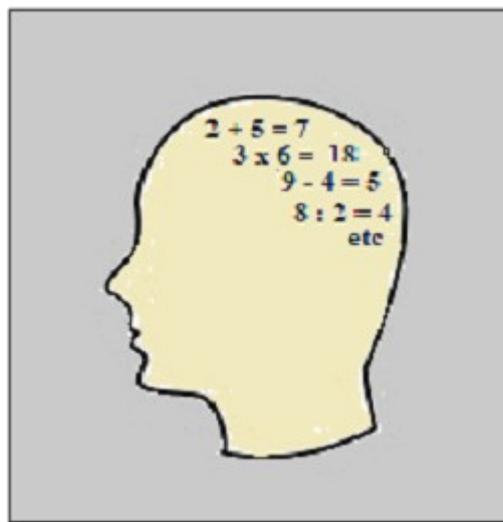


FONCTIONS LANGAGIÈRES ET FAITS ARITHMÉTIQUES



Rose-Marie Ninove-Decerf

Graduée et licenciée en logopédie

Données principalement traitées au départ des ouvrages de Van Nieuwenhoven C. (1999) et Dessailly P. (1992)

LANGAGE ORAL

Le langage est un ensemble de signes (signifiants) qui ont un contenu sémantique (signifié). Il peut être oral, écrit, gestuel voire tactile, olfactif...

Le langage oral, tout comme son codage écrit, a un rôle à la fois symbolique et social. Son lexique et sa syntaxe, spécifiques à chaque langue, se transmettent culturellement. Utilisés en réception ou en production, les mots et les phrases évoquent des objets en leur absence, expriment des situations passées ou à venir et véhiculent des concepts de plus en plus abstraits. Ces représentations verbales et écrites facilitent les contacts sociaux, permettent la transmission des informations, des savoirs et de l'histoire...

Le développement de la compréhension verbale, *versant réceptif* du langage précède et reste supérieur à la production. A la naissance, l'enfant possède des circuits "pré-cablés" pour discriminer auditivement les sons de toutes les langues. Les neurones inactivés sont détruits ou "colonisés par d'autres fonctions" (cf. plasticité cérébrale) tandis que les neurones correspondants aux sons de la langue maternelle, stimulés par le "bain de langage", vont s'affiner. (Mazeau). La compréhension débute par la perception de la prosodie : la mélodie et les intonations vocales, en regard des gestes et des mimiques de l'entourage, permettent au bébé de traduire la charge affective du message. Peu à peu, la segmentation de la chaîne sonore et la discrimination auditive vont l'amener à intégrer des images acoustiques et des modèles verbaux stables. Ces unités et les séquences verbales identifiées et associées aux personnes, objets et situations, vont être encodées en mémoire à long terme avec leurs représentations sémantiques. Ce lexique verbal chargé de sens va s'étendre, s'affiner et s'organiser en classes tandis que les règles syntaxiques et grammaticales vont s'extraire du bain de langage.

Ces capacités réceptives d'ordre gnosi que vont servir de modèle et encourager le développement praxique de la parole, *versant expressif* du langage. Exercées lors des jeux de babillage, ces capacités gnoso-praxiques, soutenues par les fonctions attentionnelles et mnésiques, vont permettre des imitations immédiates et différées ainsi que des productions lexicales et syntaxiques spontanées qui vont progressivement s'ajuster jusqu'à devenir conformes aux modèles environnementaux.

SYSTÈME NUMÉRAL

Le système de *désignation orale des nombres* possède :

- ◆ un lexique particulièrement réduit, est limité à une trentaine d'unités lexicales:
 - noms de 1 à 9 ;
 - particuliers de 11 à 16 ;
 - dizaines (10 à 90) ;
 - puissances de 10 (cent, mille, million...).
- ◆ une syntaxe spécifique :
 - présence d'un mot lien dans quelques mots-nombres (Ex : "vingt-et-un", "trente-et-un"...);
 - omission de l'adjectif numéral "un" devant "cent" et "mille" ;
 - ordre des mots qui traduit des compositions additives ("cent-quatre") ou multiplicatives ("quatre-cents").

