



Revue Scientifique du Tchad

Série B - janvier 2018

Editions Centre National de Recherche pour le Développement (CNRD)

PREFACE

Ce numéro de la revue scientifique propose des articles divers et variés touchant des domaines d'actualité.

Le premier article traite du gliome qui est une tumeur bénigne rare. L'auteur montre que c'est une maladie à évolution lente survenant le plus souvent chez l'adulte jeune et l'enfant. L'épilepsie demeure le signe clinique le plus fréquent.

Le deuxième article porte sur l'éradication de la poliomyélite qui s'est heurtée à des difficultés ayant fait reculer l'échéance initialement fixée, de 2012 à 2018. L'auteur montre que le poliovirus sauvage continue de circuler et on assiste à l'émergence de poliovirus dérivés du vaccin oral.

Le troisième article aborde le descriptif rétrospectif de dossiers de tous les patients traumatisés de l'abdomen reçus aux urgences de l'Hôpital National de Niamey (HNN) et qui ont bénéficié d'une intervention chirurgicale. L'article retrace les urgences traumatiques de l'abdomen, particulièrement les aspects cliniques, thérapeutiques et évolutifs des traumatismes de l'abdomen.

Le quatrième article porte sur les maladies cardio-vasculaires, responsables de nombreux problèmes de santé dans le monde. Le sujet traité montre que ces maladies constituent un ensemble de trouble qui touche le cœur et la circulation sanguine. Parmi ces maladies, les plus récurrentes sont le diabète et l'hypertension artérielle. L'objectif visé par cet article est de contribuer à la connaissance des plantes médicinales utilisées dans le traitement de ces deux maladies au Tchad, en vue d'aider à la formulation des médicaments traditionnels améliorés.

Le cinquième article traite de l'influence climatique sur la formation de l'environnement architectural «éco-positive» de construction au Tchad (Zone Sahel) et le choix des matériaux ainsi que celui du type de construction.

Des questions portant sur l'amélioration des conditions d'habitation et le confort thermique des bâtiments ont été largement abordées.

Un autre auteur montre que les vues matérialisées, utilisées pour l'optimisation des bases des données classiques et les entrepôts de données permettent de répondre de manière efficace aux requêtes même si elles occupent assez d'espace de stockage et qu'il est difficile de matérialiser toutes les vues possibles.

Par rapport aux méthodes de pilotage des machines-outils par commande numérique (MOCN), un article montre l'usage de la géométrie de la pièce et les paramètres de coupe pour régler la machine.

Le CNRD lance un vibrant appel à tous les enseignants- chercheurs tchadiens et les expatriés, ayant pour centre d'intérêt le Tchad, d'accorder la primeur de leur article à la revue scientifique du Tchad en vue d'assurer la régularité de sa parution.

**Le Directeur de publication
Dr Baba Mallaye**

SOMMAIRE

	Pages
01- Le Gangliogliome cérébral de l'enfant : à propos de 3 cas í í í í í í í í í í í ... <i>Yannick CANTON KESSELY, Ndaraw NDOYE, Mahamoud Ali MEIDAL, El Hadj Cheikh Ndiaye SY, Felicien TOUDJINGAR, Pape Ibrahima NDIAYE, Mohammed FAYE, Mbaye THIOUB, Mame Sally DIENE, Alioune Badara Thiam, Momar Codé BA, Seydou Boubacar BADIANE.</i>	4 - 10
02- Vers l'éradication de la poliomyélite dans les pays en développement: freins et leviers <i>Mahamat Nadjib A, Attoh- Touré H, Abdel-Mahamoud A, Sabine Baron, Solène Brunet Houdard, Emmanuel Rusch, Leslie Grammatico-Guillon.</i>	11 - 24
03- Les traumatismes de l'abdomen et leur prise en charge chirurgicale dans les urgences de l'hôpital national de Niamey í í í í í í í í í í í í í í í í í .. <i>James Didier. L, Saidou A, Abdoulaye MB, Ide. K, Adamou. H, Adakal. O, Maarouf. M, Dady. H, Daou. M, Sidibe. T, Ide. G, Sani. R.</i>	25- 33
04- Formalisation du problème des vues matérialisées dans les bases de données sémantiques í .. <i>MBAIOSSOUM Bery Leouro, LADJEL Bellatreche.</i>	34 - 43
05- La question de l'influence du climat sur la formation de l'environnement architectural "éco-positive" de construction d'habitation au Tchad (zone sahel) í í .. <i>Ousmane.M.O, Kolesnikova.T.N.</i>	44 - 48
06- Etude ethnobotanique et phytochimique des quelques plantes utilisées dans le traitement des maladies cardio-vasculaires dans le Logone occidental au Tchad (Afrique Centrale) í .. <i>LAOHUDUMAYE BONYO Alexandre, MBAYNGONE Elisée, MAPONGMETSEM Pierre-Marie.</i>	49 - 61
07- Optimisation de la fabrication par la mesure des efforts et de la géométrie de pièce í . <i>Abdelhakim Boukar, Adoum Waibaye.</i>	62 - 73

Le Gangliogliome cérébral de l'enfant : à propos de 3 cas

Yannick CANTON KESSELY, Ndaraw NDOYE, Mahamoud Ali MEIDAL, El Hadj Cheikh Ndiaye SY, Felicien TOUDJINGAR, Pape Ibrahima NDIAYE, Mohammed FAYE, Mbaye THIOUB, Mame Sally DIENE, Alioune Badara Thiam, Momar Codé BA, Seydou Boubacar BADIANE

Service de neurochirurgie de l'hôpital Fann de Dakar (SENEGAL)

Auteur correspondant : Yannick CANTON KESSELY ó Email : Canton_kessely@yahoo.fr

Résumé

Introduction : Le gangliogliome est une tumeur bénigne rare, à évolution lente survenant le plus souvent chez l'adulte jeune et l'enfant. Il est une tumeur du système nerveux central et représente 0,33 à 1,3% des tumeurs cérébrales primitives (4,10). Le siège de prédilection est le lobe temporal. L'épilepsie demeure le signe clinique le plus fréquent. Il est sur le plan histologique, une tumeur bien différenciée à composante gliale et neuronale.

Patients et méthodes : Ensemble de patients (enfants) suivis au service de neurochirurgie de Dakar fann à partir de décembre 2009 pour gangliogliome cérébral. Ils avaient tous bénéficié d'un suivi avec un recul maximum de 18 mois.

Résultats : Trois patientes suivies pour épilepsie pharmaco-résistante ont été retenues. Les consultations ont été faites à un stade avancé de la pathologie se traduisant par une cécité liée à l'hypertension intracrânienne ainsi qu'un déficit moteur. L'imagerie a mis en évidence une lésion temporo-pariétale totalement kystique cloisonnée ou à deux composantes : charnu et kystique. L'intervention chirurgicale a consisté à une exérèse. L'aspect du contenu kystique était différent dans les trois cas : clair, jaune citrin et xanthochromatique. L'étude anatomopathologique a conclu dans deux cas à une forme bénigne et d'un cas une anaplasie qui a récidivé rapidement.

Conclusion : Le gangliogliome est une tumeur diagnostiquée dans notre contexte à un stade avancé. Il récidive dans sa forme anaplasique de façon rapide et dramatique.

Mots clés : Gangliogliome, tumeur

Abstract

Introduction: Ganglioglioma is a rare and benign tumor, it's slow-growing. It occurs most often in children and young adults. It is a tumor of the central nervous system and represents 0.33 to 1.3% of primary brain tumors (4, 10). The preferred location is the temporal lobe. Epilepsy remains the most common clinical sign. It is histologically a well differentiated tumor with glial and neuronal component.

Patients and methods: Set of patients (children) followed at Dakar fann neurosurgery department from December 2009 for brain ganglioglioma. They had all benefited from follow-up with a maximum of 18 months.

Results: Three patients followed for drug-resistant epilepsy were selected. Consultations were made at an advanced stage of the pathology resulting in blindness related to intracranial hypertension and a motor deficit. Imaging revealed a totally cystic temporal-parietal lesion that is compartmentalized or with two-component: fleshy and cystic. The surgical procedure consisted of an excision. The appearance of the cystic contents was different in the three cases: clear, citrus yellow and xanthochromatic. The pathological study concluded in two cases to a mild form and one case anaplasia which recidivated quickly.

Conclusion: Ganglioglioma is a tumor diagnosed in our context at late-stage. It recurs in its anaplastic form quickly and dramatically.

Keys words: Ganglioglioma, tumor

Introduction

Le gangliogliome est une tumeur bénigne rare, à évolution lente survenant le plus souvent chez l'adulte jeune et l'enfant. Les gangliogliomes sont des tumeurs du système nerveux central et représentent 0,33 à 1,3% des tumeurs cérébrales primitives (4,10). Le siège de prédilection est le lobe temporal avec des localisations possibles au niveau du tronc cérébral ou du cervelet. L'épilepsie demeure le signe clinique le plus fréquent. Il est sur le plan histologique, une tumeur bien différenciée à composante gliale et neuronale.

I- Patients et méthodes

A partir de décembre 2009 trois patientes ont été prises en charge pour gangliogliome cérébral. Elles ont toutes bénéficié d'une imagerie (tomodensitométrie cérébrale et ou une imagerie par résonance magnétique) et d'une exérèse tumorale. Le diagnostic a été fait à l'étude histologique. Les registres du service de radiothérapie et de neurochirurgie ont été mis à contribution pour cette étude.

II- Résultats

- Cas 1:

Il s'agissait d'une patiente âgée de 16 ans en provenance de la Gambie, hypertendue connue qui a présenté de façon progressive sur une période de 5 mois des céphalées, vomissements, des crises d'épilepsie généralisée, et de vertige. La patiente a été suivie dans des centres de santé où un traitement anticonvulsivant et des antalgiques ont été prescrits. Vu la non amélioration de son état, elle fut référée en neurochirurgie.

A l'examen clinique la patiente a présenté une hypertension artérielle systolo-diastolique (17/10), une tachycardie à 150 battements/minute ; une cécité bilatérale ; une hémiplégie droite, une amyotrophie et une dysarthrie.

Le scanner cérébral a mis en évidence une hypodensité kystique pariéto-temporale gauche cloisonnée avec une masse charnue périphérique se rehaussant fortement à l'injection du produit de contraste sans calcification ainsi qu'un important effet de masse et une réaction osseuse en regard du processus expansif.

Elle a bénéficié d'un traitement antalgique à base de paracétamol, anti-épileptique à base de métylprednisolone et antihypertenseur à base de nicardipine. La chirurgie a consisté à la réalisation d'une incision ptériale et la confection d'un volet. La tumeur était adhérente à l'os et saignante, une exérèse totale a été faite. Le contenu kystique était clair et le bourgeon était de consistance ferme. L'étude anatomo-pathologique a conclu à un ganglioglome sans cellules atypiques.

L'évolution a été marquée par un saignement intra parenchymateux mis en évidence au neuvième jour postopératoire ayant nécessité une reprise opératoire. Au douzième jour postopératoire la patiente a développé un syndrome infectieux. Elle est malheureusement décédée dans un tableau d'infection au quinzième jour.

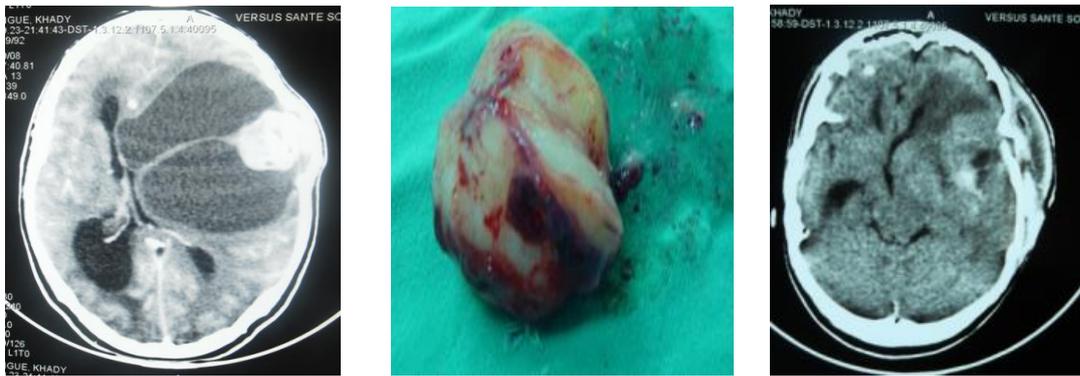


Figure 1: (a) TDM cérébrale (b) Bourgeon charnu (c) TDM de contrôle à J9

- Cas 2 :

La patiente était âgée de 16 ans, domiciliée à Dakar (SENEGAL), épileptique connue depuis l'âge de 5 ans et suivie en neurologie sous valproate de sodium et carbamazépine avec persistance de crises convulsives. Elle était reçue aux urgences pour vomissements et crises convulsives clonico-toniques. A l'examen clinique il n'y avait pas de déficit sensitivomoteur. Les reflexes ostéo-tendineux, cutané-abdominaux et l'examen du fond d'œil étaient normaux.

Le scanner mettait en évidence une formation hypodense temporo-pariétale gauche mesurant 48x30 mm avec des cloisons ne se rehaussant pas à l'injection du produit de contraste, en faveur d'astrocytome de bas grade. L'IRM a mis en évidence une lésion corticale temporale droite de 42x39x39 mm en hyposignal T1 hypersignal T2, hyposignal flair avec ADC élevé en faveur d'une lésion kystique. Cette formation kystique est multicloisonnée. Il n'y avait pas de prise de contraste à l'injection du gadolinium en faveur d'une DNET.

La patiente a bénéficié d'une intervention chirurgicale avec une incision ptérioronale puis confection d'un volet osseux. La tumeur était translucide avec un liquide kystique jaune citrin. L'exérèse était partielle.

Le prélèvement a été acheminé au laboratoire où les examens macroscopique et microscopique avec étude immunohistochimique ont été pratiqués et ont objectivé des cellules neuronales d'allure plus ou moins ganglionnaire avec une vascularisation et quelques infiltrats inflammatoires péri-vasculaires et la présence de micro-calcifications : aspect compatible avec un gangliogliome sans signe d'anaplasie. L'évolution est favorable avec un recul de 18 mois par une amélioration de la qualité de vie et une diminution de la fréquence de l'épilepsie contrôlée avec le valproate de sodium 50.

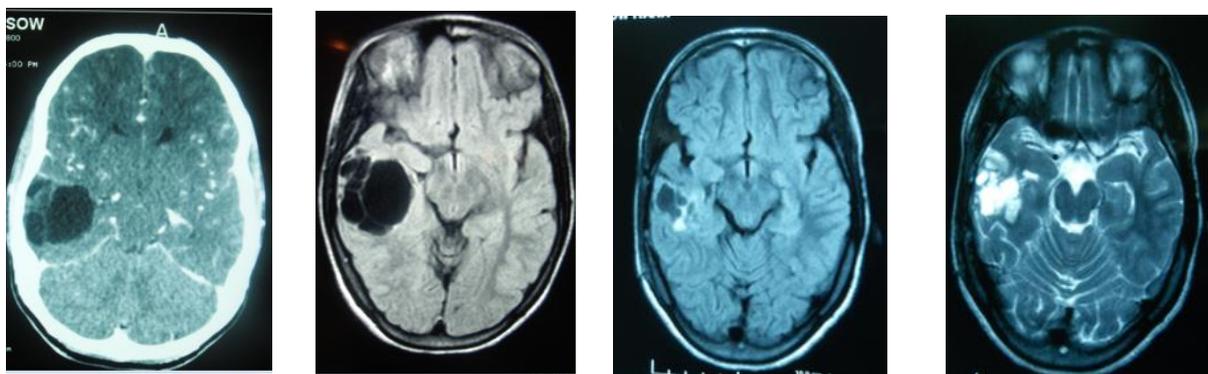


Figure 2 : (a)TDM (b) IRM cérébrale en préopératoire. IRM cérébrale de contrôle à 1 an (c) en T1 et (d) T2

- Cas 3:

La troisième patiente est âgée de 15 ans, elle a des antécédents de toxidermie 4 ans auparavant et présente depuis 2 mois, des céphalées et des crises d'épilepsie généralisées. Elle a été reçue au service des maladies infectieuses pour méningite, traitée et guérie, puis au décours d'une tomodensitométrie cérébrale mettant en évidence un processus expansif intracrânien, elle a été référée au service de neurochirurgie le 18 jan 2012 pour meilleure prise en charge.

A l'examen la patiente était consciente et coopérante, elle n'a présenté aucun déficit sensitivomoteur. Il est à noter la présence d'une cécité bilatérale.

Le scanner cérébral a mis en évidence une formation tumorale pariétale gauche de 65 mm de diamètre à deux composantes kystique et charnue avec un rehaussement important à l'injection du gadolinium. Un important œdème perilesionnel est objectivé.

Une exérèse macroscopiquement totale de la tumeur a été faite. Le contenu du kyste était xanthochromique et la portion charnue comportait des zones de nécrose. Les examens macroscopique et microscopique de la pièce opératoire avec étude immunohistochimique pratiqués ont conclu à une tumeur glioneuronale maligne, correspondant à un gangliogliome anaplasique.

Deux mois après l'intervention, la patiente a présenté une hémiparésie droite avec une force motrice à 3/5 et une tuméfaction pariétale gauche. Le scanner de contrôle a mis en évidence une volumineuse tumeur hétérogène nécrotico-kystique, se rehaussant à l'injection du gadolinium, avec un important effet de masse et soufflant le volet crânien. Aspect radiologique en faveur d'un gliome de haut grade.

La patiente a bénéficié d'une radiothérapie et décès survenu à 12 mois.



Figure 3 : (a) et (b) TDM cérébrale avant chirurgie, (c) TDM 2 mois après chirurgie

Cas	Sexe	Age	Signe	Durée	Localisation	Exérèse	Anapat	Suivi	Rx/Chim	Etat Neuro
1	F	16	Epilepsie/cécité	5 mois	T/P	Totale	Gde I	15 jours	Non	
2	F	16	Epilepsie	11 ans	T/P	Partielle	Gde II	18 mois	Non	Bien
3	F	15	Epilepsie/cécité	2 mois	P	Totale	Anaplas	12 mois	oui	

F : fille, T/P : temporo-pariétale, P : pariétale Anapat : examen anatomopathologique, Gde : grade, Rx : radiothérapie, Chim : chimiothérapie, neuro : neurologique.

Cas	Sexe	Age	Scanner				IRM	
			Tissulaire	Gadolinium	calcif	Kyste	T1	T2
1	F	16	+	+	0	+		
2	F	16	0	0	0	+	Hyposignal	Hypersignal
3	F	15	+	+	0	+		

III- Discussion

Trois cas de gangliogliome ont été diagnostiqués durant une période de deux ans et demi. C'est une tumeur relativement rare selon Celli et Adachi (1,3). Ces trois malades étaient de sexe féminin et âgé de quinze et seize ans. Il semble que ce sont des tumeurs qui n'ont pas de préférence de sexe (1). Une prédominance masculine est quelque fois rapportée (13), Mais selon certains auteurs la distribution selon le sexe est égale (6). La répartition selon l'âge est diversement retrouvée par les auteurs. Ainsi pour certains tous les âges peuvent être concernés de 6 mois à 80 ans avec une moyenne de 18 ans (2 ; 11) Haddad lors de son étude a révélé que ce type de tumeurs est plus fréquent chez l'adolescent et chez l'enfant (6). Pour d'autres auteurs elles ont tendance à être retrouvées chez les enfants et les adultes jeunes en deçà de 30 ans (1, 17, 7, 9 20,21).

Toutes les trois patientes avaient comme signe commun l'épilepsie au long court. La manifestation Clinique majeure du gangliogliome est l'épilepsie (4) et son incidence est rapportée entre 75 et 100% (8 ; 18). Deux d'entre elles ont présenté une cécité bilatérale, cela pourrait témoigner de la chronicité de l'hypertension intracrânienne qui peut être due au retard très tardif de diagnostic lié à l'insuffisance de la couverture sanitaire et aux moyens d'imagerie. Une patiente a présenté une hypertension artérielle systolo-diastolique (17/10) qui était probablement un facteur de mauvais pronostic. Une hémiplégié droite a été constatée et expliquait l'amyotrophie. La durée de la symptomatologie avant le diagnostic variait de deux mois à onze ans. Il ressort de notre étude que la patiente qui a l'examen clinique pauvre, a le meilleur pronostic malgré la durée de son épilepsie.

Les trois patientes ont pu bénéficier d'une imagerie en pré et postopératoire. La localisation pariéto-temporale a été retrouvée chez deux patientes et celle pariétale chez la troisième. Le siège temporal a été retrouvé par Celli chez 8 de ses patients sur 14. Les gangliogliomes peuvent survenir sur toutes les aires du cerveau avec une prédilection pour le lobe temporal, suivi du lobe frontal avec moins fréquemment le 3^{ème} ventricule, le 4^{ème} ventricule le cervelet (22 ; 15).

Deux patientes ont présenté un processus expansif tumoral avec une composante kystique et charnu, se rehaussant à l'injection du gadolinium. Cette présentation est différente de celle de la troisième patiente qui est uniquement kystique. Il n'y avait pas de calcification. Le dôme périlésionnel a été noté chez une patiente et l'effet de masse chez deux. La patiente qui n'avait ni dôme périlésionnel, ni effet de masse était celle qui avait le meilleur pronostic. Le gangliogliome peut se présenter sous diverses formes kystiques, charnues. Et le diagnostic ne peut être fait à l'imagerie (5). Certains auteurs considèrent que la fréquence du gangliogliome ira de croissant à cause du développement de l'imagerie médicale (9).

Les patientes ont été opérées par des chirurgiens différents dans le même service. L'excérèse a été totale dans deux cas dont une hémorragique d'une tumeur adhérente à l'os, et subtotale chez une patiente. La couleur du contenu kystique était différente dans tous les cas : clair, jaune citrin et xanthochromatique. La composante charnue est ferme dans un cas et avec des zones de nécrose dans un autre. Selon Luyken, la résection totale est le meilleur traitement du gangliogliome (16). Cela est confirmé par Krouwer qui a signalé que la résection subtotale d'un gangliogliome anaplasique entraîne une recrudescence trois fois plus importante comparée à celle d'un gangliogliome bénin (10). Rumana et al lors de leur étude sur 42 patients n'ont rapporté aucune relation entre la qualité d'excérèse et la survie (19).

La patiente porteuse du gangliogliome anaplasique a bénéficié d'une radiothérapie. Pour la plupart des auteurs la radiothérapie est réservée pour les tumeurs évolutives (12). Elle n'a d'après Celli pas une place significative dans la prise en charge de ces types de lésions (1).

Tous les prélèvements ont été examinés dans le même laboratoire d'anatomie et de cytologie pathologique « CERBA » en France. Deux patientes ont une lésion bénigne et une, une lésion maligne. Pour Ryan, le gangliogliome anaplasique est l'apanage de l'adulte alors qu'une de nos patientes âgée de quinze était porteuse de cette lésion. Karreman sur 8 cas, âgés de deux à seize, étaient tous de grade III(12).

Nous pensons que le décès de la patiente porteuse d'une lésion de grade I à quinze jours de son intervention n'est pas du à la lésion mais au terrain et soit aux conditions de prise en charge postopératoire car d'après Rumana et al, l'âge inférieur à 20 ans ; le sexe féminin ; une lésion bénigne à l'examen anatomo-pathologique sont des facteurs de bon pronostic du gangliogliome (19). Le deuxième décès peut s'expliquer par le caractère anaplasique de la lésion. La tumeur a récidivé de façon rapide en deux mois. Cette recrudescence en un temps très court des lésions anaplasiques a été mentionnée par Lang (14). Kaylan-Raman et Olivero ont rapporté le cas d'un patient porteur d'une lésion anaplasique qui a reçu une radiothérapie postopératoire et qui par la suite a développé un glioblastome (1), alors que dans notre cas cette transformation s'est faite avant la radiothérapie. Aucune association n'est retrouvée entre la localisation de la tumeur et le taux de survie (19). La troisième patiente a une évolution très favorable avec un recul de 18 mois, cela conforte les facteurs pronostics énumérés par Rumana et al (19).

Conclusion

Le gangliogliome est une tumeur rare. Trois cas ont été pris en charge durant 2 ans et demi. Le diagnostic dans notre pratique est fait à un stade avancé de la pathologie et le pronostic essentiellement fonction du type histologique.

Bibliographie

- 1- Adachi. Y ; Yagashita. A (2008); Gangliogliomas: characteristic imaging findings and role in the temporal lobe epilepsy. *Neurology* 50:829-834
- 2- Blumcke I, Wiestler OD (2002) Gangliogliomas: An intriguing tumor entity associated with focal epilepsies. *J Neuropathol Exp Neurol* 61:575-584
- 3- Celli P; Scarpatini. M; Nardacci. B; Cervoni. L ; Cantore.G.P (1993) Ganglioglioma of the cerebral hemisphere. Report of 14 cases with long-term follow-up and review of the literature. *Acta neurochir* 125:52-57
- 4- Deling Li, Nan Ji, Yongji Tian & Yu, Shuqing Yu, Zhixian Gao, Jisheng Wang, Zhang Liwei: Intraventricular ganglioglioma prognosis and hydrocephalus: The largest case series and systematic literature review. *Acta Neurochir* (2013) 155:1253-1260. DOI 10.1007/s00701-013-1728-7
- 5- Demierre B, Stihnoth FA, Hori A, Spoerri O (1986). Intracerebral ganglioglioma. *J Neurosurg* 65: 177-178
- 6- Haddad SF, Moore SA, Menezes AH, VanGilder JC (1992) Ganglioglioma : 13 years of experience. *Neurosurgery* 31: 171-178
- 7- Hakim R, Loeffler JS, Anthony DC, Black PM (1997). Gangliogliomas in adults. *Cancer* 79:127-131
- 8- Hall Wa, Yunis Ej, Albright L (1986) Anaplastic ganglioglioma in a infant : case report and review of literature. *Neurosurgery* 19: 1016-1020
- 9- Hashimoto M, Fujimoto K, Shinoda S, Masuwaza T (1993) Magnetic resonance imaging of ganglion cell tumors. *Neuroradiol* 35:181-184

- 10- Jaeger M, Hussein S, Schulmann M.U, Brandis A, Samii M and Blomer U: Intraventricular trigonal ganglioglioma arising from the choroid plexus. *Acta neurochir (wien)* (2001) 143: 953-955.
- 11- Johansson JH, Rekate HL, Roessmann U (1981) gangliogliomas: pathological and clinical correlation. *J Neurosurg* 54:58-63
- 12- Karreman M, Pietsch T, Jansen G, Kramm CM, Wolff JE (2009). Anaplastic ganglioglioma in children. *J Neurooncol* 92:157-163
- 13- Krouwer HG, Davis RL, McDermott MW, Hoshino T, Prados M (1993) Gangliogliomas: a clinicopathological study of 25 cases and review of the literature *J Neuro Oncol* 17: 139-154
- 14- Lang FF, Epstein FJ, Ransohoff J, Allen JC, Wisoff J, Abbott IR, Miller DC (1993) Central nervous system gangliogliomas. Part 2: Clinical outcome. *J Neurosurg* 79: 867-873
- 15- Lantos PL, Vandenberg SR, Kleihues P (1997) Tumours of the nervous system-Neuronal and neuronal-glial tumours. *Green-field's neuropathology*, 6th edn. vol 2. In: Graham DI. PL Lantos, London, pp 654-677
- 16- Luyken C, Blumcke I, Fimmers R, Urbach H, Wiestler OD, Schramm J (2004) Supratentorial gangliogliomas: histopathologic grading and tumor recurrence in 184 patients with a median follow-up of 8 years. *Cancer* 101:1466-1475
- 17- Matsumoto K, Tamiya T, Ono Y, Furuta T, Asari S and Ohmoto T: Cerebral gangliogliomas : clinical characteristics CT and MRI. *acta neurochir (Wien)* (1999) 141:135-141
- 18- Nishio S, Morioka T, Mihara F, Gondo K, Fukui M (2001) Cerebral ganglioglioma with epilepsy: Neuroimaging features and treatment. *Neurosurg Rev* 24:146-149
- 19- Rumana C.S, Valadka A.B, and Contant C.F. Prognostic Factors in Supratentorial Ganglioglioma. *Acta Neurochir (Wien)* (1999) 141: 63-69
- 20- Silver JM, Rawlings CE, 3d, Rossitch E, Jr., Zeidman SM, Friedman AH (1991) Ganglioglioma: a clinical study with longterm follow-up. *Surg Neurol* 35: 261-266
- 21- Wolf HK, Muller MB, Spanle M, Zentner J, Schramm J, Wiestler OD (1994) Ganglioglioma: a detailed histopathological and immunohistochemical analysis of 61 cases. *Acta Neuropathol* 88: 166-173
- 22- Zentner J, Wolf HK, Ostertun B, Hunfnagel, Campos MG, Solymosi L, Schramm J (1994) Gangliogliomas : clinical, radiological, histopathological findings in 51 patients. *J neurol neurosurg psychiatry* 57:1497-1502

Vers l'éradication de la poliomyélite dans les pays en développement: freins et leviers

Mahamat Nadjib A^{1,2,3}, Attoh- Touré H^{2,3,4}, Abdel-Mahamoud A^{1,2,3}, Sabine Baron^{2,6}, Solène Brunet Houdard^{2,3,5,6}, Emmanuel Rusch^{2,3,5,6,7}, Leslie Grammatico-Guillon^{2,3,5,6,7,8}

Affiliations :

1. Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché (INSTA/ Tchad)
2. Equipe de recherche «Education, Ethique Santé », Université François Rabelais de Tours, France
3. Laboratoires de Santé Publique, Université François Rabelais de Tours, France
4. Département de Santé Publique, Université Félix Houphouët- Boigny d'Abidjan, Côte d'Ivoire
5. SIMEES, Unité d'évaluation médico économique, CHRU de Tours
6. SIMEES, Unité régionale d'épidémiologie hospitalière, CHRU de Tours
7. Université François Rabelais de Tours, Faculté de médecine
8. Centre de vaccination International, CHRU de Tours

Auteur correspondant : MAHAMAT NADJIB Abderahim Saleh - E-mail : nadjib.20055@gmail.com
10 Boulevard Tonnelé, 37000 Tours/France

Résumé

Introduction : L'objectif d'éradication de la poliomyélite s'est heurté à des difficultés ayant fait reculer l'échéance fixée pour l'éradication de 2012 à 2018. En effet, le poliovirus sauvage continue de circuler et on assiste également à l'émergence de poliovirus dérivés du vaccin oral. L'objectif de cette revue était d'identifier les freins et les leviers aux stratégies d'éradication.

Méthode : Nous avons interrogé la base de données PubMed avec les mots clés « Poliomyélite et Vaccination ». Celle-ci a été complétée par une recherche d'articles scientifiques sur Google et sur demande aux auteurs. Seuls les articles publiés en anglais et en français entre 2010 et 2015 ont été inclus.

Résultats : Parmi les 78 articles répondant aux critères d'inclusion, 76 % étaient des articles originaux, 4 % des revues de la littérature et 20 % provenaient de la littérature grise. Les pays les plus fréquemment objets de publications étaient le Pakistan (19 %), le Nigéria (19%) suivi de l'Inde (17%). Les freins le plus évoqués étaient le refus de la vaccination, les conflits armés et l'insécurité rendant l'accès difficile aux enfants lors des activités de vaccination supplémentaires et la faible couverture vaccinale favorisant la circulation des poliovirus. Face à ces difficultés, tous les pays en développement ont mis en œuvre un plan stratégique national incluant la formation, l'implication des leaders locaux et l'amélioration des activités de vaccination supplémentaires.

Au cours de notre période d'étude, l'Inde puis le Nigéria ont été retirés de la liste des pays endémiques. Toutefois, la densité de la population, l'insécurité et les mauvaises conditions d'hygiène pourraient favoriser la réintroduction du virus.

Conclusion : Les pays en développement doivent se doter de systèmes de santé performants pour atteindre l'objectif d'éradication prenant en compte toutes les dimensions sociales, culturelles, religieuses, politiques et environnementales de l'éradication.

Mots clés : Stratégies, Vaccination, Poliomyélite, Pays en Développement

Abstract

Introduction: Polio eradication is facing challenges that have reduced the deadline for eradication from 2012 to 2018. Indeed, wild poliovirus continues to circulate and we assist to the emergence of polioviruses derived from the oral vaccine. The objective of this study was to identify barriers and levers to polio eradication.

Method: We used PubMed database with « Poliomyelitis and Immunisation » keywords. This research was supplemented by a search of scientific articles on Google and request to authors. We have limited our research to articles published in English and French between 2010 and 2015.

Results: Of the 78 articles that met the inclusion criteria, 76% were original articles, 4% literature reviews and 20% were gray literature. The most frequently published countries were Pakistan (19%), Nigeria (19%), followed by India (17%). The most cited obstacles were firstly the refusal of vaccination, armed conflicts and insecurity, which made difficulties for children to participate in supplementary immunization activities and secondly low immunization coverage responsible for polioviruses circulation. To face these difficulties, all developing countries have implemented a national strategic plan that contained training, local leaders implication and improved supplementary immunization activities.

During our study period, India and Nigeria were removed from the list of endemic countries. However, population density, insecurity and poor hygiene conditions could favor the reintroduction of the virus.

Conclusion: Developing countries need effective health systems to achieve the goal of eradication that takes into account all social, cultural, religious, political and environmental dimensions of eradication.

Keywords: Strategies, Immunization, Poliomyelitis, Developing Countries

Introduction

La poliomyélite est une maladie infectieuse provoquée par un poliovirus sauvage (PVS), responsable d'une paralysie flasque aiguë [164]. En l'absence d'un traitement curatif spécifique, la prévention est la seule option permettant de lutter contre la maladie encore d'actualité [5].

