AMERINDIA n° 9, 1984

taxinomie, syntaxe et économie des numérations parlées[1]

André CAUTY

ERA 431 (Paris) / Institut de Mathématiques (Nantes)

Nous concluons doncques, qu'il n'y a aucuns nombres abſurds, irrationnels, irreguliers, inexplicables, ou ſourds ; mais qu'il y a en eux telle excellence, & cõcordance, que nous avons matiere de mediter nuict & jour en leur admirable parfection.

S. STEVIN
(1540-1620)

Première partie : TAXINOMIE

0. Introduction

0.1. Comment naissent, fonctionnent, évoluent et disparaissent les systèmes sémiotiques ? Les expressions du nombre dans des systèmes de numération différents reflètent-elles quelque chose des processus cognitifs du sujet ? Quels types de systèmes représentationnels le chercheur peut-il construire pour rendre compte de ces observables ?

[1] Je remercie B. Pottier, J. Landaburu, F. Queixalos et S. Toumi pour leur lecture attentive du premier manuscrit de cet article. Sans leurs critiques constructives, l'élaboration de cette synthèse n'aurait pas été possible. Puisse ce travail être utile aux amérindiens, en particulier aux panarés.

0.2. Cet article a pour but de préciser les questions précédentes ; et d'y apporter quelques réponses dans le cadre de l'analyse des systèmes de *numération parlée*. I1 offre en particulier une taxinomie et une syntaxe de ces systèmes sémiotiques qui tiennent compte des données de l'histoire, de la linguistique et des connaissances mathématiques.

1. Cadre terminologique et méthodologique

1.1. La numération est : *"l'art de prononcer ou d'estimer un nombre quelconque"* (*Encyclopédie méthodique*, 1785: 470) ; *"Un système de numération comporte une collection de chiffres et un ensemble de règles permettant d'écrire à l'aide de ces chiffres tout nombre naturel"* (CAGNAC et THIBERGE, 1956: 87).

1.2. L'art de la numération apparaît dans ces définitions comme un art de mise en signes (au sens linguistique de ce terme). Nous pourrions préciser que c'est l'art de la mise en signes des conceptualisations numériques.

Quoiqu'il en soit de sa définition, cet art est d'essence linguistique : les signes et les expressions produits ou reconnus relèvent de la morphologie, de la syntaxe et de la sémantique. A ce titre, cet art fait partie des facultés universelles de l'homme comme celle de parler.

1.3. Ceci posé, la numération est aussi un outil que la pensée se forge pour résoudre les problèmes de la science des nombres. En conséquence, certaines expressions numériques ne seront interprétables qu'en référence à des pratiques. Ces pratiques peuvent être savantes, même lorsqu'elles sont largement diffusées dans la société.

Le tout premier problème qui se pose est celui de nommer les nombres, ce qui revient, en fait, à saisir les entités d'un ensemble infini. Il ne peut donc suffire d'affecter à chaque entier un nom, ou d'organiser un ensemble fini d'attributs permettant de construire une nomenclature. Un principe de récurrence doit être mis en place.

1.4. L'ensemble N étant infini, la plupart des nombres (tous, *très exactement*, sauf un nombre fini d'ente eux) ne peuvent être nommés que de manière indirecte, dans un mouvement volontaire - et toujours plus ou moins laborieux - d'appréhension. Nommer un nombre implique *chrono-logiquement* que l'intelligence dispose préalablement d'une stratégie conduisant à la saisie du nombre visé mais non-immédiatement donné.

1.5. De fait, presque toujours, l'expression numérique est un composé dont on peut postuler qu'il reflète, *en partie et plus ou moins fidèlement*, certaines des opérations conceptuelles que le sujet a effectuées pour saisir le nombre qu'elle désigne. Notre but pourtant n'est pas de remonter aux opérations conceptuelles postulées, *mais de construire* un système représentationnel de manière telle que les numérations naturelles en soient une sorte d'actualisation empirique et *observable*.

1.6. L'expression française *dix-sept*[2], par exemple, renvoie à une opération d'addition ou de rassemblement. Nous en déduisons que le système représentationnel doit inclure une représentation de l'addition. Dans le cas d'expressions plus savantes (c'est-à-dire non-transparentes pour le locuteur non-spécialiste), on peut hésiter entre deux positions : soit considérer l'expression comme inanalysable, soit introduire dans le système représentationnel les éléments qui rendent compte de l'analyse savante. La question se pose par exemple pour les composés proposés dès 1484 par le mathématicien Nicolas Chuquet : les termes en *-illion*, c'est-à-dire //bi/(mi)llion//, //tri/(mi)llion//, etc. (cf. GUITEL, 1975: 566-574). Il en serait de même pour les expressions comme *onze*, *douze*, *treize*, etc. qui ne sont des composés que pour le spécialiste du lexique.

1.7. Les exemples précédents ont pour but d'illustrer la thèse selon laquelle il n'y a aucun paradoxe à faire intervenir des concepts étrangers à la linguistique (par exemple, arithmétiques) pour rendre compte de l'art de la numération que nous avons pourtant dit être de nature essentiellement linguistique. Nous allons montrer maintenant que les numérations amérindiennes nous conduisent à introduire dans le système représentationnel des notions liées à la topologie.

1.8. L'ensemble des entiers naturels est aussi un ensemble totalement ordonné ; il possède un premier élément et chaque entier admet un successeur et un prédécesseur. Il y a donc un moyen de saisir les nombres qui repose sur les propriétés de la structure d'ordre de N et ne fait pas appel aux opérations de l'arithmétique. Il suffit, en effet, de disposer d'une suite ordonnée (par exemple, la disposition immuable des doigts de la main et des parties du corps) et de saisir le nombre sous son aspect ordinal. En piaroa, par exemple :

---

[2] Nous évitons le plus souvent les transcriptions phonétiques ou phonologiques qui ne seraient utiles qu'aux spécialistes ; en conséquence, les questions d'orthographe sont systématiquement négligées dans la transcription des expressions numériques parlées, et nous serons même parfois conduit à utiliser une représentation chiffrée beaucoup plus courte : /1000.9.100.4.20.3/ = *mille neuf cent quatre vingt trois*.

"El individuo wóˀtiheh comienza a contar por el pulgar de la mano izquierda hacia el meñique, pasa a la mano derecha también por el pulgar..."

1.9. Voici un extrait de la liste des nombres piaroa rapportés par Krisólogo :

1 = **yacéʔtéhtheh**
2 = **tacéreh**
3 = **wabaʔceʔkuaʔ**
4 = **pahaʔkuehnuʔaʔceh**
5 = **hiʔmuɨʔ taʔwaʔceh**
6 = **koroʔmuɨ tɨʔɨna yaceʔ teʔnih**

(KRISOLOGO, 1976: 114)

A la lecture de cette liste, on est évidemment frappé par la longueur des expressions numériques. Un examen, même superficiel. permet d'affirmer que la plupart d'entre elles sont à coup sûr composées. *Six*, par exemple, semble être le composé additif *cinq plus un*. Si l'on se reporte alors au vocabulaire espagnol-wóˀtiheh (piaroa), on est conduit à poser que l'expression cinq renferme des constituants comme le mot *main* et le démonstratif *ce* :

cuhmuɨh	'main'	(mano)	(*id*., p. 69)
hiʔneh	'cette'	(esa)	(*ibid*., p. 52)

De là, on peut penser que *six* n'est peut-être pas un composé uniquement additif car i1 fait probablement intervenir le constituant *autre* :

koʔroʔ	'autre'	(otra)	(*ibid*., p. 74)

1.10. Ne disposant pas d'une analyse morphématique fine des constituants de ces expressions numériques, il n'est guère possible de pousser plus avant l'étude de la numération piaroa. Malgré cette limite, i1 apparaît qu'il convient, pour représenter cette numération, de postuler (en dehors des considérations arithmétiques) que l'expression du nombre est largement tributaire de processus cognitifs probablement complexes et reflétés, par exemple, par les alternances *ce/autre* et par le choix d'un vocabulaire lié aux parties du corps.

1.11. Ce qui revient à dire que le système représentationnel devra inclure des éléments rendant compte de cette possibilité de la saisie ordinale des nombres. Cette thèse, qui souligne fortement l'importance du point de vue ordinal, se nourrit d'ailleurs rapidement a) de l'observation d'autres numérations amérindiennes qui font appel également au lexique des parties du corps et à de nombreux éléments grammaticaux (démonstratif, allatif, coordonnant...), b) de l'observation de très jeunes enfants confrontés à des tâches de dénombrement[3] et c) de l'étude de l'axiomatisation des entiers par le mathématicien Giuseppe Peano. Nous ne discuterons pas ici de ce dernier argument.

1.12. Finalement, nous posons que le système représentationnel des numérations naturelles doit permettre de rendre compte de l'existence des composés arithmétiques (par addition, multiplication, élévation à une puissance), et aussi des composés .que nous qualifions d'ordinaux (obtenus par des procédures de "comptage" reposant sur les propriétés des structures d'ordre).

Nous avons conscience d'introduire ainsi des éléments non-linguistiques dans la description de phénomènes essentiellement linguistiques. Pour les numérations parlées, ces éléments sont empruntés à deux branches mathématiques   la topologie et l'arithmétique élémentaires. Nous soutenons que l'adoption d'un tel point de vue conduit à d'importantes simplifications (tant dans la description syntaxique que dans la comparaison et la classification des numérations) et qu'il présente l'avantage substantiel de permettre de structurer[4] tout un ensemble de procédés de mise en signes, effectivement observables, dans la formation des expressions numériques.

1.13. Dans cette structure, l'addition se distingue de la multiplication et les systèmes faisant appel à une ou plusieurs opérations arithmétiques, doivent être placés différemment de ceux qui n'en utilisent aucune, comme de ceux qui supposent un principe ordinal. Nous retenons les quatre critères suivants :

- C_0) absence d'organisation ordinale et de toute opération arithmétique,
- C_1) présence du principe ordinal,
- C_2) présence d'une ou de plusieurs opérations arithmétiques,
- C_3) présence du principe de position (au sens arithmétique de ce terme, cf. § 4.5. et la note 16).

