Par quelles compétences mathématiques l'école maternelle est-elle concernée ?

In Actes du 60ème Congrès de l'AGIEM
Vivre à l'Ecole Maternelle, apprendre, grandir

1988, pp.51-55
Toulouse, France

Lien internet permanent pour l'article :
https://www.gerard-vergnaud.org/GVergnaud_1988_Competences-Mathematiques-Maternelle_Congres-AGIEM-Toulouse-60

PAR QUELLES COMPÉTENCES MATHÉMATIQUES L'ÉCOLE MATERNELLE EST-ELLE CONCERNÉE ?

Gérard VERGNAUD
C.N.R.S. PARIS

Je vous remercie de me donner l'occasion de débattre avec vous de la formation des connaissances mathématiques, et notamment des aspects qui concernent l'école maternelle. Mon approche est celle d'un psychologue ; formé à l'école de Piaget, qui a pris quelques distances par rapport à cette théorie, et qui, en outre, s'est intéressé directement aux apprentissages scolaires que Piaget n'a pas voulu étudier. En dépit de ces différences, je reste fondamentalement piagétien.

Si j'ai donné à cet exposé un titre un peu provocateur, c'est essentiellement pour marquer quelque distance avec une conception encore largement répandue de l'école maternelle, qui tend à en faire presqu'exclusivement un lieu de socialisation. L'école maternelle est bien en effet un lieu de socialisation avant toute chose, mais c'est aussi un lieu où les enfants viennent avec des compétences cognitives non négligeables, et où ils peuvent développer d'importants savoirs et savoir-faire.

Ces savoirs et savoir-faire ne concernent pas que les mathématiques ; ils concernent aussi l'expression orale, la lecture, le dessin, les habilités motrices et manuelles, la relation à autrui, etc. Mais les mathématiques n'étaient pas mentionnées dans les textes anciens concernant l'école maternelle, alors que, entre 3 ans et 6 ans, l'enfant acquiert des compétences importantes dans ce domaine. C'est notre devoir de les analyser dans le détail, pour avoir une vision plus juste de l'enfant et pour organiser, à l'école maternelle, des activités susceptibles de faire fructifier ces compétences.

Je vais commencer par une anecdote, qui m'a été rapportée hier, par une amie à qui je disais justement que j'allais faire une conférence au congrès de l'A.G.I.E.M.

Son fils a 6 ans, il va entrer au C.P ; les maths, ça le passionne, il ne fait que compter. Il est très préoccupé par la grandeur des gens, parce qu'il est petit, et notamment par la grandeur de sa maman. Or, sa maman fait un mètre soixante. C'est une taille moyenne pour une dame mais ce n'est pas très grand, et il y a dans l'école une maîtresse, qui s'appelle Odile, et qui est très grande. Le fils de mon amie s'adresse donc à sa maîtresse à lui, qui s'appelle Isabelle, et lui demande : "Combien elle mesure, Odile ?". Réponse d'Isabelle : "Un mètre soixante-neuf". "Et toi combien tu mesures ?" continue l'enfant. Réponse d'Isabelle : "Sept centimètres de moins". L'enfant réfléchit et déclare alors : "Ah ben, alors tu fais deux centimètres de plus que ma maman !".

Il y a dans cet exemple, beaucoup de mathématiques. C'est évidemment un cas particulier, voire exceptionnel, mais il est intéressant d'essayer d'analyser de manière critique le contenu mathématique de la remarque de l'enfant

– mesurer des longueurs : rien ne permet d'affirmer que l'enfant a compris qu'il y a 100 centimètres dans un mètre, il peut avoir raisonné seulement sur les centimètres ;

– compter jusqu'à soixante-neuf : il est probable que l'enfant a cette compétence, bien que ce ne soit pas certain.

– quantifier des relations "plus que" et "moins que" en "2 de plus que" et "7 de moins que" : l'enfant possède indubitablement cette compétence et l'exprime à la fois par son raisonnement mental et par son expression orale. Nous y reviendrons plus loin.

