

Michel Fayol

L'enfant et le nombre

(du comptage à la résolution de problèmes)

Actualités pédagogiques et psychologiques, 1990

Chapitre 2 : La chaîne numérique verbale et son acquisition (pages 23 à 51)

1. La suite des nombres : approche linguistique (p.23)

L'emploi de la suite des nombres nécessite le recours à des dénominations langagières dont il apparaît qu'elles sont très précisément organisées.

Il faut donc aborder l'arithmétique en la considérant comme un objet d'étude linguistique.

On a affaire à un domaine linguistique à la fois complet mais simple. Cette simplicité résulte de ce qu'il comporte :

- un lexique limité
- une absence de toute ambiguïté sémantique
- une syntaxe simple

Power et Longuet-Higgins ont effectué une étude :

Il faut, quelque soit le fonctionnement de la numération verbale de la langue étudiée, s'intéresser à comprendre son système : « dans tous les cas, la question est de savoir comment s'organisent ces systèmes verbaux pour exprimer la numérosité sous-jacente ».

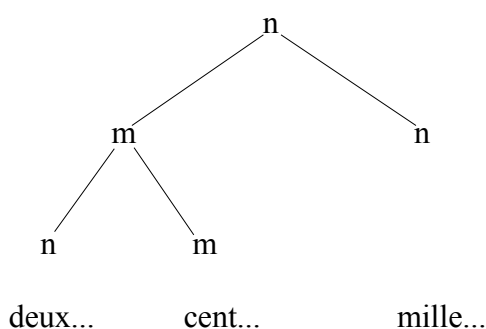
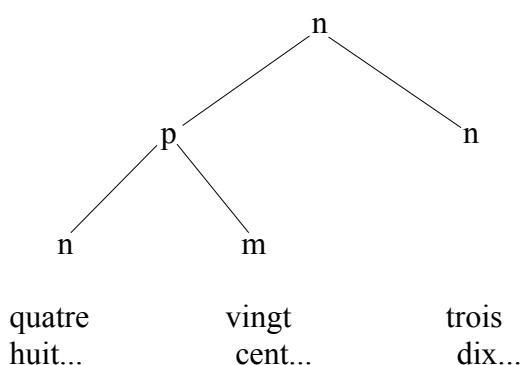
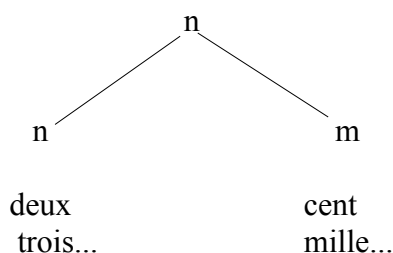
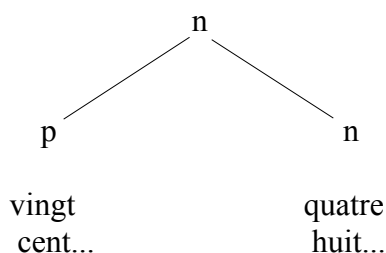
La lexicalisation directe (attribuer un mot pour chaque nombre) serait la plus simple, mais trop coûteuse en mots !

Il faut donc utiliser la décomposition. Celle-ci se manifeste en français (mais aussi en anglais) selon une somme (vingt-trois, cent quatre, mille cent trente sept...) ou selon un produit (quatre-vingts, trois cents, six mille...) ou selon les deux.

Power et Longuet-Higgins montrent que la construction de ces expressions nécessite le recours à trois types de termes :

- termes majeurs (notés p) entrant dans des décomposition additives
- termes majeurs (notés m) entrant dans des décomposition multiplicatives
- termes mineurs (notés n) désignant aussi le nombre seul

A partir du lexique et des règles d'organisation ci-dessus évoquées, il devient possible de composer toutes et rien que les suites verbales exprimant la numérosité et, même, de les représenter par des arborescences du type ci-dessous (chaque noeud ne peut comporter qu'un seul n) :



Il suffit donc d'assigner à une numérosité quelconque une expression arithmétique « codable » verbalement puis d'appliquer les règles ci-dessus évoquées.

73, se décomposera en 60+13 (et non en 70+3 ou 50+23).

Pour 83 (plus complexe au niveau de la compréhension), il faut dans un premier temps effectuer un découpage de la séquence pour isoler des groupes numériques avant de leur attribuer un rôle.

Cette étude est centrée essentiellement sur une perspective descriptive. Elle n'a pas pour but de fournir d'explications sur l'acquisition des systèmes. Ce sera plus le versant du « psychologique ».

2. Les enseignements de la neuropsychologie (p.26)

Depuis le début des années 1980, des recherches ont été faites par des neuropsychologues sur les troubles appelés « acalculie ». Elles sont très poussées et nous nous en tiendrons aux aspects commun pour en arriver à montrer en quoi les données recueillies confirment les conclusions de Power et Longuet-Higgins.

