3.Text) * (Ener_Canal / 1000) 'On garde la
largeur du faisceau

    'If N_Liss <> 0 Then
    '
        Call redresse(databrut(), temp(), N_Liss,
faute,debut_fit,fin_fit) 'On redresse par lissage la courbe
expérimentale

```

```

'      Call Copy_Vecteur(temp(), databrut(), 1, NumCanal)'On recopie
le vecteur temporaire dans databrut()
'End If

Form7.Picture1.Refresh

Form2.Visible = False 'On rend invisible la forme sur les données

Form1.Menu_Para_Pidp.Enabled = True
'Form5.Visible = True 'On affiche la forme pour l'entrée des
paramètres de fit
End Sub

Private Sub Command2_Click()
Form2.Visible = False
End Sub

Private Sub Form_Load()
'960304: Modification pour permettre 60 profils pour Christine
For i = 1 To 60
Form2.Combol.AddItem CStr(i)
Next i
Form2.Text1.Text = Str$(Canal2Ener(Prem_Canal))
End Sub

```

Module Parafits.frm

```

VERSION 4.00
Begin VB.Form Form5
    Appearance       = 0   'Flat
    BackColor        = &H00FFFFC0&
    BorderStyle      = 3   'Fixed Dialog
    Caption          = "Paramètres des profils à ajuster"
    ClientHeight     = 3720
    ClientLeft       = 204
    ClientTop        = 2448
    ClientWidth      = 6456
    BeginProperty Font
        name          = "MS Sans Serif"
        charset       = 1
        weight        = 700
        size          = 7.8
        underline     = 0   'False
        italic        = 0   'False
        strikethrough = 0   'False
    EndProperty
    ForeColor        = &H80000008&
    Height           = 4272
    Left             = 156
    LinkTopic        = "Form5"
    ScaleHeight      = 3720
    ScaleWidth       = 6456
    Top              = 1944
    Visible          = 0   'False
    Width            = 6552
    Begin VB.TextBox Text8
        Appearance     = 0   'Flat
        Height         = 288
        Left           = 2760
        TabIndex       = 8
        Tag            = $"PARAFITS.frx":0000
        Top            = 2400
        Width          = 1572
    End
    Begin VB.TextBox Text7
        Appearance     = 0   'Flat
        Height         = 288
        Left           = 2760
        TabIndex       = 7
        Tag            = $"PARAFITS.frx":004D
        Top            = 1920
        Width          = 1572
    End
    Begin VB.TextBox Text6
        Appearance     = 0   'Flat
        Height         = 492
        Left           = 2760
        TabIndex       = 6
        Tag            = $"PARAFITS.frx":009A
        Top            = 1200
    End

```

```

        Width          = 1572
    End
    Begin VB.TextBox Text5
        Appearance       = 0 'Flat
        Height           = 288
        Left             = 2760
        TabIndex         = 5
        Tag              = $"PARAFITS.frx":00E7
        Top              = 720
        Width            = 1572
    End
    Begin VB.CommandButton Command6
        Appearance       = 0 'Flat
        BackColor        = &H80000005&
        Caption          = "Annuler"
        Height           = 732
        Left             = 2280
        TabIndex         = 0
        Top              = 2880
        Width            = 2052
    End
    Begin VB.CommandButton Command5
        Appearance       = 0 'Flat
        BackColor        = &H80000005&
        Caption          = "OK"
        Height           = 732
        Left             = 240
        TabIndex         = 11
        Top              = 2880
        Width            = 2052
    End
    Begin VB.CommandButton Command4
        Appearance       = 0 'Flat
        BackColor        = &H80000005&
        Caption          = ">>"
        Height           = 252
        Left             = 6120
        TabIndex         = 14
        Tag              = "Cliquez ici pour retourner au dernier
profil."
        Top              = 2040
        Width            = 252
    End
    Begin VB.CommandButton Command3
        Appearance       = 0 'Flat
        BackColor        = &H80000005&
        Caption          = ">"
        Height           = 252
        Left             = 5640
        TabIndex         = 10
        Tag              = "Cliquez ici pour retourner au profil
suivant."
        Top              = 2040
        Width            = 252
    End
    Begin VB.CommandButton Command2
        Appearance       = 0 'Flat
        BackColor        = &H80000005&
        Caption          = "<"
        Height           = 252

```

```

        Left           = 5160
        TabIndex       = 23
        Tag            = "Cliquez ici pour retournez au profil
précédent."
        Top            = 2040
        Width          = 252
    End
    Begin VB.CommandButton Command1
        Appearance      = 0 'Flat
        BackColor       = &H80000005&
        Caption         = "«"
        Height          = 252
        Left            = 4680
        TabIndex       = 22
        Tag            = "Cliquez ici pour retournez au premier
profil."
        Top            = 2040
        Width          = 252
    End
    Begin VB.Frame Frame1
        Appearance      = 0 'Flat
        BackColor       = &H00FFFFFFC0&
        Caption         = "Type de profil"
        ForeColor       = &H80000008&
        Height          = 1212
        Left            = 4680
        TabIndex       = 9
        Top            = 600
        Width          = 1692
    End
    Begin VB.OptionButton Option2
        Appearance      = 0 'Flat
        BackColor       = &H00FFFFFFC0&
        Caption         = "FANO"
        ForeColor       = &H80000008&
        Height          = 252
        Left            = 120
        TabIndex       = 13
        Tag            = $"PARAFITS.frx":0134
        Top            = 720
        Value           = -1 'True
        Width          = 1092
    End
    Begin VB.OptionButton Option1
        Appearance      = 0 'Flat
        BackColor       = &H00FFFFFFC0&
        Caption         = "FINO"
        ForeColor       = &H80000008&
        Height          = 252
        Left            = 120
        TabIndex       = 12
        Tag            = $"PARAFITS.frx":0186
        Top            = 360
        Width          = 1212
    End
End
Begin VB.TextBox Text4
    Appearance      = 0 'Flat
    Height          = 288
    Left            = 1560
    TabIndex       = 4

```

```

        Tag          = "Entrez ici l'amplitude du profil."
        Top          = 2400
        Width        = 852
    End
    Begin VB.TextBox Text3
        Appearance    = 0 'Flat
        Height        = 288
        Left          = 1560
        TabIndex      = 3
        Tag           = "Entrez ici le facteur de forme du profil."
        Top           = 1920
        Width         = 852
    End
    Begin VB.TextBox Text2
        Appearance    = 0 'Flat
        Height        = 492
        Left          = 1560
        TabIndex      = 2
        Tag           = "Entrez ici la largeur du profil"
        Top           = 1200
        Width         = 852
    End
    Begin VB.TextBox Text1
        Appearance    = 0 'Flat
        Height        = 288
        Left          = 1560
        TabIndex      = 1
        Tag           = "Entrez l'énergie du centre du profil."
        Top           = 720
        Width         = 852
    End
    Begin VB.Label Label7
        Alignment     = 2 'Center
        Appearance    = 0 'Flat
        BackColor     = &H00FFFFFFC0&
        Caption       = "Delta (en absolu) pour l'ajustement"
        ForeColor     = &H800000008&
        Height        = 372
        Left          = 2760
        TabIndex      = 21
        Top           = 120
        Width         = 1692
    End
    Begin VB.Label Label6
        Appearance    = 0 'Flat
        BackColor     = &H00FFFFFFC0&
        Caption       = "Profil numéro"
        ForeColor     = &H800000008&
        Height        = 252
        Left          = 4800
        TabIndex      = 20
        Tag           = "Numéro du profil en cours d'édition."
        Top           = 120
        Width         = 1692
    End
    Begin VB.Label Label5
        Appearance    = 0 'Flat
        BackColor     = &H00FFFFFFC0&
        Caption       = "Sigma"
        ForeColor     = &H800000008&

```

```

        Height      = 252
        Left        = 240
        TabIndex    = 19
        Top         = 2400
        Width       = 1212
    End
    Begin VB.Label Label4
        Appearance   = 0 'Flat
        BackColor    = &H00FFFFFFC0&
        Caption      = "q"
        ForeColor    = &H800000008&
        Height       = 252
        Left         = 240
        TabIndex     = 18
        Top          = 1920
        Width        = 1212
    End
    Begin VB.Label Label3
        Appearance   = 0 'Flat
        BackColor    = &H00FFFFFFC0&
        Caption      = "Gamma (en Volts)"
        ForeColor    = &H800000008&
        Height       = 492
        Left         = 240
        TabIndex     = 17
        Top          = 1200
        Width        = 1212
    End
    Begin VB.Label Label2
        Appearance   = 0 'Flat
        BackColor    = &H00FFFFFFC0&
        Caption      = "Er (en Volts)"
        ForeColor    = &H800000008&
        Height       = 252
        Left         = 240
        TabIndex     = 16
        Top          = 720
        Width        = 1212
    End
    Begin VB.Label Label1
        Alignment    = 2 'Center
        Appearance   = 0 'Flat
        BackColor    = &H00FFFFFFC0&
        Caption      = "Valeur des paramètres initiaux"
        ForeColor    = &H800000008&
        Height       = 372
        Left         = 240
        TabIndex     = 15
        Top          = 120
        Width        = 2172
    End
    Begin VB.Menu Menu_Prev
        Caption      = "Prévision"
    End
    Begin VB.Menu form5_Sauv
        Caption      = "Sauver les paramètres"
    End
End
Attribute VB_Name = "Form5"
Attribute VB_Creatable = False

```

```

Attribute VB_Exposed = False
Dim pc As Integer 'Indice pointant sur le paramètre en cours d'entrée

Private Sub Command1_Click()

    'On lit les paramètres entrés pour le profil courant
    Para_Fit(1, pc) = Ener2Canal(Val(Form5.Text1.Text))
    Para_Fit(2, pc) = Val(Form5.Text2.Text) / (Ener_Canal / 1000)
    Para_Fit(3, pc) = Val(Form5.Text3.Text)
    Para_Fit(4, pc) = Val(Form5.Text4.Text)
    If Form5.Option1.Value = True Then
        Para_Fit(5, pc) = IsFINO
    Else
        Para_Fit(5, pc) = IsFano
    End If

    delta(1, pc) = Val(Form5.Text5.Text) / (Ener_Canal / 1000)
    delta(2, pc) = Val(Form5.Text6.Text) / (Ener_Canal / 1000)
    delta(3, pc) = Val(Form5.Text7.Text)
    delta(4, pc) = Val(Form5.Text8.Text)

    pc = 1 'On fixe l'indice de profil
    Form5.Label6.Caption = "Profil numéro: " + Str(pc)
    Call Set_para(pc) 'On réactualise les données affichées.