Dans ce travail intellectuel de l'enfant, il y a beaucoup de choses concernant le nombre et l'espace. Or, les mathématiques, c'est d'abord le nombre et l'espace. Bien entendu, c'est aussi la logique, c'est aussi l'organisation de l'action, essentielle dans le concept d'algorithme, mais c'est d'abord le nombre et l'espace. Pour que le nombre prenne un sens minimal, il faut qu'il soit inscrit dans des situations fonctionnelles. Quelles sont les premières situations fonctionnelles d'utilisation du nombre pour l'enfant ? Essentiellement des situations de comparaison et des situations de combinaison par addition et par soustraction. Ces situations, l'enfant les rencontre dans la vie quotidienne et il est amené à développer des compétences numériques non négligeables dès l'âge de 3 ou 4 ans. Ces compétences, il les développe avec l'aide d'autrui, de sa maman, de son grand-père ou de sa maîtresse. Cela ne l'empêche pas par ailleurs d'échouer jusqu'à l'âge de 6 ou 7 ans à l'épreuve de conservation des quantités discrètes, ou, pour 60 % des enfants, jusqu'à l'âge de 15 ans sur certains problèmes qui ne requièrent qu'une addition. Il est donc important de bien réfléchir sur la portée et les limites des connaissances que l'enfant peut ainsi acquérir à l'école maternelle. Ce n'est pas le lieu d'expliquer les catégories très différentes d'addition et de soustraction que l'enfant peut rencontrer au cours de sa scolarité, cela serait trop long ; mais ces catégories sont très nombreuses et leur difficulté s'étale sur une très longue période du développement de l'enfant, qui commence vers 4 ans, et qui n'est pas terminée à 16 ans. En d'autres termes, l'acquisition du concept de nombre ne s'évalue pas à l'aide d'un seul critère, mais d'une grande variété de critères, dont certains peuvent être satisfaits très tôt, et d'autres très tard. Notre travail de psychologues, de pédagogues, de didacticiens, c'est de repérer les grandes classes de situations auxquelles les enfants peuvent être confrontés, ainsi que les différentes conduites qu'ils peuvent adopter, de manière à comprendre les chemins du développement et de l'apprentissage.

Je commencerai par rappeler les principes que Gelman a dégagés dans son travail sur le nombre avec des enfants de 3 ou 4 ans :

– le principe de bijection (entre les objets et la suite parlée des nombres) ;

– le principe de suite cohérente ; qui renvoie à l'utilisation, lors de plusieurs comptages différents, de suites ordonnées de manière constante et incluses les unes dans les autres. En fait, Fischer a montré que certains enfants pouvaient aussi utiliser de manière cohérente des suites que nous qualifierons d'erronnées : un, deux, trois, cinq ; puis un, deux, trois, cinq, six, sept, neuf ;

– le principe de cardinalité : le dernier mot prononcé représente le nombre d'éléments de la collection et pas seulement le dernier élément. D'ailleurs, les enfants répètent ce mot deux fois : un, deux, trois, quatre... quatre. Le premier "quatre" est associé au 4ème élément, le second au cardinal de la collection. Il arrive que des enfants soient incapables de dire combien d'éléments il y a dans une collection qu'ils viennent de compter, et recommencent en vain, sans se décider à cardinaliser. Ceux-là n'ont pas le principe de cardinalité ;

– principe d'ordre quelconque : le cardinal ne dépend pas de l'ordre dans lequel les éléments sont comptés ;

– principe d'abstraction : le cardinal ne dépend pas de la qualité des objets dénombrés : billes, bonbons, enfants... On peut même compter ensemble une montre, deux crayons, et un micro parce qu'ils sont tous sur la table.

Les enfants sont également capables, dès l'âge de 4 ou 5 ans, de petites additions et soustractions :

– J'ai trois bonbons dans ma main. J'en ajoute un. Combien est-ce que j'en ai maintenant ? (Les enfants ne peuvent pas compter, puisque les bonbons sont cachés).

– ou bien : j'ai trois bonbons. J'en ajoute un, et puis encore un.

– ou même : j'ai trois bonbons. J'en ajoute deux et puis j'en enlève un. Combien est-ce que j'en ai maintenant ?