3. Une conception modulaire du système cognitif (p.27)

L'ensemble des recherches conduites s'organisent autour de trois idées directrices :

1. Les capacités arithmétiques ne peuvent être traitées comme un phénomène unitaire. Ces composantes se trouvent articulées en un système cognitif organisé selon une architecture précise (on a donc affaire à une conception modulaire de « l'esprit »).
2. L'étude de ces pathologies va permettre de comprendre l'architecture du système cognitif normal en isolant des modules autonomes.
3. La démarche sera donc orientée vers l'étude de cas et en particulier l'étude de cas « purs » : pathologie portant sur un module unique (par exemple la compréhension des signes arithmétiques écrits (+/-/x/÷)

Trois modules de base sont ressortis :

- un système de compréhension (C) { deux sous-systèmes : l'un relatif aux chiffres arabes ;
- un système de production (P) { l'autre aux dénominations verbales orales (phonèmes) ou écrites (graphèmes)
- un système de calcul (CA) \Rightarrow trois subdivisions : - connaissance des symboles d'opérations
- procédures de calcul
- faits numériques stockés en mémoire à LT

4. Quelques exemples de dissociations (p.28)

- Une étude de Benson et Denckla (1969) a montré qu'un patient était déficitaire sur la production (donner la bonne réponse) mais la compréhension était bonne ! Ce qui justifie la dissociation des deux !
- Une étude de Caramazza et Mc Closkey (1987) rapporte le cas d'un patient ne commettant aucune erreur pour comparer des nombres écrits en chiffres mais procédait aléatoirement en lettres. Toutefois ces erreurs disparaissaient à l'oral ; argument en faveur d'une dissociation oral/écrit. Notons d'ailleurs que le système numérique des chiffres arabes limite (par sa simplicité) les erreurs !
- Le système de calcul peut lui aussi présenter des atteintes très spécifiques, comme le rapporte Warrington (1982) : certains patients vont avoir des troubles concernant l'opération en elle-même reconnaissance du signe, réponses données... Certains troubles se révèlent encore plus spécifiques, affectant par exemple l'algorithme de la seule multiplication.

5. Où la neuropsychologie rejoint la linguistique (p.29)

L'aspect linguistique dans le système du traitement numérique a beaucoup retenu l'attention et a fait l'objet de nombreuses études (qui convergent vers les perspectives linguistiques présentées au début de ce chapitre).

Notons notamment Mc Closkey, Sokol et Goodman ; Broca et Wernicke (et leurs aphasiques)

⇒ différents types d'erreurs liées notamment à la position des chiffres (erreurs syntaxiques selon Mc Closkey)

Deloche et Seron s'attachent aux erreurs lexicales. Le lexique de la numération s'organise en ensemble de données : les piles (stacks). Celles-ci sont au nombre de trois :

- les unités (de un à neuf)
- les particuliers : de onze à seize
- les dizaines : de dix à soixante (en français de France !)

Dès lors : deux types d'erreurs :

- celles qui consistent en une confusion d'éléments de la même pile (11 à 12 ; 30 à 60 ; 5 à 7...)
- celles (plus fréquentes, notamment chez les aphasiques de Broca) qui procèdent par changement de pile. Les sujets remplacent par exemple 50 par 15 ou par 5 : c'est à dire qu'ils passent d'un ensemble à l'autre en conservant la position sérielle de l'élément.

« Dès lors, les observations issues du champ d'étude de la neuropsychologie permettent effectivement de concevoir un système cognitif de traitement des information numériques organisé selon des modules intégrés. Ces modules effectuent chacun un certain type d'opération (par exemple découper la chaîne verbale, catégoriser-identifier la « pile » d'appartenance d'un item puis sa position dans la « pile » ; lexicaliser une numérosité donnée ; etc. Leur atteinte entraîne des perturbations spécifiques qui résultent de la manière dont le système subsistant surmonte les impasses en « réparant » les lacunes en fonction des procédures encore disponibles. Deloche et Seron (1987) ont, à partir de ces considérations , réussi à élaborer un programme stimulant avec beaucoup de précision l'activité de transcodage et les troubles susceptibles de l'affecter. »

6. L'acquisition de la chaîne des nombres et de ses propriétés (p.33)

La correspondance terme à terme exige trois compétences :

- activer en mémoire et « égrener » une série ordonnée de dénominations verbales
- prendre un à un les objets sans en oublier ni en recomptant deux fois le même
- coordonner ces deux activités

Chacune de ces composantes nécessite une étude particulière. Nous nous cantonnerons à la première.

On peut admettre avec K.Fuson, Richards et Briars (1982) admettre qu'il y a deux phases à l'acquisition de la chaîne numérique verbale. L'apprentissage par coeur et la mise en entité et en relation avec les autres.

7. L'acquisition de la suite verbale (p.33)

Très tôt les enfants détectent qu'il y a des mots pour compter et d'autres non utilisables à cette fin (Sinclair et Sinclair, 1984).