1.14. Sur la base de ces critères, nous obtenons trois types de numération[5] :

type I : les numérations *iconiques*,
type 0 : les numérations *ordinales*,

---

[3] cf. § 2.6. voir aussi Fischer : *"Nous pensons que la dénomination des premiers nombres (...) est le résultat d'un long et difficile développement (...) dépendant plus d'un comptage-pointage actif, finalement intériorisé que d'une perception passive qui "illuminerait" l'enfant."* (FISCHER, 1981: 297).

[4] Au sens naïf de 'ranger'.

[5] Ce cadre est plus large, mais pas incompatible avec la classification de GUITEL (1975), reprise et modifiée par IFRAH (1981). Ces auteurs distinguent en effet les numérations additives, les numérations hybrides (i.e. additivo-multiplicatives), et les numérations de position.

type A : les numérations *arithmétiques* ;

ces dernières se divisant naturellement en :

type AD : les numérations *additives*,
type MU : les numérations *multiplicatives*,
type PA : les numérations *parenthésées*,
type PU : les numérations "*puissance*",
type PO : les numérations *de position*.

Ces types de numération seront présentés successivement dans les paragraphes 2, 3 et 4.

1.15. Pour un travail plus important, il conviendrait d'affiner cette classification, d'une part, pour tenir compte de la nature des éléments utilisés comme signifiants des expressions numériques et, d'autre part, pour prendre en compte le degré d'autonomie que possède le système numérique par rapport à celui de la langue. L'histoire des numérations conduit à distinguer au moins trois types de moyens attestés pour la représentation des nombres : les moyens linguistiques, oraux et écrits, et les moyens figuratifs (boulier, planche à compter, *quipu*, etc.). En ce qui concerne le deuxième point, on pourrait noter par exemple si le nombre est exprimé par un signe dépendant ou non de la catégorie linguistique à laquelle appartient l'expression de la quantité désignée, si l'expression numérique fonctionne ou non comme un morphème discontinu (entraînant par exemple des marques de duel, de triel ou de pluriel), etc. Voir aussi les paragraphes 4.1.7. et 4.1.8.

1.16. Il nous faut souligner ici que les capacités mémorielles du sujet interviennent de façon essentielle dans l'acquisition et la maîtrise des systèmes de numération. Nous admettons que seuls des procédés récursifs et systématiques a) permettent de réduire (spectaculairement dans le cas des numérations de position) les efforts de mémoire, et b) confèrent un maximum d'efficacité aux numérations qui en comportent. Corollairement, toute irrégularité dans le choix des procédés de désignation du nombre élève le coût d'acquisition et accroît les difficultés de la maîtrise de l'utilisation de la numération considérée. On comprend ainsi que certaines numérations ne permettent guère de poursuivre effectivement très loin l'énumération des entiers et que les locuteurs puissent buter plus ou moins rapidement sur un terme comme beaucoup, sans signification numérique précise.

Cela ne veut pas dire que la capacité générative théorique du système soit nécessairement restreinte, mais qu'il convient de distinguer la capacité observée et la capacité théorique du système considéré. Ces capacités peuvent être estimées à partir de la connaissance du plus grand nombre attesté et du plus grand nombre attestable ; mais le résultat de ces estimations doit être relativisé (surtout si l'on envisageait de l'utiliser pour tenter de remonter aux facultés cognitives des locuteurs), car le plus grand nombre attesté, et même attestable, est évidemment fonction des besoins de la société. Nous ne connaissons aucun exemple de société qui, placée dans une situation où la connaissance du nombre serait un enjeu d'importance, ait été incapable de produire un système de numération efficace et répondant à ses besoins.

2. Les numérations iconiques

2.1. Ces numérations sont caractérisées par l'absence de traces évidentes d'une organisation ordinale et d'opérations arithmétiques. Dans ces conditions, l'ensemble des entiers ne peut être construit de manière systématique puisque ses propriétés essentielles ne sont pas supposées accessibles.

2.2. I1 n'en reste pas moins que le sujet peut, indépendamment de toute représentation des structures de N, saisir le concept de nombre ou celui de rang.

2.3. Nous admettons en effet, même si la thèse restait à prouver, que la formation de ces concepts ne suppose qu'une simple opération d'abstraction, et que leur mise en signes peut être directe. Dans ces conditions, le concept est détaché de l'expérience et son expression n'est pas aussi autonome que le signe linguistique qui, lui, est saisi en tant qu'élément d'un système, c'est-à-dire à travers le faisceau de ses relations paradigmatiques et syntagmatiques aux autres signes du système.

2.4. Pour souligner l'origine expérimentale de ces concepts, nous disons que ces numérations reposent sur un principe iconique, c'est-àdire sur la capacité de représenter une entité par un signal, ou encore sur la capacité d'établir un lien (de nature représentationnelle) entre un objet réel (ou une propriété d'un objet réel) et un autre objet quelconque servant à le figurer, le représenter ou le désigner. C'est ce qui arrive, par exemple, lorsque la signification (cardinale ou ordinale) d'une expression peut être perçue globalement à partir de l'expression elle-même, comme lorsqu'elle est constituée de :

> "...termes concrets impliquant directement la notion de nombre (le "soleil", la "lune" ou le "membre viril", par exemple, pour désigner l'unité ; les "yeux", les "seins" ou les "ailes d'un oiseau" pour la paire ; les "feuilles d'un trèfle ordinaire" pour trois, les "pattes d'un animal" pour quatre ;les "doigts d'une main" pour cinq ; etc.)" (IFRAH, 1981: 35).

2.5. dans ces cas, l'expression du nombre peut être dite détachée, mais elle n'est pas totalement autonome par rapport à l'objet désigné. I1 est donc incorrect de la considérer comme un signe (au sens linguistique). Nous proposons d'employer le terme signal, et de considérer les numérations de ce type comme des systèmes de signaux (plutôt que des systèmes sémiotiques), et de les qualifier d'iconiques :

> "Un signal est un substitut, symbolique ou non, d'un objet : il entretient un rapport direct avec l'objet qu'il représente. Un signe est un substitut symbolique d'un objet : il peut, par rapport à l'objet qu'il représente, fonctionner et être combiné avec d'autres signes, de façon autonome en oubliant ce que le signe désigne. Le signal est en général finalisé par un comportement qu'il a pour but d'indiquer ou de déclencher (...). Chaque signe tend à avoir un fonctionnement autonome et présente alors des occurrences qui apparaissent indépendamment des objets qu'il désigne ; l'occurrence d'un signe ne prouve donc nullement l'existence de l'objet désigné. L'occurrence du signal n'est pas par contre détachable en général du comportement finalisé qu'il indique ou déclenche, elle n'est donc pas autonome." (CULIOLI et DESCLES, 1979: 23-24)

2.6. La capacité d'établir un lien entre des objets (un objet réel et un signal, par exemple) est attestée chez de très jeunes enfants (six à huit mois), même dans le cas où la correspondance doit être établie sur la base de la reconnaissance d'un attribut aussi abstrait que la cardinalité de l'ensemble :

> "Nous avons projeté à des enfants de six à huit mois une série de diapositives représentant de petits objets usuels. Chaque diapositive présentait deux ou trois objets répartis de façon différente. A chaque essai, les enfants voyaient, côte à côte, une diapositive présentant deux objets et une diapositive avec trois objets. Simultanément, ils entendaient tantôt deux, tantôt trois coups de tambour. Les bébés regardaient glus longuement la diapositive correspondant au son. C'est donc sur la base des données numériques que les enfants coordonnaient les stimuli auditifs et visuels. Le résultat de cette expérience montre l'établissement d'une correspondance visuelle/auditive dans un cap où la seule base de correspondance est l'égalité numérique." (GELMAN, 1983: 1383)

2.7. On peut admettre sur la base de ces expériences, que les premiers nombres tout au moins peuvent être saisis directement, i.e. indépendamment de toute construction ou organisation de leur ensemble. On peut former *un*, puis *cinq* ou *deux*, puis *dix* avant *neuf* et revenir à *trois*..., sans volonté d'utiliser ces expressions pour autre chose que la prédication du cardinal d'un ensemble précis ou celle du rang d'un élément dans une série précise (cf. § 3.9.2.).

2.8. Rien ne permet d'affirmer que le signal-cardinal serait accessible avant le signal-ordinal, ou réciproquement ; la capacité de former de tels signaux est probablement un universel humain.

2.9. Nous ne connaissons aucun groupe humain dans lequel une numération parlée purement iconique serait observable. Cependant, la présence de termes concrets dans certaines numérations orales mérite d'être mentionnée. Nous proposons de dire que la numération présente alors des aspects iconiques, et que les termes concrets qui y figurent sont des signaux plutôt que des signes ; même si cette terminologie est outrancière (les termes concrets relevés dans une numération orale sont évidemment des signes à part entière) car elle offre l'avantage de ne pas rabattre trop rapidement le mode de fonctionnement de ces termes sur celui des signes linguistiques. Ces expressions concrètes, de par leur origine "expérimentale", présentent en effet, dans certaines circonstances, des modes de fonctionnement spécifiques. Leur dimension iconique les classe comme des emprunts à des systèmes étrangers à la langue (toute langue naturelle a la propriété de pouvoir intégrer des éléments qui lui sont étrangers) ; et en tant que tels, ils provoquent toujours des ajustements plus ou moins importants du système de la langue. Mais surtout leur présence ouvre la possibilité d'étudier les interactions des mécanismes des systèmes auxquels sont faits les emprunts (un système de signaux par exemple) avec ceux de la langue. On peut penser par exemple aux questions posées par l'introduction d'une onomatopée, celle d'un emprunt étranger[6], ou encore aux. interactions du graphisme et de l'écrit dans une bande dessinée ou même dans un texte[7].

