

Ecoles maternelles de Moselle

Développement cognitif et apprentissage premier de la numération

Textes de référence :

<https://eduscol.education.fr/document/50924/download>



Le développement de l'enfant

Le but de cet article est de présenter les résultats de la recherche en psychologie cognitive **sur les apprentissages numériques, qui ont lieu au cours de la petite enfance.**

Nous verrons que **les enfants possèdent, dès la naissance, des représentations mentales** qui pourront constituer la base sur laquelle les apprentissages formels en maternelle viendront se greffer.

Lorsque l'enfant parvient à associer symboles numériques (mots-nombres et chiffres arabes) et quantités, il a construit le « sens » du nombre, ce qui lui permettra d'asseoir ses apprentissages numériques et mathématiques ultérieurs.

Ce cheminement vers une représentation abstraite et signifiante des quantités sera décrit ici dans une première sous-partie.

Dans une deuxième sous-partie, les travaux issus des modèles théoriques relevant de la psychologie cognitive et ouvrant des pistes sur la manière d'aider les enfants à parcourir ce chemin vers la construction du concept de nombre seront présentés.

Un sens précoce des quantités

Les enfants entrent à l'école maternelle avec des intuitions riches sur les nombres et les quantités, dont certaines sont déjà présentes dès les tout premiers mois de vie.

Ainsi, en 2009, une équipe de chercheuses de l'université Paris-Descartes a pu mettre en évidence ces intuitions chez des nouveau-nés de quelques jours à peine. Dans cette étude, on faisait entendre à des bébés des séquences de syllabes, par exemple « tu-tu-tu-tu » ou « ra-ra-ra-ra ». La syllabe changeait, mais toutes les séquences comportaient le même nombre de syllabes. Au bout de deux minutes, les chercheuses ont alors commencé à montrer des images aux bébés, tandis que la bande-son avec les séquences de syllabes continuait à jouer. Ces images comportaient pour certaines le même nombre d'objets que les séquences sonores, pour d'autres un nombre d'objets (très) différent. Les résultats de l'étude montrent que les nouveau-nés réagissent quand les nombres présentés sont concordants en audition et en vision.

Ainsi, dès les toutes premières heures de vie, les nourrissons sont capables de percevoir des quantités numériques.

L'intérêt de cette étude est que les quantités ne sont pas présentées dans un seul format visuel, mais aussi dans un format auditif.

L'appréhension par les bébés d'un nombre de syllabes entendues exclut la possibilité que leur jugement des quantités soit basé uniquement sur des indices continus comme la place occupée par les objets ou leur densité.

Les résultats de cette étude ont été répliqués plusieurs fois, en utilisant des nombres différents, et montrent que les bébés sont capables de distinguer des quantités numériques, dès lors que les contrastes sont suffisamment marqués.

Ainsi, à la naissance, les bébés distinguent des collections de quatre éléments de collection de douze éléments, des collections de six et de dix-huit, ou de trois et de neuf.

Ils ne parviennent toutefois pas à distinguer quatre de huit, car ces quantités sont trop proches entre elles pour leur permettre de les différencier.

Plus tard, la perception des quantités s'affine :

- **à 6 mois**, les nourrissons distinguent des quantités dans un rapport de 1 pour 2 (par exemple, 4 versus 8, ou 8 versus 16) ;
- **à 9 mois**, ils peuvent distinguer un rapport de 2 pour 3 (8 versus 12, 16 versus 24).

Cette capacité à percevoir les nombres approximatifs reste présente tout au long de la vie, tout en continuant à s'affiner progressivement.

Ainsi, d'un coup d'œil, un adulte peut distinguer des collections de 9 versus 10 objets. Néanmoins, les quantités perçues restent approximatifs : personne ne peut distinguer deux collections de 99 versus 100 objets sans passer par le comptage. En maternelle, typiquement, les enfants parviennent à distinguer des rapports de 3 pour 4 (exemple 12 versus 16), voire de 6 pour 7 (exemple 12 versus 14) pour les enfants les plus grands.

Un sens précoce du calcul

Les capacités précoces ne se limitent pas à la perception des quantités.

Ainsi, les nourrissons sont également capables d'effectuer des opérations sur des collections d'objets.

Par exemple, dans le cadre d'une étude effectuée à l'université de Yale, des chercheuses ont montré des animations à des enfants de six mois.

