MATH ECOLE

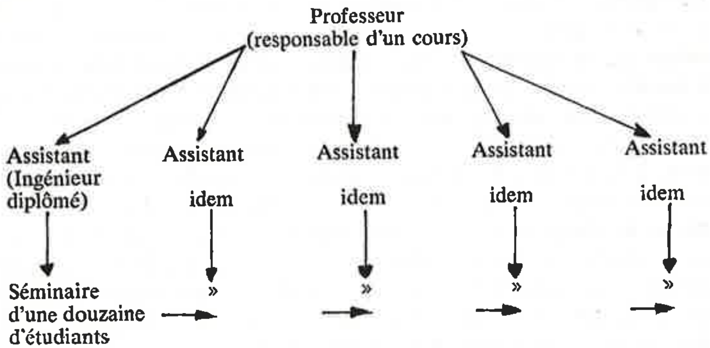
MARS 1970
9e ANNÉE

42

Education permanente à la mathématique

QUELQUES SUGGESTIONS

En 1956, Bertrand Schwartz, alors nouveau directeur de l'Ecole des mines de Nancy, décidait de supprimer les cours ex-cathedra et de les remplacer par des séminaires. Quelle organisation allait-il substituer au modèle universitaire traditionnel? Le schéma reproduit ci-dessous explique sommairement la solution adoptée:



Chaque assistant assumait les fonctions d'animateur, de conseiller scientifique du séminaire; il devait stimuler et guider le travail personnel des étudiants qui tiraient les informations nécessaires à leurs études d'ouvrages et de cours polycopiés mis à leur disposition. La réforme de 1956 de l'Ecole des mines allait, en fait, beaucoup plus loin: suppression quasi-totale des examens, diminution du nombre des cours, etc. Mais ces diverses mesures ne se rapportent guère au but de cet article.

Devenu par la suite directeur du Centre Universitaire de Coopération Economique et Sociale de Nancy (CUCES), B. Schwartz introduisit des méthodes analogues dans le recyclage des adultes, activité essentielle du centre: travail en groupes; pas de maîtres, mais des animateurs. Qu'il s'agisse aujourd'hui du perfectionnement d'ingénieurs et de cadres-moyens, ou de la reconversion d'ouvriers, le CUCES met l'accent sur le travail de l'«étudiant»; celui-ci participe activement à son recyclage, il se prend en charge. Il est évident que la réussite de telles expériences dépend de la formation des responsables des groupes qui doivent allier à de solides compétences scientifiques des capacités d'animateurs: il s'agit moins d'enseigner que de stimuler, de conseiller, d'apprendre à chaque membre du groupe à évaluer son travail et sa maîtrise des matières qui figurent au programme de recyclage.

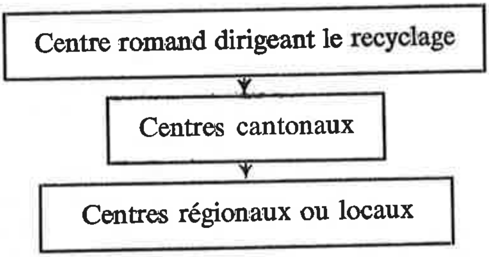
La mise en place du nouveau programme romand