2.10. I1 nous semble très important de pouvoir distinguer (particulièrement dans le cadre de l'étude des numérations) les rôles et les interactions de l'iconique et du linguistique : l'histoire[8] rappelle qu'aucune numération performante ne s'est développée sans qu'interviennent au moins deux des trois modes essentiels de représentation (l'oral, l'écrit et le figuratif). Dans l'empire inca, par exemple, on voit se développer une technique efficace des dénombrements (et de la tenue des registres statistiques) s'appuyant largement sur l'*institution*[9] des *quipus*, et ceci bien que les Incas ne connaissent pas l'écriture au sens strict de ce terme. Chez les Mayas se développèrent une numération orale remarquable et des systèmes de numération graphique variés, soit d'une luxuriante beauté (hiéroglyphes céphalomorphes et anthropomorphes), soit d'une grande abstraction puriste (écriture usuelle des nombres). Voir encore le cas de l'égyptien ancien (§ 4.1.3.)

---

6 cf. DUFAŸ-POTHIER (1981).

7 Par exemple, le texte du discours de la souris dans *Alice au pays des merveilles* est typographié de manière telle qu'il prenne l'allure sinueuse de la queue de ce charmant animal.

8 G. Guitel cite les *quipus*, la table à compter, les bouliers, puis note *"Tout ce qui procède montre à quel point numération parlée et numération figurée sont liées (...). En tout cas, sans numération parlée rigoureusement présentée, pas de numération écrite évoluée ; mais la numération figurée peut offrir à la numération qui se crée un inappréciable support matériel."* (GUITEL, 1975: 28).

9 cf. *Des nombres en ficelles* (IFRAH, 1981: 101-107).

3. Les numérations ordinales

3.1. Ce type de numération est caractérisé par la présence du principe ordinal. Corrélativement, par l'absence de composés arithmétiques. Les numérations de ce type sont dites ordinales.

3.2. Le fait important est que l'expression du nombre est in-analysable en termes d'arguments d'opération(s) arithmétique(s) ; et que ces expressions ne peuvent pas être dites refléter des processus conceptuels de nature arithmétique. Il convient de distinguer les expressions numériques indécomposables et les expressions linguistiquement analysables. Les premières ne peuvent refléter que la simple désignation d'entités saisies de manière immédiate ou quasi-immédiate (par voie métaphorique ou métonymique, par exemple). Les expressions numériques linguistiquement composées peuvent, par contre, être considérées comme reflétant quelque chose des opérations conceptuelles du sujet énonciateur. Dans l'état actuel de nos recherches, ces opérations sont décrites dans un cadre théorique dépendant de la topologie (relation d'ordre) ce qui permet d'introduire et de contrôler des notions comme le repérage sur une échelle, le franchissement d'une limite, la successivité, et d'initialiser le processus de la construction du système des représentations des phénomènes de comptage. En effet :

3.3. Pour compter, il faut disposer d'une *comptine* et s'en servir comme d'un *instrument de comptage.*

3.4. Par *comptine*, nous entendons toute liste (conventionnelle ou idiosyncratique, parlée, écrite ou mimée) ayant la propriété que tous les items de la liste apparaissent dans *un ordre strict et immuable.* Par exemple : la suite des jours, des mois, des saisons, des notes de musique, des lettres de l'alphabet, des parties du corps... "*Un, deux, trois, je m'en vais au bois...*" Dans le cas d'une suite de gestes, nous parlons de gestuelle. Les numérations amérindiennes montreront plus loin que la construction d'une comptine implique la mise en oeuvre d'opérations conceptuelles abstraites et complexes. Nous tenons à souligner ce résultat.

3.5. Nous désignons par comptage[10] une opération qui consiste à mettre en correspondance les termes d'une comptine et les éléments d'un ensemble dans le but d'en déterminer le nombre d'éléments (le cardinal). Le comptage implique

[10] H. Lebesgue (mathématicien, créateur d'une théorie de la mesure) écrit en 1935 que pour compter : *"on attache mentalement un objet différent de la collection envisagée à chacun des mots successifs de la phrase (ou suite) des nombres ; le dernier nombre prononcé est le nombre de la collection."* (LEBESGUE, 1935).

qu'il y ait désignation - sans répétition ni omission - des éléments de l'ensemble par les items de la comptine, et que le dernier item énoncé soit utilisé comme une désignation du cardinal de l'ensemble. En d'autre termes, la comptine est un instrument de mesure de la cardinalité, un peu comme le mètre à ruban est un instrument de mesure des longueurs.

Notons que la numération des paragraphes, chapitres, parties d'un texte écrit est construite sur la base du principe ordinal. Une telle série de numéros ne sera cependant pas considérée comme une comptine, car elle n'est qu'exceptionnellement employée comme instrument de comptage (pour répondre par exemple à la question "combien de chapitres as-tu déjà lu ?").

3.6. La construction et l'utilisation d'une comptine ne supposent que la saisie de relations liées aux structures d'ordre, la possibilité de fixer une origine ou un certain nombre de points de repère, et la capacité de pouvoir établir des correspondances terme à terme. Ce qui veut dire aussi, que les numérations construites sur le principe ordinal sont des systèmes sémiotiques abstraits qu'il ne convient nullement de qualifier de rudimentaires ou de primitifs, même si elles ne recourent pas aux opérations de l'arithmétique.

3.7. La littérature spécialisée (par exemple : les études comparatives de Guitel et d'Ifrah, didactiques de Brousseau et de El Bouazzaoui, psychologiques de Piaget...) souligne toujours l'importance de la distinction ordinal/cardinal. Cependant, elle n'offre pas - à notre connaissance - d'analyse systématique des capacités génératives propres d'un système de numération fondé sur le principe ordinal. Il en résulte que nous ne disposons d'aucun exemple de numération parlée ordinale, dûment attestée et scientifiquement observée.

3.8. Comme nous l'avons fait dans une première version de cet article (juillet 83), le chercheur cède souvent à la tentation de rabattre les propriétés arithmétiques des numérations largement diffusées sur celles des numérations "exotiques" qu'il étudie (un peu comme les "missionnaires" avaient tendance à décrire les langues amérindiennes dans le cadre des catégories grammaticales françaises ou latines), même lorsque celles-ci offrent des éléments relevant manifestement du principe ordinal. Pourquoi par exemple utiliser le terme de base pour décrire certaines propriétés de numérations que l'on sait par ailleurs ne pas être des numérations de position ? Ne convient-il pas d'éviter à tout prix le risque de rabattre sur la numération étudiée (ou encore sur les capacités des locuteurs) les propriétés connotées par l'étiquette imprudemment choisie (ou pire encore, d'expliquer en termes de défaut l'écart entre les propriétés des numérations observées et celles des numérations largement diffusées ?[11]

3.9. Premiers exemples

3.9.1. Les premiers exemples de numération ordinale qui viennent à l'esprit sont les numérations de certaines populations dites "primitives" qui n'auraient accès qu'aux tout premiers nombres. Nous proposons, sous toute réserve, l'exemple de la langue trumai. Selon Monod Becquelin, cette numération ne comporte qu? quatre termes pour désigner les seuls cinq premiers nombres (*trois* et *quatre* ne seraient pas distingués)

> "(...) "mihin" : un ; "uuš" : deux ; "uštaxme" : trois et quatre (on y reconnaît vraisemblablement "uuš", mais "taxme" n'existe pas à l'état libre, (...)) ; "nekatkelan", cinq (...) où l'on reconnaît aisément cette fois le monème "kat" : main, et "kel" : doigts. Notons au passage que "uuš" est un monème à signifiant discontinu en ce sens qu'il entraîne une marque de duel (...)" (MONOD-BECQUELIN, 1975: 172)

Aucun composé arithmétique n'apparaît clairement dans cette liste d'expressions numériques, sauf peut-être le terme **uštaxme** comme le souligne l'auteur. Nous pouvons donc penser que cette numération est de type ordinal, bien qu'elle présente aussi des traces du principe iconique : dans l'expression *cinq "on reconnaît aisément (...) le monème "kat" main, et "kel" : doigts"*. Sans autre information sur ces composés, i1 reste difficile de démontrer la présence du principe ordinal postulé dans cette numération.

3.9.2. Le principe ordinal est largement attestable, tout particulièrement par l'observation des numérations amérindiennes dont nous donnerons plusieurs exemples. Nous soutenons même qu'il n'existe probablement pas de numérations parlées (non-réduites à l'énumération de quelques entiers) qui ne fassent aucun usage du principe ordinal ou du principe iconique (sous sa forme ordinale ou cardinale). En effet, toute numération possède généralement un certain nombre de signes, arithmétiquement et linguistiquement indécomposables, pour désigner les premiers nombres. Dans les numérations de position par exemple, il est nécessaire de mémoriser la suite de tous les nombres inférieurs à la base (*zéro* compris). Or la signification numérique de ces premiers nombres ne peut être saisie que globalement à partir de leur expression, ou directement à partir de la connaissance de leur rang dans une suite canonique (une comptine ou une gestuelle).

---

11 *"(...) on rencontre partout la même litanie et le même type de problème (dans les archives des missionnaires et les récits de voyageurs): on ne "trouve" pas les catégories françaises ou latines dans les langues (amérindiennes) étudiées (...)"* (AUROUX, 1982: 5-6)

3.9.3. En ce sens, et en ce sens seulement, le principe ordinal et le principe iconique pourraient être dits "primitifs", c'est-à-dire premiers.