Avant la mise en œuvre du Programme Elargi de Vaccination par l'Organisation Mondiale de la Santé en 1974, il y avait environ 500 000 nouveaux cas de poliomyélite chaque année dans le monde [6]. La poliomyélite était endémique dans plus de 125 pays et constituait la première cause de handicap en Afrique [6]. Devant l'ampleur de la maladie, la 41^{ème} Assemblée Mondiale de la Santé a adopté en 1988, une résolution visant l'éradication de la poliomyélite dans le monde. C'est ainsi que l'Initiative Mondiale pour l'Éradication de la Poliomyélite a lancé une stratégie d'éradication. Cette stratégie reposait sur la vaccination systématique, l'organisation de campagnes de vaccination de masse préventives ou réactives et la surveillance épidémiologique des paralysies flasques aiguës [2,5]. Grâce à cette stratégie, des progrès importants ont été réalisés. Le nombre de cas mondiaux notifiés de poliomyélite a considérablement diminué, passant de 350 000 en 1988 à 1 606 en 2009 [5] puis à 57 en 2015 [7]. En 2015, deux pays seulement étaient encore endémiques, l'Afghanistan et le Pakistan [8]. Toutefois, cet objectif d'éradication s'est heurté à de nombreux obstacles et difficultés ayant fait reculer de 2012 à 2018 l'échéance d'éradication [5,9,12]. En effet, le PVS continue toujours de circuler en raison de la persistance de pays endémiques et on assiste à l'émergence de poliovirus circulants dérivés du vaccin vivant oral (PolioVirus Dérivés souches Vaccinales circulants, en majorité de type 2, PVDVc de type 2) [2,8]. La problématique d'éradication de la poliomyélite est donc double : éradiquer le PVS mais aussi réduire au maximum les PVDVc de type 2 [2,5].

Face à ces difficultés, l'Assemblée Mondiale de la Santé a déclaré en 2014 que la propagation internationale du PVS à partir des pays endémiques vers les pays exempts de poliomyélite représentait une Urgence de Santé Publique de Portée Internationale [13].

Malgré une réduction significative du nombre de cas de 2010 à 2015, les pays en développement peinent toujours à éradiquer la poliomyélite. Cette revue systématique de la littérature sur la vaccination poliomyélite dans les pays en développement avait pour objectif principal d'identifier les freins et les leviers aux stratégies d'éradication de la poliomyélite.

I- Méthode

- Sources d'information et stratégies de recherche

Pour cette étude, nous avons interrogé la base de données Medline grâce à l'interface PubMed. Nous avons également complété cette recherche systématique par une recherche d'articles scientifiques sur Google et sur demande aux auteurs. Nous avons limité notre recherche sur les articles publiés en anglais et en français, entre 2010 et 2015, afin d'étudier les données les plus récentes, dans un domaine en perpétuelle évolution.

La recherche sur Google a aussi concerné la littérature grise. Celle-ci comportait des rapports d'activités, recommandations, stratégies et avis d'experts issus de la base de données bibliographiques de l'Organisation Mondiale de la Santé et de la bibliothèque de ressources de l'Initiative Mondiale de l'Eradication de la Poliomyélite.

L'équation de recherche obtenue sur PubMed était: ("vaccination"[MeSH Terms] OR "vaccination"[All Fields]) AND ("poliomyelitis"[MeSH Terms] OR "poliomyelitis"[All Fields] OR "polio"[All Fields]) AND ("2010"[CRDAT] : "2015"[CRDAT]).

- Critères de sélection des articles

Tous les articles obtenus dans la recherche ont été examinés sur la base du titre dans une première étape (exclusion première étape). Après soustraction des doublons, des articles ont été vérifiés pour les critères d'inclusion sur la base du résumé ou du texte intégral (exclusion deuxième étape).

- Critères d'inclusion

Nous avons inclus les documents de « recherche originale » publiés dans des revues scientifiques indexées ou à comité de lecture et qui ont traité les sujets suivants : perception, attitude, croyance, résistance à la vaccination, couverture vaccinale, flambée de poliomyélite, obstacles à l'éradication, stratégies de vaccination et introduction du vaccin injectable. Ont aussi été inclus les documents issus de la littérature grise.

- Critères d'exclusion

Nous avons exclu les articles portant sur les essais cliniques, sérologie et immunogénicité, modélisation statistique, développement du vaccin, vaccination des adultes et dans les pays développés. Les articles éliminés, soit ne fournissaient aucun critère ou élément stratégique pour l'éradication de la poliomyélite, soit étaient publiés en dehors de notre limite temporelle et géographique de recherche (2010-2015).

Neuf cent cinquante-trois (953) articles ont été identifiés. Chaque publication a été évaluée par la lecture du résumé ou du texte intégral pour identifier les freins et les leviers de la vaccination contre la poliomyélite dans les pays en développement. Sur cette base, 78 articles ont été retenus (Figure 1).

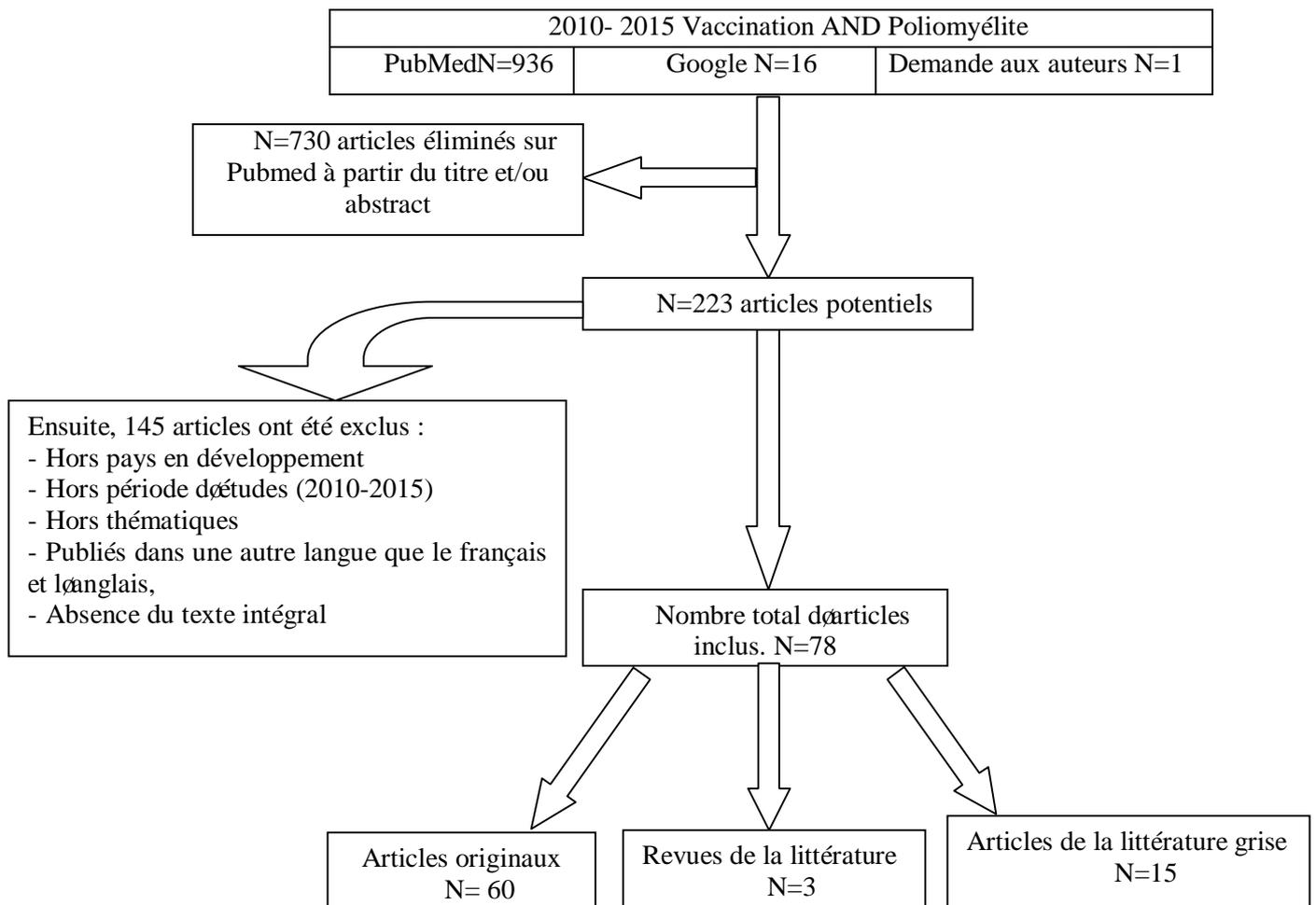


Figure 1 : Stratégie de recherche (Flow chart)

- Evaluation des études

Nous avons utilisé, pour l'évaluation des études, l'outil de catégorisation des résultats des projets de promotion de la santé et de prévention et en particulier de la colonne des activités de promotion de la santé (A1, A2, A3 et A4) [14]. Dans chacune des colonnes, nous avons classé les obstacles à la vaccination poliomyélite identifiés dans les articles sélectionnés dans la revue systématique.

Ce classement a été effectué en fonction de :

- A1** : Développement d'offres de promotion de la santé;
- A2** : Représentation d'intérêts, collaboration entre organisations ;
- A3**: Mobilisation sociale ;
- A4** : Développement de compétences personnelles.

II- Résultats

- Caractéristiques générales des articles inclus

Parmi les 78 articles répondant aux critères d'inclusion, 60 étaient (76%) des articles originaux, 3 (4 %) des revues de la littérature et 15 (20 %) provenaient de la littérature grise. (**Figure 1**). Les pays les plus fréquemment objets de publications étaient le Pakistan (19 %), le Nigéria (19 %) suivi de l'Inde (17 %).

- Les obstacles à l'éradication

De 2011 à 2012, le Nigéria a été le pays endémique où la transmission du PVS était la plus élevée marquant les premiers revers de la stratégie d'éradication [7,15-17] : en effet, parmi les obstacles anciens à l'éradication de la poliomyélite subsistait le rejet des populations, notamment des parents [1,3,18-20]. D'autres études ont cité le manque de connaissances et d'informations comme obstacles à la vaccination [1,3,12,20-23]. L'insécurité permanente limitait également l'accès des enfants aux activités de vaccination supplémentaire (AVS) notamment dans les zones du Nord-Est du pays en proie aux conflits [1,11,12,18-20,24-29]. De plus, la faible couverture vaccinale pouvait s'expliquer par l'insuffisance des infrastructures sanitaires, des ressources humaines et financières [3,29]. Elle exposait le Nigéria à un risque de persistance de la maladie et de transmissions des PVS et PVDVc.

Tous les pays africains restaient exposés à un risque de flambées tant que la circulation du PVS se poursuivait au Nigéria [5] pays le plus affecté en Afrique par la poliomyélite entre 2010 et 2015 (**figure 2**). L'importation de PVS du Nigéria vers les pays exempts de poliomyélite était responsable de flambées épidémiques (**Tableau I**) constituant un frein à l'éradication de la poliomyélite [5]. La faible couverture vaccinale, commune aux pays Africains facilite la propagation des poliovirus [10,23,30-47]. A l'instar du Nigéria, la non-adhésion des populations, les conflits et l'insécurité représentaient des facteurs limitant l'accès aux populations et par conséquent bloquant l'augmentation des couvertures vaccinales dans les autres pays Africains [23,27,30-37,45,46,48,49]. Ainsi, en Côte d'Ivoire, le conflit politico-militaire en 2010-2011 pourrait avoir été responsable de l'augmentation du nombre de cas de poliomyélite [6].

Au Pakistan, pays le plus affecté par la poliomyélite au monde (**figure 2**), le refus du vaccin par les communautés représentait un obstacle majeur [4,9,50,51]. Ce refus était à rapprocher des sentiments « anti-occident » conduisant à des attaques répétées sur les agents en charge de la vaccination et les bénévoles [9,10,27,45,51-55]. Depuis 2012, plus de 80 agents vaccinateurs ont été tués par des opposants à la vaccination [9,27,28,51,56]. A l'instar de tous les pays endémiques, de nombreuses zones au Pakistan restaient inaccessibles à la vaccination. D'autres obstacles étaient liés à la religion notamment l'interdiction de contact entre les femmes et les étrangers de sexe masculin [9]. Les chefs religieux ont fait circuler des rumeurs quant au risque de stérilité future des enfants vaccinés [9]. Et enfin, le manque d'information a été aussi mis en évidence dans l'étude de Khowaja [55], 40 % des parents ont déclaré ne jamais avoir entendu parler de la poliomyélite et 24 % ne pas avoir entendu parler des AVS dans leur région.

Pays endémique frontalier, la situation en Afghanistan est proche de celle du Pakistan. Les conflits armés, les problèmes de sécurité des agents vaccinateurs [10,27], les barrières culturelles et religieuses ont impacté négativement les campagnes de vaccination contre la poliomyélite dans ce pays [56].

Les freins qui persistaient encore en Inde avant son retrait de la liste des pays endémiques en 2012, étaient les résistances des parents, le manque de confiance en la vaccination, la crainte des effets secondaires, les croyances religieuses et culturelles [57-66]. Par ailleurs, la forte densité de la population infantile et les mauvaises conditions d'hygiène pouvaient favoriser la réintroduction de virus [57].

La conséquence de ces freins, est la faiblesse des couvertures vaccinales conduisant à l'émergence des virus vaccinaux, nouveau défi dans l'éradication de la maladie. En effet, des zones de faible couverture permettent une circulation prolongée des virus vaccinaux dans la population, favorisant des mutations génétiques avec retour à la virulence. Au Nigéria, la couverture nationale moyenne par la troisième dose de Vaccin Polio Oral était de seulement de 38 % en 2013 [13]. En 2014, les PVDVc de type 2 y ont circulé, puis atteint d'autres pays comme le Soudan du Sud [67]. En 2015, 7 pays (Madagascar, République démocratique populaire lao, Guinée, Myanmar, Ukraine, Pakistan et Nigéria) ont été affectés par des flambées de PVDVc de type 2 [68].

On assiste alors à la coexistence persistante de souches sauvages et vaccinales et au risque d'importation à des pays jusque-là exempts de poliomyélite, retardant l'éradication mondiale de la poliomyélite [2,5,28,30,63,7,44]. Dès lors, la surveillance épidémiologique des paralysies flasques aiguës devient essentielle pour l'isolement de ces poliovirus. Toutefois, cette surveillance et la surveillance environnementale restent de qualité insuffisante dans la plupart des pays en développement [45,57,67].

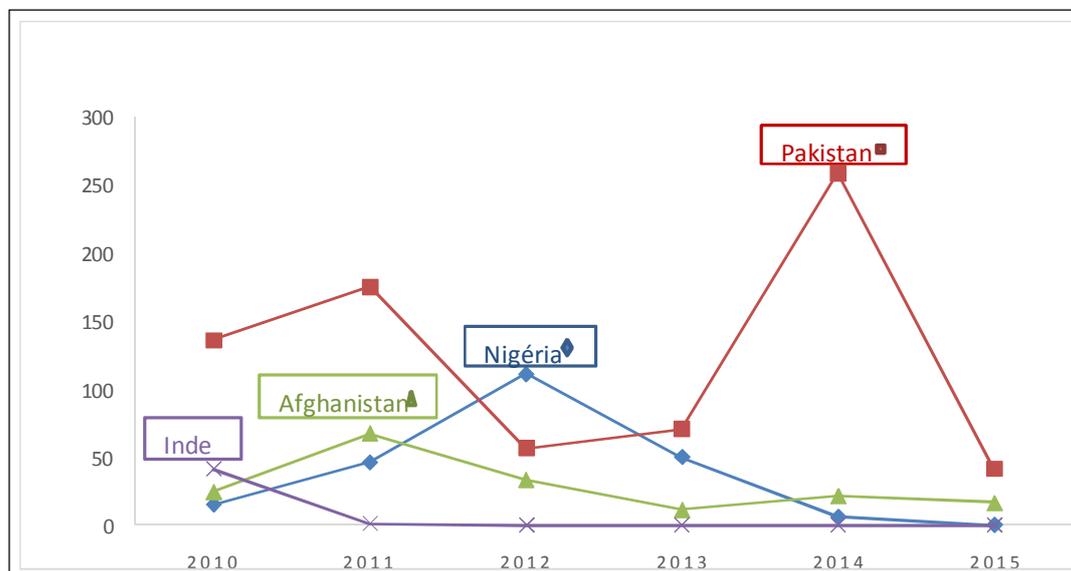


Figure 2 : Nombre de cas de paralysie flasque aiguë dans les pays endémiques ou qui l'ont été en 2010-2015 [7,16,17]

Tableau I : Nombre de cas de paralysie flasque aiguë dans les autres pays en développement en 2010-2015 [7,16,17]

Pays	Cas PVS 21/12/10	Cas PVS 21/12/11	Cas PVS 04/12/12	Cas PVS 04/12/13	Cas PVS et PVDVc 25/11/14	Cas PVS et PVDVc 25/11/15
RD Congo	79	89	0	0	0	0
Tchad	18	132	5	0	0	0
Angola	32	05	0	0	0	0
Mali	4	7	0	0	0	0
Kenya	0	1	0	14	0	0
Guinée	0	3	0	0	0	1 PVDVc
C. d'Ivoire	0	36	0	0	0	0
Niger	2	2	0	0	0	0
Congo	0	1	0	0	0	0
Gabon	0	1	0	0	0	0
Somalie	0	0	0	183	5	0
Ethiopie	0	0	0	7	1	0
Guinée E.	0	0	0	0	5	0
Cameroun	0	0	0	4	5	0
Sud soudan	0	0	0	0	1 PVDVc	0
Madagascar	0	0	0	0	1 PVDVc	10 PVDVc

- Les leviers

Tous les pays en développement ont pris des dispositions pour répondre aux engagements vis-à-vis du Plan d'Éradication de la poliomyélite.

Le Nigéria, le Pakistan et l'Afghanistan ont mis en place un plan d'urgence afin de surmonter les obstacles à l'éradication [1,10,12,18,20,22,29,51,55,69]. Ce plan prévoyait la formation du personnel, l'implication et la mobilisation des femmes relais et des leaders locaux pour sensibiliser les parents, la vaccination à la frontière et l'amélioration de la qualité des activités de vaccination supplémentaire (passage de porte à porte, accès aux zones reculées ou peu sûres, supervision du travail effectué) [1,3,11,12,18,20,22,55,69]. Grâce à ce plan, ces trois pays ont réussi à réduire les cas de paralysie flasque aiguë [3,4,10,12,29,55,56].

Les autres pays d'Afrique subsaharienne, ayant connu des flambées épidémiques, ont aussi adopté un plan d'urgence adapté à leur contexte. Au Cameroun, l'État a renforcé la surveillance épidémiologique pour détecter plus rapidement de nouveaux cas [70]. Curry *et al* [36], dans une enquête menée en Angola et en Ethiopie, ont noté que l'amélioration des activités de vaccination supplémentaire a permis d'atteindre les zones les plus reculées, permettant d'augmenter significativement les couvertures vaccinales [36].

A Madagascar, des zones prioritaires ont été cartographiées pour un accès plus facile lors de l'organisation des AVS [71].

Bien que n'étant plus un pays endémique depuis 2011, les études réalisées en Inde soulignaient qu'il ne fallait pas baisser la garde et continuer à maintenir un niveau de surveillance environnementale élevé pour éviter une réintroduction [57].

Enfin, dans le cadre de la lutte contre les PVDVc, défi récent, tous ces pays ont prévu depuis 2012 d'introduire, ou ont déjà introduit au moins une dose de Vaccin Polio Injectable inactivé dans le cadre des nouvelles stratégies de vaccination recommandées par l'OMS [5,72,73].

II- Discussion

Cette analyse des freins et des leviers à l'éradication de la poliomyélite dans les pays en développement a montré que plus de la moitié des études (51 %) s'intéressait aux pays encore endémiques ou qui l'ont été récemment : le Pakistan (n = 12), le Nigéria (n= 12) et l'Inde (n=11). Il s'agissait pour la plupart d'études qualitatives ou mixtes décrivant davantage les obstacles que les leviers. Les articles originaux issus de PubMed, ne fournissaient que très peu de données chiffrées, le plus souvent parcellaires. Ce qui nous a amené à rechercher dans la littérature grise des données quantitatives globales rarement publiées. En outre, ces études ne parlaient que très peu des pays en développement n'enregistrant plus de cas de poliomyélite depuis plusieurs années notamment grâce à l'amélioration de leur système de santé.

Tous les pays endémiques ont fait face à un rejet de la vaccination impactant négativement les campagnes de vaccination [55]. Les principaux arguments évoqués par les parents étaient religieux et culturels [1, 3, 4, 9, 12,18,21, 23, 26,50,54,57,69]. Rappelons qu'au Pakistan, les vaccinateurs de sexe masculin n'étaient pas habilités à pénétrer dans les concessions réservées aux femmes et aux enfants [9]. Des études ont souligné également des réticences sur le bien-fondé et la légitimité de la vaccination en raison du fort sentiment « anti- occident » [1,9,52]. Ces réticences ont été renforcées par l'accent mis par les pays occidentaux sur l'éradication de la poliomyélite au détriment des autres services de santé [1,4,9,52,53]. Dans de nombreux pays en développement, l'ignorance des parents, les fausses croyances et rumeurs, le sexe du chef de famille (mères plus favorables à la vaccination) et la taille de la famille sont autant de facteurs influençant le refus [6,23,71]. Le manque d'informations sur la maladie et la vaccination est une cause importante de refus justifiant le renforcement de la Communication pour le Changement de Comportement (CCC) [1, 12,20,23, 41,60,65,74].

Enfin, face aux multiples activités de vaccination supplémentaire organisées de manière répétée dans plusieurs pays, une lassitude et un découragement des parents ont été observés [19,30]. Quand les parents posent la question : «Pourquoi tant de doses ?», ils n'obtiennent souvent pas de réponses satisfaisantes là encore, en raison du manque d'activités de communication et de mobilisation sociale [75]. Les rumeurs prennent ainsi le pas sur la communication et sont véhiculées par des leaders communautaires non impliqués dans la politique vaccinale [1,9,12,54].

De la même façon dans les pays développés (Etats Unis, Angleterre, Allemagne, Suède, France, Norvège, Espagne, Suisse) l'importance du refus des populations est souvent liée à une communication absente ou insuffisante [76,77]. Contrairement aux pays en développement, les freins religieux et culturels sont minoritaires. Le refus serait principalement lié à la méfiance face au bien-fondé de la vaccination, la peur des effets secondaires puis à une crispation vis-à-vis des politiques vaccinales successives [76,77].

Les conflits armés et l'insécurité étaient des freins majeurs à l'éradication dans de nombreux pays. Comme souligné au Nigéria, Pakistan, Afghanistan et Somalie, l'insécurité permanente limite l'accès des enfants aux AVS notamment dans les zones de conflits [1,9,11,18,20,24,26,28,45,46,51,55,56,72]. Depuis 2012, les agents vaccinateurs eux-mêmes, perçus comme des complices travaillant pour les intérêts des occidentaux peuvent être victimes de violences et assassinés comme au Nigéria et au Pakistan [9,27,50,55,56]. Tant que l'insécurité persistera dans ces pays, les couvertures vaccinales de routine resteront faibles et le risque de résurgence du PVS élevé.

La fragilité des systèmes de santé sur lesquels reposent les stratégies vaccinales constitue toujours un frein majeur dans les pays en développement. Ainsi, la couverture vaccinale de routine est faible dans la majorité de ces pays [3, 11,18,21,30,39, 41,44,46, 53, 55,56]. De plus, au cours de ces dernières années, ces systèmes de santé déjà fragiles, ont été ébranlés par les conflits armés, socio-politiques (élections) et/ou par l'émergence de nouvelles maladies comme Ebola [6,12]. Dans de tels systèmes, l'insuffisance des ressources humaines, matérielles et financières [12,18,21,22,41,71] altère la qualité des AVS et limite fortement l'accès des enfants aux soins et à la prévention. L'émergence de foyers épidémiques à souche vaccinale conduisant à l'introduction d'une dose supplémentaire oblige les pays à maintenir une lutte continue contre les freins à la vaccination.

Face aux multiples défis survenus à chaque étape de l'éradication de la poliomyélite, tous les pays en développement ont été appelés à adopter et mettre en œuvre un plan stratégique national répondant à leur situation spécifique, y compris l'introduction d'au moins une dose de Vaccin Polio Inactivé [5,72]. La mobilisation sociale et la communication de masse sont indispensables pour vaincre les refus. Elles nécessitent une implication des mères et des leaders locaux comme au Nigéria [49]. L'Inde qui n'avait plus enregistré de cas depuis 2011, a renforcé sa vaccination de routine et intensifié ses activités de communication [27,58,62,64,66]. Grâce à ces deux leviers, l'Inde et le Nigéria ont été certifiés indemnes de poliomyélite, respectivement en 2012 et 2015 [7,57]. Les mesures visant à améliorer la qualité des AVS ont été déterminantes dans l'augmentation des couvertures vaccinales depuis 2013 [11,12]. Enfin, la qualité de la surveillance épidémiologique s'est améliorée dans 7 pays Africains [78]. D'autres mesures fortes ont été prises par le Pakistan et le Nigéria, comme la vaccination aux frontières qui a permis de limiter l'importation de nouveaux cas [12,69]. Tout récemment une coordination transfrontalière a été proposée entre l'Afghanistan et le Pakistan [79]. L'éradication de la poliomyélite dépend essentiellement de la couverture vaccinale et renvoie à la gestion des programmes de vaccination dans des systèmes de santé encore trop fragiles. Un système de santé performant est primordial comme cela a été montré lors de la récente flambée épidémique à Ebola au Nigéria.

Elle a été rapidement contenue grâce aux infrastructures déjà mises en place dans le cadre de l'éradication de la poliomyélite [12]. Seul un système de santé performant pourrait permettre à chaque pays d'améliorer la qualité de ses AVS, faciliter l'accès aux zones difficiles, renforcer la surveillance épidémiologique et mettre un accent sur les actions de mobilisation sociale. Pour pérenniser la stratégie globale d'éradication, le financement de ces systèmes de santé notamment de l'introduction du Vaccin Polio Injectable [47,80,81], l'appui technique et logistique restent déterminants [5].

Conclusion

Cette revue des freins et des leviers est nécessaire dans le contexte d'une éradication toujours retardée. Il faut continuer à lutter contre les freins religieux, culturels et la mauvaise qualité des AVS limitant l'accès aux enfants. L'insécurité permanente reste un frein préoccupant difficile à contourner par les politiques de santé. L'introduction du VPI dans les pays en développement devrait constituer une avancée majeure dans l'éradication de la poliomyélite. La communication reste un outil important pour la réussite de cette nouvelle stratégie afin que les populations, déjà lassées, puissent comprendre et accepter la nécessité d'une dose supplémentaire.

Pour implémenter les nouvelles stratégies et atteindre l'échéance d'éradication fixée en 2018, les pays en développement doivent se doter de systèmes de santé performants et résilients aux crises, prenant en compte toutes les dimensions sociales, culturelles, religieuses, politiques et environnementales de l'éradication. A ce jour, les risques de propagation et de rétablissement de la circulation des poliovirus restent élevés dans le monde.

Bibliographie

1. Olufowote JO. Local resistance to the global eradication of polio: newspaper coverage of the 2003-2004 vaccination stoppage in northern Nigeria. *Health Commun.* déc 2011;26(8):743-53.
2. OMS | Note de synthèse de l'OMS sur les vaccins antipoliomyélitiques - Janvier 2014. Relevé épidémiologique hebdomadaire, vol. 89, 9 (pp. 73-92) [Internet]. WHO. [Cité 18 mai 2015]. Disponible sur: <http://www.who.int/wer/2014/wer8909/fr/>
3. Onyeka IN, Ilika AL, Ilika FN, Umeh DC, Onyibe RI, Okoye CJ, et al. Experiences from polio supplementary immunization activities in Anambra State, Nigeria. *Niger J Clin Pract.* déc 2014;17(6):808-13.
4. Khan MU, Ahmad A, Aqeel T, Akbar N, Salman S, Idress J. A Cross-Sectional Survey of Healthcare Workers on the Knowledge and Attitudes towards Polio Vaccination in Pakistan. *PLoS One.* 2015;10(11):e0142485.
5. Global Polio Eradication Initiative. Plan Stratégique pour l'éradication de la poliomyélite et la phase finale 2013-2018 [Internet]. [cité 24 mars 2015]. Disponible sur: http://www.polioeradication.org/Portals/0/Document/Resources/StrategyWork/PEESP_FR_A4.pdf
6. Attoh- Touré H, Soumahoro MK, Aka LN, Ahoussou EM, Ekra KD, Dagnan Ncho S, Tagliante-Saracino J. Circulation du poliovirus sauvage de type 1 et 3 en Afrique de l'Ouest. *Afr Bioméd.* 2012;17(3).
7. Michaud C. Polionewsletter [Internet]. 2015. Disponible sur: http://www.rotary-district1770.org/offres/doc_inline_src/20/PolionewsletteNB042+-+decembre+2015.pdf
8. OMS | Progrès accomplis vers l'éradication de la poliomyélite - Pakistan, janvier 2014 septembre 2015 20. Relevé épidémiologique hebdomadaire, novembre 2015, vol. 90, 47 (pp. 633-644) [Internet]. WHO. [cité 20 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.who.int/wer/2015/wer9047/fr/>.

9. Murakami H, Kobayashi M, Hachiya M, Khan ZS, Hassan SQ, Sakurada S. Refusal of oral polio vaccine in northwestern Pakistan: a qualitative and quantitative study. *Vaccine*. 10 mars 2014;32(12):1382-7.
10. Moturi EK, Porter KA, Wassilak SGF, Tangermann RH, Diop OM, Burns CC, et al. Progress toward polio eradication--Worldwide, 2013-2014. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 30 mai 2014; 63(21):468-72.
11. Farag NH, Alexander J, Hadler S, Quddus A, Durry E, Wadood MZ, et al. Progress toward poliomyelitis eradication--Afghanistan and Pakistan, January 2013-August 2014. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 31 oct 2014;63(43):973-7.
12. Etsano A, Gunnala R, Shuaib F, Damisa E, Mkanda P, Banda R, et al. Progress toward poliomyelitis eradication--Nigeria, January 2013-September 2014. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 21 nov 2014;63(46):1059-63.
13. OMS | Progrès accomplis en vue de l'éradication de la poliomyélite au Nigéria, janvier 2013-septembre 2014. Relevé épidémiologique hebdomadaire, 21 novembre 2014, vol. 89, 47 (pp. 517-528) [Internet]. WHO. [cité 20 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.who.int/wer/2014/wer8947/fr/>
14. Promotion Santé Suisse. Modèle de catégorisation des résultats - Promotion Santé Suisse [Internet]. [cité 24 mars 2015]. Disponible sur: <http://promotionsante.ch/public-health/bases-de-la-promotion-de-la-sante-et-de-la-prevention/impact/ergebnismodell.html>
15. OMS | Progrès accomplis vers l'éradication de la poliomyélite au Nigéria, janvier 2012-septembre 2013. Relevé épidémiologique hebdomadaire, 20 décembre 2013, vol. 88, 51/52 (pp. 545-556) [Internet]. WHO. [cité 20 oct 2016]. Disponible sur: http://www.who.int/wer/2013/wer8851_52/fr/
16. Michaud C. Polionewsletter [Internet]. 2011. Disponible sur: http://www.rotary-district1770.org/offres/doc_inline_src/20/polionews+dE9cembre+27+-+12++2012-CM20111229.pdf
17. Michaud C. Polionewsletter [Internet]. 2013. Disponible sur: <http://rotaract-montpellier.clubservice.fr/BinaryData.aspx?id=28616&crypt=6C-6A-18-8A-7F-D0-F1-4F-FA-45-42-D1-8A-80-A8-A3>
18. Murele B, Vaz R, Gasasira A, Mkanda P, Erbetto T, Okeibunor J. Vaccine perception among acceptors and non-acceptors in Sokoto State, Nigeria. *Vaccine*. 30 mai 2014;32(26):3323-7.
19. Mohammed A, Sabitu K, Nguku P, Abanida E, Sheidu S, Dalhat M, et al. Characteristics of persons refusing oral polio vaccine during the immunization plus days - Sokoto, Nigeria 2011. *Pan Afr Med J*. 2014;18 Suppl 1:10.
20. Nasiru S-G, Aliyu GG, Gasasira A, Aliyu MH, Zubair M, Mandawari SU, et al. Breaking community barriers to polio vaccination in Northern Nigeria: the impact of a grass roots mobilization campaign (Majigi). *Pathog Glob Health*. juill 2012;106(3):166-71.
21. Baba MM, Oderinde BS, Patrick PZ, Jarmai MM. Sabin and wild polioviruses from apparently healthy primary school children in northeastern Nigeria. *J Med Virol*. févr 2012;84(2):358-64.
22. Centers for Disease Control and Prevention (CDC). Polio field census and vaccination of underserved populations--northern Nigeria, 2012-2013. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 23 août 2013;62 (33):663-5.
23. Larson HJ, Jarrett C, Eckersberger E, Smith DMD, Paterson P. Understanding vaccine hesitancy around vaccines and vaccination from a global perspective: a systematic review of published literature, 2007-2012. *Vaccine*. 17 avr 2014;32(19):2150-9.
24. Comité de suivi indépendant de l'initiative pour l'éradication de la poliomyélite, chaque enfant manqué [Internet]. [cité 2 juin 2015]. Disponible sur: http://www.polioeradication.org/Portals/0/Document/Aboutus/Governance/IMB/6IMBMeeting/IMB6_Report_FR.pdf

25. Grassly NC. The final stages of the global eradication of poliomyelitis. *Philos Trans R Soc B Biol Sci* [Internet]. 5 août 2013 [cité 18 mai 2015];368(1623). Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3720038/>
26. Wassilak S, Pate MA, Wannemuehler K, Jenks J, Burns C, Chenoweth P, et al. Outbreak of type 2 vaccine-derived poliovirus in Nigeria: emergence and widespread circulation in an underimmunized population. *J Infect Dis*. 1 avr 2011;203(7):898-909.
27. Kennedy J, McKee M, King L. Islamist insurgency and the war against polio: a cross-national analysis of the political determinants of polio. *Glob Health*. 2015;11:40.
28. SteelFisher GK, Blendon RJ, Guirguis S, Brulé A, Lasala-Blanco N, Coleman M, et al. Threats to polio eradication in high-conflict areas in Pakistan and Nigeria: a polling study of caregivers of children younger than 5 years. *Lancet Infect Dis*. oct 2015;15(10):1183-92.
29. Wollum A, Burstein R, Fullman N, Dwyer-Lindgren L, Gakidou E. Benchmarking health system performance across states in Nigeria: a systematic analysis of levels and trends in key maternal and child health interventions and outcomes, 2000-2013. *BMC Med*. 2015;13:208.
30. Kuss J-J. L'Initiative Mondiale pour l'Éradication de la Poliomyélite : un long chemin semé d'embûches. *Santé Publique*. 17 mai 2011;Vol. 23(1):55-60.
31. Blake IM, Martin R, Goel A, Khetsuriani N, Everts J, Wolff C, et al. The role of older children and adults in wild poliovirus transmission. *Proc Natl Acad Sci U S A*. 22 juill 2014;111(29):10604-9.
32. HELLERINGER S, FRIMPOG JA, ABDELWAHAB J, ASUMING P, TOURÉ H, AWOONOR-WILLIAMS JK, et al. Supplementary polio immunization activities and prior use of routine immunization services in non-polio-endemic sub-Saharan Africa. *Bull World Health Organ*. 1 juill 2012;90(7):495-503.
33. Duintjer Tebbens RJ, Kalkowska DA, Wassilak SGF, Pallansch MA, Cochi SL, Thompson KM. The potential impact of expanding target age groups for polio immunization campaigns. *BMC Infect Dis*. 2014;14:45.
34. Patel MK, Konde MK, Didi-Ngossaki BH, Ndinga E, Yogolelo R, Salla M, et al. An outbreak of wild poliovirus in the Republic of Congo, 2010-2011. *Clin Infect Dis Off Publ Infect Dis Soc Am*. 15 nov 2012;55(10):1291-8.
35. Babirye JN, Engebretsen IMS, Makumbi F, Fadnes LT, Wamani H, Tylleskar T, et al. Timeliness of childhood vaccinations in Kampala Uganda: a community-based cross-sectional study. *PloS One*. 2012;7(4):e35432.
36. Curry DW, Perry HB, Tirmizi SN, Goldstein AL, Lynch MC. Assessing the effectiveness of house-to-house visits on routine oral polio immunization completion and tracking of defaulters. *J Health Popul Nutr*. juin 2014;32(2):356-66.
37. Tao W, Petzold M, Forsberg BC. Routine vaccination coverage in low- and middle-income countries: further arguments for accelerating support to child vaccination services. *Glob Health Action*. 2013; 6:20343.
38. Roberts DA, Ng M, Ikilezi G, Gasasira A, Dwyer-Lindgren L, Fullman N, et al. Benchmarking health system performance across regions in Uganda: a systematic analysis of levels and trends in key maternal and child health interventions, 1990-2011. *BMC Med*. 2015;13:285.
39. Mihigo R, Anya B, Okeibunor J, Ajibola S, Boakye-Agyemang C, Muzenda L, et al. African vaccination week as a vehicle for integrated health service delivery. *BMC Health Serv Res*. 2015;15:358.
40. Russo G, Miglietta A, Pezzotti P, Biguioh RM, Bouting Mayaka G, Sobze MS, et al. Vaccine coverage and determinants of incomplete vaccination in children aged 12-23 months in Dschang, West Region, Cameroon: a cross-sectional survey during a polio outbreak. *BMC Public Health*. 2015;15:630.