Une récente conférence de presse a annoncé que, probablement dès 1972, les quatre premières années de l'école primaire des cantons totalement ou partiellement francophones seraient dotées d'un programme identique, nouveau à maints égards. En particulier, l'enseignement des mathématiques élémentaires serait désormais fondé sur la théorie des ensembles. Une telle décision pose le problème du recyclage des maîtres dont dépend dans une large mesure l'efficacité du nouveau programme. Le nombre des maîtres en fonction dans les cantons romands, l'importance des questions scientifiques et pédagogiques qu'il faut résoudre appellent, nous semble-t-il, des méthodes nouvelles. Pourquoi ne pas s'inspirer des expériences de B. Schwartz? Pourquoi ne pas tenter de prévoir, pour ce recyclage, une organisation rationnelle et une collaboration intercantonale? Le succès de l'Ecole romande n'est-il pas lié à cette collaboration non seulement au stade de l'élaboration des programmes, mais aussi à celui de leur mise en application dans un avenir proche et également à long terme? N'oublions pas que nous sommes entrés dans une époque de formation continue et qu'il serait faux d'imaginer qu'on va donner une fois pour toutes quelques cours de perfectionnement. Il y a non seulement une matière nouvelle à découvrir, mais aussi des méthodes nouvelles à inventer, à modifier, à adapter sans cesse au déroulement de l'expérience. Le programme va exiger de nouveaux cahiers d'exercices; avant de les reproduire à un grand nombre d'exemplaires, il sera nécessaire de faire des essais. Il appartient aux maîtres d'imaginer les méthodes efficaces, non pas seuls, mais en équipe; d'équipe à équipe, la confrontation des expériences sera indispensable, de même que les échanges d'exercices. Vu l'effort demandé à chaque maître, il paraît nécessaire de coordonner le travail, de lui donner un cadre, d'éviter qu'on répète dix ou vingt fois à cinquante ou cent kilomètres de distance les mêmes essais fructueux ou infructueux en s'ignorant les uns les autres.

Compte tenu de l'investissement humain et matériel que représente l'introduction du nouveau programme, nous nous permettons de faire ici quelques suggestions.

Un plan de recyclage

Schéma



Le recyclage devra se faire en deux étapes:

a) la formation scientifique, c'est-à-dire l'enseignement aux maîtres des notions indispensables de mathématique moderne;

b) la formation pédagogique, c'est-à-dire la méthodologie adaptée au nouveau programme, y compris la création des exercices.

Si la formation scientifique peut être prévue durant une période relativement courte, il n'en va pas de même de la méthodologie qui s'étalera nécessairement sur plusieurs années, compte tenu que l'on ne disposera pas au départ de méthodes expérimentées.

Rôle et composition des différents centres

Centre romand: deux délégués par canton: un mathématicien et un spécialiste de la méthodologie.

Ce centre aura pour fonction de coordonner l'ensemble du recyclage et de proposer des modes de travail aux centres cantonaux.

Centres cantonaux: ils seraient dirigés par les deux délégués au centre romand et auraient pour mission de coordonner dans le canton tout le recyclage en réunissant périodiquement les responsables des centres régionaux.

Centres régionaux ou locaux: ils seraient dirigés par deux maîtres, l'un mathématicien, l'autre spécialisé dans la méthodologie. Chaque centre régional serait responsable du recyclage scientifique et méthodologique d'une quinzaine de maîtres de chaque degré de l'école primaire, soit environ une soixantaine d'enseignants.

Il pourrait y avoir plusieurs centres dans une ville; les autres seraient répartis dans le canton selon les possibilités de déplacement propres à chaque région.

Fonctionnement

Etape a): Formation scientifique

Il serait peu rationnel de prévoir que, dans chaque canton, on réunisse cent maîtres ou plus durant une quarantaine d'heures (concentrées en une semaine ou réparties sur plusieurs mois) pour leur donner un cours de mathématique moderne. La compréhension de cette science exige de nombreux exercices, qui réclament des conseils, des encouragements et qui doivent aussi être corrigés régulièrement. Le centre romand pourrait choisir, parmi les manuels imprimés ou polycopiés, un cours qui serait envoyé à chaque maître. Au besoin il pourrait en créer un mieux adapté au but poursuivi que ne le sont peut-être les manuels actuels destinés aux élèves des écoles secondaires. Les centres cantonaux donneraient aux mathématiciens des centres régionaux les instructions nécessaires (une ou deux après-midi de travail suffiraient) et ceux-ci pourraient ensuite diriger des séances d'exercices hebdomadaires dans leur centre. Bien entendu, cela implique que les maîtres étudient les cours régulièrement. Les heures d'exercices permettraient d'obtenir des précisions, des explications, chacun pourrait travailler à son rythme et mesurer ses difficultés et ses succès. On se préoccuperait d'abord de la formation des maîtres de 1re année, puis quelques mois, voire une année plus tard, de ceux de 2e et ainsi de suite.