3.9.4. Notons que l'oral n'autorise pas, de la même manière que l'écrit ou le figuratif, le développement d'un système commode à manipuler, comme le montre par exemple la difficulté qu'il y a à entendre sans ambiguïté l'heure sonnée au clocher (difficulté que l'on peut opposer à la facilité qu'il y a à manipuler les nombres maya par exemple /./, /../, /.../, /..../) ; et, plus généralement, la difficulté qu'il y a toujours à capter une suite de mots identiques dès qu'elle est un peu longue (comparer : XXX en numération romaine écrite, et son correspondant phonique qui serait *dix dix dix*. De fait, nous ne connaissons pas de numération parlée dans laquelle il soit attesté plus d'une répétition du même mot (cf. *quatre* en andoke, § 3.11.2.1. ; et *quatre cents* en warao, § 4.2.3.). A l'écrit par contre, on peut trouver jusqu'à quatre répétitions du même graphisme (dans la numération romaine écrite) voire jusqu'à neuf (dans la numération hiéroglyphique de l'égyptien ancien).

3.10. La numération panaré

3.10.1. Les Panaré comptent peu et ironisent facilement sur nos cultures, nous qualifiant de 'gens qui parlent fort, comme des chiens' ou de 'gens qui calculent'. Vingt est l'ordre de grandeur du plus grand nombre attesté, et il est réellement difficile de faire construire ou reconnaître des expressions numériques pour des cardinaux dépassant cette limite. Dans des situations où l'enquêteur se fait particulièrement pressant, il nous a été possible de recueillir quelques expressions pour 21, 24, 30 et 80. Ces nombres ne peuvent évidemment pas être dits attestés. Ils sont attestables, et prouvent que le locuteur est toujours capable de mettre en oeuvre les capacités génératives du système de sa langue. (La liste des nombres attestés figure au § 3.10.5.)

3.10.2. Les premiers nombres *1, 2, 3* semblent indécomposables des points de vue linguistique et arithmétique. Le nombre *4* pourrait être décomposable (2 ɨ ?), mais cette composition n'est pas transparente ; de plus, on n'obtient aucun résultat en essayant de former sur le même modèle d'autres composés par substitution de différents nombres à **asaʔ** 'deux'.

3.10.3. Les multiples *5, 10, 15* de cinq sont linguistiquement décomposables, mais non arithmétiquement, et comportent des éléments renvoyant au lexique des parties du corps. La limite **eʔñepa** 'vingt' semble indécomposable ; c'est aussi l'ethnonyme et le terme pour 'homme' (*homo*), au sens de 'indien'. Notons que ces racines concrètes conduisent à poser que tous ces termes fonctionnent, en partie du moins, comme des signaux.

3.10.4. Les expressions des nombres des séries (6, 7, 8, 9), (11, 12, 13, 14) et (16, 17, 18, 19) sont arithmétiquement et linguistiquement décomposables. Ces composés utilisent en particulier les constituants **-to** et **-ipõ** dont le statut nous est encore problématique.

3.10.5. Voici les données recueillies[12] :

1	**titesa**	ɨ	**eñe-katoy-to**	⟶	6, 7, 8, 9
2	**asaʔ**		**pata-ipõ**	⟶	11, 12, 13, 14
3	**asõwa**		**pata-katoy-to**	⟶	16, 17, 18, 19
4	**asanã**				

5 **eñe-kato-me**
10 **panañipõ** (décomposition problématique)
15 **pata-kato-me**
20 **eʔñepa**

Une forme composée **pana-pata-ipõ** est attestée pour vingt, et un informateur acculturé, connaissant la numération espagnole, a fourni une seconde forme pour huit, **asaʔ-ña-kiñe**, qu'il interprète comme // 2/4/?//.

L'expression **eñe-kato(-)me** est formée à partir de **eña** 'main' et de **katome** qui renvoie à l'idée de défaut d'un élément dans un couple. Par exemple, 'borgne' se dit **okotome**, à partir de **o** 'oeil'. La même analyse s'applique à **patakatome** (**pata** 'pied'). Nous ne disposons pas de données pertinentes sur l'alternance **katome**/**katoyto** (ou **kato-me**/**katoy-to**).

Cependant, dans un champ sémantique comme celui des parties du corps ou des termes de parenté, le suffixe **-to** renvoie probablement au pronom **yuto** 'moi et toi', l'émetteur et le récepteur (CAUTY, 1974b), Par exemple, avec **yim** 'père', on peut former les expressions équivalentes :

a) **yuto yim** 'notre père'
//de (*taxème d'ordre* (CAUTY, 1974a: 42))/nous/père//

[12] Ces données ont été recueillies en 1973, au tout début de nos enquêtes de terrain chez les Panaré. Il ne s'agit donc pas de données définitives.

a') **yim-to** 'notre père' (MULLER, 1974: 12)
//père/notre//

Dans le champ sémantique des parties du corps, **-ipõ** et **-iʔpoʔ** renvoient à l'idée d'extrémité (peut-être à partir de **iʔ** 'montagne'). Ces constituants peuvent être postulés dans les composés **pata-ipõ** (//pied/extrémité//) 'orteil' et **panañipõ**.

Le terme **pana** est difficile à interpréter. On peut penser à **pana** 'oreille' qui donnerait pour **panañipõ** soit 'lobe', soit 'poil' de l'oreille mais aussi à la postposition marquant le but vers le quel on se dirige, comme dans **merida-pana** 'à (vers) Mérida' on ne voit pas alors que faire du composé **panañipõ** (**pana** est toujours employé en position suffixe) bien que, sémantiquement, il n'y ait aucune impossibilité à composer les idées de direction et d'extrémité. Dans cette hypothèse, il faudrait réviser l'interprétation de **-to**[13], par exemple en fournissant de nouvelles données sur l'alternance **kato-me**/ **katoy-to**, et sans doute se placer dans le cadre de l'expression du mouvement, de la successivité, de la déixis.

Notons encore que **titesa** 'un' renvoie à l'idée de partage et de division : **are titesa-ñe yu** (//viande/racine verbale (partager, répartir)/*morphème temporel* (*présent*)/*pronom personnel 1ère personne*//) 'je répartis la viande'.

3.10.6. Sur la base de ce corpus, nous avons spontanément pensé que l'expression des nombres des trois séries reflétait une opération d'addition (par exemple, pour 6 = **titesa eñekatoyto** (//un/cinq//), découlant de l'hypothèse implicite que **eñekatoyto** (contenant la racine 'main', **eña**) devait renvoyer à cinq, sans plus.

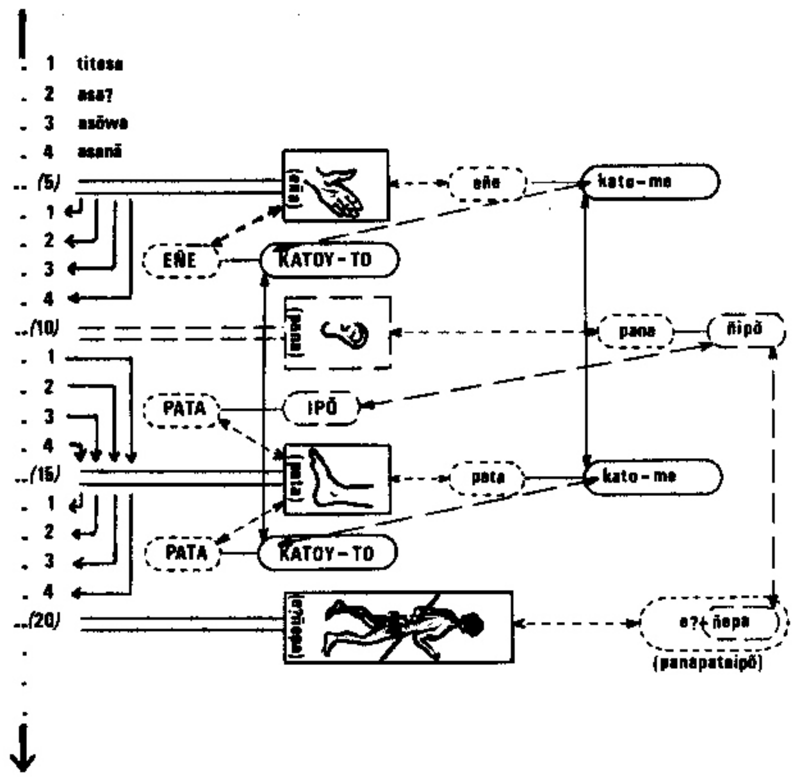
3.10.7. Cette hypothèse impulsive n'est pas soutenable car elle escamote la présence indiscutable de plusieurs constituants dans l'expression des nombres des trois séries, ainsi que les phénomènes d'alternance : **eñe/pata**, **katome/katoyto** et **-to/-ipõ.** Ces alternances affectent aussi les expressions des multiples de cinq, elles traversent donc tout le système, sauf les tout premiers termes. Il naît de l'observation de ces alternances une très forte impression de rythme et de mouvement qui semble incompatible avec l'interprétation additive spontanément émise.

---

13 Le suffixe **-to** est très productif dans le cadre de la formation des nominaux : **cikiri-poka-to** (//verre/laver/pour (*finalité*)//) 'essuie-glace'.

3.10.8. Les remarques précédentes nous conduisent à opter pour un point de vue ordinal (comme nous le propose d'ailleurs J. LANDABURU pour la numération andoke), plutôt qu'additif. La numération panaré apparaît dans ces conditions comme une comptine, une échelle sur laquelle se détachent trois repères (signaux ?) : *5* = 'main', *10* = '?,' et *15* = 'pied', et qui se termine par la limite *20* = 'homme'. Quatre divisions (**titesa**) partagent chaque intervalle inter-repère. De 6 à 9 (resp. de 16 à 19), le constituant **-to** indiquerait que l'on a parcouru 1, 2, 3 ou 4 divisions depuis 5 ou vers 10, selon le sens[14] de ce constituant (resp. depuis 15 ou vers 20) tandis que de 11 à 14, le constituant **-ipõ** indiquerait que l'on a parcouru 1, 2, 3 ou 4 divisions dans un sens opposé à celui défini par **-to**.

