Mémoire

Présenté par

ATHIE, Aboubakrine Muhammad

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR FACULTÉ DES LETTRES ET SCIENCES HUMAINES

Problématique de l'enseignement des mathématiques en langues africaines : le cas des langues ouest-atlantiques sous-groupe nord

Année universitaire :

1994-1995

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTÉ DES LETTRES ET SCIENCES HUMAINES

DEPARTEMENT DE LINGUISTIQUE GENERALE
ET NEGRO-AFRICAINE

PROBLEMATIQUE DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES EN LANGUES AFRICAINES. LE CAS DES LANGUES OUEST-ATLANTIQUES SOUS-GROUPE NORD

Présenté par

Aboubakrine Muhammad ATHIE

Mémoire de DEA

Sous la Direction de :

Francis Marie Gandoû
Maître Assistant en Linguistique
Département de Linguistique gle
et Négro-Africaine

Mamadou SANGHARE
Professeur de
Mathématiques
IREMPT

Année Universitaire 1994-1995

UNIVERSITE CHEIKH ANTA DIOP DE DAKAR

FACULTÉ DES LETTRES ET SCIENCES HUMAINES

DEPARTEMENT DE LINGUISTIQUE GENERALE
ET NEGRO-AFRICAINE

PROBLEMATIQUE DE L'ENSEIGNEMENT DES MATHEMATIQUES EN LANGUES AFRICAINES. LE CAS DES LANGUES OUEST-ATLANTIQUES SOUS-GROUPE NORD

Présenté par

Aboubakrine Muhammad ATHIE

Sous la Direction de :

Francis Marie Gandou
Maître Assistant en Linguistique
Département de Linguistique
Négro-Africaine

Mamadou SANGHARE
Professeur de
Mathématiques
IREMPT

Année Universitaire 1994-1995

SOMMAIRE

DEDICACES

Je dédie ce travail au Prophète Muhammad la Totalité spacialisante PSL

A feu mon père El Hadj YOUSSOUPH ATHIE mon premier marabout; qui m'enseigna les vertus inouies de la prière et nombre de secrets.

A ma mère FATIMATA MAMUDU BAH: c'est le lait de ton Coeur sans fins qui sustente les racines de ma vie.

A mes ancêtres Alpha Amar Seydi Yero Bousso BAH
Bocar Alpha BAH
Falil Ac Elimane Rindiaw
Mamadou Amar Ac
Cerno Mamoudou Cerno Bocar BAH
Cerno Ousmane Cerno Bocar BAH
Cerno Tijane Cerno Bocar
Aïssata Abdul Wahab Ac
Aïssata Demba Hanne

A mes marabouts Cerno Mansuur Barro et Aliyu Barro à Mbuur
Cerno Amadou Tijane BAH à Madina Gunass
mon cousin Jalal Din BAH à Madina Gunass

A mon marabout Ibrahiima SALL à Guédiawaay

Aux Géants Sayku Umar Al Futiyuu TALL
Cerno Malick SiH
Cerno Amadu BARRO
Cerno Abdulaye NIASSE

Au père du faydu Tijaani El Hadj Ibrahiima NIASSE
Cerno Mamadu Saïdu BAH
Cerno Seydu Nuuru TALL

Mention spéciale à Mr Almamy FALL mon soutien constant

Aux Prs Habibu Mbaye, Amadu TALL, Boubacar KANE, Amar Samb.

A tous les disciples de la Dahiratul Cidqi Wa Saadiqiina

A la Communauté des Mauritaniens Réfugiés au Sénégal, au Mali, et partout dans le Monde.

AVANT - PROPOS

Ce mémoire est la première partie d'un travail que nous poursuivrons en thèse et qui s'intitule:

"Problématique de l'enseignement des mathématiques en langues Africaines. Le cas des langues ouest-atlantiques sous-groupe nord."

Nous examinons en substance le concept de structure interne et proposons des solutions pratiques à quelques problèmes pendants. Les résultats obtenus sont directement utilisables pour les systèmes cibles et constituent en même temps le matériau initial qui sera mis en relation avec notre deuxième concept; le Schémalogique pour établir ou non l'isomorphisme que nous avons postulée.

Il s'agit pour nous donc de contribuer au développement de mathématiques dans les langues africaines et à l'enrichissement de la pensée mathématique elle-même. Cette pensée est très mal connue, peu critiquée et de fait peu enrichie d'apports nouveaux.

Il nous importait donc de formuler une problèmatique en entonnoir, c'est à dire un questionnement à l'intérieur d'un questionnement plus vaste: la découverte de logiques particulières à travers l'étude des structures des systèmes de numération dans le cadre de mathématiques à faire en tenant compte des spécificités des langues africaines, de ce qu'elles apportent de nouveau sur le plan scientifique et des mathématiques elles-mêmes.

Les interactions entre langues orales, leur découpage du réel, l'écriture et les contraintes des mathématiques elles-mêmes ne peuvent être examinées toutes dans ce travail.

L'analyse du concept schémalogique permettra ultérieurement d'envisager toutes ces relations. Il nous importe ici de poser les jalons d'une recherche véritable qui ne semble pas évidente à priori dès que le stade du calcul; l'apprentissage des techniques opératoires est franchi. C'est que les principes, fondements et méthodes peuvent s'élargir et permettre d'éviter l'enlisement si caractéristique de nombre de domaines.

Ce travail n'aurait pu être mené à son terme sans le concours du CODESRIA qui en nous accordant une subvention à contribué grandement à sa concrétisation.Qu'il reçoive ici l'expression de notre profonde gratitude.

Notre sentiment de gratitude et de respect va également à l'endroit de notre encadreur monsieur GANDON dont la rigueur scientifique, les conseils,suggestions, recommandations et autres attentions ne se sont jamais démentis tout au long de cette gestation.C'est donc aussi grace à lui que ce travail a pu être mené à son terme malgré les conditions difficiles qui sont les nôtres.

Notre sentiment de gratitude va également à l'endroit de Mr SANGHARE de l'IREMPT qui a sacrifié son temps pour suivre et diriger la partie mathématique de ce travail.Ses conseils, orientations et explications ont été déterminants.

Notre sentiment de gratitude va également à l'endroit de Amadou DIALO du département de linguistique qui co-dirige ce travail. Ses observations et dispositions ainsi que ses travaux ont été d'un apport considérable.

Remerciements à Mr Chérif MBODJ directeur du CLAD qui à mis à notre disposition le matériel informatique et les services de son département. Mention spéciale à Christian Chanard l'informaticien sociable et toujours disponible riche en idées pratiques aux grands effets.

Notre pensée va également vers Mme GENEVIEVE N'DIAYE CORREARD et Mr Saxiir CAAM qui ont été les premiers encadreurs et guides de ce travail.

Nous remercions également MM Souleymane Bachir DIAGNE,conseiller et soutien constant; Pierre-Marie SAMBOU dont la rigueur et le sérieux ont contribué à donner à ce travail le visage qui est le sien.

Pensée cordiale à MM Samba DIENG, Ousmane DIAKHATE, Waly Coly FAYE, SALL Oumar,Gabriel Marie GUEYE,Mame Cerno CISSE, Mmes BA, KEITA ,Mlle Anna Marie DIAGNE dont le soutien constant demeure une source intarissable de réconfort.

Remerciements à l'ARED et singulièrement à Mme Sonja Fagerberg DIALLO, Amadou LY, Aboubakry DEM, Mamadou N'DIAYE, et HAWAYEL.

Mention spéciale à mon frère en Dieu Boukary N'DIAYE qui à pris en charge tout le travail technique qui à permis la publication de ce mémoire.Qu'il parvienne à la Limite Suprême pour laquelle il peine.

A/ INTRODUCTION

Mathématiques et langues africaines entretiennent des relations pas toujours très claires du fait de la complexité de leurs implications réciproques et de la faiblesse de la recherche tant fondamentale qu'appliquée dans ce domaine.
Nous allons dans un premier temps faire le point par l'inventaire critique des différents travaux liés à la question avant de mettre en évidence quelques unes de leurs intersections. Celles-ci révélant outre les problématiques sous-jacentes des problèmes pratiques non résolus nous nous interrogerons dans un deuxième temps sur la pertinence de ces positions qui ignorent souvent la nature des mathématiques avant de nous placer, dans un troisième temps, dans la perspective compréhensive. Elle nous permettra par la suite d'opter pour l'analyse des différentes structures des systèmes de numération d'une part, des logiques des langues et populations-cibles d'autre part. Cette option est ensuite explicitée par la construction des concepts aptes à rendre compte de la nature des structures et de leurs implications profondes.

I/ DIVERSITE ET CONVERGENCE DES APPROCHES

Les travaux qui intéressent la question directement ou non sont relativement importants.On peut les sérier en cinq catégories:
* Ceux des missionnaires et administrateurs coloniaux.
* Ceux des linguistes africanistes.
* Ceux des pédagogues.
* Ceux des secteurs planifiés (ministères) et des ONG.

* Ceux des mathématiciens.

La première catégorie se caractérise par le souci de "pénétrer l'âme africaine", de "saisir la mentalité des populations" et/ou de prouver à l'Occident que sous tous les cieux, y compris en Afrique, les hommes ont élaboré des concepts, des systèmes de pensée efficaces qui n'ont rien à envier à d'autres[1]. Bien que limitées quelquefois et singulièrement pour le cas précis de notre sujet, les oeuvres de cette catégorie fournissent des informations utiles du point de vue diachronique tout au moins. Les développements purement linguistiques de GADEN[2] fournissent de précieux renseignements sur l'évolution des signes; des schèmes d'accord qui lient qui lient les syntagmes des noms des nombres d'une de nos langues-cibles le pulaar, laquelle est comme le sereer et le wolof une langue à classes nominales.

L'oeuvre des linguistes africanistes est considérable en ce qu'elle offre des descriptions succinctes des langues-cibles[3] mais est limitée quant aux informations sur la dimension mathématique en général, sur les noms des nombres en particulier. Ceux-ci nous intéressent au premier chef car la numération, qui est un domaine très étudié, est, du fait de la place de choix qu'ont les nombres un passage obligé.

Les noms des nombres quand ils sont évoqués le sont le plus souvent à titre d'illustration par les premiers numéraux-cardinaux. Peu de

[1] **MARCEL GRIAULE** " Mythe de l'organisation du monde chez les Dogons du Soudan " PSYCHE n°6 1947, Paris. Voir également DELAFOSSE, LABOURET, R.P.TEMPELS etc.

[2] Le poular, dialecte peul du Fouta Sénégalais, Paris E LEROUX 1913-1914.

[3] Notamment MAMADOU NDIAYE, SOULEYMANE FAYE, CHERIF MBODJ NDIASSE THIAM (CLAD), AMADOU DIALO, WALY COLY FAYE, Mme GENEVIEVE NDIAYE CORREARD, PIERRE MARIE SAMBOU, GABRIEL MARIE GUEYE, MAME THIERNO CISSE (Département de Linguistique Générale et Négro-Africaine-Faculté des Lettres et Sciences Humaines, UCAD) YERO SYLLA, FARI SILLAT KA, ARAME FAL (IFAN) et J.GREENBERG.

travaux étudient les noms des nombres dans leurs aspects morphologiques, syntaxiques voire sémantiques qui justement intéressent notre propos. L'oeuvre de l'américain GREENBERG peut être citée comme exemple. Elle répond à deux soucis majeurs: tout d'abord sa classification des langues africaines délimite aux chercheurs des aires précises jouissant d'une réelle unité sur plusieurs plans et permet dans certains cas de confirmer sa thèse[4], ensuite son questionnaire linguistique sur les langues africaines dont la première partie concerne les vingt-neuf (29) premiers numéraux-cardinaux est à ce jour le plus exhaustif en matière d'informations sur les numérations.
Ce travail bien qu'important est limité par le fait qu'il ne prend pas en compte l'étude des grands nombres qui est essentielle pour la connaissance d'un système de numération et notamment pour l'identification des anomalies inhérentes aux numérations parlées. C'est en outre l'étude des grands nombres qui permet de passer, s'il y'a lieu, dans les meilleures conditions à la numération écrite de position qui semble, en l'état actuel des connaissances, la seule performante.

Les pédagogues soulèvent de nombreuses questions dont la substance est repérable dans deux oeuvres[5].
C'est en partant de l'expérience concrète de l'enseignement des mathématiques et des difficultés qu'ont les élèves que STELLA BARUK arrive à décortiquer les enjeux de cet enseignement. Une réflexion sur l'histoire des mathématiques lui permet d'établir une distinc-

---

[4] Cf ABDOULAYE ELIMANE KANE: Systèmes de numération parlée des groupes ouest atlantique et mandé, contribution à la recherche sur les fondements et l'histoire de la pensée logique et mathématique en Afrique de l' Ouest. Thèse de Doctorat d'Etat UER de Lille , 1985 L.th.280 BU-UCAD.

[5] STELLA BARUK : Echec et Maths, Paris, Seuil, 1992, et
JOSEPH POTH : L'enseignement des langues maternelles aficaines à l'école... Comment ? UNESCO,BREDA 1988.

tion épistémologique essentielle entre ce que sont les mathématiques, ce qu'elles ne sont pas et ce qui en est le sens. Celà la conduit à analyser en profondeur les causes de l'échec si fréquent en mathématiques et que l'on attribue le plus souvent à l'inaptitude du sujet. Il lui apparut par contre que c'est le "décervelage cybernétique engendrant l'Automathe " qui est en cause. Cette pratique est la conséquence du " prêt-à-porter pédagogique ou machinerie préfabriquée à partir de présupposés sur le savoir, l'enfant et leurs relations et qui broie le tout avec en apparence d'excellentes intentions".
C'est donc la méconnaissance de la nature des mathématiques et celle des relations qu'entretient avec elles le sujet apprenant, qui conduisent à la disparition du sens et à l'éviction du sujet, qui est la cause de l'échec.
La solution passe par l'élaboration d'un systéme de caractéristiques pédagogiques nulles. La pratique de la réparation de l'échec qui est en fait une pratique d'initiation à un savoir qui à un sens à pour pivot la prise en compte et l'analyse des erreurs.Celles-ci sont ce qui permettrait de comprendre ce qu'il en est de la nature de ce savoir et des modalités de sa transmission. C'est là une invite à la formulation d'une réelle problématique du sujet en mathématiques.Celui-ci ne serait qu'une pièce de l'énorme complexe enseignant.

A l'opposé de cette position JOSEPH POTH établit lui justement un recueil de données psychopédagogiques appliquées à l'enfant, au maître, aux langues africaines et aux mathématiques.
Il constate tout d'abord que la capacité pédagogique des langues africaines est fortement contestée en mathématiques par les professeurs qui estiment qu'elles sont la cause du " manque d'esprit logique des enfants ". Il s'intérroge alors sur les

raisons d'un tel état de fait. Tout en admettant qu'il est possible que l'élève regimbe à une certaine forme de logique il se demande s'il est également rebelle à d'autres formes car constate-t-il, cette attitude n'est pas nouvelle; c'est celle-là même que certains ont eue jadis à propos des catégories grammaticales des langues indo-européennes alors considéerés comme universelles. Il en conclut que s'il est impossible de faire l'économie de la logique pour connaitre les vérités mathématiques, il n'est toutefois pas impossible d'emprunter un cheminement non cartésien pour y parvenir. Il procéde ensuite à l'identification de certains problèmes qui devraient être solutionnés selon lui par des instituts spécialisés et de formation dont: le rapport entre langue maternelle et formalisation mathématique par enquête et étude de certains concepts chez l'enfant tels l'ordre,la quantification,la négation,les opérations,la liaison de cause à effet; le lien entre langues africaines et mathématiques par des moyens non-verbaux en utilisant de façon plus systématique le langage formel à base de signes et de symboles, etc.Cette catégorie est limitée par la non prise en compte, relativement aux langues africaines de l'aspect paidologique ou enseignement des adultes qui sont les usagers quotidiens des langues-cibles.

La catégorie des alphabétisations planifiées (Direction de l'alphabétisation du MEN du Sénégal et du Mali, centres d'alphabétisation du Sénégal, l'Institut des Langues Nationales de la Mauritanie) et du secteur non planifié occupé par les ONG qui tous éditent des manuels de calcul et/ou de terminologie et dispensent des cours dans les différentes langues-cibles[6].

---

[6] Dont singulièrement la Direction de l'Alphabétisation et de l'Education de Base du MEN du Sénégal (<u>CALCUL STANDARD n°1</u>) pour toutes les langues officiellement reconnues.

Ce qui les caractérise c'est la diversité des méthodes d'approche et la convergence sur deux points essentiels:

1°) Le contenu des cours ne diffère guère des ouvrages français ou anglais des écoles classiques qui sont simplement traduits.

2°) Les terminolgies proposées ne recouvrent pas les concepts sous-jacents mais souvent des mots et ne bénéficient pas de théorisations préalables (effectives). Et parfois les éléments de terminologie sont crées en parfaite ignorance des régles et du fonctionnement des langues-ciblées.

On peut toutefois noter des tentatives louables, illustrées par l'ARED[7] qui à partir des régles régissant le systéme de classes dans l'alternance consonantique du pulaar introduit le léxème sappande "dizaine" alt avec capande "dizaines".
Ce genre de travaux d'exhumation et/ou de création est malheureusement rare.

Ces traductions d'ouvrages comme d'autres approches[8] ne font pas spécialement travailler sur la notion de nombre naturel et introduisent des concepts comme le zéro sans aucune précaution. L'apprentissage du dénombrement (comptine des nombres par l'étude des classes) ne permet pas d'affirmer que les adultes comme les enfants,savent ce qu'est un nombre. L'activité de dénombrement est une technique de mesurage des collections que la pratique du calcul et la connaissance des tables etc à pour fonction de perfectionner, mais il faudrait d'abord vérifier que les numérations-cibles sont passées à l'écrit dans les meilleures conditions, ce qui

[7] Associates in Research and Education for Development Inc qui à publié PIINDI GANNDAL Deftere Hiisa 1 & 2.

[8] cf notamment l'ONG TOSTAN basée à Thiés,BP 325,tel 51-12-52, DOWIRDE JANNDE etc.

n'est pas le cas. Ce travail en soi d'ailleurs n'est pas mathématique; il consacre une dichotomie pragmatiste qui bloque l'activité mathématique elle-même et par suite la créativité des sujets. L'apprentissage réel des mathématiques commence avec la question qu'est ce qu'un nombre ?

Les démarches pédagogiques proposées jusqu'à présent tournent autour de la construction du nombre, basée généralement sur le dénombrement, c'est à dire la construction d'un concept en tenant compte des pratiques supposées maîtrisées par les sujets; exactement comme pour l'enseignement général en français.

Pour nos langues-cibles au-delà de cette pratique; en plus de quelques réajustements que nous proposons, il faudra introduire les les notions d'ensembles et d'éléments assimilées aux langues et au monde sensible.

Dans la catégorie des mathématiciens émerge d'abord un courant restaurateur avec des pionniers[9] qui se sont efforcés de démontrer que les langues africaines étaient capables d'abstraction et sont aptes à véhiculer la science en traduisant dans ces langues des concepts scientifiques et notamment mathématiques.