41. Lakew Y, Bekele A, Biadgilign S. Factors influencing full immunization coverage among 12623 months of age children in Ethiopia: evidence from the national demographic and health survey in 2011. *BMC Public Health*. 2015;15:728.
42. Sheikh MA, Makokha F, Hussein AM, Mohamed G, Mach O, Humayun K, et al. Combined use of inactivated and oral poliovirus vaccines in refugee camps and surrounding communities - Kenya, December 2013. *MMWR Morb Mortal Wkly Rep*. 21 mars 2014;63(11):237-41.
43. Mahmood K, Pelkowski S, Atherly D, Sitrin RD, Donnelly JJ. Hexavalent IPV-based combination vaccines for public-sector markets of low-resource countries. *Hum Vaccines Immunother*. sept 2013;9(9):1894-902.
44. Denise Antona, Nicole Guérin. InVS | BEH n°48(21 décembre 2010). L'éradication de la poliomyélite : où en est-on en 2010 ? [Internet]. [cité 10 nov 2016]. Disponible sur: <http://invs.santepubliquefrance.fr/beh/2010/48/index.htm>
45. Tajaldin B, Almilaji K, Langton P, Sparrow A. Defining Polio: Closing the Gap in Global Surveillance. *Ann Glob Health*. juin 2015;81(3):386-95.
46. Jeene H, Hassan AH. Polio vaccination coverage in Somalia. *Lancet*. 28 juin 2014;383(9936):2209.
47. Davis R, Wright PF. Circulating Vaccine Derived Poliovirus and the polio eradication endgame. *Pan Afr Med J* [Internet]. 20 août 2012 [cité 29 juin 2015];12. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3489392/>
48. Kamadjeu R, Mulugeta A, Gupta D, Abshir Hirsi A, Belayneh A, Clark-Hattingh M, et al. Immunizing nomadic children and livestock--Experience in North East Zone of Somalia. *Hum Vaccines Immunother*. 2015;11(11):2637-9.
49. Jarrett C, Wilson R, O'Leary M, Eckersberger E, Larson HJ, SAGE Working Group on Vaccine Hesitancy. Strategies for addressing vaccine hesitancy - A systematic review. *Vaccine*. 14 août 2015;33(34):4180-90.
50. Hussain SA, Menezes RG, Nagaraja SB. Parents in Pakistan arrested for polio vaccine refusal: a necessary step? *Lancet Lond Engl*. 18 avr 2015;385(9977):1509.
51. O'Reilly KM, Cori A, Durry E, Wadood MZ, Bosan A, Aylward RB, et al. A New Method for Estimating the Coverage of Mass Vaccination Campaigns Against Poliomyelitis From Surveillance Data. *Am J Epidemiol*. 1 déc 2015;182(11):961-70.
52. Shah M, Khan MK, Shakeel S, Mahmood F, Sher Z, Sarwar MB, et al. Resistance of polio to its eradication in Pakistan. *Virol J*. 2011;8:457.
53. Mushtaq MU, Shahid U, Majrooh MA, Shad MA, Siddiqui AM, Akram J. From their own perspective - constraints in the Polio Eradication Initiative: perceptions of health workers and managers in a district of Pakistan's Punjab province. *BMC Int Health Hum Rights*. 2010;10:22.
54. Khan MU, Ahmad A, Aqeel T, Salman S, Ibrahim Q, Idrees J, et al. Knowledge, attitudes and perceptions towards polio immunization among residents of two highly affected regions of Pakistan. *BMC Public Health*. 2015;15:1100.
55. Khowaja AR, Khan SA, Nizam N, Omer SB, Zaidi A. Parental perceptions surrounding polio and self-reported non-participation in polio supplementary immunization activities in Karachi, Pakistan: a mixed methods study. *Bull World Health Organ*. 1 nov 2012;90(11):822-30.
56. O'Reilly KM, Durry E, ul Islam O, Quddus A, Abid Noma, Mir TP, et al. The effect of mass immunisation campaigns and new oral poliovirus vaccines on the incidence of poliomyelitis in Pakistan and Afghanistan, 2001-11: a retrospective analysis. *Lancet*. 4 août 2012;380(9840):491-8.
57. John TJ, Vashishtha VM. Eradicating poliomyelitis: India's journey from hyperendemic to polio-free status. *Indian J Med Res*. mai 2013;137(5):881-94.

58. Chatterjee A, Vidyant S, Dhole TN. Polio eradication in India: progress, but environmental surveillance and vigilance still needed. *Vaccine*. 18 févr 2013;31(9):1268-75.
59. Hussain RS, McGarvey ST, Fruzzetti LM. Partition and poliomyelitis: an investigation of the polio disparity affecting Muslims during India's eradication program. *PloS One*. 2015;10(3):e0115628.
60. Vohra R, Vohra A, Bhardwaj P, Srivastava JP, Gupta P. Reasons for failure of immunization: A cross-sectional study among 12-23-month-old children of Lucknow, India. *Adv Biomed Res*. 2013;2:71.
61. Thacker N, Choudhury P, Gargano LM, Weiss PS, Pazol K, Bahl S, et al. Comparison of attitudes about polio, polio immunization, and barriers to polio eradication between primary health center physicians and private pediatricians in India. *Int J Infect Dis IJID Off Publ Int Soc Infect Dis*. juin 2012;16(6):e417-423.
62. Hussain RS, McGarvey ST, Shahab T, Fruzzetti LM. Fatigue and fear with shifting polio eradication strategies in India: a study of social resistance to vaccination. *PloS One*. 2012;7(9):e46274.
63. Choudhury P, Thacker N, Gargano LM, Weiss PS, Vashishtha VM, Amladi T, et al. Attitudes and perceptions of private pediatricians regarding polio immunization in India. *Vaccine*. 26 oct 2011;29(46):8317-22.
64. Joseph N, Subba S, Nelliyanil M, Kotian S, Haridath A, N K, et al. A study of the knowledge and attitude towards pulse polio immunization in semi urban areas of South India. *Australas Med J*. 2011;4(2):81-6.
65. Shah NK, Talyan A, Jain V, Khaparde SD, Bahl S, Hutin Y, et al. Improving polio vaccination during supplementary campaigns at areas of mass transit in India. *BMC Public Health*. 11 mai 2010;10:243.
66. Weiss WM, Rahman MH, Solomon R, Singh V, Ward D. Outcomes of polio eradication activities in Uttar Pradesh, India: the Social Mobilization Network (SM Net) and Core Group Polio Project (CGPP). *BMC Infect Dis*. 2011;11:117.
67. OMS | Introduction du vaccin antipoliomyélique inactivé et passage du vaccin antipoliomyélique oral trivalent au vaccin antipoliomyélique oral bivalent dans le monde, 2013-2016. Relevé épidémiologique hebdomadaire, 3 juillet 2015, vol. 90, 27 (pp. 337-348) [Internet]. [cité 20 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.who.int/wer/2015/wer9027/fr/>
68. OMS | Note de synthèse de l'OMS sur les vaccins antipoliomyéliques ó mars 2016. Relevé épidémiologique hebdomadaire, 25 mars 2016, vol. 91, 12 (pp. 145-168) [Internet]. WHO. [cité 20 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.who.int/wer/2016/wer9112/fr/>
69. Bhutta ZA. Infectious disease: Polio eradication hinges on child health in Pakistan. *Nature*. 16 juill 2014;511(7509):285-7.
70. Delpyroux F, Colbère-Garapin F, Razafindratsimandresy R, Sadeuh-Mba S, Joffret M-L, Rousset D, et al. [Eradication of poliomyelitis and emergence of pathogenic vaccine-derived polioviruses: from Madagascar to Cameroon]. *Médecine Sci MS*. nov 2013;29(11):1034-41.
71. Clouston S, Kidman R, Palermo T. Social inequalities in vaccination uptake among children aged 0-59 months living in Madagascar: an analysis of Demographic and Health Survey data from 2008 to 2009. *Vaccine*. 12 juin 2014;32(28):3533-9.
72. WHO. Polio vaccines: WHO position paper, January 2014--recommendations. *Vaccine*. 16 juill 2014;32(33):4117-8.
73. Baicus A. History of polio vaccination. *World J Virol*. 12 août 2012;1(4):108-14.
74. Ames H, Njang DM, Glenton C, Fretheim A, Kaufman J, Hill S, et al. Mapping how information about childhood vaccination is communicated in two regions of Cameroon: What is done and where are the gaps? *BMC Public Health* [Internet]. 21 déc 2015 [cité 12 oct 2016];15. Disponible sur: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC4687068/>

75. OMS | Huitième réunion du Comité de suivi indépendant de l'Initiative mondiale pour l'éradication de la poliomyélite. Relevé épidémiologique hebdomadaire, 12 juillet 2013, vol. 88, 28 (pp. 285-300) [Internet]. WHO. [cité 20 oct 2016]. Disponible sur: <http://www.who.int/wer/2013/wer8828/fr/>
76. Mahé I. Les freins à la vaccination : revue systématique de la littérature [Internet] [exercice]. Université Toulouse III - Paul Sabatier; 2014 [cité 24 oct 2016]. Disponible sur: <http://thesesante.ups-tlse.fr/674/>
77. Sandon A. Freins et leviers à la vaccination, quelles stratégies pour la Bourgogne? Instance Régionale de l'Éducation et de Promotion de la Santé Bourgogne. Juin 2012. [Internet]. Disponible sur: www.ireps-bourgogne.org/index.php?page=344&down=1232
78. Mwengee W, Okeibunor J, Poy A, Shaba K, Mbulu Kinuani L, Minkoulou E, et al. Polio Eradication Initiative: Contribution to improved communicable diseases surveillance in WHO African region. *Vaccine*. 4 juill 2016;
79. Chukwuma Mbaeyi, DDS, Hemant Shukla, Philip Smith, Rudolf H. Tangermann, Maureen Martinez, Jaime C. Jorba, et al. Progrès accomplis vers l'éradication de la poliomyélite, Afghanistan, Janvier 2015-août 2016. Relevé épidémiologique hebdomadaire, 4 novembre 2016, vol. 91, 44 (pp. 517-524) [Internet]. WHO. [cité 10 nov 2016]. Disponible sur: <http://www.who.int/wer/2016/wer9144/fr/>
80. Nelson KS, Janssen JM, Troy SB, Maldonado Y. Intradermal fractional dose inactivated polio vaccine: a review of the literature. *Vaccine*. 5 janv 2012;30(2):121-5.
81. Heinsbroek E, Ruitenberg EJ. The global introduction of inactivated polio vaccine can circumvent the oral polio vaccine paradox. *Vaccine*. 14 mai 2010;28(22):3778-83.

Les traumatismes de l'abdomen et leur prise en charge chirurgicale dans les urgences de l'hôpital national de Niamey

James Didier. L^{1*}, Saidou A¹ Abdoulaye MB¹ Ide. K¹, Adamou. H², Adakal. O⁴, Maarouf. M⁵, Dady. H⁴, Daou. M⁷, Sidibe. T⁶, Ide. G¹, Sani. R¹.

(1) Département de chirurgie et spécialités chirurgicales, Hôpital National de Niamey.

(2) Faculté des Sciences de la Santé de l'Université de Zinder /Niger

(3) Département d'anesthésie, de réanimation et des urgences, Hôpital National de Niamey

(4) Faculté des Sciences de la Santé de l'Université de Maradi /Niger

(5) Maternité Issaka Gazobi, services des urgences. Niamey

(6) Service de Radiologie à l'hôpital national de Niamey, Niger

(7) Département de médecine, Hôpital National de Niamey.

*Auteur correspondant: gabrielabouacar@yahoo.fr

Résumé

But : Les auteurs ont étudié les urgences traumatiques de l'abdomen, particulièrement les aspects cliniques, thérapeutiques et évolutifs des traumatismes de l'abdomen à l'hôpital national de Niamey (HNN).

Méthodologie : Il s'agissait d'une étude descriptive rétrospective de dossiers de tous les patients traumatisés de l'abdomen reçus aux urgences de l'Hôpital National de Niamey (HNN) et qui ont bénéficié d'une intervention chirurgicale sur une période de cinq ans 7 mois, de janvier 2009 à juin 2015.

Résultats : Au cours de cette période, 353 cas de traumatismes abdominaux (TA) avaient été enregistré soit une fréquence de 2,42% des urgences chirurgicales. Avaient été retenues dans la série 304 dossiers des patients répondant aux critères d'inclusion dont 194 traumatismes fermes (TF) ou contusion et 110 traumatismes ouverts (TO) ou plaies. Le traumatisme isolé de l'abdomen concernait 163 patients (53,62%) et le polytraumatisme 141 patients (46,38%). L'âge moyen était de 21,99 ans (extrêmes: 1 mois et 70 ans). Il s'agissait de 247 hommes (81,25%) et 57 femmes (18,75%), avec un sex-ratio de 4,33. Les accidents de la voie publique (AVP) occupent la 1^{ère} place des causes avec 43,1% (131 cas) des traumatismes suivis par dans Les traumatismes par arme blanche 19,7% (60 cas) puis les chutes dans 16,4% (50 cas), les coups chez 10,9% (33 cas) des patients, les écrasements par éboulement dans 5,6%, les armes à feu dans 3,6% et enfin les explosions dans 0,7%. Le tube digestif est l'organe le plus touché avec 38,71% des cas (144 cas), suivi de la rate dans 21,51% des cas (80 cas), le foie et les voies biliaires dans 10,49% (39 cas) et l'appareil urinaire dans 6,73% (25 cas) des cas. Pour les lésions du tube digestif il a été réalisé une suture dans 94 cas (65,28%), une résection dans 44 cas (30,55%) et aucun geste n'était nécessaire chez 6 patients (4,17%). Les lésions de la rate ont bénéficié d'un traitement conservateurs dans 44 cas (55% dont raphie 29 cas, tamponnement 9 cas, abstention 6 cas) et 36 splénectomies (45%). Les lésions du foie ont bénéficié de suture dans 15 cas (38,46%), de tamponnement dans 9 cas (23,07%) et abstention dans 10 cas (25,64%). Il y a eu 16% de laparotomies blanches soit 50 cas. Les suites opératoires étaient simples dans 84,21% (256 cas). Les complications étaient l'éviscération postopératoires dans 6,25% (19 cas), la suppuration pariétale dans 5,26% (16 cas), la péritonite postopératoire dans 2,63% (8 cas) et l'hémorragie secondaire dans 1,64% (5 cas). Le taux de mortalité est de 10,19% soit 31 patients.

Conclusion : le traumatisme abdominal reste fréquent et d'actualité dans notre pays, et les traumatismes par AVP devient la première cause alors qu'il était la 2^{ème} cause il Ya une décennie. Ceci du fait de l'augmentation du parc automobile et le non-respect du code de la route. Il est d'autant plus important que qu'il touche l'adulte jeune de sexe masculin, actif.

Mots clés : traumatismes abdominaux, contusion, plaies, hôpital national de Niamey.

Abstract

Objective: The authors studied the traumatic emergencies of the abdomen, particularly the clinical, therapeutic and evolutionary aspects of abdominal trauma at the Niamey National Hospital (HNN).

Methods: This was a retrospective descriptive study of all abdominal trauma patients received at the Emergency Department of the Niamey National Hospital (HNN) and who underwent surgery over a period of five Years 7 months, from January 2009 to June 2015.

Results: During this period, 353 cases of abdominal trauma (TA) were recorded, a frequency of 2.42% of surgical emergencies. A total of 304 patients were included in the inclusion criteria, including 194 trauma (TF) or contusion and 110 open trauma (TB) or wounds. The isolated trauma of the abdomen involved 163 patients (53.62%) and polytrauma 141 patients (46.38%). The mean age was 21.99 years (extremes: 1 month and 70 years). These were 247 men (81.25%) and 57 women (18.75%), with a sex ratio of 4 , 33. Road accidents (AVP) were the leading cause of injuries, with 43.1% (131 cases) of trauma followed in 19.7% (60 cases) followed by falls in 16.4% (50 cases), beatings in 10.9% (33 cases) of patients, landslide crashes in 5.6%, firearms in 3.6% and explosions in 0.7%. The gastrointestinal tract was the most affected organ with 38.71% (144 cases) followed by spleen in 21.51% (80 cases), liver and bile duct in 10.49% (39 cases) and the urinary tract in 6.73% (25 cases) of the cases. For gastrointestinal tract lesions a suture was performed in 94 cases (65.28%), resection in 44 cases (30.55%) and no gesture was required in 6 patients (4.17%). Les lésions de la rate ont bénéficié d'un traitement conservateurs dans 44 cas (55% dont raphie 29 cas, tamponnement 9 cas, abstention 6 cas) et 36 splénectomies (45%). Les lésions du foie ont bénéficié de suture dans 15 cas (38,46%), de tamponnement dans 9 cas (23,07%) et abstention dans 10 cas (25,64%). Il y a eu 16% de laparotomies blanches soit 50 cas. Les suites opératoires étaient simples dans 84,21% (256 cas). Les complications étaient l'œviscération postopératoires dans 6,25%(19 cas), la suppuration pariétale dans 5,26% (16 cas), la péritonite postopératoire dans 2,63%(8 cas) et l'hémorragie secondaire dans 1,64% (5 cas). Le taux de mortalité est de 10,19% soit 31 patients.

Conclusion : le traumatisme abdominal reste fréquent et d'actualité dans notre pays, et les traumatismes par AVP devient la première cause alors qu'il était la 2^{ème} cause il Ya une décennie. Ceci du fait de l'augmentation du parc automobile et le non-respect du code de la route .Il est d'autant plus important que qu'il touche l'adulte jeune de sexe masculin, actif.

Mots clés : traumatismes abdominaux, contusion, plaies, hôpital national de Niamey.

Introduction

Les traumatismes abdominaux représentent près de 15 à 20% des lésions observées en traumatologie et sont associés à une mortalité élevée de l'ordre de 20%, non seulement du fait de la gravité des lésions abdominales elles-mêmes, mais également en raison des autres lésions généralement associées. [1]. L'abdomen est la troisième région du corps la plus fréquemment lésée chez les accidentés. 30 à 50% des polytraumatisés ont des lésions abdominales. Les contusions ou traumatismes fermés représentent 2/3 des accidents de la voies publiques ; rixes et accidents de travail [2,3].

Dans les pays développés le pronostic des traumatismes abdominaux est en nette amélioration grâce à la qualité et à la rapidité des soins pré-hospitaliers à l'acuité des moyens d'investigation et au recours à des nouvelles méthodes thérapeutiques. Au Niger les traumatismes abdominaux occupent la quatrième place dans les causes des urgences en chirurgie abdominale [3,4]. Notre pays connaissant une augmentation considérable de son parc automobile vu la fréquence élevée des accidents de la voie publique et à l'augmentation de la criminalité d'où l'intérêt suscité de cette étude pour réévaluer les cas de traumatismes abdominaux.

I- Matériels et méthodes

Il s'agissait d'une revue des dossiers des malades admis pour traumatisme abdominal sur une période de cinq ans 7 mois allant de janvier 2007 à juin 2013. Etaient inclus dans l'étude les patients admis pour traumatisme abdominal et opérés ceci pour avoir avec exactitude le diagnostic lésionnel. N'étaient pas retenus les cas de traumatismes abdominaux sans sanction chirurgicale. Les variables étudiées étaient: les paramètres épidémiologiques, les circonstances, les causes, le type de traumatisme, le diagnostic lésionnel, le traitement chirurgical et l'évolution.

II- Résultats

Durant la période de cette étude 14595 patients étaient enregistrés aux urgences chirurgicales de l'hôpital national de Niamey dont 353 cas pour traumatisme abdominal (TA) soit une fréquence de 2,42%. Nous avons colligés 304 dossiers de patients opérés pour traumatisme abdominal repartis en 194 cas de TF (63,81%) et 110 cas de TO (36,19%). L'âge moyen était de 21,99 ans avec des extrêmes allant de 1 mois à 70 ans. La série comportait 247 cas de sexe masculin (81,25%) et 57 cas de sexe féminin (18,75%) soit un sex- ratio de 4,33. Dans 27 cas soit 8,88% de patients traumatisées étaient des femmes enceintes. Selon le sexe, le TF intéressait 153 hommes (78,87%) et 41 femmes (21,13%). Pour le TO 94 hommes étaient concernés (82,73%) et seulement 16 femmes (17,27%). Le délai d'arrivée à l'hôpital était moins de 6 h dans 60,5% des cas avec des extrêmes allant de 15 minutes à 14 jours. Il a été relevé sept mécanismes étiologiques (tableau I). Les TA par accidents de la voie publique (AVP) occupent la 1^{ère} place avec 43,1% (131 cas) des traumatisés suivis par Les traumatismes par arme blanche 19,7% (60 cas) puis les chutes dans 16,4%(50cas), les coups chez 10,9%(33cas) des patients, les écrasements par éboulement dans 5,6%, les armes à feu dans 3,6% et enfin les explosions dans 0,7%. D'un autre côté la première cause des TF reste les AVP dans 61,34% (119 cas) et l'arme blanche dans 54,54% (60 cas) celle des TO.

Tableau I : Répartition des patients selon l'étiologie du traumatisme

Causes	Effectifs	Pourcentage (%)
Accidents de circulation	131	43,1%
Armes blanches	60	19,7%
Armes à feu	11	3,6%
Coups (corne, pied, patte, batton)	33	10,9%
chutes	50	16,4%
éboulements	17	5,6%
explosions	2	0,7%
total	304	100%

A l'admission la douleur était présente chez tous les patients et on note une défense abdominale dans 234 cas soit 77% des patients. Pour les TO, le siège péri-ombilicale était le plus fréquent dans 41 cas (37%), suivi des flancs dans 12 cas (11%) chacun, l'hypochondre gauche (HCG) dans 10 cas (9%), l'épigastre dans 9 cas (8%), la région lombaire dans 7 cas (6%), l'hypochondre droit (HCD) et la fosse iliaque droite (FIG) dans 6 cas (5,45%) chacun, la fosse iliaque gauche dans 4 cas (3,6%) et 1 (hypogastre dans 3 cas (2,72%).

Les plaies abdominales représentaient 110 cas soit 36,19 % dont les armes blanches sont au premier rang des causes avec 54,54 % (n=60), suivi des chutes dans 11,81 % (n=13) et des armes à feu dans 10% (n=11). Les autres causes sont les coups de cornes 8,1% (n=9), les éboulements 3% (n=3), les explosions 1,81% (n=2). Elles sont associées à une éviscération dans près de la moitié des cas (52 cas soit 47,30%). L'épiploon était l'organe le plus éviscéré avec 41,46% suivi du grêle dans 39,02%.

La contusion abdominale concernait 194 cas de traumatismes abdominaux soit 63,81%. La principale étiologie était les accidents de la voie publique avec 119 cas soit 61,34%, suivi des chutes dans 19% (n=37), les coups et les éboulements respectivement dans 12,37% (n=24) et 7% (n= 14).

L'état hémodynamique des patients était stable dans 238 cas soit 78,3% et instable dans 66 cas soit 21,7%.

Le traumatisme abdominal isolé était isolé dans 163 cas soit 53,62%, et dans 141 cas soit 46,38% dans un contexte de polytraumatisme. Les lésions associées intéressaient surtout les membres avec 80 cas soit 26%, le thorax dans 46 cas (15%), le crane dans 27 cas (8,9%). Le rachis et le bassin respectivement dans 1,6% et 1% respectivement.

Sur le plan décisionnel La plaie pénétrante avec éviscération de l'abdomen était la principale indication opératoire 29,27% (89 cas) suivi de l'instabilité hémodynamique dans 21,71% (66 cas), de suspicion lésion d'organe plein 20,72% (63 cas), de suspicion perforation d'organe creux dans 15,46% (47cas), et pour une laparotomie exploratrice dans 12,82% (39 cas).

Pour les lésions viscérales, le tube digestif est l'organe le plus touché avec 144 cas (38,71%) suivi de la rate avec 80 cas (21,51%). Le foie et voies biliaires viennent en 3ème position avec 39 cas (10,49%) puis le rein et voies urinaires dans 25 cas (6,73%) en 4ème place. Le reste des lésions viscérales est relevé dans le tableau II. Il y a eu 16% de laparotomies sans aucune lésion constatée en peropératoire soit 50 cas.

Tableau II: Répartition des patients selon les lésions d'organes constatées en per opératoire.

Types de Trauma Organe lésé		contusions	plaies	total	Pourcentage		
Tube digestif	Grêle	35	32	67	144	18,01%	38,71%
	Colon	33	24	57		15,32%	
	Estomac	10	10	20		5,38%	
Rate		68	12	80	21,51%		
Foie et voies biliaires		30	9	39	10,49%		
Voies urinaires	rein	8	4	12	25	3,23%	6,73%
	vessie	11	2	13		3,50%	
diaphragme		9	10	19	5,10%		
épiploon		5	13	18	4,84%		
mésentère		9	7	16	4,30%		
pancréas		8	0	8	2,15%		
utérus		2	2	4	1,07%		
autres		11	8	19	5,10%		
Total		239	133	372	100		

Autres: vasculaire, paroi postérieure

Sur le plan thérapeutique il a été réalisé sur les 144 lésions du tube digestif, une suture dans 94 cas (65,28%), une résection dans 44 cas (30,55%) et aucun geste n'était nécessaire chez 6 patients (4,17%). Pour les 80 lésions de la rate il a été pratiquée 36 splénectomies (45 %) et dans 44 cas (55%) un traitement conservateur dont raphie 29 cas (36,25%), tamponnement 9 cas 11,25%), abstention 6 cas (7,50%). Les lésions du foie ont bénéficié d'une suture dans 15 cas (38,46%), un tamponnement dans 14 cas (35,90%) et aucun geste dans les 10 cas restant (25,64%). Pour le rein et voies urinaires une néphrectomie a été réalisée dans 1 cas (4%), une suture dans 18 cas (72%) et aucun geste pour le reste. Les lésions utérines ont toutes été suturées ; il n'y a pas eu d'hystérectomie. Le diaphragme et les gros vaisseaux ont été réparés par des sutures. La laparotomie a été blanche dans 50 cas (16%).

Les suites opératoires étaient simples dans 256 cas soit 84,21%. les complications représentaient 48 cas (15,79%) avec comme première complications, l'éviscération postopératoire dans 19 cas (6,25%) suivi des suppurations pariétales dans 16 cas (5,26%). Les autres complications sont les péritonites postopératoires et l'hémorragie secondaire respectivement dans 8 cas (2,63%) et 5 cas (1,64%). 31 cas de décès soit une mortalité de 10,19% ont été enregistrés dont 24 cas soit 7,89% dans un contexte de polytraumatisme. Aucun décès n'a été observé dans les cas de laparotomies blanches. La durée d'hospitalisation de 8 à 15 jours représentait 56,57% avec des extrêmes allant de 3 jours à 41 jours.

III- Discussion

Au cours de cette étude les traumatismes abdominaux ont représenté 2,42% des urgences chirurgicales à l'hôpital national de Niamey; dans certaines publications africaines cette fréquence serait autour de 2,1% [5]. Les deux formes cliniques des TA c'est à dire la contusion abdominale et la plaie abdominale sont réparties respectivement selon les proportions 63,81% et 36,19% des cas. Quelques études africaines et celles faites au Niger ont retrouvé des résultats comparables avec une plus grande fréquence des contusions abdominales variant de 65 à 88% [3,4, 6-8]. En France une étude multicentrique a relevé le même constat où la contusion représente 88,3% et la plaie dans 11,7% des cas [9].

L'âge moyen des patients était de 22 ans. Les différentes moyennes d'âge rapportées par les auteurs sont assez similaires où les patients sont tous d'âge jeune [6 10], avec une nette prédominance masculine retrouvée dans les études comparables en Afrique avec un sex ratio allant de 4,1 à 6,68 [6, 10, 11]. L'AVP représente l'étiologie la plus fréquente avec 43,1% suivi des traumatismes par armes blanches 19,7%. Ces résultats sont retrouvés dans la plupart des publications africaines et occidentales dans lesquelles les premières étiologies sur l'ensemble des TA sont constituées par les AVP suivi secondairement des armes blanches [7,12-15] Cette prédominance des AVP comme l'étiologie principale des traumatismes de l'abdomen pourrait s'expliquer par un accroissement élevé du parc automobile nigérien.

La contusion abdominale est retrouvée dans une proportion de 63,81% contre 36,19% pour les plaies abdominales. Certains auteurs [16] ont trouvés une prédominance des plaies abdominales avec 56,2% pour 51,6% pour les contusions. Dans notre série l'AVP représente la principale étiologie des contusions abdominales dans 61,34% et l'arme blanche celle des plaies abdominales avec 54,5% tels que retrouvés dans la littérature [4,11,17]. L'arme blanche est la première cause des traumatismes abdominaux ouverts, du fait de la recrudescence du banditisme et autres conflits dans nos régions mais aussi à son acquisition plus facile et l'AVP, celle des contusions du fait de l'augmentation des parcs automobiles de nos villes.

La douleur est le signe le plus retrouvé de même que rapporter dans la littérature [18]. Dans notre étude 47% des traumatismes ouverts sont associés à une éviscération. Dans d'autres publications ce taux est différent et peut atteindre 75% [3, 4,19]. La lésion des membres est la lésion associée qui prédomine dans 45% cela pourrait être dû à la prédominance des AVP au cours des Traumatismes abdominaux mais surtout les accidents motorisés. Nous avons observé dans notre série un taux de 46,38% de patients polytraumatisés notre résultat est beaucoup plus élevé que celui de certaines séries avec parfois 14% [10].

