

REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO  
ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET UNIVERSITAIRE

**INSTITUT SUPERIEUR  
PEDAGOGIQUE DE LUBUMBASHI**

[isplubum@yahoo.fr](mailto:isplubum@yahoo.fr)



**MBEGU**

*Revue Scientifique et Pédagogique*

Éditée par le

**Centre de Recherche et d'Animation  
Pédagogique (CRAP)**

**Numéro 42  
Décembre 2014**

# Revue Mbegu

**Revue Scientifique et Pédagogique de l'Institut  
Supérieur Pédagogique de Lubumbashi**

**Editeur responsable :** Centre de Recherche et d'Animation  
Pédagogique

**Comité de Rédaction :**

**Rédacteur en Chef :** Professeur Associé CHIPENG  
KAYEMB FRANCOIS, Président de  
la Commission de suivi des activités  
du CRAP.

**Membres :**

- ↳ Professeur Ordinaire LUKOBA CHABALA, Directeur  
Général
- ↳ Professeur Ordinaire ISANGO IDI WANZILA,  
Secrétaire Général Académique
- ↳ Professeur Associé Jean Bosco Hugues LUNUMBI,  
Secrétaire Général Administratif
- ↳ Chef de Travaux TSHAKWIZA KAHANDE Emile,  
Administrateur de Budget.

**Comité Scientifique**

- ↳ KAMBA MUZENGA, Professeur Ordinaire ;
- ↳ NGOY FIAMA BITAMBILE, Professeur Ordinaire ;
- ↳ MULEKA KIMPANGA, Professeur Ordinaire ;
- ↳ KASHOMBO NTOMPA, Professeur Ordinaire ;
- ↳ BAKATUMANA NTUMBA, Professeur ;

- ↳ MUKAKALA MUKULA, Professeur ;
- ↳ KIBAWA WIMWENE, Professeur
- ↳ MULOWAYI KATSHIMWENA, Professeur ;
- ↳ MAYELE ILO, Professeur ;
- ↳ ZOLA DIAME, Professeur ;
- ↳ CHIPENG KAYEMB FRANCOIS, Professeur  
Associé ;
- ↳ KABULU DJIBU, Professeur Associé ;
- ↳ KASONGO MANDE, Professeur Associé ;
- ↳ MPIRY BEN OPINE, Professeur Associé;
- ↳ MPUNDU MUBEMBA, Professeur Associé ;
- ↳ NGOY SHUTSHA, Professeur Associé ;

## **Instructions aux auteurs**

### **a) Présentation des textes**

La revue Mbegu est une revue scientifique et pédagogique, elle est donc destinée à la publication de travaux originaux ou de mise au point dans les domaines de la recherche pure ou de la recherche pédagogique. Cette revue paraît actuellement deux fois l'an. Sa périodicité pourrait être modifiée si les conditions matérielles et financières de publication ainsi que la productivité scientifique le permettent.

Tout article destiné à la publication devra être déposé, en deux formats, sur papier imprimé et en format électronique sur CD ou Flash, auprès du Directeur du centre. Ce dernier se réserve le droit de refuser un article qui ne répondrait pas à ces exigences. L'article est saisi avec double interligne et au recto exclusivement. La marge est de 5 cm sur papier A4.

Il sera présenté de la manière suivante :

- ↳ Le titre en capitales et non souligné
- ↳ Le nom et post nom de l'auteur ou des auteurs est (sont) sur une feuille à part ;
- ↳ Une bibliographie présentée après les notes et selon les normes internationales : nom de l'auteur, année de publication
- ↳ Les références bibliographiques dans le texte seront notées de la manière suivante : nom de l'auteur suivi de la date entre parenthèse ;

↳ La bibliographie ne comprendra que les références citées dans le texte. Elle doit être présentée par ordre alphabétique des noms des auteurs ;

Tout article est soumis obligatoirement à l'approbation de deux membres au moins de comité scientifique. Le Comité de rédaction, qui se réunit régulièrement, se réserve le droit de faire appel à toute personne qui peut être consultée en raison de sa compétence particulière à ce sujet. Il se réserve également le droit de refuser tout article dont le contenu ou la forme ne serait pas approuvé ou éventuellement de demander aux auteurs d'effectuer toute correction jugée nécessaire. Le Comité de rédaction est le seul organe habilité à décider de la parution d'un article après examen des avis de lecture et délibération à huis clos. Nous ne publions que des articles inédits.

### **b) Les frais de publication**

Les frais de lecture et de publication sont fixés à l'équivalent en Francs Congolais de 100 dollars Américains et une rame de papier duplicateurs payable avant de déposer l'article.

## Sommaire

### A) Sciences Exactes

1. CHIPENG KAYEMB FRANCOIS: *Comment rédiger un article scientifique aux exigences standards dans la revue Scientifique et Pédagogique Mbegu* ..... 7
2. KAPITA MWADI GHISLAIN : *Implémentation des structures internes pour les spécifications et les invariants* ..... 37
3. MBUYA WA MANDE : *Application des transformées de Laplace aux transitoires dans les circuits à courant alternatif ou continu* ..... 59
4. RUBUZ FAT LALOO et MALOBA MILUMBU ADALBERT: *Résolution de l'équation de Schrödinger par la méthode de séparation des variables potentiel central*..... 79

### B) Lettres et Sciences Humaines

5. ZOLA DIAME : *le mutisme : ou blocage de la parole ou du langage et manœuvres thérapeutiques : expérience thérapeutique réalisée sur une fille de 15 ans* ..... 101
6. KIBAWA WIMWENE : *A propos de l'influence « Lumumbiste » au Nord – Katanga : l'histoire du nationalisme Balubakat revisitée (1959 – 1964)* ..... 146

7. KIBAWA WIMWENE : *La loi – cadre du 22 septembre 1986 et la crise de l’enseignement en République Démocratique du Congo : une réflexion critique ..... 182*
8. TSHISOLA KALENDA : *essai d’ajustement des consultations par une distribution statistique a la bibliothèque centrale ISP /Lubumbashi : cas des consultations sur place de1994-1997 ..... 220*
9. KASAU TULUME : *La gestion de la bibliothèque centrale de l’Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi ... 239*

**COMMENT REDIGER UN ARTICLE  
SCIENTIFIQUE AUX EXIGENCES STANDARDS  
DANS LA REVUE SCIENTIFIQUE ET  
PEDAGOGIQUE MBEGU**

*Par*

***CHIPENG KAYEMB FRANCOIS (1)***

L'un des objectifs commun des Etablissements d'Enseignements Supérieurs et Universitaires est de contribuer à l'évolution de la science par l'organisation de la recherche (Journal Officiel RDC, 2014). Toute recherche a toujours été sanctionnée par un rapport écrit vulgarisant les résultats, soit sous forme d'article, soit sous forme de mémoire, soit encore sous forme de rapport scientifique,...

*Mbegu* est une Revue Scientifique et Pédagogique interdisciplinaire qui accueille les articles tant du domaine de la pédagogie appliquée que du domaine de la recherche fondamentale. Les articles jadis publiés dans la revue Mbegu, ne respectent ni les consignes internationales ; ni le canevas d'un article scientifique perdant par conséquent le caractère compétitif sur le marché scientifique international. Telle est la motivation de cet article, dont l'objectif est de permettre aux chercheurs de rédiger des articles concurrentiel au standard international.

---

(1) *Professeur Associé à l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi ;  
Rédacteur en Chef des numéros Mbegu 41 et Mbegu 42*



Le métier d'un Membre du corps Académique (Professeur ordinaire, Professeur et Professeur Associé) et Scientifique (Chef de travaux, Chargé d'enseignement, Assistant, Assistant de Pratique Professionnelle, chargé de Pratique Professionnelle) est assujetti à la recherche et aux publications. Nul ne peut être promu à un grade supérieur et évolué s'il n'a produit des articles scientifiques postérieurs au grade qu'il occupe (Journal officiel RDC, 1981) D'ailleurs, après un mandat de deux ans une fois renouvelable, tout assistant incapable de produire deux articles est révoqué ! Il est fort possible que les jours à venir la promotion d'un membre de l'Enseignement Supérieur et Universitaire soit contraindre à plus d'article que ce qu'exige le statut du personnel (Journal officiel RDC, 1981). Il faut lire déjà cette tendance dans l'instruction académique n°015/ MINESURS / CABMIN / BCL / GGP / 2013 recommandant aux Comités de Gestion de veiller à ce que, par année et selon les catégories du corps enseignant, la production scientifique minimale publiée par personne soit la suivante :

- ↳ Assistant de premier mandat/Enseignement : 1 article
- ↳ Assistant de premier mandat/Recherche : 2 articles
- ↳ Assistant de deuxième mandat / Enseignement : 3 articles
- ↳ Assistant de deuxième mandat / Recherche : 4 articles
- ↳ Chef de travaux scientifique : 4 articles
- ↳ Attaché de recherche scientifique : 5 articles
- ↳ Professeurs (PA, P, PO) : 5 articles, 2 conférences

## 1. Type d'articles

Les articles de Mbegu abordent tous les domaines scientifiques et sont regroupés en deux sections conformément aux sections organisées à l'ISP-Lubumbashi, à savoir des articles des Sciences Exactes (Biologie, Chimie, Physique, Technologie, Géographie, Mathématique, Education Physique, Mathématique-Informatique, ...) et ceux de Lettres et Sciences Humaines (Français, Anglais, Histoire, Sciences Commerciales et Administratives, Informatique de Gestion ...). Les différentes formes d'articles peuvent être les suivantes (Pochet, 2009) :

- ❶ *Article de recherche* : il s'agit d'un article qui s'appuie sur un cadre conceptuel mobilisant une ou plusieurs théories, et comprend une phase empirique avec collecte de données. Les résultats obtenus sont discutés pour faire progresser les connaissances dans le champ mobilisé. La démarche peut être déductive ou inductive et la collecte des données peut être quantitative ou qualitative.
- ❷ *Notes de recherche* : Il s'agit d'un article dont la structure est comparable à celle d'un article de recherche mais qui concerne une recherche en cours. Comme la recherche est moins aboutie, le manuscrit devra être plus court, avec un maximum de 12 pages. Certaines revues parlent de communications, dans ce cas il s'agira des articles dont le contenu peut ou ne pas être original mais se réfère à des

travaux publiés. Le présent article est classé dans la catégorie de note de recherche.

- ③ *Synthèse* : Les articles de synthèse constituent une analyse critique des travaux réalisés jusqu'à présent dans un domaine donné, d'une approche théorique, ou encore d'une démarche méthodologique, etc., Cette analyse critique permet de réaliser un état de lieux des connaissances actuelles puis de proposer de nouvelles directions de recherche sur la thématique étudiée.
- ④ *Pédagogie appliquée* : Dans cette catégorie, Mbegu accepte des articles abordant l'application d'un principe, d'une méthodologie sur une discipline ou branche enseignée à l'école secondaire. Cette forme concerne ceux qui font des recherches en Pédagogie appliquée dans les différentes disciplines. La rubrique « Pédagogie » a vocation à traiter d'un concept, d'une méthodologie, d'une théorie... sous un angle qui permet à l'article de pouvoir servir de fondement à un cours qui serait dispensé sur le sujet dans un programme du secondaire. Il peut s'agir d'un chapitre de manuel ou d'un regard critique sur les travaux menés. C'est ici que les spécialistes de l'enseignement du secondaire pourront publier certaines des analyses critiques sur les manuels, les programmes et les méthodes d'enseignement au secondaire.
- ⑤ *Rapports* : Il s'agit de brefs comptes rendus de réunions scientifiques, des journées scientifiques des colloques, des

séminaires organisés à l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi ou dans un autre établissement d'Enseignement Supérieur et Universitaire. Les professeurs et/ou les Chefs de Travaux qui effectuent des missions de scientifiques (stage, formation continue, ...) sont aussi sensés rédiger des rapports de leurs missions qui pourraient être publié sous cette forme.

## **2. Soumission du manuscrit**

Avant de soumettre le manuscrit, l'auteur doit s'assurer que toutes les instructions ont été parfaitement respectées, sinon, le manuscrit sera rejeté avant même d'être soumis aux lecteurs. Le manuscrit est déposé auprès du Directeur de Centre de Recherche et Animation Pédagogique qui est le Rédacteur en Chef en contrepartie une attestation de dépôt est remise à l'auteur. Après cette épreuve de recevabilité par le bureau du CRAP, l'article est soumis à l'appréciation du comité scientifique qui choisit deux lecteurs.

En cas d'acceptation de l'article, le premier auteur est contacté par le secrétaire du CRAP au sujet de toute modification proposée par souci de conformité aux normes de la *Revue*. Le premier auteur est prié d'informer les autres auteurs des modifications apportées au texte avant la publication de celui-ci.

Après la réception de la version révisée, corrigée et approuvée par les deux lecteurs, une copie de tiré-à-part est remise

gratuitement au premier auteur. Les commandes d'achat des tirés-à-part supplémentaires doivent être adressées au Directeur du Centre.

### **3. Évaluation par le comité scientifique**

Chaque manuscrit est évalué par deux lecteurs. L'évaluation par les pairs se fait de manière strictement anonyme, selon une procédure en double aveugle. Le nom de l'évaluateur n'est pas divulgué à l'auteur, de la même façon le nom de l'auteur n'est pas divulgué à l'évaluateur. La politique consiste à protéger le caractère confidentiel des deux identités. Seuls les évaluateurs qui voudront encadrer les lecteurs peuvent informer le Directeur de la revue qui jugera de la nécessité de la demande.

### **4. Conditions de dépôt de l'article**

Les auteurs doivent déposer leurs projets de publication en deux formats suivants : papier en deux exemplaires et électronique en Word (.doc) sur un support CD, Clé USB,... après paiement de la première tranche équivalent en Francs Congolais de 60 dollars à la caisse centrale de l'ISP. Cette première tranche est non remboursable en cas de rejet de l'article. La deuxième tranche de 40 dollars plus une rame de papier A4 sera exigée lors du dépôt de la dernière version finale corrigée. Chaque page doit être numérotée et les éléments disposés dans l'ordre suivant:

**a. Titre, noms et adresses des auteurs :** Le titre de l'article doit être concis, courts, clairs et synthétique ; et ne pas dépasser 70

caractères. Il ne doit pas contenir d'abréviations. Les sujets philosophiques doivent être réservés à ceux qui font la philosophie. Le choix du titre définitif s'imposera de lui-même après la rédaction des conclusions. Le titre présente le message principal. Le titre est informatif ou descriptif et peut même contenir une partie du résultat s'il est particulièrement significatif. Par exemple :

- *La réussite au secondaire, influencée par les facteurs socio-économique*
- *Etudes des facteurs socio-économiques favorisant la réussite des élèves du secondaire*
- *Les facteurs socio-économiques favorisent la réussite des élèves du secondaire*

Le titre peut aussi être incitatif et être rédigé sous la forme d'une question pour attirer le lecteur : *Les facteurs socio-économiques favorisent-ils la réussite des élèves du secondaire ?*

L'identité de (s) auteur (s) est constituée du nom, du post-nom et du prénom suivi d'un chiffre en exposant entre parenthèse donnant le renvoie en bas de page du grade du concerné y compris l'adresse e-mail du premier auteur.

**b. Résumé et mots-clés :** Le résumé est rédigé dans deux langues, le français et l'anglais. Il ne doit pas dépasser 250 mots. Il présentera la méthodologie, les principaux résultats et les conclusions de l'étude, en reflétant l'essentiel du contenu de l'article.

Le résumé doit répondre aux questions suivantes : Pourquoi cette expérimentation, cette recherche ? Qu'a-t-il été fait et comment ? Qu'a-t-il été trouvé ? Que signifient ces résultats ? Les 4 parties essentielles d'un article y sont reprises, IMReD : Introduction, Méthode, Résultats et Discussion. Il n'y a ni référence, ni citation ni tableau **dans cette partie.**

Pour ce qui est des mots clés, ce sont des termes au singulier qui décrivent au mieux le message et le contenu de l'article. Il y a entre 3 et 10 mots-clés. Il est recommandé de mettre ces mots-clés aussi en anglais.

**c. Texte :** La longueur d'un manuscrit doit avoir au minimum 10 pages et au maximum 20 pages. Le texte doit être présenté en interligne 1.5 ; justifié ; avec des marges de 2.5 cm ; police 12 et caractère *times new Roman*. Les auteurs souhaitant publier un article plus long doivent obtenir l'accord préalable de la Revue. Les auteurs rechercheront avant tout dans leur rédaction la clarté et la concision. Les travaux expérimentaux et les enquêtes pédagogiques seront présentés selon le plan standard suivant : introduction, matériels et méthodes, résultats, discussion, conclusions, remerciements si nécessaire, bibliographie.

### **1. Introduction** (Lambert et Deboin, 2005)

Le rôle de l'introduction est de présenter la question qui est posée et de la replacer dans le contexte de ce qui est déjà connu.

Elle décrit la nature et l'importance du problème posé et situe le contexte. L'utilisation de la méthode « 5W » est souvent utilisée pour ne rien oublier : Why ? What ? Who ? When ? Where ? (=Quoi ? Quel ? Qui ? Quand ? Comment ?)

L'introduction est très importante et parfois elle est difficile à faire. Voilà pourquoi il est conseillé de la faire à la fin. L'introduction doit avoir un *choix et intérêt du sujet, une problématique, une hypothèse de travail, un aperçu méthodologique, l'état de la question, la limitation du sujet* (dans le temps et dans l'espace), *la subdivision du travail et les difficultés rencontrées.*

↳ ***choix et intérêt du sujet*** : Il s'agit de la justification du sujet. L'auteur doit dire **pourquoi il a choisi tel sujet** et non pas tel autre. Pourquoi veut-il parler de ce sujet ? Il doit dire ses **motivations**. De ce fait, il éveillera l'intérêt de la lecture, car de son travail la communauté scientifique attends « un plus ». L'intérêt doit se situer sur plusieurs plans : par rapport à lui-même, au lecteur, à l'institution, à la société, ...

↳ ***une problématique*** : Dans cette rubrique l'auteur dira clairement et distinctement **sur quoi** porte son sujet. En d'autres termes, il fera voir en quoi consiste la problématique de son article. Autrement dit, il répondra à la question de « **De quoi s'agit-il ?** ». Il posera **clairement** les problèmes ou les questions sans donner la réponse. Mais s'il présente la problématique sous une forme



interrogative, l'on peut déjà deviner dans quel sens il orientera sa réponse. Celle-ci se trouvera dans les différentes parties du plan. Et la conclusion, en donnant le résumé du travail, sera, ipso facto, la réponse à cet ensemble des questions.

La problématique se fait à partir du sujet. En effet, le titre, en lui-même, est comme une réponse tacite ou mieux il dit ce dont il s'agira, et à la fin de la lecture on pourra dire si le contenu correspond ou non au titre.

Comme on le voit, de par la problématique, le lecteur sait de quoi l'on veut parler et il attend voir comment le chercheur a répondu à toutes les questions. Il attend, en fait, une réponse qui sera une connaissance pour lui. Il attend le résultat des recherches du chercheur.

Ainsi, on se rendra compte que « pour construire la problématique, il faut : - *focaliser l'essentiel* de l'analyse des termes du sujet et de la compréhension du problème qu'il pose, en apportant, si besoin est, de nouvelles précisions (...) – *poser nettement*, en les articulant autant que possible, *les principales questions* auxquelles le développement devra répondre ».

En un mot, il faut formuler clairement le problème en évitant un langage pompeux de telle sorte que la réponse provisoire de l'hypothèse ait un lien direct avec la problématique.

De par sa définition, la problématique est un ensemble des questions que se pose un chercheur ou encore une nature des questions à résoudre par des procédés scientifiques relatives à un sujet données.

↳ *une hypothèse de travail* (ou hypothèse de recherche), l'hypothèse de travail est une réponse provisoire donnée aux questions de la problématique. Elle servira de *fil conducteur*, car elle est une conjecture ou « une proposition de réponse à la question posée ». A dire vrai, l'hypothèse de travail est le point de départ d'une investigation scientifique.

La *formulation* d'une hypothèse peut se faire *a priori*, c'est-à-dire avant de recueillir certaines informations voulues. L'affirmation d'une hypothèse *à priori* correspond à l'activité intellectuelle éveillée du chercheur. L'hypothèse *à priori* est une **hypothèse théorique**.

L'hypothèse de travail peut aussi se formuler *a posteriori*, après l'expérience, cela veut dire une fois que certaines informations sont recueillies. En un mot, on la formule après une expérimentation ou une pré-enquête. Ainsi on aura à faire à une **hypothèse empirique**.

En général, il est rarement possible de formuler une hypothèse sous sa forme définitive prête à être vérifiée. Le chercheur se rend souvent compte qu'il faut au préalable avoir réalisé une grande

partie des travaux préliminaires. Au mieux, l'hypothèse provisoire deviendra définitive souvent quand les données concordent avec l'hypothèse provisoire ou de départ. Certaines nouvelles hypothèses surgissent au cours de l'analyse des données. Ceci étant, le chercheur écrira dans son travail scientifique l'hypothèse qui sera confirmée par ses recherches après le dépouillement ou l'exposition des ses résultats de recherche. Il faut être pragmatique. En d'autres mots, il est bon de formuler son hypothèse définitive après le dépouillement de la documentation recueillie sur le sujet qu'on veut étudier.

Pour qu'une hypothèse soit un bon fil conducteur, elle doit avoir certaines *qualités* et remplir certains *rôles*. Elle doit *aider à sélectionner les faits à observer et observés*. Ceux-ci rassemblés, elle doit permettre de *les interpréter*. Pour que ces qualités soient remplies, il faut que « l'hypothèse soit formulée en des termes tels que l'observation et l'analyse, la conception de la recherche puissent fournir une réponse à la question posée. L'hypothèse *suggère* donc les procédures de recherches ».

L'hypothèse doit être aussi **valide**, d'où elle doit être formulée en termes opératoires, pour qu'elle soit utilisable, c'est-à-dire elle doit avant tout être *vérifiable*.

Enfin « l'hypothèse doit pouvoir se rattacher à une théorie existante, c'est-à-dire être en *conformité* avec le contenu actuel de la science ». Il peut arriver que l'on ait à faire à des *faits-problèmes*,

faits nouveaux en contradiction avec le système du monde précédemment admis et ces faits contraindront le savant à se poser un problème ; ce sont « ces fait polémiques » (qui ne sont pas en conformité avec le contenu actuel de la science) qui font avancer la science.

Le Professeur Mpala (2011) pense que quand la problématique n'est pas claire et que les questions sont mal posées, la formulation de l'hypothèse devient un casse-tête.

Les hommes de science définissent l'hypothèse comme une série de réponses supposées et provisoires mais vraisemblables au regard des questions soulevées par la problématique.

↳ *un aperçu méthodologique*, présenté d'une manière très brève ici. L'hypothèse de travail étant formulée, l'auteur doit annoncer la (les) méthode(s) et techniques de recherche qu'il utilisera pour atteindre son but.

↳ *l'état de la question* : dans cette rubrique, le chercheur doit donner la liste des travaux faits dans son domaine de recherche. Il doit dire, en quelques mots, en quoi son travail scientifique sera différent de ceux de ses prédécesseurs. Cela demande, de sa part, un esprit d'ouverture et de curiosité. L'étudiant doit savoir qu'il y a des « anciens » dans son domaine de recherche et qu'il est bon de savoir ce qu'ils ont dit et ce qu'ils n'ont pas dit. Cette rubrique est très importante. Comme on ne peut pas tout connaître, il est bon de se

référer aux travaux produits, dans votre domaine, dans son institution universitaire et ailleurs, si cela est possible. L'état de la question n'est pas à confondre avec un simple agencement d'idée ou la présentation superficielle de réalisations antérieures d'opinions des divers auteurs sur un sujet bien déterminé. Il s'agit au contraire d'une synthèse des écrits existants qui permettent aux chercheurs de tracer une ligne de démarcation entre le passé, c'est-à-dire des travaux antérieurs et la littérature qui se propose de produire dans le but de mettre à la lumière son apport, qui serait totalement ou partiellement différent de celui des autres.

↳ *la limitation du sujet* (dans le temps et dans l'espace), l'étudiant doit savoir gagner en profondeur et non en longueur, d'où il doit limiter son sujet dans **le temps** et dans **l'espace**. On ne peut mieux parler de quelque chose que si l'on le situe dans le temps et dans l'espace. Il y va du gain du temps et de l'espace. La limitation peut aussi concerner **la spécificité** ou la **catégorie** du travail. Une fois le sujet limité, il faut donner la subdivision de votre travail.

↳ *la subdivision du travail* : à ne pas confondre avec le résumé du travail. Il suffit de dire que le travail aura deux grandes parties, à savoir celle des considérations théoriques et celle des considérations pratiques. Et l'on pourra ajouter en disant qu'à la fin la conclusion sera suivie de suggestions.

↳ *les difficultés rencontrées* : il est important de signaler les difficultés rencontrées aussi d'une manière très brève ici.

L'introduction se rédige normalement au futur et la conclusion au passé.

Les unités de mesure seront exprimées en utilisant le système métrique et, si nécessaire, les unités SI.

Les abréviations et les acronymes seront définis lors de leur première citation. Le texte ne doit pas comporter de notes de bas de page. Les précisions souhaitées peuvent être incorporées dans le texte.

Les tableaux et les figures seront mentionnés dans le texte à l'emplacement souhaité par l'auteur pour leur insertion.

Les auteurs sont invités à se référer aux nomenclatures internationales les plus récentes publiées par les sociétés scientifiques internationales reconnues. Les noms d'espèces (animales, végétales, bactériennes, virales, etc.) doivent être obligatoirement suivis de leur dénomination latine entre parenthèse et en italique.

## **5. Remerciements**

Les remerciements doivent figurer en note de bas de page, au début de l'article. Tous les collaborateurs qui ne peuvent être considérés comme des auteurs, doivent néanmoins être mentionnés dans les remerciements. Par exemple, il convient de remercier les personnes qui vous ont aidé à résoudre des problèmes techniques ou ont facilité la rédaction de votre article. Même si la

direction de votre département ne vous a apporté qu'un soutien d'ordre général, il convient également de le mentionner. Si vous avez bénéficié d'une aide à la rédaction, il convient de nommer l'organisme qui a financé cette assistance.

## **6. Les Références bibliographiques** (*Boudia et Nadji, 2012 ; Pochet, 2009 ; INSEA, 2013*)

Un travail scientifique se caractérise par une bibliographie solide. Il existe 10 manières de les présenter dans un travail scientifique. La revue Mbegu accepte les deux systèmes suivants :

1. Le système « **Vancouver** » : avec des citations numériques qui renvoient à un numéro d'apparition dans la liste bibliographique (classement par ordre d'apparition dans le texte).
2. Le système « **Harvard** » : avec des citations qui reprennent le binôme (auteur-date) pour la citation dans le texte et pour les références dans la liste bibliographique (par ordre alphabétique et chronologique).

Exemple de rédaction des références bibliographiques :

- a) **Les ouvrages** : *Auteur (date) Titre de l'ouvrage. Maison. Édition. Lieu d'édition : Éditeur commercial, année de publication, nombre de pages. (Titre de la Collection, n° de la collection) ISBN (Facultatif)*

Exemples : *Guimelli Christian (1994) Structures et transformations des représentations sociales. Neuchâtel, Switzerland : Delachaux et Niestlé, 277 p. ISBN 2603009451*

Si le nombre d'auteurs est supérieur à 3, citez le premier suivi de "et al.

b) **Périodique ou revue** : *Auteur. (date) ; Titre de l'article.*

*Titre de la revue périodique, volume, numéro, pagination.*

*ISSN.* Exemples :

- Chipeng F.K., Hermans C., Colinet G., Faucon M-P , Ngongo M., Meerts P., Verbruggen N. (2009) **Copper tolerance in the cuprophyte *Haumaniastrum katangense*** (S. Moore) P.A. Duvign. & Plancke. *Plant Soil* 328: 235-244, DOI 10.1007/s11104-009-0105-z
- Chipeng Kayemb (2013) **Evaluation des risques de contamination des aliments par les métaux lourds : cas des patates douces cultivées à proximité des carrières d'exploitation de cuivre à Lubumbashi et ses Environs, Mbegu, N°40, pp (31-52)**
- Narrod C., Zinsstag J. & Tiongco M. (2012) **A one health framework for estimating the economic costs of zoonotic diseases on society.** *EcoHealth* 9, pp (150–162).
- Sanchez L. Rafael. (2000) **A new cyclic anisotropic model for plane strain sheet metal forming.** *International journal of mechanical sciences*, vol. 42, n° 4, pp (705-728).



- c) **Conférence, Congrès et Communication:** *AUTEUR de la conférence. Titre de la conférence, date de la conférence, lieu de la conférence. Lieu d'édition : Éditeur commercial, année de publication, nombre de pages. ISBN (Facultatif).* Exemples :
1. Reardon F.H, Thinh N. D. (1999), Eds. 36th. Heat transfer and fluid mechanics institute, Sacramento. Sacramento: College of Engineering and Computer Science, 293 p.
  2. Danesy D. Ed. 8th European space mechanisms and tribology symposium, 1999 sept., Toulouse, France. Noordwijk : ESA publications Division, 1999, 345 p. (ESASP, 438). ISBN 9290927526

Pour un article de recherche, il est recommandé de ne pas dépasser 30 références ; ce nombre pourra être doublé pour un article de synthèse. Et inversement, il est inadmissible qu'un article scientifique ait moins de 10 références bibliographiques.

Avant de soumettre un article, l'auteur est prié de contrôler l'exactitude de toutes les références et de vérifier que toutes sont citées dans le texte. Les noms des journaux et revues seront abrégés sans ambiguïté. En cas d'équivoque possible, ils seront retranscrits intégralement. Des exemples de titres abrégés et de présentation des références selon les normes de la *Revue* peuvent être trouvés dans les bibliographies de numéros récents.

Les mémoires et Travaux de fin de cycle inédits des étudiants de graduat ou de licence ne doivent pas faire partis des

référence acceptables dans Mbegu comme partout ailleurs dans les revues qui se respectent. Il est de plus en plus conseillé aux chercheurs de mentionner les références les plus récentes possibles.

## **7. Instructions complémentaires concernant la présentation**

- **virgule, point-virgule, point d'interrogation, point d'exclamation** Les signes de ponctuation suivants sont toujours précédés d'un espace insécable : deux points, point-virgule, point d'interrogation, point d'exclamation. Exemple : Chipeng, 2010 ;
- **Les nombres décimaux** Une virgule doit être utilisée dans les décimales et non un point. Pour des milliers, le point est remplacé par un espace insécable, à l'exception des dates. Les unités sont généralement précédées d'un espace insécable (sauf pour les degrés).

Exemples :

2,12

52,1%

34 000 élèves inscrits en 2015 à l'IDAP ont réussi.

- **Statistiques**

*p*, *r*, *t* et *F* doivent être en italique.

Degrees of freedom = degrés de liberté.

- **Autres points de style :**
  - les règles françaises sont appliquées pour la coupure des mots en fin de ligne.
  - pas d'accent sur les majuscules.

- les mots-clés sont affichés dans l'ordre alphabétique.
- pas de caractère en gras dans les tableaux.
- Les annexes apparaissent à la fin de l'article, après les références bibliographiques

**6. Tableaux** : Chaque tableau doit porter un titre en haut et être numéroté avec un chiffre romain. Chaque colonne sera désignée par un intitulé. Les valeurs individuelles seront autant que possible remplacées par leurs moyennes et leurs écarts types. Les notes, commentaires ou précisions sur les données numériques seront annoncés par de petites lettres en exposant (par exemple : <sup>(a)</sup>, <sup>(b)</sup>, <sup>(c)</sup>, <sup>(d)</sup>) et leur texte donné en note sous le tableau. Les abréviations d'usage peu courant seront explicitées. Les tableaux doivent illustrer les informations contenues dans le texte et non faire double emploi avec celles-ci (Pochet, 2009).

**7. Figures** : Les auteurs sont vivement encouragés à proposer des figures pour illustrer leur article, sous réserve cependant que la figure apporte un complément d'information. Les photographies, diagrammes, graphiques, schémas et cartes géographiques sont considérés comme des figures. Les figures seront numérotées en chiffres arabes en bas dans l'ordre de leur citation dans le texte.

La Rédaction accepte pour publication les figures réalisées en formats Excel et PowerPoint et comportant les données numériques pertinentes. Les diagrammes, les cartes et les dessins devront être enregistrés dans des formats acceptant les retouches : par exemple,

fichiers .eps, .ai (Illustrator) ou .fr (Freehand). Sont également acceptés tous documents numériques de qualité photographique. Les photographies numériques devront être enregistrées sous un format .jpg, .tiff ou .eps, largeur comprise entre 455 et 2 055 pixels (soit 8,35 cm – 17,4 cm), résolution minimale 300 dpi (pixels par pouce).

Le titre doit être suffisamment explicite pour éviter au lecteur de se reporter au texte et les légendes doivent être claires et complètes. L'objet, le lieu et la date seront mentionnés si possible. Ces informations peuvent être complétées par l'indication des unités de mesures et des sources et par des notes explicatives. Les cartes seront dotées d'une échelle.

## **8. La rédaction d'un article scientifique (Pochet, 2009 ; Lambert et Deboin, 2005)**

Il est vrai que selon les domaines de recherche et souvent d'école, cette structure peut varier. Un bon plan d'écriture permet de gagner du temps dans la mesure où il s'établit une logique de toutes les étapes et du contenu de l'information. Le plan d'écriture assurera la cohérence. Voici d'une manière générale ce qu'exige Mbegu :

### **➤ Description détaillée de la méthode utilisée**

Dans cette partie, vous décrivez, dans l'ordre, ce qui a été réalisé au cours de l'expérimentation. Il faut clairement expliquer ce qui a été fait et comment, en omettant les détails superflus.

L'objectif est de permettre à un autre chercheur de reproduire les résultats obtenus ou d'utiliser la même méthode dans une autre expérimentation similaire.

La description du protocole expérimental permet au lecteur de retrouver les conditions de réalisation de l'expérience ou de la recherche, les facteurs dont on a étudié l'influence, les individus qui ont été observés, le protocole expérimental mis en place, les observations qui ont été réalisées, les modalités de collecte de ces observations, l'incertitude relative et les outils d'analyse des observations.

Le chapitre consacré à la méthode commence toujours par la présentation du **matériel** sur lequel a porté l'expérimentation, leur nature ; l'endroit de leur récolte (insérer tous les paramètres géo-référencés (altitude, longitude, latitude)).

La méthode est l'ensemble des règles pour conduire raisonnablement, logiquement les pensées. En d'autres mots, c'est la **voie à suivre** pour atteindre le but qu'on s'est fixé. On adopte la méthode après avoir répondu à cette question : « *comment arriverai-je à atteindre le but que je me suis assigné ?* » En d'autres mots, quel *chemin ou quelle voie* dois-je emprunter pour atteindre mon but ? Ainsi on aura à choisir parmi les nombreuses « Voies », mais il faut choisir la meilleure ou celle qui correspond à son travail. Chaque méthode peut avoir des étapes ou des moyens dont elle se sert dans l'ensemble. Ceux-ci sont appelés **techniques**, « La

*technique représente les étapes d'opérations limitées, liées à des éléments pratiques, concrets, adaptés à un but défini, alors que la méthode est une conception intellectuelle coordonnant un ensemble d'opérations, en général plusieurs techniques (...). Les techniques ne sont donc que des outils, mis à la disposition de la recherche et organisés par la méthode dans ce but ».*

C'est ici qu'il faudra expliquer les difficultés rencontrées tant d'ordre méthodologique que scientifique. Il faut éviter de montrer l'impression d'être toujours un enfant pauvre en restreignant la recherche uniquement aux difficultés financières.

Il est recommandé de signaler dans cette partie du mémoire, la **durée** de l'expérimentation, la date de début et celle de la fin et le milieu où les échantillons ont été récoltés, où l'expérimentation s'est réalisée.

### ➤ **Discussion et interprétation des résultats**

Cette partie est celle où le chercheur a plus de liberté d'exprimer son point de vue par rapport à tel ou tel autre résultat. Discuter un résultat consiste à l'examiner et le critiquer minutieusement. Ainsi pour y arriver, on fait appel aux connaissances existantes (lois, principes, théorie, anciens résultats). Le chercheur étudiant est appelé à superposer ses résultats aux théories existantes afin de démontrer une **similitude** ou une **discordance**. Il s'agit aussi d'une comparaison entre ses résultats et ceux des autres précédemment publiés.

Interpréter un résultat consiste à l'expliquer pour permettre aux lecteurs de le comprendre dans son sens. C'est une action d'attribuer un sens aux résultats. Certains résultats peuvent être projetés dans le temps par des outils statistique et prévenir un problème.

Dans cette partie, il faut donc tirer une corrélation entre les résultats obtenus avec les données empiriques sur lesquelles ils s'appuient ; relever les limites, les distorsions possibles ou alternatives des résultats avec ceux déjà connus ; la comparaison avec les résultats dans les études semblables.

Il ne faut pas résumer les résultats mais y faire référence et expliquer pourquoi les nouveaux résultats améliorent la connaissance scientifique.

La question principale posée à l'introduction doit trouver sa réponse dans cette partie. Il s'agit de mettre en rapport les résultats et l'hypothèse de départ, et si celle-ci est rejetée, apporter une explication. S'il y a eu aussi des résultats et/ou des observations non attendues, c'est ici qu'il faut les expliquer.

### ➤ **Conclusion et recommandations**

La conclusion doit se rédiger, en rapport avec la question de l'hypothèse de départ, sans oublier le but définit au début du travail. La conclusion est la leçon à tirer de la recherche. Elle doit inclure votre opinion. Elle peut inclure les applications et les

prédictions. Elle doit aussi inclure les perspectives de recherche sans inclure les données nouvelles. Lors de la rédaction, voici les règles élémentaires à respecter :

- Chaque phrase doit avoir un verbe.
- Lorsqu'on change des idées, il faut changer aussi le paragraphe.
- Avant de terminer une idée, énoncer une suivante par le second paragraphe.
- Une petite conclusion qui énonce la fin du chapitre et annonce le suivant.
- Le jugement de valeur est permis, mais il faut toujours être humble.

Une opinion personnelle doit se baser sur les données scientifiques, éviter la subjectivité, les étiquettes globales (tout ceci, on,...) ; et des jugements gratuits, pas de journalisme à sensation.

➤ **Les citations** (Anonyme, 2009)

Une citation est un texte emprunté à un autre auteur que celui du texte principal dans le but de le reporter comme preuve à l'appui ou comme justification à une certaine opinion. Si une citation est en langue étrangère, elle sera écrite fidèlement en guillemet (Voir la bibliographie pour la présentation dans le texte des différents documents cités).



On appelle citation une phrase ou un ensemble de phrases tirées d'un document écrit ou oral. Et pour savoir qu'il s'agit d'une citation, le passage tiré de la source est mis entre guillemets « ... ».

Une citation commence par majuscule si elle est précédée de la ponctuation double point. Ex : Chipeng a dit : « Les plantes qui se reproduisent par bouturage ... ». Elle commence avec minuscule si elle est insérée dans une phrase au discours indirect ou s'il y a une autre expression comme *pour*, *selon* et ici la *virgule* précède la citation. Ex. Louis Althusser a dit que « *l'homme est naturellement un animal idéologique* ».

Les citations sont d'une ***grande utilité***. Elles servent soit à exposer une pensée de l'auteur en recourant aux paroles mêmes prononcées par l'auteur, soit à approuver ou affirmer son idée en s'appuyant sur l'*autorité* d'un auteur compétent, soit à réfuter l'opinion d'autrui en mettant en évidence son inexactitude.

***L'usage*** des citations est nécessaire mais l'étudiant ne doit pas en abuser. On l'utilise quand c'est nécessaire.

Dans une citation on peut insérer des **crochets** [ ] afin de dire que le mot entre crochets ne fait pas partie du texte, mais il le fait pour mieux comprendre. Ex. « Les travaux antérieurs montraient que *Haumaniastrum katangense* est une plante [*hyper*] tolérante ».

Si la citation est longue, la partie sautée est mise **en parenthèses**. Ex. « Il est bon de lire, (...), car c'est la vie ». **Si dans la citation il y a une faute**, prière de ne pas la corriger. Laissez-la comme telle, ne corrigez pas la faute dans le livre, transcrivez-la comme telle. Ecrivez à côté *sic* en le mettant entre parenthèses. Ex : « la reproduction végétatif (*sic*) la plus connue est le bouturage ». Ceci pour dire que cette faute n'est pas mienne, elle est de l'auteur.

### ➤ **Le style de rédaction et autres règles**

Les données admises sont écrites au présent. La description de l'expérimentation est faite au passé (passé composé), à la voie passive afin d'éviter d'utiliser la première personne (je ou nous) dans la phrase. Par exemple, il convient de remplacer cette phrase « *nous avons prélevé le pH de solution nutritive chaque semaine* » par « *le pH de solution nutritive a été prélevé chaque semaine* ».

Tout organisme vivant, à sa première mention dans le texte et le résumé, est cité par son nom scientifique complet, suivi du parrain. Dès la deuxième citation dans le texte, le genre est abrégé.

Pour les composés chimiques, les règles internationales en matière de nomenclature émises par l'IUPAC (*international Union of Pure and Applied Chemistry de 1987*) sont suivies. Les noms commerciaux et les marques déposées qui seraient utilisés en complément sont signalés par un « \* » et accompagnés de l'identification du fabricant.

Après la rédaction de l'avant-dernière version de votre article, il est toujours conseillé de la soumettre à un collègue ou à

une connaissance du domaine grammatical pour les dernières corrections. Le chercheur lui-même peut laisser un temps (une semaine sans lire, et y revenir après, il pourrait dénicher certaines autres fautes de grammaire, d'orthographe ou de frappe.

➤ **Attention à la fraude scientifique dans votre article :** Voici les 3 grandes formes de fraudes en science :

- **L'invention** pure et simple de résultats scientifiques, avec parfois fabrication de faux matériels ;
- **La rectification** ou sélection de résultats expérimentaux, afin de faire paraître meilleure la force de prédiction d'une théorie ;
- **Le plagiat** : la notion de plagiat est multiple, plagier c'est :
  - Copier textuellement un passage d'un livre, d'une revue ou d'une page web sans le mettre entre guillemets et /ou sans en mentionner la source ;
  - Insérer dans un travail des images, des graphiques, des données, etc. provenant des sources externes sans en indiquer la provenance ;
  - Résumer l'idée originale d'un auteur en l'exprimant dans ses propres mots, mais en omettant d'en indiquer la source ;
  - Traduire partiellement ou totalement un texte sans en mentionner la provenance ;
  - Utiliser le travail d'une autre personne et le présenter comme le sien et ce, même si cette personne a marqué son accord.

Avec l'avènement internet, le plagiat est devenu très facile, couper – coller. Il faut donc faire attention. Il est punissable, l'annulation de l'article avec si possible des poursuites judiciaires.

D'autres comportements, sans prendre le caractère d'une fraude, s'en rapprochent : ainsi, la présentation d'un résultat scientifique pour ce qu'il n'est pas, la présentation du même résultat dans plusieurs publications, etc.

### ***Bibliographie***

1. Anonyme (2009) Comment rédiger une bibliographie, Collège François-Xavier-Garneau ; Tiré à part du Guide de l'étudiant ;
2. Boudia D. et Nadji F. (2012) Rédiger et citer des références bibliographiques, Institut National des sciences appliquées Lyon, 23 pages ed. INSA ;
3. INSEA (2013) Guide pour la rédaction des références bibliographiques, Bibliothèque de l'INSA de Toulouse ;
4. Journal officiel de la République Démocratique du Congo, (1981) Ordonnance n° 01-160 du 07 octobre 1981 portant statut du personnel de l'Enseignement Supérieur et Universitaire, 38p ;
5. Journal officiel de la République Démocratique du Congo, (2014), Loi-cadre n°14/004 du 11 février 2014 de

l'Enseignement National ; Numéro spécial 55<sup>e</sup> année, première partie, Kinshasa, 64 p ;

6. Marie-Christine Lambert et Marie-Claude Deboin (2005) Publier dans une revue électronique en libre accès : informations aux auteurs et sélection de titres de revues en libre accès en sciences agronomiques Cirad-Dic, TA383/05 Avenue d'Agropolis, 34398 Montpellier cedex, France ;
7. Ministre ESURS RDC (2013) Instruction académique n°15/ MINESU/ CABMIN/ BCL/ GGP/ 2013 du 13 septembre 2013 portant directives sur la rentrée académique 2013-2014 à l'intention des Chefs d'établissements publics et privés d'enseignement supérieur, Universitaire et Recherche scientifique, 74 p ;
8. Pochet Bernard (2009) La rédaction d'un article scientifique, Les presses Agronomiques de Gembloux, 55 p ;

# IMPLEMENTATION DES STRUCTURES INTERNES POUR LES SPECIFICATIONS ET LES INVARIANTS

PAR KAPITA MWADI GHISLAIN <sup>(1)</sup>

## INTRODUCTION

L'exécution de tout programme conçu dans la réalisation d'un substantiel travail résolvant un problème donné, nécessite une bonne construction d'un algorithme qui doit utiliser les trois structures de contrôle requises pour l'obtention d'un algorithme efficient à savoir : *la séquence, l'itération et la sélection.*

Nous avons choisi l'intitulé faisant l'objet du présent article comme : « *IMPLEMENTATION DES STRUCTURES INTERNES POUR LES SPECIFICATIONS ET LES INVARIANTS* », dans lequel nous allons montrer comment les opérateurs de base, tels que l'appartenance d'un élément à un ensemble, la cardinalité d'un ensemble, les quantificateurs universel et existentiel entrent en jeu pour incorporer les invariants dans le programme donné afin que celui – ci s'exécute au même moment que les invariants incorporés.

---

(1) Assistant à l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi

Depuis quelques années l'informatique est un atout important dans une entreprise, tant du point de vue de la programmation que de la bureautique, parce que l'outil informatique entraîne une évolution dans le progrès technologique.

Nous nous sommes posé les questions suivantes :

- Comment implémenter les opérateurs de base intervenant dans une forme d'invariant ?
- Quel programme peut incorporer la forme d'invariant ?