Dans la même ligne de pensée s'est developpé par la suite le" souci d'acclimater les règles mathématiques connues aux langues africaines" et de "promouvoir une pédagogie dans ces langues" en "tenant compte de ce que les langues apportent sur le plan scientifique"[10]

Cette école récuse les traductions d'ouvrages didactiques dans les langues africaines et s'oppose par exemple à la construction du

---

[9] Notamment le Pr CHEIKH ANTA DIOP: Comment enraciner la science dans la culture Africaine, IFAN 1981.

[10] Par le Pr SAXIIR CAAM du Département de Mathématiques-Informatique de l'UCAD; cf communication Séminaire de Didactique Mathématique, Dakar, 1992.

nombre pour l'élève négro-africain car " il existe dans l'univers culturel de celui-ci, de sérieux balbutiements de formalisation mathématique" (10).

Le souci de découvrir la ou les logiques qui animent les techniques et systémes relatifs au calcul et à la numération est la seconde ligne-force de la recherche mathématique en langues africaines. Certains mathématiciens s'intéressent à l'étude systématique des stratégies des jeux, et on sait que certains d'entre eux se sont engagés dans des travaux qui n'ont malheureusement pas encore fait l'objet de publication[11].
L'étude succinte des systémes de numération est la dernière modalité de l'oeuvre des mathématiciens. Elle est la plus exhaustive et s'interesse à la stratégie des systémes, à leur archéologie à leur histoire et en définitive à leur écriture pour leur utilisation efficiente par les populations dans les projets de développement et par les enfants à l'école etc.
GENEVIEVE GUITEL[12] en procédant à l'étude de plusieurs systémes écrits montre l'importance de la dimention diachronique. Celle-ci est essentielle pour leur intelligibilité. Elle cite peu les numérations parlées et à peine celles d'Afrique (qui sont justement marquées par leur oralité) hormis le systéme pondéral baoulé (p 26) à propos de la base deux.

Le travail de DOMINIQUE GUEGAN[13] est trés intéressant par sa perspective comparatiste tout d'abord. Elle intégre des langues et dialectes parlés dans differents pays (Mali, Niger, Sénègal) pour comprendre les différentes stratégies des numérations concernées et

[11] C'est le cas de TRAORE,Directeur de l'IREM de Niamey au Niger cité par A;E;KANE.

[12] GENEVIEVE GUITEL : Histoire comparée des Numérations écrites, Paris, FLAMMARION, 1975.

[13] D. GUEGAN: L'enseignement des mathématiques en langues africaines, ACCT, Paris, Dec 1983.

examiner des questions telles l'expression des grands nombres et le lien numéral/syntagme. Elle souligne la necessité pour les chercheurs d'aller plus loin dans les investigations et de se préoccuper des ressources des langues et des cultures-cibles susceptibles d'éclairer les démarches intellectuelles sous-jacentes aux dénombrements, de la formulation d'une meilleure approche pour l'enseignement du calcul et de l'arithmétique dans les langues en question. Elle termine en mettant en garde contre la précipitation qui risque d'engendrer l'echec.

Les limites de ce travail tiennent sans doute à son objectif déclaré: il est commandité par l'ACCT qui voulait aprés enquête "canaliser ce qui se fait ". Ainsi une part non négligeable de son corpus est issu du secteur planifié seul à l'exception, entre autre, de la recherche, des ONG, de l'informel etc. Ce qui en limite l'exhaustivité par rapport à cet objectif déclaré de saisir les stratégies mises en jeu dans les systémes concernés.

L'avant dernière ligne-force est la thése de A.E.KANE (4) qui est sans doute la plus exhaustive à ce jour. L'analyse des particularités historiques de l'expression des nombres dans les langues ouest-africaines (les sous-groupes ouest-atlantique et mandé), ainsi que la connaissance des propriétés arithmétiques de ces systémes de numération sont deux des points essentiels de ce travail.

Parti du constat que la dimension historique faisait défaut dans l'oeuvre des mathématiciens, il arrive à des conclusions intéressantes pour la recherche. La première est que les stratégies de dénombrement dans toutes ces langues tiennent à des facteurs historiques. Il met alors en évidence quelques points essentiels des principes et procédés qui président d'une part aux techniques de numération, d'autre part aux symbolismes qui s'y rencontrent.

Il apparaît ainsi que la domination de la base décimale est établie dans toutes les langues étudiées, même si les systémes de numération demeurent fortement tributaires de leur caractère oral avec les limites inhérentes à de telles numérations comparativement aux systémes écrits.

Les effets de l'oralité sur la stratégie de dénombrement sont particulièrement négatifs comme on le voit par exemple dans l'expression de la coordination (addition: "plus", "avec" "et") pour la formation de certaines unités (les nombres de 6 à 9 en général) et pour toute expression numérique composée d'éléments représentant differentes puissances de la base, ce qui est le cas du dénombrement ou même les nombres intermédiaires.Il en va de même pour toutes les opérations qui auraient dû être muèttes dans un dénombrement. Outre le manque de concision, ces effets créent dans le systéme des risques de confusion avec l'apparition des paires ambiguës.

Exemple:

	284	10.001	11.000
PULAAR	teemedde didi e capande jeetati e nay (100 x 2)+(10 x 8)	ujunaaje sappo e go'o (1000 x 10) + 1	ujunaage sappo e go'o (1000 x 10)+1
WOLOF	naari teemeer ak juroom netti fukk ak neent (2 x 100)+(8 x 10)+4	fukki june ak benn (10 x 1000) + 1	fukkijune ak benn (10 x 1000)+1
FRANÇAIS	Deux cent quatre vingt quatre (2 x 100) + (80 + 4)	dix mille un (10 x 1000) + 1	onze mille (11 x 1000)

A travers ces exemples on peut appréhender les problèmes soulevés par A.E.KANE. Pour le pulaar la convention d'ordre relativement à la numération écrite de position n'est pas la même; les coefficients qui affectent 100 et 10 ne sont pas disposés de la même façon qu'en wolof et en français. Ce qui semble-t-il, malgré la distributivité de la multiplication par rapport à l'addition pose problème dans une numération de position.Il est en tout cas nécessaire de concilier les exigences de performances opératoires et celles de respect de la logique des langues ou volonté d'expression, vision des locuteurs.

Pour le wolof la difference avec le français est qu'il maintient explicitement comme le pulaar et le sereer, des marques de relations entre monômes d'une part, entre puissances et coefficients d'autre part. Cette différence de convention d'ordre semble donc selon A.E.KANE être à l'origine de l'ambiguité des couples précités, ce qui "menace" le principe de discrimination (clarté et distinction dans son fonctionnement).

La dernière modalité concerne des études qui ont déjà connu des applications pratiques dans le cadre des projets de développement ou à l'école. C'est le cas de J.P.CAPRILE, A. KHAMIS et N.NGABOT[14] qui, partis avec le dessein " promouvoir l'acquisition par des personnes de langue maternelle ngambay les concepts et opérations des mathématiques occidentales" en sont arrivés à procéder d'abord à l'analyse des systémes de numération du ngambay et du mango, langues du sud du Tchad.

Ils constatent que ces systèmes renferment des lacunes et proposent de les combler par l'utilisation de zéro dont la nominalisation permettrait de démonter le fonctionnement des systèmes.

Après une analyse mathématique très intéressante[15] ils

---

[14] "Pour une terminologie de l'enseignement du calcul dans les langues africaines "actes de la V^{e} table-ronde de linguistique appliquée, avril 1981-AUPELF-Université de Yaoundé. Bulletin de l'AELIA n°6, I983.

[15] Selon la méthode d'A Deledicq (p279) qui distingue plusieurs niveaux dans le système.

parviennent à la conclusion que les deux langues ont des structures identiques dans l'expression des quatres techniques opératoires "qui paraissent liées à une représentation spatiale particulière qui pourrait être les techniques de manipulation concrètes d'objets suggérés par A Deledicq [16] Ils proposent alors une série de termes pour exprimer les concepts.

Le travail est intéressant en ce qu'il parvient, par une analyse assez objective- qui prend en compte tous les niveaux des systèmes - à l'identification claire des structures de ces systèmes, ce qui permet, outre la compréhension de leurs fonctionnements, une comparaison relativement facile.

Il est limité par la non prise en compte, dans la proposition des termes, de toute la densité conceptuelle qui devrait transparaître. Cette procédure, assez fréquente est à la base des entropies facilement identifiables dans les performances des sujets.

TOHSSAINT YAOVI Tchitchi[17] lui, après avoir procédé, à la description et à l'étude du fonctionnement de l'Ajagbé une langue béninoise et constaté des lacunes dans l'expression des grands nombres par la saturation du système qui opère avec deux bases 10 et 40 avance la décimalisation comme solution. Celle-ci expérimentée par une équipe de réformateurs n'à pas abouti à une économie de l'énonciation car les termes nouvellement proposés ne sont pas plus courts, mais facilite la manipulation des grands nombres et se révèle efficace.

Ce travail est surtout intéressant par la distinction

---

16 ibid.

17 "Numération traditionnelle et arithmétique moderne "in savoirs Endogènes, Pistes pour une recherche sous la direction de P.J.Huntongi publie par le CODESRIA Dakar Juillet 1994 pp. 109-138

essentielle constatée par Tchitchi et qui est de fait établie dans la numération aja qui distingue la structure conceptuelle du système telle que la langue la conçoit et qu'il appelle énumération, c'est à dire la comptine, et la désignation ou l'acte par lequel une quantité est désignée par un nombre.

Seule la décimalisation hâtive est à déplorer. En effet s'il est légitime d'ouvrir les langues à d'autres concepts et procédures il n'en est pas moins important de prendre en compte; suffisamment, des spécificités des systèmes. Une numération n'est pas seulement une structure énonciative ou discriminative. C'est un système qui malgré ses possibles anomalies (dues à son oralité) renferme les éléments qui structurent la pensée de ses utilisateurs et qui sont une modalité parmi d'autres, de la pensée qu'ils sont suceptibles d'enrichir.

Or un système ne se modifie pas sans se détruire ou devenir autre. Ce qui pourrait freiner la crétivité des locuteurs.

Enfin la dernière application est celle présentée par Yvette Amon-Tanon [18] qui met en lumière les difficultés rencontrés par des alphabétiseurs chargés de donner à des villageois(es) une formation en gestion dans leur langue.

Le saut de l'oralité à l'écrit, effectué sans précautions et la croyance naïve que les systèmes (français et tagbanra) étaient isomorphes les, conduit à directement établir un tableau de correspondance (terme à terme sans doute). L'existence d'un système de base (en tagbanra) à a elle seule ruiné cette construction et obligé à chercher d'autres solutions. Ce qui pose encore une fois la problématique de la langue-cible.

---

[18] "Langues et projets de développement" in La culture du développement sous la direction de Souleymane Bachir DIAGNE publié par le CODESRIA et FOCSIV DKR 1991

a") La pratique de l'analyse des erreurs du sujet comme solution pédagogique à l'échec de l'apprentissage des mathématiques envisage le problème sous l'angle du complexe enseignement général/mathématiques, qui est bien connu.Mais certains précônisent l'utilisation pour les langues africaines de cheminements non cartésiens pour parvenir aux vérités mathématiques là où d'autres proposent l'absorption originale des règles connues par des langues porteuses en germes, de sérieux balbutiements de formalisation mathématique dans leur univers tout au moins.

b") Cependant, c'est dans le cadre de l'étude des sytèmes de Numération que les positions sont plus précises. A la découverte des logiques et / ou des propriétés arithmétiques des systèmes par l'étude directe de leurs fonctionnements succède la problèmatique des grands nombres avec la décimalisation et la réorganisation des systèmes.

C'est dans ce cadre que surgissent des difficultés:

* Certains croyant les systèmes (de la Numération décimale notamment et de numérations hybrides à plus d'une base) isomorphes, procèdent directement à l'enseignement du calcul avec des résultats mitigés dus entre autre à :

- l'introduction de concepts étrangers dans des sytèmes spécifiques (base décimale, zéro etc)
- un saut de l'oralité à l'écrit non accompagné d'une analyse préalable des langues cibles et/ou des structures spécifiques des systèmes.

* d'autres les réorganisent dans une perspective de refonte radicale qui impose pratiquement par decret les schémas du système décimal tel qu'ils apparaissent dans des langues comme le français ou l'anglais au détriment des spécificités des langues et systèmes-cibles.

Celà conduit à de sérieux problèmes dans les deux cas; dans l'enseignement du calcul et par suite des mathématiques en langues africaines. Ce qui pose le problème de la neutralité et de l'universalité des mathématiques et de ses supports conçus comme simples instruments de communication.

II/LES MATHS EN QUESTION

On peut se demander si concevoir les mathématiques en langues africaines n'implique-t-il pas non une traduction de concepts et/ou de la langue des mathématiques actuelles, mais plutôt la recherche et le développement, dans ces langues, de formes singulières de mathématiques ?

Les mathématiques actuelles tendant à se généraliser par une formalisation de plus en plus poussée, ne tiennent plus compte que de "l'efficacité" et ignorent les différences culturelles. Comme tout système de connaissances les mathématiques présupposent un point de vue sur le réel, fonctionnent sur une méthode et aboutissent à des énoncés, positions ou propositions. La méthode déductive qui conduit à ces énoncés découle d'un point de vue très particulier sur le réel. Ce point de vue rendu familier par une longue pratique est le plus souvent implicite - le sujet s'efface - et consiste, entre autre, à considérer les objets comme invariants pour le sujet qui les manipule. Dans ce contexte il est nécessaire de s'interroger sur la validité des énoncés car leur vérité est relative à la méthode qui les a engendrés et à elle seule. C'est pourtant d'elle que découlent toutes autres modalités déductives que sont les méthodes algébriques où les objets sont surtout objets de calcul; les méthodes topologiques où les objets sont objets de déformations, ruptures, convergence; les méthodes probabilistes où l'aspect aléatoire est au premier plan etc.

Les systèmes de pensées, propres aux diverses sociétés, tels que véhiculés dans le langage ordinaire à travers les langues naturelles et par suite écrites ne sont pas isomorphes.
En effet les membres d'une communauté linguistique donnée ont le même univers sémantique, façonné par leur commune perception du milieu dans lequel ils vivent - le réel - et manifesté pour une large part par cet outil de communication qu'est la langue à laquelle ils ont recours.

L'écriture modifie tout système de pensée en l'emprisonnant d'abord dans un formalisme souvent rigide, parce qu'elle substitue au schème temporel et linéaire de la parole vivante, le schème spatial qui lui oppose les contraintes liées à sa nature. Cela est également vrai pour les mathématiques. Il en résulte ce que d'aucuns appellent "la rigueur" et qui n'est rien d'autre que le rejet du contexte de découvertes ou réseau d'hypothèses, travail d'exploration des matériaux à partir desquels on bâtit les mathématiques proprement dites; tout le schéma heuristique, la pensée vivante et naturelle.
Dans l'activité de découverte, la pensée obéit à des mécanismes inconscients et dans ce contexte les mathématiques sont un réservoir de conjectures, un amalgame de pratiques, d'intuitions en gestation. Le contexte de preuve par contre, qui seul est accepté comme "logique", "scientifique", est ce système solide du savoir mathématique, somme des résultats du contexte de découverte. Par la somme de ses résultats, il aboutit à la création d'un langage ou plus précisément d'une modalité du langage, une langue structurée, dont le premier caractère est "qu'elle ne se parle pas", étant tout entière du côté de l'écriture. Cette écriture des énoncés mathématiques est différente de celle des langues naturelles, parce qu'elle est un code unique dont le support est la pensée contraire-

ment aux langues naturelles dont l'écriture est un code second. Le rôle de la langue source par rapport à la langue mathématique est double; c'est d'une part la langue par laquelle se lisent les énoncés, se font les commentaires et peuvent se donner plusieurs traductions de l'énoncé écrit, en extension ou en compréhension. D'autre part la langue source est investie partiellement dans le travail mathématique parce que les chaînons du raisonnement s'appuient sur elle, notamment sur sa syntaxe et ses capacités déductives, mais également sur sa sémantique et capacités autres que déductives. La langue mathématique est en fait mise en relation de signes. Le sens d'un énoncé est souvent contenu dans son organisation propre.

Ainsi "la critique logique qui opère au niveau des sytèmes déjà constitués a tendance à rejeter les démarches de la découverte au niveau de la subjectivité, de l'aventure et du hasard, parce qu'elle les oppose globalement aux procédés d'une pensée qui déduit avec des procédés assurés."[19]

Et de fait après avoir été séparé du champ mathématique l'invention est dissimulée puis évacuée. Parce que sa position est un démenti à celle du discours cohérent et logique: «Elle concentre des pouvoirs subalternes menaces du sous-sol universel à l'encontre des principes épistémologiques fermes»[20]

Ces pouvoirs sont ceux de l'irrationnel ou de ce qui est donné pour tel.Et c'est pour exorciser l'irrationnel que la rigueur logique s'est érigée en barrière.

Ainsi ce qui apparaît à qui veut aborder les mathématiques c'est

---

[19] N. MOULOUD: Les structures, la recherche et le savoir; Paris, 1968, p.296

[20] SERGE MOSCOVICI :" Le jour de la fête chez le cordonnier in Pourquoi la mathématique pp 203-204.

essentiellement un produit fini sur lequel il ne dispose d'aucune information et qu'il devra manipuler avec d'autres produits du "même genre" à engendrer selon des normes préetablies.
Cette pratique n'empêche-t-elle pas aux virtualités dynamiques et parfois particulières soit du fait de la culture,soit du fait de la sensibilité propre du ou des possibles inventeurs de s'exprimer ? Et si tel est le cas ne limite-t-elle pas la pensée en substituant à sa pratique,qui est une des premières raisons d'être des mathématiques, la pensée (particulière) d'une pratique avec des généralisations souvent abusives et/ou un ésotérisme prononcé qui rejette tous les non-initiés voire même des initiés, qui sont tous pensants ? Car derrière l' "apprendre à écrire écrire et à parler" dans cette langue, il surtout l'"apprendre à penser" dans cette langue. Et ainsi les valeurs technico-scientifiques - efficaces-modernes étant supposées investies de la vérité absolue, le préjugé s'encraine selon lequel penser dans cette langue c'est le comble de la vérité. Certains enseignants sont même allés jusqu'à dire que si tel élève ou étudiant n'arrive pas à traduire une "situation concrête" dans cette langue c'est qu'il est incapable de s'en faire une représentation.

N'est-ce pas aller un peu vite si on sait qu'il n'y a pas qu'une seule représentation possible ou d'une situation ? Et sa richesse fait qu'une situation concrête est beaucoup plus complexe que les abstractions qui en sont présentées. Celles-ci découlent de simplifications plus ou moins arbitraires de la réalité. Arbitraires parce que fruit d'un choix intrinsèque du sujet qui par la suite s'efface.

Le succès des mathématiques dû à leur pertinente efficacité n'est pas discutable.