End Sub

Private Sub Command2_Click()

    'On lit les paramètres entrés pour le profil courant
    Para_Fit(1, pc) = Ener2Canal(Val(Form5.Text1.Text))
    Para_Fit(2, pc) = Val(Form5.Text2.Text) / (Ener_Canal / 1000)
    Para_Fit(3, pc) = Val(Form5.Text3.Text)
    Para_Fit(4, pc) = Val(Form5.Text4.Text)
    If Form5.Option1.Value = True Then
        Para_Fit(5, pc) = IsFINO
    Else
        Para_Fit(5, pc) = IsFano
    End If

    delta(1, pc) = Val(Form5.Text5.Text) / (Ener_Canal / 1000)
    delta(2, pc) = Val(Form5.Text6.Text) / (Ener_Canal / 1000)
    delta(3, pc) = Val(Form5.Text7.Text)
    delta(4, pc) = Val(Form5.Text8.Text)

    'Si le numéro du profil courant est égal à celui du nombre
    'de profil requis, on retourne au premier profil.
    If pc = 1 Then
        pc = N_Profil 'On pointe sur le premier profil
        Form5.Label6.Caption = "Profil numéro: " + Str(pc)
        Call Set_para(pc) 'On réactualise les données affichées.
    Else
        pc = pc - 1 'On incrémente l'indice de profil
        Form5.Label6.Caption = "Profil numéro: " + Str(pc)
        Call Set_para(pc) 'On réactualise les données affichées.
    End If

End Sub

Private Sub Command3_Click()

```

```

'On lit les paramètres entrés pour le profil courant
Para_Fit(1, pc) = Ener2Canal(Val(Form5.Text1.Text))
Para_Fit(2, pc) = Val(Form5.Text2.Text) / (Ener_Canal / 1000)
Para_Fit(3, pc) = Val(Form5.Text3.Text)
Para_Fit(4, pc) = Val(Form5.Text4.Text)
If Form5.Option1.Value = True Then
    Para_Fit(5, pc) = IsFINO
Else
    Para_Fit(5, pc) = IsFano
End If

delta(1, pc) = Val(Form5.Text5.Text) / (Ener_Canal / 1000)
delta(2, pc) = Val(Form5.Text6.Text) / (Ener_Canal / 1000)
delta(3, pc) = Val(Form5.Text7.Text)
delta(4, pc) = Val(Form5.Text8.Text)

'Si le numéro du profil courant est égal à celui du nombre
'de profil requis, on retourne au premier profil.
If pc = N_Profil Then
    pc = 1 'On pointe sur le premier profil
    Form5.Label6.Caption = "Profil numéro: " + Str(pc)
    Call Set_para(pc) 'On réactualise les données affichées.
Else
    pc = pc + 1 'On incrémente l'indice de profil
    Form5.Label6.Caption = "Profil numéro: " + Str(pc)
    Call Set_para(pc) 'On réactualise les données affichées.
End If

End Sub

Private Sub Command4_Click()
'On lit les paramètres entrés pour le profil courant
Para_Fit(1, pc) = Ener2Canal(Val(Form5.Text1.Text))
Para_Fit(2, pc) = Val(Form5.Text2.Text) / (Ener_Canal / 1000)
Para_Fit(3, pc) = Val(Form5.Text3.Text)
Para_Fit(4, pc) = Val(Form5.Text4.Text)
If Form5.Option1.Value = True Then
    Para_Fit(5, pc) = IsFINO
Else
    Para_Fit(5, pc) = IsFano
End If

delta(1, pc) = Val(Form5.Text5.Text) / (Ener_Canal / 1000)
delta(2, pc) = Val(Form5.Text6.Text) / (Ener_Canal / 1000)
delta(3, pc) = Val(Form5.Text7.Text)
delta(4, pc) = Val(Form5.Text8.Text)

pc = N_Profil 'On fixe l'indice de profil
Form5.Label6.Caption = "Profil numéro: " + Str(pc)
Call Set_para(pc) 'On réactualise les données affichées.

End Sub

Private Sub Command5_Click()

    ReDim temp(1 To UBound(datatheo, 1)) As Long 'Variable temporaire
    pour la routine de lissage
    Dim erreur As Integer 'Variable pour retourner le message d'erreur.

```

```

'On lit les paramètres entrés pour le profil courant
Para_Fit(1, pc) = Ener2Canal(Val(Form5.Text1.Text))
Para_Fit(2, pc) = Val(Form5.Text2.Text) / (Ener_Canal / 1000)
Para_Fit(3, pc) = Val(Form5.Text3.Text)
Para_Fit(4, pc) = Val(Form5.Text4.Text)

If Form5.Option1.Value = True Then 'Détermine si on a un fano ou un
fino
    Para_Fit(5, pc) = IsFINO
Else
    Para_Fit(5, pc) = IsFano
End If

delta(1, pc) = Val(Form5.Text5.Text) / (Ener_Canal / 1000)
delta(2, pc) = Val(Form5.Text6.Text) / (Ener_Canal / 1000)
delta(3, pc) = Val(Form5.Text7.Text)
delta(4, pc) = Val(Form5.Text8.Text)

For i = 2 To 4 'On commence à 2 car seul Er peut être égal à zéro
    For j = 1 To N_Profil
        If Para_Fit(i, j) = 0 Then
            Call Command6_Click
        End If
    Next j
Next i

Form1.Menu_Ajus.Enabled = True 'Maintenant, on permet l'ajustement

'On bâti la courbe théorique
'960131 On REM le if pcq pierre laverge ne redresse que la zone
d'interet. Retablit la cohérence d'avec le reste
'du programme.
'If (Val(Form2.Text3.Text) > 0) Or (N_Liss > 0) Then
'Si on a un redressement ou un lissage, on doit créer toute la
courbe afin
'd'éviter les effets de bouts
'Call Bati_Theo(1, NumCanal, datatheo(), Para_Fit())
'Else
'Par contre, si on a pas de redressement ou de lissage à faire,
on peut alors
'alors créer que la partie de spectre nécessaire car on a pas à
se soucier des
'effets de bouts. C'est aussi plus rapide.
Call Bati_Theo(Prem_Canal, Dern_Canal, datatheo(), Para_Fit())
'End If

'On en fait le lissage pour compenser la largeur naturelle du
faisceau
'Le nombre de lissage vient d'une relation du programme de Bob
Gosselin
If Larg_fais > 0 Then 'Si le nombre de lissages est différent de 0

```

```

        Call Lisser(datatheo(), temp(), CInt(Larg_fais / 10 - 0.1 + 0.35
+ Larg_fais ^ 2), erreur, 1, NumCanal)

        If erreur = True Then
            End
        End If

        Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal) 'On recopie
la réponse dans datatheo()
        End If

        'On soustraie la pente
        If Form2.Check1.Value = 1 Then 'On test si on doit soustraire la
pente ou non
            Call Sous_pente(datatheo(), temp(), debut_fit) 'On soustrait la
pente de la courbe théorique
            Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal) 'On recopie
la réponse dans datatheo()
            End If

        'On redresse la courbe
        If N_Liss <> 0 Then 'Si le nombre de lissage est différent de 0.
            Call redresse(datatheo(), temp(), N_Liss, erreur, 1, NumCanal)
        'On redresse le profil théorique
            Call Copy_Vecteur(temp(), datatheo(), 1, NumCanal) 'On recopie
la réponse dans datatheo()
            End If

        Debug.Print "données théoriques"
        For i = 1 To NumCanal
            Debug.Print datatheo(i)
        Next i
        Debug.Print
        '960217: On ne fait disparaître la forme qu'à ce stade afin de ne
pas afficher le spectre pas redresser
        Form5.Visible = False 'On cache la forme d'entrée des données

        'On rafraîchit l'affichage du spectre car il est maintenant créé
        'Form7.Picture1.Refresh

        'On calcule la différence entre les données expérimentales et les
profils
        'théoriques. C'est cela que l'on veut minimiser.
        For i = 1 To NumCanal
            datadiff(i) = databrut(i) - datatheo(i)
        Next i

        'On initialise le grid de la forme 7
        Form4.Grid1.Cols = 10
        Form4.Grid1.ColWidth(1) = 900
        Form4.Grid1.ColWidth(2) = 1200
        Form4.Grid1.ColWidth(3) = 900
        Form4.Grid1.ColWidth(4) = 900
        Form4.Grid1.ColWidth(5) = 1200
        Form4.Grid1.ColWidth(6) = 1200
        Form4.Grid1.ColWidth(7) = 1200
        Form4.Grid1.ColWidth(8) = 1200
        Form4.Grid1.ColWidth(9) = 1200
        Form4.Grid1.Rows = (N_Profil + 2)
        Form4.Grid1.Col = 2

```

```

Form4.Grid1.Row = 1
Form4.Grid1.Text = "Er"
Form4.Grid1.Col = 3
Form4.Grid1.Text = "Gamma"
Form4.Grid1.Col = 4
Form4.Grid1.Text = "q"
Form4.Grid1.Col = 5
Form4.Grid1.Text = "Sigma"
Form4.Grid1.Col = 6
Form4.Grid1.Text = "delta Er"
Form4.Grid1.Col = 7
Form4.Grid1.Text = "delta Gamma"
Form4.Grid1.Col = 8
Form4.Grid1.Text = "delta q"
Form4.Grid1.Col = 9
Form4.Grid1.Text = "delta Sigma"

Form4.Grid1.Col = 1
For i = 2 To (N_Profil + 1)
    Form4.Grid1.Row = i
    Form4.Grid1.Text = "Profil " + Str(i - 1)
Next i

For i = 2 To (N_Profil + 1) 'Balaye les lignes

    For j = 2 To 5 'Balaye les colonnes pour les valeurs des
paramètres
        Form4.Grid1.Row = i
        Form4.Grid1.Col = j

        Select Case (j - 1) 'Pour certain paramètre, il faut faire
des conversions
            Case 1
                'Convertir de canal à énergie, avec l'interval du
spectre
                Form4.Grid1.Text =
Format$(Str(Canal2Ener(CInt(Para_Fit(j - 1, i - 1)))), "###.### #")
            Case 2
                'Convertir de canal à énergie avec l'énergie par
canal
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1) * (Ener_Canal / 1000)), "#.### #")
            Case 3
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1)), "###.### #")
            Case 4
                Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(Para_Fit(j - 1, i -
1)), "# ### ### ###.##")
        End Select

    Next j

    For j = 6 To 9 'Balaye les colonnes pour les valeurs des delta
des différents
        'paramètres

        Form4.Grid1.Row = i
        Form4.Grid1.Col = j

        Select Case (j - 1) 'Le format change en fonction du delta

```

```

        Case 5
            Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i - 1)
* (Ener_Canal / 1000)), "##.### ###")
        Case 6
            Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i - 1)
* (Ener_Canal / 1000)), "##.### ###")
        Case 7
            Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i -
1)), "##.### ###")
        Case 8
            Form4.Grid1.Text = Format$(Str$(delta(j - 5, i -
1)), "# ### ###.###")
        End Select

    Next j

Next i

'On calcule la différence entre les données expérimentales et les
profils
'théoriques. C'est cela que l'on veut minimiser.

For i = 1 To NumCanal
    datadiff(i) = databrut(i) - datatheo(i)
Next i

Form7.Picture3.Visible = True
Form7.Picture3.Refresh
Form1.Menu_Fich_Enlp.Enabled = True 'On peut maintenant sauver des
paramètres sur disque
'puisqu'on en a en mémoire
End Sub

Private Sub Command6_Click()
    Form5.Visible = True
End Sub

Private Sub Form_Load()

    For i = 1 To 4

        For j = 1 To N_Profil
            Para_Fit(i, j) = 0
        Next j

    Next i

    pc = 1 'on pointe sur les paramètres du premier fit
    Form5.Label6.Caption = "Profil numéro: " + Str(pc)

    Call Set_para(pc)

End Sub

Private Sub form5_Sauv_Click()

    ReDim out(1 To UBound(datatheo, 1)) As Long 'Variable temporaire qui
contient la courbe à sauver

```

```

Call Bati_Theo(1, UBound(out, 1), out(), Para_Fit())
Form1.CMDialog1.Action = 2

If Form1.CMDialog1.filename <> "" Then
    Fich_input = Form1.CMDialog1.filename
    Open Fich_input For Output Access Write Lock Write As #2
    Form1.MousePointer = 11
    Print #2, UBound(out, 1)

    For i = 1 To UBound(out, 1)
        Print #2, out(i)
    Next i

    Close #2
End If

End Sub

Private Sub Menu_Prev_Click()

    'On lit les paramètres entrés pour le profil courant
    Para_Fit(1, pc) = Ener2Canal(Val(Form5.Text1.Text))
    Para_Fit(2, pc) = Val(Form5.Text2.Text) / (Ener_Canal / 1000)
    Para_Fit(3, pc) = Val(Form5.Text3.Text)
    Para_Fit(4, pc) = Val(Form5.Text4.Text)
    If Form5.Option1.Value = True Then
        Para_Fit(5, pc) = IsFINO
    Else
        Para_Fit(5, pc) = IsFano
    End If

    delta(1, pc) = Val(Form5.Text5.Text) / (Ener_Canal / 1000)
    delta(2, pc) = Val(Form5.Text6.Text) / (Ener_Canal / 1000)
    delta(3, pc) = Val(Form5.Text7.Text)
    delta(4, pc) = Val(Form5.Text8.Text)

    A_Prevoir = pc 'On passe à PREVFAFI, quel structure dessiner dans sa
fenêtre graphique.