Ces unités lexicales de base, combinées selon des règles conventionnelles, vont donner lieu à une multitude de séquences lexicales capables de désigner une infinité des nombres.

Suivant la maturation des fonctions gnoso-praxiques, mnésiques et attentionnelles, les premiers mots-nombres, produits par plaisir et pour faire plaisir, font leur apparition dans le langage aux environs de deux ans. Progressivement, le bagage numéral s'étend et se précise. L'intégration en mémoire des mots-nombres est facilitée par la taille réduite du lexique de base, par la simplicité de sa syntaxe et le caractère cyclique de la suite des mots-nombres.

Mais, contrairement aux mots qui sont spontanément associés à des images concrètes et à des situations quotidiennes simples, l'association signifiant-signifié des mots-nombres est moins évidente à établir et à stabiliser car ils concernent :

- ◆ *la quantité d'objets et non pas les objets* : l'abstraction visuelle des objets est au contraire nécessaire puisqu'un même mot-nombre peut s'appliquer à des collections d'objets variables, à des collections composées d'éléments hétérogènes ;
- ◆ *des quantités visuellement proches et souvent difficilement perceptibles* : les capacités de subitizing¹, vont permettre aux premiers mots-nombre de s'associer progressivement aux quantités. Malheureusement, les capacités perceptives étant limitées, les suivants vont devoir se décoder par le biais du comptage qui, peu à peu, va associer des *représentations sémantiques* aux représentations visuelles et verbales des nombres. Le développement de la notion de nombre étant long et complexe, les mots-nombres sont souvent décodés, produits et utilisés de façon procédurale et automatique avant de se charger de sens.

Les composantes procédurales et sémantiques des mots-nombres qui sont les fruits de l'évolution du comptage, mettent en jeu les fonctions gnoso-praxiques, mnésiques, attentionnelles, logiques et langagières. Cet *outil verbal* va se perfectionner jusqu'à devenir un *outil de pensée* qui permettra de

¹ perception globale de petites quantités (2 vers 2 ans ; 3 vers 3 ans, 4 vers 4 ans..). A partir de 4 les numérosités seraient estimées ou dénombrées inconsciemment)

se représenter mentalement le nombre, de raisonner sur des quantités, d'effectuer des transformations et de gérer des situations fonctionnelles.

Cette évolution débute par l'ébauche d'une séquence numérale de façon personnelle et plus ou moins stable (Ex : 1, 5, 4, 6....1, 5, 4, 2). Cette *comptine verbale* constituée de mots-nombres va s'étendre par paliers et se préciser progressivement avec des portions de chaîne stables et conventionnelles (Ex : portion initiale correcte suivie d'une portion stable non conventionnelle avec répétitions, omissions, et/ou inversions habituelles : 1, 2, 3, 6, 9, 6) avant d'aboutir au respect total de l'ordre conventionnel.

Durant cette évolution, les mots-nombres s'individualisent au sein de la comptine :

- ◆ production d'un *chapelet* des mots-nombres indifférenciés, sans signification ni but apparent ;
- ◆ segmentation de la chaîne et correspondance temporelle entre un mot-nombre et un objet pointé pour effectuer un *comptage-numérotage* (chaque objet reçoit une étiquette, un numéro);
- ◆ découverte que les mots-nombres n'appartiennent pas aux objets, qu'ils sont différents des mots, qu'ils sont uniques au sein de la chaîne et qu'ils sont des "*outils pour compter*";
- ◆ coordination des principes de comptage de Gelman (ordre stable, correspondance terme à terme, cardinalité, non pertinence de l'ordre) pour effectuer des *comptages-dénombrement*², comparer des collections, construire des collections correspondant à un mot-nombre déterminé et effectuer des transformations additives et soustractives.