Cependant, ont-elles le caractère neutre, intemporel et universel que l'on veut leur attribuer ?

En réalité les mathématiques se perçoivent différemment, ce qui montre bien leur caractère à la fois pluriel et ouvert. Ainsi donc, il est permis de se demander si les mathématiques ne doivent pas s'enrichir s'il y a lieu à tous les niveaux (conceptuel, méthodologique, etc) d'apports nouveaux ?

En fait certains perçoivent les mathématiques comme étant des "mathématiques du ciel"[21], c'est à dire qui sont perçues comme étant des structures existantes en soi et cherchent à présenter leur monde (qui existerait indépendamment de notre esprit)tel qu'il soit formé de ces structures.D'autres les considèrent comme la structure du monde naturel ou social. Dans ce cas, elles existeraient dans les choses elles-mêmes. En les manipulant concrètement l'enfant finirait par s'approprier les propriétés mathématiques qu'elles contiennent, à la seule condition d'y mettre le temps nécessaire.

Enfin un troisième point de vue considère les mathématiques comme une création un ensemble d'instruments. Elles ne sont pas découvertes mais inventées et fonctionnent comme une métaphore du monde réel.

b°) - Le troisième point de vue est vérifié par les modèles mathématiques utilisés pour représenter la réalité et qui n'ont pas tous le même caractère permanent. Dans un article intéressant, GEORGES GLEASER [22] montre l'évolution de la compréhension des propriétés multiplicatives.On y apprend que "les mathématiciens ont depuis DIOPHANTE d'Alexandrie (fin du 3e siècle ap J.C) jusqu'au

---

[21] Selon l'expression du philosophe des sciences Jean DESANTI

[22] Cité par Richard PALASCIO, Québec, Chercheur au CIRADE et professeur au département de math-informatique de l'UQAM in PLOT n°55 de juin 1991,pp 3-4 .

19e siècle utilisé ces propriétes sans vraiment les comprendre"- Exemple le produit de deux entiers négatifs égale un entier positif; même EULER justifiait que :

$(-1) \times (-1) = 1$

et non (-1) étant donné que

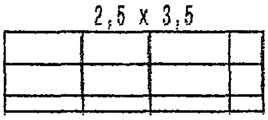
$(-1) \times (1) = (-1)$!?!

La place[23] était occupée et celà fonctionnait alors que c'etait sur la base d'une symétrie tirée du tableau des signes lui-même. De même les modèles finissent par rendre les armes et ne plus représenter la réalité sans l'introduction d'artifices; Exemple le bilan commercial (ou addition répétée)[24] issu d'entiers positifs.

$2 \times 3 = 2 + 2 + 2 = 3 + 3 = 3 \times 2$ achoppe sur le produit de facteurs positifs inférieurs à 1.

C'est encore le cas de la surface rectangulaire[25] issue du produit de nombres fractionnaires qui s'adapte plutôt mal aux relatifs.

2,5 x 3,5



$$2{,}5 \times 3{,}5 = (2+0{,}5) \times (3+0{,}5)$$
$$= 2(3+0{,}5) + 0{,}5(3+0)$$
$$= 2\times3+(2\times0{,}5)+(0+3)+(0{,}5\times0{,}5)$$

C'est en 1867 que le mathématicien Allemand HERMANN HENCKEL, sans même le savoir, mit un terme à cette recherche du modèle parfait qui pourrait justifier les propriétés multiplicatives sur tout ensemble de nombres une fois pour toutes. Plutôt que de chercher des exemples concrets ou pratiques, il decréta le caractère imaginaire des nombres relatifs. Ceux-ci comme tous les autres, sont des inventions et non des découvertes !

---

23 Celà montre le rôle de l'écriture,c'est dans le tableau des signes des opérations que le raisonnement s'effectue.

24 Voir GRIGNON, 1987

25 LYON 1988: "La multiplication et l'addition répétée" in <u>instantanées mathématiques</u> vol XXIV N°4 p.40

Le développement des mathématiques à toutes les époques, chez tous les peuples (Egyptiens, Indiens, Arabes, Chinois, Grecs, etc) s'est effectué grace à la recherche de solutions à des problèmes spécifiques d'une part, aux spéculations sur le réel d'autre part, indépendamment du "sens commun". C'est ainsi les mathématiques recouvrent des réalités fort distinctes.
D'une part, les opérations élémentaires de la vie, "les maths de tous les jours"[26], qui seraient le bagage mathématique minimum dont chacun devrait être pourvu: "arithmétique surtout, un peu d'algèbre, une petite intervention de géométrie [26]".
D'autre part les recherches ultra-sophistiquées, généralement fruits du raisonnement axiomatique. Cette pensée met en scène des êtres pûrement abstraits. Ce qui est très différent des mathématiques classiques des Gallilée et Newton, dont les conceptions découlaient d'une abstraction à partir du monde physique. La droite par exemple était une idéalisation du modèle tangible que fournissait la vue d'un rayon lumière ou le toucher de l'arête d'une règle. Dans la conception actuelle, les êtres mathématiques sont sans attache avec le monde sensible, ils sont des abstractions pures ne prenant vie qu'au sein d'un système ad-hoc lui-même purement abstrait, et ne peuvent être utilisés que par référence à cette totalité.
L'une et l'autre mathématiques intéressent la recherche en langues africaines en tant que réference et partie entière de la mathématique, surtout dans ce qu'elles ont de plus pratique et didactique (applications, techniques, points de vue,concepts et méthodes).

Elles devront permettre aux populations de s'affranchir de la non utilisation et/ou de la non prise de conscience des mathémati-

---

[26] A. DELEDICQ, "Recherche pédagogique et culture" N°40 Mars Avril 1979 Vol VII pp.37-38

ques en tant qu'outil élaboré de pensée et de pratiques efficientes dans la résolution de problèmes concrets.Un avantage certain en serait retiré: tout d'abord leurs génies gagneraient dans la résolution de ces problèmes concrets et ponctuels ou durables auxquels elles sont confrontées quotidiennement; ensuite la pensée mathématique serait enrichie par de nouvelles spéculations sur le réel,grace à la maîtrise de la pensée écrite que permettent de plus en plus l'alphabétisation et l'introduction de l'enseignement des langues africaines dans les écoles.

Cet enseignement commence nécessairement par l'apprentissage du calcul et auparavant l'étude et l'écriture des systémes de numération.

III/ ANALYSE DES STRUCTURES: SYSTEMES DE NUMERATION ET DE PENSEE

c") Ainsi ce travail s'inscrit dans la droite ligne de l'approche compréhensive, telle que précônisée par MAX WEBER et les tenants de cette approche. En "effet pour eux l'explication d'un phénomène social situe essentiellement dans les significations que les individus donnent à leurs actes. Celle-ci est à rechercher dans la conscience des personnes; elle est intérieure. Pour la découvrir, il faut passer par les opinions individuèlles et y rechercher les principes et valeurs qui orientent les comportements. Les conduites sociales sont en effet intentionnées et inspirées consciemment ou non par un ensemble de représentations mentales en dehors desquelles elles ne peuvent être comprises. Une certaine vision du monde,de la société,de la vie ."[27]

Les systémes de pensée s'inscrivent dans ce cadre,et dans cette

[27] R QUIVY,L.V.CAMPENHOUDT in Manuel de recherches en Sciences Sociales,DUNOD-1988 p 93.

perspective pour bien comprendre la logique qui anime les systémes de numération des langues ouest-atlantiques sous-groupe nord afin de:

- Les réorganiser selon cette perspective (si elle existe).
- Résoudre les problèmes posés par l'enseignement du calcul et des mathématiques dans les langues en question, il faut se réferer aux normes, catégories mentales etc que les sujets ont interiorisées (techniques utilisées en calcul mental par les virtuoses en ce domaine dans leurs langues, formes de raisonnement dans la résolution des problèmes de type mathématique, les différents mécanismes qui huilent les méthodes conscients ou non etc).

Nous nous plaçons précisément dans la problèmatique de l'analyse des différentes structures des systémes de numération et pas seulement de leurs fonctionnements. Il sera alors possible de proposer des solutions concrètes aux problèmes des paires ambiguës à celui du contenu conceptuel à donner au zéro pour le rendre opérationnel dans les systémes qui ne le nomment pas. Ce qui constituera l'information de base à partir de laquelle des choix et des orientations pédagogiques et d'abord des techniques opératoires particulières pourrons être opérées en toute objectivité.

Une première hypothèse en partie vérifiée est qu'il est possible de découvrir une logique qui fasse l'économie du cheminement cartésien et exprimant des vérités mathématiques dans les langues-cibles.

Les concepts de structures internes et de schémalogique ont permi l'un de bien analyser les systémes l'autre (qui n'est pas encore examiné) de bien délimiter notre champ.

La structure interne est la forme canonique des différents niveaux des structures des systémes de numération ainsi que des valeurs sémantiques qui y sont attachées. Le schémalogique lui est la forme "abstraite" au sens hjelmslévien du terme[28] inventorie les matériaux utiles , précise les contours des divers cheminements et les ajuste selon les mécanismes ainsi démontés.

Les résultats obtenus concernant la structure des systémes notamment leurs formes canoniques, l'arrangement qui permet de résorber et les ambiguités et la structure globale de la nomenclature ainsi que la conceptualisation permettent la maitrise par les formateurs des concepts mathématiques-clefs dans les langues-cibles ainsi que des raisonnements ayant trait aux diverses techniques opératoires.

Avec l'examen du sens des opérations et des conditions de leurs inventions il devient possible de résorber les difficultés soulevées-par les expériences en cours-en soustraction (avec le problème de la retenue) et avec la division (le problème de la retenue et celui des diviseurs avec deux chiffres). Et celà par la compréhension de la notion de retenue qui est liée à la technique opératoire d'une part à son contenu sémantique et mathématique qui part des classes de collections d'élements dénombrables, ainsi que de celle de la notion de partage.

Nous commençons par un examen des structures des langues-cibles avant d'aborder l'analyse proprement dite des niveaux morphologique et syntaxique de leurs systémes de numération dans un premier temps. En seconde partie nous examinerons les structures mathématiques des systémes.

---

[28] Pour Hjelmslèv la forme matérielle est la forme intermédiaire entre la forme et la substance.C'est le contenu "la signification générale", "reflet de la forme pure projetée sur la substance".Les significations elles-mêmes sont structurées et il précise que la substance sémantique s'organise en une hierarchie de niveaux.in HJELMSLEV: Essais Linguistiques.Ed Minuit,1971 pp105-121.

B/ STRUCTURES DES SYSTEMES DE NUMERATION

Les systèmes de Numération sont en fait sous-systèmes des langues-cibles. Ils sont de ce fait, pour une large part, tributaires de ces langues à tous les niveaux. Il est nécessaire par conséquent, de commencer l'étude de leurs structures et fonctionnement par une étude sommaire des différents niveaux des langues-cibles et d'abord les traits caractéristiques de ces langues.

En effet les langues ont des particularités dont la connaissance est indispensable pour qui veut les étudier. Ce sont la classification nominale, l'alternance consonnantique et l'harmonie vocalique.

I/ LA CLASSIFICATION NOMINALE

C'est un procédé qui consiste à regrouper les noms ou substantifs en certains ensembles ou classes précises, spécifiées par une consonne qui est ainsi un classificateur.

Les classes ont des fonctions diverses; phonologiques, sémantiques et surtout grammaticales. Dans ce dernier cas elles servent à marquer des accords tels l'opposition de nombre singulier vs pluriel, de genre etc.

Un schéme d'accord est établi par l'identité de la consonne de la classe de celle des marques qui l'accompagnent (article, démonstratif, pronom) etc.

Ce principe cardinal des langues-cibles (et d'autres) n'a pas encore été examiné et perçu dans toute sa lattitude. En effet les linguistes qui s'occupent (le plus souvent), essentiellement de

décrire et de constater se contentent de remarquer qu'il y a des classes, au principe discriminatoire lâche sans plus.
Il nous semble au contraire que le principe même de la classification nominale est révélateur de la structure de la pensée des populations-cibles. En effet cette attitude qui consiste à ranger toutes les catégories existantes dans des classes précises traduit le souci d'organiser, de structurer d'une certaine manière (subjective et objective) le réel, l'univers. Ainsi la patronymie et le système des castes obéissent au même principe: sérier, discriminer, ordonner.

Cette perception que nous avons de la classification nominale n'est pas sans rapport avec la classification numérique.

Un nombre est un représentant d'une classe de collections équipotentes. Tous les nombres entrent donc dans les classes qui sont les leurs. Celà nous permet d'appréhender le zéro, dont nous parlerons dans la partie mathématique.

Disons simplement au vu de ce qui précède, qu'il est important que les linguistes, en accédant à la connaissance du fonctionnement des langues, puissent également restaurer l'identité des classes, ce qui aura pour effet de mieux les comprendre les langues avec ses conséquences positives pour l'enseignement des disciplines scientifiques.

I.1 - LE SYSTEME DES CLASSES DU WOLOF [29]

Le wolof possède dix classes précises marquées par l'opposition singulier/pluriel. Les classes du singulier sont au nombre de huit (8) b, g, j, k, m, s, w celles du pluriel sont au nombre de deux (2) ñ et y qui constituent elles mêmes l'opposition humains/

[29] Cf: Amadou DIALLO: Eléments systèmatiques du wolof contemporain CLA 1983

non humains.

Trois éléments assez vagues, parce que ne se rapportant à aucun nom précis avec des valeurs sémantiques établies (f, n, c)
f idée de lieu, locatif fi fii; file: "ici"; "ici insistance", "ici" désignation"
n = indique la manière ni, nii, nile "comme cela"; "insistance"
c = valeur situationnelle ci "avec"
Les illustrations des autres classes se feront lors de l'étude de la dimension morphologique de la numération du wolof.

1.2 - LE SYSTEME DU SEREER

En sereer le seul phénomène permettant d'identifier les propriétés morphologiques du nom c'est l'opposition singulier/-pluriel. Les noms qui sans cette opposition montrent un trait identique de leur morphème de classe et une alternance consonnantique de même nature appartiennent à la même classe nominale.

* Le morphème de classe est postposé.
  Il existe trois formes de marques de classes a, o et Φ correspondant à trois groupes de classe nominales.
* Les noms ayant la marque o constituent l'ensemble des classes o appelé groupe o.
  Ce groupe comprend o_1 et o_2
* Les noms ayant la marque a constituent l'ensemble des classes a appelé groupe a.
  Ce groupe comprend a_1 et a_2
* Les noms n'ayant pas formellement de marque constituent l'ensemble des classes Φ appelé groupe Φ.

Ce groupe comprend cinq classes Φ_1, Φ_2, Φ_3, Φ_4, Φ_5.

Ces neuf classes sont celles dégagées par souleymane FAYE[30] qui estime que «si certaines classifications ont dépassé le nombre, c'est parce que certaines catégories du nom ont été considérées comme classes alors qu'en réalité ce sont des dérivés devant intégrer les classes existantes, ou alors des noms devant former des classes secondaires. C'est le cas des dimunitifs...» p 23.

1.3 - LE SYSTEME DU PULAAR

Le pulaar est une langue fortement dialectalisée. L'inventaire des classes varie selon les descriptions. Arnold[31] en distingue 24 dans le peul de Gombe, tandis que Fari Silaat KA [32] en distingue 22 à 24 et Mamadou NDIAYE 22 dans le parler firdu de la haute Casamance[33] dans sa description du Pulaar de Kaedi [34] Carole Paradis distingue 21 classes. Nous utilisons le plus souvent cette dernière classification puisque c'est notre idiome maternel [35].

---

30 cf: Souleymane FAYE Morphologie du nom Sereer: système nominal et alternance consonnatique CLAD 1985

31 ARNOTT D.W. The nominal and verbal système of Fula Londers 1970

32 Fari Silaat KA Description morphologique du fenguelle (Parler peul au Sénégal) Thèse de Doctorat de 3ème Cycle Paris III 1977

33 Mamadou NDIAYE: Morphologie des nominaux et des verbaux du pulaar CLAD 1983

34 CAROLE PARADIS: Le pulaar de Kaedi, Thèse de P.H.D Université de Montréal 1986

35 Cette langue ne se différencie guère du pulaar parlé dans tout le Nord du Sénégal et est son prolongement dans le Sud de la Mauritanie

Ce système s'établit donc comme suit:

Numéro de classe	degré d'alternance consonnantique	Variantes des suffixes de classes			
		A	B	C	D
1	II	o	jo	ɗo-o	ɗo
2	I	ße-en	ße	ße	ße
3	II	el	wel-yel	gel	ngel
4	II	al	wal-yal	kal	kal
5	III	on	won-yon	kon	kon
6	I	re-de	re	de	nde
7	III	ri-di	ri	di	ndi
8	I	ru-du	ru	du	ndu
9	I	e	we	ge	nge
10	I	o	wo	go	ngo
11	III	u	wu	gu	ngu
12	II	al	wal	gal	ngal
13	II	om	wol	gol	ngol
14	III	a	wa	ka	ka
15	II	i	wi	ki	ki
16	I	o	wo	ko	ko
17	III	am	jam	ɗam	ɗam
18	II	om	jum	ɗam	ɗum
19	II	e	je	ɗe-le	ɗe-le
20	II	i	ji	ɗi-li	ɗi-li
21	III	a	wa	ßa	ßa

II/ <u>ALTERNANCE CONSONANTIQUE</u>

Elle est caractérisée par la variation de la consonne initiale et parfois finale de certains éléments léxicaux voire grammaticaux des langues qui obéissent à ce principe. Les variations sont soumises à des règles précises.

En pulaar et en sereer, l'alternance consonantique joue un rôle important et son conditonnement est légèrement phonologique.

mais surtout morphologique. En wolof, le rôle de l'alternance est plus modeste.

Ces alternances sont identiques structurellement parlant dans nos trois degrés "ce qui pose le problème de leur origine commune". Une telle origine a en tout cas légué des situations où ces alternances pouvaient apparaitre. Ce serait le cas des préfixes de classes nominales qui auraient existé dans "l'ancêtre commun", seraient restés dans certaines langues auraient disparu dans d'autres après avoir causé des modifications de l'initiale du radical (c'est à dire des alternances initiales) se seraient définitivement soudés dans d'autres langues encore. Le conditionnement d'origine des alternances semble donc bien avoir été phonologique, mais il ne l'est plus, sauf pour quelques langues où l'alternance apparait comme d'origine récente.

Dans la plus part des langues les alternances se produisent à l'initial des lexèmes nominaux, adjectivaux et verbaux, mais il arrive qu'elles s'étendent à des éléments grammaticaux, marques de classe (Pulaar) déterminant du nom, possessifs, relatifs, connectif etc.

Dans les langues-cibles l'alternance apparait également en finale de léxème (pulaar, wolof cf 30 et sereer cf 33).
Les illustrations se feront directement sur les noms des nombres.