Les compétences des enfants de 4 ans ne sont donc pas négligeables. Mais dans ces problèmes, l'addition est associée à l'idée d'une quantité qui s'accroît, et la soustraction à l'idée d'une quantité qui décroît : on connaît l'état initial et la transformation, et on cherche l'état final. Ce modèle de l'addition [illegible] raison binaire qu'on enseigne habituellement. Il y a donc un décalage entre les con[illegible]ptions précoces de l'addition et de la soustraction et l[illegible]èle enseigné. Lorsque les enfants rencontrent, au CE1 ou au CE2, parfois au CP, les situations dans lesquelles on ne connaît pas l'état initial comme dans l'exemple suivant :

Robert vient de perdre 4 billes. Il en a maintenant 5. Combien en avait-il avant de jouer.

Il ne s'agit pas seulement d'un décalage, mais d'une véritable contradiction : il faut faire une addition alors que Robert a perdu des billes. C'est une petite révolution intellectuelle, qui n'a pas lieu en général au niveau de l'école maternelle, mais 2 ou 3 ans plus tard.

Je voudrais également citer Karen Fuson qui a étudié systématiquement les procédures de comptage chez l'enfant, et leur complexité relative :

– à partir de n, m pas en avant.

– à partir de n, jusqu'à t ($t > n$), combien de pas ?

– à partir de n, m pas en arrière.

– à partir de n, jusqu'à t ($t < n$), combien de pas ?

Ces procédures sont inégalement difficiles, la plus difficile étant la dernière, et la plus facile la première. Carpenter et Moser ont, de leur côté, montré que les élèves résolvaient beaucoup de problèmes d'addition et de soustraction en utilisant une procédure de comptage simulant au plus près la situation-problème : recherche d'un état final, recherche d'une transformation.

Le schème du dénombrement lui-même est une organisation complexe intéressante puisqu'il suppose des correspondances bi-univoques entre des ensembles différents : les objets, les gestes du doigt en direction de l'objet, les gestes de l'œil, l'émission de la suite parlée ; et qu'il suppose en outre la cardinalisation de l'ensemble, comme nous l'avons vu plus haut. Un schème, c'est une organisation structurée de la conduite, applicable dans diverses circonstances, et comportant des invariants identifiables. La résolution des problèmes d'addition et de soustraction est effectuée également grâce à des schèmes, s'appuyant sur des invariants distincts, qui varient selon la structure du problème.

[illegible] chème est très important pour comprendre le [illegible] sensori-motrices comme la marche, le geste de s'asseoir ou celui de se relever. Le même schème s'applique à des situations relativement différentes, c'est-à-dire qu'il comporte des moyens d'adaptation (règles, inférences) aux valeurs différentes des variables de situation.

Dans le schème du dénombrement, les erreurs des enfants peuvent toucher des aspects différents du schème, comme l'a fort bien montré Marie-Paule Chichignoud : erreur sur la correspondance des gestes et des objets, erreur sur l'énonciation de la suite des nombres, impossibilité de cardinaliser. Ce sont là des faits troublants qui montrent bien que ce qui est trivial et transparent pour l'adulte demande des efforts laborieux aux enfants.

Karen Fuson distingue trois statuts de la suite des nombres :

– suite simplement énoncée,

– suite énoncée pour dénombrer une collection présente,

– suite énoncée (en avant ou en arrière) pour résoudre un problème d'addition ou de soustraction (voir les quatre cas ci-dessus).

Je voudrais donner deux exemples du troisième cas

Premier exemple (difficile) :

Josiane avait 7 bonbons. Maintenant elle n'en a plus que 2. Combien en a-t-elle mangés ?

Simuler au plus près la structure du problème, c'est partir de 7 et compter jusqu'à 2 en gardant la trace des pas faits. C'est très difficile !

Deuxième exemple (plus facile)

Il y a 4 personnes dans le salon et 3 dans le jardin. Combien cela fait-il de personnes en tout ?

Les jeunes enfants résolvent ce problème en recomptant le tout. Vers 5 ou 6 ans, ils découvrent qu'on peut compter à partir de 4, 3 pas en avant (et éviter ainsi de recompter le premier ensemble). C'est une découverte importante concernant l'addition.

$$\text{Card}(A \cup B) = \text{Card}(A) + \text{Card}(B)$$

pourvu que A et B n'aient pas de partie commune.