Ce que nous représentons par le schéma suivant :



Un exemple de numération ordinale (panaré)

Il n'est guère possible de pousser actuellement plus loin l'étude de la numération panaré puisque ce nouveau point de vue appelle de nouvelles recherches de terrain. Nous verrons cependant que les numérations andoke et caribe, mieux décrites, apportent des éléments de preuve importants pour adopter la thèse selon laquelle la numération panaré (et plus généralement les numérations parlées amérindiennes) serait de type ordinal. (Pour ces deux numérations, ainsi que pour le trumai, le piaroa, le warao et le maya, nous

[14] Sans jeu de mots : dans les deux sens.

invitons le lecteur à construire un schéma descriptif du type de celui que nous venons de réaliser pour le panaré).

3.10.9. Bilan de l'étude de la numération panaré

i) l'expression des quatre premiers nombres ne donne aucun renseignement significatif sur les mécanismes de leur mise en signes. Leur signification numérique ne semble pouvoir être saisie que dans le cadre de la récitation de la comptine ou d'une gestuelle (des doigts, cf. § 1.8.),

ii) les multiples de cinq semblent fonctionner comme des signaux scandant les étapes d'un déplacement sur un chemin ou une échelle. Les repères 5, 15 (**eñekatome**, **patakatome**) et 10, 20 (**panañipõ**, **eʔñepa**) doivent être distingués (ce qui pose d'ailleurs la question d'analyser de près l'éventualité d'une relation linguistique entre **-ñipõ** et **-ñepa**), en tenant compte de la différence de vision entre un but visé et une étape franchie, et d'une limite (provisoirement) acceptée comme infranchissable. (La terminaison **-ipõ** de **panañipõ**, 'dix', s'il s'avérait qu'elle renvoie à l'idée de cheveu, pourrait être alors la trace d'une limite considérée autrefois comme un 'beaucoup' au-delà duquel on ne dénombre plus. *"Chez les aztèques (...) le nombre 400 étant représenté par un charmant dessin qu'on a pris pour un petit arbre et qui symbolisait en réalité une natte de cheveux, il est donc possible que 400 ait eu anciennement le sens de beaucoup."* (GUITEL, 1975: 27) iii) les vides, compris entre les repères signalétiques des multiples de cinq, sont remplis par intercalation des quatre premières divisions (**titesa** 'diviser, partager'), dans une vision d'antériorité ou de postériorité (prospective, rétrospective).

3.11. Eléments de preuve apportés par les données comparatives

3.11.1. La numération caribe

3.11.1.1. B-J. Hoff (HOFF, 1968) donne une description de la numération caribe dont nous avons retenu la leçon pour notre analyse du panaré. Les principales différences portent sur la situation des deux communautés, et sur la possibilité pour les caribes de nommer des nombres beaucoup plus grands (Hoff atteste effectivement 139) puisque :

> *"In principle any number can be expressed by means of the system (...). In certain cases, however, it would lead to very complicated combinations, and it is my impression that in actual practice these are not, or rarely used. It is always possible to make use of numeral from Dutch or Sranan, or of written figures, because, at least in the larger villages, instruction in arithmetic has been given for years. Today, the situation seems to me that Carib numerals are used by preference, but only in so far as they are manageable."* (HOFF, 1968: 285)

3.11.1.2. Voici un extrait des données de Hoff :

"1. Monomorphematic and compound numerals :

o:wiñ	1	ɨ **-tuwo:pïima** —→	6
o:ko	2		7
o:ruwa	3		8
aiyato:ne	5	(transparent compound)	
aiyapato:ro	10	(transparent compound)	
o:kopaime	4	(non-transparent compound)	
o:winapo:sikï:rï	9	(non-transparent compound)	

ɨ **-kariʔna** 'score' —→ 20, 40 etc.

2. Groups containing numerals and **ku:pona:ka** 'down upon'." (id. p. 279)

et un élément de preuve de la présence du principe ordinal et d'une vision dynamique :

> "*The words for 1, 2, 3 form compounds with* **tuwo:pïima**, *which are used for 6, 7, 8 :* **o:winduwo:pïima**, **o:kotuwo:pïima**, **o:ruwatuwo:pïima**.
>
> *It is possible to identify this* **tuwo:pïima** *as a regular verbal formation with* **tu-**, *on the basis of* **wopïima** *'to pass over, to jump over' (intransitive), which in its turn is formed on the basis of* ***epïima*** *'to pass over something, to jump over something' (transitive). The three compounds may be interpreted as '1, 2, 3 has, or have, passed over' (...)* **tuwo:pïima** *also occurs as a separate word, e.g. in* **au** (**pairo**) **tuwo:-pïima wa** *'I (too) have passed over' (e.g. from one boat into another) where, since* **pairo** *'too' can be inserted, it does not form a compound with* **au**." (*ibid*., p. 279-80)

ainsi que la manifestation d'une vision d'antériorité que l'auteur ne peut se résigner (à juste titre) à décrire en termes d'opération soustractive :

> *"The interpretation of* **o:winapo:sikï:rï** *9 is undoubtedly to be found in something like one finger missing in a complete series of ten or five. (...) Ahlbrinck (...) suggests that the fragment following* **o:win-** *may be identical with a word* **aposikïrï** *'tip of a bird's wing'. This tip must not be eaten by boys, and this 'leaving' of food might be connected with the 'leaving' of a finger in counting. Another (...) interpretation is found by connecting* **-apo:-** *with a fragment* **-apo(:)-** *as found in* **apoxtuŋ̃** *'right hand' and* **apo:we** *'left hand' and by identifying* **-sikï-rï** *with* **sikï:irï** *'little finger'.* **o:winapo:sikï:rï** *might then be interpreted as 'one finger, on the right or left side', i.e. the finger missing in a complete series of five."* (*ibid*., p. 281)

3.11.1.3. L'importance du principe ordinal est encore attestée dans l'expression des nombres des séries 11-19, 21-29, 31-39, etc., par la présence du constituant **ku:pona:ka** à propos duquel Hoff nous donne les informations suivantes :

> *"(...) the postposition* **ku:pona:ka** *'down upon' (...) is formed on the basis of* **ku:po** *'upon' with the suffix* **-naka** *'directed towards, moving towards'."* (*ibid.,* p. 282)

3.11.1.4. Notons encore que les repères principaux (5, 10 et 20) ont la même origine concrète que leurs équivalents panarés et que les expressions pour 5 et 10 sont formées dans une vision qui oblige au balancement de l'une à l'autre par la présence des constituants *'on owe side'/'on both sides'* :

> "**aiyato:ne** *5 and* **aiyapato:ro** *10 are compounds formed on the basis of* **aiya:rï** '*hand' and* **oxto:ne** *'on one side', resp.* **o:pato:ro** *'on both sides'*." (*ibid*., p. 280)

"The identity of this **-kariʔna** *'score' with the word* **kariʔna** *'man' was evident also to my informants."* (*ibid*., p. 281)

3.11.2. La numération andoke

3.11.2.1. Les mêmes analyses peuvent être réalisées à partir de la description que propose J. Landaburu de la numération andoke :

1 = ʌisidé
2 = ʌʌ́hʌmá
3 = ʌisidé ʌʌhʌmá (un, deux)
4 = ʌʌ́hʌmá ʌʌ́hʌmá (deux, deux)
5 = ʌi-hako-domi pã̃́ (cette quantité, une main d'un côté)
//cet-côté-main/quantité//
6 = ku'sí-hako-domi-ka ʌisidé (un et une main de l'autre coté)
//autre-côté-main-et/un//
7 = ku'sí-hako-domi-ka ʌʌ́hʌmá (deux et une main de l'autre côté)
8 = ku'sí-hako-domi-ka ʌʌ́hʌmá ʌisidé
9 = ku'sí-hako-domi-ka ʌʌ́hʌmá ʌʌ́hʌmá
10 = ka'-hako-domi pã̃́ (quantité des mains de nos côtés)
//nous-côté-main/quantité//
11 = ka-dʌka-ka ʌisidé (un et nos pieds)
12 = ka-dʌka-ka ʌʌ́hʌmá (deux et nos pieds)
13 = ka-dʌka-ka ʌʌ́hʌmá ʌisidé (un, deux et nos pieds)
14 = ka-dʌka-ka ʌʌ́hʌmá ʌʌ́hʌmá
15 = ʌi-hako-dʌka pã̃́ (quantité des pieds d'un côté)
16 = ku'sí-hako-dʌka-ka ʌisidé (un et un pied de l'autre côté)
17 = ku'sí-hako-dʌka-ka ʌʌ́hʌmá
18 = ku'sí-hako-dʌka-ka ʌʌ́hʌmá ʌisidé
19 = ku'sí-hako-dʌka-ka ʌʌ́hʌmá ʌʌ́hʌmá
20 = ka-hako-dʌka pã̃́ (quantité des pieds de nos côtés)
De 20 à 40, on ajoute aux nombres présentés l'expression de 20.
40 = ə̃-ʌʌ́hʌmá pã̃́ (deux personnes)
//*r33*-deux/quantité//
60 = ə̃- ʌ́hʌmá ʌisidé pã̃́ (trois personnes)
30 peut se dire outre "20 et 10", "une quantité d'une personne et demie" :
ʌi-ño hʌ́ihʌ́i ə̃-dɨi-ə́ pã̃́
//cet-personne/gens/*r33*-moitié-par/quantité// (LANDABURU, 1975: 137)

et surtout à partir des commentaires que cet auteur nous faisait pour critiquer une première interprétation additivo-multiplicative de cette numération ; commentaires qu'il appuie de données linguistiques non publiées dans le texte précédent :

"L'andoke est multiplicatif pour 40, 60 (...), mais il faut voir que pour 10 et 20 cette multiplication repose sur le passage "ceci/notre" de la détermination nominale, plus qualitative que quantitative. On est là à une limite importante qui permet de voir le surgissement de la numération à partir d'une appréhension du corps (au sens énonciatif des personnes) (...). L'andoke (...) est d'un type particulier (...) puisque pour former 6, 7, 8, 9 et 11, 12, 13, 14 et 16, 17, 18, 19 On pose dans la première série la fin de la série, 10 ; dans la troisième, la fin de la série, 20. Il y a une anticipation de la fin, et on utilise

> l'allatif pour indiquer qu'on va vers cette fin 'un pour aller à nos mains' = 6, 'un pour aller à nos pieds' = 11, etc." (LANDABURU, 1983)

3.11.2.2. Ces données permettent de compléter le tableau de l'aspect iconique de la numération andoke (le lecteur aura déjà noté dans la liste des nombres le rôle des constituants "concrets" comme main, pied et personne) :

> "ʌisidé *et* ʌʌ́hʌmá *(...) sont des nominaux au moins décomposables en* ʌi-sidé */ce-graine/ et* ʌ-ʌ́hʌmá */indic. classe N.1-couple/. Ils sont opposables à* ʌka-sidé */anaphorique-graine/ et à (e.g.)* ya-ʌ́hʌmá */indic. classe N.33-couple/."* (*id.*)

et de souligner fortement l'imbrication de ces repères sémantiques et des systèmes de marqueurs du déroulement et du repérage.