III/ L'HARMONIE VOCALIQUE

Cet" accord vocalique "est une adaptation mutuelle des sons dans la chaine parlée. A l'instar des phénomènes d'assimilation, de dissimulation et autres, l'harmonie vocalique est un cas spécifique de relations entre phonèmes vocaliques dans nos langues-cibles mais également consonantique dans d'autres.

Elle est spécifiée par son caractère contraignant sur les suites de voyelles. Elle s'exerce le plus souvent et en tout cas pour nos langues-cibles sur les radicaux ou sur des suites de morphèmes qui entretiennent des relations étroites.

Ex :Radical + affixe de dérivation

Radical + modalité etc

- L'harmonie s'exerce à l'intérieur de ce qu'il est convenu d'appeler unité d'harmonie et accepte certaines suites de voyelles en en excluant d'autres.Il est attesté quatre types d'harmonie.

- L'harmonie isotimbre qui existe dans toutes les langues qui possèdent l'harmonie vocalique car la voyelle n'y peut se combiner qu'avec elle-même.

- L'harmonie labiale dans laquelle on distingue des voyelles arrondies et des voyelles non arrondies.

_ L'harmonie palatale dans laquelle on distingue des voyelles postérieures et des voyelles non postérieures et

- L'harmonie ATR (Advanced Tongue Root) ou avancement de la racine de la langue qui est l'harmonie qui existe dans nos langues-cibles.Cette harmonie est caractérisée par l'importance des mouvements horizontaux de la racine de la langue[36] dans la différenciation des deux groupes de voyelles -ATR et +ATR

Le système dans nos langues-cibles est celui de sept voyelles.

	wolof	Pulaar
+ ATR	i u é ò ë = i é ë ò u	i e o u
- ATR	e o a à aa = ee a aa o	& a O

La fonction de l'harmonie vocalique, dans une langue comme le wolof

---

36 Marie GUEYE "Les correlats articulatoires et acoustiques de la distinction ± ATR en ndut" Article de sa thèse de 3 e Cycle, Contribution à l'étude phonétique du vocalisme ndut" Strasbourg 1984 - TIPS 1986 N°18

par exemple c'est de fournir des critères définitoires pour de l'unité intermédiaire entre le morphème et le syntagme c'est à dire le mot. L'unité d'harmonie spécifique à chaque langue est le plus souvent un radical accompagné d'affixes dérivationnels ou exprimant des modalités très intimement liées au radical (ex oon - òòn).

Ainsi dem-na, gis-na; dòòr-na, door-na, jel-na wax-na sont des mots en wolof.

En sereer les nombres comme ðik, tadik,nahik etc s'harmonisent avec le classificateur redoublé: a cek a ðak "deux poules" a pis a nahak "quatre"(4) chevaux.

En pulaar, la thèse de Carole paradis pose le problème même de l'interprétation de l'harmonie et donc du nombre de voyelles en Peul cinq ou sept ?

C/ STRUCTURE DES LANGUES CIBLES

I/ LE WOLOF

La grammaire de cette langue est relativement bien connue. Le système phonologique est marqué par l'existence de quarante deux phonèmes dont seize voyelles et vingt six consonnes réparties comme suit:

voyelles: 9 brèves et 7 longues

Brèves			longues		
i	ë	u	ii		uu
é	a	ò	éé		òò
e	à	o	ee	aa	oo

Consonnes: occlusives p/ b t/d k/ g q
nasales m n ñ ŋ
fricatives f s x h
latérale l
vibrante r
semi-voyelles y w
prénasales mb, nd, nj, ŋg

I.1 - LA STRUCTURE PHONÉMATIQUE DU WOLOF (28)

* Elle est marquée par l'opposition entre unités simples et complexes. Les unités simples sont les éléments phoniques réalisés par un mouvement articulatoire unique soit de fermeture (implosion) soit d'ouverture (explosion) en un point donné du chenal expiratoire.

* Les ségments complexes produits sont, selon le cas et les contextes soit des unités phonématiques simples, soit des suites ou séquences de deux unités simples, dans ce cas elles sont articulatoirement complexes.

* Deux séquences vocaliques sont forcément séparées par une consonne. ex: daa'ira = dayira "association religieuse"

Les séquences inscrites avec deux lettres sont des réalisations d'une seule voyelle.

* Toute unité significative (mot, énoncé) commence forcément par un segment consonantique unique. Le coup de grotte (') précède toute séquence qui aurait pû commencer par une voyelle.

ex /ubbi/ ---> 'ubbi "ouvrir" /indi/ ---> 'indi "apporter"

* Les séquences mb, nd, nj, ŋg représentent des unités phonématiques (consonnes) simples.

* La structure syllabique du wolof est de ce fait CV(c) ce qui permet également d'opérer une bonne coupe syllabique CV/C

Xalam (Xa-lam) "guitare" alal ('alal) "fortune"

cv-cvc cv/cvc)

mbooyo (booyo) (mb = b) "harmattan" walaxjaan (Wal/lax/njaan)

"larve de moustique " cvc/cvc/cvc

* En début de mot ou de syllabe c'est un mouvement d'ouverture (explosion) qui produit une occlusive simple tandis qu'en finale de mot ou de syllabe c'est un mouvement de fermeture (ou d'implosion) qui réalise l'occlusive simple.Celà entraine l'absence d'opposition des occlusives en finale.

fop = fob "prendre" fobal "prends"

wut = wud "chercher" wutel "cherche"

I.1.1 - LES COMPLEXES PHONEMATIQUES (consonantiques)

Toutes (ou presque) les consonnes sont susceptibles de se combiner pour former des groupes et des complexes bi-consonnantiques. Ceux-ci sont toujours, des suites de deux éléments dont le premier est implosé et le second explosé, les deux éléments étant séparés par une frontière syllabique.

I.1.2 - AGREGATS OU GROUPES HETEROGENES DE CONSONNES

Les groupes consonantiques hétérogènes du wolof sont des suites de deux éléments assez différenciés. Les possibilités ci-après, apparaissent par exemple parmi les 1500 mots les plus fréquents du wolof contemporain.

-bl-;	-ft-;	-gl-;	-gc-;	-gt;	-jt-;	-lb-;	-ld-;	-lk-;	-lw-;	-lx-;
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
-md-;	-nw-;	-rb-;	-rk-;	-rn-;	-rs-;	-rt-;	-sk-;	-sl-;	-tb-;	-tl-;
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
-wb-;	-wl;	-wr-;	-xl-;	-xn-;	-xt-;	-yb-;	-yd-;	-yk-;	-yn-;	-yt-
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33

La frontière syllabique qui sépare les deux éléments de ces groupes consonantiques est nette lorsque ceux-ci sont en position médiane intervocalique (wërsëg = wër-sëg; gaynde = gay-nde etc). En position finale une voyelle de soutien est suceptible d'apparaître après ces groupes consonantiques, laquelle peut être notée /ë/ ou /a/

ex: Sold = /sol-dë/ "salaire"

njort = /njort-të/ "pensée"

seyt = /sey-të/ "Jeune marié" etc

I.1.3 - COMPLEXES A NASALES

Ils sont formés par une juxtaposition étroite d'un élément nasal implosé et d'un élément oral explosé sourd ou sonore. Ces deux éléments sont homorganiques (c'est à dire qu'ils ont le même point d'articulation) sont séparés par une limite syllabique et sont susceptibles d'être suivis par une voyelle de soutien /ë,a/ en finale.

ex: Samp /Sam.pë/ "planter" janq /jan.që/ "jeune fille"

I.1.4 - LES CONSONNES DOUBLES OU GEMMINEES

Elles résultent du doublement de certaines consonnes et sont constituées par la succession de segments implosif, explosif d'une même consonne. Ces deux segments coarticulés sont séparés par une borne syllabique et sont susceptibles d'être suivis par une voyelle de soutien en finale.

Seuls f, s, x sont exempts de ces procédés.

* Les autres niveaux seront directement examinés dans l'étude du système de numération du wolof.

II/ LE SEREER (40)

Le système phonologique du sereer possède quarante trois (43) phonèmes dont 10 vocaliques et 33 consonantiques réparties comme suit:

Les voyelles: elles se répartissent en postérieures et antérieures. Toutes les postérieures sont arrondies

	antérieures	centrales	postérieures	Toutes les antérieures sont non arrondies
fermées	i ii		u uu	Elles sont classées selon le degré d'aperture, la
mi fermées	e ee		o oo	localisation et la quantité
Ouvertes		a aa		

LES CONSONNES

Occlusives	p/b, t/d, c/j, k/g, q, '
glottalisées	ß , δ, ƒ
Aspirées	bh , dh , qh
fricatives	f s y x h
prenasales	mb nd nj ng
nasales	m n ñ ŋ

r et l demeurent inclassés parce que distincts des autres phonèmes l'un par sa vibrance, l'autre sa latéralité.

II.1 - DISTRIBUTION DES PHONÈMES

Toutes les voyelles étant attestées à toutes les positions (de séquences précises: morphèmes et syntagmes, l'examen porte sur celle des consonnes.

II.1.1 - DISTRIBUTION DES CONSONNES AU SEIN DU MORPHÈME

POSITION INITIALE

Toutes les consonnes sont attestées.

Il y a lieu de préciser que l'occlusive glottale n'est pas attestée à l'initiale de lexème mais de morphème.

'aam marque de passé 1ᵉ personne du singulier

POSITION INTERNE

Toutes les consonnes à l'exception de h et ' peuvent se trouver en position interne du morphème.

POSITION FINALE

Toutes les consonnes sont attestées à l'exception de h

Remarque: l'occlusive glottale n'est pas attestée en finale de lexème mais de morphème.

-ee' marque du passif 2ᵉ personne du singulier

II.1.2 - DISTRIBUTION DES CONSONNES AU SEIN DU SYNTAGME

Position Initiale

Toutes les consonnes sont attestées à l'exception de '

Position Interne

Toutes les consonnes sont attestées, y compris h

ex: Koohod "traitre"

Kaahal "qui induit en erreur"

ga'aam "j'avais vu"

Position finale

Toutes les consonnes sont attestées à l'exception de h

ex: fadee' "tu es frappé"

II.2 GROUPE DE CONSONNES AU SEIN DU MONEME [37]

Ne sont attestées que les groupes CC (la langue n'admettant pas de groupement consonantique de plus de 2 phonèmes) dont le premier élément n'est pas une occlusive (le second élément étant ou non une occlusive) et ceux dont le premier élément est une nasale.

Les principales combinaisons attestées sont:

- celles dont les éléments ne sont pas des occlusives

- xt soxla "l'affaire"

-lf- kelfa "chef"

-lw- kelwar "noble"

-rs- Kersa "pudeur"

- Celles dont le deuxième éléments est une occlusive.

-rt- Kurtala "ceinture"

-rb- gurbaan "mets séreer"

-rk- borkondol "bracelet fait avec feuilles de ranier"

-rd- purndu "arbuste servant à faire des balais"

-sd- busdand "alentours du puits"

- Celles dont le premier élément est une nasale

-mt- dimle "aider"

-md- damduk "espèce de petit lézard"

II.3 - GROUPE DE CONSONNES AU SEIN DU SYNTAGME

Tous les groupes sont admis quelque soit la nature des deux consonnes.

Les principales combinaisons relevées sont:

- Celles dont le premier élément n'est pas une occlusive

-lt- boltin "debris"

-xt- toxtin "brûlures"

---

[37] TH. citée p.74

-rk- garkate "il ne viendra plus"

- Celles dont le premier élément est une nasale

-mk- lamké "il n'héritera pas"

-nk- Xonke "il ne mourra pas"

-ñk- fañke "il ne refusera pas"

- Celles dont les deux éléments sont des occlusives

-tk- retkiim "je ne partirai pas"

-g'- deg'iim "je n'avais pas"

-tp- taptin "eau de lessive usée"

II.4 - COMBINAISON VOYELLE-VOYELLE AU SEIN DU SYNTAGME

Une telle combinaison se trouve toujours à la jointure de deux monèmes.

ex: ga-aam "j'ai vu" (ga "voir") aam modalité verbale ayant pour signifié " accompli affirmatif 1^er^ personne du singulier".

a-to-ale " le bégaiement" (to bégaiement) xa ... ale "morphème de classe au signifie:" défini proche".

L'ACCENT

L'accent sereer a une fonction contrastive car il met en relief une syllabe du mot au détriment des autres.

La syllabe accentuée se distingue par l'intensité avec laquelle elle est articulée. Cette intensité se manifeste par:

- une énergie dans l'articulation
- une durée plus grande de la syllabe accentuée

L'unité accentuelle est le mot. Tout mot sereer porte l'accent.

LE NOM

Le nom est un élément susceptible d'assumer les fonctions suivantes

1°) sujet dans l'énoncé a prédicat verbal: o-tew-oxe-kaa soxaa "la femme est entrain de piler"

2°) objet dans l'énoncé à prédicat verbal avec expansion (objectale).

Kaa yera fo-sis "il boit du lait"

3°) complété et complétant dans le syntagme complétif

ɗiif no tafax "atelier de coordonnier"

4°) qualifié dans un syntagme qualificatif

mbaal ndan-ne "le mouton blanc"

Remarque: Les noms des nombres qui présentent des expansions sont à classer dans les 3e et 4e catégorie. Ils constituent des combinaisons assez complexes dont le démontage peut révéler la structure réelle des noms et aider à la résolution de certains problèmes.

II.6 - STRUCTURE DU NOM

Le nom tel qu'il est défini plus haut est analysable en trois éléments.

1/ un élément antéposé, dénommé préfixe de classe, qui appartient à une liste fermée et qui a les caractéristiques suivantes:

a°) faible corpulance: le signifiant est soit Φ, soit de forme v (o,a) soit de forme CV (fo, fa, xa)

b°) ne supporte jamais l'accent

c°) assume la fonction du nombre, seul ou combiné à d'autres marques.

d°) peut appartenir à différents nominaux

o-sar "natte"; o-loq "bâton" o fes "jeune homme" o qol "champ".

e°) peut apparaitre sous differentes formes.

o faam "âne" a'ɗat "chemin" fo soow "lait caillé" xa-koor "petit garçon"

2°) Un élément porteur de sens lexical; le radical qui a les caractéristiques suivantes.

a/ corpulence variable. Sont attestées les structures cvc, cvcvc, cvcv, cvccv, cvcvcv. Les formes cvc et cvcvc sont les formes canoniques.

b/ cet élément porte l'accent

3°) Un élément postposé dénommé suffixe de classe, qui appartient à une liste fermée et qui a les caractéristiques suivantes:

a) faible corpulence, forme c

b) n'apparaît jamais isolément mais toujours précédé du préfixe de classe et toujours combiné à une marque de détermination:

o-sar-o-l-e "la natte"
o-préfixe de classe
-sar- radical
-o- préfixe de classe répété
-l- suffixe de classe
-e- monème de détermination

c) Peut accompagner des préfixes de classes différents

o-sar-o-l-e "la natte"
a-sal-a-l-e "le pieu"
Φ-faaß-Φ-l-e "la grenouille" (préfixe zéro)

d°) Connait des expressions différentes

o-koor-o-x-e "l'homme" (-x-)
o-faam-o-l-e "l'âne" (-l-)
o-biy-o-G-e "l'enfant" (-G-)

Préfixe et suffixe constituent le morphème de classe, lequel est caractéristique de la classe des nominaux.

II.7 - LE SYNTAGME APPOSITIF

Structure:

Il se présente sous la forme d'une juxtaposition de deux termes. Il a les caractéristiques suivantes.

- il est toujours une pause entre les deux termes
- l'ordre des termes est reversible

Les termes constitutifs peuvent être deux nominaux ou syntagmes.

nominaux: ex: o ndokoore es Ñilaan "ma nièce" Ñilaan

2°) un pronominal et un nominal ou syntagme nominal

noo Adam "toi Adam"

ten, o gaal o qol le "lui le propriétaire de champ"

II.8 LE SYNTAGME QUALIFICATIF -

Structure qualifié + qualifiant

Chacun des termes est précédé d'un préfixe de classe qui est toujours celui du qualifié

o-Koor o-paax "un homme bon"

falay fa mbelu "des parole agreables"

paal qenu "des moutons convenables"

Lorsque le syntagme qualificatif est déterminé les morphèmes de determination sont suffixés au terme en fonction et de qualifiant, ce qui assure une plus grande cohésion du syntagme.

ndaxar aak ne "un grand arbre"

naak rewlene "cette vache" (litt ce bovidé femelle)

II.9 - NATURE DES CONSTITUANTS

Le terme en fonction de qualifie est nominal

Le terme en fonction de qualifiant peu être:

1°) <u>UN NOMINAL</u>

a°) <u>Substantif</u>:

o box o rew "une chienne" (chien femelle)

o biy o ngoor "un petit garçon" (l'enfant mâle)

parmi les substantifs seuls les deux radicaux o-ten, o-koor peuvent remplir la fonction de qualifiant.

b°) <u>adjectival</u> (terme utilisé par commodité, constitue une sous- classe des nominaux. Partage avec ces dernières la possibilité de se combiner avec les morphèmes de classe, mais s'en distingue par:

b.1/ la possibilité de se combiner avec tous les morphèmes de classe

b.2/ Ne peuvent jamais figurer en première position dans un syntagme nominal)

a-teex a tan "un baton blanc"

2°) <u>UN NUMÉRAL CARDINAL</u>

wiin dik "deux personnes"

a cek a tadak "trois poules"

o bay o leg "une main"

Xa kiid xa nahaq "quatre ans"

3°) <u>UN NUMÉRAL ORDINAL</u>

mbind ndadkandeer ne "la 3ème maison"

o hiid o dikandeer ola "la 2ème année"

<u>LES NUMERAUX</u>

Ils trouvent leur place dans les nominaux car comme eux ils se combinent aux modalités de classe, néanmoins ils se distinguent par les faits suivants:

Ils ne peuvent remplir la fonction de:

- complété pas plus que celle de complétant dans le syntagme complétif.

- qualifié dans le syntagme qualificatif

Remarque: 1°) Changement de timbres vocaliques

Dans les numéraux de 2 à 5 le timbre de la voyelle de la dernière syllabe change suivant la classe à laquelle appartient le mot avec lequel le numéral se trouve en rapport syntagmatique.

Le timbre: -a- pour les classes (a ... ake) 4 et 11(xa ... axe) (Cette classification est celle de Arame Fal et est légèrement différente de celle de Souleymane Faye citée plus haut mais n'affecte en rien la compréhension du fonctionnement du systéme de classification du sereer).

a cek a ðak "2 poules"

a pis a nahak "4 chevaux"

a pis ßetak "5 chevaux"

Le changement de la voyelle dans la syllabe finale du numéral est un fait d'harmonie vocalique car ces deux classes ont en commun la voyelle (a):

- le timbre i pour les autres classes

wiin ðik "2 personnes"

niig tadik "3 éléphants"

pid ßetik "5 maisons"

On peut rencontrer également le timbre -u; ðuk, taduk, ßetuk, mais seulement avec les noms d'êtres humains:

wiin taduk "trois hommes"

maamaax taduk "trois maçons"

De 6 à 9 la voyelle finale du 1er terme du syntagme est de timbre:

- aa pour les classes 4 et 11 (les mêmes que précédemment)

a cek ßetaa fo leg "6 poules"

a naf ßetaa dak "7 feuilles"

xa box ßetaa tadaq "8 chiens"

- uu pour les autres classes
  wiin ßetuu fo leg "6 personnes"
  naak ßetuu dik "7 boeufs"

2°) Alternance de la consonne finale pour les numéraux de 2 à 5

Pour la classe 11 (xa ... axe) le timbre de la voyelle dans la syllabe finale est [a] comme nous l'avons vu, mais la consonne finale, de **vélaire** qu'elle est habituellement pour les autres classes, devient **uvulaire**, autrement dit k passe à q.