    Form10.Visible = True
    Form10.Refresh

End Sub

Private Sub Option3_Click()
    If Form7.Visible = True Then
        Form7.Label7.Caption = "Écart quadratique:"
    End If
End Sub

Private Sub Option4_Click()
    If Form7.Visible = True Then
        Form7.Label7.Caption = "Chi carré:"
    End If
End Sub

Private Sub Set_para(indice As Integer) 'Procédure pour afficher les
paramètres dans les boîtes de dialogue

    If Form5.Visible = True Then

```

```

Form5.Text1.Text = Str$(Canal2Ener(CInt(Para_Fit(1, indice))))
Form5.Text2.Text = Str$(Para_Fit(2, indice) * (Ener_Canal /
1000))
Form5.Text3.Text = Str$(Para_Fit(3, indice))
Form5.Text4.Text = Str$(Para_Fit(4, indice))
Form5.Text5.Text = Str$(delta(1, indice) * (Ener_Canal / 1000));
Form5.Text6.Text = Str$(delta(2, indice) * (Ener_Canal / 1000))
Form5.Text7.Text = Str$(delta(3, indice))
Form5.Text8.Text = Str$(delta(4, indice))

If Para_Fit(5, indice) = IsFano Then
    Form5.Option2.Value = True
    Form5.Option1.Value = False
Else
    Form5.Option2.Value = False
    Form5.Option1.Value = True
End If

End If

End Sub

```

Module Courbtot.frm

```

VERSION 4.00
Begin VB.Form Form7
    Appearance      = 0   'Flat
    BackColor       = &H00FFFFFF&
    Caption         = "Évolution de l'ajustement"
    ClientHeight    = 5820
    ClientLeft      = 2448
    ClientTop       = 2616
    ClientWidth     = 9768
    BeginProperty Font
        name         = "MS Sans Serif"
        charset      = 1
        weight       = 700
        size         = 7.8
        underline    = 0   'False
        italic       = 0   'False
        strikethrough = 0   'False
    EndProperty
    ForeColor       = &H80000008&
    Height          = 6372
    Left            = 2400
    LinkTopic       = "Form7"
    ScaleHeight     = 5820
    ScaleWidth      = 9768
    Top             = 2112
    Width           = 9864
    Begin VBX.VideoSoftElastic VSElastic1
        Align         = 5   'Fill Container
        AutoSizeChildren = 7 'Proportional
        BackColor     = &H00FFFFC0&
        Height        = 5820
        IntBkg        = &H00FFFFC0&
        Left          = 0
        TabIndex      = 8
        Top           = 0
        Width         = 9768
    End
    Begin VB.PictureBox Picture3
        Appearance     = 0   'Flat
        BackColor      = &H80000005&
        ForeColor      = &H80000008&
        Height         = 984
        Left           = 1308
        ScaleHeight    = 960
        ScaleWidth     = 8148
        TabIndex      = 0
        Top            = 4428
        Width          = 8172
    End
    Begin VB.PictureBox Picture1
        Appearance     = 0   'Flat
        BackColor      = &H80000005&
        ForeColor      = &H80000008&
        Height         = 3852

```

```

        Left           = 1308
        ScaleHeight    = 3824.107
        ScaleMode       = 0 'User
        ScaleWidth     = 8143.376
        TabIndex       = 9
        Top            = 120
        Width          = 8172
    End
Begin VB.Label Label9
    BackColor          = &H00FFFFFF&
    Height             = 192
    Left              = 7320
    TabIndex          = 11
    Top               = 4080
    Width             = 2172
End
Begin VB.Label Label4
    Appearance         = 0 'Flat
    BackColor          = &H80000005&
    Caption            = "0"
    ForeColor          = &H80000008&
    Height             = 192
    Left              = 108
    TabIndex          = 5
    Top               = 5232
    Width             = 1020
End
Begin VB.Label Label7
    Appearance         = 0 'Flat
    BackColor          = &H80000005&
    Caption            = "Écart quadratique moyen"
    ForeColor          = &H80000008&
    Height             = 192
    Left              = 1308
    TabIndex          = 10
    Top               = 4080
    Width             = 3180
End
Begin VB.Label Label3
    Appearance         = 0 'Flat
    BackColor          = &H00FFFFFF&
    ForeColor          = &H80000008&
    Height             = 204
    Left              = 108
    TabIndex          = 1
    Top               = 4428
    Width             = 1020
End
Begin VB.Label Label6
    Appearance         = 0 'Flat
    BackColor          = &H00FFFFFF&
    ForeColor          = &H80000008&
    Height             = 288
    Left              = 8064
    TabIndex          = 2
    Top               = 5412
    Width             = 1428
End
Begin VB.Label Label5
    Appearance         = 0 'Flat

```

```

        BackColor      =    &H00FFFFFF&
        ForeColor      =    &H80000008&
        Height         =    288
        Left           =    1308
        TabIndex       =    3
        Top            =    5412
        Width          =    1440
    End
    Begin VB.Label Label8
        Appearance      =    0 'Flat
        BackColor       =    &H00FFFFFF&
        ForeColor       =    &H80000008&
        Height          =    192
        Left            =    4932
        TabIndex        =    4
        Top             =    4080
        Width           =    2052
    End
    Begin VB.Label Label2
        Appearance      =    0 'Flat
        BackColor       =    &H00FFFFFF&
        ForeColor       =    &H80000008&
        Height          =    204
        Left            =    108
        TabIndex        =    6
        Top             =    3768
        Width           =    1020
    End
    Begin VB.Label Label1
        Appearance      =    0 'Flat
        BackColor       =    &H00FFFFFF&
        ForeColor       =    &H80000008&
        Height          =    252
        Left            =    108
        TabIndex        =    7
        Top             =    120
        Width           =    1020
    End
End
Begin VB.Menu Menu_Affi
    Caption           =    "Affichage des paramètres"
    Begin VB.Menu Menu_Affi_Visi
        Caption         =    "Visible"
    End
    Begin VB.Menu Menu_Affi_Invi
        Caption         =    "Invisible"
        Checked          =    -1 'True
    End
End
Begin VB.Menu Menu_Affi_Coor
    Caption           =    "Affichage des coordonnées"
    Begin VB.Menu Menu_Coor_Visi
        Caption         =    "Visible"
    End
    Begin VB.Menu Menu_coor_invi
        Caption         =    "Invisible"
        Checked          =    -1 'True
    End
End
Begin VB.Menu curv_dump

```

```

Caption          = "&Curves dumping!"
End
End
Attribute VB_Name = "Form7"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub curv_dump_Click()
'970212: On permet de dumper le contenu de la courbe expérimentale et
théorique
'dans un fichier qui peut être lu par Excel

'If FileLen(Left(Fich_input, Len(Fich_input) - 3) + "dmp") <> 0 Then
'    Kill (Left(Fich_input, Len(Fich_input) - 3) + "dmp") 'On s'assure
que le fichier résultant de
'    'l'opération précédente est bien effacé
'End If

Open Left(Fich_input, Len(Fich_input) - 3) + "dmp" For Output Access
Write Lock Write As #3 'Créé un
'fichier qui contiendra le dump du fit.

'On met un header au fichier pour identifier les colonnes
Print #3, "Énergie en eV,Courbe Expérimentale,Fit,Différence,Plus
Sigma,Moins Sigma,Incertitude absolue"
For i = debut_fit To fin_fit 'On boucle sur tout les points dans le fit
    Print #3, Canal2Ener(CInt(i)); ", "; databrut(i); ", ";
    datatheo(i); ", "; datadiff(i); ", "; Sqr(datain(i)); ", ";
    Sqr(datain(i)); ", "; ((databrut(i) - datatheo(i)) ^ 2) / datain(i)
Next i

Close #3

End Sub

Private Sub Form_Click()
    If Form7.Picture1.Visible = True Then
        Picture1.Refresh
    End If
    If Form7.Picture3.Visible = True Then
        Picture3.Refresh
    End If
End Sub

Private Sub Form_DblClick()

    If Form7.Picture1.Visible = True Then
        Picture1.Refresh
    End If

    If Form7.Picture3.Visible = True Then
        Picture3.Refresh
    End If
End Sub

Private Sub Form_Load()
    If Form6.Visible = True Then
        Form7.Label5.Caption = Format$(Str$(Canal2Ener(Prem_Canal)), "#
###.###")
    End If
End Sub

```

```

        Form7.Label6.Caption = Format$(Str$(Canal2Ener(Dern_Canal)), "#
###.###")
    End If
    'Form4.Visible = True
    'Form7.WindowState = 2 'On maximize le form
End Sub

Private Sub Form_Paint()

    If Form7.Picture1.Visible = True Then
        'form7.Picture1.Refresh
    End If

    If Form7.Picture3.Visible = True Then

        'On calcule la différence entre les données expérimentales et
les profils
        'théoriques. C'est cela que l'on veut minimiser.
        For i = 1 To NumCanal
            datadiff(i) = databrut(i) - datatheo(i)
        Next i

        'form7.Picture3.Refresh

    End If

    Form7.Label7.Caption = "Chi carré:"

    Form7.Label5.Caption = Format$(Str$(Canal2Ener(Prem_Canal)), "#
###.###")
    Form7.Label6.Caption = Format$(Str$(Canal2Ener(Dern_Canal)), "#
###.###")
End Sub

Private Sub Menu_Affi_Invi_Click()
    If Menu_Affi_Invi.CHECKED = True Then
        Menu_Affi_Visi.CHECKED = True
        Menu_Affi_Invi.CHECKED = False
        Form4.Visible = True
    Else
        Menu_Affi_Visi.CHECKED = False
        Menu_Affi_Invi.CHECKED = True
        Form4.Visible = False
    End If
End Sub

Private Sub Menu_Affi_Visi_Click()
    If Menu_Affi_Visi.CHECKED = True Then
        Menu_Affi_Visi.CHECKED = False
        Menu_Affi_Invi.CHECKED = True
        Form4.Visible = False
    Else
        Menu_Affi_Visi.CHECKED = True
        Menu_Affi_Invi.CHECKED = False
        Form4.Visible = True
    End If
End Sub

Private Sub Menu_coor_invi_Click()

```

```

Menu_Coor_Invi.CHECKED = True
Menu_Coor_Visi.CHECKED = False
Form8.Visible = False
End Sub

Private Sub Menu_Coor_Visi_Click()
Menu_Coor_Invi.CHECKED = False
Menu_Coor_Visi.CHECKED = True
Form8.Visible = True
End Sub

Private Sub Picture1_MouseDown(button As Integer, Shift As Integer, X As
Single, Y As Single)
If (button = 2) And (Form8.Visible = True) Then
Form8.Label3.Caption = Format$(Str$(Canal2Ener(CInt(X))),
"###.###")
Form8.Label4.Caption = Format$(Str$(Y), "### ### ###")
End If
End Sub