Dans un problème d'addition, le bébé voyait d'abord un premier ensemble de cinq objets se cacher derrière un écran opaque, suivi par un deuxième ensemble de cinq objets. L'écran se soulevait alors pour révéler, selon les cas, dix objets (résultat attendu) ou seulement cinq objets (résultat erroné). D'autres animations mettaient en scène des soustractions, toujours à l'aide d'objets se cachant derrière des écrans opaques.

Les résultats montrent que les nourrissons réagissent quand on leur présente des résultats erronés : cela démontre qu'ils se forment des attentes par rapport au nombre d'objets présents derrière les écrans lorsqu'ils visionnent les animations.

D'autres études montrent que les nourrissons sont également capables de calculer des proportions entre deux nombres. Ainsi, outre leur capacité à percevoir les nombres, ils sont également capables de les manipuler pour effectuer des calculs. Il s'agit néanmoins, dans tous les cas, de calculs approximatifs. En effet, si par exemple, pour l'addition $5 + 5$ décrite ci-dessus, les enfants rejettent un résultat de type $5 + 5 = 5$, ils sont prêts à accepter $5 + 5 = 8$ ou $5 + 5 = 12$.

Ces intuitions sur les calculs sont toujours présentes chez les enfants lorsqu'ils sont en âge d'aller à l'école maternelle.

Ainsi, lorsqu'on leur demande d'effectuer des additions et des soustractions sur des collections d'objets, les jeunes enfants sont tout à fait capables de savoir où se trouvent le plus d'objets.

Bien sûr, ils ne peuvent pas voir la différence entre 28 objets + 12 objets et 41 objets (un adulte n'y parviendrait pas non plus !), mais ils peuvent, par exemple, reconnaître que la réunion de deux collections de vingt-huit et douze objets contient plus d'objets qu'une collection de trente objets, et moins d'objets qu'une collection de quatre-vingts objets.

En grande section de maternelle, les enfants sont également capables de faire le même genre de calculs approximatifs avec des symboles. On peut, par exemple, leur soumettre la question suivante : « Léa a vingt-huit billes, on lui en donne douze de plus. Arthur a trente billes. Qui a le plus de billes : Léa ou Arthur ? » Si les nombres sont assez distants, les enfants peuvent trouver la réponse à ce genre de problèmes simples.

Ainsi, dès que les enfants parviennent à associer nombres et quantités, les symboles numériques héritent de toutes les propriétés intuitives des quantités.

Les enfants sont donc capables d'effectuer mentalement des calculs approximatifs avant même qu'on ne leur enseigne les règles des opérations arithmétiques.

Si le propos s'est concentré jusqu'ici sur les grands nombres, c'est parce que, pour ce qui est de la perception, les petits et les grands nombres ne font pas appel aux mêmes systèmes cognitifs.

On retrouve cette dissociation à tous les âges.

Chez l'adulte comme chez l'enfant, les petites quantités (de 1 à 3, parfois même 4) sont perçues de manière précise et immédiate : **c'est ce que l'on appelle la « subitisation »** (ou subitizing en anglais).

D'un point de vue cognitif, la perception des petites quantités ne repose pas sur un système de traitement des collections dans leur ensemble, mais sur le traitement en parallèle d'un nombre limité d'objets.

C'est ce traitement au niveau de l'objet qui permet à la perception d'être exacte, contrairement à ce qui se passe dans le domaine des grandes collections.

Ces différences de traitement permettent d'expliquer certains résultats.

Ainsi, alors que les nourrissons parviennent aisément à faire abstraction des propriétés des objets pour de grandes collections, lorsqu'on leur présente un petit nombre d'objets, ils ont tendance à s'intéresser aux objets eux-mêmes – sans nécessairement prêter attention à la quantité.

De même, les nourrissons peuvent avoir des difficultés à passer d'un traitement de type petite quantité à un traitement de type grande quantité. À l'heure actuelle, on ne sait pas exactement quand et comment ces difficultés se résorbent. Il se pourrait qu'apprendre à utiliser le pluriel et le singulier au niveau du langage aide les très jeunes enfants à créer des relations entre les représentations des petites et des grandes quantités.

L'apprentissage des mots-nombres

Avant même l'entrée en maternelle, les enfants sont capables de compter.

Si on leur donne quelques objets avec la consigne de les compter, ils s'exécutent, récitent les nombres dans l'ordre (ou à peu près dans l'ordre), en pointant vers les objets qu'on leur a demandé de compter.