Nous pensons qu'il est vraiment important de construire un algorithme ou d'un programme qui incorpore les spécifications et les invariants afin d'aboutir à un résultat optimal.

Le programme qui permet de calculer la factorielle d'un élément situé dans un tableau utilise les opérateurs de base.

Actuellement la programmation devient un domaine qui fait couler la salive pour certains utilisateurs dans la construction des algorithmes ou des programmes efficaces et corrects. D'où pour la vérification de ces derniers, nous nous sommes résignés de mettre sur pieds quelques algorithmes des opérateurs de base qui viennent donner solution à ce problème.

Pour la présente étude, nous allons uniquement retenir la méthode analytique.

Nous nous sommes intéressés à l'étude des programmes que nous considérons comme programme – types. De l'analyse de ceux

– ci, nous allons généraliser des formes des spécifications et des invariants.

Dans le cadre de cette étude, nous parlerons d'implémentation des structures internes des spécifications et des invariants. Nous nous limiterons seulement à quelques illustrations symboliques des programmes Pascal.

## **I. CONSIDERATIONS THEORIQUES**

### ***I.1. SPECIFICATION ET INVARIANT***

Toute action, tout programme, tout module ou toute architecture logicielle a sa raison d'être. Cette raison d'être doit être exprimée à l'aide d'une spécification.

Une spécification est donc un énoncé descriptif de la raison d'être d'une action, d'un programme, d'un module ou d'une architecture logicielle.

Une spécification est un ensemble des prédicats ou assertion qui doit dire ce que fait une action, un programme, un module ou une architecture logicielle mais ne doit pas dire de quelle manière.

Un invariant est une propriété caractéristique de l'intelligence de pouvoir s'abstraire de la tâche qu'elle est en train de réaliser et d'évaluer globalement ce qui a été accompli ; elle cherche toujours, et trouve souvent des modèles, déclare Douglas R. Hofstadter. L'invariant est au sein d'un algorithme une propriété attachée à



chaque boucle d'itération et décrit donc un modèle ou type qui est vérifié à chaque itération. L'invariant, lorsqu'il est exprimé, simplifie énormément la conception de l'algorithme.

## **I.2. CONSTRUCTION DES SPECIFICATIONS ET DES INVARIANTS D'UN PROGRAMME A BOUCLES**

Un programme à boucle est un programme qui implémente au moins une structure répétitive. Dans cette étude, nous considérons quelques programmes – type qui nous servons de la généralisation d'expressions de spécifications et d'invariants.

Il arrive fréquemment que l'action à réaliser pour atteindre un objectif consiste à répéter un certain nombre de fois des actions semblables les unes après les autres. Cela simplifie énormément le travail à accomplir.

Les principales difficultés de décomposition d'une action répétitive consistent à écrire cette action sous forme d'une répétition d'actions identiques. Ceci nécessite de définir à la fois une action  $A$ , et un ensemble des situations intermédiaires  $S_1, S_2, \dots, S_p$ .

Une méthode assez générale de conception d'une décomposition répétitive consiste à chercher et à identifier une variable entière  $i$  qui permet de numéroter les situations successives (cette variable entière est généralement l'indice de boucle), puis, à

décrire les situations intermédiaires  $S_p$  en fonction de cet indice de boucle :

$$\{S_i\} = \{S(i)\}$$

Cette situation intermédiaire se confondant, pour une certaine valeur  $i_f$  de la variable  $i$ , avec l'objectif visé :

$$\{S(i_f)\} = \{objectif\}$$

Si la situation initiale peut, éventuellement au prix d'une transformation assez simple, se mettre généralement sous la forme  $S(i)$ , l'action à répéter est alors définie par le fait qu'elle permet de passer de la situation  $S(i)$  à la situation  $S(i+1)$ , (ou éventuellement, de la situation  $S(i)$  à la situation  $S(i-1)$ ), c'est – à – dire :

$$\{S(i)\}A\{S(i + 1)\}$$

La situation  $\{S(i)\}$  est appelée invariante de répétition, les assertions qui la caractérisent sont appelées invariants de boucle.

Ce type de raisonnement est tout à fait analogue à celui utilisé en mathématique, sous le nom de méthode de récurrence, de sorte que l'écriture d'un calcul à effectuer sous forme de relations de récurrence facilite toujours considérablement la mise en œuvre de cette méthode.

### **I.3. STRUCTURE POUR OPERATEUR DE BASE**

Les spécifications et les invariants sont des propositions logiques et leur examen peut être fait indifféremment. Après une analyse minutieuse des spécifications et invariants retenus dans cette étude, à savoir l'étude des formes :  $\frac{a}{b}, x! et \# A$ , où  $A$  est un ensemble, les aspects communs généralisés ou généralisables sont les suivants :

**a- La première forme :**

**a.1. Spécification :**

Ce programme calcule le quotient  $q$  et le reste  $r$  de la division de deux nombres constants  $a$  et  $b$ .

Autrement dit,

$$\forall a, b \in R_0^+, \exists q, r \in R_0^+ / q = a \text{ div. } b \text{ et } r = a \text{ mod. } b$$

**a.2. Invariant :**

Connaissant la spécification du programme, nous pouvons construire son invariant. Etant donné la spécification et  $q = a \text{ div } b$  et  $r = a \text{ mod } b$ , et en observant ce programme, on peut constater que, à chaque itération  $i$ , le quotient  $q$  est égal à cette itération c'est-à-dire  $q = i$ .

Partant les règles de la division de  $a$  par  $b$ , on a :  $a = q * b + r$

Or  $q = i$ , alors  $r = a - i * b$

En résumé, puisque le programme calcule le quotient  $q$  et donne le reste  $r$ , nous pouvons dire que l'expression de l'invariant est :

$$\forall a_0, b_0 \in R_0^+, \exists q, r \in R_0^+ / q = i \text{ et } r = a_0 - i * b_0 \text{ et } 0 \leq r \text{ et } i \in N,$$

Cette spécification et cet invariant utilisent les quantificateurs universels et existentiel ( $\forall$  et  $\exists$ ), ils utilisent aussi l'opérateur d'appartenance ( $\in$ ) ainsi que l'opérateur d'égalité des expressions.

L'opérateur d'égalité des expressions vient à la fin de la forme de spécification et de l'invariant, avec une forme invariante  $S(i)$  dans la forme de l'invariant.

## **b- La deuxième forme**

### **b.1. Spécification :**

$$Z = x !$$

### **b.2. Invariant :**

$$\forall y \leq x \in N, \exists z \in N, z = y!$$

La forme de cette spécification utilise un seul opérateur qui est l'opérateur d'égalité des expressions. Dans cette forme de spécification, il y a des éléments  $z$  et  $x$  qui peuvent appartenir à un domaine quelconque, et nous supposons qu'il existe des quantificateurs qui sous – tendent cette forme de façon cachée telle qu'elle peut s'écrire :

$$\forall x \in N, \exists z = x!$$

Quant à la forme de l'invariant, elle utilise les quantificateurs universel et existentiel, les opérateurs d'appartenance, d'égalité et d'infériorité. Dans l'expression de l'égalité, ici, il y a la présence d'une forme invariante  $S(y)$  où  $y$  est l'itération.

Toutes les formes des spécifications et des invariants que nous venons d'étudier déterminent des opérateurs et des opérandes d'un certain niveau d'abstraction. Dans la plupart des spécifications et des invariants, nous trouvons explicitement les quantificateurs universel et existentiel, l'opérateur  $\in$ .

Ces deux formes générales sont issues des formes – types que nous avons considérées comme modèles dans notre étude.

De notre analyse et de notre généralisation, nous pouvons dégager des opérateurs qui seront considérés comme des opérateurs atomiques de base pouvant servir à vérifier une gamme assez large des programmes.

Les opérateurs de base dégagés sont :

#### **a) Le quantificateur universel**

Un quantificateur universel, symbolisé par  $\forall$ , est un indicateur qui détermine l'universalité des éléments  $x$  du domaine de définition  $E$  qui sont utilisés dans la spécification ou dans l'invariant.

Nous définissons cet opérateur par POURTOUT ( $x$ ,  $E$ ,  $exp(x)$ ) qui est vrai si  $\forall x \in E, exp(x)$  est vrai.

#### **b) Le quantificateur existentiel**

Le quantificateur existentiel, symbolisé par  $\exists$ , est un indicateur qui détermine la particularité d'un élément  $y$  de

l'ensemble d'images E qui est utilisé dans la spécification ou dans l'invariant.

Nous définissons cet opérateur par EXIT.  $(x, E, \text{exp}(y))$  qui est vrai si  $\text{exp.}(y)$  est vrai.

### c) L'appartenance

L'opérateur d'appartenance, symbolisé par  $x$ , est d'utilité que lorsqu'on a un élément  $x$  et un ensemble E ou soit un élément  $x$  et un intervalle ou une suite.

Un élément peut appartenir, à un intervalle ou à une suite.

Soit la suite S des éléments  $a_i$ , on la représente par

$$S = (a_i)_{i \in I}$$

Où I est l'intervalle contenant l'indice i

Il existe en mathématique des suites croissantes, décroissantes, stationnaires, monotones, arithmétiques, géométriques,...

Nous définissons l'opérateur d'appartenance d'un élément  $x$  à un ensemble E par APPART.  $(x, E)$  qui est vrai si  $x \in E$

Nous définissons également l'opérateur d'appartenance d'un élément  $x$  à une suite S par APPARTS  $(x, S)$ . qui est vrai si  $x \in S$  est vrai

Dans ce paragraphe, nous montrons comment les opérateurs triviaux et les opérateurs de base que nous venons de définir peuvent être combinés pour exprimer des spécifications et des invariants d'un certain nombre de programmes.

Nous considérons à cet effet, les spécifications et les invariants des programmes types énoncés ci avant :

**a) Programme – type 1 :**  
**Spécification**

POURTOUT ( $b, R_0^+$ , POURTOUT ( $a, R_0^+, q = a \text{ div. } b \text{ et } r = a \text{ mod. } b$ )  
 )

EXIST ( $r, R_0^+$ , EXIST  
 ( $a, R_0^+, q = i \text{ et } r = a - i * b$ ) et  $0 \leq r$  et APPART ( $i, N$ )).

**b) Programme – type 2**

**b.1. Spécification**

**Z=x !**

**b.1. Invariant**

POURTOUT ( $x, N$ , EXIST ( $Z, N$ , Z=y ! et  $y \leq x$ )))

## ***II.CONSTRUCTION DESALGORITHMIQUES***

**a) Quantificateur universel**

Soit un tableau T[1 :n] qui représente les n éléments de l'ensemble E, nous utilisons une fonction Pascal pour exprimer l'opérateur POURTOUT( $x, E, expr(x)$ ) car il fournit un résultat booléen :

Function POURTOUT(var x : integer ; t :tab1 ; fonction expr :  
 boolean) :boolean ;

```

const n: integer; ;

Vari : integer ;

Begin

i := 1;

While (i <= n) and (expr = true) do

begin

i := i + 1;

end;

if i > n then POURTOUT := true

else POURTOUT := false;

end;

```

La complexité de cet algorithme est de l'ordre de  $n$  ( ) car, dans la boucle d'itération, le quantificateur doit passer en revue tous les éléments du tableau  $T [1 :n]$ .

### **b) Quantificateur existentiel**

Soit un tableau  $T[1 :n]$  qui représente les  $n$  éléments de l'ensemble  $E$ , nous utilisons une fonction Pascal pour exprimer l'opérateur  $EXIST(y, E, expr(y))$  car il fournit un résultat booléen :

```

Function EXIST(vary: integer; t: tab1; functionexpr(y): boolean): boolean;

const n: integer;

```



```

vari: integer;

begin

i := 1;

    While (i <= n) and (expr = false) do

begin

i := i + 1;

end;

if i > n then EXIST:= false

else EXIST:= true;

end;

```

### c) Operateur d'appartenance

Soit un tableau  $T[1:n]$  qui représente les  $n$  éléments de l'ensemble  $E$ . soit  $x$  une variable qui représente un élément de l'ensemble  $E$ , nous utilisons une fonction Pascal pour exprimer l'opérateur  $APPART(x, E)$  car il fournit un résultat booléen :

```

function APPART(y: real; t: tab1): boolean;

const n: integer;

var i: integer;

begin

i := 1;

```

```

while (i <= n)and (t[i] <> y)do;
begin
i := i + 1;
end;
if i > n then APPART := false
else APPART := true;
end;

```

#### d) Opérateur d'égalité

Soient deux tableaux  $T[1:n]$  et  $A[1:n]$  qui représentent respectivement les  $n$  et  $m$  éléments des ensembles  $E_1$  et  $E_2$ , nous utilisons une fonction Pascal pour exprimer l'opérateur  $EGAL(E_1, E_2)$  car il fournit un résultat booléen :

```

function EGAL(t: tab1; a: tab2): boolean;
const n: integer; m: integer;
var i, j: integer;
p: boolean;
begin
if n <> m then EGAL := false
else begin
i := 1;

```

```

    p := true;
    while (i <= n) and p do
        begin
            j := 1;
            while (j <= m) and (t[i] <> a[j]);
                begin
                    j := j + 1;
                end;
            if j > m then p := false
            else i := i + 1;
            end;
        EGAL := p;
        end;
    end.

```

### e) Opérateur de comptage

Soit un tableau  $T[1 : n]$  qui représente les  $n$  éléments d'un ensemble  $E$ , nous utilisons une fonction Pascal pour exprimer l'opérateur  $\text{CARDINAL}(E)$

```

function CARDINAL(t: tab1): integer;

```

```

    const n: integer;

    var null, i, j: integer;

    begin

    if n = 0 then CARDINAL := 0

    else begin

        i := 1;

        j := 0;

        while i <= n do

            begin

            if t[i] = null then j := j + 1;

            i := i + 1;

            end;

        CARDINAL := n - j;

        end;

    end;

```

### ***III.APPLICATIONS***

Dans ce paragraphe, nous illustrons l'utilisation pratique de certaines *fonctions* et *procédures Pascal* du paragraphe précédent, dans quelques programmes types, ceux que nous avons choisis comme modèles pour notre analyse.

Nous considérons ici le programme type 2 et le programme type 4.  
 En principe on devrait exprimer les assertions de tout programme  
 similaire aux programmes – types considérés dans cette analyse.

## 2.1. Programme – type

Ce programme calcule la factorielle d'un nombre x.

```

program FACTORIEL ;

  const n: integer;

  type tab1 = array[1..n] of integer;

  var k, i, x, y, z: integer;

  l, m: boolean;

  t: tab1;

  function expr(a: integer): integer;

  var v, w: integer;

  begin

  v := 1;

  w := 1;

  while v <= a do

  begin

  w := w * v;

  v := v + 1;

  end;

```

*if  $v > a$  then write ( $w$ );*

*end;*

Function POURTOUT(var  $x$  : integer ;  $t$  : tab1 ; function  $expr$  :  
boolean) :boolean ;

Begin

$i := 1$ ;

While ( $i \leq n$ ) and ( $expr = true$ ) do

begin

$i := i + 1$ ;

end;

if  $i > n$  then POURTOUT := *true*

else POURTOUT := *false*;

end;

function

EXIST( $vary$ : integer;  $t$ : tab1; function  $expr(y)$ : boolean): boolean;

begin

$i := 1$ ;

While ( $i \leq n$ ) and ( $expr = false$ ) do

begin

$i := i + 1$ ;

end;

if  $i > n$  then EXIST := *false*

else EXIST := *true*;

end;

*begin*

*i := 1;*

*while i <= n do*

*begin*

*write('entrez un nombre');*

*read(t[i]);*

*i := i + 1;*

*end;*

*y := 1;*

*z := 1;*

*write('entrez un élément du tableau');*

*read(x);*

*k := expr(x);*

*while y < x do*

*begin*

*l := POURTOUT(x, t, k);*

*m := EXIST(z, t, k);*

*if (l = true) and (m = true) then y := y + 1; z := z \* y;*

```

end;

if y > x then write (z);

end.

```

## 2.2. Programme – type

Ce programme fait la recherche d'un élément x dans un tableau qui représente un ensemble des éléments.

```

program RECHERCHE;

const n: integer;

type tab1 = array [1..n] of integer;

var i: integer;

a: tab1;

k, b: boolean;

x: real;

function APPART(y: real; t: tab1): boolean;

begin

i := 1;

repeat

write ('entrez un nombre');

read(a[i]);

```



```
i := i + 1;  
until i > n;  
write('entrez un élément du tableau');  
read(x);  
k := APPART(x, a);  
if k = false then b := false  
else b := true;  
write(b);  
end.
```

## CONCLUSION

La programmation est un outil très important en informatique.

La résolution d'un problème nécessite la construction d'un programme ou d'un algorithme qui doit être exécuté. L'énoncé descriptif de ce problème constitue la spécification.

L'exécution d'un programme doit, si l'on utilise la structure répétitive (itération), être réalisée à chaque itération c'est – à – dire à une itération donnée doit correspondre un résultat relatif à la spécification.

La construction d'une spécification ou d'un invariant détermine des opérateurs et des opérandes puissants.

L'impact en temps de l'incorporation des spécifications et des invariants dans un programme donné, n'a pas été l'objet de cette analyse.

Dans notre analyse, nous nous sommes permis de construire deux programmes types dans lesquels nous avons incorporé les programmes des opérateurs de base établis en langage Pascal, à savoir, le programme qui détermine le quantificateur universel et existentiel, l'appartenance d'un élément à un ensemble, l'égalité de deux ensembles et la cardinalité d'un ensemble.

Ces deux programmes types nous ont permis de calculer la factorielle d'un élément et la recherche d'un élément dans un tableau. S'agissant du premier, nous avons montré comment calculer la factorielle d'un nombre  $x$  pris dans un ensemble. Ce programme utilise les opérateurs de base que nous avons traduits dans un langage compréhensible par la machine.

Dans le deuxième, nous avons utilisé un programme qui fait la recherche d'un élément dans un tableau. Il incorpore aussi les opérateurs de base afin d'être compris par la machine.

## **BIBLIOGRAPHIE**

### **I. OUVRAGES**

- 1 MUYERB., *Méthodes de programmation*, Ed. Eyrolles, Paris, 1978.
- 2 CHANTAL RICHARD, PATRICE RICHARD, *Initiation à*

- l'algorithmique 85 exercices corrigés*, Ed. Belin, Paris, Juin 1981.
- 3 CHARLES CORGE, *Éléments d'informatique Informatique et démarche de l'esprit*, Larousse, Paris, 1975.
- 4 JEAN PIERRE LAURENT, JACQUELINE AYL, *Exercices commentés d'analyse et de programmation*, Ed. Dunod, Paris, 1985.
- 5 ALBERTL., P. GASTIN, B. PETAZZONI, A. PETIT, N. PUECH, P. WEIL, *Cours et exercices d'informatique*, Ed. Vuibert, Paris, 1998.
- 6 SEYMOUR LIPSCHUTZ, *Lesstructures de données cours et problèmes*, Série Schaum, Hill inc, Paris, 1987.
- 7 YVES GRANJON, *Informatique Algorithmiques en Pascal et en langage C*, Ed. Dunod, Paris, 1999.
- 8 LORENZ : *Calcul des prédicats*, Paris 1985
- 9DEUG MIAS MII : *Algorithmes et programmation*, Université de Nice – Sophia Antipolis, 2003 – 2004.
- 10GUY PIERRA : *Les bases de la programmation et du génie logiciel*, Nunod, Paris, 1991.

# APPLICATION DES TRANSFORMEES DE LAPLACE AUX TRANSITOIRES DANS LES CIRCUITS A COURANT ALTERNATIF OU CONTINU

Par MBUYA WA MANDE <sup>(1)</sup>

## I. INTRODUCTION

A l'heure actuelle, la théorie des transformées de Laplace est l'une des parties importantes de l'analyse mathématique et joue un rôle incontestable dans la formation des mathématiciens, physiciens, ingénieurs et autres scientifiques.

Introduites au XVIII<sup>e</sup> s par monsieur de Laplace, ces transformées permettent la résolution d'une manière efficace et commode, d'un grand nombre des problèmes qui se posent dans les différents domaines comme quoi par exemple quelque transitoires dans les circuits à courants continu.

Lorsque l'on commute un circuit d'un état dans un autre, soit en changeant la tension appliquée, soit en changeant la valeur d'un état du circuit, il s'en suit une période transitoire durant laquelle des courants dans les mailles ainsi que les tensions passent de leur valeur initiale à leur nouvelle valeur. Lorsque cette période, appelée « période transitoire » est révolue, le circuit se trouve dans son état d'équilibre.

---

*(1) Assistant à l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi*

L'application de la loi de Kirchhoff relative aux tensions à un circuit contenant les éléments capables de stocker l'énergie une ou plusieurs équations différentielles dans le domaine du temps.

Les solutions de ces équations étaient obtenues par des méthodes classiques.

Dans beaucoup de cas cependant, ces méthodes sont compliquées et pour cette raison nous appliquerons celle dite : »méthode des transformées de Laplace ». Celle-ci permet d'obtenir très rapidement les solutions des équations différentielles.

## II. GENERALITES SUR LA TRANSFORMEE DE LAPLACE

Partant de la définition de la transformée de Laplace, on calcule directement l'intégrale de Laplace, à condition que cette intégrale ait un sens. Autrement dit, à condition que cette intégrale respecte les conditions d'existence de  $f(t)$  à savoir :

- 1°)  $f(t)$  doit être continue par morceaux dans  $]0, +\infty[$  c'est-à-dire, dans chaque intervalle fini,  $f(t)$  possède un nombre fini.
- 2°)  $f(t)$  est d'ordre exponentiel pour  $t$  tendant vers l'infini c'est-à-dire pour  $t$  suffisamment grand, le module de la fonction  $f(t)$  est majoré par une fonction exponentielle  $e^{-st}$  (s'étant une constante).

## 1. DEFINITION

Soit  $f(t)$  une fonction définie sur  $]a, b[$  ou définie par partie sur  $]a, b[$ . La transformée de Laplace de  $f(t)$  est donnée par :

$$\mathcal{L}\{f(t)\} = f(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} F(t) dt \quad k(s, t) = e^{-st} = \text{noyau de la transformation}$$

$$\mathcal{L}\{1\} = \frac{1}{s}, \quad \mathcal{L}\{e^{at}\} = \frac{a}{s-a}, \quad \mathcal{L}\{\cos at\} = \frac{s}{s^2+a^2}, \quad \mathcal{L}\{\sin at\} = \frac{a}{s^2+a^2}, \quad \mathcal{L}\{t^n\} = \frac{n!}{s^{n+1}}$$

$$1^\circ) \mathcal{L}\{1\} = \int_0^{+\infty} e^{-st} dt \text{ on pose } u = st; du = s dt \Rightarrow dt = \frac{du}{s}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{L}\{1\} &= \int_0^{+\infty} e^{-u} \frac{du}{s} = \frac{1}{s} \int_0^{+\infty} e^{-u} du = \frac{1}{s} [-e^{-u}]_0^{+\infty} = -\frac{1}{s} [-e^{-st}]_0^{+\infty} \\ &= -\frac{1}{s} [0 - 1] = \frac{1}{s} \end{aligned}$$

$$2^\circ) \mathcal{L}\{e^{at}\} = \int_0^{+\infty} e^{-st} \cdot e^{at} dt = \int_0^{+\infty} e^{-(s-a)t} dt \text{ on}$$

$$\text{pose } u = (s-a)t \Rightarrow du = (s-a) dt \Rightarrow dt = \frac{du}{s-a}$$

$$\mathcal{L}\{e^{at}\} = \frac{1}{s-a} \int_0^{+\infty} e^{-u} dt = -\frac{1}{s-a} [e^{-(s-a)t}]_0^{+\infty} = \frac{1}{s-a}$$

$$3^\circ) \text{ on sait que } e^{i\omega t} = \cos \omega t + i \sin \omega t$$

$$\mathcal{L}\{e^{i\omega t}\} = \int_0^{+\infty} e^{-st} \cdot e^{i\omega t} dt = \int_0^{+\infty} e^{-(s-i\omega)t} dt$$

$$\text{On pose } u = (s-i\omega)t \Rightarrow du = (s-i\omega) dt \Rightarrow dt = \frac{du}{s-i\omega}$$

$$\begin{aligned} \mathcal{L}\{e^{i\omega t}\} &= \int_0^{+\infty} e^{-u} \frac{du}{s-i\omega} = \frac{1}{s-i\omega} \int_0^{+\infty} e^{-u} du \\ &= \frac{1}{s-i\omega} [-e^{-(s-i\omega)t}]_0^{+\infty} \end{aligned}$$

$$\mathcal{L}\{e^{i\omega t}\} = \frac{1}{s-i\omega} = \frac{s+i\omega}{(s-i\omega)(s+i\omega)} = \frac{s+i\omega}{s^2+\omega^2}$$

$$4^\circ) \mathcal{L}\{\cos \omega t\} = \int_0^{+\infty} e^{-st} \cdot \cos \omega t dt \text{ intégrons par parties}$$

$$\int u dv = uv - \int v du$$

$$\text{posons } dv = e^{-st} dt, v = -\frac{1}{s} e^{-st}, u = \cos \omega t, du = -\omega \sin \omega t dt$$

$$\int_0^{+\infty} e^{-st} \cdot \cos \omega t dt = \left[ -\frac{1}{s} \cos \omega t \right]_0^{+\infty} - \frac{\omega}{s} \int_0^{+\infty} e^{-st} \cdot \sin \omega t dt$$

$$I = \frac{\omega}{s} \left\{ \left[ -\frac{1}{s} \cos \omega t \right]_0^{+\infty} + \frac{\omega}{s} \int_0^{+\infty} e^{-st} \cdot \cos \omega t dt \right\}$$

Ainsi :

$$\int_0^{+\infty} e^{-st} \cdot \cos \omega t dt = \frac{-1}{s} \cos \omega t dt \cdot e^{-st} + \left[ \frac{\omega}{s^2} \sin \omega t dt \right]_0^{+\infty} -$$

$$\frac{\omega^2}{s^2} \int_0^{+\infty} e^{-st} \cdot \cos \omega t dt = \left( \frac{\omega^2 + s^2}{s^2} \right) \int_0^{+\infty} e^{-st} \cdot \cos \omega t dt = \frac{s^2}{(\omega^2 + s^2) \cdot s} = \frac{s}{\omega^2 + s^2}$$

d'où  $\mathcal{L}\{\cos \omega t\} = \frac{s}{\omega^2 + s^2}$

5°)  $\mathcal{L}\{\cos \omega t\}$  en utilisant la même méthode d'intégration, on

trouve  $\mathcal{L}\{\cos \omega t\} = \frac{\omega}{\omega^2 + s^2}$

## 2. PROPRIETE : LINEARITE

$$\mathcal{L}\{\alpha F(t) + \beta G(t)\} = \alpha \mathcal{L}\{F(t)\} + \beta \mathcal{L}\{G(t)\}$$

### 1°) Translation

$$\text{Si } \mathcal{L}\{F(t)\} = f(s)$$

$$\Rightarrow \mathcal{L}\{e^{at} \cdot F(t)\} = f(s - a)$$

$$\text{Ex : } \mathcal{L}\{\sin 5t\} \Rightarrow \mathcal{L}\{\sin 5t\} = \frac{5}{s^2 + 25}$$

$$\mathcal{L}\{e^{-3t} \cdot \sin 5t\} = \frac{5}{\{s - (-a)\}^2 + 25} = \frac{5}{(s - 3)^2 + 25}$$

$$= \frac{5}{s^2 - 6s + 34}$$

### 2°) Changement d'échelle

$$\text{Si } \mathcal{L}\{F(t)\} = f(s) \Rightarrow \mathcal{L}\{F(at)\} = \frac{1}{a} f\left(\frac{s}{a}\right)$$

$$\text{Ex : } \mathcal{L}\{\cos 3t\} = \frac{s}{s^2 + 9} = f(s)$$

$$\mathcal{L}\{\cos 6t\} = \frac{1}{2} f\left(\frac{s}{2}\right) = \frac{1}{2} \left( \frac{\frac{s}{2}}{\left(\frac{s}{2}\right) + 9} \right) = \frac{s}{s^2 + 36}$$

### 3°) Multiplication part<sup>n</sup>

Si

$$\mathcal{L}\{F(t)\} = f(s) \Rightarrow \mathcal{L}\{t^n \cdot F(t)\} = (-1)^n \frac{d^n f(s)}{ds^n} = (-1)^n f^n(s)$$

Ex :

$$e^{-3t} \Rightarrow \mathcal{L}\{e^{-3t}\} = \frac{1}{s+3} \Rightarrow \mathcal{L}\{t^2 \cdot e^{-3t}\} = (-1)^2 \frac{d^2}{ds^2} \left( \frac{1}{s+3} \right) = \frac{2}{(s+3)^3}$$

a)  $F(t) = \sin \omega t$

$$F(0) = 0$$

$$F'(t) = \omega \cos \omega t, \quad F'(0) = \omega$$

$$F''(t) = -\omega^2 \sin \omega t, \quad F''(0) = 0$$

$$\Rightarrow \mathcal{L}\{(\sin \omega t)''\} = s^2 \cdot \mathcal{L}\{\sin \omega t\} - 0 - \omega$$

$$\Rightarrow \mathcal{L}\{-\omega^2 \sin \omega t\} = s^2 \cdot \mathcal{L}\{\sin \omega t\} - \omega$$

$$\Rightarrow -\omega^2 \mathcal{L}\{\sin \omega t\} = s^2 \mathcal{L}\{\sin \omega t\} - \omega$$

$$\Rightarrow \mathcal{L}\{\sin \omega t\} = \frac{\omega}{s^2 + \omega^2}$$

b)  $F(t) = t^n$

$$F(t) = t^n, \quad F(0) = 0 \text{ si } t = 0 \text{ et } n \neq 0$$

$$F'(t) = n \cdot t^{n-1}, \quad F'(0) = 0 \text{ si } n \neq 0$$

$$F''(t) = (n-1) \cdot n \cdot t^{n-2},$$

$$F''(0) = 0 \text{ si } n \neq 0$$

$$F^n(t) = n(n-1)(n-2) \dots 2 \cdot 1,$$

$$F^n(0) = n!$$



$$\begin{aligned}\Rightarrow \mathcal{L}\{F^n(t)\} &= \mathcal{L}\{n!\} = s^n \mathcal{L}\{t^n\} - 0 - 0 = \frac{n!}{s} \\ &= s^n \cdot \mathcal{L}\{t^n\} = \frac{n!}{s^{n+1}}\end{aligned}$$

#### 4°) Théorème de convolution ou intégrale de convolution

Ce théorème est d'une importance inégalée en théorie et en pratique. En effet, étant donné deux fonctions dont on connaît les transformées, on se propose de trouver les fonctions qui ont été engendré ces transformées.

Soient  $F(t)$  et  $G(t)$  dont les transformées sont  $f(s)$  et  $g(s)$

$$\mathcal{L}\{F(t)\} = f(s) \quad \text{et} \quad \mathcal{L}\{G(t)\} = g(s)$$

Nous nous proposons de trouver la transformée inverse de :

$$\text{a) } f(s) = \frac{1}{s^2} \Rightarrow t = F(t)$$

$$\text{b) } g(s) = \frac{1}{s+4} \Rightarrow e^{-4t} = G(t)$$

$$\begin{aligned}\mathcal{L}^{-1}\left\{\frac{1}{s^2} \cdot \frac{1}{s+4}\right\} &= \int_0^t e^{-4u} \cdot (t-u) du \\ &= \int_0^t (t-u) e^{-4u} du \\ &= \int_0^t t \cdot e^{-4u} du - \int_0^t u \cdot e^{-4u} du = \left[-\frac{1}{4} t e^{-4u}\right]_0^t \\ &= -\frac{1}{4} t e^{-4t} + \frac{1}{4} t\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 I_1 &= \int_0^t u e^{-4u} du = \left[ -\frac{1}{4} u e^{-4u} + \frac{1}{16} e^{-4u} \right]_0^t \\
 &= -\frac{1}{4} t e^{-4t} + \frac{1}{16} e^{-4t} - \frac{1}{16} \\
 I_1 - I_2 &= \frac{1}{4} \left( t + \frac{1}{4} e^{-4t} - \frac{1}{4} \right)
 \end{aligned}$$

**N.B :**

$$\triangleright \mathcal{L}\{F(t)\} = f(s) = \int_0^{\infty} e^{-st} \cdot F(t) dt$$

$$\triangleright F(t) = \mathcal{L}^{-1}\{f(s)\} = \int_0^{\infty} e^{-st} \cdot f(s) dt$$

### 3. Applications aux équations différentielles

L'opérateur Laplace est un outil efficace et recommandé par l'analyse des équations différentielles. En effet, une équation différentielle est transformée en équation algébrique par la transformée de Laplace, ensuite l'équation algébrique est résolue par des méthodes algébriques. L'application de la transformée inverse à ces solutions algébriques redonnent la solution de l'équation différentielle originale. En outre, les conditions initiales sont automatiquement incluses dans la résolution.

$$\text{Ex1 : } y'' + 4y = 0, \quad y'(0) = 0, \quad y(0) = 1$$

$$\mathcal{L}\{y''\} + 4\mathcal{L}\{y\} = 0$$

$$s^2 \mathcal{L}\{y\} - s \cdot y(0) - y'(0) + 4\mathcal{L}\{y\}$$

$$(s^2 + 4)\mathcal{L}\{y\} = s \Rightarrow \mathcal{L}\{y\} = \frac{s}{s^2 + 4} \Rightarrow y(t) = \cos 2t$$

$$\text{Ex2 : } y'' + y = e^t \quad y(0) = y'(0) = 0$$

$$\mathcal{L}\{y''\} + \mathcal{L}\{y\} = \mathcal{L}\{e^t\}$$

$$s^2 \mathcal{L}\{y\} - s \cdot y(0) - y'(0) + \mathcal{L}\{y\} = \frac{1}{s-1}$$

$$(s^2 + 1)\mathcal{L}\{y\} = \frac{1}{s-1} \Rightarrow \mathcal{L}\{y\} = \frac{1}{(s-1)(s^2+1)}$$

$$= \frac{A}{s-1} + \frac{Bs+C}{s^2+1}$$

$$y(t) = \frac{1}{2}(e^t - \cos t - \sin t)$$

Ex3 :  $y'' + 2y' + y = 3te^{-t}$   $y(0) = 4$ ,  $y'(0) = 2$

$$\mathcal{L}\{y''\} + 2\mathcal{L}\{y'\} + \mathcal{L}\{y\} = 3\mathcal{L}\{t \cdot e^{-t}\} = 3(-1)\left(\frac{1}{s+1}\right)' = \frac{3}{(s+1)^2}$$

$$s^2\mathcal{L}\{y\} - sy(0) - y'(0) + 2s\mathcal{L}\{y\} - 2y(0) + \mathcal{L}\{y\} = \frac{3}{(s+1)^2}$$

$$s^2\mathcal{L}\{y\} - 4s - 2 + 2s\mathcal{L}\{y\} - 8 + \mathcal{L}\{y\} = \frac{3}{(s+1)^2}$$

$$(s^2 + 2s + 1)\mathcal{L}\{y\} - 4s - 10 = \frac{3}{(s+1)^2}$$

$$\Rightarrow \mathcal{L}\{y\} = \frac{\frac{3}{(s+1)^2} + 4s + 10}{s^2 + 2s + 1} = \frac{\frac{3 + 4s(s+1)^2 + 10(s+1)^2}{(s+1)^2}}{s^2 + 2s + 1}$$

$$\mathcal{L}\{y\} = \frac{3 + 4s^3 + 8s^2 + 4s + 10^2 + 20s + 10}{(s+1)^2(s^2 + 2s + 1)}$$

$$\mathcal{L}\{y\} = \frac{4s^3 + 18s^2 + 24s + 13}{(s+1)^2(s^2 + 2s + 1)} = \frac{4s^3 + 18s^2 + 24s + 13}{(s+1)^2(s+1)^2}$$

Après la transformée en somme des fractions simples, on

trouve  $y(t) = e^{-t}(7e^{-2t} - 12e^t + 8)$

Ex4 :  $y'' + 2y' + 5y = e^{-t}\sin t$ ,  $y(0) = 0$ ,  $y'(0) = 1$

$$s^2\mathcal{L}\{y\} - sy(0) - y'(0) + 2s\mathcal{L}\{y\} - 2y(0) + 5\mathcal{L}\{y\} = \frac{1}{(s+1)^2 + 1}$$

$$s^2\mathcal{L}\{y\} - 1 + 2s\mathcal{L}\{y\} + 5\mathcal{L}\{y\} = \frac{1}{s^2 + 2s + 2}$$

$$(s^2 + 2s + 5)\mathcal{L}\{y\} - 1 = \frac{1}{s^2 + 2s + 2}$$

$$(s^2 + 2s + 5)\mathcal{L}\{y\} = \frac{1}{s^2 + 2s + 2} + 1 = \frac{s^2 + 2s + 3}{s^2 + 2s + 2}$$

$$(s^2 + 2s + 5)I\{y\} = \frac{s^2 + 2s + 3}{s^2 + 2s + 2} \Rightarrow I\{y\} = \frac{s^2 + 2s + 3}{(s^2 + 2s + 2)(s^2 + 2s + 5)}$$

$$I\{y\} = \frac{s^2 + 2s + 3}{(s^2 + 2s + 2)(s^2 + 2s + 5)} = \frac{As + B}{s^2 + 2s + 2} + \frac{Cs + D}{s^2 + 2s + 5}$$

$$A = 0, \quad B = \frac{1}{3}, \quad C = 0, \quad D = 2/3$$

$$I\{y\} = \frac{1}{3} \cdot \frac{1}{s^2 + 2s + 2} + \frac{2}{3} \cdot \frac{1}{s^2 + 2s + 5}$$

$$\Rightarrow I^{-1}\left\{\frac{1}{3} \cdot \frac{1}{s^2 + 2s + 5}\right\} = \frac{1}{3} e^{-t} \sin t$$

$$I^{-1}\left\{\frac{2}{3} \cdot \frac{1}{s^2 + 2s + 5}\right\} = \frac{2}{3} e^{-t} \sin 2t$$

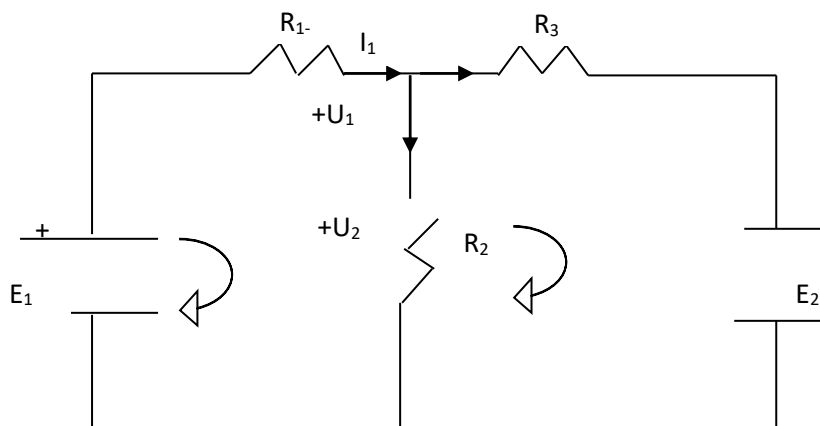
$$y(t) = \frac{1}{3} e^{-t} (\sin t + 2 \sin 2t)$$

### III. APPLICATION EN PHYSIQUE : LES TRANSITOIRES DANS LES CIRCUIT A COURANT CONTINU

#### 1. Généralités sur les lois de Kirchhoff

- a. La somme des courants qui arrivent à un nœud est égale à la somme des courants qui repartent

La somme des tensions appliquées à un circuit fermé est égale à la somme des chutes de tension dans ce circuit.



- Loi de Kirchhoff :  $I_1 = I_2 + I_3 \Rightarrow I_1 - I_2 - I_3 = 0$

- M Loi de Kirchhoff :

$$E_1 + R_1 I_1 + R_2 I_2 = 0 \Rightarrow E_1 - R_1 I_1 - R_2 I_2 \quad \text{or } U_1 = R_1 I_1, U_2 = R_2 I_2 \quad \text{et } U_3 = R_3 I_3$$

Appliquons la deuxième loi de Kirchhoff pour la deuxième maille, on a :

$$-R_2 I_2 + R_3 I_3 - E_2 = 0 \Rightarrow E_2 + R_2 I_2 = R_3 I_3$$

$$E_1 = R_1 (I_2 + I_3) + R_2 I_2 \Rightarrow E_1 = R_1 I_2 + R_1 I_3 + R_2 I_2$$

$$E_1 = (R_1 + R_2) I_2 + R_1 I_3$$

$$E_2 = -R_2 I_2 + R_3 I_3$$

$$I_1 = I_2 + I_3$$

Avec ces trois relations, on peut déterminer les intensités du courant et les tensions.

### 1. Quelques notions sur les transitoires dans le circuit RLC

L'application de la loi de Kirchhoff au circuit RLC série (avec R: résistance, L: inductance et C : capacité (fig2), permet d'établir l'équation intégral-différentielle suivante :

$$R_1 + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int i dt = u \quad (1)$$

En appliquant la méthode des transformées de Laplace à l'équation(1) on a :

$$1\{Ri\} + 1L\left\{\frac{di}{dt}\right\} + \frac{1}{C}1\left\{\int idt\right\} = 1\{\mu\}$$

$$RI(s) + LsI(s) - Li(o) + \frac{1}{Cs}I(s) + \frac{1}{Cs} \cdot U_{co} = \frac{U}{s}$$

$$I(s) \left[ R + Ls + \frac{1}{sC} \right] = \frac{U}{s} + Li(o) - \frac{1}{Cs} \cdot U_{co} \quad (2)$$

Or, à la fermeture du circuit à  $t = 0$ , la charge initiale est null

Donc en posant ces conditions dans (2) on a :

$$I(s) \left[ \frac{RCP + LCs^2 + 1}{Cs} \right] = \frac{U}{s}$$

$$I(s) \cdot \left[ Rs + Ls^2 + \frac{1}{C} \right] = U; \quad I(s)L \left[ s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC} \right] = U$$

$$I(s) = \frac{U}{L} \cdot \frac{1}{s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC}}; \quad \text{Equation image}$$

Analysons les différents types de solutions que nous pouvons obtenir à partir des racines de l'équation

$$s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC} = 0$$

$$\Delta = b^2 - 4ac = \left(\frac{R}{L}\right)^2 - 4 \cdot \frac{1}{LC}$$

$$s_1 = \frac{-R}{l} + 2\sqrt{\left(\frac{-R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}}$$

$$s_1 = \frac{-R}{2L} + \sqrt{\left(\frac{-R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}}$$

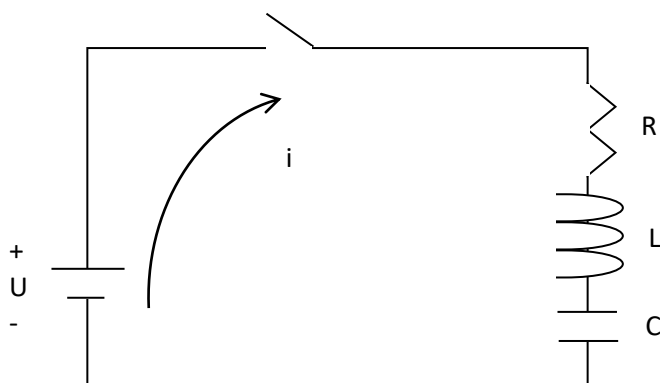
$$s_2 = \frac{-R}{2L} + \sqrt{\left(\frac{-R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}}$$

Posons  $\alpha = \frac{-R}{2L}$  et  $\beta = \sqrt{\left(\frac{-R}{2L}\right)^2 - \frac{1}{LC}}$

$s_1$  et  $s_2$  deviennent :  $\alpha + \beta$  et  $s_2 = \alpha - \beta$  pour retrouver une equation du second degré on a :  
 $(s - s_1) - (s - s_2) = 0$  d'o

ù

$$s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC} = [s - (\alpha + \beta)][s - (\alpha - \beta)]$$



1st Cas : si  $\left(\frac{R}{2L}\right)^2 > \frac{1}{LC}$  les racines  $s_1$  et  $s_2$  sont réelles et différentes. On a une oscillation amortie

$$i^{-1}\{I(s)\} = \frac{U}{L} i^{-1}\left\{\frac{1}{[s - (\alpha + \beta)][s - (\alpha - \beta)]}\right\}$$

$$\frac{1}{[s - (\alpha + \beta)][s - (\alpha - \beta)]} = \frac{A}{s - (\alpha + \beta)} + \frac{B}{s - (\alpha - \beta)}$$

$$A = \lim_{s \rightarrow (\alpha + \beta)} \frac{1}{s - (\alpha + \beta)} = \frac{1}{2\beta}$$

$$B = \lim_{s \rightarrow (\alpha - \beta)} \frac{1}{s - (\alpha - \beta)} = -\frac{1}{2\beta}$$

$$i = \mathcal{I}^{-1}\{I(s)\}$$

$$= \frac{U}{L} \left[ \mathcal{I}^{-1} \left\{ \frac{1}{2\beta} \cdot \frac{1}{s - (\alpha + \beta)} \right\} - \mathcal{I}^{-1} \left\{ \frac{1}{2\beta} \cdot \frac{1}{s - (\alpha - \beta)} \right\} \right]$$

$$i = \frac{1}{2\beta} \cdot \frac{U}{L} e^{\alpha t} \cdot (e^{\beta t} - e^{-\beta t})$$

2nd Cas : Si  $\left(\frac{R}{2L}\right)^2 = \frac{1}{LC}$ , on a donc  $\beta = 0$ . Les

racines  $s_1$  et  $s_2$  sont égales. Ce qui entraîne un amortissement critique pour le courant. Le dénominateur  $D(s) = (s - \alpha)^2$

$$I(s) = \frac{U}{L} \cdot \frac{1}{(s - \alpha)^2}$$

$$\mathcal{I}^{-1}\{I(s)\} = \frac{U}{L} \cdot \mathcal{I}^{-1} \left\{ \frac{1}{(s - \alpha)^2} \right\}$$

Faisant usage de la formule 22 de la table, on a :

$$\mathcal{I}^{-1}\{I(s)\} = i = \frac{U}{L} \cdot t \cdot e^{\alpha t}$$

3e Cas : Si  $\left(\frac{R}{2L}\right)^2 < \frac{1}{LC}$ . Les racines  $s_1$  et  $s_2$  sont complexes

conjuguées, ce qui entraîne une solution sous-amortie.

$$\text{En posant } \beta = \sqrt{\frac{1}{LC} - \left(\frac{R}{2L}\right)^2} \text{ et } \alpha = -\frac{R}{2L}$$

$$D(s) = [s - (\alpha + j\beta)][s - (\alpha - j\beta)]$$

$$I(s) = \frac{U}{L} \cdot \frac{1}{[s - (\alpha + j\beta)][s - (\alpha - j\beta)]}$$



$$\frac{1}{[s - (\alpha + j\beta)][s - (\alpha - j\beta)]}$$

$$= \frac{A}{[s - (\alpha + j\beta)]} + \frac{B}{[s - (\alpha - j\beta)]}$$

$$A = \lim_{[s \rightarrow (\alpha + j\beta)]} \frac{1}{[s - (\alpha + j\beta)]} = \frac{1}{2j\beta}$$

$$B = \lim_{[s \rightarrow (\alpha - j\beta)]} \frac{1}{[s - (\alpha - j\beta)]} = -\frac{1}{2j\beta}$$

$$\mathcal{L}^{-1}\{I(s)\} = i = \frac{U}{L} \left[ \frac{1}{2j\beta} e^{\alpha t} (e^{j\beta t} - e^{-j\beta t}) \right]$$

$$\rightarrow \frac{u}{L} \left[ \frac{1}{2j\beta} e^{\alpha t} (e^{j\beta t} - e^{-j\beta t}) \right]$$

$$i = \frac{U}{R} \cdot \left( \frac{1}{\beta} \right) e^{\alpha t} (\sin \beta t)$$

Pour les transitoires dans les circuits R, L et RC, nous pouvons les déduire de ce cas général qui est le circuit RLC.