Le mathématicien d'un centre régional pourrait être un maître secondaire déchargé de quelques heures d'enseignement.

Etape b): Formation pédagogique

C'est évidemment la plus délicate puisqu'elle comporte bon nombre d'inconnues. Sur la base des expériences en cours actuellement dans les cantons, le centre romand pourrait donner des directives méthodologiques générales et suggérer des types d'exercices. Il convient toutefois de laisser aux cantons une certaine liberté expérimentale. A partir de ces données, les centres cantonaux **formeraient** les responsables de la méthodologie des centres régionaux. Il s'agirait de choisir des maîtres intéressés par ces problèmes et capables d'être des animateurs de groupe. Cette formation se déroulerait en séances de travail mensuelles ou bimensuelles d'une demi-journée. On pourrait prévoir au départ deux ou trois journées consécutives de formation.

A la fin de l'année scolaire qui précéderait le début de l'expérience, les centres régionaux réuniraient durant un jour ou deux les maîtres qui dépendent d'eux. Dans le cours de l'année scolaire, les séances de formation seraient mensuelles. Entre deux, tout maître pourrait demander au centre des informations complémentaires, faire part d'une difficulté ou aussi d'une expérience particulièrement réussie. Périodiquement les centres cantonaux dresseraient un bilan du travail et transmettraient au centre romand les informations recueillies. La réunion de ces expériences permettrait de rédiger des notes méthodologiques sur telle ou telle partie du programme, les centres cantonaux veilleraient à l'échange des informations entre centres régionaux, le centre romand assurant les mêmes échanges entre cantons.

Il ne nous appartient pas de préciser le rôle que joueraient dans ce plan les inspecteurs et directeurs d'école. De même nous n'avons pas envisagé la place qu'occuperait l'Institut romand de recherche et de documentation pédagogique. Il devrait probablement intervenir pour décider de l'efficacité des méthodes de même que pour l'établissement définitif des cahiers d'exercices.

La mise en place de l'«Ecole romande», sa valeur, son efficacité, dépendraient presque uniquement du corps enseignant. Aussi convient-il de le préparer rationnellement à ses tâches nouvelles, avec dynamisme et audace.

L. Pauli

Notes relatives à la multiplication

Raymond Hutin, dans le numéro 37 de Math-Ecole (mars 1969), a dit comment se déroulait, sous sa direction, l'opération qui porte sur le renouvellement de l'enseignement de la mathématique dans les écoles primaires genevoises. Il a notamment signalé que l'information des institutrices se poursuivait pendant l'année scolaire au moyen de séminaires au cours desquels une notion, présentée aux enfants, fait l'objet d'un large débat et de la publication de **notes** sur lesquelles chacune des intéressées peut revenir à loisir.

On trouvera ci-dessous une de ces publications. Elle rend compte des travaux d'une séance d'information, celle du 23 janvier 1970, qui réunissait des institutrices de 3e année (élèves de 8 à 9 ans). Le thème était l'introduction à la multiplication.

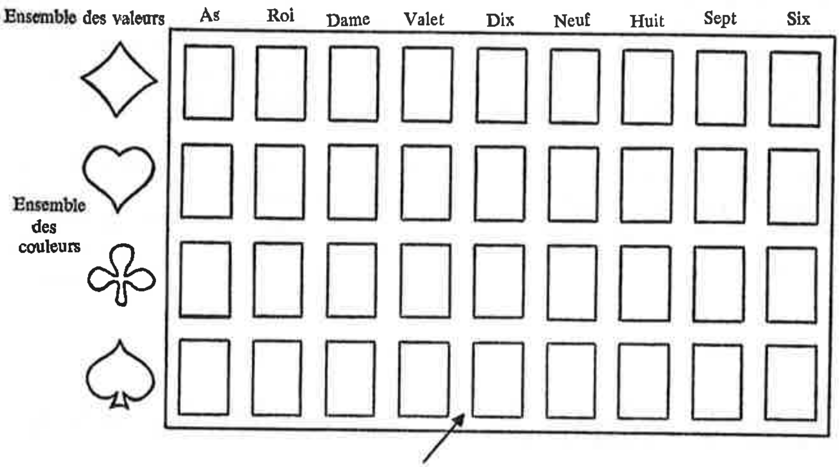
Nous basant sur les écrits de Piaget qui montrent qu'il n'y a pas une simple extension de l'addition à la multiplication mais que, dans les classifications, les deux opérations se construisent parallèlement, nous avons essayé l'approche que voici.