Au cours de cette étude on note plus de lésions des organes creux que des organes pleins. Le tube digestif est donc l'organe le plus touché mais dans certaines publications on note une prédominance des organes pleins dont la rate occupe la 1ère place [7,14,]. Cependant cette prédominance de la lésion des organes creux est retrouvée dans les résultats d'une série en France avec une atteinte du tube digestif dans 61% et celle des organes pleins dans 18% [21]. La rate est l'organe le plus lésé dans les traumatismes fermés avec 35%. Ceux-ci s'accordent avec ceux de plusieurs auteurs [22, 23] cela s'explique par le fait que la rate est un organe thoraco-abdominal ou la cage thoracique joue un rôle de protecteur mais aussi responsable de lésion en cas de traumatisme violent. Dans notre étude la splénectomie a été réalisée dans 45% et une conservation splénique dans 55% dont une suture sur point appuyé dans 36,25%, un tamponnement dans 9 cas 11,25%), une abstention dans 6 cas (7,50%). Ce traitement chirurgical conservateur est de mise lorsque l'hémostase est obtenue par des gestes simples d'autant plus chez l'enfant [24-26]. Mais l'idéal serait le traitement non opératoire des traumatismes fermés de la rate, ce qui impose à répondre à des critères bien précis. Le traitement non opératoire des traumatismes de la rate représente une avancée majeure dans l'histoire de la chirurgie pédiatrique. Il devrait être systématiquement proposé en dehors de cas d'instabilité hémodynamique. Les avantages de ce traitement sont évidents avec la préservation de la fonction splénique, l'élimination du risque des complications d'une intervention chirurgicale et d'éviter une laparotomie inutile [26-29] Les lésions hépatiques ont bénéficié d'une suture dans 38,46% de cas, d'un tamponnement péri-hépatique dans 35,90% de cas et d'une abstention dans 25,64% de cas. La prise en charge des traumatismes fermés du foie est désormais guidée par le choix délibéré de ne pas opérer en urgence. L'hémopéritoine n'est plus une indication opératoire initiale formelle. Le rapport du 98^e congrès français de chirurgie sur les traumatismes fermés du foie a montré en 1996 cette orientation vers le traitement non opératoire, dans l'expérience de 58 centres français portant sur la période 1985-1994[30]. La généralisation de cette attitude a été largement confirmée dans la littérature américaine et européenne depuis cinq ans [31-37]. La décision de non intervention est prise en l'absence de choc résistant à la réanimation et si une lésion intestinale a été formellement éliminée [38.] La prise en charge des traumatismes fermés du foie a progressé grâce au traitement conservateur qui s'est établi comme le gold Standard chez 80 à 90 % des patients. La chirurgie traditionnelle ou par laparoscopie, la radiologie interventionnelle et/ou les techniques endoscopiques permettent, selon les cas et dans un cadre de concertations pluridisciplinaires, une prise en charge secondaire et « réglée », en dehors de l'urgence. [29, 39 ,40] Dans notre étude 16% des laparotomies étaient blanches. Cela pourrait s'expliquer par la chirurgie quasi systématique qu'impose le défaut des moyens d'investigation. Le taux de laparotomie blanche est variable selon les séries parfois élevé de 6% à 53% [3,4,8,41,42]. Il faut noter que la laparotomie blanche n'est pas anodine, sa mortalité est évaluée à 6% et sa morbidité entre 0 et 6% [42]. Dans les pays occidentaux, La prise en charge des TA a beaucoup évolué grâce aux méthodes non opératoires, à l'avènement de la cœlioscopie, à la surveillance et à l'acuité des examens morphologiques. Depuis les années 1970 le dogme de la laparotomie systématique dans les plaies abdominales a été remis en cause au vu du taux de laparotomie inutile qui varie de 5 à 39 % chez des patients hémodynamiquement stables. Certains auteurs proposent la cœlioscopie pour le diagnostic de la pénétration péritonéale et la recherche d'autres lésions viscérales non vues au scanner dans les plaies abdominales par arme à feu [11 43].

Pour certains auteurs [44] la laparoscopie peut avoir sa place pour les patients où il est difficile de décider entre la laparotomie et la surveillance. D'autres [45] l'incluent en seconde ligne dans la stratégie non opératoire des traumatismes hépatiques pour l'évacuation d'hémopéritoine ou mise en place de drain en regard de fistule biliaire et vérification de lésions méconnues. La stratégie thérapeutique dans la prise en charge des contusions abdominales a beaucoup évolué grâce à la radiologie interventionnelle et à une meilleure connaissance de la physiopathologie du choc hémorragique d'où le concept de la laparotomie écourtée.

Dans notre étude le taux de mortalité est de 10,19%. Dans la littérature la mortalité varie et peut être parfois élevé allant de 7 à 21%. [3, 6, 11,14]. Cette mortalité élevée serait-elle due aux facteurs directs liés au traumatisme, à la qualité du ramassage et au manque de moyens d'investigation et de réanimation ? Le ramassage des blessés est fait par des non professionnels et l'évacuation vers les centres de soins par le premier taxi de brousse qui se présente avec risque d'aggravation des lésions préexistantes. Les soins pré-hospitaliers sont encore inexistantes et même en milieu hospitalier certains moyens d'investigations ne sont disponibles. Dans notre série que 56,57% des patients ont eu une durée moyenne d'hospitalisation de 11 jours, avec des extrêmes allant de 3 jours à 41 jours. Dans d'autres séries ce séjour hospitalier est similaire avec une durée moyenne de 10 jours avec des extrêmes allant de 4 à 44 jours [11].

Conclusion

Les plaies et contusions de l'abdomen sont des pathologies fréquentes grandes pourvoyeuses de la chirurgie d'urgence. Les contusions abdominales prédominent avec comme principale cause l'AVP, alors que dans les plaies abdominales l'arme blanche est la première cause. Le traumatisme abdominal touche l'adulte jeune de sexe masculin, il est en nette progression ces dernières années. En ce qui concerne le traitement, il a été conservateur dans la plupart des gestes néanmoins la chirurgie garde une place importante dans la prise en charge.

Bibliographie

1. Vivien B, Langerou O, Riou B. Traumatisme abdominal fermé, Congrès national d'anesthésie et de réanimation. Les Essentiels, Elsevier Masson .2007, p. 433-443.
2. Gagnon N, Vervier V. Traumatismes abdominaux. Le médecin du Québec, 2000, novembre, vol 135 (11), p49-56.
3. Sani R, Bade MA, Adehossi E, Baoua BM, Ngo Bissemb N, Bazira L et al. Les traumatismes abdominaux : à propos de 676 patients à l'hôpital national de Niamey. J Afr Chir Digest 2003 ; 1 :231-236 [?].
4. Sani R, Didier J. L, Illo Al, Hakimi G, Kolle L, Guero S, et al. Traumatismes abdominaux à propos de 151 cas à l'HNN(Niger). J. Afr. Chir. Digest 2013 ; Vol 13(2) :1561-1565
5. Ayite A, Etey K, Teteke, Etal. K. Les plaies pénétrantes de l'abdomen au CHU de Togo. Med.chir.diges 1997, 26: 67-69.
6. Tuyindi T, Nzomvuama N, Ileo B, Veyi T - les traumatismes de l'abdomen aux cliniques universitaires de Kinshasa. Med Af Noire. 1994 ; 41 : 556-59
7. Koffi E, Yenon K, Kouassi Jc- Les traumatismes de l'abdomen. Médecine et Chirurgie Digestive.1996 ; 25 :79-85
8. Ayite A, Etey K, Fekete L, Dossium M, Tchatagba K e- Les plaies pénétrantes de l'abdomen au CHU de Lomé, à propos de 44 cas. Med. Afr. Noire. 1996 ; 43 : 642-6
9. Barth X, Le Neel J.C, Guillon E- Traumatisme de l'abdomen. Rapport présenté au 103^{eme} congrès de chirurgie. Monographie de l'Association française de Chirurgie. Edition Arnette, Paris 2001

10. Ghariani B, Houissa H, Sebai F. Prise en Charge Laparoscopique des Plaies de la Paroi Abdominale Antérieure par Arme Blanche à propos de 188 cas Tunisie médicale 2010, vol 88(n°4) :245- 249.
11. Kendja K.F., Kouame K.M., Coulibaly A., Kouadio K., Koffi Konan B., Sissoko M. Traumatisme de l'abdomen au cours des agressions à propos de 192 cas. Med. Afrique noire 1993,40(10).p567-575.
12. Maione G, Tommasini Degna C, Battici F, Gerosa E- Les contusions du foie. Importance des lésions associées chez le polytraumatisé. J.Chir. 1994; 131: 194-200
13. Shorr Rm, Gottlieb M, Webb K, Ishiguro K- Selective management of abdominal stab wounds. Importance of the physical examination. Arch surg. 1988 ; 123 :1141-5
14. Rakotoarivony.S.T,Rakotomena.S.D,RakotoRatsimba.H.N,Randriamiarana.J.M.Aspects épidémiologiques des traumatismes abdominaux par accident de circulation au Centre Hospitalier Universitaire d'Antananarivo ; Revue Tropicale de Chirurgie (2008), 2.p18-21.
15. Masso-Misse .P, Essomba.A, Fowo.S, Takongmo.S, Gonsu. J.D, Sosso. M.A, et al. Hémopéritoine et contusion de l'abdomen : Médecine d'Afrique Noire : 1996, 43 (2).p102-105
16. Attipou. K., Gnassingbe K., Doleagbenou K. A., Tchangai B:traumatisme de l'abdomen au centre hospitalier universitaire Tokoin de Lomé .le Bénin médical 2007 n° 37. p????
17. M. Dieng, Wilson.E, Konaté.I, Ngom A, Ndiaye.N, Ndoye.J.Met al. Plaies pénétrantes de l'abdomen : "abstentionnisme sélectif" versus laparotomie systématique e-mémoires de l'Académie Nationale de Chirurgie, 2003, 2 (2) : 22-25.
18. Bikandou G., Bemba A., Moyon G., Fila A., Tsimba Tsonda A., Makanga M., et al. Traumatismes abdominaux de l'enfant au CHU de Brazza à propos de 41 cas Médecine d'Afrique Noire : 1992, 39 (1).p13-17
19. Sarré B, Sene M, Seck M, Faye M, Ougoubemy, Diouf M, et al . Les plaies pénétrantes de l'abdomen en pratique de guerre : expérience de Bissau. A propos de 20 cas Revue internationale des services de santé des forces armées 2002,73(4) : 229-234
20. Mcanema OJ, Moore EE, Marx JA - Initial evaluation of the patient with blunt abdominal trauma. North Am Abdominal Trauma Surg Clin. 1990 ; 70 : 495-515
21. Bege T, Berdah S.V, Brunet C . Les plaies par armes blanches et leur prise en charge aux urgences .Journal européen des urgences et réanimation 2012, décembre, vol 24, issue 4, Déc : 221 227
22. Sani R, Ngo Bissemb N.M, Basse M.A, Baoua B.M, Illo .A, Bazira Les contusions de l'abdomen. Revue de 360 dossiers à l'Hôpital National de Niamey .médecine d'Afrique noir 2004, vol. 51, n°10, p. 505-508.
23. Attipou.K, Songne.B, Tchanga.B, James.K. Contusion abdominales dans les services de chirurgie au CHU de Lomé. Journal de la Recherche Scientifique de l'Universite de Lome, 2005, vol, n°1.p ???
24. Harouna Y., Gamatie Y., Ali L., Mahamadou O. Abdou I. Bazira L. Le traumatisme de la rate chez l'enfant : peut-on envisager le traitement conservateur en pays sous développe ? Médecine d'Afrique Noire 2001 - 48 (4) p149-153
25. Bahini J, Meyer C, de Manzini N, Rohr S, Hollender LF. Injuries of the spleen: Conservative treatment or exeresis? Chirurgie. 1989;115:45-50.
26. Marcel Émond .Le traumatisme abdominal être interventionniste et conservateur Le Médecin du Québec, volume 40, numéro 8, août 2005 p 53-58.
27. Moog R., Mefat L., Kauffmann I., Becmeur F. Traitement non opératoire des traumatismes de la rate elsevier masson,archive de pediatrie Vol 12 - N° 2 février 2005 P. 219-223
28. Benissa N., Boufettal R, Kadiri Y., Lefriyekh M.-R., Kafih M., Fadil A., et al. Traitement non-opératoire des traumatismes fermés de la rate chez l'adulte Journal de Chirurgie Volume 145, Issue 6, December 2008, Pages 5566560

29. Khalid R, Youssef N., Abdelouahed L., Redouane B., Benacer F.. La place du traitement non opératoire des contusions abdominales dans les pays en voie de développement Pan Afr Med J. 2015; 20: 132. P 1-5
30. Letoublon C., Castaing D. Les traumatismes fermés du foie Rapport au 98e Congrès français de chirurgie Paris: Arnette (1996).
31. Lucas C.E., Ledgerwood A.M. Changing times and the treatment of liver injury Am. Surg. 2000 ; 66 (4) : 337-341
32. Velmahos G.C., Konstantinos T., Radin R., High success with non-operative management of blunt hepatic trauma Arch. Surg. 2003 ; 138 : 475-481 [cross-ref]
33. Parks R.W., Chrysos E., Diamond T. Management of liver trauma Br. J. 1999 ; 86 : 1121-1135.
34. Fingerhut T.A., Trunkey D. Surgical management of liver injuries in adults. Current indications and pitfalls of operative and non-operative policies: a review Eur. J. Surg. 2000 ; 166 : 676-686
35. Malhotra A., Fabian T., Croce M., Blunt hepatic injury: paradigm shift from operative to non-operative management in the 1990's Ann. Surg. 2000 ; 6 : 804-813.
36. Strong R.W. The management of blunt liver injuries Aust. NZ J. Surg. 1999; 69: 609-616.
37. Richardson D., Franklin G.A., Lukan J.K., Carillo E.H., Spain D.A., Miller F.B., and al. Evolution in the management of hepatic trauma: a 25-year perspective Ann. Surg. 2000 ; 232 (3) : 324-330
38. Kemmeter P.R., Hoedema R.E., Foote J.A., Scholten D.J. Concomitant blunt enteric injuries with injuries of the liver and spleen: a dilemma for trauma surgeons Am. Surg. 2001 ; 67 (3) : 225-226
39. Bouras A.-F, Truant S., Pruvot F.-R.. Prise en charge des traumatismes fermés du foie. Journal de Chirurgie Viscérale Volume 147, n° 6(décembre 2010).pages 440-447
40. Pruvot A. F.R., Meaux A F., Truant A S., Plénier B I., Traumatismes graves fermés du foie : à la recherche de critères décisionnels pour le choix du traitement non-opératoire. À propos d'une série de 88 cas Annales de chirurgie Volume 130, n° 2(février 2005). pages 70-80
41. Aghzadi R, Aboutayeb A, Idrissi M.- Réflexions sur les laparotomies blanches pour plaies pénétrantes de l'abdomen par une arme blanche. Lyon Chir 1991 ; 87 : 283-4
42. Nejjar M, Bennani S, Zerouali ON- Plaies pénétrantes de l'abdomen, à propos de 330 cas. J Chir (Paris),1991 ;128 :381-384
43. Breffort JI, Samama G, Leroux Y, Damamme A- Apport de la coelioscopie dans la prise en charge des plaies par armes blanches de l'abdomen. Ann Chir. 1997; 51: 697-702
44. Nicolau AE, Ionescu G, Mehnic R, Spataru A- Laparoscopy in abdominal trauma. Preliminary report in 37 cases. Chirurgia 2001; 96 :563-572
45. Carillo EH, Spain DA, Wolthmann CD. Interventional techniques are useful adjuncts in non-operative management of hepatic injuries. J Trauma 1999; 46: 619-24.

Formalisation du problème des vues matérialisées dans les bases de données sémantiques

MBAIOSSOUM Bery Leouro*, LADJEL Bellatreche**

*Université de N'Djaména, Tchad ó Email : mbleouro@yahoo.fr

** Ecole Nationale Supérieure de Mécanique et d'Aérotechnique, Poitiers 86960 Futuroscope
Cedex France ó Email : bellatreche@ensma.fr

Résumé

Les vues matérialisées sont utilisées pour l'optimisation des bases des données classiques et les entrepôts de données. En effet, les vues matérialisées permettent de répondre de manière efficace aux requêtes mais en contrepartie elles occupent assez d'espace de stockage et qu'il est difficile de matérialiser toutes les vues possibles. Il faut alors sélectionner certaines d'elles pour la matérialisation. C'est le problème de vues matérialisées qui s'est véritablement posée comme problème de conception physique. Les vues matérialisées sont aussi efficaces pour les bases de données sémantiques. Cet article présente une formalisation de ce problème dans les bases de données sémantiques. Il propose aussi un schéma de résolution de ce problème. La formalisation proposée se veut un cadre générique pouvant circonscrire les différentes méthodes de résolution de problème de sélection de vues à persister.

Mots-clés : vues matérialisées, bases de données sémantiques, Bases de données à base ontologique, formalisation, requêtes SPARQL.

Abstract

Materialized views are used for the optimization of traditional databases and data warehouses. Indeed, materialized views allow to answer effectively to queries. However, materialized views occupy enough storage space and it is difficult to materialize all possible views. One must select some of them for the materialization. This is the problem of materialized views that has really arisen as a physical design problem. Materialized views are also effective for semantic databases. This article presents a formalization of the problem of materialized views in semantic databases. It also proposes a scheme to solve this problem. The proposed formalization is intended to be a generic framework that can circumscribe the different methods to solve the problem of selecting views to persist.

Key-words: *materialized views, semantic databases, ontology-based databases, formalization and SPARQL queries.*

Introduction

L'optimisation de requêtes est un enjeu important dans le contexte de bases de données. Elle a toujours eu une place importante à travers les différentes générations de bases de données: les bases de données traditionnelles, les bases données XML, les bases de données décisionnelles, les bases de données statistiques et scientifiques, les bases de données sémantiques, etc. Puisque les applications de bases de données sont toujours à la recherche de temps de traitement de requêtes plus performant, plusieurs travaux ont été menés pour rendre les optimiseurs de requêtes plus efficaces. Dans les bases de données classiques, plusieurs techniques d'optimisation des requêtes ont été proposées et certaines ont donné des résultats satisfaisants. On peut citer les techniques d'indexation, de clustering, de fragmentation, de vues matérialisées, etc.

Les vues matérialisées sont l'une des techniques d'optimisation très concluantes dans BD classiques [1] et dans les entrepôts de données [2, 3, 4, 5]. En effet, les vues permettent de répondre de manière efficace aux requêtes surtout en terme de temps d'exécution; mais en contrepartie elles occupent assez d'espace de stockage qu'il est difficile de matérialiser toutes les vues possibles. Il faut alors sélectionner certaines d'elles pour la matérialisation. La sélection des vues s'est véritablement posée comme problème de conception physique avec le développement des entrepôts de données [6, 2].

Dans les Bases de Données sémantiques, peu de travaux d'optimisation des requêtes utilisant les vues matérialisées ont été effectués. Et parmi les travaux réalisés [7, 8, 9], très peu prennent réellement en compte la dimension "ontologique" des Bases de Données sémantique. Les bases de données y sont considérées comme des tables de triplets. Or ces bases de données peuvent adopter plusieurs schémas de représentations. En plus, ces travaux traitent de données de type RDF, cependant que les BDBO utilisent d'autres formalismes de données comme OWL [10], PliB [11], etc.

Dans ce travail, nous nous intéresserons aux vues matérialisées pour l'optimisation des bases des données sémantiques. Nous considérerons les différentes diversités que présentent les bases de données sémantiques. Comme dans les bases de données classiques, le problème à attaquer est celle de la sélection de vues à persister. Alors, nous présenterons le problème de sélection de vues matérialisées et nous proposerons une formalisation du problème qui permettra de circonscrire les différentes approches de résolution de ce problème et un schéma de résolution.

Comme plan de ce travail, nous présentons, dans un premier temps, le problème de sélection de vues dans les bases de données classiques et dans les bases de données sémantiques. Nous proposerons, dans un second temps, une formalisation du problème de sélection de vues dans les bases de données sémantiques. Nous définirons les différents composants de cette formalisation notamment l'ensemble de vues dans les différents types de BDBO. Ensuite, nous aborderons le schéma de résolution de ce problème. Enfin, nous aborderons les caractérisations des requêtes et une conclusion s'ensuivra.

I- Problème de sélection de vues matérialisées

1. Dans les BD traditionnelles

Dans les bases de données relationnelles (BDR) et entrepôts de données, le problème de sélection de vues matérialisées se formule comme : étant donné $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$, un ensemble de requêtes, SBD, un schéma de base de données i.e. $SBD = \{R_1, R_2, \dots, R_k\}$ où les R_i sont des tables; et un certain nombre de contraintes (espace de stockage, coût de maintenance de vues, nombre de vues, ...)

La fonction objective consiste à trouver un ensemble des vues qui optimise les requêtes de Q et qui respecte les contraintes [2].

Le schéma de la base de données est connu. C'est en général le modèle relationnel. Toute la démarche de résolution y est fondée.

2. Dans les BD sémantiques

Dans les bases de données sémantiques (BDS), il existe plusieurs manières de représenter les ontologies et leurs instances. Les représentations couramment utilisées sont: la représentation verticale (jena [12] oracle [13, 14] sésame [15], rdf suite [16]), la représentation spécifique (horizontale) [17] et la représentation hybride. Alors, le schéma de la base de données n'est pas toujours connu d'avance.

Le problème de sélection des vues matérialisées se présente de manière générique comme: étant donné une ontologie et sa population, un ensemble de requêtes $Q = \{q_1, q_2, \dots, q_n\}$ et un certain nombre de contraintes (par exemple espace de stockage, temps de réponse, ...)

La fonction objective consiste à trouver un ensemble des vues qui minimise le traitement des requêtes de Q et qui respecte les contraintes.

Comme le schéma de la représentation de l'ontologie n'est donc pas d'emblée connu, cela suscite deux approches pour la résolution de ce problème:

ó soit on cible une représentation d'ontologies (schéma et instances) et on base tout le raisonnement sur cette dernière, on parle de vues ciblées. La plupart des méthodes de résolution du problème de sélection de vues matérialisées (PSVM) rencontrées utilise cette approche.

ó soit on raisonne au niveau du schéma de l'ontologie, puis on adapte les résultats à une implémentation au moment de la réalisation, on parlera des vues génériques.

Or nous constatons que la formulation de ce problème dans les deux types de bases de données (BDR et BDS) est à peu près identique. La seule différence notable est que dans le cas de BDS, le schéma de représentation de l'ontologie et celui de ses instances ne sont pas connus. Alors pour pouvoir résoudre ce problème dans les bases de données sémantiques, nous avons besoin d'autres informations notamment les schémas de représentation d'ontologies et des instances ontologiques. En d'autres termes, la formalisation du problème telle que présentée est incomplète. Nous constatons cela, même dans les bases de données classiques, principalement dans les entrepôts de données où il existe différentes manières de les implémenter [18] : ROLAP (Relational OLAP), MOLAP (Multidimensional OLAP) et HOLAP (Hybrid OLAP). Pour rendre uniforme cette formalisation pour toutes les types de bases de données, nous proposons apporter une dimension caractéristique des bases de données.

Pour ce faire, nous allons utiliser la formalisation de BDBO que nous avons proposée dans [19] qui fournit toutes les informations sur une base de données sémantiques donnée. Nous allons nous préoccuper des bases de données sémantiques mais il est possible d'adapter le travail au cas des bases de données classiques. Rappelons cette formalisation.

II- Formalisation du problème des vues matérialisées dans les BDS

Avec la croissance des instances ontologiques, plusieurs modèles de bases de données pouvant supporter ces instances ont été proposées. On appelle ces bases de données, les bases de données sémantiques (BDS) ou les bases de données à base ontologique (BDBO). Le développement de nombreuses BDBO résulte principalement de :

- *la diversité des formalismes* : chaque BDBO utilise un formalisme particulier pour définir ses ontologies (RDF, OWL, PLIB ou FLIGHT) ;
- *la diversité des modèles de stockage* : contrairement aux bases de données traditionnelles, où le modèle logique est stocké selon une approche relationnelle, dans une BDBO, une variété de modèles de stockage (représentation horizontale, spécifique, etc.) sont utilisés pour stocker les deux niveaux de modélisation: le niveau ontologie et le niveau des instances ontologiques et ;
- *la diversité des architectures cibles* utilisées par le système de gestion de bases de données : une BDBO peut utiliser un seul ou plusieurs schémas de base de données pour stocker l'ensemble des données.

La diversité des BDBO proposées rend la formalisation de problème de vues matérialisées difficile. Ainsi, nous proposons utiliser la formalisation de la notion de BDBO suivante pour faciliter la formalisation du problème de vues matérialisées. Cette formalisation de BDBO est une structure abstraite permettant de représenter la diversité dans les BDBO en terme de : modèle ontologique, instances ontologiques, schéma de stockage du modèle ontologique, schéma de stockage des instances ontologiques et architecture de BDBO. Avant de définir cette formalisation, nous rappelons, celle du modèle d'ontologie.

1. Formalisation du Modèle d'ontologie

Un modèle d'ontologie est formalisé de façon générique par le 5-uplet suivant: $\langle C, P, \text{Applic}, \text{Ref}, \text{Formalisme} \rangle$ [20] où :

- C représente les classes du modèle ontologique ;
- P représente l'ensemble des propriétés du modèle ontologique ;
- $\text{Applic}: C \rightarrow 2^P$ est une fonction qui permet de lier chaque classe aux propriétés qui lui sont attachées ;
- $\text{Ref}: C \rightarrow (\text{opérateur}, \text{Exp}(C))$ est une fonction qui associe à chaque classe un opérateur (d'inclusion ou d'équivalence) et une expression sur d'autres classes. Les expressions définies pour les ontologies OWL basées sur les logiques de description présentent à notre point de vue un ensemble d'opérateurs complet couvrant plusieurs formalismes ontologiques. Ces expressions utilisent les opérateurs suivants : opérateurs ensemblistes (intersectionOf (∩), unionOf (∪), complement Of (C)), restrictions de propriétés (AllValuesFrom, SomeValuesFrom, HasValue) et les opérateurs de cardinalités ($\sim nR.C$, $< nR.C$). **Exp** peut être la fonction d'identité qui associe à une classe la même classe (la classe se définit par elle-même comme la plus grande classe de la hiérarchie "Thing").
- **Formalisme** est comme son nom l'indique le formalisme du modèle ontologique adopté. Par exemple, une ontologie PLIB sera définie comme une instance du 5-uplets suivant : $\langle \text{Classes}, \text{Propriétés}, \text{Applic}, \text{OntoSub}(\cap), \text{PLIB} \rangle$. L'opérateur OntoSub de Plib est un opérateur permettant de définir un héritage partiel, où une classe référence une autre classe en héritant de tout ou d'une partie de ses propriétés. Une ontologie OWL sera définie par: $\langle \text{Classes}, \text{Propriétés}, \text{Applic}, \text{Opérateurs de logique de description}, \text{OWL} \rangle$

2. Formalisation des BDBO

Nous définissons une BDS formellement comme un 7-uplet :

$BDBO : \langle MO, I, Sch, Pop, SMMO, SMInst, Ar \rangle$, où

- MO : représente un modèle ontologique générique $\langle C, P, \text{Applic}, \text{Ref}, \text{Formalisme} \rangle$;
- I : représente l'ensemble des instances ontologiques ;
- $Sch : C \rightarrow 2^P$ est une fonction qui associe à chaque classe l'ensemble des propriétés pour lesquelles les instances de cette classe sont évaluées ;
- $Pop: C \rightarrow 2^I$, est une fonction qui associe à chaque classe ses instances de l'ensemble I ;
- **Modèle stockage (SMMO)** : le schéma de stockage du modèle ontologique (vertical, horizontal, etc.) ;
- **Modèle stockage (SMInst)** : le schéma de stockage des instances ontologiques.
- **Modèle d'architecture (Ar)** : le type d'architecture de la base (Type I, II ou III).

Selon cette formalisation, la BDBO d'Oracle, d'IBM SOR et d'OntoDB sont respectivement représentées par:

- $BDBO_{\text{Oracle}} : \langle MO : \langle \text{Classes}, \text{Propriétés}, \text{Applic}, \text{Opérateurs (RDFS, OWLSIF et OWLPrime), (RDFS, OWLSIF ou OWLPrime selon les versions)} \rangle, \text{Instances RDF}, \text{Tables tables RDF_link and RDF_values donnant les instances de chaque classe}, \text{Vertical}, \text{Vertical}, \text{Type I} \rangle$. la fonction associe à chaque classe l'ensemble des propriétés pour lesquelles les instances de cette classe sont évaluées ; peut être une requête sur la base de données.
- $BDBO_{\text{IBM}} : \langle MO : \langle \text{Classes}, \text{Propriétés}, \text{Applic (propriétés de chaque classe)}, \text{opérateurs de logique de description}, \text{OWL} \rangle, \text{Instances Owl}, \text{sch(requête retournant pour chaque classe les propriétés évaluées)}, \text{Instances de chaque classe}, \text{Horizontal}, \text{Binaire}, \text{Type II} \rangle$.
- $BDBO_{\text{OntoDB}} : \langle MO : \langle \text{Classes}, \text{Propriétés}, \text{Applic (propriétés de chaque classe)}, \text{opérateur OntoSub}, \text{PLIB} \rangle, \text{Instances plib}, \text{Sch} \subseteq \text{Applic}, \text{Instances de chaque classe}, \text{Horizontal}, \text{Horizontal}, \text{Type III} \rangle$.

3. Formalisation du Problème de Sélection de Vues Matérialisées

Disposant d'une base de données ainsi formalisée, nous avons une bonne connaissance de celle-ci notamment le schéma de stockage de son modèle ontologique, le schéma de stockage de ses instances ontologiques et son architecture d'implantation. Alors, nous formalisons le problème de vues matérialisées comme un 4-uplet : $PSVM : \langle BDBO, Q, C, V \rangle$ où

- $BDBO : \langle MO, I, Sch, Pop, SMMO, SMInst, Ar \rangle$, une base de donnée sémantique ;
- Q : une charge de requêtes ;
- C : des contraintes relatives au problème et ;
- V : un ensemble des vues possibles.

Le problème revient donc à trouver W tel que W minimise le traitement de la charge Q et satisfait les contraintes C .

Avec ce modèle, nous avons bonne connaissance de la base de données en question et nous pouvons nous consacrer à la recherche W qui est un ensemble de vues optimal. Nous allons dans la suite, caractériser les différents composants de cette formalisation principalement l'ensemble des vues possibles V et les requêtes.

III- Les vues possibles

L'ensemble de vues possibles dépend du schéma adopté pour la représentation des instances ontologiques. Pour cela, nous allons identifier cet ensemble pour chaque type de BDBO. Nous rappelons qu'il existe trois principaux types de BDS :

- BDBO de type I ($BDBO I$) : ce sont les $BDBO I$ qui utilisent l'approche verticale consistant à représenter l'ontologie et ses instances dans une table à trois colonnes (*sujet, prédicat, objet*) représentant respectivement : (1) l'identifiant de la ressource ontologique (classe, propriété ou instance ontologique), (2) le nom de la ressource, et (3) la valeur de cette ressource. Cette représentation a l'avantage de faciliter l'implémentation et l'insertion de nouveaux triplets. Mais son interrogation est complexe car elle peut nécessiter plusieurs opérations d'auto-jointure. Les BDBO Jena [12] et Oracle [13, 14] utilisent cette représentation pour la représentation des instances ontologiques.
- BDBO de type II ($BDBO II$) : dans ce type, l'approche utilisée pour la représentation des instances ontologiques est l'approche binaire : elle consiste à décomposer les relations en deux catégories : relations unaires (pour l'appartenance aux classes), et relations binaires (pour les valeurs de propriétés). Cette approche binaire se décline en trois variantes selon l'approche adoptée pour la représentation de l'héritage : (1) une table unique pour toutes les classes de l'ontologie, (2) une table par classe avec héritage de table (si un SGBD relationnel objet est utilisé) et (3) une table par classe sans héritage de table. Cette approche est utilisée dans les BDBO sésame [15] et SOR [17].
- BDBO de type III ($BDBO III$) : dans ce type de BDBO, on utilise l'approche horizontale qui est similaire à la représentation traditionnelle utilisée par les SGBD relationnels. Elle consiste à associer à chaque classe ontologique une table ayant une colonne pour chaque propriété associée à une valeur pour au moins une instance de cette classe. La BDBO OntoDB [20] utilise l'approche horizontale pour la représentation de son modèle ontologique et également de ces instances.

1. Les vues possibles dans BDBO II & III

Dans ces deux types de BDBO, on se retrouve dans un modèle relationnel ou relationnel- objet avec un ensemble des tables. Nous utilisons la notion de la relation universelle dans les bases de données relationnelles pour définir l'ensemble des vues possibles. La relation universelle est une relation qui résulte de la jointure naturelle de toutes les relations de la base de données. C'est un concept qui est communément utilisé pour exprimer la sémantique de dépendances dans les BD relationnelles.

L'idée fondamentale est de décharger l'utilisateur (ou le programme utilisateur) de l'explicitation des chemins d'accès aux données, en mettant à sa disposition une interface qui lui donne l'impression que les requêtes sont faites sur une seule relation. Soit $R(P_1, P_2, \dots, P_n)$ la relation unique composée de tous les attributs de la base de données. R est un sous-ensemble du produit cartésien des attributs P_i de la base de données, $U = P_1 \times P_2 \times \dots \times P_n$. En regroupant certaines propriétés, on peut décomposer R en de petites relations.

R peut avoir plusieurs décompositions dont certaines entraînent le risque de pertes d'information. Ullman et Fagin [21] ont montré que l'on peut décomposer R en plusieurs tables sans perte d'information en considérant les dépendances fonctionnelles et les dépendances de jointure. Ce qui revient à placer les attributs dans leurs tables respectives si les dépendances existent. R devient une suite de jointures des tables de la base de données. En d'autres termes, U est le produit cartésien des relations R_i de la BDBO ($U = \bigcup R_i$).

Nous définissons une vue comme le résultat d'une opération algébrique sur la relation universelle U . Alors l'ensemble de vues possibles est: $V = \{v | v \in U\}$ où U est relation universelle et v un résultat d'une requête sur U (c'est-à-dire une vue).