III/ LE PULAAR

Le système phonématique du pulaar présente 41 phonèmes dont dix phonèmes vocaliques et 31 phonèmes consonantiques répartis comme suit:

voyelles: 5 brèves et 5 longues

	antérieurs		centrales	postérieures	
fermées	i	ii		u	uu
moyennes	e	ee		o	oo
ouvertes			aa		

Consonnes: 9 occlusives, 3 implosives ou glottalisées, 4 nasales, 3 fiscatives, 1 latérale, 1 vibrante, 2 semi-voyelles et 4 prénasales qui sont:

occlusives	p/b	t/d	c/j	k/g
implosives	ß	ð	ƒ	
fricatives	f	s	h	
nasales	m	n	ñ	ŋ
semi voyelles	w	y		
latérale	l			
vibrante	r			

III.1 - DISTRIBUTION ALLOPHONIQUE [38]

Le pulaar compte 37 phonèmes dont 10 vocaliques.
La longueur des voyelles est pertinente

III.1.1 - LES SEQUENCES PHONEMATIQUES

Séquences de voyelles

La séquence de 2 voyelles médianes $-v_1\ v_2-$ n'est pas attesté sauf en pulaar de kolda [33] dans les autres parlers, à l'instar du wolof, il y a toujours une consonne de disjonction entre elles qui est généralement l'occlusive glottale ou fricative glottale ou une semi-consonne (w,y)

ex: buhal "cuisse" buhe "cuisses" mbuhon "de petites cuisses"

le type $-v_1 v_2$ ex: mehoowo "bagayeur"

Séquence de consonnes

Elles sont deux catégories: une catégorie de séquences de 2 consonnes de type $c_1 c_2/c_1 c_2$ et une catégorie de séquences de 2 consonnes de type $c_1 c_2 c_3/\ c_1 c1 c_3$

Séquence de 2 consonnes médianes de type $c_1 c1/c_1 c_2$

*** consonnes identiques**

type c_1c_1 -pp- sappo "dix"

-bb- lobbo "noble"

les autres possibilités sont : -bb-; -tt-; -dd-; -cc- ; -ff- ; -kk-; -gg- ; -mm-; -nn-; -yy ; -ll-; -nn-; -ww- ; -yy-

***Consonnes non identiques**

type c_1c_2

-pt- heptude "retirer" "reprendre"

-ßd- njoßdi "prix, salaire"

[38] op. cit.; Ici les séquences prénasales sont analysées comme bi-phonématiques et sont par suite séparées.

Les autres combinaisons sont:

-bg- ; -br-; -kt-; -kd-; -bd-; -mp-; -mt-; -md-; -mk-; -mb-; -md-; -mr-; -nt-; -nd-; -nk; -ng; -lj-; -lk-; -lg-; -lb-; -ld-; -lm-;-ln- -nd-; -ns-; -nw-; -ñc; ñg; -ft-; -fd-; sd; -sk-; -lb-; ld-; -lf-; -rb-; -rt-; -rd-; -rk-; -rg-; -rb-; -rd-; -rm-; -rn-; -rn-; -rl-; -wt-; -wd-; -wk-; -mg-; wd-;-wn-; -wñ-; -wl-; -wr-; -yt-; -yd-;-yg- -yd-; -yn-; -yr-; -yw-.

SEQUENCE DE 2 CONSONNES MEDIANES DE TYPE $c_1c_2c_3/c_1c_1c_2$

*type $c_1c_2c_3$

-mnd- ; -mŋg-; -lmb-; -jowalmbaal "araignée"; lŋg - lnd- nnd; -nŋg-; "junŋgo "bras" -nŋg- konŋgol "pillage, assujetissement" -wŋg- bowŋgu "moustique" -ynd -yŋg-

*Type $c_1c_1c_2$

-mmb- salammburu "baton de commandement"

-nnd- conndi "poudre"

III.2 - STRUCTURE SYLLABIQUE

Il y a deux types: la syllabe fermée (terminée par une consonne) et la syllabe ouverte (terminée par une voyelle).

La classification syllabique est faite en considérant les seules substantifs. Elles se divisent en monosyllabes, disyllabes, trisyllabes, tétra, penta et sextasyllabes.

MONOSYLLABES

syllabes ouvertes	cv	gaa	"ici"
syllabe fermées	(c)vc	'am	"mon, ma"
	cvc	ñaw	"maladie"
	cvc	teew	"viande"

DISYLLABES

* SYLLABES OUVERTES (c)v-cv 'alaa "non"
(c)vc-cv 'eyyo "oui"
cv-cv hare "bataille, combat"
cv-cv cvc-cv cvc-ccv

* SYLLABES FERMEES cv-vc cv-cvc cv-cvc, cvc-cvc

TRISYLLABES

* SYLLABES OUVERTES: cv-cv-cv cv-cv-cv "jeedidi" "sept"
cv-cv-cv, cv-cv-cv
cv-ccv-cv, cv-cv-ccv, cv-cvc-cv, cvc-cvccv,
cvc-cv-cv, cvc-cv-cv, cvc-cv-ccv, ccv-cvc-cv

* SYLLABES FERMEES: cv-cv-cvc, cv-cv-cvc, cv-cvc-cvc, cv-cvc-ccvc, cv-cvc-cvc.

TETRASYLLABES

SYLLABES OUVERTES		SYLLABES FERMEES
cv-cv-cv-cv	cv-ccv-cv-cv	cv -cv -ccv -cvc
cv-cv-cv-cv	cvc-cv-cvc-cv	cvc -cv -cvc -cvc
cv-cv-cvl-cv	ccvc-cv-cvc-cv	cvc -cv -cvc -ccvc

PENTASYLLABES

SYLLABES OUVERTES	SYLLABES FERMEES
cv -cv -cv -cv -cv	cv-cv-ccv-cvc
cv -cv -cv -cvc -cv	cv -cv -cvc -cvc
cv -cv -ccv -cv -cv	cvc-cv-cvc-ccvc
cvc - cvc -ccv -cvc -ccv	
cvc -cv-cv -cv -cv	

SEXTASYLLABE

balewaagal reedu "méchanceté".

cv-cv-cv-cvc-cv-cv

<u>REMARQUES</u>

L'examen sommaire de la structure des langues cibles révèle quelques convergences qui peuvent être utiles pour les systèmes de numération de même que quelques différences notoires tout aussi utiles.

1°) Le nombre de classes est sensiblement réduit en wolof et en sereer (10,9) par rapport au pulaar (21) bien que celà soit surtout le fait de classifications qui utilisent des critères taxinomiques très différents, notamment, certaines excluent les formes dérivationnelles d'autres nom.

2°) Le pulaar et le sereer sont fortement dialectalisés, le wolof l'est dans une moindre mesure

3°) L'alternance consonantique joue un rôle considérable en pulaar et en sereer. En wolof elle est moins productive sur le plan gramatical notamment.

4°) L'harmonie vocalique joue dans les noms de certains nombres fondamentaux (cardinaux) du sereer, elle autorise la remise en cause l'existence de 5 phonèmes vocaliques pour le pulaar.

5°) Au niveau phonologique

a°) le wolof se différencie du pulaar et du sereer par le nombre des ses phonèmes vocaliques (9) contre (5-7).

b°) Toutes les trois langues ont la même stratégie pour une séquence devant débuter par une voyelle, elles font précéder la glottale pour respecter leur structure syllabique.

d°) Les possibilités combinatoires des phonèmes consonantiques sont les mêmes virtuellement du moins.

IV/ LES SYSTEMES D'ALTERNANCE

Wolof

I/ f s 'yw x r l y w b d t j g m n

II/ pp cc kk q dd tt ll yy bb ww pp t tt jj gg kk mm nn nd

II/ p c k x r l y w mb nd nt nj ŋg m n

SEREER

I/ b f w d r t j s g h x b ḍ f

II/ p b t r a e k q p t ɛ

III/ mb nd nf ŋg nq p t ɛ

PULAAR

I/ r w y f s h

II/ d b g p c k

III/ nd mb ŋg p c k

D/ STRUCTURES MORPHOLOGIQUES

La morphologie traite de la structure interne des mots;elle étudie leur constitution.Ces mots peuvent être réduits en unités significatives plus petites qu'eux; les morphèmes.Ceux-çi sont identifiés et isolés pour permettre une meilleure compréhension du fonctionnement de la langue; une connaissance effective de sa structure.

I/ DEFINITION DES CONCEPTS

I.1 - LES MOTS SECONDAIRES (contenant des formes libres)

I.1.1 - LES MOTS COMPOSES

Ce sont ceux où l'on trouve plus d'une forme libre: teemedere ujunere, ɓetuu nahik .

Les formes libres sont les constituants du mot composé.

I.1.2 - LES MOTS SECONDAIRES DERIVES

Ce sont ceux qui contiennent une forme libre: sappande; sappo est la forme de base.

I.2 - LES MOTS PRIMAIRES (ne contenant pas de forme libre)

Ce sont ceux qui contiennent plus d'une forme liée benn ñaar ...

I.3 - LES MOTS MORPHÈME

Ce sont ceux formés d'un seul morphème: ak, fo, e respectivement "et" ou "avec" en wolof, "plus" ou "et" en en séreer "et" ou" plus" en pulaar.

II/ ANALYSE

Les deux niveaux d'analyse délimités par la méthode bloofieldienne sont:

- Celui de l'identification des morphèmes et
- Celui de la recomposition de ceux-ci en vue de former des mots.

WOLOF

II.1 - DECOUVERTE DES UNITES SIGNIFICATIVES

benn = b-indice de classe, classificateur nominal singulier
- enn: classe des des unités.

Il existe une relation entre les classificateurs et la formation des mots. Dans le cadre de l'alternance consonnantique par exemple, ce classificateur peut alterner avec (g-, k-, l-, m-, s-, w-, y-, ñ-).

b-	- enn	morph	sing	avec sens	unité, abstrait etc
g-	"	"	"	"	arbre,végétal
k-	"	"	"	"	unicté,Dieu ou une personne
m-	"	"	"	"	lui;menn mi
s-	"	"	"	"	diminitif ou péjor
w-	"	"	"	"	nom d'animaux,de collectifs, de partie du corps ou du corps lui-même.
y-	"	"	pluriel	"	les uns,certains etc
ñ	"	"	"	"	ceux, certains etc
2-ñaar	-aar		"		classe des couples
3-ñett	-ett		"	"	classe des triplets
4-ñeent	-eent		"	"	classe des quadruplets
5-juroom	-oom			"	classe des quintuplets
	jur-			sens	enfanter
6-fukk	f-		"	"	locatif
	-ukk				rapproché de kukk,mukk etc avec l'idée de totalité ou de fin de série.

7-fanweer fan	jour(s).
-weer	mois (singulier).
8-tééméér téém-	forme empruntée et assimilée à -eer forme finale de weer.
9-june	forme empruntée également.

II.2 - REGROUPEMENT DES UNITES SIGNIFICATIVES MINIMALES

Les unités sont soit juxtaposées, soit coordonnées soit juxtaposées et coordonnées.

II.2.1 - LES UNITÉS JUXTAPOSÉES

Ce peut être des mots-primaires dérivés ou des mots composés.

*les mots primaires dérivés

juroom-benn (cinq-un) ; juroom-ñeent (cinq-neuf)

*les mots-composés

ñaari fukk (deux-dix) ; fukki junni (dix mille).

tééméér junni (cent mille) ; juroom-ñeenti tééméér junni cinq-quatre centaines mille

Unités Coordonnées par le morphéme ak

ce sont un ou plusieurs mots primaires dérivés. Les séquences attestées sont les suivantes:

* Un mot primaire dérivé est coordonné à deux mots primaires dérivés juxtaposées

- fukk ak juroom-benn dix et six-un.
- fanweer ak juroom-ñeent trente et cinq-quatre
- fukk ak benn junni dix et un mille.

* Deux mots primaires dérivés juxtaposés sont coordonnés à un mot primaire dérivé.

ñaari fukk ak benn — deux.dix et un

ñetti junni ak ñaar — trois mille et deux

fukki junni ak benn — dix mille et un

* Deux ou trois mots primaires juxtaposés sont coordonnés à deux autres mots primaires juxtaposés.

ñaari fukk ak juroom-benn - deux dix et cinq-un

juroom-ñeenti fukk ak juroom-ñeent

cinq-quatre dix et cinq-quatre

II.2.2 LES UNITES JUXTAPOSEES ET COORDONNEES

Ce sont plusieurs mots primaires dérivés qui sont juxtaposées et coordonnés plusieurs fois.

* juroom-benni junni ak ñeenti téeméér ak fanweer ak ñett

cinq-un mille et quatre cent et trente et trois

* juroom-ñaar fukki junni ak ñeent ak juroom-ñetti téeméér ak ñeent fukk ak benn.

cinq-deux dizaines mille et quatre et cinq-trois cent et quatre dix et un.

Tels sont les modes de regroupement des unités significatives minimales.La langue étant un tout on voit déjà à ce niveau (morphologique) des structurations liées au niveau immédiatement supérieur (syntaxique) apparaitre.

LE PULAAR

II.1 - DECOUVERTE DES UNITES SIGNIFICATIVES MINIMALES

1- go'o Pour comprendre et analyser la structure de cette séquence il est nécessaire de préciser qu'elle est soumise à l'alternance consonnantique initiale et finale. Ce qui en cache la forme de base.

L'alternance consonantique rappelons-le,est liée au systéme des classes nominales et au moins partiellement au systéme verbal.

Le pulaar connait particulièrement l'alternance initiale des suffixes de classe.

Ainsi les adjectifs,ici notre mot dérivé, lorsqu'ils sont associés à un substantif s'accordent avec ce substantif.L'accord se fait en classe.

go'o appartient au paradigme w-g-ng-

il est donc alternant avec wot "un" "un seul"

* nagge woote (wootere) "une vache";"une seule"

* waandu wooturu "un singe" "un seul"

* neɗɗo gooto "un homme", "un seul"

* puccu ngootu "un cheval; un seul"[39]

go'o "un" peut-être interprété diachroniquement comme une contraction de gooto ou gooto oo."l'unique"; le deuxième oo serait un démonstratif.

2 - ɗiɗi Peut-être segmenté en ɗi/ɗi : dans ce cas ɗi serait la marque de la classe n°20 variantes C et D et signifierait ceux (plusieurs) s'opposant à go'o .

Ce qui confirme l'opposition dégagé en sereer:l'unité et les autres ou l'oppsition singulier vs pluriel.

Il peut également être segmenté en ɗiɗ/i qui respecte également la structure syllabique. ɗiɗ signifierait ceux: de ɗii doo et serait spécifié par i classe 20, variante A degré II de l'alternance, ce qui est vraissemblable.

3 - tati tat/i radical tat- (trois) i marque de classe

4 - nayi nay/i " nay- (quatre)i marque de classe

---

[39]H LABOURET La langue des Peuls ou foulbés n°16 IFAN Dakar, 1952.

5 - joyi joy/i " joy- (cinq) i marque de classe
6 - sappo sapp/o " sapp-(dix) o " " " 16 A
7 - noogaas a fait l'objet d'une interprétation intéressante (4) ce serait la contraction de neɗɗo gasɗo: la personne achevée, réalisée.
8 - teemedere terme emprunté cent
9 - ujunere " " mille

Remarque sappo est soumis aux alternances initiales et finales.

sappo	capanɗe	sappande	sappoɓo
dix	dizaines	dizaine	dixième

-ande "contenant"
-ɗe "marque du pluriel;apparait en finale".

II.2 - REGROUPEMENT DES UNITES SIFNIFICATIVES MINIMALES

Les unités sont soit juxtaposées, soit coordonnées,soit juxtaposées et coordonnées.

II.2.1 - PROBLÈMES MORPHOPHONOLOGIQUES

La morphophonologie traite des phénomènes observables à la frontière de la phonologie et de la morphologie. Tels sont ceux observés dans les formes suivantes.

* Avec les mots-composés

jeegom = joyi + go'o
jeeɗiɗi = joyi + ɗiɗi
" " "
jeenayi = joyi + nayi

Ces formes sont construites à partir de deux formes libres juxtaposées où la première forme joue le rôle de forme de base. On remarque d'abord une modification de la forme de base joyi au contact des autres formes.L'élision de y et de i est le premier phénomène observable.

a˘) joyi e go'o __________ jeegom

- y et i se prononçant a peu prés au même endroit se confondent avec l'adjonction (a juxtaposition) de go'o qui survient en même temps que l'infixation du coordinatif -e-.

- l'élision du nouveau phonème (y+i) par le coordinatif -e- parce que:

1˘/ la langue n'admet pas la séquence cvvvc-

*joyiego'o ou

*joiego'o

2˘/ -e- etant en position forte c'est la séquence en position faible qui tombe naturellement.

- Le contact de e et o qui sont de même aperture entraîne une assimilation régréssive, e étant en position forte.

- Ce qui nous donne jeego'o qui est trés répandue dans plusieurs parlers peuls de la Guinée, du Mali et du Cameroune.Mais nous avons ici l'adjonction d'un -m

à la place de -o.

Il faut rapprocher cette forme de jeegomal = jeegoßal "le sixième de quelque chose"

ß et m étant articulatoirement proches (ce sont des labiales) et étant des séries (glottales et nasales) n'entrant pas dans le système d'alternance semblent avoir historiquement entretenu des relations particulières.

Les autres formes sont solidaires des mêmes explications excepté pour la consonne finale -m qui n'est propre qu'a la forme jeegom.

II.2.2 - <u>LES UNITÉS JUXTAPOSÉES: DES MOTS-COMPOSÉS</u>

teemedere ujunere	cent mille
ujunaaje ujunere	milliers mille

ujunaaje teemedde ƃiƃi	milliers centaines deux
teemedde ƃiƃi ujunere	centaines deux mille

II.2.3 - <u>LES UNITÉS COORDONNÉES PAR LA MORPHÈME -e-</u>

Ce sont des mots primaires dérivés entre eux.

* <u>deux mots primaires dérivés</u>

sappo e go'o	dix et un
noogaas e nayi	vingt et quatre
teemedere e go'o	cent et un

* <u>deux mots primaires dérivés coordonnés à un mot primaire dérivé</u>

capanƃe tati e go'o	dizaines trois et un
ujunaaje sappo e go'o	milliers dix et un
ujunaaje sappo e go'o	milliers onze
ujunaaje noogaas e go'o	milliers vingt et un

Du fait de la propension de la langue à agglituner les unités nous nous retrouvons avec seulement deux types: les mots composés et les mots primaires dérivés, ce qui simplifie la structure du mot et la conforme à celle de la syllabe.