On trouve cependant pour le circuit RL

$$i$$

$$= \frac{U}{R} \cdot \left( 1 - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$$

$$+ i(0)e^{-\frac{R}{L}t} \tag{3}$$

Remarquons que dans le circuit R, L série, le courant est nul immédiatement après la fermeture du circuit, s'il était nul avant.

En portant donc  $i(0) = 0$  dans l'équation (3), on obtient

$$\mathcal{L}^{-1}\{I(s)\} = i = \frac{U}{L} \left( i - e^{-\frac{R}{L}t} \right)$$

Pour les transitoires dans les circuits R, C, on trouve aussi

$$I(s) = \frac{U - \frac{U_{co}}{C}}{R} \cdot \frac{1}{s + \frac{1}{RC}}$$

Après usage de certaines transformations on a

$$i^{-1}\{I(s)\} = i = \frac{U - \frac{U_{co}}{C}}{R} \cdot e^{-\frac{1}{RC}t}$$

## 2. Application proprement dite

### a) Circuit RL

Un circuit RL série comportant les éléments :  $R = 10\Omega, L = 0,2H$  est alimenté par la tension exponentielle  $U = 50e^{-100t}$ , après la fermeture de l'interruption à l'instant  $t = 0$ . Calculer le courant dans le circuit.

### Résolution

**Données**

**Inconnue**

**Circuit RL**

a)  $R = 10\Omega$

b)  $L = 2 \cdot 10^{-1}H$

c)  $U = 50e^{-100t}$

d)  $t = 0$  et  $i(0) = 0$

$i = ?$

L'équation différentielle, après la fermeture de l'intégration est donnée par :

$$L \frac{di}{dt} + Ri = U$$

Appliquons la méthode de transformées de Laplace à cette dernière relation :

$$I \left\{ L \frac{di}{dt} \right\} + i \{ Ri \} = 50 i \{ e^{-100t} \}$$

$$LsI(s) - Li(0) + RI(s) = 50 \frac{1}{s + 100}$$

$$I(s)(Ls + R) = \frac{50}{s + 100}; \quad I(s) = \frac{50}{L} \cdot \frac{1}{(s + 100) \left(s + \frac{R}{L}\right)}$$

$$I(s) = 250 \frac{1}{(s + 100)(s + 50)} = 250 \left( \frac{A}{s + 100} + \frac{B}{s + 50} \right)$$

$$A = \lim_{s \rightarrow -100} \frac{1}{s + 50} = -\frac{1}{50}; \quad B = \lim_{s \rightarrow -50} \frac{1}{s + 100} + \frac{1}{s + 50}$$

$$I^{-1}\{I(s)\} = i = 250 \cdot \frac{1}{50} \left( -\frac{1}{s + 100} + \frac{1}{s + 50} \right)$$

$$i = (-5e^{-100t} + 5e^{-50t}).A$$

### b) Circuit RC

Un circuit RC série avec  $R = 5000\Omega$  et  $C = 50\mu F$  est alimenté par une tension constante  $U = 100V$  à l'instant  $t = 0$  et la capacité est initialement déchargée. Calculer les expressions donnant  $i, U_R$  et  $U_C$

### Résolution

#### Données

#### Circuit RC

- a)  $R = 5000\Omega$
- b)  $C = 50\mu F$
- c)  $U = 100V$
- d)  $t = 0$
- e)  $U_{co} = 0$

#### Inconnue

- $I = ?$
- $U_R = ?$
- $U_C = ?$

L'équation différentielle, après la fermeture de l'intégration est donnée par :

$$Ri + \frac{1}{C} \int idt = U$$

Appliquant la méthode de transformées de Laplace à cette relation, on a :

$$i^{-1}\{I(s)\} = i = \frac{U - \frac{U_{co}}{C}}{R} \cdot e^{-\frac{1}{RC}t}$$

Or la capacité est initialement déchargée. C'est-à-dire  $U_{co} = 0$ .

$$\text{Ainsi donc } i = \frac{U}{R} \cdot e^{-\frac{1}{RC}t}$$

$$i = 0,02e^{\frac{10^6}{10^5}t} = 0,02e^{-10t}$$

$$i = 0,02e^{-10t} \cdot A$$

Les tensions transitoires aux bornes des éléments du circuit sont :

$$U_R = Ri = 5000(0,02e^{-10t}) = 100e^{-10t}$$

$$U_R = 100e^{-10t}$$

$$U_C = \frac{1}{C} \int_0^t 0,02e^{-10t} dt = 10^3 \int_0^t e^{-10t}$$

$$U_C = -\frac{10^3}{10} e^{-10t} + 100$$

$$U_C = 100(1 - e^{-10t})V$$

### c) Circuit RLC

Un circuit série comportant les éléments  $R = 50\Omega$ ,  $L = 0,1H$  et  $C = 50\mu F$ , est alimenté par une tension  $U = 100V$  à l'instant  $t = 0$ . Déterminer le courant transitoire, en supposant une charge initiale nulle de la capacité.

## Résolution

### Données

#### Circuit RLC

- a)  $R = 50\Omega$
- b)  $L = 0,1H$
- c)  $C = 50\mu F$
- d)  $U = 100V$
- e)  $T=0$  et  $i(0)=0$
- f)  $U_{co} = 0$

### Inconnue

$$I = ?$$

Le courant dans le réseau, lorsque l'interruption est fermée, est déterminé par une équation intégral-différentielle suivante :

$$Ri + L \frac{di}{dt} + \frac{1}{C} \int idt = U$$

Après application de la transformée de Laplace, on trouve l'équation image suivante :

$$I(s) = \frac{U}{L} \cdot \frac{1}{s^2 + \frac{R}{L}s + \frac{1}{LC}}$$

En remplaçant  $U, r$  et  $C$  par leurs valeurs dans la dernière relation on a :

$$I(s) = 1000 \frac{1}{s^2 + 500s + 2 \cdot 10^5}$$

Analysons les racines du dénominateur :  $s^2 + 500s + 2 \cdot 10^5 = 0$

$$\Delta' = b^2 - ac \Rightarrow \Delta' = (250)^2 - 2 \cdot 10^5 = 62500 - 200000 \\ = -137500$$

$$s_{\frac{1}{2}} = \frac{-b \pm \sqrt{\Delta}}{a}; s_1 = -250 + j371, \quad s_2 = -250 - j371$$

Nous sommes donc au 3<sup>e</sup> cas où  $\left(\frac{R}{L}\right)^2 < \frac{1}{LC}$

Or des  $s_1$  et  $s_2$  on constate que  $\alpha = -250$  et  $\beta = -j371$

Ainsi donc :

$$i^{-1}\{I(s)\} = 1000i^{-1} \left\{ \frac{1}{[s - (-250 + j371)][s - (-250 - j371)]} \right\}$$

Après calcul comme au 3<sup>e</sup> cas, on obtient

$$i^{-1}\{I(s)\} = i = \frac{1000}{371} e^{-250t} (\sin 371t)$$

$$i = 2,7 e^{-250t} (\sin 371t) A$$

Ou soit de la formule

$$i = \frac{U}{L} \frac{1}{\beta} e^{\alpha t} (\sin \beta t) \text{ et sachant que } U = 100V,$$

$$L = 10^{-1} H, \alpha = -250 \text{ et } \beta = 371$$

$$i = \frac{1000}{371} e^{-250t} (\sin 371t) A$$

## CONCLUSION

L'objectif de cette recherche a été de trouver directement une solution particulière et unique  $y(t)$  d'une équation différentielle linéaire à coefficients constants sans toute fois recourir à sa solution générale. Pour atteindre cet objectif, nous avons suivi la méthode dite « méthode de transformées de Laplace ». Ainsi, nous avons remarqué que ces opérateurs, à savoir transformée de Laplace et transformée inverse de Laplace, ont eu pour vertu de transformer une fonction de l'espace en une autre.

Notons aussi que, c'est avec grande aisance que ces applications admirables ont été faites en mathématique comme en physique.

Signalons cependant, que dans ces domaines, les transformées de la place y trouvent plusieurs applications :

- ✚ Aux circuits linéaires
- ✚ Résolution des équations différentielles linéaires
- ✚ Détermination des fonctions de transfert dans le cas de filtres passe-haut, passe-bas.
- ✚ Et notamment aux transitoires dans les circuits à courant alternatif et à courant continu.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. FRANK A, Théories et applications des équations différentielles, Mc Graw-Hill inc, New-York, 1972.
2. CHARLES. K. Alexander, Matthew N.O.Sadiku, Fundamentals of electric circuits, 2<sup>nd</sup>.Ed. MC Graw-Hill, New-York, 2004.
3. AZOULAY E et J. AVIGNANT, Mathématiques 3 Analyse, M.C Graw-Hill inc, Paris, 1984.
4. FAUCHER, R., Physique, classe terminales C, D et, Ed. Hatier, 1967.
5. SPIEGEL M.R, Transformées de Laplace, M.C Graw-Hill inc, Paris, 1980

# RESOLUTION DE L'EQUATION DE SCHRÖDINGER PAR LA METHODE DE SEPARATION DES VARIABLES POTENTIEL CENTRAL

Par

**RUBUZ FAT LALOO <sup>(1)</sup> et MALOBA MILUMBU ADALBERT <sup>(2)</sup>**

## I. INTRODUCTION

L'étude de tout système physique (quantique et non quantique) consiste essentiellement à résoudre son équation de Schrödinger indépendante du temps en coordonnées cartésiennes que nous allons écrire en coordonnées sphériques.

En particulier cette équation aux valeurs propres intervient directement dans les deux types de problèmes les plus fréquents en physique quantique :

- i. La détermination des niveaux d'énergie  $E_n$  des états liés. Ce sont les valeurs propres du spectre discret de l'Hamiltonien
- ii. Celles des sections efficaces de collisions : comme nous les démontrerons plus loin celles-ci se déduisent de la forme asymptotique des fonctions propres relatives aux états non liés.

En mécanique ondulatoire ou quantique, l'équation de Schrödinger aux dérivées partielles est du second degré.

*(1) Assistant à l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi*

*(2) Chef de Travaux à l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi*



En effet, en mécanique classique l'énergie totale ou mécanique est la somme des deux énergies cinétiques et potentielles :

$$\begin{aligned}
 E &= E_c + V \Rightarrow E = \frac{1}{2}mv^2 + V \\
 E - V &= \frac{m^2 v^2}{2m} \quad \text{Avec } p = m \cdot v \\
 E - V &= \frac{p^2}{2m} \Rightarrow p^2 = 2m(E - V) \quad (1)
 \end{aligned}$$

Tandis que l'impulsion ou la quantité de mouvement  $p$  en coordonnées cartésiennes :

$$p^2 = p_x^2 + p_y^2 + p_z^2$$

Or en mécanique quantique :

$$P_x = -i\hbar \frac{\partial}{\partial x}; P_y = -i\hbar \frac{\partial}{\partial y} \text{ et } P_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial z}$$

$$p^2 = -\hbar^2 \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right)$$

$$\text{Avec le Laplacien } \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2}$$

$$p^2 = -\hbar^2 \nabla^2$$

La relation (1) dévient :

$$-\hbar^2 \nabla^2 = 2m(E - V)$$

$$\nabla^2 = -\frac{2m}{\hbar^2} (E - V)$$

En appliquant au Laplacien la fonction propre  $\Psi$  on obtient :

$$\nabla^2 \psi + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V) = 0 \Rightarrow \left( \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 \Psi}{\partial z^2} \right) + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V) \Psi = 0$$

C'est l'équation de Schrödinger indépendant du temps. En effet pour un système à une dimension, celle-ci se ramène à une équation différentielle suivant une direction  $x$  par exemple : où  $y = z = 0$

$$\Rightarrow \frac{\partial^2 \Psi}{\partial x^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V) \Psi = 0$$

Le problème est en général beaucoup plus difficile lorsque le système possède un plus grand nombre de dimension. Cependant les propriétés de symétrie que peut posséder l'Hamiltonien peuvent en faciliter la résolution. Il peut se faire notamment qu'un changement de variable approprié conduise à une équation aux dérivées partielles dont les variables se séparent ; le problème de valeur propres se scinde alors en plusieurs problèmes de valeurs propres mettant en jeu au moins un grand nombre de dimensions, donc plus simples. Ce ce qui se passe pour une particule dans un potentiel central c'est-à-dire dans un potentiel qui ne dépend que de la distance  $r$  de la particule à un centre des forces et non de la direction du vecteur  $\vec{r}$  joignant ce centre à la particule.

L'Hamiltonien possédant la symétrie sphérique, les variables  $(r, \theta, \varphi)$  se séparent complètement lorsqu'on traite le problème en coordonnées polaires ; la résolution de l'équation de Schrödinger se réduit, après séparation des variables angulaires à celle d'une équation différentielles concernant la variable radiale seulement, équation qu'il est toujours possible d'intégrer numériquement. La majeure partie de cet article est consacré à la résolution de l'équation de Schrödinger d'une particule dans un potentiel central.

## II. PARTICULE DANS UN POTENTIEL CENTRAL TRAITEMENT GENERAL

### *Expression de l'Hamiltonien en coordonnées sphériques*

Dans cette section, nous nous proposons d'étudier l'équation de Schrödinger d'une particule de masse  $m$  dans un potentiel central  $V(r)$ . Si  $p$  est l'impulsion de la particule,  $r$  son vecteur position, l'Hamiltonien est :

$$H = \frac{p^2}{2m} + V(x)$$

En mécanique classique l'énergie totale  $E$  est la somme de l'énergie cinétique et de l'énergie potentielle

$$E = E_c + V(x) \Rightarrow E = \frac{1}{2}mv^2 + V(x)$$

$$E = \frac{p^2}{2m} + V(x)$$

Or l'énergie  $E$  est égale à l'Hamiltonien

$$E = H$$

$$E = H = \frac{p^2}{2m} + V(x)$$

Et l'équation de Schrödinger indépendante du temps s'écrit :

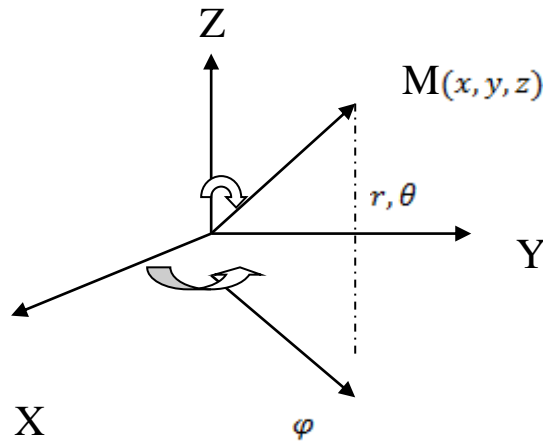
$$H\Psi(r) = \left[ -\frac{\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + V\Psi(r) \right] = E\Psi(r)$$

Comme l'Hamiltonien possède la symétrie sphérique, nous faisons l'étude en coordonnées sphériques.

L'axe polaire que nous choisissons est selon la coutume l'axe  $Z$  et les coordonnées sphériques  $(r, \theta, \varphi)$  par les formules :

$$x = r \sin \theta \cos \varphi; y = r \sin \theta \sin \varphi \text{ et } z = r \cos \theta \quad (3)$$

Fig (1)



L'expression de l'énergie potentielle  $V$  en fonction des coordonnées polaires nous est donnée ; il s'agit de trouver celle de l'énergie cinétique  $\frac{p^2}{2m}$  autrement dit d'exprimer en coordonnées polaires l'opérateur différentiel. Ceci peut se faire directement au moyen des formules de transformation par les techniques habituelles du calcul différentiel.

$$\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial r}{\partial x} \cdot \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial \theta}{\partial x} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{\partial \varphi}{\partial x} \cdot \frac{\partial}{\partial \varphi}$$

$$\frac{\partial}{\partial y} = \frac{\partial r}{\partial y} \cdot \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial \theta}{\partial y} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{\partial \varphi}{\partial y} \cdot \frac{\partial}{\partial \varphi} \quad (4)$$

$$\frac{\partial}{\partial z} = \frac{\partial r}{\partial z} \cdot \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial \theta}{\partial z} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta}$$

Le calcul est long, mais ne présente pas de difficulté sérieuse que nous allons étaler dans les pages qui suivent.

En revanche, afin de mieux saisir la signification physique du résultat nous allons chercher à exprimer l'énergie cinétique  $\frac{p^2}{2m}$  non pas en fonction de des opérateurs  $\frac{\partial}{\partial r}, \frac{\partial}{\partial \theta}, \frac{\partial}{\partial \varphi}$  eux-mêmes en fonction d'opérateurs hermétiques. Construis avec ces

opérateurs et dont l'interprétation physique est plus apparentes, cela signifie qu'il faut calculer

$$\frac{\partial}{\partial x}, \frac{\partial}{\partial y}, \frac{\partial}{\partial z} \text{ en fonction de } \frac{\partial}{\partial r}, \frac{\partial}{\partial \theta}, \frac{\partial}{\partial \varphi}$$

En élevant au carré les relations (3) on obtient :

$$\begin{cases} x^2 = r^2 \sin^2 \theta \cos^2 \varphi \\ y^2 = r^2 \sin^2 \theta \sin^2 \varphi \\ z^2 = r^2 \cos^2 \theta \end{cases} \Rightarrow x^2 + y^2 + z^2 = r^2 \sin^2 \theta (\cos^2 \varphi + \sin^2 \varphi) + r^2 \cos^2 \theta$$

$$\Rightarrow x^2 + y^2 + z^2 = r^2$$

Faisons les dérivées partielles  $(x, y, z)$  et de  $r$

$$2x dx = 2r dr \Rightarrow \frac{\partial r}{\partial x} = \frac{x}{r}$$

$$\frac{\partial r}{\partial x} = \frac{r \sin \theta \cos \varphi}{r} \Rightarrow \frac{\partial r}{\partial x} = \sin \theta \cos \varphi \quad (1)$$

$$\frac{\partial r}{\partial y} = \frac{y}{r} \Rightarrow \frac{\partial r}{\partial y} = \sin \theta \sin \varphi \quad (2)$$

$$\frac{\partial r}{\partial z} = \frac{z}{r} \Rightarrow \frac{\partial r}{\partial z} = \cos \theta \quad (3)$$

$Z = r \cos \theta$ , Considère  $(Z, r, \theta)$  variables

$$dZ = \cos \theta dr - r \sin \theta d\theta$$

$$\frac{\partial Z}{\partial z} = \cos \theta \frac{\partial r}{\partial z} - r \sin \theta \frac{\partial \theta}{\partial z}$$

$$1 = \cos^2 \theta - r \sin \theta \frac{\partial \theta}{\partial z} \Rightarrow 1 - \cos^2 \theta = -r \sin \theta \frac{\partial \theta}{\partial z}$$

$$\sin^2 \theta = -r \sin \theta \frac{\partial \theta}{\partial z} \Rightarrow 1 - \cos^2 \theta = -r \sin \theta \frac{\partial \theta}{\partial z}$$

$$\sin^2 \theta = -r \sin \theta \frac{\partial \theta}{\partial z} \Rightarrow \frac{\partial \theta}{\partial z} = \frac{-\sin \theta}{r} \quad (4)$$

- Considérons  $Z = C^{ste}$ ,  $(r, \theta) = \text{variables}$

$$Z = r \cos \theta \Rightarrow 0 = \cos \theta dr - r \sin \theta d\theta$$

$$\cos \theta r = r \sin \theta d\theta$$

$$\begin{aligned} \text{Cos}\theta \frac{\partial r}{\partial x} &= r \text{Sin}\theta \frac{\partial \theta}{\partial x} \Rightarrow \text{Cos}\theta \text{Sin}\theta \text{Cos}\varphi = r \text{Sin}\theta \frac{\partial \theta}{\partial x} \\ \frac{\partial \theta}{\partial x} &= \frac{\text{Cos}\theta \text{Cos}\varphi}{r} \quad (5) \end{aligned}$$

$$\text{Cos}\theta \partial r = r \text{Sin}\theta \partial \theta$$

$$\begin{aligned} \text{Cos}\theta \frac{\partial r}{\partial y} &= r \text{Sin}\theta \frac{\partial \theta}{\partial y} \Rightarrow \text{Cos}\theta \text{Sin}\theta \text{Sin}\varphi = r \text{Sin}\theta \frac{\partial \theta}{\partial y} \\ \frac{\partial \theta}{\partial y} &= \frac{\text{Cos}\theta \text{Sin}\varphi}{r} \quad (6) \end{aligned}$$

En considérant  $x = r \text{Sin}\theta \text{Cos}\varphi$  ;  $y = r \text{Sin}\theta \text{Sin}\varphi \Rightarrow \text{tg}\varphi = \frac{y}{x}$

Prenons  $\varphi$  et  $y$  variables;  $y = C^{ste}$

$$\frac{\partial \varphi}{\text{Cos}^2 \varphi} = \frac{-y}{x^2} \partial x \Rightarrow \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{-\text{Cos}^2 \varphi (r \text{Sin}\theta \text{Sin}\varphi)}{r^2 \text{Sin}^2 \theta \text{Cos}^2 \varphi} \Rightarrow \frac{\partial \varphi}{\partial x} = \frac{-\text{Sin}\varphi}{r \text{Sin}\theta} \quad (7)$$

Prenons  $\varphi$  et  $y$  variables;  $x = C^{ste}$

$$\text{tg}\varphi = \frac{y}{x} \Rightarrow \frac{d\varphi}{\text{Cos}^2 \varphi} = \frac{xdy}{x^2}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\text{Cos}^2 \varphi} = \frac{1}{x} \partial y \Rightarrow \frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{\text{Cos}^2 \varphi}{r \text{Sin}\theta \text{Cos}\varphi}$$

$$\frac{\partial \varphi}{\partial y} = \frac{\text{Cos}\varphi}{r \text{Sin}\theta} \quad (8)$$

Remplaçant les relations (1) jusqu'à (8) dans les relations (3)

$$\frac{\partial}{\partial x} = \frac{\partial r}{\partial x} \cdot \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\partial \theta}{\partial x} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{\partial \varphi}{\partial x} \cdot \frac{\partial}{\partial \varphi}$$

$$\frac{\partial}{\partial x} = \text{Sin}\theta \text{Cos}\varphi \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\text{Cos}\theta \text{Cos}\varphi}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{\text{Sin}\varphi}{r \text{Sin}\theta} \cdot \frac{\partial}{\partial \varphi}$$

$$\frac{\partial}{\partial y} = \text{Sin}\theta \cdot \text{Sin}\varphi \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\text{Cos}\theta \text{Sin}\varphi}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{\text{Cos}\varphi}{r \text{Sin}\theta} \cdot \frac{\partial}{\partial \varphi}$$

$$\frac{\partial}{\partial z} = \text{Cos}\theta \frac{\partial}{\partial r} - \frac{\text{Sin}\theta}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta}$$

Par définition :  $\nabla^2 = \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right)$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial z^2} &= \left( \text{Cos}\theta \frac{\partial}{\partial r} - \frac{\text{Sin}\theta}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \right) \left( \text{Cos}\theta \frac{\partial}{\partial r} - \frac{\text{Sin}\theta}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \right) \\ &= \text{Cos}\theta \frac{\partial}{\partial r} \left( \text{Cos}\theta \frac{\partial}{\partial r} \right) - \text{Cos}\theta \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{\text{Sin}\theta}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \right) - \frac{\text{Sin}\theta}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \text{Cos}\theta \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{\text{Sin}\theta}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \frac{\text{Sin}\theta}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \right) \end{aligned}$$

$$+ \frac{\cos\theta \sin\theta}{r^2} \frac{\partial}{\partial\theta} - \frac{\cos\theta \sin\theta}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial\theta} + \frac{\sin^2\theta}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{\sin\theta \cos\theta}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial\theta} + \frac{\sin\theta \cos\theta}{r^2} \frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{\sin^2\theta}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial\theta^2}$$

(1)

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial x^2} &= \left( \sin\theta \cos\varphi \frac{\partial}{\partial r} \right) \left( \sin\theta \cos\varphi \frac{\partial}{\partial r} \right) + \sin\theta \cos\varphi \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{\cos\theta \cos\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial\theta} \right) \\ &\quad - \sin\theta \cos\varphi \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{\sin\varphi}{r \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \right) + \frac{\cos\theta \cos\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial\theta} \left( \sin\theta \cos\varphi \frac{\partial}{\partial r} \right) \\ &\quad - \frac{\sin\varphi}{r \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \left( \sin\theta \cos\varphi \frac{\partial}{\partial r} \right) - \frac{\sin\varphi}{r \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \left( \frac{\cos\theta \cos\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial\theta} \right) \\ &\quad + \frac{\sin\varphi}{r \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \left( \frac{\cos\theta \cos\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial\theta} \right) + \frac{\sin\varphi}{r \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \left( \frac{\sin\varphi}{r \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \right) \\ \frac{\partial^2}{\partial x^2} &= \sin^2\theta \cos^2\varphi \frac{\partial^2}{\partial r^2} - \frac{\sin\theta \cos\theta \cos^2\varphi}{r^2} \frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{\sin\theta \cos\theta \cos^2\varphi}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial\theta} + \frac{\sin\varphi \cos\varphi}{r^2} \frac{\partial}{\partial\varphi} - \frac{\sin\varphi \cos\varphi}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial\varphi} \\ &\quad - \frac{\cos^2\theta \cos^2\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\sin\theta \cos\theta \cos^2\varphi}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial\theta} - \frac{\sin\theta \cos\theta \cos^2\varphi}{r^2} \frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{\cos^2\theta \cos^2\varphi}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial\theta^2} + \frac{\cos^2\theta \cos\varphi \sin\varphi}{r^2 \sin^2\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \\ &\quad - \frac{\cos\theta \sin\varphi \cos\varphi}{r^2 \sin\theta} \frac{\partial^2}{\partial\theta \partial\varphi} + \frac{\sin^2\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{\sin\varphi \cos\varphi}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial\varphi} + \frac{\sin^2\varphi \cos\theta}{r^2 \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\theta} - \frac{\sin\varphi \cos\varphi \cos\theta}{r^2 \sin^2\theta} \frac{\partial^2}{\partial\theta \partial\varphi} + \\ &\quad \frac{\sin\varphi \cos\varphi}{r^2 \sin^2\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} + \frac{\sin^2\varphi}{r^2 \sin^2\theta} \frac{\partial^2}{\partial\varphi^2} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial y^2} &= \\ &\quad \frac{\partial^2}{\partial y^2} \left( \sin\theta \sin\varphi \frac{\partial}{\partial r} \right) \left( \sin\theta \sin\varphi \frac{\partial}{\partial r} \right) + \sin\theta \sin\varphi \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{\cos\theta \sin\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial\theta} \right) + \\ &\quad \sin\theta \sin\varphi \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{\cos\varphi}{r \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \right) + \frac{\cos\theta \sin\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial\theta} \left( \sin\theta \sin\varphi \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{\cos\theta \sin\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial\theta} \left( \frac{\cos\theta \sin\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial\theta} \right) + \\ &\quad \frac{\cos\theta \sin\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial\theta} \left( \frac{\cos\varphi}{r \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \right) + \frac{\cos\varphi}{r \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \left( \frac{\cos\theta \sin\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial\theta} \right) + \frac{\cos\varphi}{r \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \left( \frac{\cos\varphi}{r \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} \right) \end{aligned}$$

(2)

$$\begin{aligned} \frac{\partial^2}{\partial y^2} &= \sin^2\theta \sin^2\varphi \frac{\partial^2}{\partial r^2} - \frac{\sin\theta \cos\theta \sin^2\varphi}{r^2} \frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{\sin\theta \cos\theta \sin^2\varphi}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial\theta} - \frac{\sin\varphi \cos\varphi}{r^2} \frac{\partial}{\partial\varphi} + \\ &\quad \frac{\sin\varphi \cos\varphi}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial\varphi} + \frac{\cos^2\theta \sin^2\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\sin\theta \cos\theta \sin^2\varphi}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial\theta} - \frac{\cos\theta \sin\theta}{r^2} \frac{\partial}{\partial\theta} + \frac{\cos^2\theta \sin^2\varphi}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial\theta^2} - \\ &\quad \frac{\cos^2\theta \sin\varphi \cos\varphi}{r^2 \sin^2\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} + \frac{\cos\theta \sin\varphi \cos\varphi}{r^2 \sin\theta} \frac{\partial^2}{\partial\theta \partial\varphi} + \frac{\cos^2\varphi}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\sin\varphi \cos\varphi}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial\varphi} + \frac{\cos^2\varphi \cos\theta}{r^2 \sin\theta} \frac{\partial}{\partial\theta} + \\ &\quad \frac{\cos\theta \cos\varphi \sin\varphi}{r^2 \sin\theta} \frac{\partial^2}{\partial\theta \partial\varphi} - \frac{\cos\varphi \sin\varphi}{r^2 \sin^2\theta} \frac{\partial}{\partial\varphi} + \frac{\cos^2\varphi}{r^2 \sin^2\theta} \frac{\partial^2}{\partial\varphi^2} \end{aligned}$$

(3)

Après addition de (1);(2) et (3) on obtient :

$$\begin{aligned}\nabla^2 &= \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} + \frac{\partial^2}{\partial z^2} \right) \\ \nabla^2 &= \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \frac{\cos \theta}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \\ &= \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \left[ \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \right] \frac{1}{r^2}\end{aligned}$$

Par ailleurs

$$\begin{aligned}\frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) &= \left( \cos \theta \frac{\partial}{\partial \theta} + \sin \theta \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) \\ \frac{1}{\sin \theta} \left( \cos \theta \frac{\partial}{\partial \theta} + \sin \theta \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right) &= \frac{\cos \theta}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}\end{aligned}$$

Ainsi,  $\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \left[ \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) \right] \frac{1}{r^2}$  c'est la première forme de l'équation de Schrödinger en coordonnées sphériques

Nous prendrons comme origine le proton. Faisons une première séparation des variables  $\Psi(r, \theta, \varphi) = R(r)Y_{lm}(\theta, \varphi)$

$$\text{Et appelons } \Delta^2 = \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right)$$

$$\text{De sorte que } \nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \Delta^2 \quad (5)$$

L'équation de Schrödinger indépendante du temps s'écrit :

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 \Psi + V(r) \Psi = E \Psi \quad (6)$$

Remplaçons (6) dans (5)

$$\begin{aligned}-\frac{\hbar^2}{2m} \left[ \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \Delta^2 \right] \Psi(r, \theta, \varphi) + V(r) \Psi(r, \theta, \varphi) &= E \Psi(r, \theta, \varphi) \\ -\frac{\hbar^2}{2m} \left[ \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \Delta^2 \right] R(r) Y_{lm}(\theta, \varphi) + V(r) Y_{lm}(\theta, \varphi) &= E R(r) Y_{lm}(\theta, \varphi) \\ -\frac{\hbar^2}{2m} \left[ \frac{d^2 R}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dR}{dr} \right] + V(r) R - \frac{\hbar^2}{2m} \frac{1}{r^2} R \Delta^2 Y &= E R\end{aligned}$$

Avec  $\Delta^2 Y = -l(l+1)Y$

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left[ \frac{d^2 R}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dR}{dr} \right] + V(r) R + \frac{\hbar^2}{2m} \frac{1}{r^2} R l(l+1) = E R$$



$$\begin{aligned}
& -\frac{\hbar^2}{2m} \left[ \frac{d^2 Rr}{dr^2} + \frac{2}{r} \frac{dRr}{dr} \right] + V(r)Rr + \frac{\hbar^2}{2mr^2} Rrl(l+1) = ERr \\
& -\frac{\hbar^2}{2m} \left( \frac{d^2 Rr}{dr^2} \right) + Rr \left[ V(r) + \frac{\hbar^2}{2mr^2} l(l+1) \right] = ERr \\
& -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2 Rr}{dr^2} + \frac{\hbar^2}{2mr^2} l(l+1) = E \\
& \Rightarrow \left[ -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dr^2} + l(l+1) \frac{\hbar^2}{2mr^2} + V(r) - E \right] Y_l(r) = 0
\end{aligned}$$

C'est l'équation de Schrödinger en coordonnées sphériques.

Cette fois considérons l'équation de Schrödinger à 2 dimensions dans le cas où l'énergie potentielle  $V(r)$  ne dépend que de la variable radiale ( $x = r \cos \theta, y = r \sin \theta$ ) on peut prouver que l'identité :

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}$$

En déduire qu'il existe un système complet de fonctions propres de la forme :

$\Psi(r, \theta) = f(r) e^{il\theta}$  dont la partie radiale est la solution nulle à l'origine de l'équation

$$\left[ \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{d}{dr} - \frac{l^2}{r^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V(r)) \right] f(r) = 0$$

N.B : Si  $V(r) = 0$ , cette solution est régulière

Avec  $k = (2mE)^{\frac{1}{2}} / \hbar$

En effet  $\frac{\partial}{\partial x} = \cos \theta \frac{\partial}{\partial r}$

Dans le cas à 2 dimensions  $x = r \cos \theta$  et  $y = r \sin \theta \Rightarrow r^2 = x^2 + y^2$

$$x dx = r dr \Rightarrow \frac{\partial r}{\partial x} = \frac{x}{r} \Rightarrow \frac{\partial r}{\partial x} = \cos \theta; \frac{\partial r}{\partial y} = \sin \theta$$

$$\tan \theta = \frac{y}{x} \Rightarrow \frac{\partial \theta}{\cos^2 \theta} = \frac{-y}{x^2} \partial x$$

$$\frac{\partial \theta}{\cos^2 \theta} = \frac{-r \sin \theta \partial x}{r^2 \cos^2 \theta} \Rightarrow \frac{\partial \theta}{\partial x} = \frac{-\sin \theta}{r}$$

$$\frac{\partial \theta}{\cos^2 \theta} = \frac{-r \sin \theta}{r^2 \cos^2 \theta} \partial x \Rightarrow \frac{\partial \theta}{\partial x} = -\frac{\sin \theta}{r}$$

$$\frac{\partial \theta}{\partial y} = \frac{\cos \theta}{r}$$

$$\frac{\partial}{\partial x} = \cos \theta \frac{\partial}{\partial r} - \frac{\sin \theta}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta}$$

$$\frac{\partial}{\partial y} = \sin \theta \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\cos \theta}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} = \cos \theta \frac{\partial}{\partial r} \left( \cos \theta \frac{\partial}{\partial r} \right) - \cos \theta \frac{\partial}{\partial r} \left( \frac{\sin \theta}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \right) - \frac{\sin \theta}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \cos \theta \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{\sin \theta}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \frac{\sin \theta}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} \right)$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} = \cos^2 \theta \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{\cos \theta \sin \theta}{r^2} \frac{\partial}{\partial \theta} - \frac{\cos \theta \sin \theta}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial \theta} + \frac{\sin^2 \theta}{r} \frac{\partial}{\partial r} - \frac{\sin \theta \cos \theta}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial \theta} + \frac{\sin^2 \theta \cos \theta}{r^2} \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{\sin^2 \theta}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial y^2} = \left( \sin \theta \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\cos \theta}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \right) \left( \sin \theta \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\cos \theta}{r} \frac{\partial}{\partial \theta} \right) = \sin^2 \theta \frac{\partial^2}{\partial r^2} - \frac{\sin \theta \cos \theta}{r^2} \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{\sin \theta \cos \theta}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial \theta}$$

$$\frac{-\sin \theta \cos \theta}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{\cos \theta \sin \theta}{r} \frac{\partial^2}{\partial r \partial \theta} - \frac{\cos \theta \sin \theta}{r^2} \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{\cos^2 \theta}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}$$

$$\frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2}$$

Ainsi, l'équation de Schrödinger devient :

$$-\frac{\hbar^2}{2m} \left( \frac{\partial^2}{\partial x^2} + \frac{\partial^2}{\partial y^2} \right) + [V(r) - E] = 0$$

$$\frac{-\hbar^2}{2m} \left[ \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{1}{r} \frac{\partial}{\partial r} + \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} \right] + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V(r)) = 0$$

Comme  $\Psi(r, \theta) = f(r) e^{i l \theta}$

$$e^{i l \theta} \left[ \frac{d^2}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{df}{dr} - \frac{l^2}{r^2} \right] + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V(r)) f(r) = 0$$

$$\frac{d^2 f}{dr^2} + \frac{1}{r} \frac{df}{dr} - \frac{l^2}{r^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V(r))$$

$$\text{Si } V(r) = 0 \text{ or } k^2 = \frac{2m}{\hbar^2} (E - V_0) \text{ et si } V_0 = 0 \text{ On a } k^2 = \frac{2mE}{\hbar^2} \Rightarrow k = \frac{(2mE)^{\frac{1}{2}}}{\hbar}$$

## 1. Potentiel central carré. Particule libre

### *Fonctions de Bessel Sphériques*

S'il existe des régions de l'intervalle  $(0, \infty)$  où le potentiel  $V(r)$  est constant :

$$V(r) = V_0 = C^{\text{ste}}$$

L'équation radiale  $Y$  prend une forme particulièrement simple et sa solution générale est une combinaison linéaire de fonctions bien connues en théories des fonctions de Bessel sphériques.

Supposons d'abord que  $E > V_0$

L'équation de Schrödinger indépendante du temps en coordonnées cartésiennes est :

$$\frac{d^2 \Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V_0(r)) \Psi = 0$$

Le nombre d'onde :  $k^2 = \frac{2m}{\hbar^2} (E - V_0(r)) \Rightarrow k = \frac{\sqrt{2m(E - V_0)}}{\hbar}$

Et on pose  $\rho = kr$

L'équation de Schrödinger en coordonnées sphériques prend la forme :

$$\left[ -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dr^2} + l(l+1) \frac{\hbar^2}{2mr^2} + V(r) - E \right] Y_l = 0$$

Par changement des variables de  $\rho = kr \Rightarrow r = \frac{\rho}{k}$  (1)

$$\frac{d}{dr} = \frac{d\rho}{dr} \frac{d}{d\rho}; d\rho = k dr \Rightarrow \frac{d\rho}{dr} = k$$

$$\frac{d}{dr} = k \frac{d}{d\rho} \Rightarrow \frac{d^2}{dr^2} = k^2 \frac{d^2}{d\rho^2} \quad (2)$$

$$k^2 \hbar^2 = 2m(E - V(r)) \Rightarrow V(r) - E = \frac{-\hbar^2 k^2}{2m}$$

Remplaçons (1); (2) et (3) dans l'équation de Schrödinger :

$$\left[ -\frac{\hbar^2}{2m} k^2 \frac{d^2}{d\rho^2} + l(l+1) \frac{\hbar^2 k^2}{2m\rho^2} - \frac{\hbar^2 k^2}{2m} \right] Y_l = 0$$

$$\left[ \frac{d^2}{d\rho^2} + 1 - \frac{l(l+1)}{\rho^2} \right] Y_l = 0$$

$$\left[ \frac{d^2}{d\rho^2} + \left(1 - \frac{l(l+1)}{\rho^2}\right) \right] Y_l = 0$$

Or par définition l'opérateur  $l^2 = l(l+1)$

$$\text{D'où on a : } \left[ \frac{d^2}{d\rho^2} + \left(1 - \frac{l^2}{\rho^2}\right) \right] Y_l = 0$$

## 2. Particules libres. Ondes planes et ondes sphériques libres

Les considérations qui précèdent s'appliquent notamment à la particule libre. Dans ce cas  $V(r)=0$  dans tout l'intervalle  $(0, \infty)$  et l'Hamiltonien se réduit à son terme d'énergie cinétique :

$$H = E = \frac{p^2}{2m} + V(r) \Rightarrow H = \frac{p^2}{2m}$$

Cherchons donc les solutions propres communes à  $H, \hat{l}^2, \hat{l}_z$ . Une solution du moment cinétique et d'énergie  $E$  est une solution de la forme :

$$Y_l^m(\theta, \varphi) f(r)$$

$$\text{Or } \hat{l}_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \varphi} \quad \text{et que } \Psi(\varphi) = e^{im\varphi}$$

$$\hat{l}_z \Psi = -i\hbar \frac{\partial \Psi}{\partial \varphi} = \hat{l}_z \Psi = \hbar m \Psi$$

D'où lorsqu'on applique un opérateur  $\hat{l}_z$  une fonction des carré sommable on obtient la valeur propre  $\hbar m$ .