On va pouvoir catégoriser trois types de parties dans la chaîne numérique verbale :

- la partie stable et conventionnelle
- la partie stable et non conventionnelle
- la partie ni stable ni conventionnelle

8. La partie conventionnelle (p. 34)

Sa taille croît de manière très importante en fonction de l'âge. Notamment vers l'âge de 4 ans et demi (selon l'étude de K.Fuson, Richards et Briars, 1982, p37). Les différences que l'on peut observer en fonction du milieu social s'estompent après quelques semaines de scolarisation (selon l'étude de Ginsburg et Russel, p39). Toujours est il que l'acquisition de la suite verbale passe par deux aspects complémentaires : « tout d'abord, une extension de la séquence stable et conventionnelle ; ensuite, la consolidation de cette dernière qui contribue à diminuer les variations chez le même sujet à des moments différents. »

9. La partie stable mais non conventionnelle (p.35)

Cette partie reste stable à 80%.

Il s'agit le plus souvent (à 88%) d'omissions, en particulier pour le nombres entre 10 et 19 et en particulier des nombres 15, 16 et 17. Il s'agit d'un phénomène normal dans l'apprentissage. Très répandu. Il provient sans doute que les enfants doivent parfois

compter des objets qui dépassent les limites de leur connaissance de la chaîne ; dès lors ils prononce des mots sans certitudes de manière (et c'est très bien) à attribuer un mot-nombre à chaque élément. Ensuite on peut penser que l'enfant n'a pas encore compris et construit les règles linguistiques de la production des dénominations verbales des nombres (notamment pour les erreurs après vingt).

10. La partie ni stable ni conventionnelle (p.36)

L'enfant donne une série de nombres qui ne correspondent pas du tout à la suite numérique verbale dite conventionnelle (non conventionnel); de plus, ces nombres varient d'une fois sur l'autre (non stable). Les nombres ne sont pas tout à fait aléatoirement enchaînés dans la plupart des cas : on retrouve souvent des groupes collés ensemble.

11. Conclusion (p.37)

L'acquisition de la suite numérique verbale commence vers 2 ans pour s'achever en général vers la fin de la première année de scolarité élémentaire. Des différences se font sentir suivant les élèves en fonction de leur environnement, mais, comme l'ont montré Ginsburg et Russel, ces différences se voient rapidement éliminées par quelques semaines de scolarité.

Le développement suit toujours grossièrement la même séquence : une portion stable et conventionnelle dont la taille s'accroît peu à peu ; une partie stable mais non conventionnelle ; une suite peu ou pas organisée (la partie ni stable ni conventionnelle).

Ce mode de structuration provient du fait que pendant longtemps la chaîne verbale fait l'objet d'un apprentissage par coeur (un à seize au minimum) qui ne s'estompera qu'une fois le que le corpus de nombres disponibles sera suffisamment important (plus de 20) et maîtrisé pour comprendre les règles linguistiques (en lien avec les règles de la numération écrite, au moins jusqu'à 69).

12. Du « par coeur » à l'élaboration (p.38)

Le tout va donc être d'arriver à basculer d'un mode de fonctionnement limité (le « par coeur ») à la compréhension du système de la décimalité.

Une étude de Siegler et Robinson (1980) portant sur des élèves entre trois et cinq ans, a montré qu'il y a trois profils « types » :

- Groupe A comptant entre 1 et 19 ;
- Groupe B comptant allant de 20 à 99 ;

- Groupe C dépassant 100.

Les sujets A s'arrêtent essentiellement à 4, 7, 8 ou 13.

Les sujets B s'arrêtent en fin de dizaines (29, 39, 49...).

Les sujets C s'arrêtent plutôt à des dizaines entières (120, 150...)

Un test consistant à les faire compter à partir de « n » confirment ces états de fait.

Les **omissions** concernent en particulier les dizaines pour les sujets B (passage de 29 à 50) alors que le dix n'est quasiment jamais oublié pour les sujets A.

Les **répétitions** se retrouvent dans les 3 niveaux mais elles passent de 26% chez les A à 2% chez les B et 1% chez les C.

L'acquisition de la chaîne numérique verbale se fait donc en deux temps :

- la série 1 à 9 et même 1 à 19 apprise « par coeur » ;
- la séquence 20 à 99 (et au-delà) avec ses lois de composition linguistique.

13. Niveaux d'élaboration et procédures (p.39)

Fuson, Richards et Briars (1982), à la suite d'une étude, ont catégorisé 4 niveaux d'organisation de la chaîne numérique.

- Le niveau chapelet (« string level »)
« undeuxtroisquatreçinqsix... » ⇔ la suite des nombres n'est pas segmenté, pas d'individualisation des nombres, quasiment pas de sens arithmétique derrière cette suite verbale. La correspondance terme à terme, dans ces conditions n'est qu'une simulation.

- Le niveau « chaîne insécable »
- Le niveau « chaîne sécable »
- Le niveau « chaîne terminale »

14. De la formulation orale au codage écrit (p.46)