3.11.2.3. Contrairement au panaré et au caribe, les nombres trois et quatre sont analysables du point de vue arithmétique, et semblent pouvoir être dits des *composés additifs*. I1 n'y a cependant aucune évidence permettant de soutenir que le procédé additif soit utilisé pour la formation d'expressions numériques supérieures à cinq. Ce qui engage à la prudence avant d'affirmer que *trois* et *quatre* sont des composés additifs. Ce fait nous semble important dans la mesure où i1 atteste de l'interdépendance des trois principes (iconique, ordinal et arithmétique). En andoke, *un* et *deux* seraient des termes iconiques (*1* = 'graine', *2* = 'couple'), *trois* et *quatre* des termes interprétables comme des composés additifs, et la numération elle-même serait à classer dans les numérations ordinales (cf. § 4.1.4.)

3.11.3. La numération maya

3.11.3.1. La numération maya mériterait d'être considérée dans le cadre des numérations ordinales (que l'on peut poser comme caractéristique des visions du monde amérindiennes). Cette numération est un système particulièrement performant[15] que les spécialistes considèrent, comme une numération de position, ou du moins comme une numération de type arithmétique faisant usage des procédés additifs et multiplicatifs. Par exemple GUITEL (1975: 36) et de même IFRAH (1981: 457) qui distingue le système des stèles et celui du codex de Dresde (le premier étant classé dans les numérations hybrides, i.e. additivo-multiplicatives et le second dans les numérations de position).

3.11.3.2. N'étant pas spécialiste du maya, nous ferons simplement remarquer que la liste des termes mayas (dialecte du Yucatan) telle qu'elle est rapportée (p. 51) et analysée (pp. 52 à 56) par Ifrah sous la rubrique *"complexité (sic) d'une*

---

[15] Au contraire des Panaré, les Maya comptaient fort bien et fort loin; ils disposaient aussi de plusieurs types de représentations écrites et figurées (hiéroglyphes céphalomorphes et anthropomorphes).

numération orale de base vingt", peut être considérée, sans grand risque d'erreur, comme reposant essentiellement sur le principe ordinal que nous venons de mettre en évidence par l'exemple de quelques numérations amérindiennes. La traduction proposée par cet auteur des composés numériques de cette liste, ne fait d'ailleurs aucun doute, sauf pour les premiers termes de la liste (le lecteur observera d'ailleurs la présence des ordinaux, des marqueurs de successivité et le balancement des séries) :

" *1*	:	hun	*11*	:	buluc
2	:	ca	*12*	:	lahca (lahunɨca = *10ɨ2*)
3	:	ox	*13*	:	ox-lahun (*3ɨ10*)
(...)					
10	:	lahun			
20	:	hun kal *"une vingtaine"*			
21	:	hun tu-kal	*mot à mot : un-(après le)-vingtième*		
(...)					
40	:	ca kal *"deux vingtaines"*			
41	:	hun tu-y-ox-kal	*mot à mot : un-troisième vingtaine*		
400	:	hun bak, *"une quatre-centaine" (20^2)*			
8000	:	hun pic, *"un huit-millier" (20^3)*			
160000	:	hun calab, *"un cent-soixante-millier" (20^4)* "(IFRAH, 1981: 51-53)			

3.11.3.3. A lire cette liste dans une perspective ordinale, on ne voit plus de raisons sérieuses de classer les numérations mayas parmi les numérations de position. Un argument important (outre la non-évidence des compositions arithmétiques, cf. § 4.1.4.) consiste à remarquer que les puissances successives de la base (20, 20^2, 20^3, etc.) ne peuvent pas être considérées comme mettant en évidence l'opération d'élévation à une puissance (on sait d'ailleurs que le mot **tun** désigne un cycle de dix-huit "mois" de vingt jours, ce qui fait 360 et non pas 400 jours), puisqu'il s'agit d'expressions indécomposables en termes d'argument d'une opération puissance. Ces termes sont peut-être iconiques, mais ils sont à coup sûr éléments d'une série immuablement ordonnée. Ils sont en effet attachés à l'expression de la durée des cycles temporels, comme en témoigne le système dit du compte long, dans lequel on retrouve dans l'ordre les termes **bak**, **pic** et **calab** (au 5, 6 et 7ème ordre) :

ordres d'unités	Noms & définitions	Equivalences	Nombre des jours correspondants
1e	kin jour		1
2e	uinal "mois" de 20 jours	20 kins	20
3e	tun "année" de 18 mois	18 uinals	360
4e	katun cycle de 20 "ans"	20 tuns	7 200
5e	baktun cycle de 400 "ans"	20 katuns	144 000
6e	pictun cycle de 8 000 "ans"	20 baktuns	2 880 000
7e	calabtun cycle de 160 000 "ans"	20 pictuns	57 600 000
8e	kinchiltun cycle de 3 200 000 "ans"	20 calabtuns	1 152 000 000
9e	alautun cycle de 64 000 000 d' "année"	20 kinchiltuns	23 040 000 000

Fig. 219. - Les unités successives du système de comput du temps employé dans les inscriptions chronologiques mayas (système dit du compte long) (*id*., p. 439)*

3.11.3.4. Si notre interprétation ordinale se révèle fondée, i1 est remarquable de disposer d'un exemple attesté de numération ordinale qui se soit développée au point d'être aussi performante que les numérations de position. Malgré cette identité de performances, les numérations mayas ne nous semblent pas devoir être confondues avec les numérations de position, ne serait-ce que pour laisser l'espace théorique nécessaire à l'analyse des modes de fonctionnement spécifiques de ces types de numérations qui conduisent fort probablement à la notion d'opérateur (si je me trouve en 13 et que je me déplace de 5 vers la droite, j'arrive en 18, vers la gauche, en 8), plutôt qu'à celle d'opération et aux calculs dans des ensembles "circulaires" de *nombres congrus selon un module*, plutôt qu'aux calculs dans l'ensemble infini des entiers.

Cette précaution méthodologique s'impose pour les numérations mayas parlées, et mérite d'être prise en considération pour l'analyse des numérations écrites et hiéroglyphiques. L'enjeu est théorique : si la numération orale ne peut être dite de position alors que la numération écrite le serait, on disposerait d'un

* (IFRAH, 1981 : reproduit avec l'aimable autorisation de l'éditeur)

exemple historique illustrant un phénomène de basculement d'une numération ordinale à une numération de position (basculement probablement provoqué par le jeu des interactions de l'oral, de l'écrit et du figuratif).

3.12. I1 n'y a pas de limite théorique à la capacité générative des numérations ordinales (cf. § 4.5.4.).

4. Les numérations arithmétiques (types AD, MU, PA, PU, PO)

4.1. Les numérations de type AD

4.1.1. Ce type est caractérisé par la présence de composés impliquant, une opération arithmétique d'addition (qu'il convient de distinguer d'une opération concrète de groupement, plus probablement à l'oeuvre dans une numération iconique). C'est le cas par exemple des expressions *dix-sept* et *vingt et un* du français parlé.

4.1.2. Dans une numération additive, le nom des nombres est arithmétiquement indécomposable jusqu'à un certain seuil a. Puis, on compose par addition, énumérant successivement 1 ∔ a, 2 ∔ a, etc., jusqu'à atteindre une deuxième limite b ; le procédé pouvant alors être repris jusqu'à un troisième palier c, etc. Nous appelons ces limites successives des *nombres d'appui*. Ce type de numération est largement attesté, tant à l'oral qu'à l'écrit. L'exemple le plus connu est celui de la numération romaine écrite dans laquelle a : = V, b : = X, c : = L, d : = C, e : = D et f : = M.

4.1.3. L'égyptien ancien (cf. GUITEL, IFRAH, POSNER) montre que le principe des groupements (version iconique du principe additif) permet, depuis des milliers d'années, de construire des systèmes de numération performants, syntaxiquement très simples, et probablement proches des systèmes de signaux.

4.1.4. Nous avons vu que les composés additifs sont peu attestés dans les numérations ordinales amérindiennes (§ 3.11.2.3. et § 3.11.3.1.). On pourrait cependant poser que le principe additif y est au moins attestable par exemple pour les nombres *trois* et *quatre* en andoke, et pour les nombres de *douze* à *dix-neuf* en maya. Dans ces exemples en effet, on ne remarque aucun morphème susceptible de supporter l'interprétation ordinale. Des morphèmes de ce type sont par contre attestés pour les composés désignant des nombres plus élevés. Ces observations conduisent à penser que l'on est éventuellement en présence d'un phénomène d'effacement de marqueurs, dans le but probable de réduire la longueur des expressions numériques, en particulier des expressions les plus souvent utilisées, c'est-à-dire celles des nombres *les plus petits*. C'est en tout cas ce que l'on observe en maya (§ 3.11.3.2.) les seuls composés "additifs" sont tous inférieurs à 20, et le premier d'entre eux présente la double particularité d'être une expression contractée, et d'être la seule somme dont le premier argument serait dix.