Ce théorème est aussi un axiome de la théorie de la mesure. Il s'agit là d'une sorte de théorème-en-acte, c'est-à-dire d'une connaissance sous-jacente à l'action de l'enfant.

On peut observer plusieurs autres théorèmes en acte dans les compétences de l'enfant à la fin de l'école maternelle, par exemple la commutativité de l'addition

$3 + 6 = 6 + 3$. Au lieu de partir de 3 et de compter 6 pas en avant, il est possible de partir de 6 et de compter 3 pas en avant. C'est une procédure plus économique et plus facile à contrôler mentalement.

Les connaissances fines accumulées depuis 10 ans sur les questions de dénombrement, d'addition et de soustraction, ont conduit les chercheurs à réviser assez profondément leur point de vue, à abandonner les classifications trop grossières en termes de stades, et à rechercher au contraire les multiples étapes par lesquelles l'enfant passe pour conquérir les concepts de nombre, d'addition et de soustraction. J'ai introduit le concept de théorème-en-acte pour caractériser les connaissances implicites qui fonctionnent dans la tête de l'enfant lorsqu'il découvre ou utilise un nouveau schème, et j'ai introduit le concept de champ conceptuel pour fixer un cadre à la recherche des filiations et des ruptures au cours des apprentissages scolaires.

Il faut signaler et même souligner au passage que les enfants sont très différents entre eux, et que l'hétérogénéité de leurs compétences, est l'un des problèmes les plus redoutables de l'école. C'est dramatique au niveau du collège.

Il faut aussi préciser que le terme "théorème" pourrait véhiculer l'illusion que la connaissance-en-acte de l'enfant est une connaissance universelle, indépendante du contexte et des valeurs des variables de situation. Il n'en est rien évidemment. La plupart des théorèmes-en-acte des jeunes enfants ne concernent que des valeurs numériques simples, et des domaines familiers de l'expérience des enfants. Mais ils constituent une base sur laquelle il est possible de construire. Ce qui est vrai pour des nombres plus petits que 10, n'est pas forcément vrai pour les nombres plus grands que 15. Mais la reconnaissance de certaines propriétés numériques pour de petits nombres sert un peu de niche écologique pour des savoirs et savoir-faire qui auront seulement plus tard une portée universelle.

La compréhension des comparateurs "plus que" et "moins que" concerne également l'école maternelle. Vous savez que l'enfant comprend l'expression "plus que" avant l'expression "moins que". Cela tient en partie au fait que "plus" véhicule non seulement l'idée de supériorité mais aussi celle de quantification, tandis que "moins" ne véhicule que l'idée d'infériorité. La confusion souvent signalée entre "plus" et "moins", par exemple lorsque l'enfant montre la collection la plus nombreuse en réponse à la question "Où est-ce qu'il y a le moins de pastilles ?", n'est pas une confusion réciproque : car l'enfant qui fait cette erreur ne se trompe pas quand on lui demande : "Où est-ce qu'il y a le plus ?". Le moins est éventuellement assimilé au plus, mais pas le plus au moins.

Evidemment, la quantification des relations de comparaison exige un pas de plus. Dire qu'on a "3 billes de moins" qu'un autre enfant veut dire beaucoup plus que de dire qu'on a "moins". Peu d'enfants parviennent à cela à la fin de l'école maternelle ; la plupart ne retiennent pas l'idée de relation et s'en tiennent à l'évaluation d'un ensemble, nombreux ou pas nombreux. Ils effectuent ainsi une sorte de réduction du type logique des relations à celui des états. Et cette réduction peut être observée jusque chez des élèves du collège.

On peut classer les problèmes concernant les relations d'une manière à peu près semblable, à la manière dont on classe les problèmes concernant les transformations temporelles. De manière analogue, les problèmes les plus difficiles sont les problèmes de recherche du référent, par exemple :

Emmanuelle a 3 poupées de plus que Béatrice, elle en a 8. Combien Béatrice a-t-elle de poupées ?

Ce problème n'est bien résolu qu'au niveau du CE2.

On mesure ainsi le caractère surprenant des compétences du petit garçon dont j'ai parlé au début de cet exposé.

En effet, celui-ci effectue un raisonnement complexe sur des informations complexes.