Private Sub Picture1_Paint()
ReDim tmp(1 To UBound(databrut, 1)) As Long
ReDim tmp2(1 To UBound(datatheo, 1)) As Long
Dim MI, MA As Long 'Variables temporaires pour contenir les valeurs
Minimales et Maximales
ReDim temp(1 To UBound(datatheo, 1)) As Long 'Variable temporaire
pour la routine de lissage
Dim erreur As Integer 'Variable pour retourner le message d'erreur.
Dim divfactor As Long 'En cas d'overflow, on divise tout les canaux
par ce facteur

'Constante pour l'error-handling
Const ErrDivByZero = 11 'Constantes pour trapper l'erreur de
division par zéro
'Const errOverflow = 6
Const ErrBadCall = 5 'Constante pour trapper l'erreur Illegal
function call

If Form7.Visible = True Then 'Si la fenêtre est visible, on la re-
dessine

Form7.Picture1.Cls
Form7.Picture1.DrawWidth = 1
Form7.Picture1.FillStyle = 0
Form7.Picture1.ForeColor = QBColor(1)

'On définit un système de coordonnées relatives pour la picture
window.
Form7.Picture1.ScaleMode = 0

If IsTheoExist = True Then

'Comme on affiche les données expérimentales et les profils
théoriques sur le même écran,
'on fait le scaling avec les valeurs extrêmes des deux.
Debug.Print "de form7.picture1.paint 2"
'970210: On multiplie MI et MA par le scaling factor afin
d'avoir à recaleulé des vecteurs, ce qui mêle la routine
'de calcul de chi2

```

```

        MI = minimum(Min_array(databrut(), Prem_Canal, Dern_Canal),
Min_array(datatheo(), Prem_Canal, Dern_Canal)) * sf
        MA = maximum(Max_array(databrut(), Prem_Canal, Dern_Canal),
Max_array(datatheo(), Prem_Canal, Dern_Canal)) * sf
        Debug.Print "mi="; MI
        Debug.Print "ma="; MA
        '960125: Ligne de trappage d"erreur
        'On Error GoTo ErrorHandler
        'Dans la ligne suivante, on convertit MA et MI en Single
pour éviter les round-off errors
        Form7.Picture1.Scale (Prem_Canal, MA)-(Dern_Canal, MI)
        Form7.Label1.Caption = Format$(MA / sf, "# ### ##")
        Form7.Label2.Caption = Format$(MI / sf, "# ### ##")

        'On redessine la courbe théorique.

        If Form3.Option2.Value = False Then

            For i = Prem_Canal To Dern_Canal - 1 'On boucle sur tout
les points à afficher
                'On dessine les autres lignes en rouge
                Form7.Picture1.Line (i, datatheo(i) * sf)-((i + 1),
datatheo(i + 1) * sf), QBColor(9)
            Next i

            Else

                For i = Prem_Canal To Dern_Canal 'On boucle sur tout les
points à afficher
                    'On dessine les autres points en rouge
                    Form7.Picture1.Circle (i, datatheo(i) * sf), 0.5,
QBColor(9)
                Next i

            End If

        Else

            'Si les données théoriques n'existent pas, on fait le
scaling qu"avec
            'les données brutes
            Debug.Print "de form7.picture1.paint (2)"
            MI = Min_array(databrut(), Prem_Canal, Dern_Canal) * sf
            MA = Max_array(databrut(), Prem_Canal, Dern_Canal) * sf
            Debug.Print "mi="; MI
            Debug.Print "ma="; MA
            '960125: Ligne de trappage d"erreur
            'On Error GoTo ErrorHandler
            'On convertit MA et MI en Single pour éviter les round-off
errors.

            Form7.Picture1.Scale (Prem_Canal, MA)-(Dern_Canal, MI)
            Form7.Label1.Caption = Format$(MA / sf, "# ### ##")
            Form7.Label2.Caption = Format$(MI / sf, "# ### ##")

        End If

        'On dessine la courbe expérimentale

```

```

        If MI <= 0 And MA > 0 Then 'On redessine l'axe que si il est
dans les limites du cadre graphique
            Form7.Picture1.Line (Prem_Canal, 0)-(Dern_Canal, 0),
QBColor(0) 'On dessine l'axe des x
        End If

        If Form3.Option2.Value = False Then

            For i = Prem_Canal To Dern_Canal - 1 'On boucle sur tout les
points à afficher
                'On dessine les autres lignes en noir
                Form7.Picture1.Line (i, databrut(i) * sf)-((i + 1),
databrut(i + 1) * sf), QBColor(1)
            Next i

            Else

                For i = Prem_Canal To Dern_Canal 'On boucle sur tout les
points à afficher
                    'On dessine les autres points en noir
                    Form7.Picture1.Circle (i, databrut(i) * sf), 0.5,
QBColor(1)
                Next i

            End If

        End If

Exit Sub

'Routine pour trapper les erreurs mathématiques 960125
ErrorHandler:
If Err.Number = ErrDivByZero Or Err.Number = ErrBadCall Then

    'Ici on compare 10 à la racine carré du plus petit nombre de compte,
ce qui est l"écart
    'quadratique moyen. On divisera par le plus petit des deux termes
afin de ne pas diminuer
    'l"intensité par un facteur supérieur à celui du bruit statistique.

    If Sqr(MI) <> 0 Then '960217: Ici on tient compte du cas où le plus
petit canal est zéro.
        divfactor = CLng(minimum(10, Sqr(MI))) 'Différent de zéro: pas
de problème
    Else
        divfactor = 10 'Égal à 0? On prend donc 10.
    End If
    Debug.Print "Erreur: facteur de division="; divfactor

    For i = Prem_Canal To Dern_Canal 'On boucle sur les donnée brute
        databrut(i) = databrut(i) \ divfactor '\ est le signe de
division entière. Beaucoup plus
                                                    'rapide que la division en
virgule flottante (/)
    Next i

    If IsTheoExist = True Then 'Si on a des données théoriques, la même
chose
        For i = Prem_Canal To Dern_Canal
            datatheo(i) = datatheo(i) \ divfactor

```

```

        Next i
    End If

    If Form1.Menu_Para_Pidp.Enabled = True Then 'On test si on a des
paramètres de fit
        For i = 1 To N_Profil 'On boucle sur tout les profils
            Para_Fit(4, i) = Para_Fit(4, i) \ divfactor
            delta(4, 1) = delta(4, i) \ divfactor '960217: Même chose
pour les delta
        Next i
    End If

    If IfTheoExist = True Then 'On recalcule MI et MA avant de résumé le
programme. Ce calcul dépend
        'de la situation où on se trouve
        Debug.Print "de form7.picture1.paint (3)"
        MI = minimum(Min_array(datattheo(), Prem_Canal, Dern_Canal),
Min_array(datattheo(), Prem_Canal, Dern_Canal))
        MA = maximum(Max_array(datattheo(), Prem_Canal, Dern_Canal),
Max_array(datattheo(), Prem_Canal, Dern_Canal))
    Else
        Debug.Print "de form7.picture1.paint (4)"
        MI = Min_array(datattheo(), Prem_Canal, Dern_Canal)
        MA = Max_array(datattheo(), Prem_Canal, Dern_Canal)
    End If

    'On affiche une boîte d'erreur pour dire à l'utilisateur qu'un scaling a
été fait
    rep = MsgBox("Le spectre a été scalé d'un facteur " +
Str(divfactor), vbInformation + vbCritical, "Oops!")

    Resume
Else
    End
End If

End Sub

Private Sub Picture3_Paint()

    ReDim temp(1 To UBound(datattheo, 1)) As Long 'Variable temporaire
pour la routine de lissage
    Dim erreur As Integer 'Variable pour retourner le message d'erreur.

    If IsTheoExist = True Then 'Si la fenêtre est visible, on la re-
dessine

        'On définit un système de coordonnées relatives pour la picture
window.
        Form7.Picture3.ScaleMode = 0
        Max_datadiff = CLng(Max_array(datadiff(), Prem_Canal,
Dern_Canal) * sf)
        Debug.Print Max_datadiff, CSng(Max_datadiff)
        Debug.Print "form7.picture3.paint (1)"
        Min_datadiff = CLng(Min_array(datadiff(), Prem_Canal,
Dern_Canal) * sf)
        Debug.Print Min_datadiff, CSng(Min_datadiff)

        If Max_datadiff = Min_datadiff Then 'Cas où la coïncidence est
parfaite

```

```

        Max_datadiff = Max_datadiff + 1
        Min_datadiff = Min_datadiff - 1
    End If

    '960213: On fait un typecast en single pour éviter les overflows
    en redessinant.
    Debug.Print          CSng(Prem_Canal),          CSng(Max_datadiff),
    CSng(Dern_Canal), CSng(Min_datadiff)
    Form7.Picture3.Scale (CSng(Prem_Canal), CSng(Max_datadiff))-
    (CSng(Dern_Canal), CSng(Min_datadiff))
    Form7.Label3.Caption = Format$(Max_datadiff / sf, "# ### ###
    ###")
    'Ici on utilise une astuce pour le forcer à afficher zéro
    Form7.Label4.Caption = Format$(Min_datadiff / sf, "# ### ###
    ###")
    Form7.Picture3.Cls
    Form7.Picture3.DrawWidth = 1
    Form7.Picture3.FillStyle = 0
    Form7.Picture3.ForeColor = QBColor(3) 'Ligne en vert

    If Min_datadiff < 0 Then '960217: si le minimum est inférieur à
    zéro, on doit tracer l'axe
                                'des x pour séparer les négatifs des
    positifs
        Form7.Picture3.Line (Prem_Canal, 0)-(Dern_Canal, 0),
    QBColor(0) 'On dessine l'axe des x
    End If

    If (Prem_Canal >= 1) And (UBound(databrut, 1) <= Dern_Canal)
    Then

        For i = Prem_Canal To Dern_Canal - 1 'On boucle sur tout les
        points à afficher
            'On dessine les autres lignes en vert
            Form7.Picture3.Line (i, datadiff(i) * sf)-((i + 1),
            datadiff(i + 1) * sf), QBColor(3)
        Next i

        Else

            For i = 1 To (UBound(databrut, 1) - 1) 'On boucle sur tout
            les points
                'On dessine les autres lignes en vert
                Form7.Picture3.Line (i, datadiff(i) * sf)-((i + 1),
                datadiff(i + 1) * sf), QBColor(3)
            Next i

            End If

            'Form7.Label8.Caption = Format$(Str$(Ecart_moy(debut_fit,
            fin_fit, datatheo(), databrut()))), "### ### ### ###.###")

        End If
    End Sub

    Private Sub VSElastic1_Click()
        Form7.Refresh
    End Sub

    Private Sub VSElastic1_DblClick()

```

```
        Form7.Refresh
    End Sub

    Private Sub VSElastic1_ResizeChildren()
        Form7.Refresh
    End Sub
```

Module Paraaffi.frm

```

VERSION 4.00
Begin VB.Form Form3
    Appearance       = 0   'Flat
    BackColor        = &H00FFFFFFC0&
    BorderStyle      = 3   'Fixed Dialog
    Caption          = "Paramètres de l'affichage"
    ClientHeight     = 2376
    ClientLeft       = 60
    ClientTop        = 3132
    ClientWidth      = 5268
    BeginProperty Font
        name          = "MS Sans Serif"
        charset       = 1
        weight        = 700
        size          = 7.8
        underline     = 0   'False
        italic        = 0   'False
        strikethrough = 0   'False
    EndProperty
    ForeColor        = &H800000008&
    Height           = 2700
    Left             = 12
    LinkTopic        = "Form3"
    MaxButton        = 0   'False
    MinButton        = 0   'False
    ScaleHeight      = 2376
    ScaleWidth       = 5268
    Top              = 2856
    Visible          = 0   'False
    Width            = 5364
    Begin VB.CommandButton Command3
        Appearance     = 0   'Flat
        BackColor       = &H800000005&
        Caption         = "RAZ"
        Height          = 2172
        Left            = 4200
        TabIndex        = 9
        Tag             = $"PARAAFFI.frx":0000
        Top             = 120
        Width           = 972
    End
    Begin VB.Frame Frame1
        Appearance     = 0   'Flat
        BackColor       = &H800000005&
        Caption         = "Type de représentation des données"
        ForeColor       = &H800000008&
        Height          = 972
        Left            = 120
        TabIndex        = 6
        Top             = 1320
        Width           = 3972
        Begin VB.OptionButton Option2
            Appearance  = 0   'Flat

```