Si l'intégrale de  $N^2 = \int_0^\pi \sin\theta d\theta \int_0^{2\pi} \Psi(\theta, \varphi) \Psi^*(\theta, \varphi) d\varphi$  converge

$N^2$  est un nombre réel positif qui ne peut être nul que lorsque

$$\Psi(\theta, \varphi) = 0; \Psi^* \text{ est conjugué de } \Psi(\theta, \varphi)$$

A titre d'exemple prenons

$$\Psi(\theta, \varphi) = \sqrt{\frac{15}{8\pi}} \sin \theta \cos \theta e^{-2i\varphi} \text{ est de carré sommable sur la sphère; posons } m = \sqrt{\frac{15}{8\pi}}$$

$$\text{En effet, } N^2 = \int_0^\pi \sin \theta d\theta \int_0^{2\pi} \sin^2 \theta \cos^2 \theta d\varphi = 2\pi m^2 \int_0^\pi \sin \theta \cos^2 \theta d\theta$$

$$N^2 = 2\pi m^2 \int_0^\pi (1 - \cos^2 \theta) \sin \theta \cos^2 \theta d\theta$$

$$N^2 = 2\pi m^2 \left[ \int_0^\pi \sin \theta \cos^2 \theta d\theta - \int_0^\pi \sin \theta \cos^4 \theta d\theta \right]$$

$$\text{Posons } t = \cos \theta \Rightarrow \sin \theta d\theta = -dt$$

$$N^2 = 2\pi m^2 \left[ \int t^2 (-dt) - \int t^4 (-dt) \right]$$

$$N^2 = 2\pi m^2 \left[ -\frac{1}{3} (\cos^3 \theta)_0^\pi + \frac{1}{5} (\cos^5 \theta)_0^\pi \right]$$

$$N^2 = 2\pi m^2 \left[ -\frac{1}{3} (-1 - 1) + \frac{1}{5} (-1 - 1) \right]$$

$$N^2 = 2\pi m^2 \left( \frac{2}{3} + \frac{2}{5} \right)$$

$$N^2 = 2\pi m^2 \left( \frac{10+6}{15} \right) = \frac{32\pi}{15} m^2; m^2 = \frac{15}{8\pi}$$

$$N^2 = \frac{32\pi}{15} \cdot \frac{15}{8\pi} \Rightarrow N^2 = 4; N = 2$$

D'où l'intégrale converge.

$$\text{En effet } \Psi(\theta, \varphi) = f(\theta) e^{im\varphi}$$

$$\hat{L}_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \varphi} \Rightarrow \hat{L}_z \Psi(\theta, \varphi) = i\hbar \frac{\partial \Psi(\theta, \varphi)}{\partial \varphi}$$

$$\hat{L}_z \Psi(\theta, \varphi) = -i\hbar f(\theta) i m e^{im\varphi}$$

$$\hbar m f(\theta) e^{im\varphi}$$

$$\hat{L}_z = \hbar m \text{ avec } l = m \text{ réel}$$

$$\hat{L}_z = \hbar l$$

On doit choisir  $f(\theta)$  pour que la fonction  $F$  soit aussi fonction propre  $\hat{l}^2$

$$\text{Or } \hat{l}^- \cdot \hat{l}^+ = \hat{l}^2 - \hat{l}_z^2 - \hbar \hat{l}_z$$

$$\hat{l}^2 = \hat{l}^- \cdot \hat{l}^+ + \hat{l}_z^2 - \hbar \hat{l}_z$$

$$\hat{l}^2 = \hat{l}^- \cdot \hat{l}^+ + \hbar^2 m^2 + \hbar^2 m$$

Par définition toute fonction du carré sommable sur la sphère appliquée l'opérateur  $\hat{l}^+$  donne zéro, alors  $F = f(\theta)e^{im\varphi}$  donnera :

$$\hat{l}^- \cdot \hat{l}^+ F = 0$$

$$\Rightarrow \hat{l}^2 F = \hat{l}^- \hat{l}^+ F + \hbar^2 m^2 + \hbar^2 m F$$

$$\Rightarrow l^2 = \hbar^2 m(m+1) \text{ lorsque } m = l$$

$$l^2 = \hbar^2 l(l+1)$$

En effet, en coordonnées sphériques :

$$\hat{L}^2 = -\hbar^2 \left[ \frac{\partial^2 F}{\partial \theta^2} + \cot \theta \frac{\partial F}{\partial \theta} + \frac{1}{\sin^2 \theta} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial \varphi^2} \right]$$

$$\text{Avec } F(\theta, \varphi) = (\sin \theta)^l e^{il\varphi}$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial \theta^2} = \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \frac{\partial F}{\partial \theta} \right); \frac{\partial F}{\partial \theta} = l \cos \theta (\sin \theta)^{l-1} e^{il\varphi} = l \cot \theta (\sin \theta)^l e^{il\varphi}$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial \theta^2} = \frac{\partial}{\partial \theta} [l \cot \theta (\sin \theta)^l e^{il\varphi}] = \left[ -\frac{1}{\sin^2 \theta} (\sin \theta)^l e^{il\varphi} + l^2 \cot \theta (\sin \theta)^{l-1} e^{il\varphi} \right]$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial \theta^2} = \left[ -\frac{l(\sin \theta)^l}{\sin^2 \theta} e^{il\varphi} + l^2 \frac{\cot \theta \cos \theta (\sin \theta)^l}{\sin \theta} e^{il\varphi} \right] = -\frac{1}{\sin^2 \theta} (\sin \theta)^l e^{il\varphi} + l^2 \cot^2 \theta (\sin \theta)^l e^{il\varphi}$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial \theta^2} = -\frac{l}{\sin^2 \theta} F(\theta, \varphi) + l^2 \cot^2 \theta F(\theta, \varphi)$$

$$\frac{\partial F}{\partial \varphi} = l \cot \theta F(\theta, \varphi) \Rightarrow \cot \theta \cdot \frac{\partial F}{\partial \theta} = l \cot^2 \theta F(\theta, \varphi)$$

$$\frac{\partial^2 F}{\partial \varphi^2} = \frac{\partial}{\partial \varphi} \left( \frac{\partial F}{\partial \varphi} \right) = \frac{\partial}{\partial \varphi} [il(\sin \theta)^l e^{il\varphi}] = -l^2 (\sin \theta)^l e^{il\varphi} \frac{1}{\sin^2 \theta} \cdot \frac{\partial^2 F}{\partial \varphi^2} = \frac{-l^2}{\sin^2 \theta} F(\theta, \varphi)$$

$$\tilde{L}^2 F = -\hbar^2 \left[ -\frac{1}{\sin^2 \theta} + l^2 \cot^2 \theta + l \cot^2 \theta - \frac{l^2}{\sin^2 \theta} \right] F(\theta, \varphi) = -\hbar^2 \left[ (1+l) \left( -\frac{l}{\sin^2 \theta} + l \cot^2 \theta \right) \right]$$

$$\tilde{L}^2 F(\theta, \varphi) = \hbar^2 \left[ l(1+l) \left( \frac{1}{\sin^2 \theta} - \cot^2 \theta \right) \right]$$

$$\tilde{L}^2 F(\theta, \varphi) = \hbar^2 \left[ l(1+l) \left( \frac{1-\cos^2 \theta}{\sin^2 \theta} \right) \right] = \tilde{L}^2 F(\theta, \varphi) = \hbar^2 l(l+1)$$

## I. Une application sur le changement de variables de l'équation de Schrödinger

Considérons l'équation de Schrödinger indépendant du temps dans trois dimensions :

$$\left[ \left( -\frac{\hbar^2}{2m} \right) \nabla^2 + V(r) \right] \psi = E \psi$$

En coordonnées sphériques :

$$\nabla^2 = \left( \frac{1}{r^2} \right) \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \left( \frac{1}{r^2 \sin \theta} \right) \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \left( \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \right) \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2}$$

Le Laplacien en coordonné sphérique est :

$$\begin{aligned} \nabla^2 &= \left( \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \frac{\partial}{\partial r} \right) + \left( \frac{1}{r^2} \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \frac{\cos \theta}{r^2 \sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \\ &= \left( \frac{1}{r^2} \right) \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) + \left( \frac{1}{r^2 \sin \theta} \right) \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) + \left( \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \right) \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \end{aligned}$$

L'équation de Schrödinger indépendant du temps :

$$\nabla^2 \psi(r, \theta, \varphi) + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V(r)) \psi(r, \theta, \varphi) = 0$$

⇒

$$\begin{aligned} &\left[ \left( \frac{1}{r^2} \right) \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right) \right] \psi(r, \theta, \varphi) + \left[ \left( \frac{1}{r^2 \sin \theta} \right) \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) \right] \psi(r, \theta, \varphi) + \\ &\left( \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) \psi(r, \theta, \varphi) + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V(r)) \psi(r, \theta, \varphi) = 0 \quad (1) \end{aligned}$$

Posons

$$\psi(r, \theta, \varphi) = \psi(r) Y_l^m(\theta, \varphi) \text{ prenons } f(r) = \psi(r) \Rightarrow \psi(r, \theta, \varphi) = f(r) Y_l^m(\theta, \varphi) \quad (2)$$

Remplaçons (2) dans (1)

$$\begin{aligned} &\left[ \left( \frac{1}{r^2} \right) \left( \frac{\partial}{\partial r} \right) r^2 \frac{\partial}{\partial r} \right] f(r) Y_l^m(\theta, \varphi) + \left( \frac{1}{r^2 \sin \theta} \right) \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta} \right) f(r) Y_l^m(\theta, \varphi) + \\ &\left( \frac{1}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) f(r) Y_l^m(\theta, \varphi) + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V(r)) f(r) Y_l^m(\theta, \varphi) = 0 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow Y_l^m(\theta, \varphi) \left[ \frac{1}{r^2} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial f}{\partial r} \right) \right] + \left( \frac{f}{r^2 \sin \theta} \right) \frac{\partial}{\partial \theta} \left( \frac{\sin \theta Y_l^m(\theta, \varphi)}{\partial \theta} \right) + \frac{f}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 Y_l^m(\theta, \varphi)}{\partial \varphi^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V(r)) f Y_l^m(\theta, \varphi) = 0$$

$$Y_l^m(\theta, \varphi) \left( \frac{2}{r} \frac{\partial f}{\partial r} + \frac{\partial^2 f}{\partial r^2} \right) + \left( \frac{f}{r^2 \sin \theta} \right) \left( \cos \theta \frac{\partial Y_l^m(\theta, \varphi)}{\partial \theta} + \sin \theta \frac{\partial^2 Y_l^m(\theta, \varphi)}{\partial \theta^2} \right) + \frac{f}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 Y_l^m(\theta, \varphi)}{\partial \varphi^2} + \frac{2m}{\hbar^2} (E - V(r)) f Y_l^m(\theta, \varphi) = 0$$

Multiplions l'expression ci-dessus par le terme :  $\frac{-2m r^2}{\hbar^2 f Y_l^m(\theta, \varphi)}$

$$\begin{aligned} & \frac{-2m r^2}{\hbar^2 f Y_l^m(\theta, \varphi)} \left( \frac{2}{r} \frac{\partial f}{\partial r} + \frac{\partial^2 f}{\partial r^2} \right) Y_l^m(\theta, \varphi) - \\ & \frac{2m r^2}{\hbar^2 f Y_l^m(\theta, \varphi)} \left[ \cos \theta \frac{\partial}{\partial \theta} Y_l^m(\theta, \varphi) + \sin \theta \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} Y_l^m(\theta, \varphi) \right] \frac{f}{r^2 \sin \theta} - \frac{2m^2}{\hbar^2 f Y_l^m(\theta, \varphi)} \frac{f}{r^2 \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 Y_l^m(\theta, \varphi)}{\partial \varphi^2} - \\ & \frac{4m^2 r^2}{\hbar^4 f Y_l^m(\theta, \varphi)} (E - V(r)) f Y_l^m(\theta, \varphi) = 0 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Rightarrow & \frac{r^2}{f} \left( \frac{2}{r} \frac{\partial f}{\partial r} + \frac{\partial^2 f}{\partial r^2} \right) + \frac{1}{Y_l^m(\theta, \varphi)} \left( \cot \theta \frac{\partial Y_l^m(\theta, \varphi)}{\partial \theta} + \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} Y_l^m(\theta, \varphi) \right) + \frac{1}{Y_l^m(\theta, \varphi) \sin^2 \theta} \frac{\partial^2 Y_l^m(\theta, \varphi)}{\partial \varphi^2} + \\ & \frac{2m r^2}{\hbar^2 Y_l^m(\theta, \varphi)} (E - V(r)) f = 0 \end{aligned}$$

$$\Rightarrow \frac{2r}{f} \frac{\partial f}{\partial r} + \frac{r^2}{f} \frac{\partial^2 f}{\partial r^2} + \frac{2m r^2}{\hbar^2} [(E - V(x))] + \frac{1}{Y_l^m(\theta, \varphi)} \left( \cot \theta \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) Y_l^m(\theta, \varphi) = 0$$

Or l'opérateur  $\tilde{L}^2 = -\hbar^2 \left( \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \cot \theta \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right)$

$$\Rightarrow \tilde{L}^2 = -\hbar^2 \left[ \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta}) \right]; \text{ posons } \Delta^2 = \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (\sin \theta \frac{\partial}{\partial \theta})$$

$$\Rightarrow \tilde{L}^2 = -\hbar^2 \Delta^2 \text{ et } \tilde{L}^2 = \hbar^2 l(l+1) \Rightarrow \Delta^2 = -l(l+1) \text{ et que } \lambda =$$

$l(l+1)$  une constante

$$\Rightarrow \frac{1}{f} \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial f}{\partial r} \right) + \frac{2m r^2}{\hbar^2} (E - V(r)) + \Delta^2 = 0 \Rightarrow \frac{\partial}{\partial r} \left( r^2 \frac{\partial f}{\partial r} \right) + \frac{2m r^2}{\hbar^2} (E - V(r)) f - \lambda f = 0$$

$$\Rightarrow \frac{d}{dr} r^2 \frac{df}{dr} + \frac{2m r^2}{\hbar^2} [E - V(r) - \lambda] f = 0$$

Pour déterminer  $Y_l^m(\theta, \varphi)$  on doit passer au changement des variables

$$Y_l^m(\theta, \varphi) = f(\theta) g(\varphi)$$

$$\Delta^2 Y_l^m(\theta, \varphi) = \frac{1}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} Y_l^m(\theta, \varphi) + \frac{1}{\sin \theta} \frac{\partial}{\partial \theta} (Y_l^m(\theta, \varphi)) = -l(l+1) Y_l^m(\theta, \varphi)$$

$$\Rightarrow \frac{f(\theta)}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2 g(\varphi)}{\partial \varphi^2} + \frac{g(\varphi)}{\sin \theta} \left( \frac{\partial}{\partial \theta} \right) (\sin \theta \frac{\partial f}{\partial \theta}) + l(l+1) f(\theta) g(\varphi) = 0$$



$$\frac{f(\theta)}{\sin^2 \theta} \frac{\partial^2 g(\varphi)}{d\varphi^2} + \frac{g(\varphi)}{\sin \theta} \left( \cos \theta \frac{df}{d\theta} + \sin \theta \frac{d^2 f}{d\theta^2} \right) + \lambda f(\theta) g(\varphi) = 0$$

$$\frac{f(\theta)}{\sin^2 \theta} \frac{d^2 g(\varphi)}{d\varphi^2} + \frac{g(\varphi)}{\sin \theta} \frac{d}{d\theta} \sin \theta \frac{df}{d\theta} + \lambda f(\theta) g(\varphi) = 0 \quad \text{Divisions les 2 membres par}$$

$$f(\theta) g(\varphi) \Rightarrow \frac{1}{g(\varphi) \sin^2 \theta} \frac{d^2 g(\varphi)}{d\varphi^2} + \frac{1}{f(\theta) \sin \theta} \frac{d}{d\theta} \sin \theta \frac{df}{d\theta} + \lambda = 0$$

$$\frac{1}{g(\varphi) \sin^2 \theta} \frac{d^2 g(\varphi)}{d\varphi^2} + \frac{\sin \theta}{f(\theta)} \frac{d}{d\theta} \left( \sin \theta \frac{df}{d\theta} \right) + \lambda \sin \theta = 0 \Rightarrow \frac{\sin \theta}{f(\theta)} \frac{d}{d\theta} \left( \sin \theta \frac{df}{d\theta} \right) + \lambda \sin^2 \theta =$$

$$\frac{-1}{g(\varphi)} \frac{d^2 g(\varphi)}{d\varphi^2}$$

Par l'opérateur

$$\hat{L}_z = -i\hbar \frac{\partial}{\partial \varphi} \Rightarrow \hat{L}_z g(\varphi) = -i\hbar \frac{\partial g(\varphi)}{\partial \varphi} \text{ avec } g(\varphi) = e^{im\varphi} : \text{où } \hat{L}_z g(\varphi) = \hbar m e^{im\varphi} \Rightarrow$$

$$\hat{L}_z^2 g(\varphi) = m^2 g(\varphi) \Rightarrow \frac{\sin \theta}{f(\theta)} \frac{d}{d\theta} \left( \sin \theta \frac{df}{d\theta} \right) + \lambda \sin^2 \theta = \frac{1}{g(\varphi)} \frac{d^2 g(\varphi)}{d\varphi^2} = m^2$$

$$\text{Car } g = e^{im\varphi} \Rightarrow \frac{dg}{d\varphi} = im e^{im\varphi} \text{ d'où } \frac{d^2 g}{d\varphi^2} = -m^2 g(\varphi)$$

$$\text{En considérant l'expression } \frac{d}{dr} \left( r^2 \frac{df}{dr} \right) + \frac{2mr^2}{\hbar^2} [E - V(r) - \lambda] f = 0 \quad (1)$$

Posons  $f(r) = \frac{X(r)}{r}$  et calculons:

$$\frac{d}{dr} \left[ r^2 \frac{d}{dr} \left( \frac{X(r)}{r} \right) \right] = \frac{d}{dr} \left[ r^2 \left( \frac{r}{r^2} \frac{dX(r)}{dr} - \frac{X(r)}{r^2} \right) \right] = \frac{d}{dr} \left[ \left( r^2 \left( \frac{r}{r^2} \frac{dX(r)}{dr} - \frac{X(r)}{r^2} \right) \right) \right] = \frac{d}{dr} \left( r \frac{dX(r)}{dr} - X(r) \right)$$

$$= \frac{dX(r)}{dr} + r \frac{d^2 X(r)}{dr^2} - \frac{dX(r)}{dr} = r \frac{d^2 X}{dr^2} \quad (2)$$

$$\text{Remplaçons alors (2) dans (1)} \Rightarrow r \frac{d^2 X}{dr^2} + \frac{2mr^2}{\hbar^2} (E - V(r) - \lambda) \frac{X(r)}{r} = 0$$

$$r \frac{d^2 X}{dr^2} + \frac{2mrEX(r)}{\hbar^2} - \frac{2mrV(r)X(r)}{\hbar^2} - \frac{2mr\lambda X(r)}{\hbar^2} - \frac{2mr\lambda X(r)}{\hbar^2} = 0$$

$$r \frac{d^2 X}{dr^2} - \frac{2mrV(r)X(r)}{\hbar^2} - \frac{2mr\lambda X(r)}{\hbar^2} = \frac{-2mrEX(r)}{\hbar^2} \left( \frac{-\hbar^2}{2m} \right) \frac{d^2 X}{dr^2} + (V(r) + \lambda) X(r) = EX(r)$$

$$\left( \frac{-\hbar^2}{2m} \right) \frac{d^2 X}{dr^2} + \left[ V(r) + \frac{\hbar^2 l(l+1)}{2mr^2} \right] X = EX$$

## II. Séparation du mouvement du centre de masse d'un système quantique à 2 particules

Pour traiter le même problème en mécanique quantique on introduit de la même façon les nouvelles variables  $r, R, p$  et  $P$  définies en fonctions des anciennes par les relations (I)

Or l'Hamiltonien:

$$H = \frac{p_1^2}{2m} + \frac{p_2^2}{2m} + V(r_1 - r_2) = E$$

En fonction des anciennes variables prend la forme :

$$H = \frac{p^2}{2M} + \frac{p^2}{2m} + V(r)$$

*En fonction de nouvelles*

D'ailleurs les nouvelles variables obéissent aux relations de commutation que si elles représentaient deux particules de position  $\vec{r}$  et  $\vec{R}$  et d'impulsion  $\vec{p}$  et  $\vec{P}$  respectivement, les seuls commutateurs non nuls étant :

$$[r_j, p_j] = i\hbar; [R_j, P_j] = i\hbar$$

$$(j = x, y, z)$$

En effet,  $\vec{r} = X\vec{i} + Y\vec{j} + Z\vec{k}; \vec{P} = Px\vec{i} + Py\vec{j} + Pz\vec{k} \Rightarrow [x, P_x] = xP_x - P_x X$

$$[X, P_x]\Psi = xP_x\Psi - P_x X\Psi = x\left(-i\hbar\frac{d}{dx}\right)\Psi - i\hbar\frac{d}{dx}(x\Psi)$$

$$[X, P_x]\Psi = i\hbar x\frac{d\Psi}{dx} + i\hbar\left(\Psi + x\frac{d\Psi}{dx}\right) = i\hbar x\frac{d\Psi}{dx} + i\hbar\Psi + i\hbar\Psi + i\hbar x\frac{d\Psi}{dx}$$

$$[X, P_x]\Psi = i\hbar\Psi \Rightarrow [X, P_x] = i\hbar$$

Toutes ces propriétés sont des propriétés d'algèbre que l'on vérifie aisément en partant des équations (I)

Exprimé en fonction des nouvelles variables, H est la somme de deux termes :  $H = H_r + H_R$

Dont le 1<sup>e</sup>,  $H_R = \frac{p^2}{2M}$  ne dépend que des variables du centre de masse et le second que celle de la particule relative.

Les vecteurs formés par produit tensoriel des vecteurs propres de  $H_r$  par les vecteurs propres de  $H_R$  forment un système complet de vecteurs propres de H. Ainsi l'équation de Schrödinger des représentations  $R, r$  s'écrit:

$$\left[\left(-\frac{\hbar^2}{2m}\nabla_r^2\right) + \left(-\frac{\hbar^2}{2M}\nabla_R^2\right) + V(r)\right]\Psi(R, r) = E\Psi(R, r) \quad \nabla_R^2 \text{ et } \nabla_r^2 \quad \text{Désignant le}$$

Laplacien relatif aux coordonnées R et r respectivement. Cette équation possède un système complet de solutions propres de la forme :

$$\Psi(R,r) = \phi(R)\varphi(r)$$

Les fonctions  $\phi$  et  $\varphi$  satisfaisant respectivement aux équations séparées :

$$H_R\Phi(R) = \left(\frac{-\hbar^2}{2M}\nabla_R^2\right)\Phi(R) = E_R\Phi(R)$$

$$H_r\varphi(r) = \left(\frac{-\hbar^2}{2m}\nabla_r^2 + V(r)\right)\varphi(r) = E_r\varphi(r)$$

L'énergie propre du système total est la somme des énergies propres des systèmes partiels  $E = E_R + E_r$

En pratique, le traitement du problème à 2 corps dont nous sommes partis se ramène donc à celui d'une particule dans le potentiel  $V(r)$  problème que nous avons approprié à résoudre dans le cas où le potentiel est central.

## Conclusion

L'équation de Schrödinger indépendante du temps en coordonnées cartésiennes reste la plus importante de la mécanique ondulatoire.

Elle sert à déterminer :

- Les fonctions d'ondes dans le saut de potentiel, barrière de potentiel
- Le nombre d'onde  $k$
- Les vitesses dans chacune des zones
- L'Hamiltonien

En bref le présent article s'est penché de transformer cette équation

$$\frac{d^2\Psi}{dx^2} + \frac{2m}{\hbar^2}(E - V_0)\Psi = 0 \text{ en coordonnées cartésiennes en sphériques.}$$

$$\left[ -\frac{\hbar^2}{2m} \frac{d^2}{dr^2} + \frac{l(l+1)\hbar^2}{2mr^2} + V(r) - E \right] Y_l = 0$$

L'équation de Schrödinger est d'une importance capitale à partir d'elle on peut déduire les fonctions de Bessel sphériques en posant  $\rho = kr$  que l'on doit appliquer dans cette même équation après changement des variables de  $\rho$  et  $r$ ; A partir d'elle on peut calculer les harmoniques sphériques  $Y_l^m(\theta, \varphi)$ .

Aussi:

- Ondes Stationnaire de diffusion
- Diffusion par un potentiel central. Déphasages
- L'interaction coulombienne de l'atome d'Hydrogène dont l'équation de Schrödinger de l'atome d'hydrogène

$$\left[ \frac{-\hbar^2}{2m} \nabla^2 - \frac{e^2}{r} \right] \Psi(r) = E\Psi(r)$$

Pour être beaucoup plus explicite, tous les esprits bien avisés n'ignorent que l'équation de Schrödinger, celle indépendante du temps telle qu'elle est définie en coordonnées cartésiennes  $\nabla^2\Psi + k^2\Psi = 0$  reste la plus fondamentale en mécanique quantique. Après une étude approfondie, nous nous sommes posés la question comment ramener cette équation en coordonnées sphériques qui a pour variables  $(r, \theta, \varphi)$  de cela le passage obligé est celui de relation (4). Ainsi le Laplacien en coordonnées cartésiennes passe à

$$\nabla^2 = \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} + \left[ \frac{1}{\sin^2\theta} \cdot \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} + \frac{1}{\sin\theta} \cdot \frac{\partial}{\partial \theta} (\sin\theta \frac{\partial}{\partial \theta}) \right] \frac{1}{r^2}$$

En effet, les harmoniques sphériques  $\Psi(r, \theta, \varphi)$ , fonctions de Bessel sphériques et polynômes de Legendre ne sont que des

fonctions de carrés sommables appliquées au Laplacien  $\nabla^2$  en coordonnées sphériques sous différentes formes.

A titre d'exemple dans un cas plus général que celui de l'atome d'Hydrogène, le Laplacien prend la forme

$$\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2m} \left[ \left( \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \right) + \frac{1}{r^2} \left( \frac{\partial^2}{\partial \theta^2} + \cot \theta \frac{\partial}{\partial \theta} + \frac{1}{\sin^2 \theta} \cdot \frac{\partial^2}{\partial \varphi^2} \right) \right] + \hat{U}(r)$$

En introduisant à la place du terme angulaire l'opérateur  $\hat{L}^2$ , il vient

$$\hat{H} = -\frac{\hbar^2}{2\mu} \left( \frac{\partial^2}{\partial r^2} + \frac{2}{r} \cdot \frac{\partial}{\partial r} \right) + \hat{U}(r) + \frac{1}{2\mu r^2} \hat{L}^2$$

## Bibliographie

- 1) Alonso/Finn : Physique Générale I 2<sup>e</sup> édition 1986
- 2) Claude Cohen-Tannoudji : Mécanique quantique tome 1 ;  
Dunod Paris 1995
- 3) Commeny. P Eléments de calcul différentiel et intégral, Paris  
1984
- 4) Einstein, A et Infeld ; l'évolution des idées en physique, Paris  
1979
- 5) Loger Balian : Symétrie et Invariance ‘Méthodes  
d'approximation’ tome 2 ; Dunod Paris 1996,
- 6) R. Godeau, Analyse infinitésimale 2<sup>e</sup> partie, volume 1  
Bruxelles 1957
- 7) Spiegel Murray, R Mécanique Générale, New-York 1984
- 8) Y. Pironneau, Mécanique Cinématique et Cinétique Arman  
Colin, Paris 1970

**LE MUTISME : OU BLOCAGE DE LA  
PAROLE OU DU LANGAGE ET  
MANŒUVRES THERAPEUTIQUES :  
EXPERIENCE THERAPEUTIQUE REALISEE SUR  
UNE FILLE DE 15 ANS**

Par

**ZOLA DIAME BAWUBA Abdallah (1)**

**Introduction**

La fréquence des sujets souffrant de difficultés ou troubles du langage, spécialement, le trouble ayant trait au blocage du langage ou de la parole appelé encore mutisme, devient de plus en plus inquiétante dans nos milieux. Cette situation, combien pénible, constitue un véritable problème de santé, tant pour les sujets eux – mêmes que pour leur entourage.

De 2000 à 2011, nous avons reçu dans nos consultations 47 cas de Mutisme, dont 21 cas (soit 44,7%) de Mutisme électif durable des enfants, âgés de 4 à 7 ans : 13 garçons et 8 filles : 17 cas de Mutisme sélectif ou spécifique à l'école (soit 36,2% des sujets de 6 à 16 ans) 11 garçons et 5 filles : 9 cas (soit 19,1%) de Mutisme total acquis pour des filles âgées de 18 à 24 ans.

---

*(1) Professeur à l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi*

Le Mutisme est pour certains une difficulté et, pour d'autres, un refus de parler, déterminé par des facteurs affectifs ou des troubles mentaux. Il est le reflet d'une souffrance mentale chez le sujet concerné. Ce problème du handicap communicationnel, modifie les conditions d'existence du sujet et spolie son environnement.

Ce trouble de langage, délicat pour le sujet, a attiré de nombreux chercheurs, parmi lesquels nous avons : Herberd (2003), dans « le mutisme sélectif », qui relève quelques problèmes fondamentaux de ce trouble et met en exergue les orientations thérapeutiques à ce propos ; I. Lim – Sabbah (2010), in « Pédiatrie Pédopsychiatrie », qui analyse de façon détaillée ce problème en mettant en exergue l'élément relationnel comme base de la situation ; Aimard (2006) in « troubles du langage chez l'enfant » qui donne une vue panoramique de la situation et insiste sur une prise en charge précoce du cas pour éviter la pérennisation de la pathologie ». On peut encore énumérer d'autres travaux de recherche, car le nombre des chercheurs à ce sujet est éloquent.

Tous ces chercheurs, dans leurs analyses, relèvent les différentes causes résultant de la situation du mutisme et proposent des stratégies de prise en charge particulières qui répondent à leur vision thérapeutique.

En fait, dans les pays développés, des mécanismes de prise en charge sont organisés, aidant ainsi, le sujet victime de cette

pathologie mentale et communicationnelle, à pouvoir se retrouver dans une situation normale de communication.

Dans nos milieux, spécialement à Lubumbashi, le problème se pose avec beaucoup de délicatesse. Les interprétations les plus évidentes émises au sujet de cette pathologie psychique et somatique restent, donc, magico – religieuses, c'est entre autres, la sorcellerie, l'envoutement dont le sujet serait victime.

Cette vision, limitée, aggrave la pathologie chez la victime, puisque la prise en charge conséquente du cas est tardive. Cette situation a comme conséquence, non seulement les difficultés dans la guérison mais aussi et surtout l'augmentation de nombreux cas des maladies dans nos milieux avec des effets d'entraînements négatifs tant sur le plan scolaire, social qu'économique.

La fréquence actuelle des cas, que nous recevons dans nos consultations, nous oblige de parler de ce problème de santé. Cela pour sensibiliser la communauté sur la pathologie et comprendre la nécessité d'une prise en charge rapide.

Les questions fondamentales auxquelles nous allons tenter de répondre sont les suivantes : qu'est – ce qu'on entend par mutisme ? Comment il se caractérise ? Comment faire pour intervenir ? Voilà autant des questions sur lesquelles va tourner notre exposé



Notre production scientifique présente les points suivants :

- I. Analyse sémantique du concept : Mutisme
- II. Situation épidémiologique
- III. Situation clinique de mutisme chez l'enfant et ses conséquences sur la santé globale du sujet
- IV. Processus thérapeutique
- V. Etude de cas : cas de l'enfant J.C.

## **I. Analyse sémantique du concept : Mutisme**

### **I.1. Définition du concept Mutisme**

N. Sillamy(1)(1967, p.228) définit le mot mutisme comme étant « une absence du langage articulé ».C'est un refus de parler, en l'absence d'une lésion cérébrale ou laryngée », avancement Bernard et Geneviève Pierre(2) (1986, p 186). Il est donc une absence de langage chez l'enfant qui avait antérieurement parlé.

Le mutisme se distingue de l'aphasie et de la mutité par l'absence de lésion organique. Il est considéré par des psychopathologues comme étant une attitude délibérée dans certains cas (simulation) ou névrotique (hystérie); parfois, il est la conséquence d'une inhibition pathologique. Il est remarqué le plus souvent lors de nombreux troubles mentaux : stupeur (incapacité totale d'agir due à des substances chimiques, étonnement profond) ; mélancolie, autisme, schizophrénie.

## I.2. Types de Mutisme et leurs causes

### **On distingue:**

- 1) Le Mutisme total acquis qui survient généralement après une crise affective en particulier chez l'adolescent ou parfois chez l'adulte. Chez l'enfant, ce mutisme peut être total, annonçant alors un risque d'évolution psychotique
- 2) Le Mutisme électif durable, qui apparaît souvent vers l'âge de 6 à 7 ans, peut durer plusieurs années. Il est électif et donc il apparaît lorsqu'il y a présence de certaines personnes ou situations, c'est-à-dire qu'il survient dans le cadre familial ou extra – enfant. Dans la plupart du temps, il est le fait d'une formation réactionnelle, ou d'un symptôme névrotique.

Le Mutisme électif est d'origine hystérique et s'accompagne d'autres symptômes : Enurésie, l'isolement, l'inhibition ou l'instabilité, ... L'enfant mutique, à l'école, peut essayer de se débrouiller pour se stabiliser, car il conserve encore ses activités par écrit. Mais la situation de difficulté de langage peut handicaper son évolution, surtout si l'environnement est non réceptif.

Ce mutisme émotionnel, renvoie à un mécanisme de conversion hystérique. Le mutisme électif global met en jeu le lien mère – enfant. Ce lien est très fort et le langage peut être investi comme une menace potentielle envers ce lien (de 1 à 3 ans ou plus). L'enfant s'adapte en surface et un examen plus approfondi peut

révéler des troubles soit psychotique ou prépsychotique ou encore d'état limité.

Comme l'affirme F. Dolto(3)(Isabelle, LS, 2010, p.13), « On évoque à propos des mutismes le problème des non – dits et des secrets familiaux, secrets qui sont liés très généralement à des drames familiaux : naissance illégitime, mort, folie. Tout se passe comme si le mutisme venait coïncider entre eux certains membres de la famille et interdire la divulgation du secret hors de la famille. Le mutisme électif peut se révéler aussi sélectif.

**Le Mutisme sélectif**, qui nous intéresse dans cette étude et qui fait partie du mutisme électif, est un trouble anxieux et angoissant de l'enfant, caractérisé par une incapacité régulière de l'enfant à parler dans des situations sociales spécifiques, telle que l'école. Toutefois, l'enfant est apte à parler dans certaines situations où il se trouve en confiance. Mais dans d'autres cas, l'enfant éprouve d'énormes difficultés pour faire sortir les mots, il se voit bloqué.

Ce Mutisme sélectif, se caractérise par une timidité paralysante lorsque l'enfant doit parler dans des situations spécifiques. L'enfant devient souvent dénué d'expression et d'émotion et est souvent isolé socialement. Lors d'une question posée à l'enfant, celui – ci, ayant des difficultés à faire sortir le mot, parfois se met en pleurs ou à sangloter. La phobie, l'angoisse sont associées à ce trouble du langage dans plus de 90% de cas. Les

signes d'anxiété sont élevés dès la petite enfance et on les perçoit souvent dans les situations telles que : l'anxiété de séparation, des crises de colère, du négativisme, des problèmes de sommeil et une gêne excessive, ... Tous ces éléments conditionnent le sujet concerné(4) (Hebert, A, 2006, p.7).

En ce qui concerne les causes, on remarque que bien que 20 à 30% des enfants atteints de mutisme aient des problèmes de langage associés, l'anxiété demeure la cause sous – jacente du Mutisme. Une prédisposition au gène (Hérédité), associés au stress dû à l'effort de parler (perturbation résulté au niveau des habiletés), la carence affective, le traumatisme ... augmentent l'anxiété, fragilisent le sujet et mène vers le mutisme de façon générale ou au mutisme sélectif en particulier. La carence relationnelle, le coma ou une maladie prolongée chez l'enfant, telle que la méningite, peuvent conduire au blocage du langage. La phobie, l'angoisse constituent des facteurs prédisposant.

Cependant, entre 1980 et 1994, le mutisme électif a été classifié dans le DSM IV sous la rubrique « des autres troubles de l'enfance et l'adolescence ». C'est ainsi qu'avec la publication du DSM – IV en 1994, le mutisme électif a été dénommé « le mutisme sélectif », pour mieux souligner son aspect involontaire et dépendant du contexte social, même si des aspects oppositionnels peuvent être présents. Le mutisme fait toujours partie des « autres troubles de la première enfance, de la deuxième enfance ou de

l'adolescence », mais la durée minimum des symptômes a été précisée dans le DSM – IV, (un mois mais seulement le premier mois d'école), pour éviter que des cas transitoires et réactionnels soient inclus(5) (Isabelle L, S, 2010, p.12).

La CIM – 10 (classification internationale OMS 1992) a gardé le terme « électif » qui englobe aussi le sélectif mais ne précise pas une durée minimum des symptômes. Dans cette dernière classification, le mutisme se retrouve dans un ensemble de troubles relativement hétérogènes : les troubles du fonctionnement social débutant spécifiquement dans l'enfance ou à l'adolescence ». Dans les deux classifications, l'enfant doit être capable de parler dans certaines situations même si de légers problèmes d'articulation ou de retard de la parole sont présents. La classification de CIM – 10 est plus pratique et spécifique selon chaque forme de mutisme.

## **II. Situation épidémiologique**

Le Mutisme est dénommé « trouble rare » mais les chiffres concernant la prévalence sont controversés en raison du peu d'études à grande échelle effectuées. Dans leur enquête, Brown et Lioyot (6) (1975) ont envoyé des questionnaires aux parents de 6.072 enfants âgés de plus de 5 ans ayant commencé l'école 8 semaines auparavant. Cette enquête a rapporté une prévalence de 0,69 (42/6.072 enfants). Cependant, ce chiffre ne concerne que le mutisme sélectif dirigé envers les enseignants ainsi que vers les autres enfants. Sont donc exclus, les enfants qui ont commencé à

parler à certaines de ces personnes même si le mutisme était maintenu ailleurs.

Il faut également noter que cette étude a été réalisée à Birmingham en Angleterre et que 41% de ces enfants dits mutiques, et qui avaient commencé l'école en ce moment étaient issus de familles d'immigrés. Les critères pour le diagnostic n'étaient pas non plus les mêmes qu'actuellement. Il s'agissait plutôt d'une définition large d'enfants ne parlant pas à l'école et ceci en début d'année scolaire.

Fundudis et al (1979) ont étudié une population de 3,300 enfants en Newcastle en Angleterre. En appliquant une définition du trouble beaucoup plus restrictive, ils n'ont trouvé, que 2 cas de mutisme sélectif (0,06%), mais ceci ne concernait que des cas persistants au-delà de l'âge de 7 ans. Une autre grande étude a été publiée en 1997 par Kopp et Gill berg. Dans cette étude la population incluait pratiquement tous les enfants de 7 – 15 ans à Göteborg, en Suède et l'incidence du mutisme était de 0, 18%. En plus, tous ces cas étaient des cas persistants au-delà de 2 ans. Si de plus petits enfants avaient été inclus dans cette étude, la prévalence aurait sûrement été encore plus élevée.

Selon certains auteurs, il y aurait une prédominance chez les filles (Hayden 1980 ; Fundudis 1981 ; Steinhausen et Juzi 1995 ; Wilkins 1985, Wright 1968) mais d'autres pensent que le trouble se retrouve dans les deux sexes avec une distinction égale (Brown et al

1975 ; Kolven et al (1981). La plupart des cas décrits sont diagnostiqués vers l'âge de 6 ou 7 ans (Hayden 1980 ; Kolvin 1981, Wright 1968). Dans une étude réalisée sur 20 cas, Krohn et al (1992) ont trouvé que l'âge moyen au début de la symptomatologie est de 4 ans alors que l'âge moyen au début au traitement était de 6 à 7 ans, avec une tendance à consulter suite à des difficultés scolaires.

Dans nos milieux, les chercheurs s'intéressent moins à la prise en charge de ces genres des cas. Ce qui révèle la difficulté d'une évaluation statistique précise à cet effet.

Toutefois d'après nos expériences, dans notre petit laboratoire de l'ISP ainsi que dans nos consultations scolaires, consultations et activités, qui se spécialisent dans les problèmes de santé mentale, nous avons vu un certain nombre de cas de mutisme (électif, sélectif ou global à évolution psychotique) apparaître juste après ou même pendant l'acquisition du langage. Parfois le problème disparaît avant le début de l'école primaire. Souvent les parents nous consultent pour d'autres motifs et le mutisme n'est découvert qu'au cours des entretiens d'évaluation.

L'enfant (ou même le petit enfant) est souvent décrit comme étant timide en public mais peut parler parfaitement bien une fois qu'il se sent plus à l'aise. Le moment d'entretien peut être considéré parfois par l'enfant comme une situation stressante et, souvent comme le constate Isabelle L, S (2010, Op. cit), le

thérapeute se laisse entraîner dans cette idée, par des explications de la mère qui a des difficultés à admettre le problème, étant donné que l'enfant lui parle peu ou mal à la maison.

Aussi, les membres de la famille, les enseignants, les amis et les proches ignorant le problème, évoquent-ils plus le problème d'envoûtement. Parfois aussi, les parents et les proches se sentent responsables du comportement de l'enfant et deviennent impuissants et inquiets. Surtout lorsqu'ils n'arrivent pas à identifier les réponses verbales adéquates de leur enfant. L'absence d'un thérapeute spécialisé dans le milieu, les interprétations magico – religieuses sur la pathologie et autres attitudes font que le trouble s'enracine dans la personnalité de l'enfant. Et les parents qui constatent cette situation ne trouvent plus d'intérêt à trouver de l'aide. Il en va de même pour les enfants en âge scolaire.

En général pour les tout – petits (petite enfance) chez qui les apprentissages du langage sont encore à leur début ou encore lorsque le langage n'est pas encore bien assis, leurs parents ont tendance à attendre encore avant de chercher de l'aide. Surtout que les thérapeutes du langage sont rares dans nos milieux.

Bien que les instructions de CIM – 10 concernant l'acquisition du langage disent qu'il existe d'importantes variations dans le développement normal du langage et ne parlent d'un retard significatif que, lorsqu'il apparaît des mots isolés vers l'âge de 2 ans et l'absence de production de phrases de deux mots vers l'âge



de 3 ans, la vigilance doit être nette estiment beaucoup de penseurs. Ces limites très restrictives peuvent retarder la thérapie. Car beaucoup d'enfants parlent déjà mieux à l'âge de 3 ans. Cependant, il est un fait que le diagnostic du mutisme sélectif est difficile à poser chez le petit enfant.

Le DSM – IV précise qu'un « retard de langage de type expressif » est évoqué seulement lorsque les capacités intellectuelles non – verbales et les capacités réceptives du langage sont perturbantes. C'est pourquoi toute forme de perturbation expressive au bas âge doit être un signe d'alerte pour les parents et s'engager pour cela à consulter le spécialiste. Cela pour éviter de pérenniser la difficulté et rendre la cure plus compliquée.

### **III Situation clinique de l'enfant mutique**

#### **3.1 Sémiologie et expression comportementale**

En général, les enfants souffrant du mutisme présentent des problèmes significatifs d'inhibition et d'incapacité de parler (soit intentionnellement ou soit encore apparus dans des situations sociales spécifiques. Des plaintes physique, psychique et sociale, telles que : les maux de ventre, les nausées, les vomissements, les diarrhées, les maux de tête ; fixer difficilement ses interlocuteurs dans les yeux ; l'isolement et la timidité ; la perturbation de la mobilité physique, de la pensée et de la cognition, ... sont fréquentes.

Contrairement au mutisme global où le sujet reste complètement bloqué sur le plan de la parole, pour le mutisme électif global par contre, l'enfant peut remplacer son langage par des sifflements. Il est indifférent, inhibé ou instable. Dans le cas de mutisme sélectif, le sujet ne parle presque pas en présence du groupe ; sa participation, si elle est forcée, peut se limiter à la communication gestuelle. C'est un sujet qui vit en hyper tonus (perturbation tonico – émotionnelle). L'angoisse et l'anxiété forment des structures présentes dans sa personnalité. Le sujet mutique souffrant des problèmes relationnels a des difficultés à initier des nouvelles relations et à les varier.

Vivant dans un conflit interne permanent, il se perçoit très mal et l'anxiété, voire l'angoisse, le prédispose à la sous – estimation de soi. La perturbation sur le plan de la cohésion des idées est perceptible. Son schéma du corps est perturbé (l'angoisse et l'apraxie sont des éléments permanents) ; sa structuration spatio – temporelle est fragile. Il vit en permanence avec des pensées névrotiques, surtout lorsqu'il est en face du groupe ou encore lorsqu'il tient à parler avec les autres (mutisme sélectif). Cette situation le conduit à la dépression parce qu'il est incapable de participer aux échanges communicationnelles. Il se développe de ce fait en lui, une mauvaise perception de soi.

## **3.2 Conséquences sur la santé globale du sujet**

### **3.2.1 L'inadaptation scolaire et sociale**

Les conséquences de mutisme en général sont nombreuses et sont remarquables, tant dans les interactions sociales que dans les relations avec les enseignants et les pairs. Par-delà, la réussite scolaire du sujet posera certainement des problèmes.

L'enfant en raison de ses difficultés de communiquer avec autrui ou avec son environnement, ses perturbations tonico-émotionnelles, ses stress permanents de communication provoqués par la phobie du groupe, ... empêcheront celui – ci de mieux mener sa vie scolaire et sociale. D'où on observe le repliement sur soi ; l'agressivité parfois avec hyper motricité (l'instabilité motrice) ; le cas d'abandon scolaire ...

En ce qui concerne le mutisme sélectif par exemple, à l'école, l'enfant met l'enseignant en difficulté dans les évaluations. L'aspect mutique de l'enfant crée de difficultés relationnelles entre l'enfant et l'enseignant. Ce dernier à ces difficultés à créer des liens de confiance avec son élève. Il vivra de plus en plus des sentiments de frustration et d'impatience, parce que, il veut que son élève lui parle, lui répondre. C'est ce qui semble être difficile en ce moment.

Dans beaucoup de cas, l'enseignant peut avoir une perception limitée de la performance de l'enfant. Ce qui limite le niveau des apprentissages.

Le problème socio – affectif se pose encore au sein de la classe. Cet enfant qui ne parle pas, est parfois marginalisé par ses pairs au début, puis lorsqu'ils vont s'habituer à lui, ils l'enfermeront dans la surprotection. Il est considéré comme diminué et va nécessiter à chaque situation, l'intervention de ses pairs : « laisse – lui, il ne parle pas », cette super protection des amis de l'école renforce de plus en plus sa situation mutique.

La réduction des contacts sociaux avec les autres enfants ont comme conséquences, le faible développement des apprentissages sociaux (habilités sociales) : échanger en groupe, apprendre à régler le conflit, à intégrer un groupe, à aider, à partager, à se débrouiller, à endurer et à résister, ...

### **3.2.2 Multiplication des affections Psychogène ou maladie Psychosomatique avec risque de décès**

Les affections psychogènes sont des affections résultantes de stress permanent, qui fragilisent le psychisme. Elles peuvent conduire au ralentissement de la croissance des organes du sujet dû au mauvais fonctionnement des glandes endocrines, réduisant ainsi sa réponse immunitaire face à l'agression extérieure. L'immaturation sexuelle, la dépression et d'autres maladies psychosomatiques (hypertension, gastrique, hypotension, maux de tête, ...) sont autant des problèmes qui peuvent naître dans cette situation de mutisme.

## IV Mécanisme thérapeutique de Mutisme

### 4.1 L'analyse fonctionnelle

1) Moment de consultation : dès que les parents découvrent le problème. Elle s'avère urgente au début de la scolarité

2) Comment diagnostiquer le problème ? Le spécialiste fait l'anamnèse de la maladie. Il va évaluer l'histoire de la maladie et du développement de l'enfant (pour identifier les antécédents). De ce fait, le spécialiste orientera ses activités de la manière suivante :

a) Il effectue une entrevue parentale, afin de recueillir des renseignements concernant les interactions sociales de l'enfant (enfant et son entourage : le mode de réaction aux sanctions du groupe ; ...

- L'amnésie développementale et médicale de l'enfant

- Ses antécédents familiaux et ses traits comportementaux

b) Il rencontre l'enfant, pour faire l'évaluation fonctionnelle ou bilan fonctionnel de l'état psychique et somatique de l'enfant, notamment à partir des éléments suivants :

- Comment l'enfant s'exprime (gestuellement ou verbalement) ;

- A quel moment l'enfant parle – t – il normalement (à la maison ou dans d'autres situations où il est plus à l'aise) ;
  - Les situations spécifiques qui produisent l'incapacité de parler ;
  - Voir si l'incapacité de parler interfère avec le rendement scolaire ou social
  - Le mutisme et sa durée (persiste depuis combien de temps), normalement si les symptômes persistent plus d'un mois
  - Déceler les causes du problème, les maladies associées (l'anxiété ou l'angoisse : schizophrénie, trouble psychotique : autisme, ...)
- c) On fixera les objectifs de la thérapie ainsi que la programmation de l'intervention, la cure ou la thérapie

#### **4.2. Les formes de thérapie souvent utilisées**

Les stratégies thérapeutiques utilisées sont nombreuses et variées. Elles sont souvent fonction de la personnalité du thérapeute, de sa formation, de ses expériences sur terrain et des objectifs visés. En général, l'objectif principal de la thérapie reste donc la réduction ou l'élimination de l'anxiété ou de l'angoisse, la recherche de l'équilibre tonico – émotionnel, le développement de l'estime de soi (ou encore la rentabilité de l'estime de soi) et de la

confiance en soi dans le déroulement social. Il s'agit de rentabiliser le « MOI » personnel et corporel du sujet.