Et se mettent en *relation* les uns avec les autres:

- ◆ *chaîne insécable* : les mots de la comptine forment un tout indissociable et sont récupérés en mémoire séquentielle en partant du début. L'arrêt à une borne supérieure déterminée est possible à condition de garder le projet de celle-ci en mémoire de travail;
- ◆ *chaîne sécable* : possibilité d'isoler une section de la chaîne, de produire des mots-nombres situés entre deux bornes, de comptabiliser le nombre de mots-nombres énoncés, de compter à rebours et de produire le mot-nombre suivant ou précédent ;
- ◆ *chaîne dénombrable* : les mots-nombres peuvent être utilisés comme "*objets à compter*" pour ajouter ou enlever x mots-nombres en partant d'un mot-nombre déterminé, trouver le nombre de mots-nombres qui séparent deux mots-nombres distants l'un de l'autre ;
- ◆ *chaîne bi-directionnelle* : la chaîne verbale étant maîtrisée, de rapides changements de comptage dans les deux sens peuvent être réalisés.

Dans cette évolution allant de la comptine verbale au comptage-dénombrement puis à la stratégie opératoire, on constate que :

- ◆ le lien entre le langage et la mémoire est étroit :
 - la rétention-récupération du lexique et l'intégration de la syntaxe sont dépendants de la mémoire de travail et de la mémoire à long terme;
 - la vitesse articulatoire augmente le nombre de mots-nombres qui peuvent être maintenus et traités en mémoire de travail en vue de leur rétention à long terme ;

² Comptage-dénombrement : chaque objet reçoit un étiquette issue d'une suite stable conventionnelle, le dernier mot-nombre correspondant à la quantité d'objets comptés.

- le décodage verbal des "grands nombres" nécessite un maintien en mémoire de travail de la séquence lexicale, le temps de la segmenter, d'identifier les unités lexicales et de repérer les frontières de classe³.
- ◆ le langage intervient dans l'évolution du nombre :
 - le comptage débute par la comptine verbale ;
 - la verbalisation à voix haute puis basse soutient longtemps les activités de comptage ;
 - l'automatisation du codage et décodage verbal des mots-nombres permet de libérer l'énergie pour porter l'attention sur le rôle du comptage (déterminer une quantité), le projet (atteindre une borne, réaliser une transformation, résoudre une situation fonctionnelle), la gestion des opérations (ajouter, enlever x mots-nombre) ;
- ◆ la maîtrise du système de désignation orale des nombres est insuffisante pour la construction du nombre :
 - la dénomination des nombres en langue française ne traduit pas les représentations sémantiques⁴:
 - les mots-nombres représentant les particuliers "*onze, douze...*" et des dizaines "*vingt, trente, quarante, soixante, quatre-vingt, nonante*» ont trop peu ou pas de ressemblance avec les nombres-unités pour pouvoir établir spontanément des liens et se les représenter sémantiquement ;
 - les mots-nombres tels que "*dix-sept, dix-huit, dix-neuf*", pourtant très évocateurs, peuvent être traités en bloc sans réaliser qu'ils contiennent dix et x unités ;
 - la grandeur d'un nombre n'est pas en rapport avec la longueur du mot-nombre ;
- ◆ la construction de représentations sémantiques des nombres favorise le codage ou décodage verbal des nombres et surtout des «grands nombres» avec compositions additives et/ou multiplicatives.

SYSTÈME NUMÉRIQUE

L'apprentissage du *système écrit de désignation des nombres* est généralement ébauché en famille et se poursuit à l'école. L'apprentissage de la *représentation écrite* en chiffres arabes se fait en prenant appui sur la représentation verbale des nombres.

Notre système écrit de numération utilise un codage digital de 10 chiffres (0 à 9) qui se combinent spatialement pour représenter une infinité de nombres. Il est décimal et soumis au principe de position : les quantités regroupées par dizaines sont converties ($10 = 1$) et déplacées d'un rang vers la gauche. La valeur d'un chiffre varie selon le rang qu'il occupe dans le nombre. Le zéro marque l'absence de chiffre dans un rang.