```

        BackColor      =    &H800000005&
        Caption        =    "Pointillés"
        ForeColor       =    &H800000008&
        Height         =    252
        Left           =    120
        TabIndex        =    8
        Tag             =    $"PARAAFFI.frx":005E
        Top            =    600
        Width          =    3132
    End
    Begin VB.OptionButton Option1
        Appearance      =    0 'Flat
        BackColor       =    &H800000005&
        Caption         =    "Ligne brisée"
        ForeColor       =    &H800000008&
        Height          =    252
        Left            =    120
        TabIndex        =    7
        Tag             =    $"PARAAFFI.frx":00CD
        Top            =    240
        Value           =    -1 'True
        Width           =    3132
    End
End
Begin VB.CommandButton Command2
    Appearance      =    0 'Flat
    BackColor       =    &H800000005&
    Caption         =    "Annuler"
    Height          =    372
    Left            =    3240
    TabIndex        =    4
    Top            =    720
    Width           =    852
End
Begin VB.CommandButton Command1
    Appearance      =    0 'Flat
    BackColor       =    &H800000005&
    Caption         =    "OK"
    Height          =    372
    Left            =    3240
    TabIndex        =    3
    Top            =    120
    Width           =    852
End
Begin VB.TextBox Text2
    Appearance      =    0 'Flat
    Height          =    372
    Left            =    2280
    TabIndex        =    2
    Tag             =    "L'énergie du dernier canal du spectre à être
affiché à l'écran."
    Top            =    720
    Width           =    732
End
Begin VB.TextBox Text1
    Appearance      =    0 'Flat
    Height          =    372
    Left            =    2280
    TabIndex        =    1

```

```

        Tag                =    "L'énergie du premier canal du spectre à être
affiché à l'écran."
        Top                =    120
        Width              =    732
    End
    Begin VB.Label Label2
        Appearance          =    0 'Flat
        BackColor            =    &H80000005&
        Caption              =    "Dernière énergie affichée"
        ForeColor            =    &H80000008&
        Height               =    372
        Left                 =    120
        TabIndex             =    5
        Top                  =    720
        Width                =    1932
    End
    Begin VB.Label Label1
        Appearance          =    0 'Flat
        BackColor            =    &H80000005&
        Caption              =    "Première énergie affichée"
        ForeColor            =    &H80000008&
        Height               =    372
        Left                 =    120
        TabIndex             =    0
        Top                  =    120
        Width                =    1932
    End
End
Attribute VB_Name = "Form3"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub Command1_Click()

    If Ener2Canal(Val(Form3.Text1.Text)) >= 1 Then
        Prem_Canal = Ener2Canal(Val(Form3.Text1.Text))
    Else
        Prem_Canal = 1
    End If

    If Ener2Canal(Val(Form3.Text2.Text)) <= NumCanal Then
        Dern_Canal = Ener2Canal(Val(Form3.Text2.Text))
    Else
        Dern_Canal = NumCanal
    End If

    Form3.Visible = False

    If Form7.Visible = True Then
        Form7.Refresh
    End If
End Sub

Private Sub Command2_Click()
    Form3.Visible = False
End Sub

Private Sub Command3_Click()
    Prem_Canal = Ener2Canal(Prem_Ener)
    Dern_Canal = NumCanal

```

```
        Form3.Hide
        Form7.Refresh
    End Sub

    Private Sub Form_Load()
        Form3.Text1.Text = Str$(Canal2Ener(Prem_Canal))
        Form3.Text2.Text = Str$(Canal2Ener(NumCanal))
    End Sub
```

Module Gridpara.frm

```

VERSION 4.00
Begin VB.Form Form4
    Appearance       = 0 'Flat
    BackColor        = &H00FFFFC0&
    Caption          = "Paramètres des profils."
    ClientHeight     = 2772
    ClientLeft       = 648
    ClientTop        = 4128
    ClientWidth      = 9600
    BeginProperty Font
        name          = "MS Sans Serif"
        charset       = 1
        weight        = 700
        size          = 7.8
        underline     = 0 'False
        italic        = 0 'False
        strikethrough = 0 'False
    EndProperty
    ForeColor        = &H800000008&
    Height           = 3096
    Left             = 600
    LinkTopic        = "Form4"
    MaxButton        = 0 'False
    MinButton        = 0 'False
    ScaleHeight      = 2772
    ScaleWidth       = 9600
    Top              = 3852
    Visible          = 0 'False
    Width            = 9696
    Begin MSGrid.Grid Grid1
        Height       = 2775
        Left         = 0
        TabIndex     = 0
        Top          = 0
        Width        = 9615
        _version     = 65536
        _extentx     = 16960
        _extenty     = 4895
        _stockprops  = 77
        backcolor    = -2147483643
        mouseicon    = "GRIDPARA.frx":0000
    End
End
Attribute VB_Name = "Form4"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub Form_Load()
    'On initialise le grid de la forme 7
    Form4.Grid1.Cols = 10
    Form4.Grid1.ColWidth(1) = 900
    Form4.Grid1.ColWidth(2) = 1200
    Form4.Grid1.ColWidth(3) = 900

```

```

Form4.Grid1.ColWidth(4) = 900
Form4.Grid1.ColWidth(5) = 1200
Form4.Grid1.ColWidth(6) = 1200
Form4.Grid1.ColWidth(7) = 1200
Form4.Grid1.ColWidth(8) = 1200
Form4.Grid1.ColWidth(9) = 1200
Form4.Grid1.Rows = (N_Profil + 2)
Form4.Grid1.Col = 2
Form4.Grid1.Row = 1
Form4.Grid1.Text = "Er"
Form4.Grid1.Col = 3
Form4.Grid1.Text = "Gamma"
Form4.Grid1.Col = 4
Form4.Grid1.Text = "q"
Form4.Grid1.Col = 5
Form4.Grid1.Text = "Sigma"
Form4.Grid1.Col = 6
Form4.Grid1.Text = "delta Er"
Form4.Grid1.Col = 7
Form4.Grid1.Text = "delta Gamma"
Form4.Grid1.Col = 8
Form4.Grid1.Text = "delta q"
Form4.Grid1.Col = 9
Form4.Grid1.Text = "delta Sigma"
Form4.Grid1.Col = 1
For i = 2 To (N_Profil + 1)
    Form4.Grid1.Row = i
    Form4.Grid1.Text = "Profil " + Str(i - 1)
Next i
End Sub

Private Sub Form_Resize()
    '960306: On ajoute ce code pour permettre à la fenêtre de se
    redimensionner
    'À la demande de Christine.
    Form4.Grid1.Height = Form4.Height - 393
    Form4.Grid1.Width = Form4.Width - 108
End Sub

```

Module Calibrat.frm

```

VERSION 4.00
Begin VB.Form Form6
    Appearance      = 0   'Flat
    BackColor       = &H00FFFFC0&
    Caption         = "Calibration"
    ClientHeight    = 1080
    ClientLeft      = 4548
    ClientTop       = 4728
    ClientWidth     = 4572
    FillColor       = &H00FFFF80&
    BeginProperty Font
        name         = "MS Sans Serif"
        charset      = 1
        weight       = 700
        size         = 7.8
        underline    = 0   'False
        italic       = 0   'False
        strikethrough = 0   'False
    EndProperty
    ForeColor       = &H800000008&
    Height          = 1404
    KeyPreview      = -1  'True
    Left           = 4500
    LinkTopic       = "Form6"
    MaxButton       = 0   'False
    MinButton       = 0   'False
    ScaleHeight     = 1080
    ScaleWidth      = 4572
    Top            = 4452
    Visible         = 0   'False
    Width          = 4668
    Begin VB.CommandButton Command1
        Appearance      = 0   'Flat
        BackColor       = &H00FFFFC0&
        Caption         = "OK"
        Height          = 768
        Left           = 3480
        TabIndex        = 4
        Top            = 120
        Width          = 972
    End
    Begin VB.TextBox Text2
        Appearance      = 0   'Flat
        BackColor       = &H00FFFFC0&
        Height          = 288
        Left           = 2520
        TabIndex        = 3
        Tag             = "Ici vous entrez l'énergie par canal en
électron-Volt"
        Top            = 600
        Width          = 852
    End
    Begin VB.TextBox Text1

```

```

        Appearance      = 0 'Flat
        BackColor       = &H00FFFFFFC0&
        Height          = 288
        Left             = 2520
        TabIndex         = 2
        Tag              = "Ici vous entrez l'énergie du premier canal en
électron-Volt"
        Top              = 120
        Width            = 852
    End
    Begin VB.Label Label2
        Appearance      = 0 'Flat
        BackColor       = &H00FFFFFFC0&
        Caption         = "Énergie par canal (en mV)"
        ForeColor       = &H800000008&
        Height          = 252
        Left            = 120
        TabIndex        = 1
        Top             = 600
        Width           = 2292
    End
    Begin VB.Label Label1
        Appearance      = 0 'Flat
        BackColor       = &H00FFFFFFC0&
        Caption         = "Énergie du premier canal"
        ForeColor       = &H800000008&
        Height          = 252
        Left            = 120
        TabIndex        = 0
        Top             = 120
        Width           = 2292
    End
End
Attribute VB_Name = "Form6"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub Command1_Click()
    Prem_Ener = Val(Form6.Text1.Text)
    Ener_Canal = Val(Form6.Text2.Text)

    Form6.Visible = False
    Form7.Refresh
End Sub

```

Module Coordone.frm

```

VERSION 4.00
Begin VB.Form Form8
    Appearance      = 0    'Flat
    BackColor       = &H80000005&
    Caption        = "Coordonnées"
    ClientHeight    = 720
    ClientLeft      = 3372
    ClientTop       = 3408
    ClientWidth     = 2292
    BeginProperty Font
        name         = "MS Sans Serif"
        charset      = 1
        weight       = 700
        size         = 7.8
        underline    = 0    'False
        italic       = 0    'False
        strikethrough = 0    'False
    EndProperty
    ForeColor       = &H80000008&
    Height          = 1044
    Left           = 3324
    LinkTopic       = "Form8"
    MaxButton       = 0    'False
    MinButton       = 0    'False
    ScaleHeight     = 720
    ScaleWidth      = 2292
    Top            = 3132
    Visible         = 0    'False
    Width          = 2388
    Begin VB.Label Label4
        Appearance    = 0    'Flat
        BackColor     = &H80000005&
        BorderStyle   = 1    'Fixed Single
        ForeColor     = &H80000008&
        Height        = 372
        Left          = 360
        TabIndex      = 3
        Top           = 360
        Width         = 1932
    End
    Begin VB.Label Label3
        Appearance    = 0    'Flat
        BackColor     = &H80000005&
        BorderStyle   = 1    'Fixed Single
        ForeColor     = &H80000008&
        Height        = 372
        Left          = 360
        TabIndex      = 2
        Top           = 0
        Width         = 1932
    End
    Begin VB.Label Label2
        Appearance    = 0    'Flat

```