Le plus souvent, le traitement thérapeutique combine plusieurs approches : l'approche comportementale, qui implique le renforcement positif et la désensibilisation systématique ; l'approche cognitive qui se fonde sur la modification des pensées anxiogènes en pensées positives (c'est une restructuration cognitive) : la médication, médication sous forme d'inhibition de recaptage de la sérotonine (ex. Prozac) surtout, lorsque les thérapies précédentes ne sont pas suffisantes.

Le renforcement de l'estime de soi joue aussi un rôle intéressant. C'est un moment où l'on puise dans les forces et intérêts de l'enfant afin de susciter en lui la verbalisation. C'est-à-dire la vie en groupe, les jeux avec les amis ; l'implication scolaire, en donnant des informations utiles sur le mutisme (sélectif) auprès des enseignants et des intervenants ; l'éducation parentale, éducation des parents face aux comportements anxieux de l'enfant afin que ceux – ci, puissent harmoniser leur façon d'être avec l'enfant (renforcement des habiletés parentales) et tant d'autres, telles sont les lignes de force d'une intervention efficace sur le sujet mutique.

## **V Expérimentation d'un cas : intervention clinique de l'enfant J.C.**

### 5.1. Analyse comportementale

En clinique, évaluer un patient exige impérativement d'inclure dans l'évaluation, différents systèmes de réponses. Ainsi en ce qui concerne le cas de mutisme, les systèmes de réponses choisies sont les suivants :

- 1) Le système comportemental et les modes des réponses exprimés sous forme de blocage du langage avec ses situations anxieuses et phobique
- 2) Les modifications psychophysiologiques que la situation des mutismes déclenche (tension musculaire, rythme cardiaque et respiratoire, ...)
- 3) Le système cognitif et émotionnel (sensation de gêne, de peur, de découragement, d'échec, niveau de perception, ...)

En effet, s'il est difficile sur le plan tonico – émotionnel ou encore psychophysiologique de réaliser une évaluation systématique du sujet, il est toutefois intéressant de faire une évaluation fonctionnelle dans laquelle sera développée l'auto – évaluation de ce dernier.

Voici comment se présente l'évaluation fonctionnelle du sujet :



- Sur le plan physique : apraxie, lenteur, inhibition, tics, difficultés respiratoires, maux d'estomac, incapacité de parler ;...
- Sur le plan mental : perturbation de la pensée, mauvaise perception de soi, parfois incohérence d'idées (agnosie), absence d'affirmation de soi
- Sur le plan émotionnel : anxiété permanente, parfois les angoisses épisodiques, sentiment de désespoir (la dépression), irritabilité, timidité ;...
- Sur le plan social et comportemental : isolement social par moment

Comme antécédent, familiaux : rien à signaler ; les antécédents personnels : à 4 mois une garde alterne ; naissance rapprochée par apport sa jeune sœur et absence prolongée de Papa.

L'analyse fonctionnelle ou comportementale sera l'un des temps les plus importants du diagnostic, de la fixation des objectifs, et de l'intervention. Car, c'est à partir d'ici que sera cadré le comportement problème du patient et de découvrir si l'énigme pathologique ne se retrouverait pas dans une pathologie plus large qu'il faudra tenir compte.

Dans notre petit laboratoire de thérapie psychomotricienne et de logopédie de l'ISP/Lubumbashi, pour mieux comprendre le problème intérieur qui ronge le patient mutique, et poser un diagnostic afin de réaliser l'intervention, nous

recourrons de plus en plus, en ce qui concerne l'analyse émotionnelle (chez un sujet adolescent ou adulte), à la méthode d'analyse comportementale mise au point par A. LAZARUS en 1977, méthode connue sous le nom de BASIC ID (Behavior, Affect, sensation, Imaginery, Cognition, Interpersonnel, Drug) et adopté sous la forme de BASIC IDEA (E = Expectation du patient ; A = Attitude du thérapeute) par E. MOLLARD et J. COTTRAUX (1984, p49).

Il s'agit ici, de décrire de façon détaillée le comportement problème (B) du sujet par des questions suivantes : depuis quand cela dure – t – il ? Où se passe – t – il ? A quel moment se déclenche – t – il ? Comment se présente – t – il ? Avec quelle fréquence survient – il ? Quels éléments qui précèdent ce comportement ? Qui le font décroître ou Accroître ? ...

Puis, nous demandons au patient de décrire les affects qui accompagnent ce comportement (A), tels que les réponses de panique, d'angoisse, de « dépression ».

Nous demandons au patient de préciser les sensations (S) qui accompagnent le comportement décrit (tension musculaire, rythme cardiaque et respiratoire accélérés, ...).

L'imaginerie mentale (I) en relation avec le comportement et les cognitions (C). Les croyances du sujet concernant son comportement et les possibilités d'en changer seront ensuite examinées (quels sont selon le patient les évènements

déclenchant du problème, quel est son désir d'en changer, quel rôle joue l'entourage du patient dans la démarche qu'il veut entreprendre auprès de nous, ...).

Ces faits vont conduire à détailler les réactions interpersonnelles du Patient avec son entourage (I) et leurs connections avec le comportement problème (bénéfices secondaires que le patient peut tirer de son comportement anxieux, d'angoisse ou phobique, difficultés qui peuvent en naître dans sa relation familiale ou conjugale, ...).

Enfin, on peut passer à découvrir les démarches qu'avait fait le patient ou sa famille auparavant pour résoudre le problème y afférent sur le plan médical : chimio thérapeutique, psychothérapie, ...

Ainsi en va – t – il de notre Patient J.C. souffrant de « mutisme sélectif », la grille d'analyse fonctionnelle utilisée nous a permis d'avoir beaucoup d'information sur elle.

(B) J.C. est âgée de 15 ans. Elle est la fille aînée d'une famille de 5 enfants. Elle et sa jeune sœur, ont une différence d'âge d'environ d'une année. Au moment où elle n'avait que 5 mois, sa mère venait de concevoir à nouveau. Cette grossesse combien difficile pour la maman, a créé un léger écart dans les relations mère – enfant, d'autant plus que la grossesse a provoqué quelques maladies chez la Maman de l'enfant, la maman a passé 4 mois à l'hôpital pour une surveillance médicale. L'absence prolongée de la

Maman à cette période et la présence d'une garde alterne à la maison, ont créé des fissures dans les relations de l'enfant et de sa mère.

La naissance de sa jeune sœur quelques mois plus tard a accentué cette difficile relationnelle. Il est apparu chez l'enfant des comportements particuliers : elle refusait sa mère ; elle ne faisait que pleurer, elle refusait parfois de manger. « Son développement était parsemé, des moments de dure séparation et des cas de maladies, » affirme la maman. A la sortie de l'hôpital, l'enfant J.C. refusait de toucher sa sœur mais la taper en l'absence des parents.

L'enfant parlait difficilement jusqu'à 2 ans. Cela a duré assez longtemps. A l'heure actuelle, avance la maman, « ma fille est têtue et indifférente ». Elle est très difficile ; cause rarement avec les autres. Son caractère est très difficile. Cet enfant me dit toujours que je ne l'aime pas.

J.C. a été orientée, à la consultation par son école. Parce qu'en classe, elle ne parlait pas. Elle était trop timide et distraite. Lorsqu'un enseignant lui pose une question, elle se met debout pour parler mais n'y arrive pas. La seule réponse de l'enseignant face à cette attitude : « assieds – toi ».

Parfois, le fait d'insister à répondre à une question de l'enseignant amène l'enfant au sanglot, J.C. est en 3<sup>ème</sup> Scientifique. Ses résultats scolaires sont moyens : 52% à la première période, 51% à la deuxième période et 51% au premier semestre. Sa mère a

eu beaucoup de soucis pour son enfant mais ne savait pas qui voir pour résoudre ce problème. Elle passe difficilement des classes affirme sa mère.

J.C. à de grandes difficultés de parler avec de grandes personnes ou en groupe ou en classe. En face d'une foule, dans la classe, en présence de ses collègues autres élèves, elle ressent la peur de s'exprimer. Cette peur se traduit par la crainte d'avoir un malaise et de s'évanouir. La gêne qu'elle ressent en face d'une personne adulte ou devant une foule illustre mieux la réduction de l'autonomie, la mauvaise perception de soi dont souffre notre patiente dans certaines situations. Dans certaines situations, elle évite à tout prix de parler, se montre parfois très effacée dans le groupe. Elle dit que lorsqu'elle a envie de parler en classe, son cœur bat à la chamade.

En fait les sensations de malaise apparaissent chaque fois que J.C. se trouve en face d'une de situation évoquée ci – dessus. Il lui arrive d'avoir envie de parler, mais elle sent en même temps une voie interne qui lui dit qu'elle ne saura pas parler, qu'elle ne connaît pas bien le français, ... ce genre de mensonges qui l'envahissent bloquent toute forme d'aisance personnelle, d'estime de soi.

(A) En ce moment, l'enfant J.C., se sent dépassée par ses problèmes. Elle cherche à surmonter ses difficultés mais n'y arrive pas. Elle trouve qu'elle n'est pas normale

comme les autres. Et., elle a l'impression d'être incapable de pouvoir retrouver sa vie normale. Elle n'arrive pas à parler de ses difficultés, ni de ses souffrances à son entourage. Elle est très gênée dans sa vie scolaire, où elle déploie de gros efforts pour éviter certaines tâches en classe.

Le blocage du langage est donc les conflits internes que vit J.C., conflits résultant d'une mauvaise perception de soi.

(S) Elle a la sensation de vivre de façon permanente ses malaises. Ces malaises se manifestent de façon suivante : en face d'une situation, lorsqu'elle est obligée d'intervenir, parfois, elle se sent mal à l'aise, elle manque d'assiette dans son rôle social. Elle devient parfois agressive contre elle – même ou contre autrui. Elle présente des troubles de sommeil, l'insomnie ou d'hypersomnie et semble par moment fatiguée. La sensation d'étouffement et de vertige, la tachycardie ... sont autant d'éléments qu'elle ressent.

(I) Elle affirme qu'elle ressent de l'angoisse, à chaque fois qu'elle a envie de parler, ressent l'apparition d'angoisse. C'est pourquoi la plupart du temps, elle évite les gens et évite d'imaginer la présence des gens dans sa mémoire. Cependant, elle est incapable de se rappeler l'avènement du premier malaise.

(C) J.C. estime que l'élément qui déclenche le problème reste donc, la peur de parler devant les collègues de classe ou

encore devant un groupe de personnes. Elle se bat par moment pour résister mais n'y arrive pas. Les parents sont inquiets de sa situation mais ne savent pas à qui s'adresser.

(I) Les relations avec son entourage immédiat semblent être timides, l'incompréhension des parents sur la situation ; leurs réactions maladroitement sur le comportement de l'enfant ne font qu'agrandir le fossé ou encore la distance entre eux et l'enfant, ils disent que « J.C. est têtue et bizarre ». Elle est indifférente et ne travaille à la maison que quand elle veut. Elle cause difficilement avec les gens. En réalité, les relations sont plus ou moins tendues dans ce groupe familial.

(D) En ce qui concerne les démarches sur le plan chimio-thérapeutique ou psychothérapeutique, n'ayant pas le statut d'une malade, les parents se sont limités à constater la situation de l'enfant et à prier, espérant un jour trouver des solutions à son sujet. Donc aucune démarche n'avait été amorcée à cet effet.

(E) Au moment de la consultation, J.C., semble souvent moins confiante. Ce n'est que progressivement avec de contact régulier que l'enfant a pris la décision de se battre pour résoudre son problème qui devient pour elle, plus pénible tant sur le plan social que scolaire.

Elle a pris la décision d'en finir et de fournir des efforts nécessaires pour créer des mécanismes propres de guérison. Cela,

J.C. nous paraît sympathique et décidée de modifier son comportement angoissant. Nous remarquons évidemment que J.C. fournit de gros efforts pour sortir de son problème. Elle tient à affronter le public, ses collègues à l'école et ses professeurs.

## **5.2. Hypothèses thérapeutiques et stratégiques choisies**

A l'issue de l'écoute de la patiente et de son analyse fonctionnelle nous notons des éléments variés qui peuvent orienter notre choix thérapeutique.

- Les difficultés de langage observées chez J.C. sont reliées :

- A l'intensité actuelle de malaise agoraphobique et son vécu. La patiente peine à situer avec précision son vrai problème (avec des éléments claustrophobiques)
- La mauvaise perception de soi a développé de l'anxiété puis l'angoisse, créant ainsi, la sous-estimation de soi, la perturbation de la pensée et de la cognition chez le sujet

D'où il faudra :

## **5.3. Objectifs thérapeutiques**

- Donner la possibilité au sujet de reprendre un certain contrôle sur son trouble, grâce à l'autoévaluation journalière de l'angoisse ressentie dans certaines situations que nous déterminons avec elle. Ainsi une échelle subjective d'anxiété de 0 à 10 (0 = pas de peur ; 10 = peur très marquée) sera mise en pratique.



- Le sujet sera amené à vaincre « la peur d'avoir peur » en maîtrisant de plus en plus son anxiété (sur laquelle sera centrée la thérapie)
- Elle sera capable de modifier sa perception vers une perception de soi plus positive.

## 5.4 STRATEGIES THERAPEUTIQUES OU INTERVENTIONS PSYCHOMOTRICES

### **Thérapie individuelle, symptomatique et thérapie systémique**

- 1) développement de l'expression corporelle du sujet et la mise en marche du corps en relation ;
- 2) réorganisation du comportement dynamique :
- 3) - rééquilibrage de la posture
  - coordination idéo – motrice
  - réorganisation de sa structure spatio- temporelle
  - rentabilisation des relations interpersonnelles par l'activité « sociomatrices »
  - réorganisation de la meilleure perception de soi (bonne image de soi) par le renforçateur
- 4) mobilisation du corps visant la reconnaissance de soi, de son action propre, de l'autre et de son environnement
- 5) les actions « sociomatrices » à travers les activités dynamiques adaptées aux possibilités du sujet : le sujet est

l'acteur principal dans les activités en groupe, à l'école comme à la maison, telles que ;

- effacer le tableau, distribuer les livres aux collègues ; recevoir l'enseignant à l'entrée de la classe à chaque changement d'heure,
- 6) réorganiser les gestes et favoriser la communication (gestuelle et verbale),
- 7) relaxation pour réorganiser le tonus-émotionnel du sujet et réduire ou éliminer si possible l'anxiété
- 8) exposition in vivo au cours de laquelle le sujet sera confronté à une situation redoutée et jusqu'alors évitée (la classe et l'enseignant). On l'écartera de l'action lorsque, on sentira de façon précise la présence de l'angoisse. Le sujet sera encouragé dans son action en lui disant par exemple : qu'il pouvait progressivement maîtriser son anxiété jusqu'à ce qu'elle va décroître profondément. Celle-ci sera renforcée par l'exposition en imagination ou l'on demande au sujet d'imaginer graduellement dans les diverses situation plus d'éléments anxiogènes liés au traumatisme.

Le but est de modifier l'anticipation anxieuse de la patiente par rapport à cette situation phobogène.

## **LA DESENSIBILISATION**

- L'affrontement du malaise par des expressions et de sensations suivantes : « puisque je parle dans certaines

circonstances et que les gens comprennent, cela signifie que je peux aussi parler en classe et les gens vont me comprendre » ; « j'ai du malaise et il faudra que je l'affronte »

- Développer sa motricité en relation ; sa perception motrice, sensori-motrice pour refaire son schéma corporel perturbé, son tonus émotionnel et ses structures spatio temporelles, et verbales. Elle est une réorganisation du comportement dynamique

- Le principe : Antécédents, organisme et conséquence sera étalé en compagnie du renforçateur.

- Mobilisation de l'environnement scolaire, social et familiale (enseignants, collègues parents et autres seront soumis dans l'action à entreprendre) à cause de leur retentissement sur la vie de l'enfant . Ainsi tous les membres seront intégrés comme des évaluateurs ou des Co thérapeutes lors de certaines séances.

## **5.5 Contrat thérapeutique**

Ce contrat thérapeutique est le lien d'action adopté par la thérapeute et le patient ; il suppose un accord sur un certain nombre de situations thérapeutiques à réaliser sur le terrain. Les objectifs à atteindre ; les situations prévues pour atteindre les objectifs, l'évaluation de la thérapie à partir d'un questionnaire soumis au patient à des moments précis, tels sont les éléments qui peuvent faire partie de ce contrat.

Pour le cas de notre sujet J.C., les objectifs à atteindre étaient contractuellement définis comme suit :

a) Elle doit être capable de causer en groupe, de discuter avec ses enseignants ;

b) Elle doit se percevoir positivement et elle doit se rassurer qu'elle parle déjà mieux. La preuve en est qu'elle parle déjà dans certaines circonstances ;

c) Nous lui présentons notre protocole dans lequel++ nos étalons les données importante de la cure. Nous avons informé notre patiente sur l'élément de base à travailler pour soulager son problème : l'anxiété, voire l'angoisse de parler devant les gens. Donc, il était nécessaire de commencer par la mobilisation corporelle (pour sentir son propre corps et intégrer ses sensations en lui afin de refaire son schéma corporel).La relaxation pourra l'aider à baisser son tonus qui est en face de la foule fonctionne en hyper tonus et fragilise de ce fait, toute la pensée et les structures de la cognition ainsi que l'activité (le comportement). La relaxation permet aussi de développer la coopération, la détente dans les relations thérapeutiques.

Nous lui proposons un travail de sensibilisation systématique et des tâches précises pour aider J.C. à reprendre confiance en elle – même, dans la situation qu'elle redoute. Car elle projette sur son enseignant et sur ses collègues regroupées dans un local, ses propres peurs et, qu'elle est incapable de parler et qu'elle

pouvait faire sortir des mots qu'ils ne conviennent pas et par conséquent être ridicule ou encore objet de moquerie.

Les différentes stratégies thérapeutiques et méthodes sont expliquées à la patiente. Les méthodes d'évaluation de la cure et des stratégies employées lui sont aussi proposées, notamment, les échelles de comportement (évaluation du comportement anxieux, obsessionnel assertif).

Nous avons demandé aux parents de l'enfant et à l'enfant elle-même d'être permanents dans le travail pour faciliter la cure et atteindre les objectifs assignés. Une estimation de la durée est difficile à donner, en ce qui concerne le mutisme ; mais 4 mois ont été avancés comme durée approximative, en raison de 3 séances par semaine. Cependant la cure est allée au-delà de prévision, un égard, aux objectifs à atteindre : la guérison ou la réduction de symptômes

**a. Description du traitement (Planification des soins et mise en application) : Interventions psychomotriciennes**

Nous avons vu régulièrement J.C. 3 fois / semaine pendant 4 mois (avec une séance de 30 à 35 minutes). Le résumé de la thérapie se présente comme suit:

- Nous avons choisi la ligne de base pour l'autoévaluation des comportements anxieux et phobiques (sur la fragilité tonico – émotionnelle, la gêne).

- Le transfert d'affection et organisation des relations thérapeutiques. ;

Pour permettre au sujet de mieux maîtriser sa situation émotionnelle, nous avons demandé à J.C. de s'auto-observer et de noter dans un carnet, les formes de fragilité émotionnelle ressenties en classe et de noter l'élément déclenchant. Et une échelle de 0 à 10 points se référant à des situations suivantes, en raison de 2 points pour chaque état :

a) Peur d'être en groupe (en classe) de parler devant les collègues en classe.

b) Peur de parler (en classe) à l'enseignant ;

c) Peur d'avoir un malaise par le fait d'envisager de parler ou de répondre à une question de l'enseignant ;

d) La panique lorsque l'enseignant pose une question ;

e) Le fait d'avoir en esprit qu'on est incapable de parler ou le blocage tout court;

L'auto-observation est souvent appliquée en psychothérapie pour identifier le degré d'adhésion du patient à la cure. J.C. était éduquée sur le niveau de sa fragilité tonico – émotionnelle. Elle pouvait nuancer et comprendre ses états d'angoisse ; elle devrait suivre ses états dans ses cotations. Elle les contrôlait et tentait parfois, dit-elle, de s'exercer à la maîtrise de ces émotions en classe devant un autre groupe.

Elle a essayé au cours d'une leçon en classe, de lever le doigt et répondre à une question de l'enseignant (bien qu'elle ait ressenti l'état d'angoisse), ce qu'elle ne faisait pas auparavant.

Cette attitude décisive de la patiente, nous a conduits à développer ses capacités respiratoires et à lui faire découvrir sa respiration.

En fait, c'est la restitution du schéma corporel du sujet qui est concernée ici. Cette dernière affirme que, la panique est précédée d'une mauvaise perception de soi, d'un blocage respiratoire. Il s'agit, d'une estime de soi altérée qu'il faudra nécessairement restituer.

- Une série d'activités fonctionnelles est prévue pour mobiliser le corps, développer les sensations perceptives et développer l'appareil respiratoire ;

- De découvrir sa respiration et de pouvoir la contrôler. De même, pour le battement cardiaque, le sujet doit prendre conscience de son cœur et ressentir son battement.

Les activités motrices telles que : la course ; les sauts divers ; les activités au sol (la marche à quatre pattes), vont aider le sujet à percevoir son corps propre, partant, de sentir ses parties de son corps grâce à ses récepteurs internes : les proprioceptifs. Ces activités de coordination dynamique combinées aux activités de perception de soi (lancer une pierre dans un cercle à distances

variées) et de l'espace, développent la concentration, le raisonnement, l'attention, le jugement la maîtrise de ses propres émotions et l'organisation des attitudes de la posture du sujet.

J.C se montre très dynamique et nous lui plongeons à l'étape de relaxation, pour l'aider à mieux gérer ses situations anxieuses ou d'angoisse (16<sup>ème</sup> séance). Après, un mois et une semaine, nous lui demandons encore d'essayer de reproduire les mêmes formes de travail journalier chez elle. A l'issue de ces activités, la rentabilité psychique et somatique était énorme et bénéfique pour le sujet.

Deux mois après, J.C. essayait de parler en groupe à l'école. Et de répondre parfois aux questions des enseignants. Elle dort désormais mieux, ses angoisses ont baissé. Ainsi la peur de parler en classe face à l'enseignant, peur qui était cotée à 4 points au début, c'est-à-dire, excessif, à baisser à 3 c'est-à-dire, un peu après 6 semaines ; puis à 2 vers la moitié du mois (dix semaines après = 2mois ½)

Il est à noter que, déjà à la fin du deuxième mois J.C a essayé d'exposer en classe, chose qui était difficile au début de la thérapie.

Elle affirme qu'au début de l'exposé, elle a eu peur. Mais peu après, elle a maîtrisé ses émotions est arrivée à terminer son exposé, à la satisfaction de son enseignant et de ses collègues de classe. Sa maman affirme, que : « sa fille accepte désormais de



travailler et de parler un peu avec son père ». Ainsi elle se décida désormais d'affronter de situation de peur en groupe ou avec un étranger. D'où, il fallait passer au travail d'exposition en imagination.

**Travail d'exposition en imagination.** Nous demandons à notre sujet d'imaginer ce qu'elle ressent lorsqu'elle se retrouve devant des situations qui font apparaître l'angoisse. Elle essaie d'imaginer ce qui se passerait si la parole ne sortait pas alors qu'elle est en face de son enseignant dans la salle. Son rôle serait d'évoquer ses moments pénibles et de comprendre que ses douleurs ne sont que pure imagination, qu'on pourrait bien s'en passer.

Et cet effort d'action de dépassement, lui a permis de prendre conscience de ces problèmes, de maîtriser l'émotion qu'ils produisent et de réagir de façon conséquente pour assurer son adaptation.

La désensibilisation symptomatique du sujet était donc nécessaire. En effet trois mois après nos interventions, nous avons observé que notre sujet J.C présentait encore quelques manifestations de peur et nous avons décidé d'envisager de modifier complètement la composante anxieuse. Ainsi, JC doit nécessairement continuer d'affronter de plus en plus le groupe, la foule pour se stabiliser.

De ce fait, nous avons intensifié les activités de relaxation, celles ayant trait à la « socio motricité ». Les gestes

favorisant le développement de la structuration spatio-temporelle du sujet ont été également intensifiés.

Ces différentes stratégies ont aidé à l'affrontement de ces malaises. Elle dira quelques jours après « qu'elle se maîtrise de mieux en mieux ». La peur de parler disparaît progressivement.

En outre, les conseils éducatifs donnés aux parents ont modifiés l'environnement social aidant ainsi l'enfant à pouvoir s'intégrer et s'adapter à son milieu.

## **6. RESULTATS OBTENUS**

Pour mieux comprendre l'évolution réalisée par l'enfant J.C durant la cure, nous avons utilisé la technique graphique à progression arithmétique. Ce graphique permet d'identifier le niveau de l'efficacité des stratégies psychothérapeutiques utilisées à cet effet, à partir de la ligne de base choisie au préalable

Ainsi, pour éviter la subjectivité dans l'évaluation des symptômes, nous avons retenu les mentions évoquées plus loin et dont nous reprenons de la manière suivante :

### **Expression du niveau de la tension psychique score**

Rien du tout	0
▶ Parfois	1
Un peu	2
Beaucoup	3
Excessif	4

Ces expressions sont des réponses aux différentes questions relatives aux émotions ressenties par le sujet concerné. Le tableau n°1 suivant, concernant l'évolution thérapeutique du sujet, nous donne ces éléments dont la signification est reprise dans la légende :

Tableau n° 1 : tableau d'évaluation thérapeutique du sujet J.C

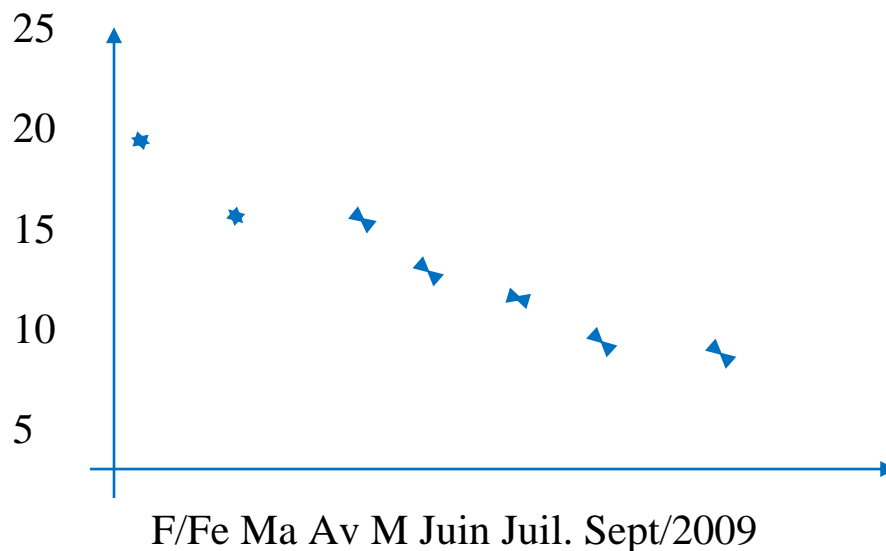
Situations psychologiques mois et scores

	Fin/fév.	mars	avril	mai	juin	juill.	Sept.
a)	4	2	2	2	2	1	0
b)	4	3	4	2	2	1	0
c)	4	3	3	3	2	3	3
d)	4	4	3	2	3	3	3
e)	4	3	3	3	2	2	1
TOTAL	20	15	15	12	11	10	7

Légende

- a) Peur d'être en groupe en classe ou de parler devant ses collègues en classe
- b) Peur de parler en classe à l'enseignant
- c) Peur d'avoir un malaise, le fait de parler ou de répondre à une question de l'enseignant
- d) Panique lorsque l'enseignant pose une question

e) Panique due, au fait d'avoir en esprit qu'on est incapable de parler (ou blocage tout court)



Le tableau 1 et le graphique 1 nous montrent comment notre patient a pu baisser sa tension psychique qui, au début était à 20 comme score (ligne de base) vers fin février, pour atteindre fin juillet, c'est –à –dire 5 mois après, le score de 10. Cette tension psychique qui est en fait le niveau d'hyper tonus du sujet à un moment donné était en corrélation d'avec le niveau de blocage de la parole.

Au fur et à mesure qu'on notait le rétablissement du tonus, il s'ensuivait également de l'aisance et de la facilité d'expression verbale et gestuelle du sujet en groupe. Bien que la « situation panique reste encore « beaucoup » lorsque l'enseignant pose des questions » jusqu'au mois de juin, mais la « peur du fait d'avoir en esprit : qu'on est incapable de parler s'amenuise « peu à peu ».

La situation telle que décrite ci-haut, sur la normalisation du tonus, a permis aussi de libérer le mental du sujet en organisant le niveau du projet moteur et en favorisant de ce fait, la performance scolaire.

De 51% au 1<sup>er</sup> semestre, J.C réalise au second semestre 59,6%. Ce qui donne une avancée réelle avec facilité de communication tant au niveau de l'école qu'au niveau de la famille. Cette situation démontre mieux cette efficacité de la thérapie administrée.

En outre, le renforçateur utilisé « bravo ! Félicitation ! », de façon permanente a développé chez le sujet une perception et une estime de soi marquante d'où régulation du « moi » corporel perturbé.

Deux mois après, c'est-à-dire, fin septembre J.C. est passée de 10 comme score à 7. Ce qui indique la bonne évolution du sujet. Et c'est par là que nous avons rompu notre contrat thérapeutique pour laisser au sujet l'autonomie d'action.

En ce jour, le sujet J.C. est licencié en économie et travaille dans une institution bancaire de la place. Elle se dit mieux adaptée dans l'entreprise.

L'hypothèse d'un travail d'exposition en imagination avait comme rôle d'accélérer la maîtrise de cette peur afin de

permettre à la patiente d'affronter de plus en plus ses émotions perturbantes.

Les activités psychomotrices réalisées pendant la cure et les échanges communicationnels verbaux à distance variée : 1 m, 2 m 3 m 4 m...10 m ; et à tonalité variée ; plus forte ou plus douce ont renforcé la maîtrise de soi du sujet et son désir de sortir de son carcan. Le soutien des environnements, familial et scolaire, ont été les éléments décisifs de soutien pour le sujet. Ces éléments ont pu mobiliser ses pensées et ses productions scolaires. J.C marche bien (très coquette) ; elle passe aujourd'hui en 3<sup>ème</sup> graduat médecine ; elle parle avec une certaine assurance, bien que par moment, elle affirme ressentir certaines fragilités émotionnelles en cas d'échec dans une activité donnée.

## **DISCUSSION DES RESULTATS**

Au début de notre étude, l'évaluation fonctionnelle de notre sujet présentait des éléments suivants :

a) Sur le plan physique : apraxie, lenteur, inhibition, tics, difficulté respiratoire, maux d'estomac, et de tête, incapacité de parler ;

b) Sur le plan mental : perturbation de la pensée et de la cognition ; parfois incohérence d'idées ; agnosie ; incapacité de parler ; mauvaise perception de soi, absence d'affirmation de soi ;

c) Sur le plan émotionnel : anxiété ; hyper vigilance, sentiment de désespoir, de l'incapacité de parler, état dépressif, irritabilité ;

d) Sur le plan social et comportemental : isolement social,

Comme antécédents familiaux : aucun ; mais à trois mois l'enfant a connu une garde alterne ; un problème de complexe de Caïn face à ses frères ; l'absence prolongée de papa.

En effet, les activités d'expression corporelle réalisées sur notre sujet ont produit des résultats impressionnants. Désormais, J.C parle dans le groupe, à l'école ou dans la salle ; elle répond aux questions de l'enseignant ; on note encore, une bonne modification de la mobilité physique de façon positive et une bonne réceptivité aux questions. Les milieux scolaires et familiaux étant mobilisés sur l'action à entreprendre, ils ont produit des résultats intéressants allant vers la guérison du sujet.

L'auto évaluation ou encore l'auto observation et la relaxation fonctionnelle ont été bénéfiques pour notre sujet ; elles ont contribué à réduire l'anxiété liée à la présence du groupe et à la mauvaise perception de soi ; elles ont donné à notre patiente la possibilité de mieux se contrôler et de maîtriser sa situation tonico-émotionnelle, lorsqu'elle tient à parler dans un milieu peu familier ou encore à l'école.

Cependant, les émotions sont encore fragiles. Une simple situation stressante peut occasionner une apparition de

l'anxiété ce qui perturbe par moment son Moi. D'où, il faudrait accentuer les activités de relaxation pour stabiliser le tonus psychique du sujet.

### **Conclusion générale**

Notre étude sur le mutisme nous a conduits à découvrir mieux cette pathologie et les possibilités de pouvoir y remédier.

En effet, à travers cette étude, nous avons constaté que l'environnement social ou familial constitue un véritable centre affectif où les effets peuvent être de plus en plus bouleversés. Les enfants dans leurs développements subissent des moments de fragilisation dus à l'environnement social ou familial qui, à la longue, crée des pathologies psychiques et somatiques énormes à ceux-ci, privant ainsi ces derniers de leur bien-être physique, mental et social.

Parmi les pathologies résultant du dysfonctionnement de l'environnement familial, nous avons les mutismes ou le blocage de la parole que nous avons essayé d'analyser.

Ainsi, la thérapie à expression corporelle a permis de redonner le schéma perdu du sujet, à équilibrer son tonus émotionnel et à restructurer les éléments de l'espace et du temps. En plus, les conseils éducatifs réalisés simultanément dans les deux environnements, familial et scolaire, ont permis à la patiente



de retrouver progressivement sa parole bloquée par moment à cause des conflits interrelationnels enfant-parents.

De tout ce qui précède, il apparaît que chacun de nous, peut rentabiliser l'action sociale familiale dans son environnement respectif afin d'assurer le bien-être des membres qui le constituent. Car, le bien-être familial a des conséquences positives sur le développement de la communauté de façon générale. Les pathologies psychiques sont fort pénibles pour le sujet. Leurs évolutions sont très rapides, surtout lorsque la prise en charge traîne. Elles peuvent conduire le sujet, victime, à la dépression, voire encore au suicide.

Comme on peut le constater tout au long de cette étude, les interventions psychomotrices jouent un rôle déterminant sur la pathologie. Elles rentabilisent le « moi » fragilisé, réorganise le corps propre du sujet et développe chez ce dernier la maîtrise de l'autre et de l'environnement, ce qui donne la possibilité d'adaptation du patient dans son environnement.

### **Références Bibliographiques**

- (1) Sllamy, N. (1967), *Dictionnaire de la psychologie*, librairie la toux Paris
- (2) Bernard, et Généviève, P., *Dictionnaire médical pour les régions tropicales*, BERPS ; Kangu – Myumbe (B.Z.), République du Zaïre

- (3) Isabelle L. S., (2010), *pédiatrie, pédopsychiatrie*, Ed. Manuel Shiff,
- (4) Herbert, A., (2006), *Comprendre le mutisme sélectif : Quand les mots ne veulent simplement pas sortir*, h<sup>tt</sup>  
P/w.n.v.aqps / qc /
- (5) Mc Farland,G, et C. Naschiniski, « communication », dans Thompson,  
J. G. McForland, J.Hirsch, B Tucker et A. BowersMosby's,  
(1989) *manuel of chiminal nursing*, 2<sup>eme</sup>édition, St. Louis,c.v.  
Mosby

**A PROPOS DE L'INFLUENCE « LUMUMBISTE » AU  
NORD – KATANGA :  
L'HISTOIRE DU NATIONALISME BALUBAKAT  
REVISITEE (1959 – 1964)**

Par

**KIBAWA WIMWENE WA NGOYI <sup>(1)</sup>**

**Introduction**

Entre 1960 et 1963, la Province du Katanga a été, comme l'intitulera Pierre Davister, l'enjeu du monde (Lire Davister, Pierre, Katanga, enjeu du monde. Europe – Afrique, Bruxelles, 1960).

L'indépendance du Congo de 1960, suivie peu après de la sécession du Sud – Katanga et de la rébellion contre celui-ci par les Baluba du Nord – Katanga se révéla un engrenage politique dans lequel l'espace katangais fut l'un des principaux théâtres.

Les Baluba du Nord – Katanga, sous l'impulsion de Sendwe Jason et de Prosper Mwamba Ilunga se trouvèrent au centre de la crise socio-politique consécutive à la proclamation de l'indépendance du Katanga. Le gouvernement central dominé alors par le premier ministre Lumumba ( qui avait déjà enrôlé idéologiquement la Balubakat dans la logique de l'unité du Congo), trouva un point d'appui auprès des Baluba de cette partie de la province dans sa lutte contre la sécession katangaise.

---

*(1) Professeur à l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi*

Ainsi, au plus fort de la crise politique d'entre 1960 et fin 1964, les Baluba du Katanga pro-Sendweet Mwamba Ilunga agirent idéologiquement en « nationalistes lumumbistes ».

C'est à ce titre que la nouvelle province du Nord – Katanga naquit des convictions nationalistes, par opposition à l'idéologie sécessionniste qualifiée de « séparatiste ». Contre celle – ci, les Baluba du Nord – Katanga dits nationalistes et se réclamant de Lumumba, se battront jusqu'au sacrifice suprême.

Dans cette étude, nous traiterons de la genèse et de l'issue de l'influence lumumbiste sur l'espace du Nord- Katanga au regard de l'idéologie nationaliste vue par les militants Baluba rebellés contre l'indépendance du Sud – Katanga.

Notre exposé sera centré sur trois points. Le premier est consacré à un bref aperçu sur la naissance du MNC ( qui se confond avec son leader Lumumba) ainsi que sur celle du mouvement Balubakat.

Le deuxième point s'étendra sur les convictions « nationalistes » de la Balubakat ; convictions entendues comme soubassement idéologique lumumbiste.

Quant au troisième point, il parlera de la crise au sein des nationalistes Balubakat.

Une conclusion clôturera l'étude.

## **I. Bref aperçu sur la naissance du MNC et de la BALUBAKAT**

Sous ce point, nous présenterons la genèse du MNC et de la Balubakat comme forces socio-politiques sur lesquelles était assis la lumumbisme en tant que philosophie politique.

### **I.1. Le Mouvement National Congolais (MNC)**

Ce sous – point n’a pas la prétention d’exposer tous les contours liés à la naissance et au cheminement politique du Mouvement National Congolais. Il se limitera à cerner quelques éléments susceptibles d’en ressortir l’historique.

La création du MNC tire son origine de la polémique née de la consultation électorale de 1957. En effet, au cours de cette année, le pouvoir colonial tenta de libérer l’espace politique en organisant au profit des Noirs, des élections communales dans trois villes du pays à savoir, Léopoldville, Elisabethville et Jadotville. Pour ne prendre que la situation politique de Léopoldville, cette ville fut divisée en 11 communes dont 8 communes africaines, 2 communes européennes et 1 commune mixte.

Précédées d’une campagne électorale très agitée, ces élections engendrèrent des dénominations à caractère ethnique et divisionniste. Il s’agit des « gens du Bas » qui sont identifiés aux Bakongo et des « gens du Haut » représentés par les tribus de l’Equateur, du Kasai et de la Province Orientale (2). Les élections

se déroulèrent le 8 décembre 1957 à Léopoldville et donnèrent les résultats suivants :

- Communes africaines :
  - Kinshasa : Eugène LUTULA
  - Dendale : Kasa-vubu, originaire de Tshela, commis au gouvernement général, Président de l'ABAKO, ancien conseiller de cité.
  - Saint – Jean (Linguala) : Pierre CANON, originaire de Tshysville, assistant médical, ancien membre du conseil de cité, membre de l'ABAKO, de l'Y.M.C.A. et de l'Amicale Libérale.
  - Barumbu : Paul SWANGA, Administrateur territorial assistant,
  - Ngiri – Ngiri, Gaston DIOMI, originaire de Léopoldville, assistant médical, ancien conseiller de cité, de province et du gouvernement, membre de la députation permanente, membre des mouvements chrétiens.
  - Kalamu : Arthur PINZI, originaire de Boma, commis chef au gouvernement général, Président de l'A.P.I.C., membre du Cercle Libéral.
  - Kintambo : Alphonse KINKELA, originaire de Boma, commis au Secrétariat provincial, membre des mouvements catholiques.

- Bandalungwa : Oscar NGOMA, originaire de Tshela, commis au service de surêté, président du comité d'initiative de Bandalungwa , membre des mouvements sociaux catholiques.

- **Communes européennes**

- Ngaliema : Wery RENE, colon, candidat indépendant
- Limeté : Michaux, candidat indépendant.

- **Commune mixte**

Collaert, Administrateur de Kasangulu, ancien fonctionnaire à la population noire de Léopoldville.(3).

De ces consultations se dégage le constat suivant :

Sur les 8 communes africaines, 6 de celles – ci sont occupées par des bourgmestres originaires du Bas – Congo. Ainsi, à l'annonce des résultats à Léopoldville, des réactions dans un sens comme dans l'autre fusèrent de partout. Paul Bolya, Président de la Fédération des Mongo fit une déclaration le 17 décembre 1957 ; laquelle s'attaquait ouvertement au peuple Kongo :

« .... Le dépouillement nous a cependant causé une surprise, car nos frères du Bas ont voté tribu au lieu de compétence... au racisme, nous répondrons par un autre racisme... » (4).

Jean Bolikango, Président de la Fédération des Bangala (LIBOKE YA BANGALA) qui représentait les principaux groupes de la Province de l'Equateur abonda dans le même sens en soulignant que « Les Bakongo...ont voté des candidats Bakongo au

détriment des autres et sans tenir compte ni de la personnalité ni de la valeur de ces derniers candidats » (5).

Aussi, les frustrations nées des résultats de ces élections poussèrent – elles toutes les fédérations tribales non – Bakongo vivant à Léopoldville à se regrouper dans le but de contrebalancer la puissance numérique et l'influence des Bakongo. D'où la création d'une sorte d'Interfédérale, dénommée « ASSORECO » (Association des R ressortissants du Haut Congo regroupant les originaires de l'Equateur, du Lac Léopold II, du Kasai et de la Province Orientale). De cette association naîtra le Mouvement National Congolais (M.N.C.) en 1958. Il sera présidé par Lumumba qui n'avait encore que quelques mois de séjour dans la ville de Léopoldville.

Le débat à caractère tribal fut alors lancé. Une délégation des fédérations ethniques de l'Equateur et du Lac Léopold II se rendit auprès du nouveau ministre des colonies Pétillon pour lui faire part de ses désirs en matière d'élections. Après avoir déploré les résultats du 8 décembre 1957 caractérisés par le tribalisme et condamné le système électoral comme « nuisible et inadéquat pour notre pays », elle demanda « que les prochaines élections soient proportionnelles selon les grands groupes résidant dans la capitale et que les sièges soient équitablement répartis ».(6)

Créé sur fond de protestations socio-politiques, le M.N.C. se présenta comme un parti avant – gardiste, distant des fibres tribales.



Il entendait lutter pour garantir l'unité du pays et l'entente entre tous ses habitants, lutter contre la balkanisation y compris toute discrimination basée sur l'ethnie...

Il faut noter qu'à la suite de certains mécontentements et frustrations, certains cadres quittèrent le mouvement. C'est le cas d'Albert Kalonji, de Nendaka, Kiwewa etc.

En vue de consolider sa position politique dans le pays, le M.N.C. recourut à certaines alliances avec des ethnies dans des provinces.

C'est dans ce contexte qu'il s'assurera de l'appui des Baluba du Katanga.

## **I.2. L'association des Baluba du Katanga (BALUBAKAT)**

La naissance de la Balubakat en tant qu'association tribale fut l'initiative de quelques évolués Baluba qui vivaient à Elisabethville. Bien avant la création de ce mouvement, il y eut plusieurs tentatives visant le regroupement des Baluba. Vincent Kabwa est cité pour avoir tenté de rassembler les Baluba d'Elisabethville dans une association appelée « Tanganika Territori ». Chaque dimanche, les Baluba qui étaient employés en ville, amenaient mets et boissons dans un bar de la commune Albert (7). Ces rencontres hebdomadaires avaient pour but d'affermir leurs liens de solidarité, loin de leurs milieux d'origine et tribaux.

Trouvant la dénomination « TanganikaTerritori » trop étroite et limitée aux seuls Baluba du district duTanganika, Makonga Bonaventure proposa l'élargissement à un concept qui couvrirait l'ensemble des Baluba de tout le Katanga.

On parle de Kimba Evariste qui tentera un premier rassemblement structuré des Baluba en 1956. Il y eut effritement du mouvement suivi de sa dissolution. Kimba fut accusé de mauvaise gestion de fonds de l'association. Makonga Bonaventure tenta l'expérience en créant l' « association d'entraide mutuelle des Baluba du Katanga. ». Elle est mise sur pied le 26 février 1957 et Kimba en fut élu président, au grand mécontentement de l'initiateur Makonga. La présence de Sendwe( un infirmier très connu à Elisabethville) fut pour Makonga ( quine s'entendait pas avec Kimba ) une occasion de déséquilibrer ce dernier. Il présenta Sendwe auprès des Baluba les plus influents qui finirent par l'adopter comme président de l'association. Conçue au niveau de l'élite luba-Katanga, l'association sera vite confrontée aux nécessités politiques du moment. Elle fut appelée à s'incorporer dans la CONAKAT qui naissait en 1958 pour y jouer un rôle essentiellement politique.

C'est là sa mutation vers un parti politique. Mais suite à plusieurs influences politiques, ethniques et idéologiques, la Balubakat manipulée par Sendwe, finira par se retirer de la CONAKAT et se jeter dans les bras de Lumumba en pleine activité de consolidation politique de son mouvement sur l'échiquier

national (8). Elle sera alors dans le camp des partis dits « nationalistes. »

### **I. Les convictions « nationalistes » de la Balubakat**

Dans l'entendement politique de son idéologie, Lumumba se présenta comme un candidat nationaliste le plus sérieux. Il restait convaincu qu' « un homme sans tendances nationalistes est un homme sans âme ». (9)

Pour Lumumba, l'amour de la patrie occupe une bonne place dans le cœur de tout être humain.

Si dans ses premières réflexions, il fait allusion au patriotisme, il va sans dire que sa pensée nationaliste sera de plus en plus agressive jusqu'à prendre une connotation de sentiments anti – blancs, anti – colonialisme, anti – impérialisme. Le nationalisme – lumumbisme éclatera alors en plusieurs concepts ayant un soubassement commun.