La multiplication peut être introduite en formant le produit cartésien de deux ensembles, ce qui donne un nouvel ensemble: l'ensemble-produit.

Utilisons, à titre d'exemple, un jeu de cartes. Il comporte un ensemble de **couleurs** et un ensemble de **valeurs.** La combinaison des deux ensembles donne l'ensemble des cartes.

Il ne s'agira pas, naturellement d'utiliser un jeu de cartes pour les élèves mais ceux-ci seront progressivement amenés à la construction d'ensembles-produits, en premier lieu par la combinaison de deux ensembles (ou deux attributs), puis de plusieurs.

Par la suite, on pourra essayer de partir de l'ensemble-produit pour trouver les autres ensembles. L'aspect numérique de la multiplication ne sera introduit que peu à peu.



Ensemble produit: 36 cartes

Les exemples ci-dessous ne sont pas classés dans un ordre rigoureux de progression. Il faut plutôt les considérer comme des suggestions d'exercices à essayer.

a) Construction d'un ensemble-produit par les élèves

Cet exercice n'exige aucun matériel au départ. Chaque enfant est simplement muni d'une ou de deux feuilles de papier de 7 cm sur 10 cm environ.
Le matériel sera confectionné, au fur et à mesure de la leçon par les élèves.

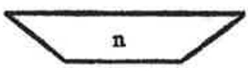
Thème de la leçon:

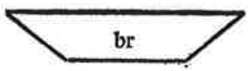
Les bateaux.
Une histoire ou une courte discussion amène les enfants à parler de bateaux à voiles et à les décrire. Puis on propose aux élèves de dessiner des bateaux en observant certaines règles.

Première règle:

La coque sera noire ou brune.
Selon cette règle, combien peut-on dessiner de bateaux différents?

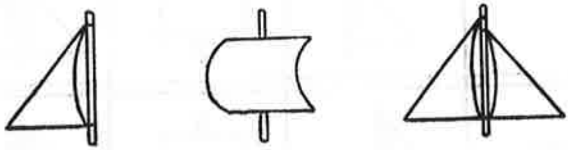
Réponse: deux.





Deuxième règle:

Le bateau peut avoir une voile triangulaire, une voile latine ou deux voiles.