```
        BackColor      =    &H80000005&
        BorderStyle    =    1  'Fixed Single
        Caption        =    "N"
        ForeColor      =    &H80000008&
        Height         =    372
        Left           =    0
        TabIndex       =    1
        Top            =    360
        Width          =    372
    End
    Begin VB.Label Label1
        Appearance      =    0  'Flat
        BackColor       =    &H80000005&
        BorderStyle     =    1  'Fixed Single
        Caption         =    "E"
        ForeColor       =    &H80000008&
        Height          =    372
        Left            =    0
        TabIndex        =    0
        Top             =    0
        Width           =    372
    End
End
Attribute VB_Name = "Form8"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False
```

Module Prevfafi.frm

```

VERSION 4.00
Begin VB.Form Form10
    Appearance       = 0   'Flat
    BackColor        = &H00FFFFC0&
    BorderStyle      = 3   'Fixed Dialog
    Caption          = "Prévision d'un FANO/FINO"
    ClientHeight     = 4980
    ClientLeft       = 3420
    ClientTop        = 2940
    ClientWidth      = 4068
    BeginProperty Font
        name          = "MS Sans Serif"
        charset       = 1
        weight        = 700
        size          = 7.8
        underline     = 0   'False
        italic        = 0   'False
        strikethrough = 0   'False
    EndProperty
    ForeColor        = &H800000008&
    Height           = 5304
    Left             = 3372
    LinkTopic        = "Form10"
    MaxButton        = 0   'False
    MinButton        = 0   'False
    ScaleHeight      = 4980
    ScaleWidth       = 4068
    Top              = 2664
    Visible          = 0   'False
    Width            = 4164
    Begin VB.CommandButton Command2
        Appearance     = 0   'Flat
        BackColor       = &H800000005&
        Caption        = "OK"
        Height         = 372
        Left           = 120
        TabIndex       = 9
        Top            = 4560
        Width          = 3852
    End
    Begin VB.PictureBox Picture1
        Appearance     = 0   'Flat
        BackColor       = &H800000005&
        ForeColor       = &H800000008&
        Height          = 2892
        Left           = 120
        ScaleHeight     = 2868
        ScaleWidth      = 3828
        TabIndex       = 8
        Top            = 120
        Width          = 3852
    End
    Begin Spin.SpinButton Spin4

```

```

        Height      = 252
        Left        = 1080
        TabIndex    = 10
        Tag         = $"PREVFAFI.frx":0000
        Top         = 4200
        Width       = 732
        _version    = 65536
        _extentx    = 1296
        _extenty    = 450
        _stockprops = 73
        backcolor   = -2147483643
        spinorientation = 1
    End
Begin Spin.SpinButton Spin3
    Height      = 252
    Left        = 1080
    TabIndex    = 11
    Tag         = $"PREVFAFI.frx":0071
    Top         = 3840
    Width       = 732
    _version    = 65536
    _extentx    = 1296
    _extenty    = 450
    _stockprops = 73
    backcolor   = -2147483643
    spinorientation = 1
End
Begin Spin.SpinButton Spin2
    Height      = 252
    Left        = 1080
    TabIndex    = 12
    Tag         = $"PREVFAFI.frx":00E2
    Top         = 3480
    Width       = 732
    _version    = 65536
    _extentx    = 1296
    _extenty    = 450
    _stockprops = 73
    backcolor   = -2147483643
    spinorientation = 1
End
Begin Spin.SpinButton Spin1
    Height      = 252
    Left        = 1080
    TabIndex    = 13
    Tag         = $"PREVFAFI.frx":0153
    Top         = 3120
    Width       = 732
    _version    = 65536
    _extentx    = 1296
    _extenty    = 450
    _stockprops = 73
    backcolor   = -2147483643
    spinorientation = 1
End
Begin VB.Label Label8
    Appearance   = 0 'Flat
    BackColor    = &H800000005&
    BorderStyle  = 1 'Fixed Single
    ForeColor    = &H800000008&

```

```

        Height      = 252
        Left        = 2040
        TabIndex    = 7
        Top         = 4200
        Width       = 1896
    End
    Begin VB.Label Label7
        Appearance   = 0 'Flat
        BackColor    = &H80000005&
        BorderStyle  = 1 'Fixed Single
        ForeColor    = &H80000008&
        Height       = 252
        Left         = 2040
        TabIndex     = 6
        Top          = 3840
        Width        = 1896
    End
    Begin VB.Label Label6
        Appearance   = 0 'Flat
        BackColor    = &H80000005&
        BorderStyle  = 1 'Fixed Single
        ForeColor    = &H80000008&
        Height       = 252
        Left         = 2040
        TabIndex     = 5
        Top          = 3480
        Width        = 1896
    End
    Begin VB.Label Label5
        Appearance   = 0 'Flat
        BackColor    = &H80000005&
        BorderStyle  = 1 'Fixed Single
        ForeColor    = &H80000008&
        Height       = 252
        Left         = 2040
        TabIndex     = 4
        Top          = 3120
        Width        = 1896
    End
    Begin VB.Label Label4
        Appearance   = 0 'Flat
        BackColor    = &H00FFFFC0&
        Caption      = "Sigma"
        ForeColor    = &H80000008&
        Height       = 252
        Left         = 120
        TabIndex     = 3
        Top          = 4200
        Width        = 732
    End
    Begin VB.Label Label3
        Appearance   = 0 'Flat
        BackColor    = &H00FFFFC0&
        Caption      = "q"
        ForeColor    = &H80000008&
        Height       = 252
        Left         = 120
        TabIndex     = 2
        Top          = 3840
        Width        = 732
    End

```

```

End
Begin VB.Label Label2
    Appearance      = 0 'Flat
    BackColor       = &H00FFFFFFC0&
    Caption         = "Gamma"
    ForeColor       = &H800000008&
    Height          = 252
    Left            = 120
    TabIndex        = 1
    Top             = 3480
    Width           = 732
End
Begin VB.Label Label1
    Appearance      = 0 'Flat
    BackColor       = &H00FFFFFFC0&
    Caption         = "Er"
    ForeColor       = &H800000008&
    Height          = 252
    Left            = 120
    TabIndex        = 0
    Top             = 3120
    Width           = 732
End
End
Attribute VB_Name = "Form10"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub Command2_Click()
    Form10.Visible = False
End Sub

Private Sub Form_Paint()
    Form10.Label5.Caption = Str(Canal2Ener(CInt(Para_Fit(1,
A_Prevoir))))
    Form10.Label6.Caption = Str(Para_Fit(2, A_Prevoir))
    Form10.Label7.Caption = Str(Para_Fit(3, A_Prevoir))
    Form10.Label8.Caption = Str(Para_Fit(4, A_Prevoir))
    Picture1.Refresh
End Sub

Private Sub Picture1_Paint()

Dim i As Integer 'Variable pour compteur
ReDim parametre(1 To 5, 1 To 1) As Single 'Variable qui contient les
paramètres de la courbe à générer
' Ici on force la déclaration
d'une seconde dimension unitaire
' afin de ne pas avoir d'erreur
avec le UBound(Param,2) de la
' routine Bati_Theo()
ReDim Theo(1 To NumCanal) As Long 'Vecteur qui contient la courbe à
afficher.

' On initialise les écran d'affichage
Form10.Picture1.Cls
Form10.Picture1.DrawWidth = 1
Form10.Picture1.FillStyle = 0
Form10.Picture1.ForeColor = QBColor(1)
Form10.Picture1.ScaleMode = 0

```

```

For i = 1 To 5
    parametre(i, 1) = Para_Fit(i, A_Prevoir)
Next i

Call Bati_Theo(1, NumCanal, Theo(), parametre())

Debug.Print "de form10.picture1.paint"
Form10.Picture1.Scale (Prem_Canal, Max_array(Theo(), 1, NumCanal))-
(NumCanal, Min_array(Theo(), 1, NumCanal))

For i = 1 To NumCanal - 1
    Form10.Picture1.Line (i, Theo(i))-((i + 1), Theo(i + 1)),
QBColor(1)
Next i

End Sub

Private Sub Spin1_SpinDown()
    Para_Fit(1, A_Prevoir) = Para_Fit(1, A_Prevoir) - delta(1,
A_Prevoir)
    Form10.Label5.Caption = Str$(Canal2Ener(CInt(Para_Fit(1,
A_Prevoir))))
    Form10.Picture1.Refresh
    Form5.Text1.Text = Str$(Canal2Ener(CInt(Para_Fit(1, A_Prevoir))))
End Sub

Private Sub Spin1_SpinUp()
    Para_Fit(1, A_Prevoir) = Para_Fit(1, A_Prevoir) + delta(1,
A_Prevoir)
    Form10.Label5.Caption = Str$(Canal2Ener(CInt(Para_Fit(1,
A_Prevoir))))
    Form10.Picture1.Refresh
    Form5.Text1.Text = Str$(Canal2Ener(CInt(Para_Fit(1, A_Prevoir))))
End Sub

Private Sub Spin2_SpinDown()
    Para_Fit(2, A_Prevoir) = Para_Fit(2, A_Prevoir) - delta(2,
A_Prevoir)
    Form10.Label6.Caption = Str$(Para_Fit(2, A_Prevoir) * (Ener_Canal /
1000))
    Form10.Picture1.Refresh
    Form5.Text2.Text = Str$(Para_Fit(2, A_Prevoir) * (Ener_Canal /
1000))
End Sub

Private Sub Spin2_SpinUp()
    Para_Fit(2, A_Prevoir) = Para_Fit(2, A_Prevoir) + delta(2,
A_Prevoir)
    Form10.Label6.Caption = Str$(Para_Fit(2, A_Prevoir) * (Ener_Canal /
1000))
    Form10.Picture1.Refresh
    Form5.Text2.Text = Str$(Para_Fit(2, A_Prevoir) * (Ener_Canal /
1000))
End Sub

Private Sub Spin3_SpinDown()
    Para_Fit(3, A_Prevoir) = Para_Fit(3, A_Prevoir) - delta(3,
A_Prevoir)
    Form10.Label7.Caption = Str$(Para_Fit(3, A_Prevoir))

```

```

    Form10.Picture1.Refresh
    Form5.Text3.Text = Str$(Para_Fit(3, A_Prevoir))
End Sub

Private Sub Spin3_SpinUp()
    Para_Fit(3, A_Prevoir) = Para_Fit(3, A_Prevoir) + delta(3,
A_Prevoir)
    Form10.Label7.Caption = Str$(Para_Fit(3, A_Prevoir))
    Form10.Picture1.Refresh
    Form5.Text3.Text = Str$(Para_Fit(3, A_Prevoir))
End Sub

Private Sub Spin4_SpinDown()
    Para_Fit(4, A_Prevoir) = Para_Fit(4, A_Prevoir) - delta(4,
A_Prevoir)
    Form10.Label8.Caption = Str$(Para_Fit(4, A_Prevoir))
    Form10.Picture1.Refresh
    Form5.Text4.Text = Str$(Para_Fit(4, A_Prevoir))
End Sub

Private Sub Spin4_SpinUp()
    Para_Fit(4, A_Prevoir) = Para_Fit(4, A_Prevoir) + delta(4,
A_Prevoir)
    Form10.Label8.Caption = Str$(Para_Fit(4, A_Prevoir))
    Form10.Picture1.Refresh
    Form5.Text4.Text = Str$(Para_Fit(4, A_Prevoir))
End Sub

```

Module About.frm