Dans le « catéchisme du révolutionnaire » document 36 (1964) et celui du « nationaliste congolais », document 37 (1964), nationalisme et lumumbisme se confondent dans la pensée et prennent une coloration de sentiments répulsifs contre l'homme blanc : « Le nationalisme est le patriotisme africain, c'est-à-dire, le Congo aux Africains et pour les Africains de même que l'Afrique aux Congolais et pour les Congolais ».

« Est Lumumbiste, tout Africain... qui lutte pour la préservation de la souveraineté et l'unité africaines. »

« Est nationaliste, tout Congolais qui désire la paix et la prospérité de ses habitants. »

« La devise du nationaliste est le Congo aux Congolais ». (10)

Il s'agit comme le dit Young, de l'idéologie du « Self government »(11).

Ainsi défini, le nationalisme – lumumbisme tirait sa source de la doctrine et du programme d'action du panafricanisme dont le premier élément clé est « l'Afrique aux Africains » avec comme socle « le rejet absolu du colonialisme sous toutes ses formes, y compris la domination blanche » (12). Ce qui revenait à dire que « les Africains devaient se gouverner eux – mêmes dans leur propre pays » (13).

Lumumba se présenta sous cette étiquette dans sa lutte politique des années 1958 et 1960.

Dans son souci d'avoir un parti supra-national, il tenta de regrouper autour de lui quelques groupes ethniques en les enrôlant à son idéologie car, il faut le dire, le Congo est, à cette époque, en quête de sa fiche identitaire nationale. Le pays est à ce moment une mosaïque de nationalismes tribaux fondés sur la solidarité (14) des

populations parlant généralement la même langue et sans idée cohérente de conscience nationale.

La Balubakat, sous l'impulsion de Jason Sendwe, sera recrutée par le nationalisme – lumumbisme après son départ de la CONAKAT. Elle adopta alors la même idéologie que le Lumumbisme :

- Le Congo aux Congolais uniquement pas – contrairement à la CONAKAT – d'indépendance – association.
- Pas de domination blanche, c'est-à-dire, de néocolonialisme.
- Le Katanga dans un Congo uni.

Imbus d'idéologie lumumbiste, les Baluba du Katanga s'attaquèrent à tous les intérêts européens au Nord – Katanga. Il s'agit en fait d'un nationalisme radical. Le mariage Lumumba – Balubakat sera ainsi consolidé. Il se manifestera surtout aux élections de mai 1960.

## **II.1. Les élections de 1959 et de 1960 et le mariage Lumumba – Balubakat**

En décembre 1959 eurent lieu les élections communales et celles de conseils de territoires. Elles furent boycottées à Léopoldville par les partis émergents comme l'Alliance des Bakongo (ABAKO), le Parti Solidaire Africain ( P.S.A.) et le MNC – Lumumba qui refusaient de reconnaître un droit politique

quelconque aux Belges du Congo avant le règlement de la question de la nationalité congolaise (15). Radicaux dans leur action vis – à – vis des Belges, ces partis boycottèrent lesdites élections parce qu’elles préparaient le terrain à la communauté belgo – congolaise à la manière de l’Afrique du Sud.

Si aux élections de 1959, l’alliance Lumumba – Balubakat n’est pas très visible, elle le sera cependant au cours de celles de mai 1960 appelées à asseoir les premières institutions du Congo indépendant.

En effet, dans sa tactique politique, Lumumba qui entend s’assurer des appuis sur l’ensemble dupays, devra prendre des contacts avec des communautés politico – tribales.

Au Sankuru, au Maniema et parmi les Mongo de l’Equateur, il s’appuie sur la solidarité ethnique et les structures traditionnelles qu’il incorpore au sein du MNC. A Bukavu, dans l’Est de l’Equateur et dans la région de Maï –Ndombe, les propagandistes sont soit des élites Tetela et Kusu, soit ses propres envoyés dépêchés de Léopoldville.

Plusieurs fois, des tournées triomphales et des meetings étaient aussi utilisés comme moyens pratiques pour la mobilisation des masses. Dans d’autres provinces, Lumumba s’assure du soutien des tribus qui lui sont favorables avec lesquelles il négocie des alliances pré ou post – électorales (16).

D'où des accords avec le P.S.A. d'Antoine Gizenga et de Kamitatu contre les Bakongo, avec des Lulua au Kasai au détriment des Baluba – Kasai, avec la Balubakat au Katanga contre la CONAKAT de Tshombe et des tribus Lunda et celles du Sud – Katanga (17).

Organisées sur l'ensemble du Territoire national en vue de préparer le pays à l'indépendance, ces élections se déroulèrent du 11 au 25 mai 1960, mettant en compétition une quarantaine de partis politiques. L'issue des résultats fut favorable à Lumumba. Sur 137 députés composant la chambre, le MNC/Lumumba s'en sortit avec 33 auxquels il faudra ajouter 8 sièges en bloc cartellisé. Ce qui valut 41 sièges du MNC/L et alliés. Le PNP est venu en deuxième position avec 15 sièges, le P.S.A (13 sièges), l'ABAKO (12 sièges), le CEREAA (10 sièges), la CONAKAT ( 8sièges) , le MNC/K (8 sièges), le PUNA ( 7 sièges), le CARTEL katangais ( 7 sièges), l'UNIMO ( 1 siège), tandis que les autres partis gagnaient 15 sièges (18).

Avec 41 sièges du MNC/Lumumba et alliés, Lumumba avait encore besoin d'autres alliances. D'où la nécessité de la signature du protocole CARTEL – LUMUMBA du 10 juin 1960 entre le MNC/Lumumba et le Parti Solidaire Africain (P.S.A.) d'Antoine Gizenga, le Centre de Regroupement Africain (CEREAA) et la BALUBAKAT. Cette alliance réputée anti – impérialiste et anti – colonialiste prit l'engagement :

- de se grouper en vue de la formation d'un gouvernement central anti – colonialiste ;
- de conduire un pacte d'amitié et de solidarité capable de sauvegarder l'unité politique et économique du pays ;
- de combattre toutes les manœuvres de division et de séparatisme susceptibles de provoquer l'éclatement du Congo et des troubles sociaux au pays ;
- de défendre, au sein des institutions nationales, une politique commune, tant sur le plan de la politique générale que sur celui économique et social...

Le protocole sera signé pour le P.S.A. par Antoine Gizenga, pour le MNC par Patrice Lumumba, pour la Balubakat par Remy Mwamba et pour le CERECA par Anicet Kashamura.

Le contenu du protocole reste en lui-même une déclaration de guerre. A l'intérieur, il s'attaque aux forces centrifuges dont les convictions séparatistes ne sont plus à démontrer. A l'extérieur, il met en cause et rejette les puissances impérialistes, considérées comme la « cause des malheurs » du peuple congolais.

Triomphalistes et imbus d'eux – mêmes, les signataires se réclament jouir seuls de la confiance du peuple et s'arrogent la libération du Congo comme leur œuvre exclusive (20).

Le ton du message est sévère et semble déjà planter le décor de conflits socio-politiques régionaux. Lumumba reçut la mission d'informateur le 13 juin 1960 et le 14/06, il déclare détenir « une



majorité politique grâce au MNC et ses alliés directs : le CEREA, le PSA et la BALUBAKAT (soit 71 voix sur 137), mais réitère son intention de rechercher une formule d'union nationale » (21).

Pendant que Tshombe avait déjà formé son gouvernement composé en majorité des membres de la CONAKAT, Sendwe signera avec Muhunga en date du 15 juin 1960, une alliance avec Lumumba en vue de « la formation du gouvernement central qui sauvegardera l'unité du Congo dans la paix »(22).

Le bloc de partis dits « nationalistes » sera ainsi formalisé, avec en tête le MNC de Patrice Lumumba. Dans la suite des événements, il n'y aura plus de distinction entre « Nationalistes » et « Lumumbistes ». Sera considérée comme « Nationaliste – Lumumbiste », toute personne qui ne s'identifie pas au Blanc et à « son » pouvoir installé à Léopoldville.

Les tâtonnements politiques de Sendwe seront l'une des causes de sa chute suivie de sa mise à mort.

C'est dans cette trajectoire politique que les forces Balubakat – nationalistes dites Lumumbistes combattront Moïse Tshombe et sa sécession.

## **II.2. Discours sur la crise post- indépendance entre Balubakat – Lumumbistes et CONAKAT**

Parler de la lutte entre la Balubakat et la CONAKAT au Nord – Katanga équivaldrait à esquisser la lutte entre les forces

unitaristes – Lumumbistes contre celles régionalistes et indépendantistes du Sud – Katanga.

En effet, il est également remis en mémoire de l'opinion que le Katanga se détacha du Congo le 11 juillet 1960. Cette situation tient au fait que toutes les institutions provinciales qui avaient impulsé la sécession se trouvaient localisées au Sud alors qu'en réalité, toutes les forces qui avaient signé des accords avec Lumumba (accords relatifs à la sauvegarde de l'unité du Congo) s'étaient ouvertement opposées à l'action politique de Tshombe agissant sous l'impulsion des colons installés au Katanga. Il s'agit d'une frange importante des Baluba du Katanga ainsi que des Tshokwe autour de leurs leaders respectifs Jason Sendwe et Ambroise Muhunga.

En effet, pour des divergences idéologiques, les Baluba du Katanga se réclamant « nationalistes » (24) sous l'impulsion de Lumumba n'adhèrent pas à l'idée des autorités provinciales. Ils jugèrent bon de se replier au Nord – Katanga où toutes les masses paysannes furent mobilisées et déchaînées contre la CONAKAT. Pendant qu'à Elisabethville l'O.N.U. concentre les réfractaires au camp de « réfugiés », le Nord – Katanga endoctriné par des discours de haine et de violence se met en ébullition. Sont attaqués indistinctement, les intérêts des Blancs, ceux de la CONAKAT et ceux supposés tels.

En vue de bien cerner la crise post - indépendance au Nord – Katanga et d'en dégager les effets liés aux conclusions lumumbistes, nous examinons deux phases ci-dessous :

### **II.2.1. Phase 1 : De la proclamation de l'indépendance du Katanga à la mort Lumumba (1960 – janvier 1961).**

L'opposition des Baluba du Katanga contre la sécession du 11 juillet 1960 commença au sein de l'Assemblée provinciale du Katanga par la bouche de Mwamba Ilunga Prosper, qui était le chef du groupe Balubakat au sein de cette institution. Il qualifia de fantoche, le gouvernement en sécession. Ainsi, tous les conseillers provinciaux du CARTEL – BALUBAKAT finirent par abandonner leurs sièges d'Elisabethville pour se replier au Nord – Katanga.

Pendant ce temps, Lumumba est à la recherche des voies et moyens pour arrêter la poussée de la sécession katangaise qui se manifeste et se consolide.

Champion de la politique anti – impérialiste, il s'attaque indistinctement aux Belges et à l'ONU. L'action de cette dernière est confondue avec celle des Américains qui, il faut le dire, ne veulent plus du premier Ministre Lumumba. Il est de plus en plus isolé et s'appuie sur l'unique peuple congolais aveuglement manipulé par la propagande médiatique « pro – impérialisme ».

Il est au milieu de plusieurs fronts qui finissent par l'affaiblir politiquement : le front occidental, le front du groupe de

Binza, le front du Katanga, le front de Bakwanga. Dépassé par les événements du Katanga pour lesquels il n'a aucune chance de bénéficier d'un appui de l'occident capitaliste, Lumumba et son entourage, sans ressources militaires conséquentes, se préparent à un affrontement de type armé.

D'après Willame, deux témoins de ces préparatifs, Thomas Kanza et Serge Michel ont décrit leur caractère improvisé (25). Beaucoup de réunions dévoilent les témoins, se tiennent en présence de principaux opposants du Katanga au régime de Tshombe (Isaac Kalonji, Jason Sendwe, Prosper Mwamba Ilunga, Remy Mwamba ainsi que de quelques fidèles comme Grenfell, Lengema, Gbenye). Si Isaac Kalonji proposa que l'attaque se fît par le Kasai, par contre Jason Sendwe l'envisagea par le Kivu. D'après le leader Mulubakat, elle se ferait dans une jonction des troupes régulières et des « partisans » de la Balubakat dressés contre Tshombe.

Deux opérations militaires simultanées furent décidées en vrac et sans aucune stratégie militaire. L'une devait passer par Luluabourg et Bakwanga, l'autre en partance de Stanleyville via le Kivu.

La première opération fut déclenchée le 22 août 1960, officiellement pour mettre fin au conflit entre Lulua et Baluba du Kasai, mais bien comme premier élément du dispositif d'invasion du Katanga.

Lumumba subit le choc politique de l'invasion devant le massacre sur les Baluba du Kasai. Il ne sera plus crédible aux yeux de ceux – ci.

Pour ce qui concerne la situation au Nord – Katanga, évadé du Katanga, Mwamba Ilunga arriva à Stanleyville le 27 août 1960. Il y réclama des troupes contre Tshombe auprès du « gouvernement Gizenga ».

Parties de Stanleyville, les troupes armées fidèles à Lumumba s'enlisèrent à la frontière du Nord – Katanga sans support logistique, sans commandement hiérarchisé et sans argent. L'aventure se termina par l'éviction totale de Lumumba et de son gouvernement. (26).

Pendant ce temps, Lumumba qui a déjà été démis de ses fonctions de Premier Ministre par le Chef de l'Etat, se trouve dans une situation politique inconfortable. En proie à la puissante machine du groupe de Binza, agissant sous impulsion des forces impérialistes occidentales, son image est de plus en plus sapée dans l'opinion. Il est virtuellement prisonnier de ce groupe et son sort est déjà décidé à un très haut niveau.

Mais les « Nationalistes » du Nord – Katanga croient encore en sa capacité de résoudre la crise du Katanga. On signale l'arrivée à Manono dans la nuit du 7 au 8 janvier 1961, des troupes lumumbistes en provenance de Stanleyville (27). Elles étaient sous le commandement de l'adjudant Kakudji Eustache, un Muluba du

Nord – Katanga. C'est elles qui auraient installé le 9 janvier 1961 le gouvernement de la Province du Lualaba à Manono, opposé à celui du Sud – Katanga en sécession.

Ce gouvernement Baluba – Tshokwe avait été monté par défi ou par pression politique sur une province du Lualaba dont les limites n'avaient jamais été clairement définies. D'ailleurs, la proclamation de ladite province a été clôturée par un message au ton nationaliste :

« ...Nous avons notre régime, nous sommes nationalistes, nous avons défendu l'unité du Congo... Malgré tout, la vérité viendra à notre secours et dans un avenir très proche. Vivent les nationalistes, vive le gouvernement national légitimement et démocratiquement investi par le peuple élu par le suffrage universel ; vive la République du Congo dans l'intégrité de son territoire, vive la jeune Province du Lualaba... » (28).

Si l'annonce de création de cette province fut faite le 8 ou 9 novembre 1960, mais l'acte constitutif porta la date du 20 octobre 1960.

Le gouvernement de ladite province était présidé par Prosper Mwamba Ilunga. Sendwe Jason et Muhunga Ambroise en étaient respectivement Haut – Commissaire d'Etat et Administrateur d'Etat aux Sociétés.

Lumumba en était une autorité morale car il fut approuvé par Antoine Gizenga agissant au nom de cette dernière. C'était un gouvernement réputé « nationaliste », opposé à la Belgique et au monde occidental qualifié d'impérialiste. Malheureusement, il coïncidera avec l'assassinat de Lumumba aux temps forts de la guerre froide.

### **II.2.2. Phase 2: De 1961 à 1963**

Notons que les Baluba du Katanga, qui s'étaient ouvertement opposés à la sécession, avaient été soumis à une forte répression par le gouvernement Tshombe. D'où leur constitution en une rébellion armée qui avait rapidement gagné du terrain surtout dans les milieux ruraux du Nord – Katanga.

Plusieurs littératures en diverses versions existent sur cette lutte armée engagée par Tshombe contre les Baluba du Nord – Katanga, dans son souci de conquérir par force ladite entité.

Aussi bien pour la version officielle du gouvernement que pour celle des Baluba eux – mêmes, tout le monde est unanime pour reconnaître que les Baluba du Katanga résistèrent énergiquement mais furent fauchés littéralement par la gendarmerie katangaise, appuyée par une armada d'avions et de troupes d'assaut (29).

Après la mort de Lumumba, la rébellion des Baluba « nationalistes – lumumbistes » fut intensifiée. Elle prit l'allure d'un esprit revanchard contre ceux qui s'affichaient fidèles à la

CONAKAT. Le Nord – Katanga se trouva dans une forte tourmente. Les rebelles Baluba se réclamant de Lumumba et de Sendwe transformèrent cet espace en une sorte de poudrière invivable. Tueries et massacres des populations, destruction des édifices publics et incendies de maisons, vengeance privée... furent le quotidien des rebelles Balubakat. Le nom de Lumumba fut invoqué comme stimulus nationaliste pendant les opérations. Tel est le cas par exemple à l'Est du Congo, plus précisément à Bukavu où les rebelles signifièrent aux prêtres arrêtés que « Patrice Lumumba était le Jésus – Christ du Congo ». (30).

Notons que l'élan meurtrier des Baluba au Nord – Katanga n'était contenu par aucun commandement. Une fois déchaînés, les guerriers devenaient incontrôlables. Roger Verbeek fait à ce sujet une description intéressante :

« Les « Jeunesses », ces bandes d'adolescents désœuvrés surgis de la brousse qui semaient la terreur... se sont développées dans des proportions effarantes et constituent actuellement les troupes de choc de la rébellion...

...Les anciennes coutumes guerrières, les rites les plus secrets, les tabous, les superstitions (tel le « daba » (sic) qui immunise contre les balles), ressurgissent et transforment ces bandes en hordes claniques aussi redoutables que désordonnées. Toute l'agressivité refoulée depuis des décades, toute la rancune accumulée contre les



envahisseurs blancs et ceux qui ont pris leur relève se débrident en une orgie de rapines et de meurtres... »(31).

La croyance en des pratiques fétichistes sensées protéger les combattants Balubakat a été une sorte de coutume appliquée tout le long de leurs campagnes guerrières. CHE GUEVARA venu plus tard pour soutenir les révolutionnaires congolais en fait un témoignage éloquent :

« ...Le Lieutenant – Colonel Lambert qui est sympathique et d'extérieur enjoué m'explique comment pour eux les avions ne comptaient absolument pas, car ils possédaient la « dawa », une médecine qui rend invulnérable aux balles. Moi on m'a tiré dessus plusieurs fois et les balles retombent par terre sans force... La croyance est si forte que personne ne peut aller au combat sans avoir fait la « dawa » (32).

Pour mâter la rébellion comme nous le disions tout à l'heure, Tshombe a recouru aux moyens très forts. Des mercenaires aguerris furent recrutés en Belgique et ailleurs. Baptisés les « Affreux » et expérimentés dans la guerre répressive, ces soldats dont certains étaient d'anciens de guerres d'Indochine et de Corée, se distinguèrent dans des opérations d'une brutale répression.

Pendant ce temps, les combattants Baluba qui résistent tant bien que mal avec des armes rudimentaires, ne jurent que par le nom de Lumumba qu'ils invoquent dans leurs chansons de guerre. La ferveur « nationaliste » y apparaît nettement. L'unité du Congo

est mise au centre de la lutte. L'image de la CONAKAT est présentée comme un porte – malheur et une apparence de la recolonisation.

Il faut noter que les intrigues autour de la gestion politique du Nord – Katanga vont être à la base des dissensions au sein des « Nationalistes Lumumbistes » Baluba.

### **III. Les dissensions au sein des « nationalistes Lumumbistes Baluba »**

Le cheminement des « Nationalistes Lumumbistes » Baluba au Nord – Katanga va ressortir certaines incompréhensions politiques en termes de désaccord.

La période des dissensions peut être divisée en deux moments.

Le premier va de 1961 à 1963. Il est marqué par la frappe du gouvernement Tshombe sur le Nord – Katanga et la distance prise par les Tshokwe vis – à – vis des Baluba. En effet, le gouvernement révolutionnaire du Lualaba qui avait été monté à la hâte, n'avait pas la chance de s'asseoir du fait de la résistance des consciences tribalistes. Il est évident que les Tshokwe de l'ATCAR n'avaient pas de grands avantages à gagner dans le gouvernement de la province du Lualaba où se bousculaient plusieurs ambitions des Baluba. Géographiquement, beaucoup d'entre eux vivent plus nombreux et dispersés dans l'espace Lunda. Il était

presqu'impossible qu'un tel gouvernement installé à Manono ait la chance de s'asseoir et de garantir efficacement les intérêts tshokwe.

En effet, les consciences tribalistes se cristalliseront au moment où Sendwe lança l'idée de la réunification du Katanga et que le pouvoir central soutint la création de nouvelles provinces.

Les Tshokwe s'accrochèrent à la création d'une province pour eux-mêmes, dossier qui était appuyé par leurs élus avec Ambroise Muhunga en tête. Ce dernier estimait que la réunification du Katanga reviendrait à un massacre continu de la population innocente (33), allusion faite bien entendu aux massacres du Nord – Katanga.

L'opposition des Tshokwe contre la réunification du Katanga peut être considérée comme la première phase du désaccord politique interne des « nationalistes lumumbistes » du Nord – Katanga. Au lieu d'être réunifiée, la Province du Katanga sera divisée en trois (34).

Le deuxième moment de dissensions au sein du camp nationaliste balubakat est à situer lors du retour de Sendwe à Albertville en 1963. En effet, chassé du gouvernement central par une motion du Sénateur Medie Pierre (35), le leader Mulubakat qui avait encore quelque audience auprès de ses frères de tribu, fut victime d'intrigues d'hommes politiques Balubakat ancrés sur le terroir suite à son absence prolongée dans le milieu quand bien même il représentait les autorités centrales à Léopoldville en qualité

de Commissaire général extraordinaire auprès de la province du Katanga.

Son retour à Albertville le mit en conflit avec Prosper Mwamba Ilunga, leader ayant géré les moments les plus tumultueux de la rébellion Balubakat du Nord – Katanga.

Plusieurs causes sont à la base des désaccords entre les deux leaders Balubakat.

Premièrement, Mwamba Ilunga reprochait à Sendwe d'avoir négligé l'achèvement de la libération du Nord – Katanga et de s'être opposé à la création de la nouvelle province dans l'intention de devenir le président d'un Katanga réunifié (36).

La deuxième divergence entre les deux hommes tient à la question des ambitions. Sendwe qui n'a plus de fonctions officielles à Léopoldville manipule le mouvement Balubakat pour se retrouver à la tête du gouvernement du Nord – Katanga, avec l'appui des autorités centrales. Ce qui, logiquement, le mettra hors circuit du Comité National de Libération (C.N.L.) qui venait de se créer à Brazzaville et dont l'objectif principal était le renversement du pouvoir de Léopoldville au moyen de la lutte armée. Pendant ce temps, beaucoup de jeunes radicaux qui avaient d'abord soutenu Sendwe se mettent en désaccord contre lui. L'erreur politique qu'il semble commettre est de s'attaquer ouvertement aux autorités dudit comité.

En effet, lorsqu'en date du 12 janvier 1964 deux cents policiers se mutinaient à Manono du fait du paiement irrégulier de leur solde, Sendwe fit mâter la situation par les forces armées gouvernementales. Les mutins furent arrêtés et envoyés à Albertville sous escorte.

Au cours d'un meeting populaire de circonstance qu'il prononça, il s'attaqua à Gbenye qui d'après lui, « rendait un mauvais service à la nation » (37).

Il faut noter ici que ce discours ne pouvait laisser indifférent le groupe des politiciens radicaux du C.N.L. pour la simple raison que Gbenye était l'un des principaux dirigeants dudit comité. Depuis lors, le groupe politique balubakat se divisa en deux : les pro-Sendwe et les pro – Mwamba Ilunga. Ayant côtoyé longtemps les autorités centrales, Sendwe sera victime d'une campagne de diabolisation dirigée contre lui par les politiciens locaux. Il est accusé à tort ou à raison d'avoir jeté le manteau nationaliste. D'après NGOY Christophe, ancien Président de l'Assemblée provinciale du Nord – Katanga

(entre 1961 et 1963), une lettre écrite par Soumialot et parvenue à ladite assemblée, accusait Sendwe de s'être distancé des « nationalistes » et d'avoir donné caution concernant la mort de Lumumba.(38).

En désaccord avec les principaux dirigeants du Nord – Katanga et ceux du Comité National de Libération, Sendwe se

trouvait dès lors dans une situation sécuritaire très fragile. Les rebelles de l'Armée Populaire de Libération qui sont à la conquête de différentes villes et localités du pays en vue du renversement du pouvoir de Léopoldville ne pourraient ménager le leader Mulubakat. Mobutu, chef de l'Armée, le considérait aussi comme l'autorité morale des rebelles Balubakat – Lumumbistes.

Secoué dans toutes les directions, Sendwe sera victime de rancœurs politiques accumulées par des rebelles dits « Mulelistes » parmi lesquels plusieurs Baluba qui s'étaient déjà détournés de lui. Il mourra assassiné le 18 juin 1964 à Albertville (Kalemie).

Pour ses bourreaux, il n'était plus « nationaliste » c'est-à-dire, « Lumumbiste ». Le leader Mulubakat montrera sans succès, son attachement à Lumumba pour la dernière fois au cours de la rencontre fatale avec ses tueurs dans le seul espoir d'obtenir le pardon de leur part : « Lumumba ni nduguyangu, Mulele ni ndunguyangu, nyiniwote ni ndunguyangu. » (39).

## CONCLUSION

Dans la marche générale du mouvement de l'histoire du Congo post-indépendant, le Katanga a été au centre des enjeux politiques nationaux. En effet, la sécession qui a soustrait le Katanga au Congo, a poussé les principaux leaders des Baluba à savoir, Jason Sendwe, Mwamba Ilunga Prosper, Mwamba Remy etc. à réagir par une opposition farouche suivie d'un repli au Nord – Katanga, influencés sans nul doute par la vision politique de

Lumumba qui était leur allié politique de circonstance. Bon nombre de masses Balubakat suivirent le mot d'ordre relatif à la résistance. Désormais, les résistants Balubakat, isolés et débarrassés de leurs dépendants Tshokwe et Kasaiens, prirent seuls le flambeau de la lutte armée contre Moïse Tshombe et sa CONAKAT. Idéologiquement, ils se réclamèrent de « Congo uni », c'est – à dire de « Nationalistes Lumumbistes ».

Commencée au lendemain de la sécession katangaise, la lutte des Baluba du Katanga contre Tshombe prit l'allure d'un esprit revanchard après l'assassinat du premier Ministre Lumumba. La lutte du Nord – Katanga se mena ainsi en son nom car les Baluba le considéraient comme leur autorité morale et l'incarnation des intérêts nationaux. Ils se mettront ainsi dans la logique de la défense desdits intérêts.

C'est le temps des massacres à grande échelle sur les pro-Tshombe et même des innocents. Etaient généralement étiquetés de CONAKAT, ceux dont la position sociale paraissait confortable à savoir, les Blancs (surtout Belges), les agents de l'Etat, certains chefs coutumiers, les enseignants etc. Si Sendwe et Mwamba Ilunga sont connus comme des leaders politiques de cette lutte, cependant les commandants miliciens ne furent pas clairement identifiés. Une fois déchaînés, les combattants Balubakat, apparemment sans coordination dans le commandement, se livraient impunément à la

destruction et au carnage et ce, au nom du « nationalisme Lumumbisme ».

Les deux années 1963 et 1964 sont celles des activités militaires du Comité National de Libération, décidé à renverser le pouvoir de Léopoldville. Les rebelles qui s’y emploient sont connus dans l’opinion sous le terme générique de « Mulelistes », allusion faite à Pierre Mulele qui venait de déclencher la lutte armée à partir du Kwilu. Les combattants qui pratiquent la guérilla sont des bandes de jeunes gens se réclamant de « Nationalistes - Lumumbistes ». Cette lutte a des impacts sérieux sur les institutions politiques du Nord – Katanga où se remarquent des fissures entre Sendwe Jason (devenu président de cette partie érigée en province) et Mwamba Ilunga Prosper. Ces désaccords auxquels se sont greffées des intrigues politiques sous le label du Comité National de Libération finiront par emporter Sendwe Jason.

Ce sera le début de la mise en veilleuse du « Nationalisme – Lumumbisme » au Nord – Katanga.

## NOTES

- 1) Tous avaient l’obligation de posséder un macaron à l’effigie de Lumumba
- 2) KIBAWA WIMWENE, Edmond, (2004) Elections et conscience ethnique en République Démocratique du Congo. Une expérience démocratique pénible : cas de la consultation



populaire de décembre 1957, communication donnée à l'Université de Lubumbashi au colloque sur les élections.

- 3) KIBAWAWIMWENE Edmond, (2010), Moïse Tshombe, Jason Sendwe, Godefroid Munongo, Gabriel Kyunguwa Kumwanza, quatre leaders katangais au milieu de l'histoire politique mouvementée du Congo – Kinshasa, Editions MBEGU (ISP – Lubumbashi), pp. 253 – 254.

Lire aussi MABIALA MANTUBA – NGOMA, Pamphile, (2013), Les élections dans l'histoire politique de la République Démocratique du Congo, Konrad Adenauer Stiftung, Kinshasa, pp. 18 – 19.

- 4) Archives du Musée de Tervuren (Belgique).
- 5) LE COURRIER D'AFRIQUE, « Le point de vue des gens du Haut », 13 décembre 1957.
- 6) LE COURRIER D'AFRIQUE (29 août 1958).
- 7) Témoignage de NGOY Christophe, ancien Président de l'Assemblée provinciale du Nord – Katanga et membre cofondateur de l'Association Balubakat.(2011).
- 8) Lire à ce sujet KIBAWA WIMWENE, Edmond, Moïse Tshombe, Jason Sendwe...op. cit, pp 169 – 181.
- 9) LUMUMBA Patrice (1961), Le Congo terre d'avenir est – il menacé, Office de Publicité, S.A., Bruxelles, p. 191.
- 10) MUTAMBA MAKOMBO, J.M.E., (2002), L'histoire du Congo par les textes, T.3. 1956 – 2003, Editions Universitaires Africaines, Kinshasa, pp. 135 – 136.

- 11) YOUNG, Crawford, (1979), Introduction à la politique zaïroise (2<sup>ème</sup> édition), PUZ, Kinshasa, p.143.
- 12) LEGUM, Colin, (1965), Le panafricanisme à l'épreuve de l'indépendance, Editions Saint – Paul, Paris, p.55.
- 13) IDEM, p. 65.
- 14) KALUBI, M'kola, (1982), De Paul Panda à Simon Kimbangu (1919 – 1945), source oubliée du nationalisme zaïrois, Edition BETRAS, p. 7.
- 15) MABIALA MANTUBA – NGOMA, Pamphile, Op.cit., p. 22.
- 16) VERHAEGEN, Benoît, (1977), « Patrice Lumumba, martyr d'une Afrique nouvelle », in Charles – André Julien et Magali Morsy, CathérineCoquery –Vidrovith, Yves Person (dir), Les Africains, T.2. Editions J.A., Paris, pp. 216 – 217.
- 17) IBIDEM
- 18) YOUNG, Crawford, op. cit. p. 157.
- 19) GERARD LIBOIS, Jules, et VERHAEGEN, Benoît, (1960), Congo 1960, T.1. , Bruxelles, p. 278.
- 20) IDEM, p. 277.
- 21) IDEM, 282.
- 22) IBIDEM,
- 23) WILLAME, Jean – Claude, (1990), Patrice Lumumba, la crise congolaise revisitée, Ed. Karthala, Paris, p. 189.
- 24) IBIDEM,
- 25) IDEM, p. 190.
- 26) IDEM, p. 192.

- 27) VERHAEGEN, Benoît (1961), Congo 1961, CRISP, Bruxelles I, pp. 215 – 216.
- 28) GERARD – LIBOIS, Jules et VERHAEGEN, Benoît, (1960), Congo 1960, T.2., CRISP, Bruxelles, p. 781.
- 29) GERARD – LIBOIS, Jules et VAN LIERDE, Jean, (1964), Congo 1964, CRISP, Bruxelles, p. 74.
- 30) TURNER, Thomas, (2000), Ethnogenèse et Nationalisme en Afrique centrale. Aux racines de Patrice Lumumba, L'Harmattan, Coll. « Congo – Zaïre) – Histoire et Société », Paris, p. 315.
- 31) VERBEEK, Roger, (1965), Le Congo en question, Présence Africaine, Paris, p. 206.
- 32) CHE GUEVARA, Ernest (2000), Passages de la guerre révolutionnaire : Le Congo, Editions Matalié, Paris, p.45.
- 33) VERHAEGEN, Benoît, BEYS, Jorge, GENDEBIEN, Paul – Henry, (1963), Congo 1963, CRISP, p. 388.
- 34) Lire à ce sujet KIBAWA WIMWENE Edmond, (2011), “ L'influence du gouvernement central sur la province du Nord – Katanga (1960 – 1967 »), In Mbegu, n° 39, ( juin 2011), pp. 7 – 38.
- 35) VERHAEGEN, Benoît, (1962), Congo 1962, Bruxelles, p. 109.
- 36) VERHAEGEN, Benoît, (1966), Rébellions au Congo, T.1. CRISP, Bruxelles, p. 415.
- 37) IDEM, p. 419.

- 38) NGOY Christophe (Témoignage du 29/12/2011 à Lubumbashi). Cette situation peut être mise au compte d'intrigues politiques.
- 39) « Lumumba, c'est mon frère, Mulele, c'est mon frère, vous êtes tous mes frères. »

## **BIBLIOGRAPHIE**

### **1) Source orale**

- NGOY Christophe, ancien président de l'Assemblée provinciale du Nord – Katanga, (Lubumbashi, le 29/12/2011)

### **2) Sources écrites**

- Archives de l'Assemblée provinciale du Nord – Katanga,
- Archives du Musée de Tervuren (Belgique)
- LE COURRIER D'AFRIQUE, 13 décembre 1957,
- LE COURRIER D'AFRIQUE, 29 août 1958,
- CHE GUEVARA, Ernest, (2000), Passages de la guerre révolutionnaire : Le Congo, Editions Matailié, Paris.
- GERARD – LIBOIS, Jules et VERHAEGEN, Benoît (1960).  
Congo 1960, T.1., CRISP, Bruxelles
- GERARD – LIBOIS, Jules, et VERHAEGEN, Benoît (1960), Congo 1960, T.2., CRISP, Bruxelles,

- KALUBI M'KOLA, (1982), De Paul PANDA à Simon KIMBANGU (1919 – 1945), source oubliée du nationalisme zaïrois, Editions BETRAS
- KIBAWA WIMWENE, Edmond, (2004), Elections et conscience ethnique en RDC. Une expérience démocratique pénible : cas de la consultation populaire de décembre 1957 (Colloque sur les élections).
- KIBAWA WIMWENE, Edmond, (2010), Moïse Tshombe, Jason Sendwe, Godefroid Munongo, Gabriel Kyunguwa Kumwanza, quatre leaders katangais au milieu de l'histoire politique mouvementé du Congo – Kinshasa, Editions Mbegu (ISP-Lubumbashi), Lubumbashi.
- LEGUM, Colin, (1965), Le panafricanisme à l'épreuve de l'indépendance, Editions Saint – Paul, Paris.
- LUMUMBA, Patrice, (1961), Le Congo Terre d'avenir est – il menacé ?, Office de Publicité, S.A., Bruxelles.
- MABIALA MANTUBA –NGOMA, Pamphile, (2013), Les élections dans l'histoire politique de la République Démocratique du Congo, Konrad Adenauer, Stiftring, Kinshasa.
- MUTAMBA MAKOMBO, Jean – Marie (2002) ,L'histoire du Congo par les textes, T.3. : 1956 – 2003, Editions Universitaires Africaines, Kinshasa.
- TURNER, Thomas, (2000), Ethnogenèse et nationalisme en Afrique centrale. Aux racines de Patrice Lumumba,

l'Harmattan, coll. « Congo – Zaïre » - Histoire et Société, Paris.

- VERBEEK, Roger, (1965), Le Congo 1961, CRISP, Bruxelles I.
- VERHAEGEN, Benoît, (1966), Rébellions au Congo, T.1., CRISP, Bruxelles.
- VERHAEGEN, Benoît, (1977), « Patrice Lumumba, martyr d'une Afrique nouvelle », in Charles – André Julien et Magali Morsy, Catherine Coquery – Vidrovitch, Yves Person (dir), Les Africains, T.2., Editions J.A., Paris.
- VERHAEGEN, Benoît ; BEYS, Jorge ; GENDEBIEN, Paul – Henry (1963), Congo 1963, CRISP, Bruxelles.
- WILLAME, Jean – Claude, ( 1990), Patrice Lumumba, la crise congolaise revisitée, Editions Karthala, Paris.
- YOUNG, Crawford, (1979), Introduction à la politique zaïroise, (2<sup>ème</sup> édition), Kinshasa.

# **LA LOI – CADRE DU 22 SEPTEMBRE 1986 ET LA CRISE DE L’ENSEIGNEMENT EN REPUBLIQUE DEMOCRATIQUE DU CONGO : UNE REFLEXION CRITIQUE**

Par

**KIBAWA WIMWENE WA NGOYI <sup>(1)</sup>**

## **Introduction**

La question de la crise de l’enseignement en République démocratique du Congo demeure un fait social sur lequel se sont déjà penchés plusieurs penseurs, opérateurs pédagogiques divers et gouvernement. Toutes les réflexions s’accordent sur la baisse du niveau de l’enseignement dont la qualité laisse à désirer et ce, du sommet à la base. La crise est donc manifeste et profonde. Il n’est pas rare aujourd’hui en République Démocratique du Congo, de croiser un diplômé d’Université, un diplômé d’humanités, un finaliste de la classe du primaire qui ne sache ni lire, ni écrire ni réfléchir correctement.

Les causes à la base de cet état de choses sont légion. Les responsabilités sont partagées entre l’Etat, la famille, l’école, l’enfant et la société. Mais l’agent causal majeur nous semble être l’Etat en tant qu’organisateur et coordonnateur du système éducatif. C’est à ce titre que la Loi – cadre n° 86/005 portant organisation de l’enseignement national a été promulguée en date du 22 septembre

---

*(1) Professeur à l’Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi*

1986 par le Président de la République dans le souci d'améliorer la qualité du système éducatif.

Plus d'une vingtaine d'années après, il y a lieu de jeter un regard rétrospectif sur cette loi en vue d'en analyser les différents paramètres pédagogiques.

Notre longue expérience de l'enseignement primaire et secondaire (1) nous a poussé à réfléchir, en tant qu'opérateur pédagogique, sur la crise de ce secteur important du pays au regard de ladite loi. Nous entendons démontrer, dans cette réflexion, le déséquilibre psycho-pédagogique et social de la loi en question en tant que l'une des sources de la détérioration du système éducatif en République Démocratique du Congo.

Notre réflexion dans le cadre de cette étude s'attèlera uniquement à l'analyse du cas des écoles privées, libéralisées par ladite loi.

L'étude comprendra quatre points en dehors de l'introduction et de la conclusion.

Le premier point présentera un bref aperçu sur l'enseignement au Congo.

Le deuxième point exposera le contexte général de la crise de l'enseignement pendant la deuxième République.

Le troisième point analysera le contenu de la Loi – cadre du 22 septembre 1986 au regard de la crise.



Quant au quatrième point, il s'efforcera de donner quelques suggestions en guise de remèdes pour le redressement de l'enseignement.

## **I. AUX ORIGINES DE L'ENSEIGNEMENT AU CONGO : BREF APERÇU**

L'enseignement demeure un secteur clé de développement dans la vie d'une nation. Aucun pays, aucune structure étatique qui se voudraient progressifs ne peuvent s'en passer.

L'école congolaise, dans ses premiers balbutiements, a d'abord été avant tout coloniale et d'inspiration missionnaire.

D'après Gaëtan Feltz, l'activité scolaire fut surtout le fait des missions catholiques. La politique préférentielle de l'Etat favorisa cette tendance. L'article 2 de la convention passée entre l'Etat Indépendant du Congo et le Saint Siège en 1906 stipulait qu'en contrepartie des terres que l'Etat concédait aux Etablissements des missions catholiques, chacun de ceux-ci s'engageait « à créer une école où les indigènes recevraient l'instruction » (2).

Il y avait en fait, autant de programmes et de méthodes d'enseignement qu'il y avait de congrégations ou sociétés missionnaires. On pourrait même dire que chaque école avait son programme à elle car celle – ci était avant tout l'œuvre d'un individu (3). Aussi, les méthodes élaborées pour l'enseignement dépendaient – elles d'une congrégation à une autre. C'est ainsi que

les fermes-chapelles des Jésuites de la mission du Kwango n'étaient pas exactement les mêmes que les chapelles – écoles des missionnaires d'Afrique (Pères Blancs) dans le Vicariat Apostolique du Haut – Congo. Les colonies d'enfants et les catéchuménats des Scheutistes dans le vaste Vicariat Apostolique du Congo étaient différents de deux autres systèmes. Les Baptistes anglais qui œuvraient le long du fleuve Congo n'envisageaient pas l'enseignement de la même façon que les Méthodistes qui, eux, allaient évangéliser le Sud du pays.

Le public qui recevait l'enseignement était diversifié. Certains missionnaires (catholiques surtout) distribuaient l'enseignement aux jeunes isolés de leur milieu traditionnel après avoir convaincu les chefs locaux. D'autres missionnaires recevaient les enfants « libérés » de l'esclavage par l'Etat ou rachetés par eux-mêmes.

Il y a lieu de noter que les objectifs visés par toutes ces écoles étaient la rédemption des Noirs par la religion et le travail (4). On enseignait avant tout la religion en vue de la préparation des hommes au baptême et à la vie religieuse.

La lecture et l'écriture qui y étaient privilégiées n'avaient qu'un seul but : lire la bible et le catéchisme en vue de seconder les missionnaires dans leur œuvre d'évangélisation.

Le décret du Roi – Souverain de l'Etat Indépendant du Congo, en date du 12 juillet 1890 est considéré comme le premier

texte relatif à la création d'un enseignement public au Congo. Cet enseignement a été destiné aux enfants libérés de l'esclavage, délaissés, abandonnés ou orphelins ainsi que ceux dont les parents avaient failli à leur mission d'éducation. Léopold II proposa dans son texte de loi que soient créées pour ces enfants ainsi que ceux qui en exprimaient le désir, des colonies agricoles et professionnelles. Ces jeunes gens d'après le décret, étaient sous la responsabilité de l'Etat(5). Les instructions du Gouverneur Général avaient dévoilé la raison d'être des colonies d'éducation :

« En vue d'assurer pour l'avenir le recrutement régulier des soldats de notre Force Publique et celui des artisans pour nos stations, le Roi – Souverain a décidé la création de deux ou trois colonies d'éducation pour les enfants indigènes de deux sexes. Les enfants recueillis seront placés sous la tutelle de l'Etat et seront élevés à ses frais jusqu'au jour où leurs forces physiques seront suffisamment développées pour leur permettre d'être incorporés dans la Force Publique ou d'être employés dans les ateliers des diverses stations. Les colonies seront agricoles et industrielles, mais l'une d'elle sera plus spécialement destinée aux jeunes gens qui auront fait preuve d'aptitudes militaires.... » (6)

C'est dire que cette première école officielle avait deux objectifs majeurs : professionnel et militaire. Il fallait en fait, façonner les auxiliaires des colonialistes sur le plan des métiers

divers d'une part, et sur celle des forces de maintien de l'ordre d'autre part. Ainsi, pour ne prendre que le règlement d'organisation intérieure des colonies d'enfants de l'Etat établis à Boma et à Nouvelle - Anvers (Mankanza), le programme prévoit que la colonie soit confiée à deux missionnaires jouant les rôles respectifs de Directeur et de Sous – Directeur, secondés par un officier de la Force Publique s'occupant de la discipline (7). La dimension religieuse y prenait aussi une part très importante étant donné la ferveur missionnaire de l'époque.

Des écoles – chapelles et colonies scolaires, l'enseignement chemina vers la création d'écoles primaires et moyennes, d'écoles professionnelles, d'écoles à humanités complètes et aussi vers la mise sur pied de l'enseignement universitaire dont le premier socle fut l'église.

Ceci a évolué sur base de décrets, d'ordonnances, d'arrêtés et de circulaires. La loi – cadre n° 86/005 du 22/09/1986 de l'enseignement national renseigne dans son argumentaire que ces textes ne traitaient que des aspects particuliers de l'enseignement national, tels que les calendriers scolaires et la réglementation des frais scolaires (8).

Trouvant insuffisants tous les amendements et les mises à jour des textes législatifs intervenus après l'accession de notre pays à l'indépendance, le législateur estima « indispensable et urgent de rassembler, d'harmoniser et de renforcer la réglementation en vue

d'une législation cohérente et répondant aux problèmes qui se posent à la nation, à savoir : la gestion d'une population estudiantine sans cesse croissante, le financement de l'enseignement, la prolifération d'établissements d'enseignement privés, le manque ou l'insuffisance des infrastructures, etc » (9).

A y réfléchir de près, le législateur sentait déjà les indices de la crise de l'enseignement et entendait en améliorer le contenu.

## **II. CONTEXTE GENERAL DE LA CRISE DE L'ENSEIGNEMENT PENDANT LA DEUXIEME REPUBLIQUE**

La crise de l'enseignement en République Démocratique du Congo reste aujourd'hui une question fondamentale de société. Elle affecte toute la chaîne du système éducatif. Plusieurs causes sont épinglées quant à ce. Le Professeur Georges ABOU KHALIL pense que « c'est dans le sens de la conjoncture que les systèmes éducatifs opèrent et qu'à la place de s'occuper de la destination des jeunes, ils ne font que les précipiter vers l'impasse. Ces derniers, c'est – à – dire les jeunes, y sont déjà et leur malaise ne fait que s'accroître. Ils remettent tout en cause, réagissent violemment, souffrent de la pauvreté culturelle, de l'avenir incertain qu'on leur prépare » (10).