2. Les vues possibles dans BDBO I

Dans ce type de BDBO, nous avons affaire à une seule table. L'ensemble des vues possibles peut être défini de plusieurs manières visant l'attitude que l'on adopte vis-à-vis des requêtes : on peut définir l'ensemble des vues possibles en considérant la BDBO et les requêtes ou la BDBO seule.

- Proposition considérant les requêtes

On dispose d'une charge des requêtes. Pour répondre à chaque requête, un certain nombre d'auto-jointures sur la table des triplets est nécessaire. Si on note n le nombre maximal d'auto-jointures sur la table de triplets pour répondre à toutes les requêtes de Q . Ce nombre n est inférieur ou égal au nombre de triplets de la plus grande requête de la charge (car certains triplets constituent des filtres et ne nécessitent pas une auto-jointure de la table des triplets). Alors, toute vue est un résultat d'une opération algébrique sur le produit cartésien $T \times T \times \dots \times T$, (n fois), avec T la table de triplets. Nous définissons l'ensemble de ces vues par: $V = \{v | v \in T^n\}$ où T^n est n^{me} produit cartésien de la table des triplets, et n le nombre maximal d'auto-jointures pour Q ci-dessus indiqué et un résultat d'une requête (c'est-à-dire une vue).

- Proposition ne considérant que la table des triplets

Dans cette approche, nous ne considérons que la table des triplets. Si nous faisons une représentation horizontale de cette table, nous obtenons une table dont les colonnes sont les propriétés de l'ontologie et les lignes sont les instances de l'ontologie. La figure 1 en donne une illustration.

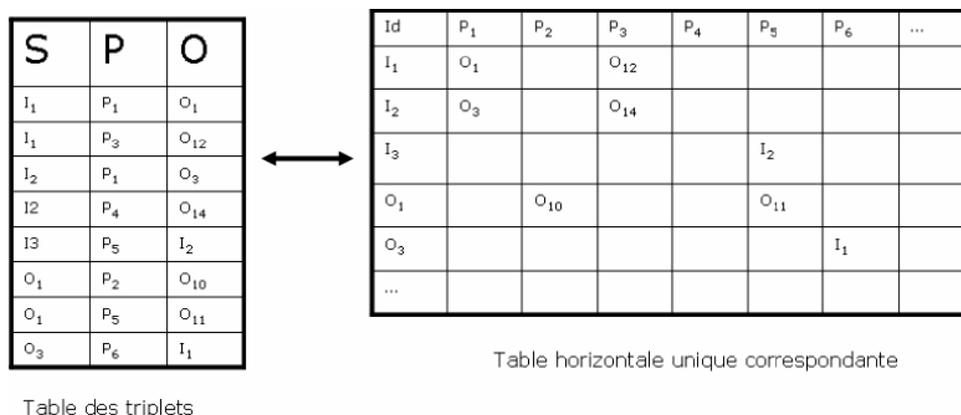


Figure 1 : Représentation horizontale de cette table des triplets

Cette représentation n'est pas optimale pour le simple fait qu'elle présente plusieurs valeurs nulles. Mais elle sert à exprimer l'ensemble de vues possibles. En effet, avec cette représentation, et d'après [21], la relation universelle est le produit cartésien de tous les attributs de la base de données: $U = P_1 \times P_2 \times \dots \times P_n$ avec les P_i les attributs de la relation (représentation) horizontale de la table de triplets. L'ensemble des vues se définit alors par : $V = \{v | v \in RU = Id \times P_1 \times P_2 \times \dots \times P_n\}$.

- Proposition prenant en compte la table des triplets et le schéma d'ontologie

Une BDBO de type I utilise le même schéma pour la représentation de l'ontologie et pour celles des instances ontologiques. Toutes les données sont stockées dans la même table sous la forme de triplets. Il est possible d'identifier pour chaque triplet la classe référence. Ainsi, soit I , l'ensemble des instances de l'ontologie ($I = \{i | i \text{ instance de } C\}$). Si, on place chaque instance i dans sa classe d'appartenance C_i , et si on extrapole qu'une relation R_i correspondant à C_i existe, alors, on peut appliquer la définition de la relation Universelle de [Ulman, Fagin] sur cette base de données. Ainsi l'ensemble de se définit comme : $V = \{v | v \in U = R_1 \times R_2 \times \dots \times R_n, v \text{ un résultat d'une requête sur } U \text{ (c'est-à-dire une vue)}\}$.

IV- Résolution du PSVM

Le problème de sélection de vues matérialisées ayant ainsi été formulé, sa résolution va consister à trouver une fonction définie comme: $f : \langle \text{BDBO}, Q, C, V \rangle \rightarrow W$ où W est et si f est fonction de coût, pour tout $W' \in W, f(W) \leq f(W')$ et W satisfait l'ensemble de contraintes C . La fonction représente toute approche de résolution du PSVM. Dans les bases de données sémantiques, f peut représenter par exemple l'approche de Castillo et Leser [7]. Autrement dit, cette dernière est une instanciation de f . Nous écrivons donc: $W = (BdsI, Q, S, V)$ avec

$BdsI : \langle MO : \langle \text{Classes}, \text{Propriétés}, \text{Applic}, \text{Opérateurs (RDFS)}, \text{RDF} \rangle, \text{Instances RDF}, \text{Table de triplets}, \text{Vertical}, \text{Vertical}, \text{Type I} \rangle,$

La fonction $Applic$ peut être une requête qui, pour chaque classe c , retourne toutes les propriétés. En SPARQL, cette requête va ressembler à : `select ?p where (?p rdfs :domain c)`. $Pop(c)$ qui retournant les instances de chaque classe c , ressemble à : `select ?i where (?i rdf :type c)`. $Q = \{ \text{ triplets} \}$, C : espace de stockage, V : toutes les vues sur la table de triplets.

La fonction f doit donc être instanciée par toutes les approches de résolution de PSVM. Mais hélas, dans certaines approches, la réécriture de requêtes qui est une phase importante dans la résolution de PSVM, est traitée simultanément que la recherche de l'ensemble de vues optimal. Alors il se pose un problème car f ne prend pas en compte la réécriture des requêtes. Pour ces approches, nous proposons une autre fonction prenant en compte la réécriture des requêtes. Soit f cette fonction.

$f : \langle \text{BDBO}, Q, C, V \rangle \rightarrow \langle W, Re \rangle$ où W est et $Re = \{r(q) | r(q) : \text{réécriture de } q, q \in Q\}$, l'ensemble de réécritures de requêtes. Si f est fonction de coût, pour tout $W' \in W, f(W) < f(W')$ et W satisfait l'ensemble de contrainte C . La fonction f représente toute approche traitant simultanément de la sélection et de la réécriture des requêtes. L'approche Goasdoué et al. [8] pour la résolution du PSVM peut être représentée comme: $\langle W, R \rangle = (BdsI, Q, S, V)$ avec $BdsI : \langle MO : \langle \text{Classes}, \text{Propriétés}, \text{Applic}, \text{Opérateurs (RDFS)}, \text{RDF} \rangle, \text{Instances RDF}, \text{Table de triplets}, \text{Vertical}, \text{Vertical}, \text{Type I} \rangle, Q = \{ \text{ triplets} \}, V : \text{toutes les vues sur la table de triplets et } C = \{ \text{coût de traitement, coût de stockage, coût de maintenance} \}, W : \text{ensemble de vues optimal et } R : \text{ensemble des requêtes réécrites sur } W.$

V- Caractérisation des requêtes

Dans la plupart des langages de requêtes, on peut caractériser les requêtes par leurs types (select, update, ...), la source de données sur laquelle elles portent, et leurs résultats. Dans les BDR, le langage SQL est le langage standard des requêtes. Les types de requêtes SQL sont: la sélection, la projection, la jointure, la modification (update), et les opérations ensemblistes. La source de données principale est un ensemble de tables i.e. une base de données relationnelles (mais on peut avoir d'autres sources de données comme les fichiers texte) et ses résultats sont un ensemble de tuples. Dans les bases de données orientée objet (BDOO) ou bases de données relationnelle-objet (BDRO), les langages standards sont le OQL et SQL. Leurs types de requêtes sont ceux de BDR auxquels on ajoute quelques opérations d'invocation de méthodes et d'expression de chemin (flatten, coalesce). La source des données est l'ensemble des tables et les résultats sont soit une collection (set, bag, array) d'objet, de littéraux, soit un objet ou un littéral. Dans les BDS, le langage de requêtes communément utilisé est le langage SPARQL [22, 23], désigné par le consortium W3C comme le langage standard pour les requêtes sémantiques. Dans SPARQL, on distingue cinq types de requêtes : Select, Ask, describe, construct, et update. La source de données dépend du type de BDS utilisée : table de triplets (table unique ou plusieurs tables s'il y a une normalisation) pour une BDS de type I, un ensemble de tables pour les BDS de type II et III. On peut encapsuler cette disparité en utilisant la formalisation de BDS proposée ci-dessus. Les résultats d'une requête sont un ensemble des tuples ou une valeur.

De manière abstraite et formelle, on peut définir une requête par un quadruplet $\langle E, SD, T, R \rangle$ où E est l'expression algébrique de la requête, SD est la source de données (une BDS $\langle MI, I, Sch, Pop, MSMI, MSI, Ar \rangle$), T est type de requête (select, ask, etc.) et R est ensemble de tuples résultats de l'exécution de la requête. T fait partie de l'expression de E .

L'ensemble de requêtes Q dans le PSVM est donc un ensemble de ces quadruplets. Dans la résolution du PSVM, une réécriture d'une requête q peut alors être exprimée par: $\langle E, W, T, R \rangle$ où E est une nouvelle expression algébrique de la requête q sur les vues, W est l'ensemble de vues optimal sur lequel la requête sera exécutée, T est type de requête (select, ask, etc.) et R est ensemble de tuples résultats de l'exécution de la requête. Si une requête n'est pas totalement couverte par les vues et qu'il faut recouvrir à des tables de base, alors W sera donc composé de l'ensemble de vues optimal et des tables de la BDS.

VI- Classification des requêtes des BDS

Dans le langage standard des requêtes des bases de données sémantiques, SPARQL [23, 24], les requêtes sont exprimées sous la forme d'une suite des triplets contenant des variables suivie de filtres, d'ordres d'ordonnement, de tris ou d'agrégations. La suite de ces triplets est interprétée comme une suite de jointures. L'interprétation de ces requêtes dépend certes de la représentation de la BDBO mais ces requêtes peuvent être ramenées à des requêtes de la forme sélection-projection-jointure. Nous distinguons suivant leurs intérêts les types de requêtes suivants.

1- requêtes de types Select : ce sont les requêtes composées d'un seul motif de triplet i.e. elles sont de la forme *select ?x where (?x, !p, !o)* où $!c$ veut dire que c peut être une constante ou une variable). Dans les BDBO I, il s'agit d'une sélection sur la table de triplets, dans les BDBO II, c'est également une sélection si la propriété est définie. Le cas où la propriété n'est pas définie renvoie toute la base de données et n'est pas intéressant. Par contre, dans les BDBO III, ces requêtes peuvent être interprétées comme une union des sélections portées sur les différentes tables relatives à la classe de la propriété p .

2- requêtes de types Joins (AND) : ce sont les requêtes composées d'au moins deux motifs de triplets partageant au moins une même variables. Dans les toutes BDBO, elles sont interprétées comme des jointures naturelles. Dans les BDBO III, elles peuvent aussi faire appel à des opérations d'union.

3- requêtes de types Left outer joins (OPTIONAL) : ce sont les requêtes de sélection ou de jointure renfermant au moins un motif de triplets optionnel. Dans les toutes BDBO, elles sont interprétées comme des jointures externes gauches. Dans les BDBO III, elles peuvent faire appel à des opérations d'union.

4- requêtes de types filtre : ces requêtes sont caractérisées par la présence du mot clé *Filter*. L'expression de critère de sélection porte sur des types de données et d'opérateur variés (=, >=, etc).

5- requêtes de types négation (FILTER, BOUND) : ce sont des requêtes marquées par la présence d'un motif avec *Filter Not Exist(i)* ou la présence de l'opérateur *MINUS*. L'évaluation des requêtes avec un motif avec *Filter Not Exist(i)* passe par la recherche de solution pour le motif du graphe et l'élimination des solutions ne correspondant pas au filtre. Pour les requêtes avec *MINUS*, on retire de l'ensemble des résultats de la première expression, les résultats compatibles de la seconde expression.

6- requêtes de type Distinct Ce sont de requêtes dont la duplication des tuples n'est pas autorisée dans les résultats. Ils sont reconnaissables par le mot clé *DISTINCT*.

7- requêtes de types résultats partiel : ces requêtes comportent en elles des mots clé *Limit* ou *Offset* qui délimitent leurs résultats.

8- requêtes de types tri : ce sont requêtes dont les résultats sont triés suivant l'ordre indiqué par la clause *ORDER BY*.

9- requêtes de type agrégat : ce sont des requêtes comportant la clause *group by* qui annonce le groupement des résultats sur la variable indiquée. On y trouve les fonctions d'agrégat (*COUNT*, *SUM*, *MIN*, *MAX*, *AVG*, *GROUP_CONCAT* et *SAMPLE*). Ce type de requêtes est pris en compte à partir de SPARQL 1.1 [25].

De tous ces types de requêtes, les requêtes de jointures sont de loin celles qui consomment plus de ressources (CPU, mémoire, i/o, ...).

Conclusion

Les vues matérialisées sont une technique très importante pour la conception et l'administration (tuning) de toute base de données. Nous nous sommes penchés sur la formalisation du problème de sélection de vues matérialisées dans le contexte des bases de données à base ontologique. Nous avons proposé une formalisation du problème et avons défini les différents composants. Nous avons proposé aussi un schéma de résolution du problème. Notre formalisation se veut un cadre générique pouvant circonscrire les différentes méthodes de résolution de problème de sélection de vues à persister. Une caractérisation de requêtes est abordée. Ce travail sur les BDBO peut appliquer à d'autres types de bases de données. Une extension de ce travail nous permettrait de connaître sa portée.

Bibliographie

- [1] Baralis, E., S. Paraboschi, et E. Teniente (1997). Materialized view selection in a multidimensional database. pp. 1566165.
- [2] Gupta, H. (1997). Selection of views to materialize in a data warehouse. In ICDT, pp. 986112.
- [3] Bellatreche, L. (2009). Optimization and tuning in data warehouses. In Encyclopedia of Database Systems (EDS), Edited by Ling Liu and Tamer Ozsu, 69 676.
- [4] Bellatreche, L. (2000). Utilisation des vues matérialisées, des index et de la fragmentation dans la conception logique et physique d'un entrepôts de données.
- [5] Valluri, S. R., S. Vadapalli, et K. Karlapalem (2002a). View relevance driven materialized view selection in data warehousing environment. In Proceedings of the 13th Australasian database conference, Volume 5, ADC 02, pp. 1876196. Australian Computer Society, Inc.

- [6] Surajit Chaudhuri, Ravi Krishnamurthy, S. P. K. S. (1995). Optimizing queries with materialized views. In Intl. Conf. on Data Engineering, Taipei, Taiwan.
- [7] Castillo, R. et U. Leser (2010). Selecting materialized views for rdf data. In Proceedings of the 10th international conference on Current trends in web engineering, ICWE'10, pp. 126-137.
- [8] Goasdoué, F., K. Karanasos, J. Leblay, et I. Manolescu (2011). View selection in semantic web databases. Computer science, INRIA. Rapport de recherche no. 7738.
- [9] Dritsou, V., P. Constantopoulos, A. Deligiannakis, et Y. Kotidis (2011). Optimizing query shortcuts in rdf databases. In ESWC (2011), pp. 77-92.
- [10] S. Bechhofer, F. van Harmelen, J. Hendler, I. Horrocks, D. McGuinness, P. Patel-Schneider et L. Stein, (2004) « Owl web ontology language reference », W3C, <http://www.w3.org/TR/owlref/>.
- [11] ISO-13584-42, (1998) « Industrial Automation Systems and Integration Parts LIBrary Part 42 : Description methodology : Methodology for Structuring Parts families », rap. tech., ISO,
- [12] B. McBride B. (2001). Jena : Implementing the rdf model and syntax specification. In Proceedings of the 2nd International Workshop on the Semantic Web.
- [13] Murray, C. (2005). Oracle spatial resource description framework (rdf). Oracle Corporation.
- [14] Murray, C. (2008.). Oracle database semantic technologies developer's guide i. Oracle Corporation.
- [15] Broekstra, J., A. Kampman, et F. van Harmelen (2002). Sesame : A generic architecture for storing and querying rdf and rdf schema. In Proceedings of the 1st International Semantic Web Conference (ISWC'02), pp. 54-68.
- [16] Alexaki, S., V. Christophides, G. Karvounarakis, D. Plexousakis, et K. Tolle (2001). The ics-FORTH RDF Suite : Managing voluminous RDF description bases. In Proceedings of the 2nd International Workshop on the Semantic Web, pp. 1-13.
- [17] J. Lu, L. Ma, L. Zhang, J.-S. Brunner, C. Wang, Y. Panet Y. Yu, (2007) « Sor: a practical system for ontology storage, reasoning and search », in Proceedings of the 33rd international conference on Very large data bases (VLDB'07), p. 1402-1405.
- [18] Theodoratos, D. et T. Sellis (1999). Designing data warehouses.
- [19] Bery Mbaïoussoum, Ladjel Bellatreche, Stéphane Jean, Mickael Baron (2013), Comparaison et Evaluation des Systèmes de Gestion de Base de Données Sémantiques, Ingénierie des Systèmes d'Information (ISI), 18(3): 39-63.
- [20] G. Pierra, H. Dehainsala, Y. Ait-Ameuret L. Bellatreche (2005), « Base de Données à Base Ontologique : principes et mise en œuvre », Ingénierie des Systèmes d'Information, vol. 10, p. 91-115.
- [21] Ullman J. D. (1982), Principles of Database Systems, 2nd Edition. Computer Science Press,
- [22] Frasincar, F., G.-J. Houben, R. Vdovjak, et P. Barna (2004). Ral : An algebra for querying rdf. World Wide Web 7(1), 83-109.
- [23] Prud'hommeaux, E. et A. Seaborne (2005). Sparql query language for rdf. at <http://www.w3.org/TR/rdf-sparql-query/>.
- [24] Prud, E., & Seaborne, A. (2006). SPARQL query language for RDF.
- [25] Garlik, S. H., Seaborne, A., & Prud'hommeaux, E. (2013). SPARQL 1.1 query language. World Wide Web Consortium.

La question de l'influence du climat sur la formation de l'environnement architectural "éco-positive" de construction d'habitation au Tchad (zone sahel)

Ousmane.M.O, Kolesnikova.T.N

Orel ó Russie ó Tèl. : +79155093880 ó Email : ousmane.mahamat8@mail.ru

Résumé

La question de l'influence climatique sur la formation de l'environnement architectural «éco-positive» de construction au Tchad (Zone Sahel) et le choix des matériaux ainsi que celui du type de construction dans un climat particulier, peuvent améliorer les conditions d'habitation et le confort, mais il n'est pas suffisant dans certaines conditions climatiques particulièrement sévères. Pour exemple, une ventilation naturelle sans la combinaison d'autres méthodes (humidification, filtre à sable etc...) serait sans effet, car l'habitation sera exposée à de l'air chaud pénétrant et (ou) à des tempêtes de sable. C'est pourquoi, pour éviter toute exagération dans la mise en œuvre de ces critères, il est nécessaire de prévoir un refroidissement supplémentaire au moyen système actif.

Mots clés: *Eco-positive, Climat, Architecture, Tchad, Habitat, Sahel, Construction, Confort*

Abstract

The question of climate influence on the formation of the "eco-positive" architectural environment in Chad (Sahel Zone) and the choice of materials as well as the type of construction in a particular climate, can improve inhabitants conditions and comfort, but it is not enough in some particularly severe weather conditions. For example, a natural ventilation without the combination of other methods (humidification, sand filter etc ...) would be ineffective because the house will be exposed to penetrating hot air and (or) sandstorms. . Therefore, for any exaggeration in the implementation of these criteria, it is necessary to provide additional cooling by means of active systems.

Keywords: *Eco-positive, Climate, Architecture, Chad, Habitat, Sahel, Construction, Comfort*

À l'heure actuelle, l'industrie de l'architecture et construction au Tchad fait face à un certain nombre de problèmes qui ont besoin de solutions immédiates. Ainsi, plus de 70% de la population dans la zone sahéenne n'a pas accès aux conditions de vie durables et décentes (source ONU-Habitat) ». [1] Il y a une croissance rapide de la demande de logements couplée à une augmentation de la population (plus de 100 millions aujourd'hui). C'est pourquoi les boits, les matériaux traditionnels pour la construction de structures dans la construction de logements se fait rare en raison de la déforestation importante. C'est ainsi, il est difficile de réaliser l'architecture locale traditionnelle. L'utilisation de matériaux importés coûteux, toiture en métal, le ciment contribue à une aggravation de l'inconfort dans le logement en raison de gain de surchauffe, le bruit, les caractéristiques esthétiques médiocres, manque des solutions d'ingénierie bien raisonnées.

Compte tenu de la forte demande pour la construction de logements, le développement de solutions rationnelles et éco-positives pour les bâtiments résidentiels pour le climat sahéen zone du Tchad, répondant aux exigences de la formation d'un habitat durable, devient particulièrement urgent.

La structure de planification du volume d'un bâtiment résidentiel dépend en grande partie du climat, et un examen complet de ses caractéristiques dans la zone sahéenne permettra de choisir correctement les méthodes de planification et de construction appropriées. Aux tropiques, il existe deux types de climat : le climat tropical sec et le climat tropical humide.

En Afrique, la diversité géo-climatique et socioculturelle ne permet pas un modèle général d'habitat positif et respectueux du climat. Néanmoins, pour chacune des différentes zones climatiques, il est possible d'identifier des techniques spécifiques permettant de réduire la surchauffe à l'habitation. La réduction effective de l'apport de chaleur dépend du contrôle des technologies de construction locales et des matériaux utilisés. En Afrique, il existe de nombreux bâtiments anciens de systèmes de construction traditionnels, construits en fonction du climat et en tenant compte des contraintes environnementales, associés à une organisation architecturale et spatiale adaptée aux traditions locales. Mais à l'heure actuelle, il existe une approche résolument déconstructive de la solution constructive des bâtiments résidentiels, qui comprend l'érection de murs à partir de blocs de béton creux et la disposition de revêtements non ventilés avec des matériaux de couverture métalliques (aluminium ou acier). prendre en compte le patrimoine traditionnel, négliger les matériaux locaux et ignorer complètement les contraintes climatiques environnantes. Cette approche a été provoquée, dans une large mesure, par le manque de production de matériaux locaux, bien que, en règle générale, les anciennes solutions techniques aient une meilleure réponse thermique. L'absence d'une méthodologie scientifiquement fondée pour la conception écopositive et la construction d'une habitation basée sur un examen complet de l'ensemble des facteurs naturels et artificiels et le manque de matériaux compétitifs locaux sont les principaux obstacles à tout changement significatif dans les méthodes d'érection. sur les coûts de construction élevés et les charges thermiques plus lourdes en raison de leur incompatibilité avec le climat. [2]

Dans les conditions d'intensification de la construction de logements, la priorité dans le domaine de la conception architecturale est le développement de principes et de méthodes pour la formation intégrée d'un milieu de vie confortable et éco-positif, adapté au climat.

L'adaptation de l'environnement résidentiel aux particularités du climat de la zone sahélienne est associée à un compte rendu complexe de toutes les composantes climatiques majeures de la zone, où le rayonnement solaire, les effets du vent combinés au transport de sable et l'humidité de l'air sont parmi les plus importants.

Le rayonnement solaire est l'une des principales sources de chauffage de surface, par conséquent, des mesures de protection solaire doivent être envisagées à tous les stades de la conception de l'environnement résidentiel-urbanisme, planification de volume, construction, ingénierie, aménagement paysager, etc. . Il est nécessaire d'optimiser la forme, l'orientation et la hauteur de la maison et l'emplacement de ses ouvertures, réduire, d'une part, l'exposition de la maison, et d'autre part, protéger efficacement les surfaces exposées. Le carré est optimal quelque soit la latitude de l'endroit dans les zones à faible humidité de l'air, cependant, pour les étirements dans les basses latitudes, les rectangles allongés représentent un bon compromis avec les compétitifs et sont souvent utilisés dans la pratique quotidienne. [3]

En règle générale, en Afrique, comme ailleurs, les maisons sont construites le long des rues. Par conséquent, la disposition des quartiers résidentiels, la configuration des parcelles devrait aider à permettre aux résidents de construire des maisons avec une très petite surface de façades sur les côtés orientés vers l'Est et l'Ouest. L'analyse des voies du soleil confirme l'opportunité d'ériger des maisons situées à leurs extrémités, de préférence d'Est en Ouest (orientation latitudinale), c'est-à-dire que les côtés les plus longs seront orientés au nord ou au sud ou le long de l'axe héliothermique; Les surfaces en verre doivent être protégées en permanence par une protection solaire structurelle ou d'autres systèmes d'ombrage. Les systèmes d'ombrage externes sont beaucoup plus efficaces que les systèmes d'intérieur (draperies, rideaux, etc.). Ils doivent être situés en conformité avec les principes de ventilation de la façade, a fin d'éliminer ou de réduire la surchauffe.

Pour les façades nord et sud, les systèmes stationnaires ou coulissants sont plus efficaces: stores à ombrage avec disposition horizontale des lamelles. Il est également efficace de planifier les éléments architecturaux des étages supérieurs des bâtiments (balcons, galeries, loggias profondes, etc.) dans l'aménagement de l'espace des bâtiments résidentiels du Sud et du Nord,



Figure1 : Systèmes de protection solaire stationnaires extérieurs avec des lamelles horizontales.



Figure2 : Écrans solaires coulissants extérieurs à lamelles horizontales.

Sur les façades Est et Ouest, il est plus efficace de prévoir des pare-soleil tels que des pylônes de murs verticaux ou des systèmes de stores avec des lattes pivotantes disposées verticalement.



Figure 3 : Maison privée pour la famille (Japon, studio d'architecture Fujiwara Muro Architects).



Figure 4 : Systèmes de protection solaire stationnaires extérieurs avec des lamelles verticales (CBVIRA Tchad)

Le rayonnement solaire étant beaucoup plus intense sur une surface horizontale que verticale, une attention particulière doit être portée au toit: il est possible de réduire la surchauffe par un toit isolant ou de recouvrir la surface extérieure de la toiture de peinture blanche (technique utilisée sur l'île de La Réunion). Cela réduit de 50% l'augmentation de la chaleur à travers le toit par rapport au toit en tôle galvanisée.

Les revêtements plats doivent être ventilés ou protégés par des auvents en treillis ou en lamelles. Il est conseillé d'installer un revêtement d'eau avec isolation thermique sur la couche de chaleur transformable selon le principe de la maison solaire de G. Hay, qui fonctionne toute l'année contre la surchauffe et le refroidissement du bâtiment, voir Fig. 4. [4]

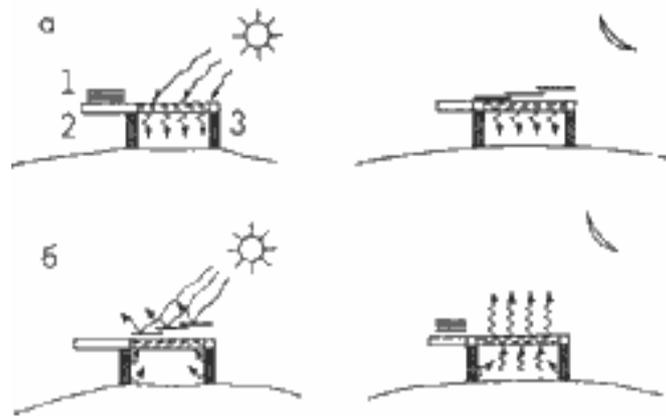


Figure 5 : Différents modes de fonctionnement de la maison solaire de G. Hay avec chauffage et refroidissement naturels:

- a - chauffage en hiver;
- b - refroidissement en été;
- 1 - volets insolents mobiles;
- 2 - plafond métallique;
- 3 - Bâtiment.

Un tel système de climatisation naturelle peut être installé, utilisé et réparé par des personnes relativement peu qualifiées. Il ne nécessite pas de compresseurs, de condensats, de matériaux spéciaux. La climatisation naturelle assure un confort doux sans bruit de fond, courants d'air.

Après avoir étudié la structure de la maison, il est important d'analyser l'influence de la végétation autour de la maison, ainsi que l'effet du sol sur le comportement thermique de cet espace. En plus de la purification de l'air, la végétation permet une diminution suffisamment importante de la température de l'air. Cette végétation doit être aussi abondante que possible, mais il faut prendre des précautions pour éviter la présence d'animaux indésirables (serpents, etc.). Les plantes pour l'aménagement vertical des murs (par exemple, le lierre) sont également très efficaces, puisqu'elles permettent de réfléchir de 20% à 30% du rayonnement solaire, cette réflexion de la plante s'accompagne de la libération d'humidité lors de l'évaporation. Les arbres doivent être plantés sur le côté ouest du site afin de protéger du soleil couchant. En ce qui concerne la terre, dans les pays chauds, les murs du bâtiment en contact avec le sol seront une source de surchauffe, surtout si les murs ne sont pas isolés. Ainsi, lorsque le rayonnement solaire réfléchi par le sol sur les murs du bâtiment est important, il est nécessaire de planter des arbustes qui réfléchissent peu d'énergie tout en dispersant beaucoup. [2]

Ainsi, il est indéniable que, avec d'autres facteurs, l'architecture d'un immeuble dépend des caractéristiques du climat.

Le choix du bon matériel et du type de construction dans un climat particulier peut améliorer les conditions de confort à l'intérieur des maisons, mais il n'est pas suffisant dans certaines conditions climatiques particulièrement sévères.

Par exemple, fournir uniquement une ventilation naturelle, et non pas en combinaison avec d'autres méthodes (humidification, filtre à sable, etc.) serait risqué au Sahel, car la maison sera exposée à de l'air chaud pénétrant et (ou) à des tempêtes de sable. Par conséquent, afin d'éviter toute exagération dans la mise en œuvre de ces critères, il est nécessaire de prévoir un refroidissement supplémentaire au moyen de systèmes actifs.

Considérons, à titre d'exemple, les indicateurs climatiques en avril à N'Djamena (Tchad). La température moyenne de l'air extérieur est de 33,3°C. En l'absence d'un système de refroidissement actif, dans une maison bien conçue, la température interne atteindra au mieux 33,3°C, ce qui est supérieur à la limite de confort, et probablement encore plus en raison du dégagement inévitable de chaleur fonctionnelle (présence, éclairage et appareils électriques, cuisine, etc.). Quel que soit le type de matériaux utilisés, la température ambiante sera supérieure à 33,3°C pendant toute la journée (vous pouvez simplement réduire l'amplitude et le déphasage de la charge thermique en utilisant des matériaux résistants à la chaleur tels que des briques en terre cuite, etc.). [5] Pour assurer que la température interne reste bonne à cette période de l'année, un refroidissement actif doit être utilisé.

L'utilisation de moyens de ventilation active améliore la sensation thermique en augmentant la vitesse de circulation de l'air autour de l'objet. Si la température de l'air dépasse 32 ° C pour l'air sec et 30 ° C pour l'air humide, les systèmes suivants peuvent être utilisés:

A - ventilateurs de plafond (coût = 25 000 FCFA, consommation d'énergie = 70 W). C'est le plus efficace, mais la hauteur du plafond est importante;

B - Ventilateur extérieur (le coût et la consommation sont identiques au précédent). Il couvre une superficie plus petite qu'un plafond, mais présente un avantage en termes de mobilité;

- Ventilateur de table C (carré) (coût = 20 000 FCFA (franc CFA), puissance électrique = 65 W). Il est très important dans la chambre de laisser la fenêtre ouverte la nuit. Ce mode d'utilisation apporte une amélioration significative du confort par rapport à l'utilisation d'autres types de ventilateurs, car l'air extérieur est plus froid que l'air intérieur entre 19 h et 07 h.

Le soir et la nuit, la ventilation et l'échange d'air naturel peuvent être assurés par l'ouverture de fenêtres munies de moustiquaires (grillage,...). [2]

Bibliographie

1- Association la Voûte Nubienne ó AVN [] ó :
<http://www.lavoutenubienne.org/fr/la-problématique>

2- Jannot .Y. Economie d'énergie et confort thermique dans l'habitat en zone tropicale / Y. Jannot et T. Djiako // Le confort thermique. -1993.- 3. óvolume 17- c.168-169.
<http://www.thermique55.com/principal/publis.htm>

3- Jannot Y., L'amélioration d'énergie et confort thermique en zone tropicale / Y .Jannot., T. Djiako // Revue Internationale du Froid, volume 17, n°3, mars 1994.
<http://www.thermique55.com/principal/publis.htm>

4- . Skytherm House . <http://mensch.narod.ru/pages/eff-energy.htm>

5- [] - : <http://www.wikiwand.com/ru/>

Etude ethnobotanique et phytochimique des quelques plantes utilisées dans le traitement des maladies cardio-vasculaires dans le Logone occidental au Tchad (Afrique Centrale)

LAOHUDUMAYE BONYO Alexandre^{1*}, MBAYNGONE Elisée^{2*}, MAPONGMETSEM Pierre-Marie¹

¹Université de N'Gaoundéré/Cameroun, Faculté des Sciences.