```

VERSION 4.00
Begin VB.Form Form9
    Appearance      = 0    'Flat
    BackColor       = &H00FFFFC0&
    BorderStyle     = 3    'Fixed Dialog
    ClientHeight    = 3168
    ClientLeft      = 1176
    ClientTop       = 2052
    ClientWidth     = 7296
    BeginProperty Font
        name         = "MS Sans Serif"
        charset      = 1
        weight       = 700
        size         = 7.8
        underline    = 0    'False
        italic       = 0    'False
        strikethrough = 0    'False
    EndProperty
    ForeColor       = &H800000008&
    Height          = 3516
    Left            = 1128
    LinkTopic       = "Form9"
    MaxButton       = 0    'False
    MinButton       = 0    'False
    ScaleHeight     = 3168
    ScaleWidth      = 7296
    Top             = 1752
    Visible         = 0    'False
    Width           = 7392
    Begin VB.CommandButton Command1
        Appearance    = 0    'Flat
        BackColor     = &H00FFFFC0&
        Caption       = "OK"
        BeginProperty Font
            name       = "MS Sans Serif"
            charset    = 1
            weight     = 700
            size       = 7.8
            underline  = 0    'False
            italic     = 0    'False
            strikethrough = 0    'False
        EndProperty
        Height        = 1452
        Left          = 4080
        TabIndex      = 1
        Tag           = "Un gigantesque bouton OK!!!"
        Top           = 1560
        Width         = 3012
    End
    Begin VB.Label Label2
        Appearance    = 0    'Flat
        BackColor     = &H00FFFFC0&
        Caption       = "(c) Charles-É. Nadeau 1996."
    End

```

```

BeginProperty Font
    name           = "MS Sans Serif"
    charset        = 1
    weight         = 700
    size           = 9.6
    underline      = 0 'False
    italic         = 0 'False
    strikethrough  = 0 'False
EndProperty
ForeColor        = &H800000008&
Height           = 372
Left             = 4080
TabIndex        = 2
Tag              = "Mon nom et mon copyright!!"
Top              = 600
Width            = 3012
End
Begin VB.Label Label1
    Appearance     = 0 'Flat
    BackColor      = &H00FFFFFFC0&
    Caption        = $"ABOUT.frx":0000
    BeginProperty Font
        name       = "Arial"
        charset    = 1
        weight     = 400
        size       = 16.2
        underline  = 0 'False
        italic     = 0 'False
        strikethrough = 0 'False
    EndProperty
    ForeColor      = &H000000000&
    Height         = 2892
    Left           = 360
    TabIndex       = 0
    Tag            = "Une boîte de texte sophistiquée."
    Top            = 120
    Width          = 3372
End
End
Attribute VB_Name = "Form9"
Attribute VB_Creatable = False
Attribute VB_Exposed = False

Private Sub Command1_Click()
    Form9.Visible = False
End Sub

Private Sub Tips1_TipDisplay(ControlName As String, HelpContextID As
Long, Tag As String)
    Tag = ControlName
End Sub