Pour notre part, nous soutenons que la conjoncture aussi bien politique, économique que sociale serait une des bases de la crise de l'enseignement en République Démocratique du Congo. La

négligence du secteur éducatif par l'autorité publique a ruiné l'influence dudit secteur. L'Etat, gestionnaire principal de l'éducation, semble en avoir obscurci les objectifs.

## **II<sub>1</sub>L'environnement politique.**

Le coup fatal à l'enseignement nous semble se préciser en 1974. En effet, au cours de cette année – là, le Bureau Politique ayant examiné la situation de l'enseignement au Congo (Zaire à l'époque), le considérait comme un des fléaux qui portaient atteinte au développement de la nation.

Il concluait que l'école congolaise n'était ni une école pour la vie, ni une école adaptée aux réalités du pays. Il fallait donc prévoir une nouvelle structure d'enseignement, insister sur l'éducation civique et politique, écarter les diverses religions du système scolaire, instaurer un service civique où les travaux agricoles auraient une part importante (11).

La décision du Bureau Politique écarta l'église de la gestion des établissements d'enseignement. Seul l'Etat devait en assurer le monopole. La mainmise de l'Etat sur l'enseignement scella la grande crise de notre système éducatif. Le Bureau Politique sembla sonner le glas de l'appareil éducatif. Ainsi, comme le dit KAMANA, « Le dynamisme politique mis à la place des valeurs religieuses ne s'avéra pas en mesure d'assumer une véritable éducation morale à la jeunesse » (12). Le civisme coulé dans un militantisme aux contours flous remplaça la religion dans des écoles

primaires et secondaires. C'est le vide spirituel qui s'instaura au sein du système éducatif national. De ce vide spirituel comme le souligne KAMANA, découlèrent plusieurs conséquences dont les plus importantes sont la perte du sens de responsabilité chez la plupart des éducateurs, un manque de motivations profondes dans leur action, une crise de la morale, de l'autorité et de la discipline dans les écoles, un esprit de corruption et une pléthore d'inconscience. Le vide spirituel entamait en profondeur la qualité de l'enseignement et brisait l'infrastructure pédagogique (13). L'enseignement se corrompt très sérieusement.

La décision de l'Etat, loin d'être un remède comme l'imaginait l'homme politique, plaça l'enseignement dans des conditions d'un désordre généralisé. Ce fut l'époque des slogans idéologiques du parti « M.P.R. », des chansons et danses « révolutionnaires »... qui créèrent une certaine paralysie du système éducatif. Ce fut le point de départ d'une crise jamais connue dans l'enseignement primaire, secondaire et même supérieur et universitaire car la politique prit le pas sur les valeurs éducatives.

Dès lors, les nominations des responsables scolaires tinrent compte non pas de la compétence de l'individu, mais plutôt du « militantisme politique ». L'enseignement se remplit de plusieurs individus sans titres scolaires, de certains individus n'ayant aucune valeur pédagogique attestée. Notons que la dépréciation du système

éducatif née de la décision de l'homme politique alla de pair avec les effets néfastes du système économique.

## **II<sub>2</sub>L'environnement économique.**

C'est au cours de cette même année (1974) que les conséquences découlant de la zaïrianisation se firent sentir. La détérioration du tissu économique eut des répercussions sur les avoirs des enseignants. Ce qui accentua les effets de la corruption, de la concussion de la part des responsables scolaires. L'enseignant sera démotivé, découragé et démuné, car obligé de chercher une nourriture incertaine de sorte que toute sa vie ne se réduit qu'à cela. Or comme le dit Port Mory, « le degré de considération qui s'attache à sa fonction dépend, dans une large mesure de la situation économique qui lui est faite. » (14).

L'enseignement fut alors considéré comme une salle d'attente. L'école devenait, pour reprendre l'expression de WAKWENDA et KABAMBA, « un dépotoir des sans – emplois » (15). L'enseignant qui, hier était autoritaire et respecté, devint la risée de tout le monde et une sorte de thermomètre de la misère sociale. Il devint l'objet de moquerie et de raillerie de la part de l'Etat, des parents, des élèves et même des vauriens de la rue. Risée de la société, il est devenu également le prétendant à éviter pour le mariage, le locataire insolvable des faubourgs de grandes villes, l'homme aux souliers usés, l'éternel endetté, etc. Il en est arrivé à ne plus parler de son métier en public (16).



L'Etat devint en quelque sorte démissionnaire de sa tâche principale d'encadreur psycho-pédagogique. Le slogan qui voudrait que la jeunesse soit l'avenir du pays prononcé quotidiennement par la société semble passer pour un vain mot. Dans ces conditions, il est fort possible que l'instauration de l'enseignement privé soit une sorte d'alibi pour se désengager de sa tâche. Lequel enseignement privé a été consacré officiellement par la loi du 22 septembre 1986, objet de notre étude.

### **III. LA LOI-CADRE DU 22 SEPTEMBRE 1986, ET LA CRISE DE L'ENSEIGNEMENT**

Dans sa décision d'Etat n°44/CC/86 du 11 avril 1986, le Comité Central traçait les quatre principaux axes autour desquels devait s'articuler la réglementation d'ensemble de l'enseignement national notamment :

- a) La libéralisation concernant l'enseignement national, primaire et secondaire ;
- b) La compétence dévolue à l'Etat seul de créer et d'organiser l'enseignement supérieur et universitaire ;
- c) La non – subsidiation des établissements d'enseignement privé par l'Etat ;
- d) La souveraineté de l'Etat sur l'ensemble du système d'enseignement conformément aux idéaux du Mouvement Populaire de la Révolution (17).

La décision prise par le Comité Central, considéré à l'époque comme l'organe d'orientation devait amener à l'élaboration d'une réglementation du système éducatif. D'où la promulgation de la Loi-cadre du 22 septembre 1986 par le Chef de l'Etat.

Le Ministre de l'Enseignement primaire et secondaire de l'époque, Nzege Alaziambina exposa les grandes justifications de ladite loi une fois promulguée :

« Dirigeants de l'enseignement, corps professoral, enseignants de toutes les disciplines, parents, étudiants et élèves, nous sommes tous invités à nous imprégner du contenu de la Loi-cadre. La nouvelle journée nationale de l'enseignement doit être tout spécialement une journée de réflexion, chacun devant méditer sur sa collaboration et son concours au redressement de notre enseignement et à l'édification du pays, en replaçant son action dans le cadre de nouvelles dispositions de la présente Loi-cadre, véritable bréviaire de tous » (18).

A analyser le contenu de cet extrait du discours du Ministre, il reconnaît déjà que l'enseignement est en crise car il parle de son redressement en sollicitant bien sûr la collaboration de tout le monde. Dans les lignes qui suivent, nous parlons des manifestations de la crise au regard de ladite Loi.

### **III<sub>1</sub> Commentaires sur les manifestations de la crise au regard de la Loi-cadre**

Il serait ambitieux de prétendre relever point par point toute la somme des éléments considérés comme des manifestations de la crise de l'enseignement au regard de la loi sous examen. Nous en analysons quelques aspects seulement parmi ceux considérés comme fondement de ladite crise.

#### **III.1.1. Le titre V de la loi, première manifestation de la crise**

Il nous semble que la première manifestation de la crise a pour point de départ le titre V portant sur la création et l'agrément des établissements d'enseignement.

En effet, cette disposition donne le pouvoir à toute personne de créer un établissement d'enseignement conformément aux règlements de l'Etat.

Le chapitre II du titre V indiqué donne des conditions exigées pour l'agrément et la création des établissements privés d'enseignement. Nous en exposons quelques articles y relatifs que nous nous efforçons de commenter.

Article 49 : Toute personne privée, physique ou morale, zaïroise ou étrangère qui présente les garanties d'ordre politique, juridique, financier, matériel, moral et pédagogique définies aux articles 50,51, 52 et 53, peut créer un établissement d'enseignement maternel, primaire et secondaire.

Article 50 : Les garanties d'ordre politique et juridique sont :

a) Pour les personnes morales :

- Avoir une personnalité juridique propre ;
- Se conformer aux lois et aux idéaux du Mouvement Populaire de la Révolution.

b) Pour les personnes physiques :

- Etre majeur ;
- Présenter une attestation de bonne vie et mœurs ;
- Présenter une attestation de militantisme délivrée par l'autorité locale si le demandeur est citoyen zaïrois
- Se conformer aux lois et aux idéaux du Mouvement Populaire de la Révolution, si le demandeur est de nationalité étrangère,
- Jouir de ses droits civiques et politiques

Article 51 : Par garanties d'ordre financier et matériel il faut entendre :

1. l'existence d'une infrastructure et de matériels didactiques propres, appropriés et viables ;
2. le dépôt à terme de six mois dans une institution bancaire du Zaïre de la somme nécessaire au fonctionnement de l'Etablissement et à la paie du personnel enseignant et administratif (19).

Les articles exposés donnent mandat à toute personne remplissant les conditions exigées par l'Etat de créer une école.

Elaborée pendant la période du Parti – Etat, cette loi semble ne pas répondre aux qualités requises à un bon système d’enseignement. Même la nouvelle loi revue et mise à jour, votée récemment par les deux chambres du parlement et promulguée par le Chef de l’Etat passe, à quelques différences près, pour une copie collée.

L’article 49 ouvre la création d’établissement d’enseignement à toute personne physique ou morale. L’article 50 conditionne la création d’établissement par des garanties d’ordre politique et juridique. Il est question, du point de vue du contenu des dispositions de la Loi, de se conformer aux idéaux du Mouvement Populaire de la Révolution, M.P.R. – Parti – Etat, de présenter une attestation de militantisme délivrée par l’autorité locale.

Quels sont les idéaux du Mouvement Populaire de la Révolution ? Sur quelle base était évalué le degré de militantisme pour se voir décerner une attestation de la part de l’autorité locale en vue d’être jugé apte à créer une école ?

Les idéaux du Mouvement Populaire de la Révolution se résumaient arbitrairement en toute action concourant à la satisfaction, à la flatterie, à la fidélité et au respect le plus absolu au pouvoir du parti – Etat. Il fallait pêle-mêle, porter des insignes distinctifs à l’effigie du Président de la République dont la personne se confondait avec l’Etat, être toujours présent aux manifestations publiques organisées par le Mouvement Populaire de la Révolution,

jouer le rôle de sentinelle de la nation en dénonçant tout suspect au régime, etc.

Comme on peut le constater, les conditions définies dans ces dispositions ne peuvent pas être considérées comme des critères valables pour la création d'un établissement d'enseignement qui appelle une étude minutieuse et une certaine habileté technique.

Il est évident que le militantisme de la deuxième République n'était basé sur aucun contenu précis et objectif. Un militant était tout aussi un danseur ou un chanteur à la gloire du pouvoir, un héraut du pouvoir, un tortionnaire au service du pouvoir... qu'un mobilisateur des masses pour les travaux d'intérêt communautaire ou d'assainissement initiés par le Parti – Etat (Salongo) etc.

Quant à l'article 51, il subordonne la création d'un établissement d'enseignement à la présence d'une infrastructure et de matériels didactiques propres, appropriés et viables ainsi que la détention dans une institution bancaire, d'un montant équivalant à six mois de fonctionnement et de paie du personnel enseignant et administratif.

Cette disposition n'a jamais été respectée. Beaucoup de promoteurs d'écoles privées sont démunis de moyens financiers et créent celles – ci en tant qu'unités de production pour leur survie. Les enquêtes menées auprès des promoteurs d'écoles révèlent qu'aucun d'entre eux n'a justifié, lors de la création de son

établissement scolaire, d'un quelconque montant dans un compte bancaire.

Quant à l'infrastructure (voir dans les lignes qui suivent), l'enquête menée démontre que certaines écoles privées agréées manquent de bâtiments et sont en situation de locataires. D'autres sont sous-logées tandis que certaines autres fonctionnent dans des bâtiments en propre qui ne répondent pas aux normes pédagogiques requises en matière d'infrastructure scolaire.

### **III.1.2. Argumentation sur la crise**

Plusieurs articles de la Loi-cadre sous examen étayent l'argument quant à la crise de l'enseignement en République Démocratique du Congo. Outre ceux déjà évoqués dans les lignes précédentes, deux autres articles donnent des conditions d'agrément. Il s'agit des articles 54 et 56.

Article 54 : L'agrément donnant l'autorisation d'ouverture d'un établissement d'enseignement ne peut être obtenu qu'à la suite :

- d'une demande écrite adressée, sous peine de nullité, au Département ayant l'enseignement maternel, primaire et secondaire dans ses attributions ;
- d'une enquête dont l'objet est défini à l'article 56 de la présente loi

L'agrément est sanctionné par l'arrêté départemental du Conseil Exécutif.

Article 56 : L'enquête dont question à l'article 54 a pour objet d'apprécier :

1. si les locaux remplissent les conditions d'hygiène et de salubrité définis par les règlements en vigueur ;
2. si le promoteur et le personnel préposé à l'enseignement présentent des garanties de moralité ;
3. si le personnel enseignant justifie des titres et qualifications suffisantes pour le niveau dans lequel est appelé à enseigner ;
4. si l'établissement d'enseignement dispose du matériel didactique nécessaire à l'exécution du programme scolaire ;
5. si le promoteur possède, dans une institution bancaire zaïroise, un compte dépôt à terme de six mois avec une somme nécessaire au fonctionnement de l'établissement, dont le montant sera approuvé par le Conseil Exécutif selon les circonstances ;
6. si l'établissement répond aux nécessités géographiques, démographiques, pédagogiques et économiques, telles que fixées par les dispositions de la planification scolaire d'ensemble élaborée par l'Etat.

Dans un délai de six mois de la réception de la demande, l'enquête doit aboutir soit à l'agrément de l'établissement, soit à l'opposition motivée de l'autorité compétente. (20).

Les deux articles (54 et 56) sélectionnés de la Loi-cadre sous étude donnent des conditions d'agrément d'un établissement



privé. Il s'agit dans le fond, d'une enquête qui doit précéder préalablement la reconnaissance de l'existence d'une école par l'Etat. L'étude menée par rapport à cette pertinente question d'enquête révèle que les écoles privées qui poussent à travers le pays en général et dans la ville de Lubumbashi en particulier ont été agréées sans une enquête en amont. La présence de plusieurs arrêtés d'agrément d'écoles signés sans bâtiments physiques fait foi.

L'Etat, qui est le garant du système éducatif semble avoir démissionné de sa tâche principale pour livrer la jeunesse au hasard de la société.

Ainsi, les articles 49,50,51, 54 et 56 relatifs aux conditions d'agrément d'établissement d'enseignement privés tels que développés ont pour toile de fond plusieurs implications d'ordre psycho - pédagogique, moral, économique, politique... qui influent directement sur le niveau scolaire. Parmi les implications, nous pouvons citer :

- a) le rôle du promoteur d'école ;
- b) le recrutement du personnel et d'élèves ;
- c) les faiblesses des pouvoirs publics.

### **1) Le rôle du promoteur**

Nous l'avons déjà dit dans les lignes précédentes, la Loi – cadre donne le pouvoir à toute personne physique ou morale, de créer une école selon les conditions que celle – ci détermine. Beaucoup de promoteurs, fondateurs d'écoles privées n'ont pas de

taille pédagogique pour ouvrir une école. La plupart d'entre eux créent des écoles non pas comme œuvre éducative utile au vrai sens du mot, mais par souci de business ou pour des fins politiques. Un promoteur de telles catégories (homme d'affaires ou homme politique) est généralement dépourvu d'initiatives pédagogiques (21). Le promoteur homme d'affaires considère l'école comme une unité de production, une entreprise commerciale dont on veille sur la rentabilité. C'est ainsi que tous les mécanismes y sont montés pour la collecte des frais de contribution des parents, du produit – minerval et autres sommes connexes à percevoir.

Le caissier est généralement un membre de sa famille. Il veille sur les finances dans les moindres détails.

Au promoteur homme d'affaires, il faut associer beaucoup d'autres personnes parmi lesquelles sont classés les enseignants, les fonctionnaires de l'Etat, les chômeurs, les membres des forces armées, de la police... qui créent des écoles qu'ils considèrent comme moyens de subsistance.

Que peut – on attendre des écoles créées par de tels promoteurs ? Pas grande chose.

Ce sont des écoles où toute action pédagogique piétine, où la formation cède le pas à l'esprit de lucre. Ce sont, pour tout dire, des écoles en crise.

Quant au promoteur homme – politique, l'école est considérée comme un instrument de sa propagande politique. Son nom doit y être mis en vedette pour être suffisamment connu des parents et des élèves. Souvent ceux-ci montent de classe par complaisance, question de caresser l'électorat dans le sens du poil.

## **2) Le recrutement du personnel et des élèves**

L'outrage le plus flagrant que l'on puisse faire aux jeunes enfants est de leur donner des enseignants ne disposant pas d'une formation pédagogique adéquate. Nous voulons parler de la formation de la conscience, de celle scientifique et de l'amour de la tâche.

Notons que l'œuvre éducative est à la fois intellectuelle et humanitaire. Elle est intellectuelle car en tant que transmetteur de connaissances, le maître doit les posséder lui-même avec beaucoup plus d'efficacité et de perfection.

Elle est humanitaire pour la simple raison que l'enseignement demeure une vocation. L'enseignant est un appelé ; il doit aimer son métier et y être attaché. L'enquête menée dans des écoles privées prises comme échantillon nous a révélé que tout le personnel qui y preste n'est pas nécessairement qualifié. Nombre d'entre les dirigeants et les enseignants de ces écoles sont soit sous – qualifiés pédagogiques, soit sous-qualifiés scientifiques. Quelques – uns ont une qualification douteuse et à niveau peu défini issu du CIDEP ou d'autres formules de cours du soir non orientés vers l'enseignement.

Il ne nous a pas été rare de rencontrer dans lesdites écoles, des gradués ou des licenciés en français donnant le cours de géographie ou d'histoire ou parfois des sciences dites exactes et vice –versa (22).

Sur cette question, l'Etat demeure muet et impuissant. L'inspection scolaire fait le travail avec complaisance, sans cœur à la tâche.

En ce qui concerne le recrutement des élèves, dans la plupart des écoles, les inscriptions nous semblent être fantaisistes. Par souci du gain facile et rapide, les élèves y sont inscrits même sans pièces scolaires (23). Il suffit de suivre la publicité sur les médias à longueur des journées pour se rendre compte de l'ampleur du phénomène « marketing ». L'école privée s'identifie alors ici à un produit à vendre soumis à la concurrence de marché. Chaque élève passe tout simplement pour une sorte de « produit marchand » car sa tête est budgétisée et devra générer mensuellement un bénéfice au profit de l'école. Le fonctionnement et la rentabilité de celle-ci tiennent au nombre élevé, quel que soit leur pré-requis. Aussi, rencontre – t – on dans ces établissements, une surpopulation scolaire qui entrave l'action psycho – pédagogique de l'enseignant.

Dans certains cas, quelques écoles privées n'organisent que les classes de sixième, remplies d'apprenants en provenance de divers horizons avec des disparités de niveaux. Parmi eux, d'autres n'ont pas suivi un cursus primaire et secondaire régulier. Il est impensable

que ce fait se passe sous les yeux de l'inspection scolaire sensée mettre de l'ordre dans le secteur.

Soucieuses d'avoir le plus grand nombre d'élèves possibles pour maximiser les recettes, ces genres d'écoles foulent aux pieds tout critère rigoureux de passage de classe. Les élèves montent d'une classe à une autre sans le moindre effort. Ici, existe une catégorie « d'élèves spéciaux », c'est- à – dire, ceux dont les parents sont nantis et qui ont la facilité de payer les différents frais exigés à l'école et parfois, de venir en aide aux enseignants ou au promoteur. Il est généralement hors de question que ces « élèves spéciaux » reprennent la classe. Ce qui accentue l'indiscipline à l'école.

### **3) L'infrastructure**

De même qu'un menuisier ne peut travailler s'il ne possède pas son établi, ses outils bien en ordre et en parfait état, de même un maître consciencieux avant de faire entrer ses élèves en classe, doit s'assurer que son local et le mobilier scolaire répondent aux nécessités de l'exercice de son métier (24). Le discours contenu dans la pensée des auteurs ci-haut évoqués témoigne de la nécessité de bonnes conditions d'études. Il relève l'importance de l'infrastructure dans l'action éducative qui, du fait de sa percée sur le développement national intégré, doit s'offrir dans un environnement convenablement assaini. L'infrastructure assainie implique des locaux répondant aux normes psycho-pédagogiques,

un mobilier apte à accueillir le public scolaire, une cour de récréation sur laquelle doivent s'émouvoir les élèves, un matériel didactique approprié conduisant vers une école formatrice et productrice d'idées et d'intelligences. Comme le dit Paulo Freire dans sa « Pédagogie des opprimés », le but de l'éducation n'est plus seulement d'apprendre quelque chose à son interlocuteur, mais de chercher avec lui, les moyens de transformer le monde dans lequel ils vivent » (25).

En effet, par esprit de lucre, beaucoup de promoteurs n'hésitent pas à aménager leurs propres habitations, leurs annexes de maisons, leurs salles de cinéma...pour y abriter des classes de cours qui ne répondent à aucune norme pédagogique requise. Les élèves s'y trouvent entassés et les conditions d'études y sont anti-pédagogiques. Certains bâtiments scolaires des écoles privées sont construits au mépris de dimensions pédagogiques exigées et sans cours de récréation. Ces classes pèchent contre les articles 55, point 14 et 56, point 6 de la Loi-cadre qui voudrait que l'établissement scolaire réponde aux nécessités géographiques, démographiques, pédagogiques... telles que fixées par les dispositions de la planification scolaire d'ensemble élaborée par l'Etat (26).

L'infrastructure des établissements scolaires privés présente dans certains cas, un aspect extérieur qui attire mais dont l'intérieur ne répond à aucune norme pédagogique. C'est ainsi que

Heidi Kabangu qualifie de « trompe l'œil » les locaux de l'école privée (27).

En effet, un coup d'œil jeté sur plusieurs écoles privées de la ville de Lubumbashi révèle que plus de 80% d'entre elles ne répondent pas aux conditions pédagogiques telles que stipulées dans la Loi – cadre sous examen.

Ceci est d'autant plus vrai que même la récente instruction académique n° 015/MINESURS/CABMIN/BCL/GGP/2013 du 13/09/2013 du ministre de l'Enseignement Supérieur et Universitaire, reconnaît les faiblesses quant à l'infrastructure. Sur un ton sans complaisance, le Ministre met l'accent sur la prolifération d'établissements d'enseignement supérieur et universitaire (1000 au total) dont le nombre contraste avec les ressources qui font la valeur et la fierté d'un Etablissement ; la majeure partie fonctionnant sans infrastructures en propre, sans équipements didactiques appropriés et avec uniquement le personnel scientifique (28).

Ici, il est évident que le Ministre reconnaît implicitement que l'enseignement supérieur congolais est dans une profonde crise. Comment peut – on concevoir une université sans bâtiments ? Sans équipements didactiques, sans bibliothèques et sans enseignants attirés ? Que peut-on attendre de la formation des étudiants sortis de tels établissements ?

Nous pensons que l'Etat, en tant que régulateur du système éducatif, demeure le seul responsable de cette situation. La négligence du suivi de l'action éducative reste un des fléaux ayant conduit à la mort lente de l'enseignement dans le pays.

L'agrément des écoles privées par l'Etat s'accompagne d'un mouvement de désordre généralisé. Tout homme peut créer une école : les fonctionnaires de l'enseignement (inspecteurs, directeurs d'écoles, enseignants et autres auxiliaires de l'enseignement), les paysans, les hommes politiques, les opérateurs économiques, les militaires, les vendeurs de marché etc. Et cela se fait sans enquête préalable comme stipulé plus haut, le dossier incombant à la responsabilité de l'Etat.

#### **4) Les faiblesses des pouvoirs publics :**

Lorsqu'on analyse attentivement le texte de loi sous examen, on se rend compte que la pratique du dossier relatif à l'enseignement a été et est plus qu'insuffisante de la part des pouvoirs publics. Le non – respect de la loi, l'insuffisance ou la quasi – inexistence du contrôle, le manque de motivation à la tâche assortie d'une corruption généralisée et d'autres anti-valeurs etc. sont autant de maux qui rongent le secteur de l'enseignement. Au mépris de la loi, plusieurs écoles naissent sans aucun ordre de planification ; situation bien entendu, encouragée par les pouvoirs publics. Ce que reconnaissent Tambwe Dume Pongu et Buakasa Tulu Kia Mpanzu qui abondent dans le même sens lorsqu'ils parlent



des erreurs de planification issues de l'implantation de nouvelles classes, imputables à la politique de démocratisation de l'enseignement à tous les niveaux, sans véritables moyens d'exécution (29).

Il faudrait noter que l'étude de la crise de l'enseignement décortiquée au regard de la loi-cadre du 22 septembre 1986 comme l'une des causes de ce fléau nécessite que soient présentées certaines propositions de remèdes en rapport avec l'amélioration du système d'enseignement.

#### **IV Quelques propositions de suggestions pour le redressement de l'enseignement**

La Loi-cadre du 22 septembre 1986 relative à l'enseignement national vient d'être présentée comme l'une des causes de la baisse de notre système d'enseignement.

En effet, en libéralisant un domaine aussi technique, sensible et vital pour le développement de la nation comme l'enseignement, en ouvrant la création d'écoles à n'importe qui, sans encadrement rigoureux en amont et en aval, l'Etat venait d'assener un coup fatal à ce secteur. Il en diluait les ingrédients substantiels et le précipitait dans l'abîme.

Dans les lignes qui suivent, nous nous efforçons, autant que faire se peut, de donner quelques remèdes considérés par nous comme des pistes de solutions pour sauver ce qui pourrait l'être.

#### **IV.1. Suppression de toutes les écoles privées sans normes psycho-pédagogiques légales**

Elles sont nombreuses des écoles qui nécessitent la suppression en République Démocratique du Congo et qui contribuent à la chute du niveau scolaire.

Il s'agit :

- Des écoles privées sans bâtiments viables et matériels adéquats ;
- Des écoles privées n'organisant que la classe de 6<sup>ème</sup> secondaire ;
- Des écoles privées sans enseignants requis etc.
- Des écoles privées sans population scolaire ; etc.

#### **IV.2. Renforcement de la pratique du contrôle pédagogique de l'enseignement**

Dans la Loi – cadre sous étude, il est prévu aux articles 82 et 83, un contrôle pédagogique, administratif, financier et médical par l'Etat des établissements publics et privés et ce, par un corps d'inspecteurs.

Il s'avère que dans la pratique, ce contrôle se fait avec beaucoup de complaisance ou ne se fait pas du tout. Secoués par la précarité de la vie, les inspecteurs se contentent de rançonner les directions scolaires au coup des rapports fantaisistes. Certains parmi

eux, profitant des facilités que leur offre la présence dans le corps, n'hésitent pas à obtenir des arrêtés en tant que promoteurs d'écoles (30). Celles –ci ne sont soumises à aucun contrôle exigé par la loi en la matière.

On remarque ainsi une démission de ce corps vis-à-vis de sa tâche principale, celle de contrôler les ressources pédagogique, administrative, financière et médicale et proposer des suggestions aux autorités compétentes (31).

Il y a pour tout dire, au sein de ce corps, une crise morale, une démission face au sens de l'autorité et une pléthore d'inconscience.

Pour améliorer les performances et la qualité du travail de cette catégorie, il faudrait une motivation conséquente en terme de rémunération.

### **IV.3. Amélioration des conditions salariales**

Il est évident que le métier d'enseignant en République Démocratique du Congo a perdu de tout son éclat d'antan. Hier cadre considéré et estimé dans la société, l'enseignant congolais est devenu aujourd'hui la risée de celle – ci. Cette considération est due aux mauvaises conditions matérielles qui le plongent dans la misère la plus noire. Son salaire ne pourrait lui permettre de subvenir aux besoins vitaux. Il se trouve en quête permanente de survie et est incapable de concentration sur le plan pédagogique. C'est dans ce

cadre que depuis 1993, les parents contribuent mensuellement aux études de leurs enfants par un montant appelé communément FIP (frais d'intervention ponctuels), supplétif au salaire qu'offre l'Etat.

De la précarité de la vie, les enseignants des écoles privées sont également frappés. Considérés comme des travailleurs privés sans statut légal, leur sort est soumis généralement aux caprices de promoteurs. Leurs salaires sont fixés arbitrairement et ne permettent pas de couvrir tous les besoins sociaux de base. Le gros de recettes entrant dans la caisse du fondateur de l'école.

#### **IV.4. Instauration d'un service de contrôle et d'archivage des pièces scolaires**

Dans leur travail déjà cité, Tambwe Dume Pongu et Buakasa Tulu Kia Mpanzu (32), reconnaissent la pratique incoercible de faux documents scolaires (bulletins, certificats et diplômes) comme l'une des causes de la crise de l'enseignement en République Démocratique du Congo.

Ce fait est d'autant plus vrai que la circulation de fausses pièces scolaires reste un fléau dans le circuit du système éducatif de notre pays. Suite à la complaisance de certains chefs d'établissements et à la floraison des écoles privées créées sans contrôle par les pouvoirs publics, bon nombre de documents scolaires sont injectés dans les méandres de l'enseignement. Plusieurs élèves faibles passent d'une école à une autre avec chaque fois un bulletin de fraude et ce, au vu et au su des responsables

scolaires (enseignants, chefs d'établissements, inspecteurs...) et des parents. Peu d'élèves consentent aujourd'hui à reprendre l'année.

Ainsi, face à ce drame qui mine notre enseignement, il est plus qu'impérieux que l'Etat trouve un mécanisme dont le but serait de contrôler rigoureusement le circuit des pièces scolaires. Cette situation passerait par un service à mettre en place.

Le service créé pour cette fin devrait avoir un modèle unique de bulletin et un fichier d'archivage pour chaque école. Les bulletins délivrés par celle-ci devraient être estampillés une fois les points remplis, par le service et les doubles archivés en photocopie par lui. Ce qui faciliterait la tâche de contrôle aux inspecteurs pour la simple raison qu'un bulletin non archivé par ledit service serait considéré comme un faux.

#### **IV.5. Une formation continue des enseignants**

Le maître, en tant que transmetteur de connaissances, doit posséder celles-ci plus que les apprenants. Ceci est d'autant plus vrai que l'enseignant demeure un éternel étudiant, « un être en devenir, un être inachevé... » « Aussi, l'éducation doit-elle se refaire constamment dans la praxis » (33).

La formation continue, nécessaire à tout éducateur, reste une sorte d'exercice pratique pour le renouvellement des connaissances. Si le diplôme confère à l'enseignant l'autorité d'éduquer et de transmettre la matière, il ne le dédouane pas de la

formation continue. L'expérience montre que les connaissances acquises qui ne sont pas entretenues, renouvelées et mises à jour, finissent par s'atrophier, sinon, par disparaître. D'où l'importance de la formation continue.

## **CONCLUSION**

En 1986, le Chef de l'Etat promulguait la Loi-cadre de l'enseignement avec comme motivation, l'adaptation des textes législatifs aux réalités du pays.

Elaborée dans un contexte politique d'un régime fort, cette loi semble être, au regard de son analyse, l'une des causes de la crise de l'enseignement en République Démocratique du Congo.

En effet, par la libéralisation de l'enseignement ; une libéralisation non encadrée en amont et en aval, l'Etat congolais venait, par ladite loi, d'ouvrir ce secteur à une crise.

On assista (et on assiste encore) à une floraison d'écoles dont beaucoup ne répondent à aucune norme pédagogique pour offrir un encadrement épanoui. La Loi – cadre aux critères flous sembla surprendre l'Etat lui-même. Aucune condition reprise dans le texte pour la création d'une école ne fut respectée. L'école est créée, non pas par souci de formation et d'éducation, mais par esprit de lucre. Elle devient ainsi une entreprise commerciale au profit de son créateur et ce, au mépris de toute logique pédagogique. Des maisons d'habitations ou autres bâtiments d'infortune sont

transformés en classes de cours, les matériels didactiques et l'approvisionnement en manuels scolaires, le recrutement normal d'élèves... sont le cadet de soucis du promoteur d'école.

Véritable entreprise commerciale, l'école privée est généralement articulée sur des allures capitalistes. Visant un plus grand profit, le promoteur fixe le barème salarial pour son personnel selon son bon vouloir. On remarque que dans ces écoles, les agents sont souvent mal rémunérés. D'où la démotivation.

Dans la foulée, l'Etat qui contrôle les écoles privées avec complaisance ou ne le fait pas du tout, laisse libre cours à toutes sortes d'anti-valeurs qui minent l'éducation et reculent le niveau intellectuel des élèves.

C'est dans ce contexte qu'il passe pour le premier responsable de la détérioration du système éducatif, étant le régulateur numéro un de l'enseignement.

## NOTES

- (1) Nous sommes pédagogue de formation et de carrière. Diplômé d'humanités pédagogiques du secondaire et agrégé de l'enseignement secondaire supérieur, nous traînons derrière nous, une longue expérience pratique de l'enseignement primaire et secondaire où nous avons presté pendant plusieurs années dans plus d'une vingtaine d'écoles primaires et secondaires parmi lesquelles cinq écoles privées. Nous sommes à ce titre un observateur participant.

- (2) FELZ, G., (1976) « Ecole rurale et expansion missionnaire au Shaba (1885 – 1939) », in Etudes d'Histoire Africaine (VIII), Université Nationale du Zaïre, Lubumbashi, pp. 9-53.
- (3) MUMBANZA MWA, B., (1976) « Les établissements d'enseignement public à l'époque de l'EIC. » La colonie scolaire de Nouvelle – Anvers (1892 – 1913) », In Etudes d'Histoire Africaine, VIII, Université Nationale du Zaïre Lubumbashi, 1976, pp.87-129.
- (4) IDEM, p.91
- (5) B.O. 1890, pp. 120 – 122.
- (6) LYCOPS, A., et TOUCHARD, G.,(1903) Recueil usuel de la législation de l'Etat Indépendant du Congo, T.1. (1876 – 1891), Bruxelles, pp.441 – 442.
- (7) B.O. 1892, pp. 188 – 195.
- (8) Loi – cadre n° 86/005 du 22 /9/1986 de l'enseignement national (cfr. Exposé des motifs).
- (9) IBIDEM.
- (10) ABOU KHALIL, G.,(Janvier 1979) « La dimension humaine dans la crise de L'éducation », In Zaïre – Afrique, n° 131, p.46.
- (11) KAMANA, « L'éducation intégrale », in Zaïre – Afrique, n° 134, (avril 1979), p. 239.
- (12) IBIDEM
- (13) IDEM, pp. 239 – 240



- (14) Cité par Harold, P.(1970), Demain la Pédagogie, Edition Magnard, France, p. 105
- (15) WAKWENDA,B., et KABAMBA, TSH.(1988), L'enseignement s'interroge. Cas du Zaïre, document inédit, Lubumbashi, p. 17.
- (16) NGAMBA, R., (Avril 1993) « L'enseignant de Kikwit est-il un paria de la société ? » In Renaître, n° 4 et 5, p. 11.
- (17) Loi-cadre n° 86/005 du 22/09/1986 (cfr. Exposé des motifs)
- (18) Discours du Commissaire d'Etat NZEGE à l'occasion de la promulgation de la « Loi – cadre du 22 septembre 1986 ».
- (19) Loi- cadre du 22/09/86 ( Cfr. Articles 49, 50 et 51)
- (20) Loi – cadre du 22/09/86 (Cfr. Articles 54 et 56)
- (21) Témoignage de ILUNGA KADI KASWILO, enseignant dans une école privée (Lubumbashi, le 22/8/2013). Nous confirmons également ce fait en tant qu'ancien enseignant dans une école privée, tenue par un Homme d'affaires.
- (22) Cas vécu par nous-même : comme licencié en histoire, nous avons été amené à donner cours de Mathématiques et de Physique au Complexe Scolaire WAKUBIKUYU à Lubumbashi, une école privée.
- (23) Ce cas est rencontré dans plusieurs écoles privées.
- (24) VAAST, P., et MEDARD,R.(1962) Pédagogie pratique et morale Professionnelle (Afrique – Madagascar), Didier, Paris, p. 20

- (25) FREIRE, P., (1977) Pédagogie des opprimés suivis de  
Conscientisation et Révolution, François Maspero, Paris  
Vème,
- (26) Cfr. Articles 55, point 14 et 56 point 6 de la Loi-cadre du 22  
septembre 1986 sous études.
- (27) EIDI, K.,(1987) « L'école privée : qui doit en profiter ? »,  
In éducateur, n°16, Kinshasa, pp. 22 – 23
- (28) CHELO LOTSIMA, Instruction académique n°  
015/MINESURS/CABMIN/BC/GGP/2012 du 13/09/2013  
portant directives sur la rentrée académique 2013 – 2014 à  
l'attention des chefs d'établissements publics et privés  
d'enseignement supérieur, universitaire et recherche  
scientifique (p.30). Dans cette situation, le Ministre renseigne  
qu'avec ses 1000 établissements d'Enseignement Supérieur et  
Universitaire publics et privés confondus, la République  
Démocratique du Congo occupe la 4<sup>ème</sup> place au monde après  
la Chine (1.389) ? L'Inde (1.260), la France (1.029). Les Etats  
– Unis d'Amérique (573), le Canada (566) et la Belgique  
(241) viennent loin derrière (p.29).
- (29) TAMBWE DUME,P., et BUAKASA TULU KIA,M.(1981),  
Pour une école nouvelle, Collection « Etudes », Edition  
ANAPEZA (S.l.), 1981, p.6.
- (30) Ces cas sont nombreux dans la ville de Lubumbashi. Nous  
même, nous avons eu à diriger en tant que chef

d'établissement, une école (Institut Yuba) dont le promoteur est un Inspecteur Principal Adjoint

(31) Loi – cadre du 22/9/1986 (Article 88)

(32) TAMBWE DUME, P., et BUAKASA TULU KIA, M.,  
op.cit.p.7.

(33) FREIRE, P., op.cit. p.67.

## **BIBLIOGRAPHIE**

- ABOU KHALIL, 6, (Janvier 1979) « La dimension humaine la crise de l'éducation » in Zaïre – Afrique, n° 131.
- B.O. 1890
- B.O.1892
- CHELO LOTSHIMA, Instruction académique n° 015/MINESURS/CABMIN/BCL/GGP/2013
- FELZ, G.,(1976) « Ecole rurale et expansion missionnaire au Shaba (1885 – 1939) », In Etudes d'Histoire Africaine (VIII), Université Nationale du Zaïre, Lubumbashi,
- FREIRE, P.,(1977) Pédagogie des opprimés, suivi de Conscientisation et Révolution, François Maspero, Paris V.
- HAROLD, P., (1970) Demain la Pédagogie, Edition Magnard, France.
- HEIDI, K., (1987) « L'école privée : qui doit en profiter ? », In Educateur, n° 16, Kinshasa.

- KAMANA., (1979) « L'éducation intégrale », In Zaire – Afrique, n° 134.
- LOI-CADRE n° 86/005 du 22/09/1986 (Loi – cadre de l'enseignement national).
- LYCOPS, A., et TOUCHARD, G., (1903) Recueil usuel de la législation de l'Etat Indépendant du Congo, (1876 – 1891), T1, Bruxelles, 1903.
- MUMBANZA MWA, B., (1976)., « Les établissements d'enseignement public à l'époque de l'EIC. La colonie scolaire de Nouvelle – Anvers (1892 – 1913) », in Etudes d'Histoire Africaine, VIII, Université Nationale du Zaïre, Lubumbashi,
- NGAMBA, Pr, (1993), « L'Enseignement de Kikwit est – il un paria de la société ? », In RENAITRE, n° 4 et 5,
- TAMBWE DUME, P., et BUKASA TULU KIA, M., (1981), Pour une école nouvelle, Collection « Etudes », Edition ANAPEZA (S.l.).
- VAAST, P., et MEDARD, R, (1962), Pédagogie pratique et morale professionnelle (Afrique – Madagascar), Didier, Paris,
- WAKWENDA, B., et KABAMBA, TSHI. , (1988), L'enseignement s'interroge. Cas du Zaire, document inédit, Lubumbashi.

**ESSAI D'AJUSTEMENT DES CONSULTATIONS PAR UNE  
DISTRIBUTION STATISTIQUE A LA BIBLIOTHEQUE  
CENTRALE ISP /LUBUMBASHI :**

**CAS DES CONSULTATIONS SUR PLACE DE 1994-1997**

Par

**TSHISOLA KALENDA <sup>(1)</sup>**

**I. INTRODUCTION GENERALE**

**I.1 EXPLICATION DU SUJET**

C'est un lieu commun de constater aujourd'hui que la lecture occupe peu d'importance dans la vie des intellectuels congolais. Ceci se manifeste par la crise de la fréquentation de la bibliothèque. D'une importance capitale dans les Instituts Supérieurs et Universités de Lubumbashi. Consultation des bibliothèques y est quasi-absente. Certes, les différents lecteurs montrent encore, dans une variable, des traces d'une lecture sérieuse, et la bibliothèque Centrale de l'ISP/Lubumbashi ne fait pas exception d'avoir des lecteurs sporadique.

En vue de dégager les divers types des consultations, nous avons choisi les consultations qui sont à la baisse ces dernières années.

D'entrée de jeu, la bibliothèque Centrale de l'ISP/Lubumbashi détient un fond documentaire très important,

---

*(1) Assistant à l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi*

évalué à plus ou moins 32780 livres, 235 tirés d'articles divers et travaux de fin d'études

Les travaux de KABONGO K.(1991), de MUKUNA K.(2001) ; de KATANGA TSHI.(1991) ... mettent en évidence des fortes fluctuations des consultations d'ouvrage sous forme de fréquentation d'étudiants à la bibliothèque et de cartographie des bibliothèques dans la ville de Lubumbashi.

Aujourd'hui on s'inquiète et on s'interroge sur l'avenir de la bibliothèque générale et en particulier des consultations qui sont mise en cause dans l'institution. Ceci entrainerait des conséquences néfastes sur le bilan des consultations. Cette situation d'actualité fait raisonner plus d'une personne ; et doit interpeller les bibliothèques et les autorités en place. Barnett (1987)

Pour répondre à ces préoccupations, nous nous sommes posé une question urgente: quelle est la tendance ajustée des consultations sur place à la bibliothèque Centrale de l'ISP/Lubumbashi?

Nous avons trouvé l'opportunité d'entreprendre un ajustement des consultations tout en initiant une prévision à partir des données complètes de trois années successives, soit de 1994 à 1997.

Notre étude se limite à un aspect: les consultations sur place. Un vaste champ d'investigation reste inexploité, malgré les quelques rares études introductives.

Cet ajustement des données se propose plus largement de traiter l'information liée à la présence conjointe des variables. Elle nous aiderons de saisir à la fois l'impact et les limites notre étude en passant par une prévision.

C'est pourquoi nous avons voulu vérifier la qualité de l'ajustement et apprécier les prévisions pour trente années.

Ainsi en analysant la variation des données directes des consultations, nous avons estimé en guise d'hypothèse, que les consultations étaient à la baisse. Gelfand (1968)

Disons avec HOUYOUX J. et Lécoahet (1975). (2) que c'est la méthode qui donne à toute recherche ses lettres de créance. La méthode et la technique que nous avons utilisées reposent sur l'étude statistique et l'analyse des données des consultations sur place au cours des années antérieur depuis 1994 jusqu'à 1997.

## **I.2 SUBDIVISION DU TRAVAIL**

Notre étude se divise en deux grands points hormis l'introduction générale et la conclusion.

Dans la première partie, nous présentons des données brutes suivies d'un traitement des données adéquates.

Dans la seconde partie, il sera question de la discussion et de l'interprétation des résultats qui se clôture par une prévision de données déjà traitée.

### **L'analyse s'est faite en deux temps :**

Le premier concerne l'ajustement et le deuxième concerne à son tour la prévision. Sur base du coefficient de Spaerman. L'ordinateur nous a permis de synthétiser les données brutes en possession.

Après tout le mécanisme de traitement des données, une discussion et une conclusion sanctionnent **l'analyse**. Divers ouvrages nous ont servi à enrichir nos connaissances, tandis que la méthode inducto-déductive nous a servi de tremplin à la mathématisation des données et de la théorie.

## **II. PRESENTATION DE DONNEES**

### **A. Ajustement des données**

Les données sont présentées dans un tableau à double entrée qui reprend les mois et les années. Le tableau N°1 nous présente les données brutes recueillies au service des prêts de la bibliothèque Centrale de l'ISP/Lubumbashi.



**TABLEAU N°1 : Tableau des données brutes des consultations**

<b>Mois</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>	<b>Total</b>
<b>Années</b>													
1994	22	39	25	16	38	36	52	65	53	59	63	47	515
1999	10	63	85	73	41	65	35	22	23	26	39	32	532
1997	17	11	16	33	34	53	110	59	8	11	15	18	385

Source : Enquête au service de prêt 2003 et Cahier de consultation.

Sous forme logarithmique découlant du tableau N°1, comportant les données brutes, le logarithme de **n** soit **log n** appliqué aux données brutes sert à la réduction des valeurs des consultations rabattis à niveau traitable des données. (Cailliez F. et Rainville, 1976)

### **II.1.1 Traitement des données**

Soumettons les données brutes de consultation à un traitement statistique souhaitable.

L'équation suivante :  $Y = Ax + B$  permet d'effectuer nos calculs ; mais dans le cas qui est le nôtre, nous avons la forme ci-après :  $Y = A.t + B$ . (Cailliez F. et Rainville J. 1976)

D'où = Variable expliquée perçue par la consultation.

T = variable explicative

A = coefficient de consultation traduisant du moment où se manifeste un signe négatif ou positif.

Le tableau N°2 reprend la consultation recommandée après la réduction au niveau du **log.n** sur base du tableau N°1.

**Tableau N°2 : Tableau de réduction des données brutes à un niveau traitable**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Année												
1994	1,34	1,59	1,39	1,2	1,57	1,55	1,71	1,81	1,72	1,77	1,8	1,67
1999	1	1,8	1,93	1,86	1,61	1,81		1,54	1,36	1,41	1,59	1,51
1997	1,23	1,04	1,2	1,52	1,53	1,72	2,04	1,77	0,9	1,04	1,18	1,26

Nos calculs. Cahier de consultation 2003.