Tel. : +235 66 46 35 88 ou +237 77 79 79 96, bonyoalex2012@yahoo.com; piermapong@yahoo.fr

²Université de N'Djaména, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Laboratoire de Botanique Systématique et d'Écologie Végétale, B.P. 1027 N'Djaména/Tchad, Tél. : +235 66 36 86 64

(*) Auteurs correspondants Email : bonyoalex2012@yahoo.com; embayngone@ymail.com

Résumé

Les maladies cardio-vasculaires sont responsables de nombreux problèmes de santé dans le monde. En effet, ces maladies constituent un ensemble de trouble qui touche le cœur et la circulation sanguine. Parmi ces maladies, les plus récurrentes sont le diabète et l'hypertension artérielle. L'objectif principal de ce travail est de contribuer à la connaissance des plantes médicinales utilisées dans le traitement de ces deux maladies au Tchad en vue d'aider à la formulation des médicaments traditionnels améliorés. Une enquête ethnobotanique s'était déroulée dans 216 ménages des Ngambaye, Laga, Kaba et Arabes dans le Logone occidental. Les analyses phytochimiques ont été effectuées au laboratoire pour caractériser qualitativement 6 plantes. Les investigations ont permis de recenser 58 espèces dont 19 traitent le diabète, 17 traitent l'hypertension artérielle et 22 pour les deux maladies. Elles sont réparties en 55 genres et 27 familles dont les plus représentées sont les *Fabaceae-Caesalpinoideae* (11 espèces), les *Combretaceae* (6 espèces) et les *Euphorbiaceae* (4 espèces). Les principaux organes de ces plantes utilisées sont les feuilles (27,32%) et les écorces du tronc (16,82%) et des racines (14,76%). Globalement trois modes de préparations ont été enregistrées : la décoction (62%), la macération (23,66%) et l'infusion (14,34%). Il y a au total 115 recettes qui varient en fonction des groupes ethniques. L'analyse phytochimique de *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hoch., *Annona senegalensis* Pers., *Detarium microcarpum* Guill. et Perr., *Cassia sieberiana* D.C et P. Crete, *Momordica charantia* L. et *Phyllanthus amarus* Schumach. P. Thon., indique la richesse en tanins, flavonoïdes, alcaloïdes et saponosides dans ces plantes choisies.

Mots clés : Maladies cardio-vasculaires, Diabète, Hypertension artérielle, Plantes médicinales Phytochimie, Moundou, Tchad.

Abstract

Cardiovascular diseases are responsible of many health problems in the world. Indeed, these diseases bring about the malfunctioning of the heart and the blood circulation. Among these diseases, the most recurrent are the diabetes and the arterial high blood pressure. The main objective of this work is to contribute to the knowledge of medicinal plants used in the treatment of these two diseases in Chad in order to participate in the production of future improved traditional medicines. An Ethnobotanical investigation was carried out in 216 households of the Ngambaye, Laga, Kaba and Arabs in the western Logone. A phytochemical analysis was done in the laboratory to qualitatively characterize 6 plants. The investigations brought about the identification of 58 species of which 19 treat diabetes, 17 treat the arterial high blood pressure and 22 for the two diseases.

They are divided into 55 genders and 27 families of which the most represented are the Fabaceae Caesalpinoideae (11 species), the Combretaceae (6 species) and the Euphorbiaceae (4 species). All parts of these plants are used whatever the type of medicine. Nevertheless the leaves (27.32%), the peel of the trunk (16.82%) and the roots (14.76%) are the parts that are used most. Globally, three methods of preparations were recorded: the decoction (62%), the maceration (23.66%) and the infusion (14.34%). There were a total of 115 recipes that vary according to the ethnic groups. The phytochemical analysis of *Sclerocarya birrea* (A. Rich.) Hoch., *Annona senegalensis* Grey., *Detarium microcarpum* Guill. and Perr., *Cassia sieberiana* D.C and *P. Crete*, *Momordica charantia* L. and *Phyllanthus amarus* Schumach. P. Tuna. indicate a good content in tannins, flavonoïdes, alkaloids and saponosides in these chosen plants.

Key words: Cardiovascular diseases, Diabetes, Arterial High blood pressure, Medicinal Plants, Phytochemistry, Moundou, Chad.

Introduction

L'amélioration de la santé humaine est de nos jours une préoccupation majeure pour de nombreux pays et organisations internationales et fait partie des points clés du développement durable (OMS, 2006a). Cependant, malgré les efforts consentis, les maladies cardio-vasculaires continuent à être un facteur de mortalité humaine dans le monde. Les maladies cardio-vasculaires constituent un ensemble de troubles affectant le cœur et la circulation sanguine. Ce sont entre autres les maladies coronaires, l'angor, la cardiomyopathie, l'insuffisance cardiaque, l'endocardite, les valvulopathies cardiaques, la péricardite, la maladie de la conduction cardiaque, le syncope d'origine cardiovasculaire, les troubles du rythme cardiaque, les maladies des vaisseaux, l'anévrisme, l'hypertension artérielle, le diabète (OMS, 2011). La principale cause de ces maladies est l'athérosclérose caractérisée par la présence de plaques d'athérome (dépôt progressif de graisse et de calcium) entraînant une obstruction partielle ou totale des vaisseaux atteints. Ces maladies affectent chaque année 17,3 millions de personnes à travers le monde et y représentent 30% de mortalité dont 80% dans les pays en développement (OMS, 2011). Ainsi, de toutes les affections non transmissibles, les troubles cardiovasculaires sont responsables de la plus importante mortalité dans les pays en développement. On a souvent pensé que les cardiopathies, les accidents vasculaires cérébraux, les cancers, le diabète, l'hypertension artérielle et autres maladies chroniques ne constituent des problèmes de santé publique que pour les pays développés. En réalité, seuls 20 % des décès par maladies chroniques se produisent dans ces pays, tandis que 80 % surviennent dans des pays à revenus faibles ou intermédiaires, dans lesquels vit la majeure partie de la population mondiale (OMS, 2006b). Les habitants des pays à revenus faibles ou intermédiaires sont les plus exposés aux facteurs de risque de maladies cardiovasculaires et font moins d'efforts de prévention que les habitants des pays en développement. Ils ont difficilement accès à des services de santé efficaces et équitables répondant à leurs besoins. De ce fait, ils meurent plus jeunes de ces maladies, souvent dans leurs années les plus productives (OMS, 2011).

On notera que l'hypertension artérielle et le diabète sont deux maladies cardio-vasculaires qui causent un problème de santé publique dans le monde (OMS, 2003). L'hypertension artérielle touche actuellement 26,4% de la population mondiale et pourrait atteindre 29,2%, soit plus de 1,5 milliards d'individus en 2025 (Ueli *et al.*, 2008). Elle est actuellement la maladie cardio-vasculaire la plus commune en Afrique Noire (Mouanodji, 1996). Différentes études épidémiologiques montrent que sa fréquence varie de 23 à 27% de la population en Afrique. Le diabète, quant à lui, a un taux de prévalence mondiale estimé à 2,8% en 2000 avec des projections à 4,8% en 2030 si rien n'est fait (Ueli *et al.*, 2008).

Le diabète est caractérisé par une élévation de la concentration de glucose (sucre) dans le sang (glycémie à jeun est supérieure à 1,26 g/l vérifiée à 2 reprises). Celle-ci résulte d'un manque d'insuline, qui est l'hormone de contrôle de la glycémie et/ou d'une incapacité des tissus de l'organisme à répondre à l'insuline (OMS, 2006b). L'hypertension artérielle se manifeste comme une forte pression sanguine qui s'applique sur les parois des artères susceptibles d'endommager les vaisseaux sanguins du cœur, du cerveau, des reins et des yeux (OMS, 2003). Une personne est hypertendue lorsqu'au repos, la valeur maximale de la tension (correspond à la systole) dépasse 140 mmHg et/ou la valeur minimale de la tension artérielle (correspond à la diastole) est supérieure à 90 mmHg (OMS, 2007).

Au Tchad, une évolution remarquable des maladies cardio-vasculaires est observée et les plus fréquemment recensées sont le diabète et l'hypertension artérielle (DSIS, 2009). Ainsi, de 1 421 cas d'hypertension artérielle en 2008, l'on est passé à 1 429 cas en 2009 et à 1 481 cas en 2010. Quant au diabète, de 332 cas en 2008, ce chiffre est passé à 427 en 2009 et à 466 en 2010. Afriqinfo (2012) rapporte que la prévalence du diabète est estimée entre 700 000 et 800 000 personnes au Tchad. Malgré l'évolution importante des maladies cardio-vasculaires au Tchad, le manque de spécialistes dans le domaine, l'éloignement, la rareté ou l'inexistence de centres de santé dans les villages, la non-disponibilité et le coût trop élevé des produits pharmaceutiques ne permettent pas de faire face à la maladie et poussent une grande partie de la population à avoir recours à la médecine traditionnelle (Proteus, 2000). Cette médecine utilise essentiellement les plantes dans les recettes de traitement. Des études menées sur la composition chimique des plantes employées dans le traitement de ces maladies révèlent que les tanins, les flavonoïdes, les alcaloïdes et les saponosides sont les principaux principes actifs qui existent dans les plantes utilisées dans le traitement du diabète et de la tension artérielle (Sakine *et al.*, 2012 ; Ngouessan *et al.* 2011 ; Sereme *et al.* 2008 ; Sambo 2006).

Les plantes médicinales constituent des ressources précieuses pour la majorité des populations rurales en Afrique, où plus de 80% de personnes s'en sert pour assurer leurs soins de santé (Jiofack *et al.*, 2010). De plus, ces plantes constituent des ressources inestimables pour l'industrie pharmaceutique (Awono *et al.*, 2009). Les données récentes de l'organisation mondiale de la santé (OMS) rapporte que, près de 80% des populations dépendent de la médecine traditionnelle pour des soins de santé primaire. Des avantages économiques considérables dans le développement de la médecine traditionnelle et dans l'utilisation des plantes médicinales pour le traitement des diverses maladies ont été constatés (Muthu *et al.*, 2006). Il y a donc, une nécessité d'une valorisation de la médecine traditionnelle. A cet effet, on notera les travaux sur l'inventaire des plantes médicinales dans quelques écosystèmes de la sous-préfecture de Pala (Tchad) (Beunon, 2011) et l'exploitation et l'utilisation des plantes médicinales dans la région du Mayo Kebbi (Tchad) (Raounguedam, 2007). Malgré que les plantes médicinales rendent d'énormes services à la population Tchadienne, très peu des recherches leur sont consacrées. C'est dans cette optique que nous avons entrepris d'étudier les plantes utilisées dans le traitement des maladies cardio-vasculaires, en particulier le diabète et l'hypertension artérielle dans la région du Logone occidental au Tchad. C'est donc une contribution à la connaissance des plantes médicinales utilisées dans le traitement des maladies cardio-vasculaires au Tchad en vue d'aider à la formulation des médicaments traditionnels améliorés. Plus spécifiquement, il s'agit (1) d'analyser la perception paysanne sur le diabète et l'hypertension artérielle, (2) de recenser les différentes plantes médicinales et les recettes utilisées pour le traitement de l'hypertension artérielle, enfin (3) de déterminer les grands composés chimiques des plantes utilisées dans le traitement de ces maladies.

1. Méthodologie

1.1 Site d'études

Situé au sud du Tchad, précisément entre 16°05'00" longitude Est et 8°34'00" latitude Nord, Moundou est le chef lieu de la région du Logone occidental et aussi la capitale économique du Tchad. La ville de Moundou, qui couvre une superficie de 22 km² avec 152 849 habitants (Anonyme, 2009), appartient au Centre Régional d'Endémisme Soudanien (White 1986), au secteur soudano-guinéen, avec une pluviométrie annuelle variant entre 922 à 1415,9 mm de pluies. La saison des pluies commence en avril et finit en octobre avec le mois d'août le plus pluvieux. Après cette saison de pluies, suit une saison sèche qui va de novembre à mars. Les températures à cette période sont de 19,7 à 34,9°C (Anonyme, 1998). Le réseau hydrographique est constitué du fleuve Logone et ses bras morts qui sont les lacs Weï et í .

Les sols, en général ferrallitiques et ferrugineux, abritent une végétation caractérisée par des forêts claires et des savanes arborées à herbeuses formant d'excellents pâturages. Il y a aussi des sols hydromorphes dans les plaines inondables et vallées du Logone supportant de vastes savanes herbeuses. Les espèces végétales les plus fréquentes sont *Vitellaria paradoxa* (Gaertn..F.), *Anogeissus leiocarpa*, *Parkia biglobosa* (Jacq.)R.Br., *Khaya senegalensis* (Desr.) A.Juss., *Stereospermum kunthianum*, *Tamarindus indica* L., *Piliostigma thonningii*, *Combretum* sp. et diverses herbacées.

La population, très homogène est constituée essentiellement de l'ethnie Ngambaye (75% du total), suivies des Laga et Kaba (10%) et Haoussa, Bornouans ou Arabes, Sara et autres (15%). La principale activité économique de cette population est l'agriculture, pratiquée par les Ngambaye, tandis que l'élevage et le commerce sont exercés par les ethnies minoritaires. Il existe également d'autres petites activités économiques comme la pêche, la cueillette qui rapporte de revenus à certaines catégories de la population.

2.2. Méthodes

2.2.1. Enquête ethnobotanique

L'enquête ethnobotanique s'est déroulée dans les ménages et a permis d'évaluer le savoir endogène des paysans et des tradipraticiens de différents âges sur les plantes médicinales, leur mode d'emploi et les maladies traitées. A cet effet, deux approches ont été adoptées:

- la médecine populaire, qui concerne chaque membre de la population (Tearfund, Isabel et Bridgnarth, 2001) et se définit comme étant l'utilisation des plantes médicinales dès l'enfance pour soigner les maladies;
- la médecine spécialisée, quant à elle, ne concerne que les guérisseurs traditionnels qui utilisent une grande diversité de méthodes pour traiter les maladies.

En ce qui concerne la médecine populaire, 200 personnes sont enquêtées soit 50 par groupe ethnique (Ngambaye, Laga, Kaba et les Arabes résidant). Pour la médecine spécialisée, 16 personnes ont été enquêtées dont 14 de l'ethnie Ngambaye et 2 chez les Kaba. Pour la médecine populaire, des interviews individuelles étaient réalisées à l'aide d'un questionnaire qui comportaient l'identité de l'interviewé, sa perception sur les maladies cardio-vasculaires, les symptômes, les principales plantes utilisées dans le traitement de chacune des maladies, la posologie, les recettes, etc. Pour la médecine spécialisée les rubriques abordées étaient l'expérience professionnelle, les symptômes de chaque maladie, les principales plantes utilisées, la durée du traitement, la collaboration avec les médecins modernes, le coût de la maladie, le mode de préparation des recettes, la disponibilité des plantes, l'appartenance à un syndicat et la formation. La collaboration avec les autorités de la localité a permis d'organiser des entretiens avec les médecins de santé les plus connus de la zone.

2.2.2. Préparation des échantillons pour les analyses

A l'aide d'un tradipraticien, Mberbe Philippe, une excursion s'est effectuée pour la récolte des échantillons de plantes et les prises de vue. Des fragments ou des plantes entières ont été récoltés à l'aide d'un sécateur pour la confection d'échantillons d'herbier de référence pour l'Université de Ngaoundéré et celle de N'Djaména. Ces échantillons sont identifiés au Laboratoire de Botanique Systématique et d'Ecologie Végétale de l'Université de N'Djaména et confirmés à l'Université de Ngaoundéré afin d'éviter toute confusion dans la connaissance des espèces utilisées. Pour les analyses au laboratoire, des plantes entières (espèces herbacées), des feuilles, des racines et des écorces ont été prélevés du 18 au 20 octobre 2012, et séchés à l'abri du soleil pendant deux semaines.

2.2.3. Analyse phytochimique de quelques plantes

Pour les analyses phytochimiques, nous avons retenus 6 plantes dont trois ont recueilli au moins 20% de réponses et les trois autres moins de 10% de réponses. Il s'agit de *Sclerocarya birrea* (A.Rich.) Hochst. et *Cassia sieberiana* D.C. et P.Crete (diabète), *Annona senegalensis* Pers. et *Detarium microcarpum* Guill. et Perr. (hypertension artérielle) enfin *Momordica charantia* L. et *Phyllanthus amarus* Schumach. et Thonn. (deux maladies). Les échantillons de ces plantes séchés, ont été écrasés à l'aide d'un mortier traditionnel avant d'être soumises au screening phytochimique au Département de Chimie de l'Université de N'Djaména (Tchad). Nous avons utilisé les réactifs classiques selon les méthodes de Houghton et Raman (1998) pour la détermination des grands groupes chimiques (Tanins, Flavonoïdes, Alcaloïdes et les Saponosides). Ainsi, dans un Erlenmeyer, on met 5g de la poudre de la plante et 100 ml d'eau bouillante. Le mélange est laissé 15 minutes sous agitateur puis filtré. Ce filtrat est reparti en six volumes pour les analyses chimiques.

a) recherche des Tanins

A 3 ml du premier volume de filtrat nous ajoutons une goutte de chlorure ferrique ($FeCl_3$). L'observation d'une coloration bleue foncée, verte ou noire indique la présence des Tanins (Bouquet, 1972).

b) recherche des Flavonoïdes

Nous ajoutons 5 ml d'acide chlorhydrique (HCl) à 5ml du quatrième volume de filtrat plus une pincée de la poudre de magnésium (c'est la réaction à la cyanidine dite de SHNODA). L'apparition d'une coloration orangée (flavones), rouge (flavonols) ou violette (flavonones) indique la présence des flavonoïdes.

c) recherche des Alcaloïdes

C'est un test qui se passe en général en milieu acide ou par le réactif de Mayer. 5g de poudre de la plante à traiter sont pesés, mis dans 25 ml de HCl 5% après 24h de macération dans un flacon bouché suivi d'une filtration, on prélève 1ml du filtrat et on ajoute 5 gouttes de réactif de Mayer. En cas de présence des alcaloïdes, le filtrat précipite ou devient trouble (Houghton et Raman, 1998).

d) recherche des Saponosides

Deux (2) gramme de poudre de la plante sont mis dans 100 ml d'eau, puis décocté pendant 30mn. Après refroidissement et filtration, le volume est réajusté à 100 ml. A partir de cette solution mère nous préparons 10 tubes avec des volumes de solution allant de 1 à 10 ml et réajustés à 10 ml avec de l'eau distillée. Chacun des tubes est agité énergiquement en position horizontale pendant 15 secondes. Après 15 mn de repos en position verticale, la hauteur de mousse persistante en cm est relevée. Si elle est proche de 1cm dans l'un des tubes indiqué, la présence des Saponosides est confirmée avec l'indice supérieur à 100 (Bouquet, 1972). L'indice de mousse est calculé par la formule suivante :

$IM = \frac{5 \times \text{hauteur de mousse (en cm)}}{Y^{ème} \text{ tube}} \times 100$, avec Y, le numéro du tube.

2.2.4 Traitement et Analyses des données

L'analyse de variance a été faite grâce au logiciel Statgraphics plus, version 5.0. Par contre la séparation des moyennes significatives a été faite à l'aide du test de Duncan.

3. Résultats et discussion

3.1 Résultats ethnobotaniques

3.1.1 Caractéristiques socio-culturelles de la population

L'âge de la majorité des répondants a dépassé la quarantaine (75,70%). Les jeunes de moins de 40 représentent le quart des interviewés. Ce résultat explique la conservation du savoir empirique par les personnes âgées. Il peut aussi traduire le manque d'attention des jeunes aux pratiques traditionnelles (Raounguedam, 2007). La plupart des répondants sont des hommes (76,85%). Cette supériorité est due aux barrières sociales et culturelles que les hommes ont érigées contre la femme dans la société traditionnelle tchadienne (Raounguedam, 2007). Cette même tendance s'observe également au niveau des différentes ethnies considérées. De même, au niveau des tradipraticiens, il n'y a que 2 femmes interviewées sur les 16 praticiens. Pourtant, de nos jours, la femme, qui est au centre du développement et de la gestion de la société, doit être prise en compte dans la médecine traditionnelle (Beunon, 2011). Malheureusement, l'on pense que la femme ne pourrait conserver longtemps le secret. Or, une bonne connaissance de la pharmacopée par la femme permettra de sauver beaucoup de vie, en particulier celle des enfants dans les ménages.

3.1.2 Perception paysanne du diabète et de l'hypertension artérielle

Dans la pensée des paysans, le diabète est une maladie héréditaire. Cette perception est propre à l'ethnie Ngambaye qui maîtrise parfaitement les symptômes de la maladie. En effet, les villageois observent souvent un attroupement des fourmis autour de l'urine de la présumé victime. Or, le même constat était fait lorsqu'une pincée de sucre tombe à terre. Le rapprochement fait entre ces deux phénomènes conduit les paysans à conclure qu'il s'agissait d'une maladie liée au sucre, donc le diabète. D'autres tests traditionnels ont permis aux paysans de détecter le diabète comme une maladie du sucre. Le diabète se manifeste d'abord par le gonflement de tout le corps surtout des pieds. Il occasionne des boutons qui aboutissent à des plaies qui ne peuvent pas se guérir tant que le mal n'est pas traité. Ensuite, le malade a beaucoup soif, urine beaucoup et maigrit malgré qu'il boit beaucoup d'eau. Chez les Ngambaye, *Sclerocarya birrea* fut donc la toute première plante pour soigner cette affection.

Les connaissances endogènes sur l'hypertension artérielle chez les Ngambaye, Laga, Kaba et Arabe sont basées sur un certain nombre de symptômes que sont les maux de tête, les troubles des yeux, l'émotion et la paralysie. Ces symptômes surviennent lors des cérémonies de deuil, de mariage et de baptêmes. De fortes émotions conduisent à la perte de connaissance entraînant ainsi des paralysies. Contrairement au diabète, l'hypertension est interprétée traditionnellement comme le résultat d'un mauvais sort. Cette perception persiste encore de nos jours chez ces groupes ethniques. Afin de remédier à ce mal, les paysans ont recours aux soins à base des plantes médicinales dont notamment *Momordica charantia* et *Annona senegalensis* qui sont les plus utilisées dans le traitement de cette maladie.

Le savoir endogène sur les plantes médicinales varie d'un groupe ethnique à un autre. Les Ngambaye ont cité 44 et 39 plantes qui soignent respectivement le diabète et l'hypertension contre 42 et 37 chez les Laga, 42 et 37 chez les Kaba, 12 et 14 chez les Arabes. Ceci peut s'expliquer par le fait que les Ngambaye sont les originaires de la localité, les Laga et les Kaba sont de la localité voisine alors que les Arabes quant à eux sont des allogènes. Ils viennent du nord par conséquent ne connaissent pas bien l'environnement de la localité.

Ces résultats témoignent la bonne connaissance de la flore par les paysans comme l'ont observé Mapongmetsem (2005) dans les hautes savanes guinéennes au Cameroun et Mbayngone et Thiombiano (2011) dans les savanes du sud-est du Burkina Faso. Ceci peut aussi s'expliquer par la richesse et la diversité de la flore de la région (Mark et Eschbon, 1998).

3.1.3 Principales plantes médicinales et parties utilisées

Les populations du Logone occidental utilisent 58 espèces de plantes médicinales pour le traitement du diabète et de l'hypertension artérielle. Ces plantes sont réparties en 27 familles et 55 genres. Pour le traitement du diabète, les familles les plus fréquentes sont les Fabaceae-Caesalpinoideae (5,32%), les Euphorbiaceae (4,44%), les Asclepiadaceae (3,44%) et les Meliaceae (3,44%). Dans le traitement de l'hypertension artérielle, les familles les plus représentées sont les Fabaceae-Caesalpinoideae (8,32%), suivies des Poaceae (5,17%) et des Annonaceae (3,34%). Par contre, les Combretaceae (7,17%), les Fabaceae-Caesalpinoideae (5,32%) et les Anacardiaceae (5,17%) sont les familles les plus représentées dans le traitement commun des deux maladies (tableau I). Au niveau spécifique, les 11 plantes les plus citées sont *Cassia sieberiana*, *Azadirachta indica*, *Bauhinia rufescens*, *Leptadenia hastata* (diabète) ; *Detarium microcarpum*, *Persea americana*, *Annona senegalensis*, *Euphorbia hirta* (hypertension artérielle) ; *Sclerocarya birrea*, *Momordica charantia*, *Moringa oleifera* (deux maladies). Pour ces plantes, les parties les plus utilisées sont les feuilles, les écorces du tronc ou des racines, les racines, les fruits, les graines et les fleurs. Ces résultats sont similaires à ceux de Beunon (2011) qui rapporte que les Fabaceae-Caesalpinoideae (11,92%), les Fabaceae-Mimosoideae (8,25%) et les Combretaceae (3,66%), sont les familles les plus dominantes dans la sous-préfecture de Pala (Tchad). Ce qui corrobore les travaux de Mbayngone et Thiombiano (2011) qui concluent que les enquêtes ethnobotaniques pourraient être efficacement utilisées pour une rapide évaluation de la flore et de la végétation d'une localité donnée.

3.1.4 Modes de préparations des médicaments et posologie

Deux types de recettes ont été notés : les recettes monospécifiques et les recettes polyspécifiques. Les associations des plantes permettent de compléter et de renforcer l'efficacité du médicament (Bebbe, 2006). L'analyse de variance montre une différence très significative ($0,0035 < 0,01$) entre les modes de préparation des médicaments. Globalement trois modes ont été enregistrés : la décoction (62%), la macération (23,66%) et l'infusion (14,34%). Au niveau des ethnies, cette différence n'est pas significative ($1,0000 > 0,05$). Les échanges culturels entre ces ethnies peuvent être l'un des facteurs ayant favorisé la vulgarisation des différents modes de préparation dans la localité. En effet, le brassage des modes de vie des populations entraîne parfois des convergences dans le savoir-faire et le savoir-vivre (Mapongmetsem, 2007). Les quatre ethnies utilisent toutes les parties de la plante pour la fabrication des médicaments à l'exception des Arabes qui n'utilisent pas les graines et les tiges. Globalement 115 recettes ont été enregistrées (tableau I). Ces recettes varient avec les groupes ethniques.

La grande sollicitation des feuilles dans la médecine traditionnelle, trouve sa raison dans leurs richesses en substances actives. Beunon (2011) rapporte que les feuilles sont les parties de la plante les plus utilisées par les praticiens de Pala. Ceci peut s'expliquer par le fait que la photosynthèse ou la fabrication de toutes les substances actives se déroule au niveau des feuilles (Pousset, 1992).

Les écorces sont également employées après les feuilles dans l'exercice des soins traditionnelles dans le Logone occidental. Beunon (2011) signale également que les écorces occupent une place de choix dans la pharmacopée dans la sous-préfecture de Pala. La raison se trouve dans la richesse de cet organe en substances chimiques puisque l'écorce est la voie de communication entre les racines et les feuilles (Pamplona, 1999).

Après les feuilles et les écorces, les racines occupent aussi une place importante dans la médecine traditionnelle. Les racines sont importantes dans la pharmacopée dans la zone d'étude de Pala (Beunon, 2011). La position souterraine des racines favoriserait la conservation des substances actives très labiles à la lumière (Pamplona, 1999).

3.2 Caractérisation Phytochimique des extraits

Les principaux polyphénols (les tanins, les saponosides, les flavonoïdes et les alcaloïdes) qui ont fait l'objet de la caractérisation chimique chez les plantes retenues, sont choisis sur la base des molécules chimiques qui entrent dans les médicaments conventionnels utilisés dans le traitement des maladies cardio-vasculaires. Les polyphénols sont des métabolites secondaires synthétisés par l'ensemble des végétaux au niveau des vacuoles et participent aux réactions de défense face à différents stress biotiques ou abiotiques et contribuent à la qualité organoleptique des aliments issus des végétaux (Loïc, 2011).

Sur le plan qualitatif, toutes les plantes évaluées renferment des tanins, des flavonoïdes, des alcaloïdes et des saponosides. Seuls les flavonoïdes sont peu abondants. Ce résultat est similaire à celui de Mariam (2006), qui rapporte que les saponosides, les tanins notamment les tanins catéchiques, les stérols, terpènes, alcaloïdes, les flavonoïdes, ont été présents dans toutes les plantes utilisées dans le traitement traditionnel de la dysménorrhée au Mali. C'est ainsi que Diarra (2006) signale qu'en plus des substances propres à l'organisme, les médicaments, l'alimentation et les plantes peuvent être également des sources d'antioxydants. Les tanins sont reconnus pour leur pouvoir de fixation aux protéines avec tendances à l'imperméabilité des couches sous-jacentes (Sambo, 2006). D'après Iserin (2001), les tanins sont des composants polyphénoliques qui contractent les tissus en liant les protéines et en les précipitant, permettant de stopper les hémorragies et de lutter contre les infections. De ce fait, les tanins contenus dans nos échantillons pourraient prévenir et guérir les infections qui sont susceptibles de survenir chez le diabétique, justifiant l'utilisation traditionnelle de *Sclerocarya birrea*, *Cassia sieberiana*, *Momordica charantia* et *Phyllanthus amarus* dans le traitement du diabète. De nombreuses plantes médicinales sont traditionnellement utilisées dans le traitement du diabète et les polyphénols contenus dans certaines de ces plantes seraient à l'origine de leurs effets thérapeutiques (Scalbert, Manach et Monrad, 2005). La présence des Tanins, Flavonoïdes, Alcaloïdes et des Saponosides dans la poudre de l'écorce de *Sclerocarya birrea* corrobore les résultats de Haidara (1999) et Dao (1998). Ces auteurs rapportent que les essais préliminaires de la poudre de feuilles de *Sclerocarya birrea* sont riches en tanins, Saponosides, flavonoïdes, stérols et terpènes. Le pourcentage de flavonoïdes dans la poudre de feuilles de *Sclerocarya birrea* varie de 2,3 à 2,51% (Dao, 1998).

C'est ainsi que Laurens (1976) et Paris et Nothis (1970) soulignent que le pouvoir hypoglycémiant attribué à cette plante est dû aux 6 hétérosides dérivant du quercétol et du kaempférol majoritaire dans l'extrait d'acétate d'éthyle. Mathisen *et al.* (2002) et Maïga *et al.* (2005) ont signalé dans les feuilles de *Cassia sieberiana* l'abondance des dérivés flavonoïdes qui sont des *O*-flavonolosides parmi lesquels se trouvent d'importantes quantités de quercitrine et d'isoquercitrine. La richesse en flavonoïdes de tous nos échantillons s'explique par la présence des activités antioxydantes, plus précisément la propriété de diminuer la perméabilité capillaires et de renforcer leur résistance (Bruneton, 1993). Cette propriété pourrait aider à prévenir les complications du diabète telles que l'artériosclérose.

La richesse des plantes étudiées en saponosides pourraient aider à prévenir les complications dégénératives (cécité, neuropathie des jambes) chez le diabétique (Adiza, 2007). Les saponosides sont connus pour leurs efficacités dans le traitement de nombreuses maladies. C'est ainsi que, Sereme *et al.* (2008) rapportent que dans les plantes, les saponosides sont des tensioactifs qui réguleraient l'hypertension artérielle.

La présence des tanins, flavonoïdes, alcaloïdes et des saponosides dans les feuilles de *Phyllanthus amarus* à été également révélée par NøGuessan et al. (2009) qui rapportent que ces feuilles renferment en outre des stérols, polyterpènes, polyphénols et des tanins catéchiques. Løffet hypotenseur de *Phyllanthus amarus* est dû aux alcaloïdes et aux tanins se trouvant dans les feuilles (Bruneton, 1999). Løauteur souligne que løaction des flavonoïdes sur les parois des vaisseaux sanguins aide à prévenir les troubles circulatoires ; cøest pourquoi, løon emploie, traditionnellement, les feuilles de la plante pour le traitement de løhypertension artérielle. Løutilisation de la plante dans la médecine traditionnelle au Tchad se trouvent ainsi justifier.

Les espèces végétales qui poussent dans les différents écosystèmes renferment des principes actifs qui agissent directement sur løorganisme (Oksom, 2010). Diverses études épidémiologiques ont montré løexistence døune corrélation entre la consommation de polyphénols ou døaliments riches en polyphénols et le traitement des maladies cardio-vasculaires (Peters et Poole, 2001 ; Mukamal, Maclure et Muller, 2002; Castelnovo, Rotondo et Iacoviolo, 2002 ; Klatsky, Friedman et Armstrong, 2003 ; Koumte, 2009).

Tableau 1: Liste des espèces par groupe ethnique, parties utilisées, maladies soignées et posologie

Noms Scientifiques	Familles	Noms en Ngambaye	Noms en Laga	Noms en Kaba	Noms en Arabes	Parties utilisées	Maladies soignées	Posologie
<i>Adansonia digitata L.</i>	Malvaceae					Fe., ou Ec.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Azelia africana Smith.</i>	Fabaceae Caesalpinoidés	Talla	Talla	Talla		Ec.	HTA	Macération, voie orale, 1 verre 2 fois/jr pendant 3 jours.
<i>Allium cepa</i>	Liliaceae	Bassal	Bassal	Bassal	Bassal	Gss.	Diabète	Jus, voie orale, petit verre trois Fois/jr pendant une semaine.
<i>Allium sativum</i>	Liliaceae	Toum	Toum	Toum	Toum	Gss.	Diabète	Jus, voie orale, petit verre trois Fois/jr pendant une semaine
<i>Amblygonocarpus andonsensis</i>	Fabaceae Mimosoidés	Menné	Menné	Menné		Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Anacardium occidentale</i>	Anacardiaceae					Fe., ou Ec.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant trois jours.
<i>Annona senegalensis Pers.</i>	Annonaceae	Mbore	Mboro	Mboro		Rac.	HTA	Décoction, voie orale, un verre Une fois/jr pendant 3 jours.
<i>Apadamera feretia</i>	Rubiaceae	Ngoré	Ngoré	Ngoré		Rac.	HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant deux jours.
<i>Azadirachta indica A. Juss.</i>	Meliaceae					Gr.	Diabète	Macération, voie orale, petit Verre 1 fois/jr pendant 3jours.
<i>Balanites aegyptiaca (L.) Del.</i>	Balanitaceae	Djang	Djang	Djang	Idjilic	Fr.	Diabète et HTA	Macération, voie orale, tous les Jours jusqu'à 2 semaines.
<i>Bauhinia rufescens Lam.</i>	Fabaceae Caesalpinoidés				Koukoul	Fe.	Diabète	Décoction, voie orale tous les Jours pendant une semaine.
<i>Bridelia scleroneura Mil. Arg.</i>	Euphorbiaceae	Chie bian	Chie bian	Chie bian		Rac.	Diabète	Décoction, voie orale, tous les Jours pendant trois jours.
<i>Burkea africana Hook. f.</i>	Fabaceae Caesalpinoidés	Waroun				Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Calotropis procera (Ait.) Ait. f.</i>	Asclepiadaceae	Kamnda	Kamnda	Kamnda	Achoro	Fr.	Diabète	Bain, 2 fois/jr pendant 3 jours.
<i>Carica papaya L.</i>	Caricaceae					Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, toute une journée pendant 2 jours.
<i>Cassia sieberiana DC.</i>	Fabaceae papilionoidés	Allala	Allala	Allala		Rac., ou Ec.	Diabète	Décoction, voie orale petit Verre trois fois/jr pendant une Semaine.
<i>Catharantus roseus</i>	Fabaceae Caesalpinoidés					Fe.	HTA	Décoction, voie orale, 2 fois/jr Pendant 3 jours.