Néanmoins, pendant longtemps, les enfants ne comprennent pas la signification de cette activité ; pour eux, il ne s'agit que d'une comptine de plus, comme « am-stram-gram ».

Les chercheurs se sont rendu compte de ce décalage en proposant de nouvelles situations problèmes aux enfants : des situations dans lesquelles une demande explicite de compter n'est pas formulée, mais qui peuvent être résolues par comptage.

C'est le cas, par exemple, de la tâche « donne-moi N ».

Dans cette tâche, l'enfant dispose d'un certain nombre de jouets, tous identiques (par exemple des poissons). L'expérimentateur lui demande de donner un nombre d'objets particulier : « Donne-moi trois poissons. »

Les nombres d'objets demandés sont accessibles aux enfants dans la mesure où ils peuvent réciter les nombres jusqu'à 3, et même au-delà. Les demandes « donne-moi un », « donne-moi deux » ou « donne-moi trois » sont correctement traitées par la moitié des élèves de 36 mois, qui est l'âge moyen d'entrée en petite section.

Les recherches utilisant la tâche « donne-moi N » ont montré que les enfants apprennent le sens des premiers nombres un par un et dans l'ordre.

Ainsi, à quelques exceptions près, les enfants avant 30 mois ne comprennent aucun nombre : ce qu'ils donnent ne correspond pas à ce qui est demandé par l'expérimentateur, même lorsque l'expérimentateur demande « un ».

Quelques mois plus tard, les enfants ont appris le sens du mot « un » : si on leur demande « un poisson », ils en donnent effectivement un, et, pour toute autre demande, ils donnent un nombre de poissons au hasard, mais supérieur à un.

Ensuite, entre 3 ans et 3 ans et demi en général, les enfants apprennent le mot « deux » : ils peuvent alors donner un ou deux objets, mais pas trois ni plus.

Puis, le plus souvent entre 3 ans et demi et 4 ans, viennent tour à tour les mots « trois » et « quatre » ; et c'est alors que se met en place un apprentissage majeur.

Lorsque l'enfant est capable de donner « cinq », il devient capable de donner les quantités qui se trouvent dans sa liste de comptage, et, contrairement aux enfants plus jeunes, il utilise spontanément le comptage pour produire un certain nombre d'objets.

À ce moment-là, l'enfant a compris un aspect essentiel du comptage : le fait que le dernier mot énoncé représente le nombre d'éléments de l'ensemble (le « principe de cardinalité »).

Pour les enfants qui ont effectué cet apprentissage, on parle de comptage-énumération pour distinguer cette étape de celle du comptage-récitation.

Cette étape d'entrée dans l'énumération est fondamentale.

Il a été montré, par exemple, que les apprentissages ultérieurs en mathématiques dépendent non de l'âge biologique, mais de l'âge auquel l'enfant a réussi à entrer dans l'énumération.

D'autres recherches se sont efforcées de déterminer quelles compétences dépendent de cette étape. C'est le cas, par exemple, de la compréhension du rapport entre les mots-nombres et la correspondance un à un.

Ainsi, lorsqu'on demande aux enfants de reproduire une collection, les plus jeunes reproduisent les quantités de manière approximative, et seuls les enfants qui sont entrés dans l'énumération s'appliquent à aligner leurs objets avec ceux du modèle.

De même, seuls les enfants qui comprennent le comptage-énumération sont capables de juger que, si on place deux collections l'une en face de l'autre en situation de correspondance un à un, ces deux collections correspondent au même mot-nombre.

Il paraît donc important d'accompagner les enfants pour qu'ils parviennent à entrer dans l'énumération au plus tôt.

Mais comment faire ?

À notre connaissance, aucune recherche n'a encore à ce jour réussi à prouver l'efficacité d'une méthode d'enseignement.

Il reste néanmoins certain que la scolarisation et la richesse de l'environnement dans lequel les enfants grandissent ont un effet déterminant sur leur entrée dans l'énumération.

Aux États-Unis, par exemple, on constate un écart de près de deux ans sur cet apprentissage entre les enfants des milieux très défavorisés (qui n'ont pas accès à l'école maternelle, payante) et les enfants des milieux aisés, scolarisés.

Sans que l'on sache exactement quelles sont, parmi les activités réalisées dans le cadre scolaire, celles qui sont les plus efficaces, l'école maternelle joue un rôle essentiel pour permettre aux enfants d'entrer dans le comptage, et donc dans la compréhension du nombre.