**Tableau N°3 : Sur base du tableau initial N°1 que nous concevons.**

**Le Tableau N°3 des consultations recommandées.**

T	Xi	T2	Y2	Ty
1	1,34	1	1,80	1,34
2	1,59	4	2,53	3,18
3	1,39	9	1,93	4,17
4	1,20	16	1,44	4,8
5	1,57	25	2,46	7,85
6	1,55	36	2,40	9,30

<b>T</b>	<b>Xi</b>	<b>T2</b>	<b>Y2</b>	<b>Ty</b>
7	1,17	49	2,92	11,97
8	1,81	64	3,28	14,48
9	1,17	81	2,96	15,48
10	1,77	100	3,13	17,7
11	1,80	121	3,24	18,8
12	1,67	144	2,79	20,04
13	1	169	1	13
14	1,80	196	3,24	25,2
15	1,93	225	3,72	28,95
16	1,86	256	3,46	29,76
17	1,16	289	2,59	27,37
18	1,81	324	3,28	32,4
19	1,54	361	2,37	29,26
20	1,34	400	1,80	26,8
21	1,36	441	1,85	28,56
22	1,41	484	1,99	31,02
23	1,59	529	2,53	36,57
24	1,51	576	2,28	36,24
25	1,23	625	1,51	30,75
26	1,04	676	1,08	27,04
27	1,20	729	1,44	32,4

<b>T</b>	<b>Xi</b>	<b>T2</b>	<b>Y2</b>	<b>Ty</b>
28	1,52	784	2,31	42,56
29	1,53	841	2,34	44,37
30	1,72	900	2,96	51,6
31	2,04	961	4,16	63,24
32	1,77	1024	3,13	56,64
33	0,90	1089	0,81	29,7
34	1,04	1156	1,08	35,36
35	1,18	1225	1,39	41,3
36	1,26	1296	1,59	45,36
Total/666	54,31	12206	84,79	957,56

Source : nos calculs. Cahier des consultations 2003

Sur base du tableau initial effectuons ces différents calculs.

$$T=666/36=18,5 \text{ Ent avec } n=36$$

$$Y=54,31/36=1,50 \quad Y=2yn$$

$$T2=19206$$

$$Y2=84,79$$

$$Ty=975,56$$

$$A=ty-ntyT^2-nt^2 \quad b=y-at$$

$$\text{Alors } a=975,56-36 \cdot 18,5 \cdot 1,50 / (666 \cdot 36 - 36 \cdot 18,5^2) = 975,56 - 999,16206 / 12321 = -23,443885 = -0,006$$

$$B=1,50 - (-0,006) \cdot 18,5 = 1,50 + 0,111 = 1,611$$

$$\text{Alors } y=0,006T+1,611$$

Nous pouvons faire varier t de 1 à 36 pour faire un tableau des consultations estimées. Le tableau N°3 nous présente une estimation des consultations par an et par mois.

**Tableau N°4 Estimation des consultations**

<b>Mois</b>	<b>J</b>	<b>F</b>	<b>M</b>	<b>A</b>	<b>M</b>	<b>J</b>	<b>J</b>	<b>A</b>	<b>S</b>	<b>O</b>	<b>N</b>	<b>D</b>
<b>Année</b>												
1994	1,60	1,59	1,59	1,59	1,58	1,57	1,56	1,55	1,56	1,55	1,55	1,54
1996	1,53	1,53	1,52	1,52	1,51	1,50	1,50	1,49	1,49	1,48	1,47	1,47
1997	1,46	1,46	1,45	1,44	1,43	1,43	1,43	1,42	1,41	1,40	1,40	1,40

Pour ce faire, il faut ôter les influences saisonnières par la méthode de Trend qui nous facilite à dessaisonnaliser les données brutes dans le processus de la consultation à la bibliothèque ; ceci étant, illustrons un autre tableau coefficients saisonniers. Ce tableau est obtenu en prenant le rapport entre la consultation observée du tableau N°2 et celle qui est calculée.

**Tableau N°5 : tableau des coefficients saisonniers des consultations.**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Année												
1994	0,83	1	0,87	0,75	0,98	0,98	1,09	1,16	1,10	1,14	1,16	1,08
1996	0,65	1,27	1,22	1,07	1,07	1,21	1,03	0,90	0,91	0,95	1,08	1,03
1997	0,84	0,71	0,83	1,06	1,06	1,20	1,43	0,25	0,64	0,74	0,84	0,9

Source: Nos calculs 2003

A partir de ce tableau N°5, éliminons l'influence saisonnière et accidentelle, en qu'aléas dans le processus de consultation en multipliant les données du tableau N°2 par le coefficient saisonnier du mois correspondant.

**Tableau N°6. Tableau d'évaluation des consultations désaisonnalisées**

Mois	J	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D
Année												
1994	1,11	1,59	1,21	0,9	1,55	1,82	1,82	1,10	1,82	2,02	2,09	1,80
1996	0,65	2,12	2,45	2,27	1,72	1,77	1,68	1,55	1,50	1,34	1,72	1,56
1997	0,80	0,74	1	1,61	1,62	2,06	2,92	2,21	0,58	0,77	0,99	1,13

Source : Nos calculs 2003

Ce faisant, comme la liaison est parfaitement établie entre l'évolution des consultations et le temps convenable, jugeons-nous d'indiquer la proportion d'influence du temps sur l'évolution des consultations des ouvrages sur place, en recourant à la formule de coefficient de corrélation  $r$  en sigle, qu'on pourra consulter les documents par toute bonne raison où le pronostic prévisionnel dépouillé de toute influence saisonnière et accidentelle est suivant : les consultations se feraient d'évolution vers les années futures et cela à une seule condition, le recours à la rationalité dans l'affectation de nouveaux lots d'ouvrages en recherche scientifique.

### **B. Prévision des consultations de la bibliothèque Centrale**

Une prévision peut être définie comme une étude préalable de la décision, de la possibilité et de la volonté de l'accomplir.

La raison majeure qui justifie les prévisions est donc l'existence d'événements futurs que nous ne connaissons pas et qui sont importants pour les décisions à prendre à un moment donné.

On peut considérer que toutes les prévisions sont élaborées dans le but de prendre des décisions dans l'incertain. Certes, toute situation étant égale par ailleurs, la prise de décision présentée un aspect fondamental :

Il faut prédire les circonstances qui entourent cette décision et cette situation. De telles prédictions généralement rangées sous le titre de prévision, sont identifiées comme un élément clé dans le processus de prise de décisions.

En principe, les prévisions sont fondées directement ou indirectement sur des informations obtenues à partir des données historiques.

Par équation  $X(t) = 1489,28 - 7,25t$  et en remplaçant dans le modèle retenu les différentes valeurs de  $t$ , dans le tableau N°6 ; soit de  $t=4,5 \dots 10$ , nous aurons des prévisions pour « à ans soit de l'année 1998 à l'année 2022.

**Tableau N°7 : Tableau des prévisions des consultations réelles**

<b>Année</b>	<b>Temps</b>	<b>Consultations réelles</b>
1998	4	1460,28
1999	5	1453,03
2000	6	1445,78
2001	7	1438,53
2002	8	1431,28
2003	9	1424,03
2004	10	1416,78
2005	11	1409,52
2006	12	1402,28
2007	13	1395,03
2008	14	1387,78
2009	15	1380,53
2010	16	1373,28



<b>Année</b>	<b>Temps</b>	<b>Consultations réelles</b>
2011	17	1366,03
2012	18	1348,03
2013	19	1351,53
2014	20	1344,28
2015	21	1337,03
2016	22	1329,78
2017	23	1322,53
2018	24	1315,28
2019	25	1308,03
2020	26	1308,03
2021	27	1293,53
2022	28	1286,28

Source : Nos calculs 2003

Il ressort de ce tableau N°7 que la droite des prévisions des consultations réelles affiche une signification à la baisse.

### **III. DISCUSSION ET INTERPRETATION DES RESULTATS**

**Du point de vue de l'abonnement:** les conditions d'abonnement étant claires, les étudiants ont une certaine paresse à s'abonner à la bibliothèque alors qu'il ne fait que deux photos passeport pour l'identification de la carte de lecteur.

En principe, les étudiants ne sont pas initiés à la lecture c'est pourquoi certains d'entre eux cherchent toujours une facilité dans la rédaction des travaux pratiques voir même des travaux de fin de cycle. Par conséquent, l'aspect fondamental de la recherche scientifique est négligé et les étudiants finissent par minimiser la bibliothèque scientifique à L'ISP/Lubumbashi pour la simple raison que les ouvrages intéressants ne se retrouvent qu'ailleurs.

D'une part, cette raison est valable par ce qu'un chercheur ne doit en aucun cas se borner à un abonnement dans une bibliothèque, d'autre part, les chercheurs à l'ISP/ne prennent jamais la peine de connaître à fond ce que détient la bibliothèque, à part ce courage de demander aux autres lecteurs ce qu'eux ont déjà parcouru. Aussi la faiblesse de l'étudiant actuel réside dans l'ignorance de la consultation de la bibliothèque source de toutes connaissances intellectuelles.

L'abonnement en soit n'est qu'un acte formel par lequel le chercheur est inscrit en qualité de lecteur régulier et légal. Il est étonnant que cet acte ne soit pas pris au sérieux par les lecteurs, ceci montre à suffisance que cette catégorie de chercheur n'a pas la culture de la recherche dans une bibliothèque. Il est important de signaler que dans le dépouillement, nous avons remarqué que la bibliothèque a des lecteurs potentiels par période et par cycle à part les lecteurs indépendants qui n'ont pas de prestations fixes ou régulières.

Du point de vue fond documentaire : la bibliothèque Centrale détient un fond documentaire très important, capable de couvrir toute la recherche scientifique quelque soit le domaine d'étude. Evalué à plus ou moins 40000 livres, plus les articles divers, le patrimoine exige la présence d'un spécialiste pour sa gestion capable de tenir les informations à jour et à subir les différentes formations de son domaine afin de classer la bibliothèque Centrale ISP/Lubumbashi à une étude échelle de valeur considérée par les spécialistes.

Dans la crise de confiance des lecteurs (étudiants, personnel scientifique et administratif, chercheur indépendant,...) la valeur scientifique tend à régresser davantage, parce que le fond documentaire est négligé, l'utilisation des agents non qualifiés, le manque de la filière des bibliothécaires, ces facteurs donnant lieu à une déconsidération de ce patrimoine du savoir. Ces facteurs aujourd'hui n'ont qu'un aspect de tradition qui se perpétue. Par conséquent, les consultations affichent une diminution très remarquable au niveau approprié. Le manque de confiance des étudiants dans cette bibliothèque en fait régresser davantage la valeur scientifique. Le fond documentaire est négligé, entraînant une déconsidération au patrimoine. La tradition s'installe et encourage une diminution des consultations en faveur de la facilité.

Nous avons démontré que notre distribution statistique est régressive par suite de la politique de la gestion des consultations qui n'est pas entretenue.

Il est du savoir de l'autorité d'insister sur la manière à gérer la bibliothèque en général et la consultation sur place en particulier, pour que la bibliothèque ait une considération très marquante dans la recherche scientifique de l'étudiant.

Les données en place donnent une prévision régressive, cela laisse entrevoir l'étudiant du 20<sup>ème</sup> siècle finissant et du 21<sup>ème</sup> siècle débutant est frappé par certains qui ne lui permettent pas d'entretenir la recherche: notamment la vision sociopolitique et la crise économique-culturelle, ce qui préoccupe le Congolais actuel.

Le problème n'est pas seulement d'ordre intellectuel, il est également d'ordre politique. Il faut créer de nouveaux instruments de recherche et des moyens de la maîtriser.

D'où la mise sur pied de nouveaux services afin de promouvoir la consultation.

La bibliothèque a besoin d'un circuit précis chargé de faire la sélection des données des consultations sur place. La mise au point de ce mécanisme devrait être une priorité tout au cours de ces trente prochaines années.

Nous ne devons pas avoir peur d'exercer un contrôle systématique des consultations pour le développement des services.

La responsabilité doit incomber aux autorités de la bibliothèque en particulier et de toute l'institution en général. Mais lorsqu'on envisage d'exercer un contrôle, on lute sur la résistance et le dirigisme est évoqué.

Ce qui est en jeu, ce n'est pas la consultation des documents, mais l'application de contrôle. Or presque tout le monde défend le « laisser-faire » en matière de bibliothèque, ce qui signifie que tout ce qui viserait à contrôler les consultations freinerait l'innovation et l'initiation.

Soulignons qu'il ne faut pas prendre à la légère les conséquences d'un contrôle trop rigoureux. L'absence de celui-ci reste un danger permanent pour l'avenir d'une bibliothèque.

Est-il possible que nos prévisions correspondent aux données tordues de 2003 et 2004 ? il faut dévoiler, les perceptives et les suggestions audacieuse, seul défi pour relever la situation.

Pour conclure, le changement est permanent, nos prévisions peuvent être justes si la situation estudiantine restait statique.

## **CONCLUSION GENERALE**

Après analyse des données brutes recueillies au service des prêts sur place pour une durée de trois ans à l'exception de l'années 1995 déclarée année blanche par le gouvernement, nous nous rendons compte que les consultations pendant la période sous étude a connu une allure plus au moins stationnaire accusant une

forme d'équation  $y=at+b$  ayant bien entendu le coefficient manifestement faible qui se présente sous cette forme :  $y=-0,006t+1,611$  et que notre analyse avait considérée comme variable expliquée  $Y$  représentant les consultations.

Il ressort de ce constat une parfaite liaison entre les deux variables à une concurrence de 90% représentant  $r$  coefficient de corrélation qui épisodiquement n'ont pas synchroniquement porté des consultations anticipatives et positives. De l'année 1994 à l'année 1996 les consultations tournent autour de 1414.

Par l'équation  $X(t)= 1489,28 -7,25 t$  qui permet une prévision, il ressort des calculs que les consultations à la bibliothèque Centrale sont en baisse, reste à savoir si les recherches prochaines ces prévisions correspondant à la réalité où tourneront autour de la réalité.

Il est essentiel qu'on se pose la question de savoir si malgré la stratégie à prendre pour l'horizon 2020, si et seulement si les consultations seront à la hauteur de l'enjeu, et aussi le rythme des prêts sur place ne donnera pas l'aspect utopique à fin à un futur lointain.

En conclusion, en dépit des difficultés rencontrées depuis sa création, la bibliothèque est toujours opérationnelle et crédible et crédible, c'est une réalité dans la quelle les lecteurs placent d'importants espoirs. Leurs confiance est son meilleur atout.

**BIBLIOGRAPHIE**

1. BAILLARGEON G.&RANVILLE J., Introduction à la statistique appliquée,(une approche multidisciplinaire), 5<sup>ème</sup> édition SMG. Québec Canada. 1967,p160.
2. BARNETT G.K. Histoire des bibliothèques, promodis, édition du cercle de la librairie, paris 1987, p248.
3. CAILLEZ F. & PAGES J.P. Introduction à l'analyse des données, smash, 1976, p108.
4. Cahier de consultation sur place 2000-2003. Bibliothèque Centrale ISP/Lubumbashi.
5. Cahier de consultation sur place 1994-1997. Bibliothèque Centrale ISP/Lubumbashi.
6. GELFAND. M.A. les bibliothèques universitaires des pays en voie de développement, UNESCO, 1968.P27
7. KABONGO KUMWIMBA. La fréquentation de la bibliothèque centrale de l'ISP/Lubumbashi et son impact sur les étudiants, in Mbegu N°23 ISP/Lubumbashi 1991, p151.
8. KABONGO K. & ZIBA M. Note sommaire sur la situation des bibliothèques à Lubumbashi, in Mbegu N°23 ISP/Lubumbashi 1991, p108.

# LA GESTION DE LA BIBLIOTHEQUE CENTRALE DE L'INSTITUT SUPERIEUR PEDAGOGIQUE DE LUBUMBASHI

Par

**KASAU TULUME DIAHN <sup>(1)</sup>**

## **Résumé**

Le présent article présente les activités qui se déroulent à la bibliothèque centrale de l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi. Cette bibliothèque est un service public chargé de contribuer à l'éducation permanente, à l'information et à l'activité culturelle de tous les lecteurs.

Elle permet la consultation sur place et l'emprunt de documents. Elle conserve et met en valeur les collections patrimoniales. Elle participe à la vie culturelle de la ville et à l'intégration de tous les lecteurs dans la société de l'information.

## **I. INTRODUCTION**

Personne ne peut nier l'importance d'une bibliothèque, à chaque fois qu'on y entre. La bibliothèque est un milieu scientifique différent de beaucoup d'endroit où derrière les livres se joue la possibilité pour une société de créer des liens, de construire des représentations communes ou bien d'en supprimer (1).

---

*(1) Assistant à l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi*



La bibliothèque a une place très importante dans la politique de développement durable, elle connecte le public à des ressources, des espaces qui sont en phase avec le développement des communautés ou comme on le dit dans le développement durable, des collectivités territoriales et c'est aussi leur rôle de participer à un certain éveil environnemental (2).

La bibliothèque centrale de l'I.S.P Lubumbashi constitue un cadre d'étude. Au cours d'une année académique, elle est fréquentée aussi bien par les étudiants que par le personnel scientifique, académique et administratif, ceux de l'extérieur qui ont pris l'abonnement viennent aussi consulter.

Dans ce travail, on se limitera seulement à la présentation des activités de la bibliothèque centrale et la proposition de son informatisation, nous verrons de quelle manière la bibliothèque fonctionne.

La bibliothèque étant un répertoire des références d'ouvrages, d'articles ou de tout autre document présenté de façon ordonnée doit être constitué des ouvrages réels respectant les normes scientifiques telles que, avoir le numéro d'inventaire, le numéro de classification, le numéro standard international de livre,...

Ainsi pour arriver à optimiser le temps de traitement des données et pour que ce traitement et la conservation de

l'information et l'authenticité des données après traitement soient efficaces, il nous faut recourir à un système informatique.

En s'intéressant à cette technologie, nous avons pensé à la mise au point d'une gestion informatisée des prêts de livres dans la bibliothèque centrale de l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi. Celui-ci pourrait convenir à l'application de nos connaissances en technique de conception des systèmes d'information.

## **II. MATERIEL ET METHODE**

Pour récolter les données dont nous avons besoin, nous avons utilisé la technique documentaire et enquêtes

- a. Matériel : Voici la liste des documents consultés pour l'élaboration de cet article, il s'agit de :
  - Répertoire des travaux de fin d'études présentés à l'I.S.P Lubumbashi ;
  - Service de catalogage et classification ;
  - Répertoire élaboré en 1985 par KALONJI NGOIE, reclassé et relié en 1999 par NKULU KANONGA ;
  - Cahier de consultation sur place ;
  - Répertoire des ouvrages
  
- b. Méthode : Dans cette partie, nous allons expliquer comment est ce que notre enquête a été réalisée,

Ici nous sommes entré en contact avec le directeur de la bibliothèque ainsi que quelques étudiants. Sur qui nous avons soutiré certaines informations qui ont rendu utile cet article.

Depuis sa création en 1959 la bibliothèque centrale de l'I.S.P Lubumbashi comprend 21.553 volumes sans compter les Travaux de Fin de Cycle et les Mémoires selon l'inventaire du 02/03/2015.

Ce patrimoine du savoir a le but de promouvoir la science dans tous les domaines confondus, de compléter les connaissances des étudiants, enseignants, chercheurs, fonctionnaires etc. Apte à faire leurs investigations dans un domaine bien déterminé.

Le respect du règlement de cette bibliothèque constitue une condition essentielle et suffisante pour y être servi.

Les ouvrages de la dite bibliothèque ne proviennent pas tous d'une même source mais plutôt des différentes origines dont les principales : la coopération technique belge, la coopération technique française et américaine, l'association universitaire pour le développement de l'enseignement et de la culture en Afrique centrale et ou Madagascar « AU DEAC », la vision mondiale, les donateurs privés ainsi que des ouvrages de meilleure qualité achetés ces trois dernières années par le comité de gestion de l'ISP Lubumbashi.

Dans les lignes qui suivent, il sera question de présenter d'abord l'unité d'attachement et la bibliothèque en question en donnant son rôle dans la société.

## **1. PRESENTATION DE L'I.S.P**

Le site de l'ISP/ Lubumbashi sur l'avenue de la révolution a été construit par les Communautés Economiques Européennes (C.E.E)

L'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi, I.S.P en sigle, est une institution d'enseignement supérieur et universitaire en République Démocratique du Congo, créé le 06 septembre 1959 par le gouvernement centrale de Léopoldville (KINSHASA) et confié à la congrégation des pères bénédictins de saint André de Bruges sous l'appellation « Institut Saint Jérôme d'Elisabethville (Lubumbashi) ». L'initiateur est le révérend père François Jean Chrysostome Don GUILBERT (O.S.B, ordre du saint benoit) qui devient le premier Directeur de l'établissement.

ISP Lubumbashi totalise en septembre 2015, cinquante six ans d'existence dans la noble mission de la formation des formateurs, cet Etablissement étant le premier institut du genre en République Démocratique du Congo, six personnalités se sont succédés à Sa tête:

- R.P Jean Chrysostome Don GUILBERT (1956-1963) ;
- R.P Pierre GODENIR (1963-1988) ;

- Professeur Balthazar NGOY FIAMA BITAMBILE (1988-2003) ;
- Professeur Clément IRUNG THITAMBAL (2003-2006) ;
- Professeur Jean KASHOMBO NTOMPA (2003-2010) ;
- Professeur Moise LUKOBA CHABALA (2010 à nos jours)

## **2. PRESENTATION DE LA BIBLIOTHEQUE CENTRALE**

Cette bibliothèque a une superficie de 198m<sup>2</sup>, situé au rez-de-chaussée du grand bâtiment administratif, elle comprend une salle de lecture d'une capacité d'accueil de cinquante places assises, un magasin, un dépôt de manuels de deux bureaux, Appelée à se développer progressivement, cette bibliothèque est secondée par des bibliothèques départementales spécialisées attachés à leurs départements respectifs il s'agit de la bibliothèque :

- Géographie,
- Chimie,
- Biologie,
- Anglais,
- Math-physique,
- Histoire,
- Français,
- Education physique...

Comme il a déjà été signalé ci-haut, les principales sources de provenance sont l'achat par la Direction Générale et le don des différents organismes.

La bibliothèque centrale a été créée au même moment que son Institut d'attachement. Bien que la majorité de ses ouvrages sont vieux, elle reste un cadre.

Comme toute bibliothèque universitaire, la bibliothèque centrale s'adresse avant tout aux étudiants et aux professeurs de l'ISP. Elle permet aux uns et aux autres de se documenter sur tous les sujets qui les intéressent. Elle offre également ses services aux autres lecteurs et chercheurs de la ville de Lubumbashi moyennant l'abonnement.

Depuis quelques années, la consultation sur place par les lecteurs affiche une diminution inquiétante. Cette bibliothèque sert pour la plus grande part au corps enseignant de l'ISP/Lubumbashi, aux étudiants et aux nombreux usagers extérieurs.

## **2.1 ORIGINE ET HISTORIQUE DE LA BIBLIOTHEQUE**

La bibliothèque centrale de l'Institut Supérieur Pédagogique de Lubumbashi a ouvert ses portes en 1959 en même temps que son institut d'attachement qui est l'ISP Lubumbashi, la bibliothèque sera fonctionnel en 1960 sous la direction de Monsieur BAUDRY.

Pendant les premières années sa gestion sera confiée aux professeurs qui seront secondés par les étudiants. Ses ouvrages étaient classés selon les départements existants à l'ISP.

En 1971, la gestion sera confiée à Madame LAMBERT. C'est elle qui mettra sur pied les structures organiques de cette unité documentaire. En ce temps là, la classification utilisée à la bibliothèque centrale ne respectait aucune norme universelle.

En 1974, la direction de la bibliothèque à été confiée au révérend père Albert LEYSBETH, avec comme collaborateur Monsieur KABOTO. C'est pendant cette période que les travaux commencèrent à être arranger, des séminaires et les recyclages sont organisés à l'intention des bibliothèques. Nous citerons par exemple, celui du Révérend LEYSBETH de restructurer totalement la bibliothèque, les structures actuelles sont l'œuvre de ce dernier organisé par Madame FINTONI à l'université de Lubumbashi.

Aujourd'hui cette unité documentaire totalise 56 ans d'existence, Sa contribution à l'édification du savoir en République Démocratique de Congo est incommensurable.

## **2.2 LE ROLE DE LA BIBLIOTHEQUE CENTRALE**

Comme toute autre bibliothèque, son rôle est d'éduquer, de former et d'informer la population. Il est avant tout d'ordre éducatif. La bibliothèque ne doit pas être employée comme une simple réserve de livres rattachés à une salle de lecture mais comme un moyen d'enseignement dynamique ayant une fonction de

stimuler l'intelligence des étudiants, de faciliter des recherches et d'inciter tous ceux qui pénètrent dans ses murs à se nourrir de la manne intellectuelle et culturelle qu'elle dispose.

L'usage de la bibliothèque devient ainsi une méthode d'enseignement qui a sa place à côté du cours traditionnel et de la discussion en groupe.

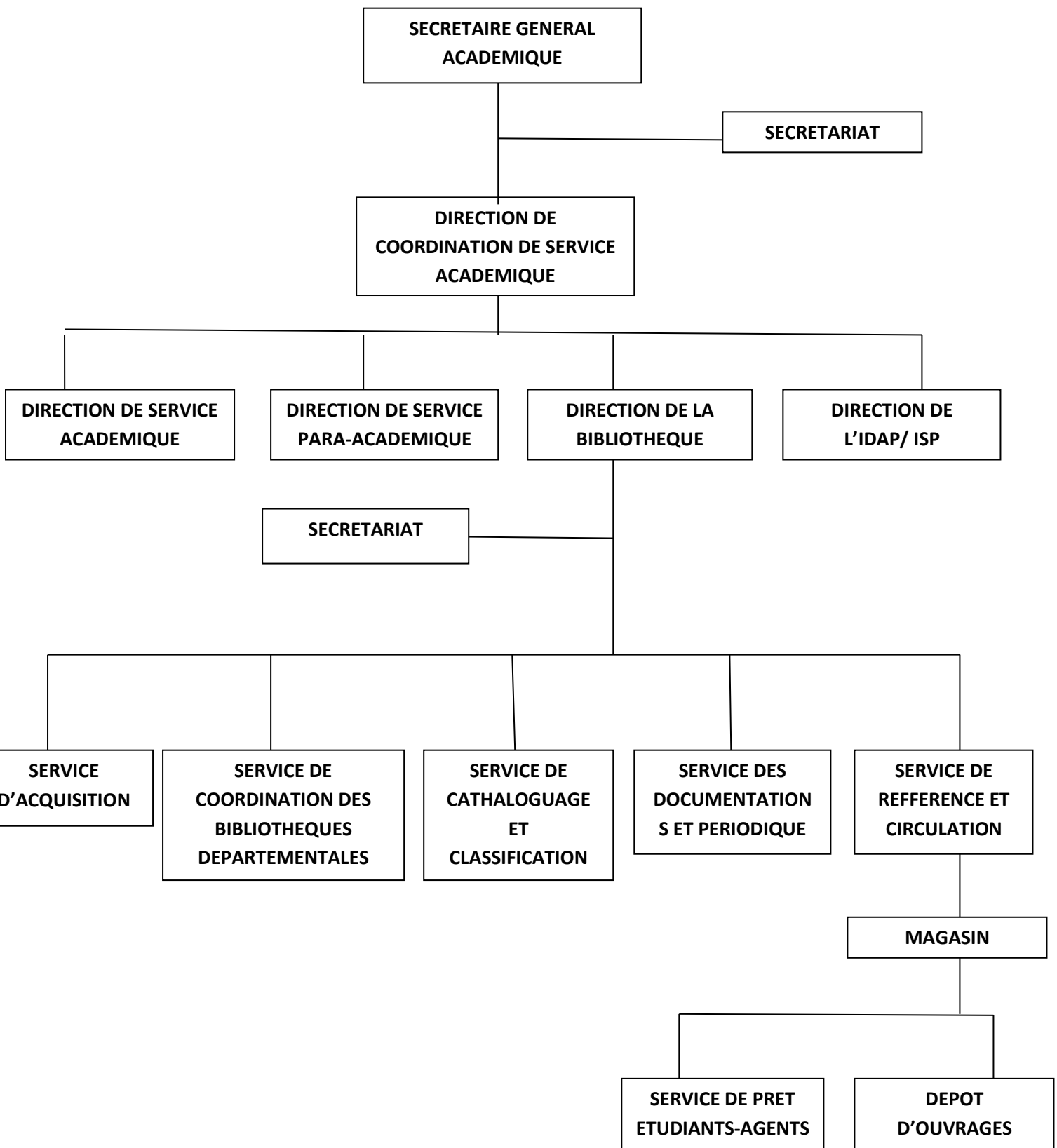
### **3 ORGANISATION ET FONCTIONNEMENT DE LA BIBLIOTHEQUE**

#### **a. ORGANISATION**

Du point de vue administratif, la bibliothèque en tant que section comprend différents départements. Ils sont reliés entre eux par un système d'information administrative. Tous les services sont indépendants entre eux, mais tous concourent à un même but pour faire fonctionner la bibliothèque de niveau universitaire.



b. FIGURE 1 : ORGANIGRAMME DE LA BIBLIOTHEQUE



### c. FONCTIONNEMENT

Voici d'une manière brève les rôles de chaque élément de l'organigramme ci-haut présenter

- Secrétariat général académique : C'est l'autorité hiérarchique qui en est le répondant au niveau du Comité de Gestion de l'I.S.P Lubumbashi.
- Direction de coordination de service académique : C'est le plus proche collaborateur du SGAC et c'est lui qui coordonne tous les services du secteur académique.
- Le responsable de la bibliothèque : C'est à lui que revient la gestion de la bibliothèque, il coordonne tous les services organisés en son sein.
- Le secrétaire : Il est attaché au responsable de la bibliothèque il assure toute la charge administrative de la bibliothèque et assiste le responsable.
- Service d'acquisition : Il s'occupe de l'enregistrement de tout ouvrage qui entre à la bibliothèque, il prépare aussi l'état de besoin en ouvrages et assure toute la commande de tous les ouvrages qui passent dans son circuit.
- Service de catalogage et classification : Ce service s'occupe du traitement scientifique des ouvrages en leur octroyant un code de classification moderne ou traditionnelle pour une mise en circulation libre.

Ce mécanisme consiste à constituer des fiches catalographiques afin de mettre à jour les fiches vedettes matières, fiches vedettes auteurs et les fiches titres ainsi que l'établissement du catalogue liste.

- Service de documentation et périodique : Il procède au dépouillement des revues qui entrent à la bibliothèque et élabore à cet effet les fiches catalographiques pour les articles jugés intéressants. Il doit aussi garder les archives que produit la bibliothèque.
- service de coordination des bibliothèques départementales : Il a dans ses attributions de gérer les ouvrages affectés dans les départements, faire le suivi de la gestion des prêt à domicile et sur place, de prendre leur état de besoin pour la mise à jour de ces bibliothèques, assurer aussi un inventaire régulier et permanent.
- Le magasin : comprend les rayons de classement des ouvrages. La charge du magasin est aussi de s'occuper du contrôle de mouvements d'ouvrages et des périodiques, il supervise les consultations à domicile et sur place des agents et des étudiants.
- Les services de prêts : Il reçoit les demandes pour les prêts à domicile, cherche les ouvrages dans les rayons et les cède aux emprunteurs après avoir rempli le cahier de consultation dans lequel on trouve ces rubriques :

- Fiche du livre,
- Fiche de la lecture,
- Qualification de l'emprunteur,
- Promotion

Il assure aussi la statistique de prêt, Le service est scindé en deux : le prêt pour étudiants et des agents ou personnel de l'I.S.P Lubumbashi

- Le service de consultation sur place : Il a les mêmes charges que le service de prêt à part le fait de mentionner les demandes dans un cahier de consultation ou le registre de prêts.

### ETUDES DE FICHIERS EXISTANTS

Pour son fonctionnement harmonieux, la bibliothèque centrale utilise beaucoup des documents dont les plus importants sont :

- ❖ Le cahier de consultation : Ce document aide à l'identification de l'emprunteur d'ouvrage selon les rubriques suivantes :
  - La cote ;
  - Le titre de l'ouvrage ;
  - La date de consultation ;
  - L'auteur ;
  - Le nom de l'emprunteur.
  
- ❖ Carte d'étudiant : comprend les informations suivantes :

- Le Nom ;
- Le Post nom ;
- La Date de naissance ;
- Le Sexe ;
- La Nationalité ;
- Le Département ;
- La Promotion ;
- Le Matricule.

❖ Carte d'accès : C'est un document qui permet à chaque abonné d'accéder à la bibliothèque à n'importe quel moment pendant les heures de service et elle contient les éléments suivants :

- Le numéro ;
- Le nom ;
- Le post nom ;
- La qualité ;
- L'établissement.

❖ Fiche du livre : C'est un document établi pour chaque ouvrage et qui est inséré dedans et on ne le retire qu'en cas de prêt pour y consigner des mentions utiles à savoir : la date du prêt, le nom et la qualité de l'emprunteur. En principe on y trouve bien en évidence :

- La cote ;
- Le titre ;
- Le numéro du lecteur.

❖ Fiche de lecteur : C'est un document que reçoit tout abonné et qui s'établit en deux exemplaires dont l'un est gardé en permanence à la bibliothèque et l'autre est emporté par l'abonné. Il lui est exigé pour tout prêt et comporte les mentions suivantes :

- Le numéro fiche ;
- Le nom post nom et fonction du lecteur ;
- L'adresse du lecteur ;
- Le numéro matricule pour les fonctionnaires ;
- Le code du livre ;
- La date de prêt et du retour ;
- La signature du récepteur ;
- Le nom du prêteur.

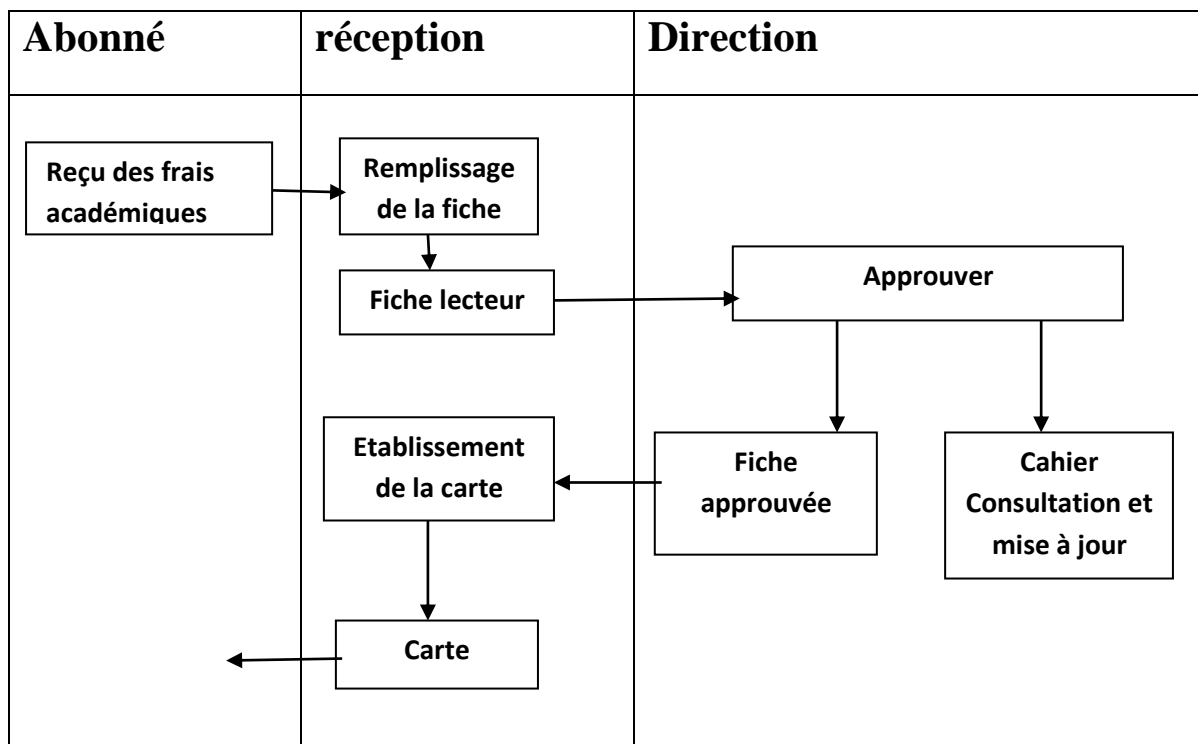
❖ Registre ou cahier des abonnés : Il est tenu par le responsable de la bibliothèque ou son secrétaire et relève les données suivantes :

- Le numéro de l'abonné ;
- Le nom de l'abonné ;
- Le post nom de l'abonné ;
- Le prénom de l'abonné ;
- La promotion de l'abonné ;
- La fonction de l'abonné ;
- L'adresse à domicile de l'abonné ;
- Le département de l'abonné ;
- Le service de l'abonné ;
- Le sexe de l'abonné ;
- L'âge de l'abonné ;
- La catégorie de l'abonné.

#### d. ABONNEMENT

a. Condition d'abonnement : A ce niveau, Il ya une seule condition pour adhérer à la bibliothèque centrale, celui d'être en ordre avec les frais académiques, c'est-à-dire pour être reconnu comme lecteur, il faut se présenté à la réception de la dite bibliothèque avec les reçus du minerval

b. FIGURE 2 : Schéma du processus d'abonnement à la bibliothèque de l'I.S.P Lubumbashi

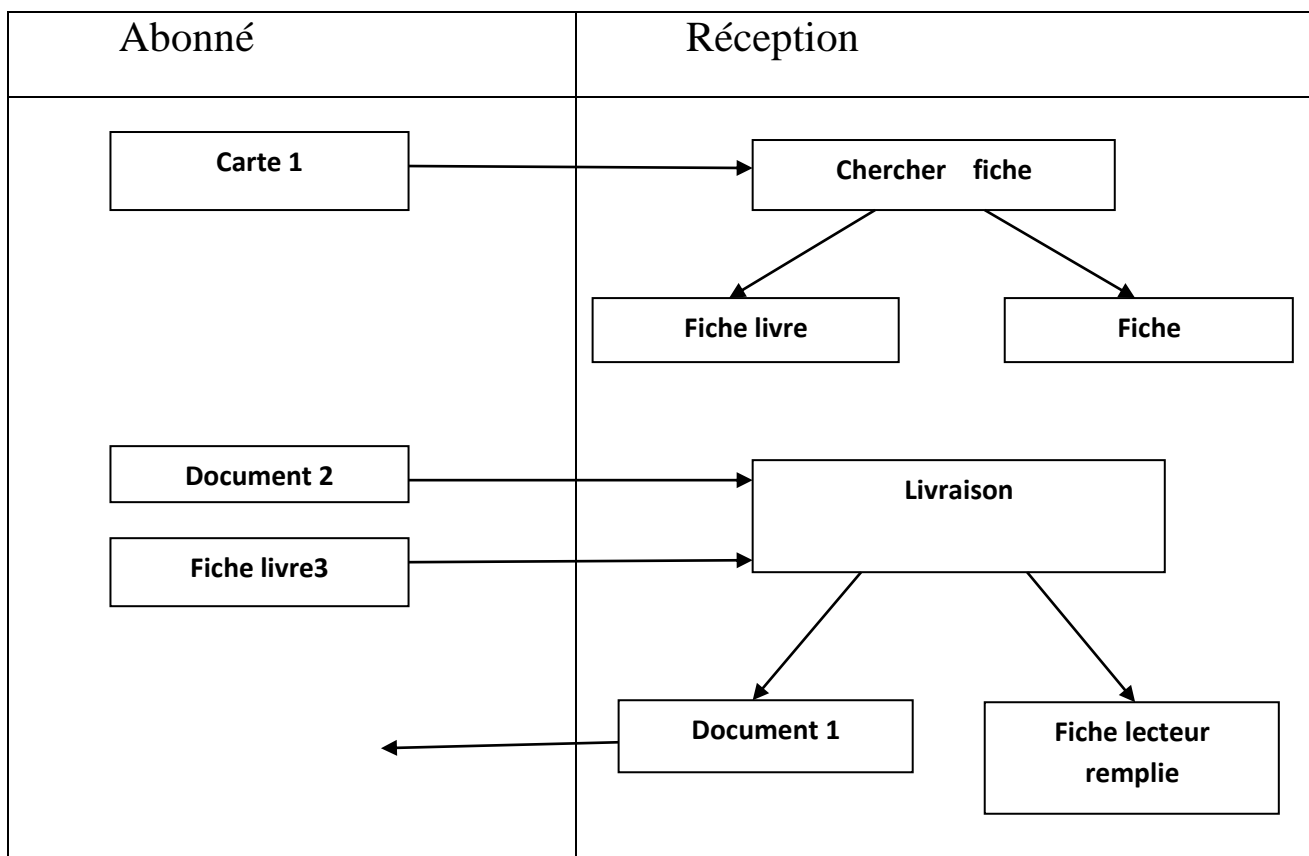


Ce tableau nous montre comment l'abonnement s'effectue au niveau de la bibliothèque centrale,

L'étudiant doit présenter sa carte d'étudiant, la réception va remplir la fiche de lecteur, cette dernière sera approuvée par la

direction en remplissant dans le cahier de consultation en d'autre terme faire la mise à jour. Une fois que la fiche est approuvée, il va revenir à la réception qui établira maintenant la carte de lecteur celle qui permettra au lecteur de se présenter selon l'horaire à la bibliothèque à chaque fois que le besoin se présentera.

c. FIGURE 3 : Processus de prêt : voici le schéma du processus de prêt des livres à la bibliothèque centrale de l'I.S.P Lubumbashi :



Cette figure explique comment se fait la circulation des ouvrages sur place, et la nous voyons l'abonné qui présente sa carte de



lecteur, la réception cherche sa fiche, le lecteur va commander le livre qu'il veut, la réception remplit sa fiche en lui livrant le document commandé.

### 3. INFOMATISATION DES SERVICES DE LA BIBLIOTHEQUE

Au vu de ce qui précède, il s'est dégagé que le système qui fonctionne jusqu'à ce jour à la bibliothèque centrale de l'I.S.P Lubumbashi est encore manuel, ce qui alourdi le travail et le fonctionnement. Un système informatisé rendrait la gestion de la bibliothèque plus souple et simplifiée. Les avantages de l'informatisation sont :

- La possibilité de rendre disponible le catalogue des livres sur le net ;
- La gestion rapide de beaucoup d'information en moins de temps ;
- Pas de perte d'ouvrages ou d'information suite à l'oubli ;
- Alléger le travail au personnel de la bibliothèque, un seul logiciel peut faire le travail de plusieurs personnes.
- Faciliter la recherche dans le catalogue par titre, nom d'auteur... (partant à la fois sur le fonds propre de la bibliothèque et les documents déposés par la médiathèque, départementale) ;
- D'être en phase avec ce qui est pratiqué dans les autres bibliothèques ;
- De faciliter les échanges inter universitaires,

- Enregistrer les prêts et les retours des documents ;
- Réserver un document (déjà emprunter ou non) pour un lecteur ;
- Editer les courriers de relance des listes de nouveautés ;
- Etablir des statistiques sur l'activité de la bibliothèque.

L'informatisation permet aussi d'offrir aux lecteurs de nouveaux services, ils peuvent ainsi de manière autonome :

Faire des recherches dans le catalogue ;

Réserver des documents ;

Consulter la liste des documents à emprunter...

Ainsi afin de redynamiser les services que rend la bibliothèque centrale, de l'I.S.P Lubumbashi, nous suggérons l'informatisation dans un délai plus bref de ce service afin de réduire la perte des informations dans la gestion (oublie), la perte d'ouvrages, la perte de temps et l'avertissement de son personnel par des travaux lourds qui sont exécutés par un logiciel

Un autre avantage serait un début du catalogage de tous les ouvrages en les mettant en ligne afin d'espérer un jour que notre bibliothèque devient aussi virtuelle.

## **CONCLUSION**

L'étude faite dans la bibliothèque centrale de l'ISP Lubumbashi, permet de situer la place de la lecture dans la vie quotidienne de l'étudiant de l'ISP Lubumbashi et de son enseignant.

En effet, l'enquête menée à ce sujet à montré l'importance de la lecture malgré que la gestion de la circulation des ouvrages soit encore manuelle.

Nous avons, pour se faire, analysé les activités de la bibliothèque centrale en proposant son informatisation, les problèmes qui handicapent la circulation de ses ouvrages (c'est sa gestion qui est manuelle) restent la lenteur administrative résultant du traitement manuel des prêts

La bibliothèque centrale de l'I.S.P Lubumbashi à une diversité d'ouvrages dans plusieurs domaines ainsi, la sollicitation des étudiants, professeurs et autre pour la consultation s'est accrue, cependant elle se butte à certaines difficultés telles que ;

La mise à jour des fiches de stock est fastidieuse ;

Le suivi des prêts des livres n'est pas facile

Presque tout le travail est manuel ;

Le renouvellement des abonnements demande du temps pour la vérification ;

La gestion manuelle étant devenue archaïque celle-ci cause beaucoup de problèmes par rapport à la circulation des documents telle que :

La lenteur dans le traitement

La possibilité d'erreur ou d'oubli fréquent

Le manque de possibilité du partage simultané des informations...

Face à tous ces défis, nous suggérons aux autorités académiques et administratives de l'Institut Supérieur Pédagogique d'informatiser et de rendre automatique la bibliothèque centrale pour le bien de tous.

## **BIBLIOGRAPHIE**

1. OLIVIER ERTZSCHIED : (2011) A quoi sert une bibliothèque France ;
2. MARIE D MARTEL : (2011) une lecture pour les générations future CANADA ;
3. JULIE ANNE (2011) : la place de la bibliothèque dans la cité France ;
4. MICHEL MELOT (2013) : la sagesse du bibliothécaire France ;
5. ERIC BEAUDRY (2011) : rédiger et publier un article scientifique ;