³ Classe des Unités, des Mille, des Millions...

⁴ contrairement au système chinois dont la représentation parlée traduit directement la représentation sémantique : "dix un, dix deux...deux dix, deux dix un..."

Le code numérique a un caractère itératif et ne présente aucune irrégularité : chaque classe comporte, de G à D, le rang des centaines, des dizaines, des unités qui augmentent par incrémentation. La longueur de sa représentation écrite est proportionnelle à la grandeur du nombre. La représentation chiffrée des nombres, spatialement réduite et organisée par classes, facilite la perception et rétention visuelle de ceux-ci⁵.

Au niveau procédural, si la reconnaissance et la production de mémoire des chiffres de 1 à 9 et l'application des règles de codage positionnel sont généralement accessibles, le transcodage se complique car il n'y a pas toujours de correspondance terme à terme entre les représentations orales et écrites et le nombre de mots est généralement plus élevé que le nombre de chiffres⁶.

Tout comme pour les mots, la lecture est généralement meilleure que la dictée de nombres et elle peut se faire par assemblage (analytique) ou adressage (global). Toutefois, le stock de prototypes chiffrés adressés en mémoire à long terme est très limité en raison du manque d'indices visuels distinctifs : la longueur des nombres est peu différenciée (1 ou 2 chiffres au CP, 1 à 3 au CE1...) et le nombre réduit de chiffres différents se répète au sein des nombres. La plupart des nombres chiffrés se traitent donc par la voie d'assemblage qui a l'avantage de permettre le transcodage de l'infinité des nombres.

La lecture d'un nombre écrit requiert :

- ◆ une exploration visuelle de G à D ;
- ◆ une reconnaissance des graphies ;
- ◆ une reconnaissance directe de prototypes chiffrés encodés en mémoire à long terme et une récupération du codage verbal qui lui est associé ou une analyse visuelle du nombre de rangs et de classes et un codage verbal effectué qui tient compte des règles positionnelles ;
- ◆ la programmation et la réalisation des praxies orales nécessaires à la production parlée du nombre.

L'écriture d'un nombre dicté implique :

- ◆ une écoute de la séquence orale ;
- ◆ une évocation directe d'un prototype écrit adressé en mémoire à long terme ou une production par assemblage de chiffres, guidée par l'analyse auditive ;
- ◆ un maintien en mémoire de travail le temps de :
 - segmenter la séquence pour identifier les unités lexicales ;
 - repérer les mots-clés "*million*" "*mille*" et "*cent*" qui constituent des frontières entre les classes;
 - organiser en classes et rangs ;
 - évoquer les graphies chiffrées encodées en mémoire à long terme;
 - programmer et réaliser les praxies nécessaires à la production écrite du nombre.

La maîtrise procédurale des systèmes de représentations orales et écrites est nécessaire pour effectuer des transcodages entre les différentes représentations de nombres (arabe - oral - écrit alphabétiquement) et peut suffire pour comparer, classer des nombres et résoudre des opérations par le biais de faits arithmétiques. asémantiques.

⁵ Ex : il faut retenir 6 chiffres pour le nombre 356 241 au lieu de 12 syllabes

⁶ Ex : "cinq-cent-quatre-vingt-sept" → ne s'écrit pas 5 100 4 20 7 mais 587

La maîtrise conceptuelle du système oral et du système écrit améliore les capacités de transcodage, donne du sens aux nombres oraux ou chiffrés, permet de raisonner sur et avec les nombres, de se détacher progressivement des représentations concrètes au profit de l'abstraction.

En ce qui concerne les faits arithmétiques, on constate que :

La rétention-récupération des **faits arithmétiques asémantiques** requiert l'identification des opérateurs, le traitement réceptif et productif des nombres (voir ci-dessus). Ces faits arithmétiques mettent en jeu des représentations orales et écrites non signifiantes.

Les **faits arithmétiques sémantiques** relèvent des savoir-faire et du sens qui se sont développés au cours des stratégies de comptage. Ils conjuguent les représentations verbales, écrites et sémantiques des nombres.