LE SEREER

II.1 - <u>IDENTIFICATION DES UNITES SIGNIFICATIVES MINIMALES</u>

1 - leg /leng A été rapproché de loq "bâton".Peut également être rapproché de leggal mot pulaar avec le même sens, ou de lag "assemblée" ou "terre" avec sens d' "unité circonscrite". C'est en rapprochant leg de ƃik que nous pourrons ségmenter. Il y'a un rapport évident entre les deux derniers ségments de chacun de ces deux formes.

De / eg / a

/ ik / on note

1°) Une fermeture de la voyelle : -e-_______ i / C sourde

2°) Un assourdissement de la consonne -g _______ k / v fermée

3°) L'implosive est parfois assourdie parfois sonore.

* Devant la latérale qui est sonore la voyelle s'ouvre et la consonne subséquente est sonorisée.

* Devant l'implosive (sourde) la voyelle se ferme et la consonne subséquente s'assourdit.

On voit donc que le passage de leg à ɗik marque, comme pour les autres langues, l'opposition singulier/pluriel; l'unité et les autres.C'est le trait de sonorité qui en est ici responsable.

2 - ɗik deux ,couple

3 - tadik trois.La particule ta- antéposée occasionne le passage de la glottalisée ɗ de ɗik à l'occlusive correspondante d.

ta- serait un préfixe de classe.

4 - nahik quatre.

La particule na- antéposée occasionne le passage de ɗ à la constrictive glottale h.Ce phénomène est attesté dans la langue (cf p39), h apparait en position interne d'une séquence plus vaste que le morphème.

5 - ɓetik Nous pouvons isoler ɓet qui peut être rapproché du pulaar ɓetde "mesurer" et/ou "peser".Ce qui confirme l'organisation autour de la base quinaire.Cinq (5) serait l'étalon de mesure.

La variante ɓetuu où le timbre -uu commute avec -ik est déterminée ainsi par la classe. -uu apparaît pour toutes les classes à l'exception des classes 4 et 11 (classification A FAL) mais seulement avec les noms d'humains. Dans celles-çi c'est -aa qui apparaît (voir p 42)

6 - xarßaxay En considérant la structure du nom sereer telle que définie par A FAL (p 39) ainsi que la nature des numéraux nous pouvons:

1°) Isoler -axay qui signifie "les voilà"; "ils sont là".

2°) xarßaxay appartient à la classe 11: xa .... axe qui est un morphème discontinu qui joue le rôle d'article défini.

3°) Nous pouvons rapprocher ß de ßay = "main".

o ßay = une "main" a ßay = des "mains".

4°) xa- est un préfixe de classe qui assure la fonction de nombre.

-ßa......y est un radical avec sens "main" soumis au principe du morphème discontinu.

-xa- suffixe de classe (classe 11).

r- consonne de disjonction

La structure du radical étant cvc.

La forme canonique devrait être *xaßayxa ou *xaßayaxe. Celà serait plus conforme à la structure du nom. Cependant, à cause de sa nature de numéral qui fonctionne légèrement différemment, on aboutit à xarßaxay qui est manifestement formé par analogie avec la forme axay "les voilà" et l'influence de la forme de la classe 11.

Cette formation qui s'écarte de la structure canonique du nom est un élement essentiel pour l'explication de l'utilisation du comput digital pour nommer certains nombres à un moment donné de l'histoire.

5°) L'alternance x ---- q xarßaxay ---- qarßeen est normale (cf p.47) mais la séquence -een demande quelques explications.

La structure canonique du nom nous fournirait les dispositions suivantes: un préfixe de classe répété et/ou un suffixe de classe et eventuellement un monème de détermination.

Donc le premier segment du morphème -een au moins appartient au radical.

C'est donc encore une fois l'oppostion singulier vs pluriel qui fonctionne et conditionne les variations constatées.

-n est un suffixe de classe, il n'est pas suivi de marque de détermination (à cause du pluriel)

Une harmonie vocalique regressive ou le i de ðik assimile la voyelle de détermination -e qui elle même assimile (économie articulatoire) en position forte la voyelle a.

Ce qui explique l'apparition de -een qui témoigne de l'existence d'alternances internes qui sont le fait, le plus souvent, de conditionnements morphologiques et/ou phonologiques.

7 - teemed: cent; mot d'emprunt

8 - juni: mille " "

Remarque: juni est soumis au phénomène d'alternance initiale: juni/cuni

II.2 - REGROUPEMENT DES UNITES SIGNIFICATIVES MINIMALES

Les nombres 6, 7, 8 et 9 sont composés à partïr de ßetuu.

Les unités sont soit coordonnées, soit juxtaposées, soit coordonnées et juxtaposées.

II.2.1 - UNITÉS COORDONNÉES

6 - ßetuu fo leg

11 - xarßaxay fo leg

10.001 - juni xarßaxay fo leg

II.2.2 - UNITÉES JUXTAPOSÉES

7 - ßetuu ɗik cinq deux

9 - ßetuu nahik cinq neuf

20 - qarßeen ɗik dizaines deux

II.2.3 - UNITÉS COORDONNÉES ET JUXTAPOSÉES

60 - qarßeen ßetuu fo leg dizaines cinq et un

99 - qarßeen ßetuu nahik fo ßetuu nahik

dizaines cinq quatre et cinq quatre

11.000 - juni xarßaxay fo leg milliers dix et un

Ce sont ici des formes libres minimales qui sont soit juxtaposées, soit juxtaposées et coordonées.

III/ CONCLUSION

Les sustèmes étudiés révèlent l'existence pour chaque langue de neuf mots primaires dérivés (huit pour le sereer qui n'a pas de mot particulier pour désigner vingt ou trente comme c'est le cas por le pulaar (noogaas) et le wolof (fanweer).

Ces mots jouissent d'une réelle stabilité interne et sont carctérisés par une disposition particulière des uns par rapport aux autres et une place précise des morphèmes à l'interieur de ces mêmes mots.

Les indices de classes sont toujours en position initiale n'apparaissant le plus généralement que sous la forme de l'opposition singulier/pluriel b/ñ - y en wolof.

Cette opposition peut être redondante et est marquée simultanément par l'alternance consonnantique (s/c en pulaar; j/c en sereer) par le morphème -i (pluriel) en wolof et pulaar; ik- uu en sereer et même un troisième morphème ɗe- ooji en position finale (pulaar).

Les mots secondaires formés de combinaisons particulières des mots primaires dérivés et des mots morphèmes. Ce sont soit:

- des mots composés 1°) juroom benn

2°) ßetuu fo leg

3°) sappo e δiδi

Certains de ces mots composés sont passés au statut de mots primaires dérivés par une procedure propre aux langues-cibles et qui consiste à contracter ces formes pour les conformer à leurs structures syllabiques. Cette contraction est très nette en pulaar; en wolof le phénomène d'assimilation est perceptible même si la forme nouvelle n'a pas subi d'alteration hormis le i final qui est tû parfois dans les formes marquées au pluriel. En sereer en revanche, bien que le fonctionnement de la langue laisse prévoir un comportement similaire, sa manifestation est plus floue.

- Soit des mots secondaires dérivés 1°) tééméér

2°) ujunere

3°) ßetuu

dont les formes de base sont respectivement téém-

ujun-

ßet-

toujours disposés de la même manière.

Les mots morphèmes sont les coordinatifs ak, e et fo respectivement pour le wolof, le pulaar et le sereer.

Les séquences se combinent de trois manières: elles sont soit juxtaposées, soit coordonnées, soit juxtaposées et coordonnées.

E/ STRUCTURES SYNTAXIQUES

Les structures syntaxiques des systèmes de numération de nos langues-cibles peuvent être appréhendées dans le cadre de l'analyse distributionnelle, par l'examen de la répartition des unités de séquences dépassant ce que nous avons défini comme mots au niveau morphologique. L'organisation de ces séquences sera saisie par l'identification des différents types d'unités (de ces séquences) grâce à leur(s) forme(s) et leur(s) position(s).

A ce niveau de l'analyse, l'examen des capacités combinatoires des mots et des morphèmes d'un sous-ensemble de la langue-le domaine fini de la numération-est très économique et permet de trouver des solutions aux problèmes d'ambiguïté qui sont plus formels que sémantiques.

I/ SEGMENTATION

PULAAR

1°) sappo e go'o dix coord un 11

2°) sappo e jeenayi dix coord neuf 19

3°) noogaas e go'o vingt coord un 21

4°) noogaas e jeenayi vingt coord neuf 29

5°) capanɗe tati e go'o dizaines trois coord un 31

6°) capanɗe jeenayi e jeenayi dizaines neuf coord neuf 99

7°) teemedere e go'o cent coord un 101

8°) teemedere e sappo e go'o cent coord dix coord un 111

9°) teemedere e capanɗe joyi e jeeɗiɗi
cent coord dizaines cinq coord sept 157

10°) teemedde ɗiɗi e capanɗe jeenayi e joyi centaines deux coord dizaines neuf coord cinq 295

11°) teemedde jeenayi e capanðe tati e jeegom
centaines neuf coord dizaines trois coord six 936

12°) ujunere e teemedere e sappo e go'o
mille coord cent coord dix coord un 1111

13°) ujunere e teemedde jeenayi e capande tati e nayi
mille coord centaines neuf coord dizaines trois coord quatre
1934

14°) ujunaaje tati e teemedde nayi e capande jeeðiði e jeegom
milliers trois coord centaines quatre coord dizaines sept
coord six 3476

15°) ujunaaje jeetati e capanðe tati e go'o
milliers huit coord dizaines trois coord un 8031

16°) capande jeeðiði ujunere e teemedde jeenayi e capanðe tati e
jeeðiði
dizaines sept mille coord centaines neuf coord dizaines trois
coord sept 70.937 (ou 16')

17°) teemedere ujunere cent mille 100.000

18°) ujunaaje ujunere milliers mille 1.000.000

19°) teemedde nayi ujunere e teemedde jeenayi e capanðe joyi e go'o
centaines quatre mille coord centaines neuf coord dizaines
cinq coord un 400.951 (19').

20°) ujunaaje ðiði e teemedde joyi e capanðe nayi e tati
milliers deux coord centaines cinq coord dizaines quatre coord
trois 2543.

21°) ujunaaje sappo e go'o milliers dix coord un 10.001

22°) ujunaaje sappo e jeenayi milliers dix coord neuf 10.019

23°) ujunaaje sappo e go'o milliers onze 11.000

24°) ujunaaje noogaas e go'o milliers vingt coord un 20.001

25°) ujunaaje capanðe jeenayi e jeenayi milliers dizaines neuf coord neuf 90.009.

26˘) teemedde ƃiƃi ujunere centaines deux mille 200.000

26'˘) ujunaaje teemedde ƃiƃi milliers centaines deux 200.000

27˘) ujunaaje teemdde tati e teemedde jeenayi e capanƌe tati e ƃiƃi milliers centaines trois coord centaines neuf coord dizaines trois coord deux 300.932

28˘) ujunaaje teemedde joyi e capanƌe tati e go'o e teemedde jeeƃiƃi e sappo e jeegom

milliers centaines cinq coord dizaines trois coord un coord centaines sept coord dix coord six 531.716 (28').

29˘) miliyonɲaaji ujunere e ujunaaje teemedere e capanƌe jeenayi e tati

millions mille coord milliers cent coord dizaines neuf coord trois 1.001.000.903

30˘) miliyonɲaaji teemedde joyi e capanƌe tati e jeegom e ujunaaje teemedde jeetati e capanƌe jeeƃiƃi e jeegom e teemedde jeeƃiƃi e capanƌe nayi e jeetati

millions centaines cinq coord dizaines trois coord six coord milliers centaines sept coord dizaines sept coord six coord centaines sept coord dizaines quatre coord huit 356.876.748

I.2 - LES UNITES DES SEQUENCES

Certaines séquences présentent les mêmes caractéristiques structurales. Un examen sommaire montre que dans une même position on retrouve les mêmes types d'unités. Les listes de ces unités ne sont pas infinies; leurs possibilités combinatoires sont également en nombre limité. Grace à la commutation nous pouvons identifier les divers types d'unités par leurs formes et leurs positions.

I.2.1 - Les Classes d'Unités

Les séquences suivantes présentent les mêmes caractéristiques structurales: 1°) ; 2°) ; 3°) ; 4°) ; 7°).

Leur structure est X coord Y

X représentant les noms des nombres de dix à l'infini et donc les dizaines x1; les centaines x2; les milliers x3; les millions x4, c'est la classe I.

Y représentant les noms des nombres compris entre 1 et 9 avec

y1 = 1 à 5

y2 = 5 à 9.C'est la classe III

e etant un coordinatif représentant la classe II .

	Structures Séquentielles	Exemple
1°)	X coord Y	1°), 2°), 3°), 4°), 7°)
2°)	X.y coord Y	5°), 6°).
3°)	X coord X coord Y	8°).
4°)	X coord X.y coord Y	9°).
5°)	X.y coord X.y coord	10°), 11°), 15°).
6°)	X coord X coord X coord y	12°).
7°)	X coord X.y coord X.y coord y	13°).
8°)	X.y coord X.y coord X.y coord y	14°).
9°)	X.Y.X coord X.Y coord X.y coord X.y coord y	I6°), 19°) .16°)'.
10°)	X.X	17°), 18°).
11°)	X.X coord y	21°), 22°), 23°), 24°).
12°)	X.X.y coord y	25°).
13°)	X.y.X = X.X.y	26°).
14°)	X.X.y coord X.Y coord X.y coord y	27°).
15°)	X.X.Y coord X.y coord y coord X.y coord X coord y	28°),28°)'.

16˚) X.X coord X.X coord X.y coord X.y 29˚).

17˚) X.X.y coord X.y coord y coord X.X.y coord X.y coord y coord X.y coord X.y coord Y.

Dans ces différentes séquences en faisant des substitutions dans des positions précises (par exemple à l'intérieur de X qui représente x1, x2, x3, x4 respectivement les dizaines, les centaines, les milliers, les millions ; ou à l'intérieur de séquences délimitées par coord) on ne fait varier que la signification lexicale des séquences c'est à dire selon la définition de Charles Fries[40], la signification fournie par les mots porteurs de sens dans la séquence;la signification grammaticale ou structurale étant la somme des fonctions de ces différents mots et demeurant elle la même.

Ce sont donc les unités lexicales qui sont fonction des classes déterminées,la position de ces classes étant toujours la même.

X apparaît à l'initiale et à l'interne et jamais en finale sauf si la séquence n'est composée que de X comme en 17˚) et 18˚) etc ou si la séquence est réversible c'est à dire dans le cas de l'existence de la possibilité d'un changement de la distribution à l'intérieur de la séquence délimitée 26˚).

Y apparaît à l'interieur de la séquence et en finale et jamais en position initiale.Les noms des nombres représentant Y étant généralement des déterminants dans l'opposition déterminant/déterminé des syntagmes on remarque des stratégies différentes.

Le coordinatif e n'apparaît qu'en position interne de la séquence. Il s'en suit que toutes les entités qui peuvent occuper la gauche de la séquence c'est à dire être à l'initiale et précédedr le

---

40 <u>Introduction à La Linguistique Générale: la Syntaxe</u> Claude Germain-Raymond LeBlanc-Présses de l'Université de Montréal, 1989.

coordinatif sont de classe I.
Les séquences qui occupent la position médiane et délimitent les entités qui sont de ce fait des syntagmes, sont les coordinatifs et sont de classe II.
Toutes les parties qui occupent la dernière position dans les séquences sont de classe III. Elles correspondent le plus souvent à y et sont structurellement des syntagmes complétifs.
Les entités de classe I correspondent à X et sont le plus souvent des syntagmes additifs car elles doivent s'adjoindre les syntagmes complétifs au moyen des entités de classe II ou coordinatifs pour constituer une séquence compléte; un énoncé du nom d'un nombre.
Par l'observation de leur comportement nous avons donc défini des classes d'unités et des entités syntaxiques (les syntagmes) qui sont ainsi les constituants des séquences.
Les constituants peuvent occuper différentes positions dans la séquence, leurs fonctions en font des classes spécifiques.

I.3 - L'ORGANISATION DES SEQUENCES

Le modèle distributionnel décrit les éléments de la langue selon leur environnement; c'est un modèle à états finis c'est à dire que le nombre de règles de restriction sélectionnelle est dénombrable. C'est donc un modèle adéquat pour les sous-ensembles d'etats de langues que sont les systémes de numération. Les dispositions combinatoires des éléments sont les indicateurs clefs de l'organisation des séquences.L'examen de ces dispositions passe par la boite de Bloch-Harris qui dépasse les visualisations de la technique de l'analyse en constituants immédiats de Bloomfield par les angles de Fries et la boite de Hockett.Celles-çi ont en commun l'incapacité de montrer les ressemblances structurales et de généraliser les boites. Avec la boite de Bloch-Harris les fonctions des éléments de la séquence y directement portées;ce qui permet d'observer les phénomènes linguistiques sous-jacents et par suite de bien comprendre la structuration réelle de la séquence.

Les étiquettes utiles ici sont les suivantes.

Nous avons déjà défini X qui est composé de x1, x2, x3, x4 correspondant respectivement aux dizaines, centaines, milliers et millions.

Dans l'examen de l'oganisation des séquences nous aurons:

x1 = dix	qui se notera	d	et dizaine(s)	qui	se	notera	D
x2 = cent	" " "	c	" centaine(s)	"	"	"	C.
x3 = mille	" " "	m	" millier(s)	"	"	"	M
x4 = million	" "	ml	million(s)	"	"	"	ML

Y étant y1 = de 1 à 5 = unité = éventuellement u1

y2 = de 6 à 9 = unité2 = " u2.

Au terme des boites les séquences suivantes sont attestées.

I -	d.cd.u	I˚), 2˚).
II -	v.cd U/u	3˚), 4˚).
III -	D.U cd u	5˚).
IV -	D.U cd U	6˚).
V -	c cd u	7˚).
VI -	c cd d cd u	8˚).
VII -	c cd D.U cd U	9˚).
VIII-	C.U cd D.U cd U	10˚), 11˚)
IX -	m cd c cd d cd u	12˚).
X -	m cd c.u cd D.U cd U	13˚).
XI -	M.U cd C.U cd C.U cd U	14˚), 20˚).
XII -	M.U cd C.U cd u	15˚).
XIII -	D.U.M cd C.U cd D.U cd U	16˚),
	M.D.U cd C.U cd D.U cd U	16˚)'.
XIV -	c.m/M.c	17˚), 17˚)'.