Odile, 1 mètre 69 — Isabelle,
Maman, 1 mètre 60 — 2 cm de plus
Isabelle, 2 cm de moins qu'Odile — que Maman

Il y a de quoi rester pantois. Car, à l'opposé, il existe des problèmes qui demandent une seule addition, et qui sont échoués par 75 % des élèves de 6[ème]. Par exemple : tie, il a perdu 7 billes mais il ne se souvient plus de ce qui s'est passé à la première partie. En recomptant ses billes à la fin, il s'aperçoit qu'il a gagné 5 billes en tout. Que s'est-il passé à la première partie ?

C'est dire que la maîtrise des problèmes d'addition et de soustraction s'étale sur une très longue période de temps. En outre, les difficultés conceptuelles rencontrées par les enfants à l'école élémentaire et au collège sont à mettre en relation avec les compétences et conceptions primitives que l'enfant a formées dès l'école maternelle. L'addition requise dans le problème "Thierry" est totalement contre-intuitive par rapport à la conception de l'addition comme une quantité qui s'accroît, qui est celle de la plupart des enfants depuis l'école maternelle.

Alors que faire ? Évidemment, il ne peut pas être question de multiplier les problèmes d'arithmétique à l'école maternelle. Cela n'aurait pas de sens. Il est par contre utile que les enseignants soient informés et des compétences et conceptions que peuvent réellement acquérir les enfants à ce niveau, et des difficultés que ces compétences et conceptions peuvent occasionner plus tard.

Ce n'est pas parce qu'un concept est difficile qu'on ne peut pas en aborder certains aspects à des âges relativement tendres. J'ai vu ce matin à l'exposition, un exemple de travail sur les longueurs et les volumes en grande section. Il se trouve que j'ai moi-même travaillé sur le volume au niveau de la classe de cinquième et au-delà. Le concept de volume est difficile, y compris pour les adolescents, et surtout lorsqu'il faut mettre en relation des volumes et des grandeurs spatiales de nature différente comme des longueurs et des aires. Mais, en même temps, il existe des aspects du concept de volume et des activités associées, qui ont du sens dès la fin de l'école maternelle, par exemple la mesure des récipients avec des unités volumiques (gobelets, vases...). C'est même sur cette activité que, dans une expérience didactique intéressante, qui s'est déroulée à Moscou, Davydov introduit le concept de nombre.

Sur le problème de l'espace, je ne donnerai que quelques éléments, car nos connaissances ne sont pas aussi précises. L'enfant peut avoir à dessiner un objet et à le situer par rapport à d'autres. On sait que cette activité progresse dès avant 6 ans et que l'enfant tient compte davantage des propriétés topologiques de voisinage et de continuité que des autres propriétés spatiales. Il existe une expérience bien connue de Piaget, dite expérience des trois montagnes, dans laquelle l'enfant est censé décrire le spectacle qu'on verrait de plusieurs positions différentes de la sienne. Les enfants n'en sont guère capables et tendent à donner leur propre point de vue. Ces résultats ont beaucoup contribué à développer l'idée que les enfants avaient une pensée égocentrique. Cette thèse de l'égocentrisme du jeune enfant contient, bien entendu, une part de vérité, mais seulement une part de vérité.

Car les choses sont, dans le détail, beaucoup plus compliquées qu'il n'y paraît au premier abord. En effet, si l'enfant développe en premier lieu, c'est naturel, le référentiel de son propre corps avec un avant, un arrière, une droite et une gauche, la question qui se pose ensuite à lui est d'utiliser des référentiels externes orientés (une voiture par exemple a un avant, un arrière, une droite et une gauche) et des référentiels externes non orientés (une table ronde par exemple). Sur les objets extérieurs, l'enfant projette tout naturellement son propre référentiel pour la droite et la gauche, mais pas forcément pour l'avant et l'arrière ("devant la table" peut signifier "entre la table et moi" ; "derrière la table" signifie "au-delà"). Cela n'est d'ailleurs pas propre à l'enfant. Les recherches sur l'espace sont difficiles avec des jeunes enfants. Elles sont aussi relativement rares. Mais elles montrent que, dans ces opérations de transposition spatiale, les enfants développent des compétences non négligeables, et sont capables de certains calculs spatiaux non triviaux sur les relations spatiales (Samurçay).