TROUBLES DU LANGAGE ET FAITS ARITHMÉTIQUES

Les troubles langagiers perturbent le traitement syntaxique et lexical des nombres et des faits arithmétiques. en général. La présence de troubles associés limite les possibilités compensatoires, entrave le développement procédural et conceptuel du nombre et des stratégies opératoires qui aboutissent à la rétention-récupération des faits arithmétiques sémantiques.

La *dyscalculie linguistique* est caractérisée par un trouble du traitement des nombres (production et compréhension lexicale et/ou syntaxique des nombres). Elle est généralement associée à la dysphasie phonologique-syntaxique ou à la dyslexie phonologique, qui est considérée par certains comme une dysphasie à minima. On trouve généralement en amont une défaillance de la mémoire de travail et de la mémoire à long terme auditivo-verbale.

Au niveau des symptômes, on observe :

- ◆ des troubles de répétition et/ou d'évocation des mots-nombres (manque de mots, paraphasies, erreurs lexicales pour les particuliers et les mots-nombres dizaines, erreurs syntaxiques pour les grands nombres) ;
- ◆ des troubles de lecture et écriture des nombres arabes⁷;
- ◆ un manque de respect de l'ordre des mots-nombres au sein de la chaîne numérique : erreurs de productions de comptine ascendantes, descendantes, avec bonds;
- ◆ un défaut de lien entre les représentations verbales, écrites et les quantités numériques ;
- ◆ des erreurs de gestion des procédures de calcul mental (perte du déroulement séquentiel des opérations intermédiaires) et écrit (confusions de procédures, de numération de position) ;
- ◆ des troubles de rétention-récupération des faits arithmétiques. : méconnaissance (oublis ou confusions) de tables surtout pour les multiplications avec encodage auditivo-verbal.

⁷ La lecture est particulièrement déficiente ainsi que la production écrite de nombres à partir de 3 chiffres.

Des dissociations peuvent se présenter :

- ◆ la production verbale est atteinte mais la reconnaissance est indemne ;
- ◆ la production verbale est atteinte mais la production chiffrée est correcte ;
- ◆ trouble syntaxique mais le lexique est indemne ou inversement:
 - les erreurs syntaxiques peuvent être dues à une méconnaissance des règles syntaxiques ou entraînées par un manque de contrôle de l'administrateur central lors du transcodage ;
 - les erreurs lexicales, concernant surtout les mots-nombres irréguliers et les réguliers complexes, sont principalement dues à des problèmes de mémoire à long terme (rétention ou récupération de la forme chiffrée) et/ou mémoire de travail (maintien de l'énoncé verbal le temps de le transcoder) ;
- ◆ les représentations sémantiques peuvent se développer malgré des représentations verbales et écrites perturbées : les enfants dysphasiques peuvent développer des représentations concrètes, somatognosiques⁸ et/ou analogiques suffisamment efficaces pour soutenir l'évolution du nombre et du calcul (sauf en cas de troubles attentionnels et/ou visuo-gnosopraxiques associés) ;

En remédiation, les entrées visuelles, indemnes de troubles visuo-spatiaux, doivent être investies pour favoriser le développement de la représentation sémantique nécessaire à l'évolution du nombre, du calcul et des **faits arithmétiques sémantiques**.

À propos

Rose-Marie Ninove-Decerf, graduée et licenciée en logopédie en 1979, a été chargée jusqu'en 2007 de la remédiation des troubles du langage et des apprentissages en enseignement individualisé de Type 8 (École Sainte-Bernadette à Auderghem, Belgique).

L'album *Le pays des Pas Dix. Une mystérieuse histoire de nombres...*, ainsi que les documents associés (les guides méthodologiques, les planches à reproduire, etc.) sont disponibles gratuitement dans le cadre d'une utilisation non commerciale sur <http://lepaysdespasdix.wordpress.com>.

⁸ Représentations de son propre corps.