Private Sub Form_Load()
    '960131: Affiche le numéro de version à l'aide l'objet app de VB4
    Form9.Caption = "Fino/Fano beta " & App.Major & "." & App.Minor &
"." & App.Revision
End Sub

```

Bibliographie

- [1] E. Bolduc, Thèse de doctorat, Université Laval, (1973)
- [2] J.J. Quémener *et al.*, Phys. Rev. A., **4**, 494, (1971)
- [3] E. Bolduc, Thèse de maîtrise, Université Laval, (1971)
- [4] R. Carboneau, Thèse de maîtrise, Université Laval, (1972)
- [5] D. Vigneux, Thèse de Maîtrise, Université Laval, (1979)
- [6] P. Marmet, Thèse de doctorat, Université Laval, (1960)
- [7] P. Marmet, L. Kerwin, Can. J. Phys., **38**, 787, (1960)
- [8] M. Proulx *et al.*, Rev. Sci. Instrum, **53**, 778, (1982)
- [9] P. Plessis, Thèse de doctorat, Université Laval, (1985)
- [10] P. Marmet, M. Proulx, Int. J. Mass Spec. and Ion Phys., **42**, 3, (1982)
- [11] P. Marchand *et al.*, Rev. Sci. Instrum., **37**, 1702, (1966)
- [12] P. Marchand, Thèse de doctorat, Université Laval, (1969)
- [13] C. Paquet, Thèse de doctorat, Université Laval, (1971)
- [14] J.S. Allen, Rev. Sci. Instrum., **18**, 739, (1947)
- [15] Nadeau, C.É. *et al.*, J. Can. Phys., à être publié
- [16] R. D. Cowan, The theory of atomic structure and spectra, University of California Press, (1981)
- [17] E. Bolduc, J.J. Quémener, P. Marmet, J. Chem. Phys., **57**, 1957, (1972)
- [18] C.E. Moore, Atomic Energy Levels, Circular of the National Bureau of Standards 467, (1952)
- [20] R. Charboneau *et al.*, Can. J. Phys., **51**, 505, (1973)
- [21] P. Marmet, M. Proulx, J. Phys. B, **23**, 549, (1990)
- [22] P. Marmet, J. Chem. Phys., **63**, 249, (1975)
- [23] H. Wankenne *et al.*, J. Can. Phys., **53**, 770, (1975)
- [24] R. Dutil, P. Marmet, Int. J. Mass Spectr. Ion Phys., **35**, 371, (1980)
- [25] U. Fano, Phys. Rev., **124**, 1866, (1961)

- [26] C.É. Nadeau, Thèse de maîtrise, Université d'Ottawa, (1994)
- [27] P. Marmet, Rev. Sci. Instrum., **50**, 79, (1979)
- [28] H.H. Arsenault, P. Marmet, Rev. Sci. Instrum., **48**, 512, (1977)
- [29] P. Marchand, P. Veillette, Can. J. Phys., **54**, 1309, (1976)
- [30] M. Proulx, P. Marmet, **50**, 129, (1983)
- [31] M. Proulx, Thèse de maîtrise, Université Laval, (1979)
- [32] E. Bolduc, P. Marmet, Can. J. Phys, **51**, 2108, (1973)
- [33] William H. Press, Brian P. Flannery, Saul A. Teukolsky, William T. Vetterling, "NUMERICAL RECIPES: The Art of Scientific Computing (FORTRAN Version)", Cambridge University Press, Cambridge, 1989
- [34] Nelder, J.A., Mead, R., Computer Journal, **7**, 308, (1965)
- [35] R. D. Cowan, J. Opt. Soc. Am., **58**, 808, (1968)
- [36] I.P. Grant *et al.*, Comp. Phys. Comm., **94**, 249, (1996)
- [37] K.G. Dyall, I.P. Grant *et al.*; Comput. Phys. Commun., **55**, 425, (1989)
- [38] I.P. Grant, H.M. Quiney, Adv. At. Mol. Phys., **23**, 37, (1988)
- [39] F.A. Parpia, I.P. Grant, J. Phys. IV, **1**, C1-33, (1991)
- [40] J.C. Slater, Phys. Rev., **34**, 1293, (1929)
- [41] E.U. Condon and G.H. Shortley, The Theory of Atomic Spectra, Cambridge Univ. Press, (1935)
- [42] J. C. Slater, Quantum Theory of Atomic Structure, McGraw-Hill Book Co., New-York, (1960)
- [43] G. Racah, Phys. Rev., **62**, 438, (1942)
- [44] G. Racah, Phys. Rev., **63**, 367, (1943)
- [45] G. Racah, Phys. Rev., **76**, 1352, (1949)
- [46] Valin, M., Marmet, P., J. Phys. B., **8**, 2953, (1975)
- [47] D. Roy *et al.*, J. Elec. Spec. Rel. Phen., **19**, 101, (1980)
- [48] R.P. Madden *et al.*, Phys. Rev., **177**, 136, (1969)
- [49] P. Veillette, P. Marchand, Int. J. Mass Spec. Ion Phys., **18**, 165, (1978)
- [50] G.N. Ogurtsov *et al.*, Soviet Phys. JETP, **30**, 16, (1970)
- [51] P. Marmet *et al.*, Can. J. Phys., **53**, 2438, (1975)

- [52] Hall R.I. *et al.*, J. Phys. B, **25**, 377, (1992)
- [53] Hall R.I. *et al.*, J. Phys. B, **25**, 799, (1992)
- [54] Hall R.I. *et al.*, Z. Phys. D **23**, 377, (1992)
- [55] Joseph Berkowitz, Adv. Ch. Phys. R., **72**, 1, (1988)
- [56] Steven L. Carter, Hugh P. Kelly, Phys. Rev. A., **13**, 1388, (1976)
- [57] G. Herzberg, "Atomic spectra and atomic structure", Dover publication, New-York, p.172, (1974)
- [58] R. Serway, "Physique I: Mécanique", Les Éditions HRW Ltée., p. 217, (1985)

Index

A

Allen 24
 Amplificateur 20, 24, 25
 Argon
 KL [3s 3p5 4s 4p(2D)](3D) 92, 94
 KL [3s2 3p3(2D) 4s2 3d](3G) 92, 94
 KL 3s 3p5 3d2 88, 89
 KL 3s 3p5 3d2 nl 89
 KL 3s 3p5 4s2 88, 89
 KL 3s 3p5 4s2 nl 89
 KL 3s 3p5 nl n'l'87, 88, 89, 93
 KL 3s 3p5 nl n'l'2 93
 KL 3s 3p5(1P) 4s(2P) 4p(1D) 82
 KL 3s 3p5(1P) 4s(2P) 4p(1P) 59
 KL 3s 3p5(1P) 4s(2P) 4p(3D) 82
 KL 3s 3p5(1P) 4s(2P) 4p(3P) 59, 82
 KL 3s 3p6 3d(1D) 58
 KL 3s 3p6 4p(1P) 58
 KL 3s 3p6 4p(3P) 58
 KL 3s 3p6 4s(1S) 58
 KL 3s 3p6 4s(3S) 58
 KL 3s 3p6(2S1/2) 6p(1P1) 59
 KL 3s2 [3p3 (4S) 3d 4s2](5D) 86, 89
 KL 3s2 [3p3 (4S) 3d2 4s2] 89
 KL 3s2 [3p3(4S) 3d2 4s](7P) 87, 89
 KL 3s2 3p4 (1S) 4s 3d(1D) 59
 KL 3s2 3p4 (1S) 4s 3d(3D) 59
 KL 3s2 3p4 (1S) 4s 4p(1P) 59
 KL 3s2 3p4 (1S) 4s 4p(3P) 59
 KL 3s2 3p4 (1S) 4s2 (1S) 59
 KL 3s2 3p4 nl n'l'... 88, 89

KL[3s 3p5](2P) [3d2(3P) 4s(4P)] 92, 94

KLM 3s2 [3p3 (4S) 3d2 4s2] 86

Arsenault 36

B

Berkowitz 66
 Bobine d'Helmholtz 17
 Bolduc 9, 11, 16, 18, 19, 23, 24, 32, 34, 35, 38, 44, 45

C

Canal 27
 Carbonneau 9, 19
 Champ magnétique 17
 Charges de surface 21
 Charges d'espace 18, 21
 Collection et acquisition automatisée des données 24
 Collection et acquisition informatisée des données 11, 18
 Complexe négatif excité 26, 27
 Condon 50
 Courbes d'électro-ionisation 26
 Cowan 49, 50, 54, 63, 65, 66

D

Discriminateur 24

E

Échangeur de chaleur 22

F

Facteur de forme 38
 Fano 32, 38
 Filament 13
 Filtrage 11, 19
 Filtrage de Fourier 36
 Filtre de masse quadripolaire 19
 Filtre passe-haut 27
 FINOFANO 47, 57, 62, 69, 76
 Flannery 48

G

Grant 50
 Grilles intérieures 17

H

Hall 61
 Huile
 au carbone 20
 au silicone 20

J

Jet atomique 18

K

Kerwin 14, 18
 KL 81, 82
 KLM [4p3(4S) 5s2 5p](5P)72
 Krypton
 KLM [4p3(4S) 5s2 5p](5P) 75
 KLM [4s 4p5 4d2(3F)](5G) 78
 KLM [4s 4p5 5p(2D) 5s(3D)] 77
 KLM [4s 4p5 5p(2P) 5s(3P)] 78
 KLM [4s 4p5 5p(4D) 5s(5D)] 77
 KLM [4s 4p5 5p(4P) 5s(5P)] 77
 KLM [4s 4p5 5p(4S) 5s(5S)] 77
 KLM [4s 4p5 5s 5p(2D)](3D) 73, 75
 KLM [4s 4p5(2P) 4d 5s](3D) 73, 75, 78
 KLM [4s 4p5(2P) 4d 5s](3F) 78
 KLM [4s 4p5(4P) 4d 5s](5D) 77
 KLM [4s 4p5(4P) 4d 5s](5F) 77
 KLM [4s 4p5(4P) 4d 5s](5P) 77
 KLM [4s 4p5(4P) 5s 4d](5D) 72, 75
 KLM [4s(2S) 4p5 5s2 5p]67, 68
 KLM [4s(2S) 4p5 5s2](3P) 77
 KLM [4s(2S) 4p6 5s2] . 67
 KLM [4s2 4p3(2D) 5s2 4d](3G) 73, 75
 KLM [4s2 4p5 5s2](2P)67
 KLM 4s 4p5(3,1P) 67

KLM 4s2 [4p3 (4S) 4d 5s2](5D) 65, 68
 KLM 4s2 [4p3 (4S) 4d2 (3F) 5s2] 65
 KLM 4s2 [4p3 (4S) 4d2 5s](7F) 68
 KLM 4s2 [4p3 (4S) 4d2 5s2] 68
 KLM 4s2 [4p3(2D) 4d 5s2](3F) 77
 KLM 4s2 [4p3(2D) 4d 5s2](3G) 77
 KLM 4s2 [4p3(2D) 4d 5s2](3P) 78
 KLM 4s2 [4p3(2D) 4d2 5s](5F) 77
 KLM 4s2 [4p3(2D) 4d2 5s](5H) 77
 KLM 4s2 [4p3(2D) 5s 4d2](5D) 78
 KLM 4s2 [4p3(2D) 5s2 5p](3D) 78
 KLM 4s2 [4p3(2D) 5s2 5p](3F) 78
 KLM 4s2 [4p3(2P) 4d 5s2](3F) 77
 KLM 4s2 [4p3(2P) 4d2 5s](5D) 78
 KLM 4s2 [4p3(2P) 4d2 5s](5G) 77, 78
 KLM 4s2 [4p3(2P) 5s2 5p](3D) 78
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d 5p2](7D) 78
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d 5p2](7F) 78
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d 5p2](7H) 78
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d 5p2](7P) 78
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d 5s 5p](5P) 78
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d 5s 5p](7F) 70
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d 5s2](3D) 78
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d 5s2](5D) 65, 70
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d2 (3F) 5s2] 68
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d2 5s](5D) 78
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d2 5s](5P) 78
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d2 5s](7F) 66, 70
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d2 5s](7P) 67, 68, 70
 KLM 4s2 [4p3(4S) 4d2 5s2] 66
 KLM 4s2 [4p3(4S) 5s 5p2](5D) 78
 KLM 4s2 [4p3(4S) 5s2 5p](3P) 78
 KLM 4s2 4d4(1D) [5s 5p](1D) 57
 KLM 4s2 4d4(1D) [5s 5p](1P) 57
 KLM 4s2 4d4(1D) [5s 5p](3D) 56
 KLM 4s2 4d4(1D) [5s 5p](3P) 56

KLM 4s2 4p3(2D) 4d2 5s (5G)	77
KLM 4s2 4p3(4S) 4d2 5s (5F)	77
KLM 4s2 4p3(4S) 4d2 5s (5G).....	77
KLM 4s2 4p3(4S) 5s2 5p (5P)	77
KLM 4s2 4p4(1D) 5s256	
KLM 4s2 4p4(3P0,1) 5s2	56
KLM 4s2 4p5(2P1/2) 4d(1D2).....	56
KLM 4s2 4p5(2P1/2) 4d(3D1).....	56
KLM 4s2 4p5(2P1/2) 4d(3D2).....	56
KLM 4s2 4p5(2P1/2) 4d(3D3).....	56
KLM 4s2 4p5(2P1/2) 5p(1P1).....	56
KLM 4s2 4p5(2P1/2) 5p(1S0).....	56
KLM 4s2 4p5(2P1/2) 5p(3P1).....	56
KLM 4s2 4p5(2P1/2) 5p(3P2).....	56
KLM 4s2 4p5(2P1/2) 5s(1P0)	56
KLM 4s2 4p5(2P1/2) 5s(1P1)	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 4d(1F3)	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 4d(1P1)	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 4d(3F2)	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 4d(3F3)	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 4d(3F4)	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 4d(3P1).....	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 4d(3P2).....	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 5p(1D2).....	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 5p(3D1).....	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 5p(3D2).....	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 5p(3D3).....	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 5p(3P0).....	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 5p(3S1).....	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 5s(3P1)	56
KLM 4s2 4p5(2P3/2) 5s(3P2)	56
KLM[4s (2S) 4p5 5s2 (3P).....	67, 68
KLM[4s 4p5 4d 5s2]	73
KLM[4s 4p5 4d2 5s]	73
KLM[4s 4p5 (2P) [4d2(3F) 5s(2F)]	75
KLM[4s 4p5 (2P) [4d2(3P) 5s(4P)]	75

L

Limite de double ionisation27

M

Marchand24, 36

Marmet14, 15, 18, 24, 36, 37, 44, 54, 63

Mead.....48

Méthode de traitement13

Modes de désexcitation27

Moore54

Multiplicateur24

N

Nadeau.....32, 60

Nelder.....48

P

Paquet.....24

Pièges21

Plessis..... 15, 18, 19, 36, 37

Polycold-50021, 22

Pompes à diffusion20, 21

Préamplificateur.....24, 25

Press48

Profils de Fano38

Proulx15, 37

Q

Quéméner9, 34

R

Racah.....51

Rapport e/m19

SSchéma global de notre dispositif expérimental
.....12

Sélecteur d'électrons (schéma).....16

Sélecteur électrostatique cylindrique à
degrés de type Marmet14, 17, 18

Serway45

Slater50

Source.....11, 13

Système à vide11, 20

Système informatisé d'acquisition.....24

T

Teukolsky 48
 Théorie de Slater-Condon . 50
 Transmission du quadripôle 20

V

Valin 54, 63
 Veillette 36
 Vetterling 48
 Vigneux 9, 11, 12

Y

Yttrium

KLM 4s2 4p6 4d 5s2(2D) 74

KLM 4s2 4p6 4d2(1D) 5s(2D) 74

KLM 4s2 4p6 4d2(1G) 5s(2G) 74

KLM 4s2 4p6 4d2(3F) 5s(2F) 74, 75

KLM 4s2 4p6 4d2(3F) 5s(4F) 74

KLM 4s2 4p6 4d2(3P) 5s(2P) 74

KLM 4s2 4p6 4d2(3P) 5s(4P) 74, 75

Z

Zone d'interaction 19

Liste des figures

<i>Figure 1: Schéma global des différentes étapes de notre expérience.</i>	10
<i>Figure 2: Schéma global de notre dispositif expérimental [5].</i>	12
<i>Figure 3: Schéma du sélecteur double d'électrons vu de face [3]</i>	16
<i>Figure 4: Schéma d'un des pièges, refroidi au fréon, qui est monté sur les pompes à diffusion. [3]</i>	23
<i>Figure 5: Divers modes de désexcitation du complexe négatif excité par auto-ionisation pour l'atome hypothétique A.</i>	27
<i>Figure 6: Sept types de réactions de désexcitation.</i>	31
<i>Figure 7: Diagramme des niveaux d'énergie d'un atome hypothétique utilisé pour illustrer les différents types de continua. Quatre états neutres discrets, A_0, A_1^*, A_2^*, A_3^*, un état discret négatif A^- et un état existant au-delà de la limite d'ionisation peuvent interagir avec l'état neutre A_3^* pendant que les continua négatifs, créés par la présence d'un électron incident, peuvent interagir avec l'état négatif.[3]</i>	41
<i>Figure 8: Graphique de l'intégrale d'un profil de Fano, de largeur égale à 1, pour différentes valeurs du facteur de forme q.</i>	46
<i>Figure 9: Graphique d'un profil de Fano, de largeur égale à 1, pour différentes valeurs du facteur de forme q.</i>	47

Figure 10: Graphique de l'ajustement de Kr pour la zone de 38.359eV à 39.67eV avec filtrage permettant le passage des hautes fréquences, avec $n=300$ et 10 meV/canal, $\chi^2=1.23$. La ligne représente l'ajustement et les points sont les points expérimentaux. 64

Figure 11: Graphique de l'ajustement de Kr pour la zone de 39.57eV à 42.45eV avec filtrage permettant le passage des hautes fréquences, avec $n=300$ et 10 meV/canal, $\chi^2=1.59$ 71

Figure 12 : Graphique de l'ajustement de Ar pour la zone de 43.398 à 44.248 avec filtrage permettant le passage des hautes fréquences avec $n=300$ et 10meV/canal, $\chi^2=1.585$ 85

Figure 13 : Graphique de l'ajustement de Ar pour la zone de 43.388eV 46.218eV avec filtrage permettant le passage des hautes fréquences, avec $n=300$ et 10meV/canal, $\chi^2=1.93$ 91

Liste des tableaux

Tableau 1: Tableau des valeurs d'énergie pour le krypton, en cm^{-1} , obtenues théoriquement et expérimentalement par rapport au plus bas niveau neutre et de leurs différences en cm^{-1} et en eV	55
Tableau 2: Tableau des valeurs d'énergie pour l'argon, en cm^{-1} , obtenues théoriquement et expérimentalement par rapport au plus bas niveau neutre et de leurs différences en cm^{-1} et en eV	58
Tableau 3: Tableau des paramètres de l'ajustement de la région comprise entre 38.359eV et 39.620eV.	68
Tableau 4: Tableau des énergies absolues et relatives des structures observées expérimentalement, dans la région comprise entre 38.359eV et 39.620eV, et ajustées par FINOFANO.	69
Tableau 5: Tableau des niveaux calculés avec le programme de Cowan pour cette première zone.	70
Tableau 6: Tableau des différentes configurations simplement excitées de l'yttrium de la forme KLM 4s2 4p6 4d 5s2 et KLM 4s2 4p6 4d2 5s	74
Tableau 7: Tableau des paramètres de l'ajustement de la région comprise entre 38.359eV et 39.620eV.	75
Tableau 8: Tableau des énergies absolues et relatives des structures observées expérimentalement, dans la région comprise entre 38.359eV et 39.620eV, et ajustées par FINOFANO.	76
Tableau 9: Tableau des niveaux calculés avec le programme de Cowan pour cette deuxième zone.	77

Tableau 10: Table des longueurs d'onde, nombre d'ondes et énergie de toutes les résonances observées qui sont dues à des transitions à deux électrons du type $KL3s3p^5nln'l' \rightarrow KL3s^23p^6$. L'erreur indiquée représente l'estimation de l'erreur probable.....	80
Tableau 11: Tableau des transitions du type $KL3s3p^5nln'l' \rightarrow KL3s^23p^6$ identifiées par Ogurtsov <i>et al.</i> [56].....	81
Tableau 12: Tableau des transitions du type $KL3s3p^5nln'l' \rightarrow KL3s^23p^6$ identifiées par Marmet <i>et al.</i> [57].....	82
Tableau 13: Tableau des paramètres de l'ajustement de la région comprise 43.398eV à 44.248eV.....	89
Tableau 14: Tableau des paramètres de l'ajustement de la région comprise 44.388eV à 46.218eV.....	93