Tableau I: liste des espèces par groupe ethnique, parties utilisées, maladies soignées et posologie (Suite)

<i>Combretum glutinosum</i>	Combretaceae	Romain	Romain	Romain		Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Combretum micranthum</i>	Combretaceae					Fr.	Diabète	Décoction, voie orale, 3 fois/jr
<i>Combretum nigricans</i> Lepr. ex Guill.	Combretaceae	Ndeïbinan	Ndeïbinan	Ndeïbinan		Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Daniellia oliveri</i> (Rolfe) Hutch. et Dalz.	Fabaceae Caesalpinoidés	Bida	Bida	Bida		Ec.	Diabète	Décoction, voie orale 2 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Detarium microcarpum</i> Guill. et Perr.	Fabaceae Caesalpinoidés	Coudou	Coudou	Coudou		Ec., ou Rac.	HTA	Macération, voie orale 1 verre Une fois/jr, une seule fois
<i>Entada africana</i> Guill. et Perr.	Fabaceae Mimosoidés	Ndangkeur				Ec.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 4 à 5 fois/jr pendant 2 jours.
<i>Euphorbia hirta</i>	Euphorbiaceae	Kam-bâ	Singa le deur	Singa le deur		Pl. entière	HTA	Décoction, voie orale 1 verre trois fois/jr Une seule fois.
<i>Ficus polita</i> Vahl.	Moraceae	Goro-kousseri	Goro-kousseri	Goro-kousseri	Goro-kousseri	Fe.	HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant 3 jours.
<i>Ficus spp</i>	Moraceae	Toungou				Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, tous les Jours pendant 3 jours.
<i>Grewia cissoides</i> Hutch.	Tiliaceae	Ngaïguina	Ngaïguina	Ngaïguina		Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Grewia mollis</i>	Tiliaceae	Guemme	Guemme	Guemme		Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Guiera senegalensis</i> J.F. Gmel.	Combretaceae	Kamnda	Kamnda	Kamnda		Rac.	Diabète	Décoction, voie orale, 1 verre 2 fois/jr pendant trois mois.
<i>Hexalobus monopetalus</i> (A. Rich.)	Annonaceae	Naam	Naam	Naam		Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Hygrofila auriculata</i>	Acanthaceae	Kagkouné	Kagkouné	Kagkouné		Gr.	Diabète	Décoction, voie orale, tous les Jours pendant une semaine.
<i>Hymenocardia acida</i>	Euphorbiaceae	Kaïra	Kaïra	Kaïra		Fe.	Diabète	Décoction, voie orale, 3 fois/jr 1s.
<i>Indigofera garckeana</i>	Fabaceae	Tarbourou	Tarbourou	Tarbourou		Rac.	Diabète	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Ipomea patatas</i>	Convolvulaceae	Bangaou	Bangaou	Bangaou	Bangaou	Fe.	Diabète	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Leptadenia hastata</i> (Pers.) Decne.	Asclepiadaceae	Ndoussa	Ndoussa	Roussa		Fe.	Diabète	Macération, voie orale, 1 verre 3 fois/jr pendant une semaine
<i>Momordica charantia</i>	Cucurbitaceae	Koundjad-dondogo	Koundjad-dondogo	Koundjad-dondogo		Fe., ou Gr.	Diabète et HTA	Macération, voie orale, 1 verre trois fois/jr pendant 1semaine.

Tableau I : Liste des espèces par groupe ethnique, parties utilisées, maladies soignées et posologie (fin)

<i>Moringa oleifera</i> Lam.	Moringaceae	Yalem	Kagbogo	Kagbogo		Rac., ou Gr.	Diabète et HTA	Avaler 12 graines réparties en 6 jours.
<i>Mangifera indica</i> L.	Anacardiaceae	Mango	Mango	Mango	Mango	Jeun. Fe.	HTA	Décoction, voie orale, 1 verre Trois fois/jr une seule fois.
<i>Oxytenanthera abyssinica</i> A. Rich.	Poaceae	Lalle	Lalle	Lalle		Fe.	HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant deux jours.
<i>Parinari curatellifolia</i>	Chrysobalanaceae	Kouman				Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Persea americana</i>	Lauraceae					Fe.	HTA	Décoction, voie orale, 3 verres Par jour pendant 3 jours.
<i>Phoenix dactylifera</i> L.	Arecaceae	Gaïra	Gaïra	Gaïra	Dôme	Fr.	HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant trois jours.
<i>Phyllanthus amarus</i>	Euphorbiaceae					Fe.	Diabète	Décoction, voie orale tous les Jours pendant une semaine.
<i>Piliostigma reticulatum</i> (DC.) Hochst.	Fabaceae Caesalpinoidés	Mongue	Mongue	Mongue		Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, toute la Journée pendant 3 jours.
<i>Pithecolobium dulce</i> (Roxb.) Benth.	Fabaceae Mimosoidés				Garade	Ec.	HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant deux jours.
<i>Prosopis africana</i> Guill.	Fabaceae Mimosoidés	Samme	Samme	Samme		Ec.	HTA	Décoction, voie orale 2 fois/jr
<i>Stercospermum kunthianum</i> Cham.	Bignoniaceae	Gouroubar	Gouroubar	Gouroubar		Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale tous les Jours pendant 3 jours.
<i>Sorghum sp</i>	Poaceae	Teigne	Teigne	Teigne	Doukouné	Gr.	HTA	Macération, voie orale, toute Une journée.
<i>Securinega biroa</i>	Euphorbiaceae	Kassi	Kassi	Kassi		Rac.	Diabète	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Swartzia madagascariensis</i> Desv.	Fabaceae Caesalpinoidés	Sominda				Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 3 fois/jr Pendant une semaine.
<i>Sclerocarya birrea</i> (A. Rich.) Hochst.	Anacardiaceae	Lobe	Lobe	Lobe		Fe., ou Ec.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 2 fois/jr Pendant une journée
<i>Senna alata</i> (L.) Roxb.	Fabaceae Caesalpinoidés					Fe.	HTA	Décoction, voie orale, 2 fois/jr Pendant deux jours.
<i>Tamarindus indica</i> L.	Fabaceae Caesalpinoidés	Masse	Masse	Masse	Ardep	Fe.	HTA	Décoction, voie orale, toute Une journée.
<i>Tephrosia bractelota</i>	Fabaceae papilionoidés	Pallé	Pèllè	Pèllè		Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale, 1 verre 3 fois/jr pendant 3 jours.
<i>Terminalia avicennioides</i> Guill. et Perr.	Combretaceae	Rô	Rô	Rô		Fe.	Diabète et HTA	Décoction, voie orale 1 verre Trois/jr pendant trois jours.
<i>Zea mays</i>	Poaceae	Massar	Massar	Massar	Massar	Brb.	Diabète	Décoction, voie orale, 1 verre 3 fois /jr pendant une semaine

Fe. : Feuilles ; Ec. : Ecorces ; Rac. : Racines ; Gr. : Graines ; Pl. entière : Plante entière ; Gss. : Gousse ; Brb. : Barbes

Conclusion

Ce travail a permis de montrer que le savoir empirique est concentré entre les mains des personnes âgées dans le Logone occidental (Moundou) ; ce qui traduit le poids traditionnel qui règne au sein des populations de la ville de Moundou. Ces populations ont de bonnes connaissances sur le diabète et l'hypertension artérielle qu'elles traitent par diverses plantes spontanées. Les principaux modes de préparation de médicaments sont la décoction (62%), la macération (23,66%) et les infusions (14,34%) des différents organes que sont les feuilles, les écorces des tiges et racines, les fruits, les fleurs et les graines.

Des analyses phytochimiques des six plantes utilisées dans le traitement de ces deux maladies cardio-vasculaires ont révélé la présence abondante des tanins, des flavonoïdes, des alcaloïdes et des saponosides dans leurs différents organes. Or, ces polyphénols sont les principales molécules chimiques que renferment les médicaments conventionnels utilisés dans le traitement des maladies cardio-vasculaires. Donc, l'utilisation de ces plantes dans la médecine traditionnelle au Tchad se trouvent ainsi justifier.

Ces résultats constituent une base de données importante sur la médecine traditionnelle qu'il faille étendre sur toute la région afin de constituer une liste complète des plantes médicinales de la localité. Aussi, il serait intéressant d'approfondir la caractérisation phytochimique afin d'isoler les composés purs de ces plantes en vue de mettre sur pied des médicaments traditionnels améliorés.

Bibliographie

1. **Adiza , A.2007.** Etude d'une recette traditionnelle, des écorces de tronc de *Sclerocarya birrea* Hosch et de *Uapaca togoensis* Pax utilisées dans le traitement du diabète. Mém. Doctorat Pharmacie, Université Bamako, Mali, 141p.
2. **Afriquinfos, 2012.** Les diabétiques plaident pour une lutte efficace contre le diabète au Tchad, Actualité africaine à la minute, 1p.
3. **Anonyme, 1998.** La population du Logone occidentale en 1993. 89p.
4. **Anonyme, 2009.** Deuxième recensement général de la population et de l'habitat, 52p.
5. **Arbonnier M., 2009.** Arbres, arbustes et lianes des zones sèches d'Afrique de l'Ouest, MNHN 3^e édition, 1-573.
6. **Awono A., Manirakiza D. et Ingram V. 2009.** Mobilisation et renforcement des capacités des petites et moyennes entreprises impliquées dans la filière des produits forestiers non ligneux en Afrique Centrale. CIFOR: Cameroun. <http://camerounforêt.com/fr/bibliotheque/10666>
7. **Beunon T., 2011.** Inventaire des plantes médicinales dans quelques écosystèmes de la Sous-
8. Préfecture de Pala au TCHAD, Mémoire de Master, Université de Dschang, 111p.
9. **Bruneton, J., 1999.** Pharmacognosie, phytochimie, plantes médicinales. Editions TEC & DOC, n° 3, 783- 785.
10. **Bruneton J., 1993.** Pharmacologie, phytochimie, plantes médicinales. Deuxième Ed. Technique et documentation, Lavoisier, Paris.p 915.
11. **Castelnuovo D.A., Rotondo S. et Iacoviello L., 2002.** *Meta-analysis of wine and beer consumption in relation to vascular risk*, Circulation, 105: 2836-2844.
12. **Dao, A. 1998.** Etudes botaniques et phytochimiques de *Sclerocarya birrea* (A. Rich). Hochst (Anacardiaceae). Thèse de pharmacie, 1-156.
13. **Diarra M. D., 2006.** Etude de la phytochimie et des activités biologiques d'une recette traditionnelle utilisée dans le traitement de l'hypertrophie bénigne de la prostate au Mali, Thèse en pharmacie,1-148.

14. **Division du système d'information sanitaire (DISS) /Ministère de la santé publique du Tchad, 2009.** Annuaire des statistiques sanitaire du Tchad, Tome A, 23^e édition année. 212 P.
16. **Haidara T., 1999.** Etude botanique, phytochimique et pharmacologique de trois plantes utilisées dans le traitement du diabète *Bridelia ferruginea* Benth, *Sclerocarya birrea* Hochst, *Terminalia macroptera* Guill et Perr. Thèse de Pharmacie. 83p.
17. **Houghton D. J. P. et Raman A. 1998,** Laboratory handbook for the fractionation of natural extracts, *EuroJournals Publishing*, 71 (6): 5-102.
18. **Iserin P. 2001.** Encyclopedie des plantes médicinales. LAROUSSE/VUEF, Paris, 400p.
19. **Jiofack J., Fokunang C., Guedje N., Kemenze V., Fongzossie E., Nkongmeneck B.A.,**
20. **Mapongmetsem P.M. et Tsanbang N., 2010.** Ethnobotanical use of medicinal plants of two ethnoecological regions of Cameroon, *International Journal of Medecine and Medical Sciences* 2(3): 60-79.
21. **Klatsky A. L., Friedman G.D., Armstrong M.A., 2003.** Wine, liquor, beer, and mortality. *Am J Epidemiol* 1(58): 585-595.
22. **Koumte D., 2009.** Enquête ethnobotanique de six plantes médicinales maliennes - extraction, identification d'alkaloïdes -caractérisation, quantification de polyphénols : étude de leur activité antioxydant. Thèse Université de Bamako/Université Paul Verlaine de METZ-UPV- M (France), 1-151.
23. **Laurens A. 1976.** Anacardiacees africaines et malgaches: *Pourpatia birrea*, *Pourpatia caffraet Anacardium occidentale* (Etude particulière des polyphénols des feuilles). Thèse de doct. Pharm., Paris.1-118.
24. **Loïc L., 2011.** Effet protecteur des polyphénols de la verveine odorante dans un modèle d'inflammation colique chez le rat. Thèse de Doctorat, Université d'Auvergne, 81p.
25. **Maïga A., Diallo D., Fané S., Sanogo R., Paulsen B.S. et Cissé B. (2005).** A survey of toxic plants on the market in the district of Bamako, Mali: traditional knowledge compared with a literature search of modern pharmacology and toxicology. *Journal of Ethnopharmacology* 96, 183-193.
26. **Mapongmetsem P. M., 2005.** Représentation et gestion paysannes des jardins de case agroforestiers dans la zone périurbaine de Ngaoundéré (Adamaoua, Cameroun). *Cameroon Journal of Ethnobotany*, 1 (1) : 92-102.
27. **Mapongmetsem P. M., 2007.** Plantes et jardins médicinaux de la zone soudano-sahélienne du Cameroun. Rapport de recherche. Min. santé/UNESCO/CEN. Ngaoundéré, Cameroun, 30p.
28. **Mariam C. T., 2006.** Thèse de Pharmacie : étude de la phytochimie et des activités biologiques de quelques plantes utilisées dans le traitement traditionnel de la dysménorrhée au Mali, 1-175.
29. **Mark F. H. G. et Eschbon, 1998.** *Analyse Régionale Sommaire du Mayo Kebbi/Tchad.* Deutschen Gessellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ). 151p
30. **Mathisen E., Diallo D., Øyvind M.A. et Malterud K.E., 2002.** Antioxidants from the bark of *Burkea africana*, an African medicinal plant. *Phytotherapy research*, 16, 148-153.
31. **Mbayngone E. & Thiombiano A., 2011.** Dégradation des aires protégées par l'exploitation des ressources végétales : cas de la réserve partielle de faune de Pama, Burkina Faso (Afrique de l'Ouest). *Fruits*, vol.66(3) : 187-201.
32. **Mouanodji M., 1996.** Aspect épidémiologique, clinique et évolutif de l'hypertension artérielle en milieu hospitalier à N'Djaména à propos de 118 cas, *Médecine d'Afrique Noire*, 43, 580 p.
33. **Mukamal, K.J., Maclure M. et Muller J.E., 2002.** Tea consumption and mortality after acute myocardial infarction. *Circulation* 105: 2476-2481.
34. **Muthu, C., Ayyanar, M., Raja, N., et Ignacimuthu, S., 2006.** Medicinal plants used by traditional healers in Kancheepuram District of Tamil Nadu, India. *Journal of Ethnobiology and Ethnomedicine*, 43: 2-43.

35. **NGuessan H. A., Dago D.C. E., Mamyrbékova-B.J.A. et Békro Y-A., 2011.** CCM Dœxtraits Selectifs de 10 plantes utilisées dans le traitement traditionnel de lœhypertension artérielle en Côte dœIvoire, *European Journal of ScientificResearch*, 66(4) : 575-585.
36. **NGuessan K., Beugré K., Guédé N. Z., Dossahoua T., et Laurent A., 2009.** Screening phytochimique de quelques plantes médicinales ivoiriennes utilisées en pays Krobou (Agboville, Côte-dœIvoire), *Sciences & Nature*, 6(1) : 1 ó 15.
37. **Oksom S. J. B., 2010.** Elément de pharmacologie générale et phytomédicament, Doctorat dœétat en Pharmacie, pp 1-68.
38. **Organisation mondiale de la santé, 2003.** Prévention des maladies cardiovasculaires. Guide de poche pour lœévolution et la prise en charge du risque cardiovasculaire 2p.
39. **Organisation mondiale de la santé, 2006a.** Gouvernance santé et population. Stratégie OMS de coopération avec les pays en développement 5p.
40. **Organisation mondiale de la santé, 2006b.** Les maladies chroniques et leurs facteurs de risque communs 2p.
41. **Organisation mondiale de la santé, 2007.** Prévention des maladies cardiovasculaires. Guide de poche pour lœévolution et la prise en charge du risque cardiovasculaire 1p.
42. **Organisation mondiale de la santé, 2011.** Aide-mémoire. Centre des médias de lœOMS/Tchad. 2011.mediaquiries@who.int
43. **Pamplona G.R., 1999.** Guide des plantes médicinales. Encyclopédie, Volume 1. Vie et santé, France, 407p.
44. **Paris R.R. et Nothis A., 1970.** Plantes à dérivées phénoliques. Plantes médicinales et Phytothérapie, vol.4 n°1, 63-74.
45. **Peters U.C. et Poole L., 2001.** *Does tea affect cardiovascular disease* Ametaanalysis. *Am J Epidemiol* 154: 495-503.
46. **Pousset J. L., 1992.** Plantes médicinales africaines. Possibilités de développement. Ade Copération culturelle et technique. Tome II Ellipse. CORPYRIGHT 1992. Edition Marketin, 32, 159p.
47. **Proteus, 2000.** Médecine alternative et plantes. Communiqué de presse organisation mondiale de santé. <http://www.reseauproteus.net/therapie/pharmach/-34k>
48. **Raounguedam J., 2007.** Exploitation et utilisation des plantes médicinales dans le Mayo-Kebbi Ouest (Tchad), Mémoire de Maîtrise, Université de Ngaoundéré, 77p.
49. **Sakine M.N.A., Mahmoud Y., Gbenou J., Agbodjogbe W. et Moudachirou M., 2012.** Inventaire ethnobotanique des plantes du Tchad utilisées contre le diabète : effet antihyperglycémiant des extraits de *Boscia senegalensis* (Pers.) Lam. ex Poiret et de *Colocynthis vulgaris* (Schrad.), Laboratoire de Recherche sur les Substances Naturelles, Faculté des Sciences Exactes et Appliquées, Université de Nœdjamena-Tchad, 6p.
50. **Sambo M.H., 2006.** Thèse de pharmacie : Etude du traitement traditionnel du diabète par une recette et les écorces de tronc de *Manilkaramultinervis*Dub (Sapotaceae). 41p.
51. **Scalbert A., ManachC. et MorandC., 2005.** *Dietary polyphenols and the prevention of diseases.* *Crit Rev Food Sci Nutr* 45: 287-306.
52. **Sereme A., Millogo-Rasolodimby J., Guinko S. et Nacro M., 2008.** Propriétés thérapeutiques des plantes a tanins du Burkina Faso, *Pharmacopée et Médecine traditionnelle Africaines* n° 15, 41-4.
53. **Tearfund B., Isabel C. et Bridgnarth S., 2001.** Bulletin dœinformations trimestriel pour lier les agents de développement du monde entier : Pas à Pas, les médecines traditionnelles. 48p.
54. **Ueli Z., Lic Phil. et Matthias Bopp., 2008.** *Chiffres et données sur les maladies cardiovasculaires en Suisse.* Fondation Suisse de cardiologie pp1-47.
55. **White F., 1986.** La végétation de lœAfrique : mémoire accompagnant la carte de végétation de
56. lœAfrique. Paris, ORSTOM, 1986, 384 p.

Optimisation de la fabrication par la mesure des efforts et de la géométrie de pièce

Abdelhakim Boukar¹, Adoum Waibaye²

(1) Département Génie Mécanique, Institut National Supérieur des Sciences et Techniques d'Abéché - Tchad

(2) Ecole Nationale des Travaux Pratiques, N'Djamena - Tchad

Résumé

Dans les méthodes de pilotage des machines-outils par commande numérique (MOCN) présentées dans la littérature, aucune n'utilise à la fois la géométrie de la et les paramètres de coupe pour régler la machine. Dans les méthodes de pilotage des machines que nous avons précédemment présentées, on utilise toujours une matrice d'incidence construite à partir de relations linéaires entre une collection d'écart géométriques et une collection de correcteurs disponibles en CN. Cette matrice permet de trouver le réglage à faire sur les outils qui garantit la qualité géométrique des pièces produites. Désormais, de plus en plus les machines-outils sont surveillées par des capteurs (vibration, température, effort...), et il est donc intéressant de regarder comment on peut connecter cette nouvelle collection de paramètres à une autre nouvelle collection de corrections possibles qui seraient les avances, les vitesses, les profondeurs,... Dans cet article, nous présentons des nouvelles avancées dans le domaine de pilotage en prenant en compte les relations entre des nouvelles collections de paramètres qui sont, l'effort, le couple et l'avance. Il est possible de déterminer à partir d'un dispositif expérimental les relations linéaires qui existent entre ces nouvelles collections de paramètres pour appliquer une matrice d'incidence plus globale. Si l'on connaît les mesures des paramètres obtenues grâce au dispositif expérimental et les mesures de la géométrie de la pièce, il est alors possible de trouver un réglage plus global qui optimise l'ensemble du procédé sur l'ensemble des paramètres et d'obtenir la meilleure qualité possible quelle que soit la complexité de la pièce.

Mots clés: Usinage, optimisation de la fabrication, pilotage inertiel, réglage de machine, paramètres de coupe.

Introduction

En raison des origines des incertitudes de fabrication très complexes et très variées liées au système pièce/outils/machine, plusieurs chercheurs ont travaillé pour essayer de différente façon de maintenir la qualité des processus. Certains auteurs tels que Sergent et al. [1], Tichadou et al. [2] ont tenté de résoudre le problème de défauts d'usinage, en modélisant les défauts d'usinage par des torseurs des petits déplacements présentés en [3]. D'autres tels que Girardin [4] a cherché en revanche à modéliser le comportement dynamique du système usinant dans le cas du fraisage, et a utilisé une analyse fréquentielle de l'effort de coupe pour surveiller le processus d'usinage. Des travaux similaires en surveillance d'usinage par le suivi d'usure d'outil de coupe ont été réalisés par Huseyin et al. [5], et du suivi d'usure d'outil par les émissions acoustiques réalisés par Marinescu et al. [6], et même des travaux sur le suivi d'usure d'outil par la puissance électrique réalisés par Faleh et al. [7].

Bien d'autres problèmes relatifs au système pièce/outil/machine persistent, à l'exemple de réglage de processus de fabrication. À ce sujet, plusieurs auteurs ont publié des approches permettant de piloter efficacement le processus. Etant donné que le réglage initial des outils est très approximatif, Kibe [8] a proposé de régler la position initiale des outils à l'aide d'une mesure in-situ.

Les auteurs Bourdet [9] et Anselmetti et al. [10] ont montré que si l'on peut agir sur les correcteurs de la machine pour diminuer l'écart entre la pièce théorique et la pièce usinée, l'on peut le diminuer également en agissant sur les cotes optimales choisies de façon intelligente. Les auteurs Goldschmidt [11], Pairel et al. [12] ont mis en place la méthodologie Copilot-Pro[®] qui permet de régler tous les outils de coupe, y compris les outils d'ébauche. Leur méthode permet de déterminer la gamme de réglage ou de surveillance dans une étape de fabrication pour déterminer les cotes de fabrication à mesurer pour régler un maximum d'outils par étape. Il y a dans la littérature des méthodes pour déterminer les cotes de fabrication nécessaires au bon réglage de la machine, mais les méthodes proposées par [11] et [12] diffèrent par le fait que ces cotes sont déterminées en tenant compte des contraintes liées au processus de fabrication. Les auteurs Goldschmidt et al. [13], et Boukar et al. [14] conscients de l'intérêt qu'offre le tolérancement géométrique pour assurer la conformité des produits, ont exploité ce tolérancement pour le réglage des machines. Pillet et al. [15] a proposé une approche de réglage multivariée utilisant à la fois T² de Hotelling et une matrice d'incidence entre les correcteurs d'outils et les points palpés sur la pièce. Cependant sa méthode est limitée uniquement à l'utilisation de l'information en colonne de la matrice d'incidence. Pairel et al. [16] a également présenté une approche de réglage multivariée en utilisant un programme linéaire. Il a montré qu'on peut optimiser le réglage en optimisant un paramètre de distance introduit dans le programme. Des travaux sur l'approche de réglage matricielle des machines ont été conduits notamment par Boukar et al [17] [18] [19] et Pillet [20] dans le cadre du tolérancement inertiel [21].

Dans cet article, nous proposons une extension de la méthode de pilotage inertiel que nous avons précédemment proposé en allant au-delà des paramètres géométriques de la pièce pour piloter la machine. On introduit dans l'approche en plus du pilotage des paramètres géométriques, le pilotage de l'effort de coupe et du couple mesurés à partir d'un montage expérimental.

I- Entree / sortie système

La qualité de l'usinage dépend de la bonne configuration de réglage entre les paramètres d'entrée et de sortie, c'est-à-dire entre les paramètres dynamiques (effort, couple, $\dot{\gamma}$) et les paramètres de coupe (profondeur de passe, avance, vitesse de coupe, $\dot{\gamma}$) d'une part, et entre les paramètres d'ajustement de la commande numérique et les paramètres de géométrie de la pièce d'autre part. La figure 1 montre une vue systémique du système de production. Dans ce système, on mesure en sortie un *décentrage* δ entre la cible et la valeur mesurée + une *variabilité* σ . Le but du pilotage est d'éliminer sinon réduire le plus possible le décentrage et de maîtriser la variabilité.

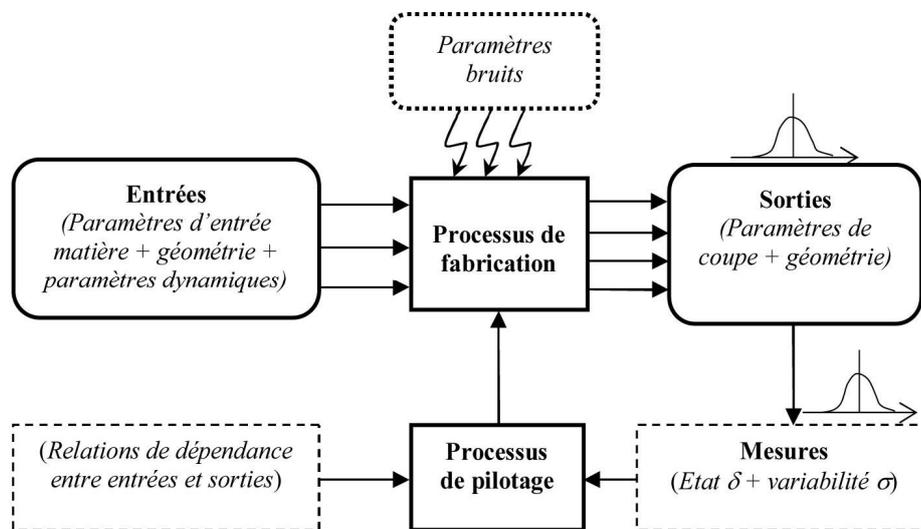
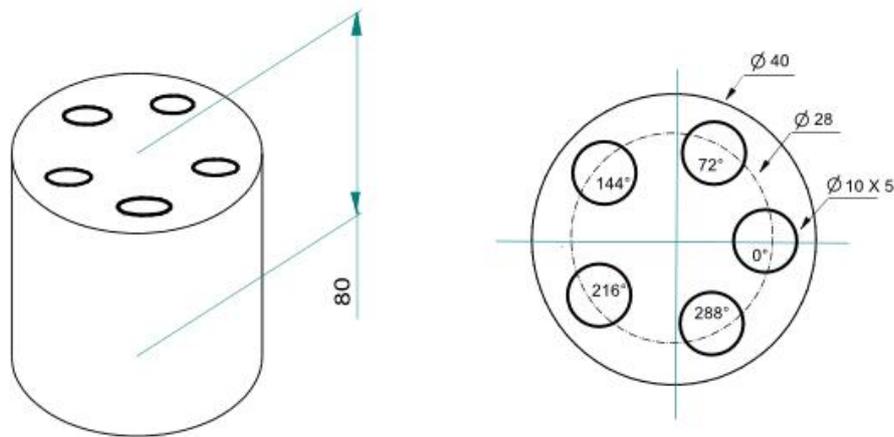


Figure 1 : Vue systémique d'un système de production

Pour présenter ce travail, on se base sur le cas de perçage d'une pièce choisie volontairement simple pour présenter l'approche. On réalise cinq (5) trous de diamètre 10 mm de façon équidistante le long d'un cercle circonscrit dans la pièce (Fig. 2). Les perçages ont été réalisés sur des rondins d'acier XC48 de 40 mm de diamètre. La profondeur h du perçage est de $h = 12$ mm. La figure 2 montre la géométrie de perçage.



Tolérances générales ISO 2768 m-k

Figure 2 : Dessin de définition de la pièce

II- Méthodes de pilotage

A- Pilotage par la géométrie de la pièce

Les surfaces de perçage sont générées par le même foret. Ce foret peut être réglé en agissant sur son correcteur de position axiale T_z (suivant l'axe Z) qui permet de régler la position de la hauteur h du trou. Son correcteur de rayon (R) n'est pas corrigé. Si le foret est usé, il est soit affuté, soit remplacé. De même, le décalage angulaire n'est pas corrigé, c'est un paramètre modifiable dans le programme. Toute fois, des variables de déplacement T_x (translation suivant l'axe X) et T_y (translation suivant l'axe Y) sont introduites dans le programme pour permettre de repositionner le repère d'usinage sur le repère pièce afin de recentrer les formes usinées sur leurs cibles (fig. 3). Ainsi, pour corriger l'usinage on agit donc sur T_x , T_y et T_z . L'écart entre les surfaces cibles et les surfaces usinées est mesuré en plusieurs points par des distances suivant la normale des points des surfaces. Ainsi, nous avons décidé arbitrairement de mesurer cinq points sur chaque trou (quatre sur le flanc qui permettent de positionner les formes sur le cercle et un sur le fond qui permet de corriger la hauteur du trou).

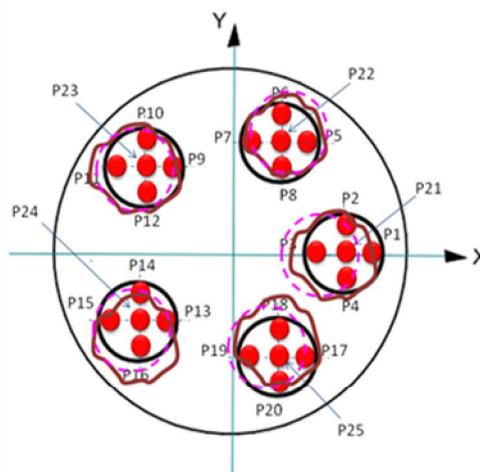


Figure 3 : Représentation des trous cibles et des trous usinés décalés

Le tableau 1 donne les coordonnées des points palpés et les composantes des normales locales exprimées dans le repère pièce ainsi que les écarts mesurés en ces points suivant les normales (colonne e_i^0).