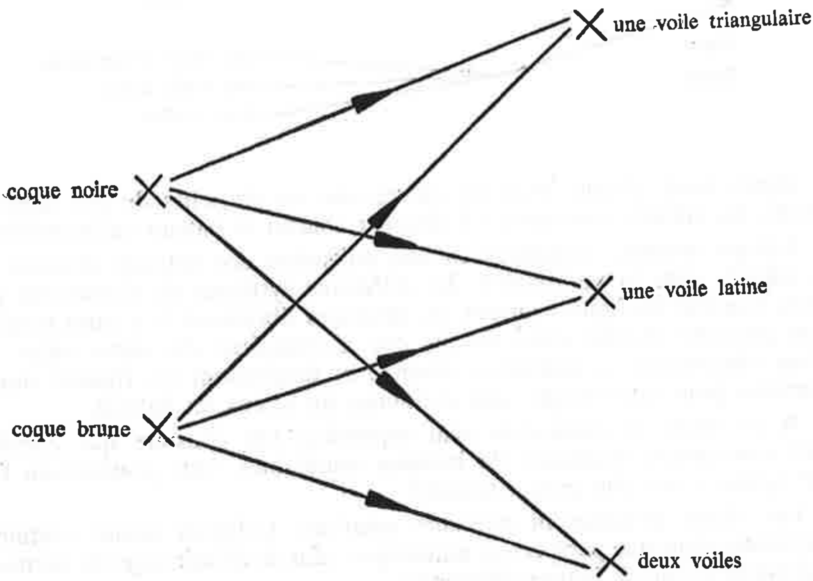


Combien peut-on, maintenant, construire de bateaux différents? Comment faire pour ne pas en oublier?

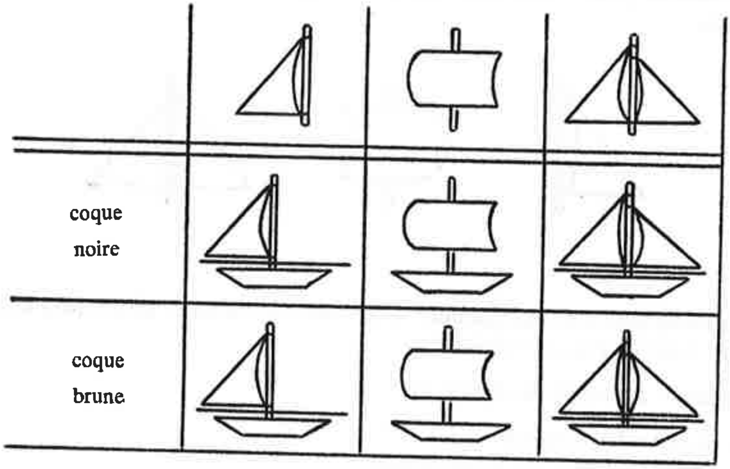
Plusieurs notations sont possibles:

— la liste des couples
  coque noire, voile triangulaire
  coque noire, voile latine
  etc...

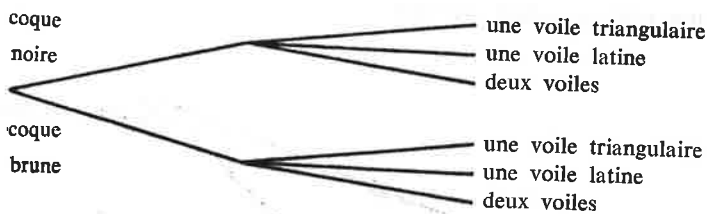
— une représentation sagittale



— un tableau à double entrée



— un arbre de classement



Après avoir discuté avec les élèves une ou plusieurs de ces représentations, les enfants sont invités à dessiner chacun le bateau qu'ils préfèrent.

L'étape suivante consistera en une utilisation des bateaux dessinés par les enfants pour la vérification des différents systèmes de classement proposés. Comme les figures auront été dessinées librement, il y aura certainement plusieurs dessins dans chaque cas et, peut-être, des cases vides. Les élèves observeront la collection obtenue et dessineront les figures supplémentaires pour que chaque case contienne au moins un bateau.

A ce stade, la discussion peut reprendre. On constate que certaines cases contiennent beaucoup de bateaux semblables. Que pourrait-on faire pour apporter une plus grande variété?

Les élèves proposeront plusieurs solutions. Celles-ci seront examinées tour à tour, dans une perspective numérique, afin de définir laquelle permettra de dessiner le plus de figures différentes.

Les solutions peuvent être de deux types: adjonction d'un ou de plusieurs éléments à l'ensemble de départ et à l'ensemble d'arrivée ou utilisation de nouveaux critères. Ces deux types de solutions auront des incidences différentes sur les représentations mais donneront peut-être le même nombre de classes.