XV -	M.m	18°).
XVI -	C.U.m cd C.U cd D.U cd U	19°).
	M.C.U cd C.U cd D.U cd U	19°)'.
XVII-	M.d cd u	21°).
XVIII-	M.d cd U	22°).
XIX -	Md cd u	23°), 24°).
XX -	M V cd u/M v cd U	Autres exemples .
XXI -	M.D.U cd U	25°).
XXII -	C.U.m /M.C.U	26°), 26°)'.
XXIII -	M.C.U cd C.U cd u cd C.U cd d cd U	28°).
	C.U.m ________________________________	28°).
XXIV -	ML.m cd M.C cd D.U cd U	29°).
XXV -	ML.C.U cd D.U cd M.C.U cd D.U cd C.U cd D.U cd U	30°).

A partir de ces structures terminales des boites nous retrouvons une organisation à peu prés identique à celle qui est directement observable dans les unités de séquences.

Les syntagmes complétifs II...;V finaux et internes dans toutes les séquences et les syntagmes additifs à l'initiale de certaines séquences VIII....XXV se retrouvent dans les mêmes formes alors que des écarts importants 25 boites pour 17 structures séquentielles révèlent les phénomènes linguistiques suivants.

1°) Le zéro qui à l'oral est indiqué par un silence se traduit à l'écrit, par une réduction de la boite et des C.I à cause de la logique graphique qui est à la fois spatiale et temporelle- Exemple structure 15 et boite XII, structure 17 boite XIV, structure 21 boite XVII etc.

2°) Les boites contenant de longues séquences (représentant les grands nombres) boite XIII, structures 16,16'; boite XXIII structure 28 ont une structuration particulière. Dans le premier constituant l'ordre qui prévaut à la disposition des parties est réversible; le millier peut être rejeté à la fin du constituant avec la fonction de complétant alors que la dizaine et l'unité jouent le rôle de complété.

Il est notable également que l'énoncé d'un nombre et sa désignation peuvent différer: la désignation étant une quantification alors que l'énoncé qui refère le plus souvent au concept figure en bonne place dans la comptine et est assimilable à une qualification.

3°) Du point de vue positionnel et fonctionnel il existe en réalité deux coordinatifs distincts même si ils sont identiques formellement.

- le / e / qui délimite les syntagmes.
- le / e / qui délimite des mots ou parties entières à l'intérieur des syntagmes.

4°) Les structures des paires ambiguës se différencient par le traitement positionnel (syntaxique) fait par la langue des unités significatives minimales qui permet de mieux voir l'archéologie des nombres pourvus de zéro(s) et qui ne deviennent intelligibles qu'en désignation. Le zéro non prononcé fait occuper au connectif (dans la séquence) une position "expansive". Dans le cas de 10.001 par exemple l'unité qui est en dernière position et l'unité des milliers se rencontrent et s'assimilent à 11 d'où la confusion. Le fait de prononcer toutes les séquences du nombre y compris les zéros résorbe l'ambiguité.

10.001 se lira ujunaaje sappo ndiga ndiga e go'o.
milliers dix zéro zéro coord un.

11.000 se lira ujunaaje sappo e go'o
milliers dix coord un c'est à dire onze

Ce qui est conforme aux structures canoniques recencées.

Il suffira donc de retenir comme régle que les zéros compris entre chiffres pleins sont à prononcer en numérations des langues-cibles.

Compte tenu de la structure même de la langue et sa tendance à tout lier (elle serait agglutinante) il est possible, sans toucher au systéme d'anticiper sur les phénomènes morphologiques constatés et dont la tendance devrait se poursuivre. Ainsi, de même qu'il y a eu jeegom, jeeðiði etc c'est à dire un processus d'autodécimalisation de même on peut former les séquences *sapego'o, *sapeðiði, *sapeje(e)nay etc. Ce qui résout les problèmes structurels et/ou sémantiques du systéme et lui permet de conceptualiser et d'emprunter les concepts mathématiques nécessaires.

Ce qui est valable pour le pulaar l'est pour le sereer.En effet ces deux langues ont les mêmes structures et fonctionnent à peu de choses prés de la même manière au niveau syntaxique.

C'est avec le wolof que l'on assiste à une différence notable et qui concerne sa stratégie qui est assimilable à celle du principe théorique de la nuération écrite de position à ce niveau.

LE WOLOF

Structures Séquentielles	Exemple de noms de nombres en chiffres
1°) - X coord y	11, 19, 103.
2°) - X coord X coord y	111
3°) - X coord X coord X coord y	1111
4°) - y.X coord y	21, 29, 32, 99.
5°) - X coord y.X coord y	157
6°) - y.X coord y.X coord y	295, 935, 8031.
7°) - X coord y.X coord y.X coord y	1934.
8°) - y.X coord y.X coord y.X coord y	3476.
9°) - y.X.X coord y.X coord y.X coord y	70.937, 300.932
10°)- y.X coord y.X coord y.X coord y	2543.

11˘)-y.X.X coord y.X coord y coord y.X coord X coord y 531.7I6

12˘)-y.X.X coord y.X coord y.X.X coord y coord y.X coord y

536.876.748.

13˘)-X.X coord y	10.001,
14˘)-y.X.X coord y	20.001, 90.009 .
15˘)-X.X coord X coord y	10.019.
16˘)-X coord y.X	11.000.
17˘)-y.X.X	200.000.
18˘)-X.X	100.000, 1.000.000.
19˘)-X.X coord X.X coord y.X coord y	119093.

Comme on le voit la stratégie du wolof diffère de celle du pulaar et du sereer uniquement par la position de y qui joue le rôle de déterminant.Pour le reste il organisé de la même manière notamment par l'existence de deux coordinatifs qui diffèrent par leurs positions et fonctions ainsi que l'existence des paires ambiguës etc.

STRUCTURES MATHEMATIQUES

I/ INTRODUCTION

L'examen des structures mathématiques des systémes de numération des langues-cibles révèle leur nature profonde, leurs évolutions ainsi que les problèmes en suspens.
Le passage effectif des systémes d'une base quinaire dont les traces sont encore visibles à une base décimale observé en dimension linguistique est confirmé ici par les ordres des nombres.
Le problème central pour ces numérations est celui du zéro, qui est peu connu dans sa réalité conceptuelle, celle-çi étant liée au systéme écrit.
Nous verrons cependant, aprés un examen des conditions et du contexte de son apparition dans les mathématiques que nous utilisons aujourd'hui, que sa conceptualisation à partir du génie des langues-cibles et de la gnose africaine permet de le rendre opératoire et capable de résorber et les ambiguités dans l'énoncé des grands nombres et les difficultés soulevées par son emprunt non critique notamment dans l'apprentissage du calcul. Par ailleurs cette conceptualisation peut aider la mathématique elle-même à mieux cerner sa réalité qui est plus ou moins floue à ce niveau également.
La superposition des schémes oral et écrit conduit à l'utilisation des procédés de la numération écrite de position ainsi que des conventions propres à la nature des langues-cibles. Celà indépendamment des deux fonctions consacrées des numérations ; celle parlée qui nomme les nombres et celle écrite qui examine les règles

d'écriture avant de les transcrire.

En numération écrite:

- tout chiffre écrit à gauche d'un autre représente des unités de l'ordre immédiatement supérieur .
- le premier chiffre à droite représente les unités simples.
- le chiffre zéro tient la place des ordres qui manquent.

La nomenclature des nombres se fait selon le principe théorique suivant:

1-un	11-dix-un	30-trois-dix	1000-mille
2-deux	12-dix-deux	40-dix	2000-deux mille
3-trois	13-dix-trois	50-cinq-dix	30.000-trois dix mille
4-quatre	14-dix-quatre	60-six-dix	
5-cinq	15-dix-cinq	70-sept-dix	
6-six	16-dix-six	80-huit-dix	
7-sept	17-dix-sept	90-neuf-dix	
8-huit	18-dix-huit	100-cent	
9-neuf	19-dix-neuf	200-deux-cent	
10-dix	20-deux-dix	300-trois-cent	

II/ ORDRES DES NOMBRES

II.1 - Unités Du Premier Ordre (Unités Simples)

	Wolof	Sereer	Pulaar
1 -	benn	leg	go'o
2 -	ñaar	ɗik	ɗiɗi
3 -	ñett	tadik	tati
4 -	ñeent	nahik	nayi
5 -	juroom	ɓetik/ɓetuu	joyi
6 -	juroom benn	ɓetuu fo leg	jeegom
7 -	juroom ñaar	ɓetuu ɗik	jeeɗiɗi

8 -	juroom ñett	ɓetuu tadik	jeetati
9 -	juroom ñeent	ɓetuu nahik	jeenayi

Les dizaines ay fukk, qarɓeen, cappanɗe ou groupes de dix unités sont du second ordre.

Les cetaines tééméér(i), teemed,teemedde ou groupes de dix dizaines sont du troisième ordre.

Les mille i junni, cuni, ujunaaje ou groupes de dix centaines sont du quatrième ordre.

En mathématiques on part de la numération parlée pour nommer la base et l'on sait que dix unités (ou n unités) d'un ordre quelconque forment une unité de l'ordre immédiatement supérieur.

L'ensemble de trois ordres consécutifs constitue une classe.On obtient ainsi:

1°) Classe Des Unités	Premier Ordre: Unités Simples Second Ordre: dizaines capanɗe 3-ème Ordre: centaines teemedde.
2°) Classe Des Mille	4-ème Ordre : Unités des mille 5-ème Ordre : dizaines de mille 6-ème Ordre : centaines de mille
3°) Classe des Millions	7-ème Ordre : unités des milions 8-ème Ordre : dizaines " " 9-ème Ordre : centaines " "

La numération écrite utilise pour écrire les différents nombres les dix chiffres arabes que sont:[o][41] , 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9.

III/ LES NOMBRES FONDAMENTAUX

	WOLOF	SEREER	PULAAR	
1-	[o]	[o]	[o]	0
2-	benn	leg	go'o	1

[41] Nous maintenons pour l'instant au zéro un "non-statut" avant d'oborder leproblème de son intégration dans les systémes.

3- ñaar	ɗik	ɗiɗi	2
4- ñett	tadik	tati	3
5- ñeent	nahik	nayi	4
6- juroom	ßetik/ßetuu	joyi	5
7- fukk	xarßaxay	sappo	10
8- tééméér	teemed	teemedere	100
9- junne	junni	ujunere	1000

Le wolof et le pulaar ont en outre chacun un nom de nombre particulier qui est révélateur de la nature antérieure de leurs systémes. Ce sont:

- fanweer = trente pour le wolof et
- noogaas = vingt pour le pulaar.

IV/ MODES OPERATOIRES

IV.1 - LOIS USUELLES (+, x)

IV.1.1 - Addition (wolof)

* Pour les nombres de 6 à 9 l'addition est symbolisée par une juxtaposition.

* Pour pour les autres nombres elle est symbolisée par l'opérateur "ak" = "avec"; additionner serait mettre un ou des cardinaux avec un ou d'autres cardinaux.

Le nombre ñeenti junni ak juroom ñetti tééméér ak fukk ak juroom

$4 \cdot 1000 + 8 \cdot 100 + 10 + 5$

est constitué par les valeurs relatives des chiffres 4, 8, 1, et 5. La valeur relative d'un chiffre dépend de la place qu'il occupe dans un nombre (on l'obtient en écrivant après lui autant de zéros qu'il y'a de chiffres à sa droite).

Tout nombre est égal à la somme des valeurs relatives de ses chiffres.

Le nombre énoncé çi-dessus est égal en numération écrite de position à

[4815] = 4815.

IV.1.2 - Multiplication

La disposition des termes dans le mode multiplicatif: multicateur/multiplicande est symbolisée par une juxtaposition ME/MA.

Autres Exemples	ñetti fukk	3.10	= 30
	ñaari tééméér	2.100	= 200
	juroomi junni	5.1000	= 5000

* Le schème parenthétique[42] est une suite irrégulière de multiplications et d'additions ou combinaison des deux lois usuelles recencées dans le systéme du wolof.Ainsi nous avons pour le nombre 4815:x, +, x, + ,+.

Ce schème est donc lié aux valeurs relatives dans leurs dispositions.

* Le sereer et le pulaar ont les mêmes lois usuelles dans leurs systèmes respectifs.

* Le sereer et le pulaar ont une stratégie commune de disposition des nombres MA/ME opposé à celle du wolof.

V/ LE PROBLEME DU ZERO

Avant de procéder à l'analyse de la perception du zéro par les Africains et de montrer le parallèle de cette perception avec le

42 Ainsi nommé par Henry de Magdalena in RPC n° 40 mars/avril 1979 vol 8 pp 37-38 cité par A.E.Kane.

principe arithmétique, il est necessaire nous semble-t-il de comprendre; de bien cerner le concept par l'examen de ses conditions d'apparition et celle de sa signification.

V.1 - GENESE DU ZERO

V.1.1 - L'Extension De l'Ensemble N*+

Un ensemble est une réunion, une collection d'éléments compatibles.Les nombres entiers qui sont ceux des systémes de numération sont contenus dans un ensemble nommé N ou plutôt

N*+ = { 1, 2, 3, 4,....n}

muni de ses lois usuelles (+ et x).

Ces deux lois se trouvent également être celles qui régissent les systémes de nos langues-cibles comme celà apparaît dans les deux modes opératoires (addition et multiplication) et dans leur combinaison en schème parenthétique.

L* signifie l'ensemble des nombres sans le zéro qui y à été ajouté pour des besoins pratiques historiquement.

Cet ensemble N dont nous manipulons quotidiennement les nombres-éléments avec plus ou moins d'aisance se révèle être trés complexe dés qu'on cherche à inventorier ses propriétés cachées.Pour preuve il n'est pas encore, au moment où nous écrivons ces lignes, défini mathématiquement par la théorie et les théoriciens des nombres qui ont pas mal d'énigmes à résoudre auparavant.

C'est lorsque la nécessité d'optimaliser N*+, c'est à dire de le rendre plus apte à résoudre les problèmes qui se posaient à l'arithmétique, qu'il est apparu deux directions qui se sont imposées comme voies de recours possibles.

1°) L'invention de nouveaux nombres aptes à rendre possibles des <u>divisions</u> de N*+ par des entiers. Ce furent les fractions. La construction de l'ensemble des fractions à éléments entiers noté

Q*+ (nombres rationnels strictement positifs) en fait un groupe multiplicatif qui contient une suite telle:

1/1; 1/2; 1/3; 1/4; 1/n

qui à illustré en premier les notions de limite et de continuité si bien usitées aujourd'hui.

2°) La construction de l'ensemble Z des entiers relatifs comme extension naturelle dans l'autre sens, c'est à dire la <u>soustraction</u> que permet tout entier relatif.

Notons le cheminement singulier et la logique suivis: puisque dans l'ensemble N*+ <u>l'addition</u> et la <u>multiplication</u> sont des lois établies c'est a dire que ces modes opératoires sont déjà fonctionnels, il était prévisible que les lois opposées[43] puissent donner naisance à d'autres modes non moins fonctionnels; la division et la soustraction. Schématiquement les extensions de N peuvent se présenter comme suit.

-5 -4 -3 -2 -1 [o] 1 2 3 4 5 6 7

Z

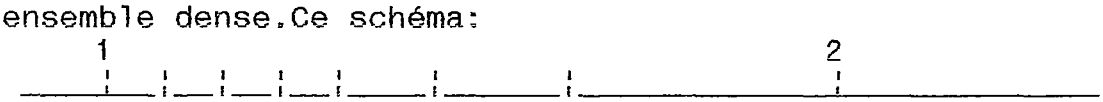
N*+

les nombres fractionnaires sonr situés sur la droite, mais il est difficile de les représenter car les points nécessaires sont pratiquemment infinis sur n'importe quelle partie de la droite des

[43] <u>Comme sont opposés les sens des nombres dans le carré de l'existence tel que s'y trouvent les noms des nombres dans nos systémes-cibles.</u>

4 9 2	ñeent juroom-ñeent ñaar	
3 5 7	ñett juroom juroom ñaar	
8 1 6	juroom-ñett benn juroom-benn	

entiers positifs.Entre deux points donnés il y en a (au moins un autre, voire plusieurs).Ce qui fait
dire aux mathématiciens que les nombres fractionnaires forment un ensemble dense.Ce schéma:



montre approximativement la densité de Q*+ puisque entre 1 et 2 peuvent se trouver au moins une vingtaine de rationnels de dénominateur inférieur ou égal ou a 6.

Les deux extensions mentionnées, fondées sur le désir de rendre possible des opérations telles la soustraction ou la division sont souvent impossibles dans N*+ seul.Cependant comme nous l'avons vu, elles sont indépendantes l'une de l'autre bien que fondées sur des schémas abstraits voisins.Les deux groupes Q*+ et Z n'ont en commun que N*+.

V.1.2 - La Construction Des Rationnels

La troisième extension naturelle est celle qui prolonge à la fois Q*+ et Z et est notée Q.Ses éléments sont les nombres rationnels obtenus en ajoutant à Q*+ le zéro et l'ensemble des éléments opposés aux éléments de Q*+ (noté Q* -). C'est en fait le nombre rationnel qui permet la division. Nous pouvons schématiser toutes ces extensions afin d'en avoir une vue d'ensemble.
Comme Z, Q est un groupe additif.Non seulement l'addition y posséde toutes les propriétés usuelles (par exemple a + b = b + a) mais la soustraction y est toujours possible (par exemple -2/3 = x + 1/4 a pour solution x = -11/12).
Si on enlève zéro de Q, ce qui donne l'ensemble Q* des rationnels non nuls, on obtient un groupe multiplicatif comme Q*+. Non seulement la multiplication y posséde toutes les propriétés

usuelles (par exemple ab = ba) mais la division y est toujours possible (par exemple $-2/3 = x \cdot 1/4$ a pour solution $-8/3$).De plus l'addition comme la multiplication restent comme dans N* liées par une relation fondamentale : $a(b + c) = ab + ac$.

V.2 - CONCLUSION

Les trois extensions considérées engendrant Q*+, Z et Q a partir de N* qui sont la base de tous les ensembles de nombres,respectent donc les lois découvertes empiriquement de l'addition et de la multiplication de N* et qui comme dit plus haut sont facilement décelables dans nos systémes-cibles.Le calcul dans Q est cependant plus aisé que dans N* où l'on ne peut:

- diviser a par b que si a est un multiple de b
- soustraire c de d que si d est supérieur à c.

Le seul interdit qui subsiste concerne la division: on ne peut diviser par zéro.

V.3 - LE ZERO

L'extension Z est passée par le zéro,

-2 -1 0 1 2

qui demeure un mystère même pour les mathématiciens.André Warsufel[44] qualifie son invention de"... peu naturelle, car si le nombre 3 peut être conçu aisément à l'aide d'ensembles comme {a, b, c} et tous les ensembles qui peuvent être mis en bijection avec lui, la notion de zéro repose sur celle d'ensemble vide { } ce qui est une abstraction délicate" p 369.

---

[44] Les Mathématiques,dictionnaire du savoir moderne,Paris 1973, CEPL,BU,UCAD côte S 113.989.