Le tableau ne serait pas complet si je n'évoquais pas encore deux ordres de compétences du jeune enfant, celui de la logique des classes et des classifications, et celui de la planification de l'action.

Beaucoup de psychologues ont longtemps considéré que les calculs sur les classes, la prise en compte des propriétés communes et des propriétés différentes, les opérations d'intersection et d'union, la relation d'inclusion, ne concernaient que des enfants plus âgés, à partir de 7 ou 8 ans. On travaille d'ailleurs beaucoup moins ces questions qu'on ne le faisait il y a dix ans. Mais quand on aborde, à l'école maternelle, sous des formes adaptées, les questions posées par la classification des objets en fonction de leurs propriétés, on s'aperçoit que les enfants disposent, dès l'âge de 4 ans ou 4 ans 1/2, de compétences tout à fait impressionnantes. Un jour, j'ai mis sur la table 125 objets tous différents : 5 formes x 5 couleurs x 5 dessins, et j'ai demandé aux enfants, en entretien individuel

"Est-ce que tu peux me donner un objet :

– qui n'a pas la même forme que celui-là ?

– qui n'a pas la même forme que ces deux-là ?

– qui n'a pas la même forme et la même couleur que ces deux-là ?

– (ou même) qui n'a pas la même forme, la même couleur et le même dessin que ces trois-là ?"

Les résultats ont été étonnants. Tous les enfants ont été capables de réussir des cas simples (1 descripteur, 3 objets ; ou 3 descripteurs, 1 objet) et 25 % des enfants de 4 ans 1 / 2 ont réussi le cas le plus difficile (3 descripteurs, 3 objets. soit 9 arguments).

Dimensionnalité (couleur, forme, dessin) et négation d'une relation d'équivalence (pas la même forme que) sont donc des compétences acquises par les enfants de 4 ans 1 / 2, pour des contenus familiers.

J'ai trouvé aussi, malheureusement, des enfants de 8 ans qui étaient moins bons que des enfants de 4 ans 1 / 2 leur capacité à tenir des arguments en mémoire immédiate était donc inférieure à 9, plutôt de l'ordre de 5 ou 6.

Réfléchissons un peu au concept de couleur. C'est un concept différent de bleu. Bleu, c'est une propriété commune à des objets différents, au moins par approximation ; c'est un concept relativement empirique. Mais la couleur n'est pas une propriété commune aux objets, c'est le descripteur (ou la dimension) sur laquelle on va pouvoir situer le bleu, le rouge, le jaune, l'orange, etc., comme des valeurs différentes de la même variable.

Le concept de couleur est une construction qui répond au problème de relier entre elles différentes propriétés. Pensez au même problème, transposé à certaines propriétés physiques, songez aux descripteurs comme la pression : le concept de pression est très difficile pour des élèves de lycée. Et cependant, les prémisses de la constitution en un seul descripteur de plusieurs valeurs (couleurs, formes) sont présentes dès l'école maternelle.

D'autres aspects de la logique des classifications comme l'utilisation de deux critères à la fois sont pris en compte par les enfants dès l'école maternelle. Cela ne signifie pas que la logique des classes soit comprise dans tous ses aspects, bien au contraire. On sait que des théorèmes (en acte) importants concernant l'inclusion ou l'intersection ne sont pas encore acquis à la fin de l'enseignement élémentaire. Certaines de ces connaissances n'ont d'ailleurs aucune chance d'être comprises sans un enseignement approprié ; pas plus que les mathématiques, la logique n'est une connaissance totalement spontanée.