Tableau 1 : Expression des points dans la référence pièce

Point	X	Y	Z	ai	bi	ci	e_i^0
P1	19	0	-4	-1	0	0	-0.1818
P2	14	5	-4	0	-1	0	-0.1807
P3	9	0	-4	1	0	0	0.1847
P4	14	-5	-4	0	1	0	0.2106
P5	9.33	13.32	-4	-1	0	0	-0.1933
P6	4.33	18.32	-4	0	-1	0	-0.1940
P7	0.67	13.32	-4	1	0	0	0.1950
P8	4.33	8.32	-4	0	1	0	0.1959
P9	-6.33	8.23	-4	-1	0	0	-0.1878
P10	-11.33	13.23	-4	0	-1	0	-0.1947
P11	-16.33	8.23	-4	1	0	0	0.1936
P12	-11.33	3.23	-4	0	1	0	0.1936
P13	-6.33	-8.23	-4	-1	0	0	-0.1868
P14	-11.33	-13.23	-4	0	-1	0	-0.1906
P15	-16.33	-8.23	-4	1	0	0	0.1859
P16	-11.33	-3.23	-4	0	1	0	0.1946
P17	-9.33	-13.32	-4	-1	0	0	-0.1860
P18	-4.33	-18.32	-4	0	-1	0	-0.1880
P19	-0.67	-13.32	-4	1	0	0	0.1859
P20	-4.33	-8.32	-4	0	1	0	0.1912
P21	14	0	-8	0	0	1	0.1802
P22	4.33	13.32	-8	0	0	1	0.1925
P23	-11.33	8.23	-8	0	0	1	0.2014
P24	-11.33	-8.23	-8	0	0	1	0.1931
P25	4.33	-13.32	-8	0	0	1	0.1879

Pour piloter l'usinage par le foret, on utilise l'approche de Pilotage Inertiel Total [17] qui permet d'établir et d'utiliser le lien direct entre les correcteurs et la position des surfaces usinées définies dans un repère lié à la machine. On utilise donc toute l'information brute sur les points sans passer par un paramétrage géométrique par cote qui nous fait perdre de la précision de réglage. Si on considère $[e_{n,1}^0]$ la matrice d'écarts initiaux mesurés sur les points et $[e_{n,1}^1]$ la matrice des prochains écarts sur ces points. Le but du réglage est de trouver le décalage à faire sur les points pour minimiser $[e_{n,1}^1]$. Ce qui se traduit par la relation de l'équation (1):

$$[e_{n,1}^1] = [e_{n,1}^0] + [d_{n,1}] \quad (1)$$

Avec : $[d_{n,1}]$: matrice de décalages sur les n points

Les décalages sur les points sont calculés par la méthode des petits déplacements proposée par Bourdet et Clément en [3] qui consiste à calculer la translation du point réel en fonction du déplacement $\{D(O), \Omega\}$ de la trajectoire de l'outil par rapport à la pièce (équation 2) :

$$d_i = D(P_i) \cdot \vec{n}_i \quad (2)$$

qui s'exprime par :

$$\overrightarrow{D(P_i)} \cdot \vec{n}_i = \left(\overrightarrow{D(O)} + \vec{\Omega} \wedge \overrightarrow{OP_i} \right) \cdot \vec{n}_i$$

$$\overrightarrow{D(O)} = \begin{pmatrix} Tx \\ Ty \\ Tz \end{pmatrix}; \quad \vec{\Omega} = \begin{pmatrix} Rx \\ Ry \\ Rz \end{pmatrix}; \quad \vec{n}_i = \begin{pmatrix} ai \\ bi \\ ci \end{pmatrix}$$

Où O est l'origine du repère de référence des trajectoires outils et des rotations R_x , R_y et R_z respectivement autour des axes X, Y et Z. Le développement de l'équation (2) donne l'équation (3) :

$$d_i = a_i T_x + b_i T_y + c_i T_z + L_i R_x + M_i R_y + N_i R_z \quad (3)$$

Avec :

a_i, b_i, c_i : cosinus directeurs de la normale n_i à la surface cible

L_i, M_i, N_i : composantes du vecteur

T_x, T_y, T_z : translation respectivement suivant X, Y et Z

R_x, R_y, R_z : rotations suivant X, Y et Z

Etant donné que pour la pièce, on corrige uniquement T_x, T_y et T_z , l'équation (3) est simplifiée et devient (4) :

$$d_i = a_i T_x + b_i T_y + c_i T_z \quad (4)$$

Cette équation peut s'écrire sous forme matricielle suivante (équation 5) :

$$[d_n, 1] = [m_n, p] \cdot [c_p, 1] \quad (5)$$

Avec :

$[m_n, p]$: matrice d'incidence des correcteurs sur les points (n lignes, p colonnes) ;

$[c_p, 1]$: matrice de corrections sur les p correcteurs (p lignes, 1 colonne),

Le réglage consiste à faire un décalage opposé à l'écart initial pour annuler l'écart de chaque point et ramener les surfaces usinées sur leur cible.

Ce qui donne pour l'ensemble des points le système matriciel suivant (6) :

$$[-e_n^0, 1] = [m_n, p] \cdot [c_p, 1] \quad (6)$$

Le tableau 2 donne la matrice d'incidence établie grâce à l'équation (4).

Tableau 2 : Matrice d'incidence des correcteurs

	Tx	Ty	Tz
P1= -0.1818	-1	0	0
P2= -0.1807	0	-1	0
P3= 0.1847	1	0	0
P4= 0.2106	0	1	0
P5= -0.1933	-1	0	0
P6= -0.1940	0	-1	0
P7= 0.1950	1	0	0
P8= 0.1959	0	1	0
P9= -0.1878	-1	0	0
P10= -0.1947	0	-1	0
P11= 0.1936	1	0	0
P12= 0.1936	0	1	0
P13= -0.1868	-1	0	0
P14= -0.1906	0	-1	0
P15= 0.1859	1	0	0
P16= 0.1946	0	1	0
P17= -0.1860	-1	0	0
P18= -0.1880	0	-1	0
P19= 0.1859	1	0	0
P20= 0.1912	0	1	0
P21= 0.1802	0	0	1
P22= 0.1925	0	0	1
P23= 0.2014	0	0	1
P24= 0.1931	0	0	1
P25= 0.1879	0	0	1

Ce système matriciel n'a pas de solution exacte du fait que le nombre de points (n=25) est supérieur au nombre de correcteurs (p=3). La régression multilinéaire permet alors d'obtenir les valeurs de Tx, Ty et Tz qui minimisent la somme des carrés des prochains décentrages. Elle consiste dans sa présentation la plus simple, à multiplier la matrice des écarts initiaux $[e^0_{n, i}]$ par la pseudo-inverse $[m_{n, p}]^+$ de la matrice d'incidence suivant l'équation (7) :

$$[c_{p, i}] = [m_{n, p}]^+ \cdot [-e^0_{n, i}] \quad (7)$$

Avec :

$$[m_{n, p}]^+ = \{[m_{n, p}]^T \cdot [m_{n, p}]\}^{-1} \cdot [m_{n, p}]^T$$

Connaissant les écarts des points reportés dans le tableau 2, on obtient les valeurs de Tx = -0.188, celle de Ty = -0.193 et celle de Tz = -0.191 qui minimisent les écarts géométriques sur la prochaine pièce.

Les corrections obtenues permettent d'estimer les nouvelles valeurs d'écart sur la prochaine pièce grâce à l'équation 8.

$$[e^1_{n, i}] = [e^0_{n, i}] + [m_{n, p}] \cdot [c_{p, i}] \quad (8)$$

La figure 3 : montre les écarts avant et après réglage.

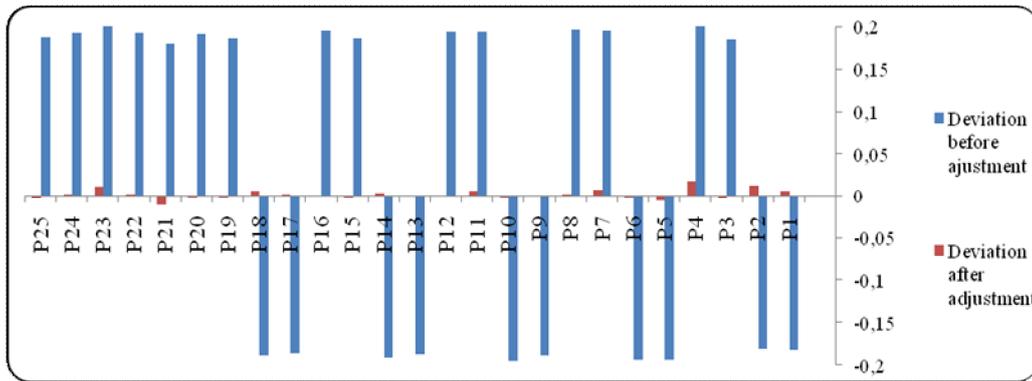


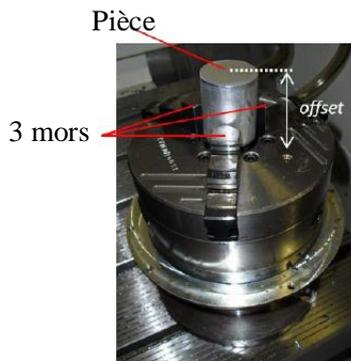
Figure 3 : Représentation des écarts mesurés avant et après réglage de la machine

B- Pilotage par les paramètres de coupe

Pour prendre en compte les efforts et les conditions de coupe dans la matrice d'incidence, on passe par un montage expérimental pour déterminer ces paramètres.

1. Montage expérimental pour la mesure de l'effort et du couple

Pour réaliser le perçage, nous avons utilisé un centre de fraisage de marque DECKEL MAHO : DMC 635V et un foret HSS ("High Speed Steel") sans coupe au centre. La figure 4 montre le montage d'usinage de la pièce.



Les tronçons d'acier sont placés et serrés entre les 3 mors de l'étau.

Puis la hauteur entre le sommet de l'éprouvette et le socle est mesurée au pied à coulisse afin de réaliser l'offset de la machine et de lui renseigner la position de son origine (0, 0, 0).

Figure 4 : Montage d'usinage de la pièce

2. La chaîne d'acquisition

Les paramètres d'entrée que nous mesurons expérimentalement sont l'effort de coupe F et le couple C . La mesure des efforts (F et C) est réalisée par une chaîne d'acquisition constituée de quatre (4) éléments principaux (1-Dynamomètre, 2-amplificateurs de charge, 3-multimètres, 4-carte et logiciel de traitement sur ordinateur PC) présentés sur la figure 5. Le système d'acquisition utilisé est le système UNIGOR SET 304 pour PC.

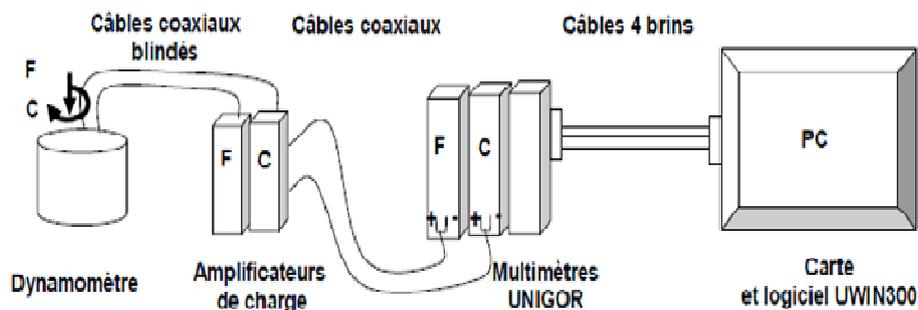


Figure 5 : Chaîne d'acquisition (Installation INSA de Lyon, 2010)

Les paramètres de mise en œuvre d'un foret pour l'opération de perçage bien connus sont la vitesse de coupe et l'avance par tour. La vitesse de coupe caractérise la vitesse relative entre la pièce et l'outil au point de contact, tandis que l'avance par tour caractérise naturellement l'état de surface obtenu (cf. [22]).

Lors de l'usinage, on a fixé la vitesse de coupe à 10 m/min et on a relevé les valeurs de l'effort et du couple en faisant varier l'avance de la broche et la profondeur du trou $h = 4, +2, +2, +2, +2$ (=12 mm). Le programme permet de récupérer les valeurs de l'effort et du couple fournis par la machine. Ces valeurs sont données en Volt grâce aux amplificateurs, soit un coefficient de 20000 pour obtenir le couple en (N.mm) et 5000 pour la force en (N) comme donné dans le tableau 3.

Tableau 3 : Mesures de l'effort et du couple en fonction de l'avance.

Voltmètres

f (mm/tr)	F (Volt)	C (Volt)
0,080	0,294	0,075
0,100	0,316	0,097
0,125	0,353	0,112
0,160	0,397	0,126
0,200	0,412	0,139

Table dynamométrique

Coefficient	5000	20000
f (mm/tr)	F (N)	C (N mm)
0,080	1470,000	1500,000
0,100	1580,000	1940,000
0,125	1765,000	2240,000
0,160	1985,000	2520,000
0,200	2060,000	2780,000

La figure 6 montre l'influence de l'avance sur l'effort de coupe et le couple fournis par la machine. L'effort et le couple augmentent en fonction de l'avance, ce qui nécessite un meilleur réglage de ce dernier.

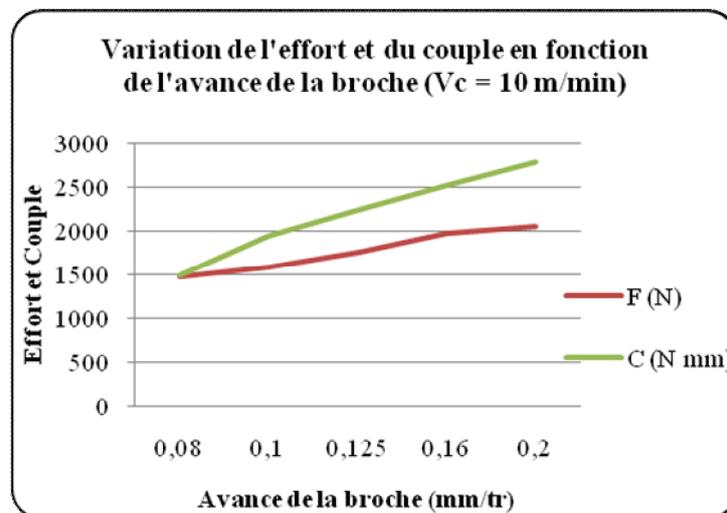


Figure 6 : Influence de l'avance sur l'effort et le couple

3. Relation de dépendance entre l'effort, le couple et l'avance

Les relations entre l'effort, le couple et l'avance dans le cas du perçage sont données respectivement par l'équation (9) pour l'effort et l'équation (10) pour le couple :

$$F = K_{ca} \cdot f \cdot d \quad (9)$$

$$C = K_{cc} \cdot f \cdot d^2 \quad (10)$$

f : avance de la broche (mm/tr).

d : diamètre outil (mm).

K_{cc} : coefficient d'effort spécifique de coupe (N/mm²)

K_{ca} : coefficient d'effort spécifique axial (N/mm²)

Les équations 9 et 10 peuvent respectivement être simplifiées par les équations 11 et 12 suivantes :

$$F = K_1 \cdot f \quad (11)$$

$$C = K_2 \cdot f \quad (12)$$

Où K₁ = K_{ca} · d et K₂ = K_{cc} · d²

Le coefficient d'effort spécifique K_{ca} et K_{cc} indiquent le critère d'usinabilité de la matière, ils varient suivant les paramètres de coupe et la géométrie de la coupe. Dans notre cas, ces paramètres ont été déterminés expérimentalement en fonction de l'avance pour un diamètre de 10 mm, pour le foret HSS (cf. tableau 4).

Tableau 4 : Efforts spécifiques de coupe en fonction de l'avance

f (mm/tr)	D (mm)	Foret HSS	
		K _{ca} (N/mm ²)	K _{cc} (N/mm ²)
0,080	10	2056,25	480
0,100	10	1745	460
0,125	10	1544	430,4
0,160	10	1303,13	381,25
0,200	10	1107,5	338

III- Optimisation globale de la fabrication

Le réglage global de la machine implique d'une part, le réglage de la géométrie de la pièce, et d'autre part, le réglage de la condition de coupe pour une optimisation globale de la production. La matrice d'incidence « globale » entre les écarts des points palpés sur la pièce et les correcteurs d'outils d'une part, et entre les efforts et l'avance d'autre part, peut être exprimée par la relation matricielle suivante (équation 13) :

$$\begin{Bmatrix} [-e_{n,1}^0] \\ [F_{i,1}] \\ [C_{i,1}] \end{Bmatrix} = \begin{Bmatrix} [m_{n,p}] & 0 & 0 \\ 0 & [K_{1,j}] & 0 \\ 0 & 0 & [K_{2,i}] \end{Bmatrix} \begin{Bmatrix} [c_p] \\ [f_j] \\ [f_i] \end{Bmatrix} \quad (13)$$

Avec :

[I] = Matrice des efforts de coupe

[t] = Matrice de couples

[K, [K] = Matrices des coefficients spécifiques respectivement axial et de coupe

[f] = Matrice des avances par tour.

IV- Discussions

1. Détermination du meilleur réglage d'avance

L'optimisation globale du procédé se fait sur toutes les collections de paramètres. La démarche pour l'optimisation par la géométrie est présentée en section III, point A, qu'on reporte tout simplement sa matrice d'incidence donnée au tableau 2 dans la matrice globale obtenue par l'équation 13. Comme pour les paramètres de géométrie, on reporte également dans la matrice globale les mesures de F, C, K1 et K2.

Pour l'optimisation par l'effort et conditions de coupe, la question est de déterminer parmi les configurations de réglage d'avance expérimentées, la meilleure solution de réglage pour l'avance ?

Les auteurs Chibane et al. [22] et Dib et al. [23] en cherchant à optimiser les paramètres de coupe ont montré que le paramètre le plus influent sur la qualité de surface de la pièce est l'avance, suivi de rayon de bec de l'outil [23], ou de profondeur de passe et sortie de l'outil [22]. Ils montrent que lorsque l'avance est élevée, la qualité de surface est meilleure. Une avance trop élevée augmente l'effort et risque d'endommager l'outil de coupe. Une avance trop faible a tendance à détériorer la qualité de surface de la pièce. En s'appuyant d'une part, sur leurs travaux, et d'autre part, sur le résultat de la fig. 6 de ce document, on retient arbitrairement la valeur de 0.16 mm/tr pour l'usinage de cette pièce. Car, entre l'avance de 0.16 mm/tr et 0.20 mm/tr, on remarque que l'effort de coupe varie peu.

2. Surveillance de l'effort par carte de contrôle

Connaissant les valeurs de l'avance fixée, de l'effort et du couple, il est intéressant de surveiller l'effort pour éviter une augmentation brusque de sa valeur qui serait due par exemple à l'usure d'outil qui dérègle le procédé. On conçoit à cet effet une carte de contrôle de Shewhart [24] permettant de juger l'importance de la variabilité. On considère que le processus est sous contrôle s'il n'est soumis qu'à des variations aléatoires (somme de petites variations qui avec le théorème central limite aboutissent à une loi de répartition de Gauss).

Dans ce cas il n'est pas nécessaire d'intervenir sur le processus. La zone de variation aléatoire est déterminée par les « limites de contrôle ». Ces limites de contrôle sont placées traditionnellement à $\pm 3\sigma$ de la valeur cible, on prend alors un risque $\sigma = 2 \times 0,135\% = 0,27\%$ de dérégler un procédé bien centré. Les limites de contrôle se calculent pour $n = 1$, par l'équation 14 :

$$\begin{cases} LCI_F = cible - 3\sigma \\ LCS_F = cible + 3\sigma \end{cases} \quad (14)$$

Avec σ , variable standard de Gauss pour le risque de $\alpha = 0,27\%$

LCI_F : Limite de contrôle inférieur de l'effort,

LCS_F : limite de contrôle supérieur de l'effort.

La carte de contrôle de Shewhart revient à considérer que l'écart est nul à l'intérieur des limites de contrôle. L'écart-type est à estimer en mesurant l'effort sur quelques pièces usinées. Si on considère que l'écart-type est égale à 10 Newtons par exemple, les limites de contrôle de l'effort pour l'avance choisit de 0.16 mm/tr se calculent :

$$\begin{cases} LCI_F = 1985 - 3 * 10 = 1955 \text{ Newt} \\ LCS_F = 1985 + 3 * 10 = 2015 \text{ Newt} \end{cases}$$

Entre 1955 et 2015 N, il n'y a pas de risque de décentrage du processus dû aux causes spéciales. En dehors de ces limites, le processus serait dérégulé et il faut en chercher l'origine.

Conclusion

Dans cet article, nous avons proposé une approche originale de réglage plus globale de machine pour optimiser l'ensemble des paramètres sur l'ensemble du procédé de fabrication. L'approche a été présentée en s'appuyant sur une pièce réalisée par fraisage. Cependant dans cet article, le choix du meilleur réglage de l'avance est déterminé de façon arbitraire. La réalisation d'un plan d'expériences est nécessaire pour déterminer la valeur de l'avance optimum pour cette étude.

Remerciements

Toutes mes gratitude à l'INSA de Lyon, en particulier à Alexandre Xelez et Tarek Mabrouki pour m'avoir aidé à réaliser les mesures et de pouvoir mettre à ma disposition les documents pratiques des manipulations. A Michel Query dont les conseils et les orientations ont été bénéfiques pour ce travail.

Bibliographie

1. Sergent A., Bui-Minh H., Favrelière H., Duret D., Samper S. and Villeneuve F., "Identification of machining defects by small displacement torsor and form parameterization method", Paper Proposed at the IDMMME - Virtual Concept 2010, International conference, Bordeaux, France, October 20 ó 22, 2010
2. S. Tichadou, O. Legoff, J.-Y. Hascoët, "Quantification of machining and fixture dispersions for Geometrical manufacturing simulation", CIRP ó CAT 2007
3. Clement and P. Bourdet, "A study of optimal ó criteria identification based on the small ó displacement screw model", Annals of the CIRP Vol. 37/1/1988.
4. François Girardin, "Etude de l'usinage des matériaux performants et surveillance de l'usinage", Thèse de l'INSA de Lyon, 2010
5. Huseyin Metin Ertunc, Cuneyt Oysu, "Drill wear monitoring using cutting force signals, Mechatronics", Volume 14, Issue 5, pp. 533-548, June 2004
6. Julian Marinescu, Dragos A. Axinte, "A critical analysis of effectiveness of acoustic emission signals to detect tool and work piece malfunctions in milling operations", International Journal of Machine Tools and Manufacture, Volume 48, Issue 10, pp. 1148-1160, 2008
7. Faleh A. Al-Sulaiman, M. Abdul Baseer and Anwar K. Sheikh, "Use of electrical power for online monitoring of tool condition", Journal of Materials Processing Technology, Volume 166, Issue 3, Issue 20, pp. 364-371, August 2005
8. Y. Kibe, Y. Okada and K. Mitsu, "Machine accuracy for shearing process of thin-sheet metals ó Development of initial tool position adjustment system", International journal of machine Tool and Manufacturing vol. 47, pp. 1728-1735, 2007,
9. P. Bourdet, "Choix et optimisation des cotes de réglage", Revue des techniques nouvelles au service de l'industrie, No. 388, Avril 1982
10. Anselmetti and P. Bourdet, "Optimization of a workpiece considering product requirements", Computer in Industry vol. 21, pp.23-34, 1993
11. E., Goldschmidt, "Gamme et cotation pour le réglage des machines-outils de décolletage", PhD Thesis, Université de Savoie, France, 2009
12. Pairel, E., Goldschmidt, E., Vayre, B., Adragna, P.A., and Pillet, M., COPILOT PRO®: A full method for the steering of the machining, International Journal of Metrology and Quality Engineering, vol. 2, No 1, pp. 39644, 2011.

13. E. Goldschmidt, E. Pairel, M. Giordano and M. Pillet, *öchangeover from the functional geometric tolerances to the dimensional parameters to supervise in production,ö on Computer Aided Tolerancing, 2007*
- A. Boukar, E. Pairel, M. Pillet et A. Sergent, *öUtilisation du tolérancement géométrique pour le réglage des machines: Le pilotage inertiel total,ö Intercut-MUVG, 2012*
14. M. Pillet, A. Boukar, E. Pairel, N. Boudaoud, Z. Cherfi, *öMultivariate SPC for Total Inertial Tolerancingö, International Journal of Metrology and Quality Engineering, Volume 4, Issue 03, pp 169-175, DOI: 10.1051/ijmqe/2013055, Published online by Cambridge University Press 06 Mar 2014*
15. Eric Pairel, Maurice Pillet, *öCOSELECT : Correction Statistique et Sélective des Procédés de Fabricationö, 10ème Conférence Francophone de Modélisation, Optimisation et Simulation-MOSIMø4 ó 5 au 7 novembre 2014 - Nancy -France «de l'économie linéaire à l'économie circulaire»*
- A. Boukar, M. Pillet, E. Pairel and A. Sergent, *öCorrection of machining operation with the Total Inertial Steering,ö International Journal of Metrology and Quality Engineering, Vol. 5, No 1, pp. 21ó 27, DOI:(<http://dx.doi.org/10.1051/ijmqe/2014003>), EDP Sciences 2014*
16. Boukar, M. Soultan, M. Pillet, E. Pairel, *öMachine-tool setting: Algorithm for passing the adjustment by points to the adjustment on dimensions,ö, Int. J. of Engineering of Innovative Technology, Vol. 5, Issue 5, pp. 75-79, November 2015*
17. Boukar, M. Pillet, E. Pairel, *öDouble optimization of machine-tool setting in the case of Total Inertial Steering,ö International Journal of Innovation and Scientific Research, ISSN 2351-8014, Vol. 29 No. 2, pp. 193-203, Mar. 2017*
18. M. Pillet and É, Pairel, *Determination of an adjusting rule in the case of multi-criteria inertial piloting, International Journal of Metrology and Quality Engineering, vol.2, pp. 39ó44, 2011*
19. M. Pillet, *öInertial tolerancingö - The TQM Magazine 16 (3), pp. 202-209, 2001*
20. H. Chibane, R. Serra, R. Leroy, *öOptimisation des paramètres de coupe en tournageö, DOI: 10.13140/RG.2.1.2623.8565, 2011*
21. M. Dib, F. Girardin, N. Hamzaoui and L.lakhdar, *ö Optimisation des paramètres de coupe par l'analyse de la rugositéö, 22^{ème} Congrès Français de Mécanique, Lyon, 24 - 28 Août 2015*
22. Shewhart W. A. *« Economic control of quality of manufacturing product », D. Van Nostrand and Compagny, New York, 1931.*

INSTRUCTIONS AUX AUTEURS

La Revue Scientifique du Tchad (RST) publie des contributions originales dans tous les domaines de la connaissance. Elle comporte, pour l'heure, deux séries :

- **Série A** (Science sociales et humaines), destinée à publier les travaux dans les domaines des lettres, philosophie, sciences humaines, juridiques, économiques et de gestion.
- **Série B** (Science et Techniques), destinée à publier les travaux scientifiques dans les domaines des mathématiques, de la physique, de la chimie, des sciences pour l'ingénieur, des sciences de la nature, de l'agronomie, de la médecine humaine et vétérinaire, de la pharmacie, de l'odontostomatologie.
- Un tirage spécial pour des travaux plus importants pourra être fait après approbation et recommandation du Comité de Lecture. La Revue peut faire appel à tout autre partenaire en vue de palier à ses insuffisances.

La revue publie annuellement la série A et semestriellement la série B.

Les contributions publiées par la Revue Scientifique du Tchad (RST) représentent l'opinion des auteurs et non celle du comité de rédaction. Tous les auteurs sont considérés comme responsables de la totalité du contenu de leurs contributions.

La soumission d'un manuscrit à la Revue Scientifique du Tchad (RST) implique que les travaux qui y sont rapportés n'ont jamais été publiés auparavant, ne sont pas soumis concomitamment pour publication dans un autre journal et qu'une fois acceptés, ne seront plus publiés nulle part ailleurs sous la même langue ou dans une autre langue sans le consentement de la RST.

SOUMISSION

Les manuscrits, dactylographiés en double interligne sont soumis à l'adresse suivante :

Monsieur le Directeur de Publication de la Revue Scientifique du Tchad, Centre National de Recherche pour le Développement, N'Djaména, Tchad. E-mail : mahamath@outlook.fr

Les manuscrits doivent comporter les adresses postale et électronique, les numéros de téléphone de l'auteur à qui doivent être adressées les correspondances. Les manuscrits soumis à la Revue Scientifique du Tchad doivent impérativement respecter les indications ci-dessous.

LANGUE DE PUBLICATION

La revue publie des articles rédigés en français, en arabe ou en anglais. Cependant, le titre, le résumé et les mots-clés doivent être donnés dans deux langues.

Tout article publié dans l'une de deux langues officielles (arabe et française) doit impérativement comporter un résumé de l'autre. Un résumé en anglais reste toutefois exigé pour les candidats des évaluations CAMES.

PRESENTATION DU MANUSCRIT

Le manuscrit, les tableaux et figures doivent être fournis sous forme électronique et sous version imprimée en 3 exemplaires. La forme électronique comprend un fichier pour le texte saisi sous Word et un ou plusieurs fichiers pour les illustrations.

Pour la série A, le manuscrit imprimé sur du papier blanc A4 (21x 29,7cm) ne doit pas dépasser 25 pages dactylographiées, références et figures comprises.

Pour la série B, le manuscrit imprimé sur du papier blanc A4 (21x 29,7cm) ne doit pas dépasser 10 pages dactylographiées, références et figures comprises.

Le texte doit être écrit en Times New Roman, caractère 12, en interligne 1,5 avec une marge de 4 cm. Le manuscrit doit être présenté sous des sections suivantes, étant entendu que certaines peuvent être regroupées (matériel et méthodes, résultats et discussion). Il s'agit de : titre du travail, résumé, introduction, matériel, méthode, résultats, discussion, conclusion et références bibliographiques.

Page de titre

La première page doit mentionner uniquement le titre de l'article, les noms des auteurs, leur institution d'affiliation et leurs adresses complètes (boîte postale, téléphone, fax, E-mail). Le nom et l'adresse de l'auteur à qui les correspondances seront adressées, sont marqués d'un astérisque.

Résumé et mots clés

Le résumé ne doit pas excéder 250 - 300 mots (15 lignes), en français et en anglais ou arabe. Les mots clés, au maximum 8, traduits également en anglais ou arabe, doivent figurer à la suite du résumé.

Introduction

L'introduction doit fournir suffisamment d'informations de base situant le contexte dans lequel le travail a été entrepris. Elle doit permettre au lecteur de juger de la rationalité du travail et d'évaluer les résultats acquis.

Matériel

Il s'agit de donner les détails sur l'échantillon (date et lieu de l'échantillonnage, quantité) et les types d'appareils utilisés pour les mesures.

Méthode

Elle doit se consacrer aux informations suffisantes permettant de reproduire les travaux décrits. Les méthodes communément utilisées doivent être décrites succinctement. Les méthodes nouvelles feront l'objet d'une description détaillée.

Résultat

Les résultats expérimentaux doivent être présentés sous forme de texte, de tableau ou de figure, étant entendu qu'une même donnée ne peut être de façon répétitive sous deux formes ou trois.

Discussion

La discussion doit porter sur l'analyse et l'interprétation des résultats, établir les relations entre les résultats obtenus et les travaux déjà publiés, soulever des problèmes tels que les conflits des idées et les données rapportées par d'autres auteurs. L'importance des résultats obtenus pour les recherches futures devra être mentionnée.

Remerciements

Les remerciements éventuels au personnel d'assistance ou à des supports financiers devront être en terme concis.

Références

Les références, limitées aux auteurs cités, doivent être numérotées dans l'ordre de leur apparition dans le texte et appelées par leur numéro. Les numéros d'appel doivent figurer dans le texte entre crochets, séparés par un tiret quand il s'agit de références consécutives, par exemple [1-4], et par des virgules quand il s'agit de références non consécutives: [2, 8, 13]. A titre indicative:

a) Pour les articles et synthèses de périodiques classiques

Noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, année de parution, titre du travail dans la langue originelle, nom du périodique, volume ou tome, première et dernière page de l'article en respectant les polices de caractères de l'exemple 1:

Mbailaou Mb, Mahmoud Y., Tarkodjiel M., Bessière J-M. and Delobel B., 2005. Constituents of fermented Cassia obtusifolia leaves, a traditional food from Chad, African Journal of Biotechnology. 4(10), 1080-1083.

b) Pour les ouvrages

Noms des auteurs suivis des initiales des prénoms, année de parution, titre de l'ouvrage, si possible dans la langue originelle, maison d'édition (en précisant le tome ou l'édition), nom de la ville et du pays de la maison d'édition, nombre total de pages.

Exemple 2 :

Chwartz D., 1985. Méthodes statistiques à l'usage des médecins et des biologistes. 3^{ème} éd., Flammarion Médecine Sciences, Paris VI, 318p.

c) Pour les chapitres d'ouvrage

Noms des auteurs du chapitre, année de parution, titre de l'ouvrage (en précisant l'auteur de l'ouvrage et éventuellement le tome ou l'édition), noms de la ville et du pays de la maison d'édition, les 1^{ères} et dernières pages.

Exemple 3 :

Aké A.L., 1988. La diversité génétique des espèces végétales sous-exploitées d'Afrique. In : **Attere F., Zedan H., Preeino P.** Crop genetic resources of Africa (Vol 1) Nairobi, Kenya : IBPGR/UNEP, pp. 53 ó 88.

d) Pour les thèses et mémoires

Noms de l'auteur, année de présentation, titre du travail, noms de l'université, de la ville et du pays, nombre de pages. Exemple 4 :

Nkounkou-Loumpangou, C., 2010. Les plantes utilisées dans le traitement de l'infertilité féminine: Inventaire, phytochimie et évaluation biologique. Thèse de Doctorat, Université Marien Nguabi, Brazzaville, Congo. 147 pp.

Tableaux, figures et photocopies

Les tableaux en chiffre romain (tableau I) et figures en chiffre arabe (figure 1) numérotés par ordre chronologique d'apparition ne doivent pas faire double emploi avec le texte dans lequel ils seront obligatoirement appelés. Ils doivent être intelligibles sans le recours du texte. Les titres et les légendes sont placés en haut des tableaux et en bas des figures et des photos.

Ils sont présentés et numérotés chacun sur une page séparée. Les photographies doivent être de bonne qualité pour permettre leur impression directe et présenter le copyright.

Abréviations, unités et symboles

Les contributions doivent comporter le minimum d'abréviations. Seuls les termes acceptés internationalement peuvent être utilisés. Les unités doivent être celles du système international.

PROCEDURE DE REVISION

Les manuscrits dépourvus des noms et adresses des auteurs sont soumis à l'appréciation de deux référés spécialisés.

Les auteurs reçoivent les commentaires écrits des référés. Pour des contributions acceptées, les auteurs doivent effectuer des révisions dans un délai n'excédant pas une semaine et envoyer la version révisée sous Word sur support électronique.

En cas de rejet, des orientations sont données en vue d'une bonne reprise.

EPREUVES D'IMPRIMERIE

Les auteurs recevront, avant publication, des épreuves qu'ils doivent vérifier dans les délais indiqués. Aucune modification ne devra être apportée à ce stade de fabrication, où seules les corrections seront admises.