Le zéro donc, comme les nombres négatifs répond à un besoin arithmétique.De même que l'on a inventé 2/3 pour résoudre l'équation $3x = 2$; un nombre comme -1 à été introduit pour donner une solution à l'équation $3 + x = 2$ .Et le zéro ? pour résoudre quelle équation ?
Il semble que la nature de zéro fait justement qu'il ne permet pas la division.
Ceci donc ne nous éclaire point sur le zéro,notamment sur le comment de son utilisation correcte dans nos systémes de numération. (Ici intervient un des nombreux" mystères" des mathématiques, qui montre,contrairement aux idées répandues quant à leur universalité, la permanence de phénomènes qui ne peuvent s'éclairer que dans des contextes culturels précis.L'invention du zéro en Inde est aussi entourée de flou.
Nous pouvons donc pour saisir clairement et faire saisir le zéro, à partir de notre connaissance du concept de nombre naturel et de l'analogie existant entre son principe et celui de la classification nominale faire intervenir un aspect de la gnose africaine.
Notre définition du zéro est une synthése des trois positions.

V.3.1 - GNOSE AFRICAINE ET MATHEMATIQUES

V.3.1.1 - Définition mathématique du nombre

Pour ce faire on peut commencer par examiner ses deux aspects suivants:
- la notion d'ordinal
- la notion de cardinal,

avant de pouvoir saisir clairement le nombre naturel lui-même.
- La notion d'ordinal est associée à l'idée d'élément d'une suite ordonnée: un nombre ordinal est une sorte de numéro et l'ensemble des ordinaux une sorte d'index infini tel que chaque ordinal ait un

sucesseur et un seul.De la sorte chaque élément est directement situable par rapport à n'importe quel autre de la suite.Le rôle des termes premier, troisième, centième n'est vraiment efficace dans la réalité que si on est en face d'une suite finie.

ñeenteel bi (la quatrième épouse)

koniŋke sappoɓo oo (le dixième combattant que voiçi)

puccu cakkitiŋgu ŋgu (le dernier cheval de la course).

Par contre il ne peut y avoir, par construction de dernier élément dans la suite des ordinaux.

- La notion de nombre cardinal est elle associée à l'idée de classes de collections équipotentes : un nombre cardinal est le représentant doutes les collections qui aprés comparaison deux à deux ne sont pas différentiables (du point de vue du critère de comparaison retenu, à savoir l'existence ou la non-existence d'une bijection entre deux collections).

Dans la pratique on ne distingue pas généralement entre ordinaux et cardinaux.Mais on peut voir que dans certaines situations le passage de l'un à l'autre n'est pas possible.Car par construction la notion d'ordinal suppose un ordre total.

Exemple 1: Lorsque l'on monte au sommet du Rectorat,à la térrasse, on peut dire le Rectorat à trois étages. Il y'a bien là un ordre total sur l'ensemble des étages.

Exemple 2: Dans les classements scolaires il ne suffit pas de connaître le dernier rang pour savoir le nombre d'élèves dans la classe: en effet on peut être le dernier étant le 50ème et il peut pourtant y avoir 60 élèves dans la classe (s'il y a 11 derniers ex-aequo).

Ici on a plus un ordre total sur les élèves.

V.3.1.1.1 Définition d'un ordinal

Un ensemble £ est un ordinal si:

- Il est totalement et strictement ordonné
- Toute partie (non vide) de £ à un élément minimal pour la relation d'ordre précedante.

si x ∈ £ et
y ∈ x, alors y ∈ £

consequences

-l'appartenance est définie comme étant la relation d'ordre (total et strict) dans £.

-tous les éléments d'un ordinal sont des ordinaux.

V.3.1.2.1 **Notion De Successeur**

a) Théorème Si £ est ordinal, le plus petit ordinal contenant £ est £ U { £} appelé sucesseur de £ et noté £+. Il a donc pour éléments tous les élements de £ et £ lui-même.

b) Conséquences

quel que soit £, Φ C £ et Φ est le plus petit nombre ordinal.

Je pose Φ = 0

Son successeur 0+ = 0 U {0} = Φ U {Φ} = {Φ} ={0} = 1.
" " 1+ = 1 U {1} = {0} U {{0}}= {0,{0} ={0,1} = 2
" " 2+ = 2 U {2} = {0, 1, 2} = 3
" " 3+ ={0,1,2,3} = 3 U {3} = 4
" " 4+ ={0,1,2,3,4} = 5

Ce qui donne la suite des nombres ordinaux (finis) 0,1,2,3,4,5,...

avec 0 ∈ 1 , 1 ∈ 2 , 2 ∈ 3 , 3 ∈ 4 , 4 ∈ 5 , ...

et 0 C 1 , 1 C 2 , 2 C 3 , 3 C 4 , 4 C 5 , ...

- £ est un ordinal fini si tout ordinal f ∈ £ à un prédecesseur.
- La collection de tous les ordinaux finis est un ensemble.Cet ensemble est le premier ordinal fini.

Notons le Ω.Le suivant serait Ω + 1 ={0, 1, 2,....n} = {Ω} U Ω et ainsi de suite.

V.3.2.1.2 - <u>Notion de cardinal</u>

Deux ensembles A et B sont équipotents s'il existe au moins une bijection de A sur B.
Ceci définit une relation d'équivalence.
Dans chacune des classes d'équivalence (classes d'ensembles équipotents) on peut choisir <u>un ensemble particulier représentant de la classe</u> ,il est appelé cardinal de la classe ou encore cardinal de chacun des ensembles de la classe.

V.4 - <u>NOMBRES NATURELS: ORDINAUX ET CARDINAUX FINIS</u>

<u>Théorème</u> Tout ordinal fini est un cardinal fini (ou nombre naturel).
On s'appuie sur le fait que l'on peut trouver un isomorphisme unique entre tout ensemble donné E (nécessairement muni d'un bon

ordre d'aprés le théorème de Zermelo) et un ordinal £.
Soit par exemple E = { a, b, c, d, e} bien ordonné a < b < c < d <e (si l'on note < la relation d'ordre).
La bijection unique conservant l'ordre (isomorphisme) est représenté comme suit:

.a

.b

E .c

{ 0, 1, 2, 3, 4}

.d

.e

E et { 0, 1, 2, 3, 4 } sont équipotents :ils appartiennent à la même classe d'équivalence.

L'ordinal { 0, 1, 2, 3 } noté 5 est choisi comme représentant particulier de cette classe.C'est le cardinal de la classe;c'est aussi le cardinal de E.

Alors

{ 0, 1, 2, 3, 5 } = card E ou 5 = card E.

L'ensemble des cardinaux finis ou ordinaux finis (appelés aussi nombres naturels) est désigné par N.

N = { 0, 1, 2, 3, 4, 5, ...}

L'intérêt de cette théorie axiomatique réside surtout dans la construction et l'étude des ordinaux infinis et des cardinaux infinis (nombres transfinis).Cette exemplification sert à montrer:

- D'une part le partage quasi unanime de cette grande idée de classification des ensembles, collections etc, tous les éléments qu'offre la nature (niveau concret).
- La possibilité à partir de ce point de départ et de ce qui va suivre de parvenir à des énoncés et des vérités mathématiques par des cheminements non encore explorés avec ou sans construction.

Un ensemble est dit infini s'il est équipotent à une de ses parties propres (non confondue avec l'ensemble lui-même.Dans le cas contraire l'ensemble est dit fini.Nous avons affirmé plus haut que N ensemble de tous les cardinaux finis (ou ordinaux finis) était infini.Il vérifie en effet la définition çi-dessus.

On démontre par exemple que N est équipotent à une de ses parties, à savoir le sous-ensemble des nombres paires que nous notons P.

L'application f de N dans P, qui à tout naturel n associe 2n (c'est l'opérateur "multiplié par deux") est une bijection:

a tout nombre naturel on peut associer un nombre pair et un seul (son double) et a tout nombre pair on peut associer un nombre naturel et un seul (sa moitié).

Cette correspondance terme à terme permet donc d'affirmer qu'il y'a autant de nombres naturels que de nombres pairs.

Cette définition du nombre naturel permettra de mieux cerner le zéro.

V.5 - LE POINT DE VUE DE LA GNOSE AFRICAINE.

L'ensemble des ordres de connaissances " secrètes " que les vieux délivrent avec parcimonie lors des initiations et grace auxquelles ils ont une compréhension parfois aiguë du monde, de ses vérités cachées par lesquelles ils pouvaient résoudre nombre de problèmes , est la gnose africaine.Elle est de moins en moins connue et sert peu de nos jours.Elle demeure cependant une source importante d'informations précieuses. On peut, une fois initié être en mesure de décrypter les "textes ésotériques" au caractère anodin à priori: contes philosophiques, ensemble de maximes enfouis dans des chants de geste etc.

V.5.1 - LA CLASSIFICATION NOMINALE

Le principe de la classification nominale c'est de faire entrer toutes les composantes de la langue (au niveau abstrait) de l'univers (au niveau concret) dans des classes précises, spécifiées par des indices de classe.

On obtient ainsi un ensemble L* qui inventorie et classe tous ses éléments en unsystéme dynamique, c'est à dire qu'il établit en quelque sorte une correspondance terme à terme entre tous les éléments d'une classe et leur classificateur. $L^* \approx N^*$.

V.5.2 - L'Oeuf Cosmique

La gnose africaine enseigne que l'univers entier dans ses aspects visibles et invisibles, connus et ignorés; ses consti-

tuants dans leur totalité, sont issus de l'oeuf cosmique qui en s'évidant de son contenu (à l'aube des temps) constitué donc d'un ensemble fini d'éléments, à permis son extension continue.
Ces éléments finis constituent un systéme cohérent où chaque classe d'éléments doit être identifiée et nommée selon ses propriétés spécifiques. Ce que tentent les langues selon diverses manières.La classification nominale est un des procédés possibles.

Le zéro c'est donc cette coquille vide ou vidée de son contenu et qui par sa singularité est un élément classe.
Par abstraction il rejoint les autres éléments d'ensembles spécifiques. Les mathématiciens disent que zéro est le cardinal de la classe de l'ensemble vide ϕ.
C'est dans les relations possibles entre éléments d'ensembles spécifiques que l'on peut comprendre le sens des opérations.Addition ou agrégation est une opération quotidienne qui en passant à l'abstraction se traduit par la réunion de cardinaux d'ensembles disjoints.La soustraction,la multiplication et la division sont également sous cet angle des relations entre ensembles concrets d'abord, abstraits ensuite.
Il reste au plan linguistique de proposer des termes en rapport avec la notion d'oeuf cosmique dans les langues-cibles pour nommer le zéro.

V.5.3 - LE ZERO ET LES NOMBRES AMBIGUS

Les paires de nombres ambigus découvertes par A.E.Kane (4) ont toutes la particularité de contenir des zéros.Cependant contrairement l'explication avancée par A.E.Kane ce n'est pas la convention d'ordre ou " mesure exacte de la grandeur (d'un nombre) qui ne peut être donnée que par les coefficients affectant respectivement les puissances de la base qui entrent dans la composition de l'odre de grandeur du nombre considéré", "qui régit la disposition du coefficient par rapport à la base MA/ME" qui est la cause des anomalies mais simplement la mauvaise utilisation du zéro en plus de la croyance en l'isomorphie des systémes.

En effet le zéro, en représentant un ordre est tu par la numération écrite de position comme par la numération parlée qui lui est devenue tributaire.C'est en partie la reproduction de cette convention telle quelle dans nos systémes qui est la cause des ambiguités.

Il en résulte que pour résorber ces ambiguités et écrire les nombres il faut que les schémes temporels et linéaires de l'oralité se combinent au schéme spatial de la graphie dans le respect du code du schéme oral.

En prononçant tous les ordres entre chiffres pleins on respecte la stratégie du schéme oral non prisonnier de la graphie comme le sont les langues de longue tradition écrite.D'ailleurs dans la numération écrite de position le chiffre 0 qui tient la place des ordres qui manquent n'y est muet que si celà n'engendre pas de confusion.

Il est aisé de voir (en attendant de trouver des mots plus justes pour zéro en rapport avec la notion d'oeuf cosmique) qu'en utilisant les termes actuellement consacrés ndiga pour le pulaar, tus pour le wolof on arrive à résorber les ambiguités.

Wolof:11.000 fukki junni ak benn → fukk ak benn junni

10.001 fukki junni ak benn → fukki junni tus tus ak benn

Pulaar: 11.000 Ujunaaje sappo e go'o → ujunaaje sappo e go'o.

10.001 " " " → ujunaaje sappo ndiga ndiga e go'o

24.000 ujunaaje noogaas e nayi → ujunaaje noogaas e nayi

20.004 " " " " → ujunaaje noogaas ndiga ndiga e nayi. etc

Ce qui lève l'ambiguité.Le problème des marques de coordination comme celui de la disposition des termes ressortissent aux stratégies des langues et sont de ce fait (compte tenu de la commutativité de la multiplication, la primauté des principes de l'oralité pour nos systémes-cibles et notamment l'existence de deux types de coordinatifs) il est nécessaire non pas de tordre les langues et les systémes qui sont assez alertes pour intégrer par exemple le systéme décimal , mais de poursuivre l'inventaire de leurs particularités.

Si pour certains grands nombres il est relativement facile de taire le zéro, il ne faudrait pas en faire une règle, car c'était par imitation du systéme de position et non par une connaissance effective des principes et du fonctionnement de nos langues-cibles.

7057 se lira:

Pulaar: ujunaaje jeeɗiɗi e capanɗe joyi jeeɗiɗi

Wolof : juroom-ñaari junni ak juroom fukk ak juroom-ñaar.

Sereer: cuni ɓetuu ɗik fo qarɓeen ɓetuu fo ɓetuu ɗik

100.001 se lira

Pulaar: ujunaaje teemedere ndiga ndiga e go'o ou
teemedere ujunere ndiga ndiga e go'o.

Wolof : tééméér i junni tus tus ak benn

Sereer: cuni teemed ? ? fo leg.

On voit donc qu'avec une bonne utilisation du zéro les anomalies disparaissent. Il est des contextes où le zéro peut être tu (p 93) si l'apprentissage de la comptine fait place à celui des classes elles mêmes.La connaissances des ordres et de leurs positions(univoques) améne à lever les équivoques.

Le problème du comput de la monnaie , lié à deux phénomènes distincts:

-l'utilisation effective par les populations de la base quinaire et donc du chiffre 5 comme appui et

-l'existence dans le systéme monétaire d'une division qui s'apparente à ce principe au point d'entraîner une assimilation de l'un à l'autre.

benn fiftin ak benn fiftin ak benn fiftin ak benn fiftin ak benn

un franc + un franc = un franc + un franc + un

fiftin = derëm

franc = cinq francs.

derëm est une unité mais est assimilé à 5 sous-unités.

De même fiftinaaji joyi woni mbuuɗu (pulaar).

francs cinq c'est cinq francs.

F/ CONCLUSION

Notre question de départ portait sur l'enseignement des mathématiques en langues africaines. Pour y répondre nous avons émis l'hypothèse selon laquelle il est possible de parvenir aux vérités mathématiques sans passer nécessairement par un cheminement cartésien.

La recherche de ce cheminement établissait des relations complexes entre structures des langues, des systèmes de pensées et des mathématiques. Dans un premier temps il s'est agi d'analyser des sytèmes de numération des langues-cibles en dévoilant leurs structures, leurs organisations , leurs logiques et les écarts relativement aux systèmes connus.

La construction d'un modèle à quatre paramètres à partir de la notion de structures conçues comme révélatrices de stratégies, techniques et spécificités des systèmes-cibles a permis l'analyse.

Celle-ci a révélé l'opérativité du modèle. Les résultats obtenus ne diffèrent que très peu de ceux attendus: les structures phonologiques, morpho-syntaxiques et mathématiques s'éclairent grâce aux particularités linguistiques et sémantiques.
Ce niveau ne peut cependant pas, contrairement à ce que nous croyions, révéler des cheminements suffisamment clairs pour être formalisées.
L' hypothèse de départ n'est par conséquent pas encore confirmée, mais pourrait l' être avec l'examen de notre deuxième concept relatif aux systèmes de pensée des populations-cibles.

L'examen des structures des systèmes a permis de résorber les difficultés constatées par les travaux antérieurs et qui sont notamment l'existence de paires de nombres ambiguës dans les sytèmes et, les contre performances dans l'apprentissage du calcul dans les langues- cibles.

La reconceptualisation du zéro permet en effet d'en avoir une vue claire qui rend opératoire en permettant la réorganisation des systèmes et par suite la possiblité d' utiliser, moyennant quelques précautions, la numération écrite de position avec toutes les chances de succès.

Ceci nous permet de suggérer en cours de route déjà (le travail n'est pas achevé) la réorientation de l'enseignement du calcul vers:

- l'identification des ordres des systèmes de numérations et l'apprentissage de la comptine selon la nature de leurs structures et de leurs règles logiques et grammaticales.

- La découverte du nombre par l'examen des notions de numéral, de cardinal, de nombre naturel et leurs liens avec la classification nominale est le zéro.

- La reformulation des cheminements des techniques opératoires selon cette grande idée de la gnose et des langues africaines: organiser l'univers de façon très fine par des classifications précises. Additionner et multiplier étant perçus comme positifs, soustraire et diviser comme nécessaire; les retenues, la notion de partage, l'encadrement des nombres respectivement pour la soustraction et la division doivent suivre des schémas opératoires en relation avec ces idées.

BIBLIOGRAPHIE SELECTIVE

BAYLON C & FABRE (Paul) - Initiation à la Linguistique

CREISSELS Denis -Apercu des Structures phonologiques des langues négro-aficaines ELLUG 1968.

-Unités des Catégories Grammaticales, réflexions sur les fondements d'une théorie générale des descriptions grammaticales. ELLUG 1979.

-Description des Langues Négro-Africaines : théorie syntaxique. ELLUG 1991.

DESANTI jean -Idéalités Mathématiques. Coll l'Ordre philosophique. Paris 1971.

DIAGNE Souleymane Bachir -Logique pour Philosophes. NEA.

DIOP Cheikh Anta -Civilisation ou Barbarie ? Présence Africaine

-L'Afrique Noire Précoloniale.

-Nouvelles recherches sur l'Egyptien ancien et les langues négro-africaines modernes.

DIOP Abdoulaye Bara -La société Wolof. Karthala.

FREGE Gottlob -Les fondements de l'Arithmétique. Seuil. 1970.

GREIMAS A.J. -Sémiotique et services sociales. Seuil-1976.

GRAWITZ Madeleine -Méthodes en Sciences Sociales. DALLOZ

GUITEL Géneviève -Histoire comparée des Numérations. Flammarion 1975.

HAMDACHE. A-MARTIN D -Théorie et pratique de l'alphabétisation.

IPAM-EDICEF -Pédagogie pour l'Afrique nouvelle.

PIAGET M -La genèse du nombre. La Pleiade. 1976.

QUINE Willard V.D -Méthodes de Logique

YERO SYLLA -Grammaire Moderne du Pulaar. NEA

-Syntaxe peule. NEA.

ZELLIG Harris -A theory of language and Information: a mathematical approach. Oxford university Press 72 Inc ISBN 0-19-