Abordons le dernier point de l'organisation rationnelle de l'action. J'ai montré il y a 20 ans que, dès 4 ans 1 / 2 - 5 ans, les enfants développaient des algorithmes spontanés dans des situations où il fallait débloquer une barre dans laquelle étaient encastrées deux barres, dans lesquelles étaient à leur tour encastrées d'autres barres, et ainsi de suite. Le premier algorithme auquel recourent les enfants, c'est de tirer les barres les unes après les autres en tournant autour du dispositif. Mais cet algorithme ne peut aboutir qu'au bout d'un temps relativement long et les enfants abandonnent avant. Un second algorithme consiste à remonter de la barre bloquée à la barre bloquante de manière antisymétrique, et à remonter ainsi de proche en proche jusqu'à la barre qui peut être libérée... puis à recommencer. Cet algorithme n'est pas économique mais il permet de résoudre le problème. Le troisième algorithme consiste à utiliser la transitivité de la relation de blocage et à remonter immédiatement, par transitivité, jusqu'à la barre ultime. Aucun enfant de l'école maternelle n'utilise ce dernier algorithme, mais beaucoup d'entre eux découvrent spontanément le second, éventuellement après avoir échoué avec le premier, ou après avoir tenté des essais d'une autre nature, n'utilisant pas l'antisymétrie par exemple, et consistant à tirer alternativement sans succès la barre bloquée et la barre bloquante (elle-même bloquée par une autre barre).

Dès la moyenne section, on observe des enfants qui produisent des suites d'actions entièrement conformes à l'algorithme nº 2.

Un algorithme, c'est une règle (ou un ensemble de règles) qui permet de résoudre en un nombre fini de pas toute une classe de problèmes ayant certaines caractéristiques données à l'avance. Les mathématiques consistent pour une part importante à élaborer des algorithmes. On peut dire que les enfants sont capables d'inventer eux-mêmes certains algorithmes, notamment dans le domaine de l'espace. Or, le concept d'algorithme est essentiel dans la rationalité de l'action.

Le vocabulaire piagétien n'a pas contribué à véhiculer l'idée d'une rationalité des enfants de l'école maternelle. En effet, avant d'atteindre le stade "des opérations concrètes", les enfants sont dits "préopératoires". Mais qu'est-ce qu'être préopératoire, sinon ne pas être véritablement opératoire. Aujourd'hui, nous voyons les choses un peu différemment. A chaque niveau, l'enfant dispose de compétences et de conceptions qui le rendent opératoire pour certaines situations et peu opératoire pour d'autres.

La vie symbolique et la fantaisie sont certes des caractéristiques intéressantes de l'enfant avant 6 ans, mais le sérieux et la rationalité de certaines de ses entreprises sont parfois étonnantes. A l'école maternelle. l'enfant est un poète, mais c'est aussi un savant.

Mon dernier exemple sera le travail fait pour son DEA par Madame Pillot (qui est l'une de vos collègues de Lyon), travail qui consiste à présenter des labyrinthes visuels à des enfants, plus ou moins complexes selon la proportion des portes fermées et des portes ouvertes. Elle a en outre utilisé deux conditions. Dans l'une, les enfants font avancer leur mobile pas à pas. Dans l'autre, il leur faut anticiper une suite de pas aussi longue que possible avant de donner l'ordre d'exécution. Anticiper c'est très important dans l'organisation rationnelle de l'action. Madame Pillot a observé des faits très intéressants :

– l'investissement des enfants dans ce jeu : certains enfants essayent plus de 100 labyrinthes différents

– la prudence de certains enfants qui hésitent à demander un labyrinthe de niveau n + 1 avant d'avoir réussi un grand nombre de labyrinthes de niveau n ;

– par contraste, l'extrême témérité de certains enfants, qui parcourent très vite l'ensemble des niveaux et qui recherchent le défi en même temps qu'ils sont peu conscients de leurs limites.

Le défi est une question importante de l'école maternelle comme de l'école en général. Il faut certes que les enfants réussissent et il faut donc leur proposer des activités à leur portée. Mais il faut aussi que les enfants rencontrent la difficulté, entrent en défi avec des situations difficiles à comprendre et à maîtriser. Sans défi, les évolutions de l'enfant ne se font pas. Il faut sans doute aider certains enfants à entrer dans ce défi, que spontanément ils refuseraient.

L'école maternelle, comme l'école en général, doit gérer cette dialectique entre la réussite et le défi. Il faut que l'enfant réussisse et soit ainsi conscient de son pouvoir sur les choses et sur les autres. Mais il faut aussi que l'enfant rencontre la difficulté, car le besoin de connaissances nouvelles ne naît pas du succès, mais de la difficulté à maîtriser les choses.

Ma conclusion sera brève. Les apprentissages se déroulent sur une très longue période de temps. On