4.1.5. La capacité générative théorique des numérations additives peut être posée comme étant égale au double du dernier nombre d'appui attesté. En effet, si l'on dispose du principe de formation par addition et d'une expression (simple ou composée) pour chacun des nombres inférieurs au dernier appui additif attesté, a, on peut former les expressions de 1ɨa, 2ɨa, ..., aɨa ; et le double du dernier appui apparaît bien comme la limite (évidemment provisoire) du système considéré.

4.1.6. Nous devons poser l'hypothèse que sous la pression du besoin de saisir des nombres encore plus grands, les locuteurs tenteront de franchir cette limite.

Il est vraisemblable que pour un obstacle important, la première étape consiste à le reconnaître, et donc à le nommer.

Dans ces conditions, le dernier composé additif ne sera plus le double 2a, mais son prédécesseur, a ɨ (a-1).

Le processus mis en oeuvre pour franchir l'obstacle engage évidemment profondément l'avenir de la numération ; par exemple son évolution vers un système multiplicatif (comme dans le scénario où 20 serait désigné par le mot *homme*, et 40 par l'expression *deux hommes*), ou vers un système additif dans lequel les appuis se mettent à proliférer (comme dans le cas de la numération romaine écrite) jusqu'au moment où l'extravagante longueur de l'expression des grands nombres conduirait à adopter un principe de composition plus économique (par exemple, un principe multiplicatif).

4.1.7. Cette hypothèse conduit à distinguer plusieurs sous-types de numérations additives selon qu'elles comportent peu ou beaucoup d'appuis additifs, et selon que le dernier composé est le double ou le prédécesseur du double du dernier nombre d'appui. On obtient :

A1) les numérations *non-systématiques*, caractérisées par une utilisation sporadique du principe additif (un ou quelques rares nombres d'appui utilisés pour la formation des premiers éléments de la suite 1ɨa, 2ɨa, ...),

A2) les numérations *systématiques*, caractérisées par la présence de nombres d'appui effectivement utilisés pour l'expression de tous les composés additifs de la suite 1ɨa, 2ɨa, ..., jusqu'au double a, A3) les numérations *dé-limitées*, caractérisées par la reconnaissance de la nécessité d'un principe plus puissant que celui de la simple addition.

4.1.8. L'hypothèse 4.1.6. et ses conséquences 4.1.7. peuvent évidemment être reprises pour toutes les opérations intervenant dans les numérations arithmétiques de type M, PA ou PU que nous étudierons ci-après.

4.2. Les numérations de type MU

4.2.1. Ce type est caractérisé par la présence de composés arithmétiquement analysables en produit de facteurs. En français par exemple : *quatre-vingts*, *neuf cents*, *deux cent sept mille* sont des composés multiplicatifs.

4.2.2. Le panaré ne semble pas pouvoir être considéré comme un système de type multiplicatif, et ceci bien qu'il soit possible de faire reconnaître, voire de faire construire, des composés de type "multiplicatif" comme 40 : **asaʔ-eʔñepa** (//deux/homme//) et 80 : = **asanã-kiñe-eʔñepa** = **asanã-eʔñepa** (//quatre/homme//).

4.2.3. Le caribe et l'andoke ne semblent pas non plus pouvoir être dits multiplicatifs, car nous ne sommes pas sûr que l'attitude contraire ne résulte pas d'une projection des propriétés arithmétiques de nos numérations sur ces systèmes fortement marqués par le principe ordinal. La même réserve doit être faite pour le maya, tout comme pour le warao dont voici un extrait de la liste des principaux nombres éventuellement formés multiplicativement (l'auteur les imprime en capitales) :

" 20.	WARAO ISAKA	UN WARAO
21.	Warao isaka arai isaka	Un warao y uno
(...)		
40.	WARAO MANAMO	DOS WARAOS
41.	Warao manamo arai isaka	Dos waraos y un(o) dedo
(...)		
60.	WARAO DIJANAMO	TRES WARAOS
(...)		
100.	WARAO MOJABASI	CINCO WARAOS
200.	WARAO MOJOREKO	DIEZ WARAOS
300.	WARAO MOJOREKO ARAI MOJABASI	QUINCE WARAOS
400.	WARAO WARAO ISAKA	VEINTE WARAOS"

(VAQUERO, 1965: 54)

4.2.4. L'observation des numérations conduit à distinguer les nombres d'appui *multiplicatif* et *systématique*. Les premiers, m, sont utilisés pour former les expressions de quelques uns des multiples de m : 1xm, 2xm, ... Les seconds, s, sont attestés pour former la série complète des multiples : 1xs, 2xs, ... jusqu'à (s-1)xs ou sxs = s^2. (Comparer en français par exemple : *vingt*, *cent*, *mille*, *million*).

On peut poser que la capacité générative théorique des numérations multiplicatives est égale au carré du dernier appui systématique attesté.

4.3. Les numérations de type PA

4.3.1. Dès qu'une numération utilise conjointement les ressources de l'addition et de la multiplication, de sérieuses difficultés apparaissent : il faut tenir compte de l'ordre dans lequel ces opérations doivent être effectuées, i1 faut *parenthéser*. Par exemple : *vingt quatre mille* : = (20ɨ4) x 1000 ≠ 20 ɨ (4x1000) : = *quatre mille vingt.*

Nous disons qu'une numération est de type PA, ou qu'elle est *parenthésée*, lorsqu'elle utilise un parenthésage effectivement marqué.

4.3.2. La numération parlée française est de type PA puisque la hiérarchie des opérations est marquée explicitement par des tactèmes d'ordre (cf. *IIème partie : SYNTAXE*).

4.3.3. Nous ne connaissons pas de numérations parlées amérindiennes qui seraient de type PA. La numération warao, par exemple, n'est probablement pas de type PA ; même en admettant qu'elle soit multiplicative, car on y trouve les deux exemples suivants :

41 : = **warao manamo arai isaka** (//*warao*/deux/et/un//),
300 : = **warao mojoreko aras mojabasi** (//*warao*/dix/et/cinq//)
(VAQUERO, 1965: 54), dans lesquels la *même* structure linguistique (mais qu'en est-il de l'intonation ?) est parenthésée de deux manières différentes (pour les besoins de la cause ?) 41 = (20 x 2) ɨ 1 et 300 = 20 x (10 ɨ 5).

4.3.4. Une étude sérieuse des numérations parenthésées n'est guère possible car on ne dispose pas de descriptions suffisamment précises pour l'entreprendre. La littérature donne rarement les exemples qui seraient déterminants. Un mathématicien, par exemple, rapporte qu'en ali (langue d'Afrique centrale) on a 80 : = **mbouna moro ngo taré** (//dix/cinq/et/trois//) et 18 : = **mbouna kpo moro ngo taré** (//dix/et/ cinq/et/trois//). Mais il ne rapporte pas 53 qui serait pourtant plus intéressant pour l'étude du parenthésage puisque 80 : 10 x (5 ɨ 3) et que 53 = (10 x 5) ɨ 3.

4.3.5. La capacité générative théorique des numérations multiplicatives ou parenthésées peut être posée égale au carré du dernier nombre d'appui multiplicatif attesté.

4.4. Les numérations de type PU

4.4.1. Ce type de numération est caractérisé par la présence de composés utilisant l'opération d'élévation à une puissance.

4.4.2. Le type PU semble exceptionnel à l'oral ; et lorsqu'il est attesté, c'est toujours dans une communauté où existe une tradition arithmétique.

A. DELEDICQ (1979: 38) rapporte l'exemple d'une langue de Centre-Afrique, le ngbaka, dans laquelle l'expression de cent est formée à partir de dix et de deux : 100 : = **djomba té bissi** (//dix/?/deux//). L'auteur ne dit malheureusement rien du constituant **té**, et ne précise pas si le procédé est utilisé ou non pour la formation de mille et des autres puissances de dix.

Rappelons que N. Chuquet a introduit en français les composés //bi/llion//, //tri/llion//, ..., //noni/llion// qui s'interprètent comme les puissances successives de million (cf. §1.6.).

4.4.3. L'usage de l'opération d'élévation à une puissance ouvre la possibilité d'accéder au principe des numérations de position et de saisir le nombre sous la forme d'un calcul polynomial.

4.4.4. La capacité générative théorique pourrait être posée égale à la puissance pième de p, où p serait le dernier appui parabasique attesté. A notre connaissance cette capacité théorique n'est attestée dans aucune numération ; en français par exemple, la série des puissances du million n'est attestée que jusqu'à neuf dans l'oeuvre de N. Chuquet.

4.5. Les numérations de type PO

4.5.1. I1 s'agit de numérations totalement systématisées, et caractérisées par le choix d'un nombre, la base (au sens arithmétique de ce terme[16], et d'une seule règle pour la formation des composés. Tous les nombres sont saisis sous forme d'expressions polynomiales dont la variable est la base et dont les coefficients sont des nombres strictement inférieurs à celle-ci :

$$n = a_0 x b^0 + a_1 \text{ x } b^1 + \ldots + a_p \text{ x } b^p \text{ , } a_i < b.$$

Les numérations de ce type supposent la connaissance du rôle du *zéro* dit de position.

4.5.2. Les numérations de type PO sont bien connues, i1 s'agit par exemple de notre numération décimale écrite

16 *"Le nombre cardinal de la collection des chiffres est par définition la base du système de numération."* (CAGNAC, 1956: 87).
"Base d'un système de numération de position. Nombre de symboles utilisés dans un système de numération de position." (BOUVIER, 1979, article position).

$1983 = 1 \times 10^3 + 9 \times 10^2 + 8 \times 10^1 + 3 \times 10^0$

4.5.3. Les numérations orales sont exceptionnellement de type PO. Le seul exemple attesté s'est développé en Inde, dans une civilisation qui disposait déjà d'une numération écrite de position et où fleurissaient les recherches linguistiques (le fait n'est pas accidentel) et arithmétiques. Ce système est l'oeuvre d'un homme, Âryabhaṭa, probablement du sixième siècle. Nous renvoyons le lecteur à l'ouvrage de Guitel (GUITEL, 1975: 575-602) pour la présentation de cet exceptionnel système de numération parlée de position.

4.5.4. Il n'y a pas de limite théorique à la capacité générative des numérations de position, mais une limite pratique imposée (comme à tout système de numération) par l'encombrement de plus en plus important des expressions, et donc du coût de la communication, à mesure que l'op s'élève dans l'échelle des nombres. Il devient alors nécessaire d'inventer de nouvelles notations (par exemple, la notation de Donald Knuth, présentée à l'entrée Knuth du dictionnaire des mathématiques (BOUVIER, 1979)).

4.5.5. Les très grands nombres ont fasciné de grands esprits, et cette fascination les a poussés à construire des systèmes de plus en plus puissants. Nous ne pouvons résister au plaisir de rappeler le célèbre exemple d'extension systématique d'une numération que nous devons au génial Archimède. Il s'agit de l'Arénaire. Dans ce travail, Archimède montre à Gélon, roi de Syracuse, qu'il n'y a aucune impossibilité à dénombrer les grains de sable qui seraient requis pour remplir l'univers. Le système de l'Arénaire :

> "s'étend jusqu'au nombre de dix mille myriades de la dix mille dix millième série de la dix mille dix millième période ; nombre qui, dans notre système de numération, s'exprimerait par l'unité suivie de 80 millions de milliards de chiffres." (VER EECKE, 1960: 365)

Le principe de l'efficacité de ce système est un procédé récursif et systématique.

5. Nous souhaitons, en conclusion de cette partie, faire deux remarques,

5.1. D'abord, souligner l'importance et l'intérêt de l'*hypothèse conceptuelle* proposée par le professeur B. Pottier (POTTIER, 1974) et de l'interprétation qu'elle permet de la *mise en signes* des conceptualisations. Ces positions théoriques ont en effet la vertu de prévenir le chercheur de l'incontournable nécessité de distinguer soigneusement : le niveau des faits observés, celui des représentations construites par le linguiste, et enfin le niveau des réalités psycho-sémantiques. Ces positions impliquent un devoir de vigilance dans l'observation (toujours participante) des corpus dans lesquels il convient de distinguer méthodologiquement les données brutes (si tant est qu'il en existe !) et les données manipulées, organisées, construites (naïvement ou techniquement) par le chercheur. Cette rigueur méthodologique dans la description systématique des phénomènes conduit, non pas à une fuite dans un formalisme vide, mais à l'entrée d'une rationalité profonde qui se manifeste par une organisation taxinomique des données qui contraint à son tour l'analyse syntaxique des expressions numériques.

5.2. Le fait ensuite, que l'analyse des numérations "exotiques" nous oblige à reconsidérer nos points de vue théoriques sur les numérations ; non pas pour nier les acquis de nos connaissances des numérations arithmétiques, mais pour faire place dans la théorie aux deux principes (iconique et ordinal) dont l'importance semble ne pas avoir été suffisamment soulignée jusqu'à présent. Nous verrons dans la IIème partie (SYNTAXE) que le point de vue ordinal permet de découvrir que le vocabulaire terminal d'une numération comme celle du français n'est pas une simple liste de symboles soumis à des règles arbitraires, mais une organisation taxinomique qui rend concevable une explication profonde du dynamisme du langage. L'analyse des numérations "exotiques" nous fournit donc une illustration intéressante du fait que l'objet de la rationalité linguistique n'est pas l'étude des propriétés dérivées de quelques axiomes, mais l'étude de la dynamique d'entités organisées et structurées, "ayant comme une anatomie et une physiologie propre " (LAUTMAN, 1935:283).

L'analyse linguistique des numérations amérindiennes contribue ainsi à replacer le principe ordinal à une plus juste place dans l'étude des numérations ; et c'est un juste retour à l'apport que nous ont fourni les mathématiques pour l'analyse et la comparaison des numérations parlées.

L'Herbergement, novembre 1983.

REFERENCES

1. HISTOIRE DES NUMERATIONS

GUITEL, G. (1975) *Histoire comparée des numérations écrites*, Paris Flammarion, 851 pp. ; illust.

IFRAH, G. (1981) *Histoire universelle des chiffres*, Paris : Seghers, 567 pp. ; illust.

MENNINGER, K. (1970) *Number World and Number Symbols*, Cambridge (Mass.) : MIT Press.

2. DIDACTIQUE DES NUMÉRATIONS

BEDNARZ, N. & JANVIER, B. (1982) "The Understanding of Numeration in Primary School", *Educational Studies in Mathematics*, 13, fév. 82, 33-57.

EL BOUAZZAOUI, H. (1982) *Etude des situations scolaires des premiers enseignements de la numération*, Thèse 3ème cycle, Université de Bordeaux I, 501 pp.

FISCHER, J.P. (1979) *La perception des problèmes soustractifs aux débuts de l'apprentissage de la soustraction*, Thèse 3ème cycle, Université de Nancy I, 95 pp.

(1981) "Développement et fonctions du comptage chez l'enfant de 3 à 6 ans", *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 2-3, 277-302, Grenoble: La Pensée Sauvage.

3. PSYCHOLOGIE

GELMAN, R. (1983) "Les bébés et le calcul", *La Recherche*, 149, nov. 83, 1382-1389.

PIAGET, J. & SZEMINSKA, A. (1941) *La genèse du nombre chez l'enfant*, Neuchâtel: Delachaux et Niestlé, 4ème édit., 1972, 317 pp.

4. DIDACTIQUE DE L'ÉNONCIATION

CAUTY, A. (1982) *Etude de certains aspects linguistiques et didactiques: de l'énonciation mathématique*, Thèse 3ème cycle, Université de Paris VII, IREM de Paris Sud, 572 pp. ; illust.

MAUDET, C. (1982) *Les situations et les processus d'apprentissage d'une fonction logique*, Thèse 3ème cycle, Université de Bordeaux I, 168pp.; Ann.

5. ÉCONOMIE DÉS SYSTÈMES DÉ NUMÉRATION

CAUTY, A. (1984) "I1 a essayé de nous voler comme l'an dernier, mais cette année je sais compter et me servir de la balance", *Chantiers Amerindia*, Paris: A.E.A., 1984.

POSNER, R. (1983) "Les nombres et leurs signes. Histoire et économie de la représentation des nombres", *Revue du DRLAV*, 28, 47-62, Paris.

6. DOCUMENTS

CAUTY, A. (1974a) "Reflexiones sobre "las formas flexionales" del idioma panare", *Antropológica*, 37, 41-50, Caracas: Edit. Sucre.

(1974b) "Reflexiones sobre denominación y designación en e1 idioma panare", *Antropológica*, 39, 3-24, Caracas Edit. Sucre.

DELEDICQ, A. (1979) "L'expression du nombre dans les langues africaines", *Recherche pédagogie et culture*, VII, 40, mars 79, 37-38, Paris.

HERNÁNDEZ NIETO, H. (1978) "Una interpretación diversa de la aritmética nahuatl según un manuscripto de Juan Caramuel", *Journal de la Société des Américanistes*, LXV, 87-101, Paris.

HOFF, B.J. (1968) *The Carib Language. Phonology, morphonology, morphology, texts and mord index*. Verhandelingen van het Koninklijk Instituut voor Taal-, Land en Volkenkunde, 55, Foris, Dordrecht, XV, 440 pp.

KRISOLOGO B. Pedro, J. (1976) *Manual glotológico del idioma woʔtiheh*, Centro de lenguas indígenas, Caracas: Edit. Sucre ; 170 pp.

LANDABURU, J. (1979) *La langue des Andoke*, Paris: SELAF, 350 pp.

MONOD BECQUELIN, A. (1975) *La pratique linguistique des indiens trumai*, Paris: SELAF, 259 pp. ; illust.

MULLER, M.C. (1974) "E1 sistema de posesión en la lengua panare", *Antropológica*, 38, 3-14, Caracas: Edit. Sucre.

VAQUERO, A. (1965) *Idioma warao*, Estudios venezolanos indígenas, Caracas: Edit. Sucre, 342 pp.

YAU, S.C. "Création d'anthroponymes gestuels par une amérindienne sourde isolée", *Amerindia*, 7, 7-22, Paris: A.E.A.

7. AUTEURS CITES

AUROUX, S. (1982) *Linguistique et anthropologie en France* (1600-1900) Collection d'histoire des théories linguistiques, Université de Paris VII, 21 pp.

BOUVIER, A. & GEORGE, M. (1979) *Dictionnaire des mathématiques*, Paris: Presses Universitaires de France, 839 pp.

CAGNAC, G. & THIBERGE, L. (1956) *Arithmétique*, Paris: Masson, 401 pp.

CULIOLI, A. & DESCLES, J.P. (1979) *Systèmes de représentations linguistiques et métalinguistiques*, Université de Paris VII, 141 pp.

DUFAŸ-POTHIER, B. (1981) *Etude des emprunts linguistiques du français à l'anglais*, Thèse 3ème cycle, Université de Paris III, 331 pp.

LAUTMAN, A. (1935) *Essai sur l'unité des mathématiques et divers écrits*, Paris: Union générale d'édition, 1977, 315 pp.

LEBESGUE, H. (1931) *La mesure des grandeurs*, Paris: Blanchard.

PEANO, G. (1889) *Arithmetics Principia Nova Methodo Exposita.*

POTTIER, B. (1974) *Linguistique générale, théorie et description*, Paris : Klincksieck, 338 pp.

STEVIN, S. (1634) *Les oeuvres mathématiques*, *augmentez par Albert G*irard, Leyde: Elzevier.

VER EECKE, P. (1960) *Les oeuvres complètes d'Archimède suivies des commentaires d'Eutocius d'Ascalon*, 2 tomes, Paris: Blanchard.

8. COMMUNICATIONS PERSONNELLES

HOFF, B.J. (1983)

LANDABURU, J. (1983)

QUEIXALOS, F. (1983)