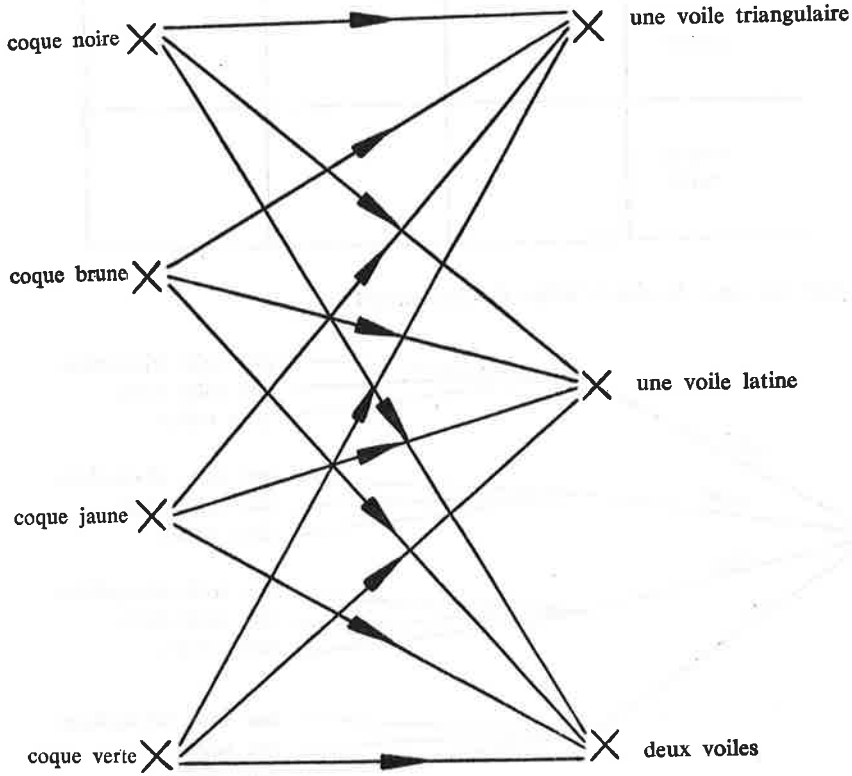
A titre d'exemple, nous donnerons quelques solutions mais il est évident que ce sont les enfants eux-mêmes qui devront les découvrir.

Solution du premier type:
ajouter des éléments aux ensembles de départ et d'arrivée.

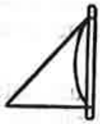
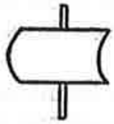
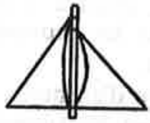
Combien de possibilités obtiendrons-nous?
Comment pouvons-nous les représenter?

— la liste des couples peut être dressée mais elle devient difficile à vérifier

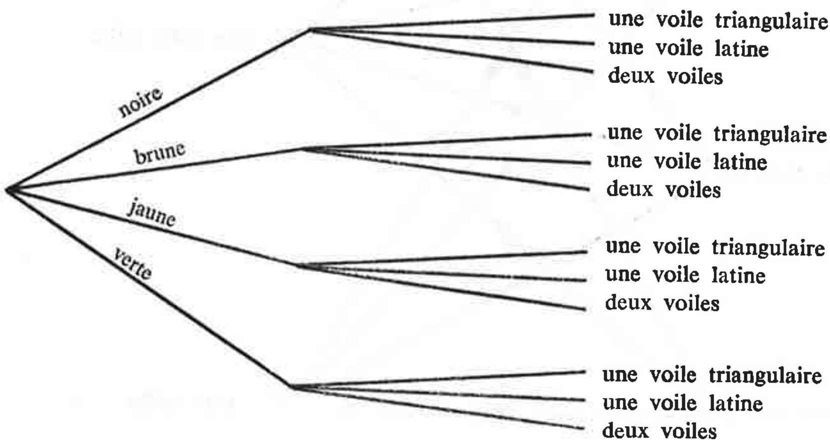
— la représentation sagittale est modifiée comme suit (avant de tracer les flèches, on en fera prévoir le nombre).



— combien de cases ajouterons-nous au tableau à double entrée?

			
coque noire			
coque brune			
coque jaune			
coque verte			

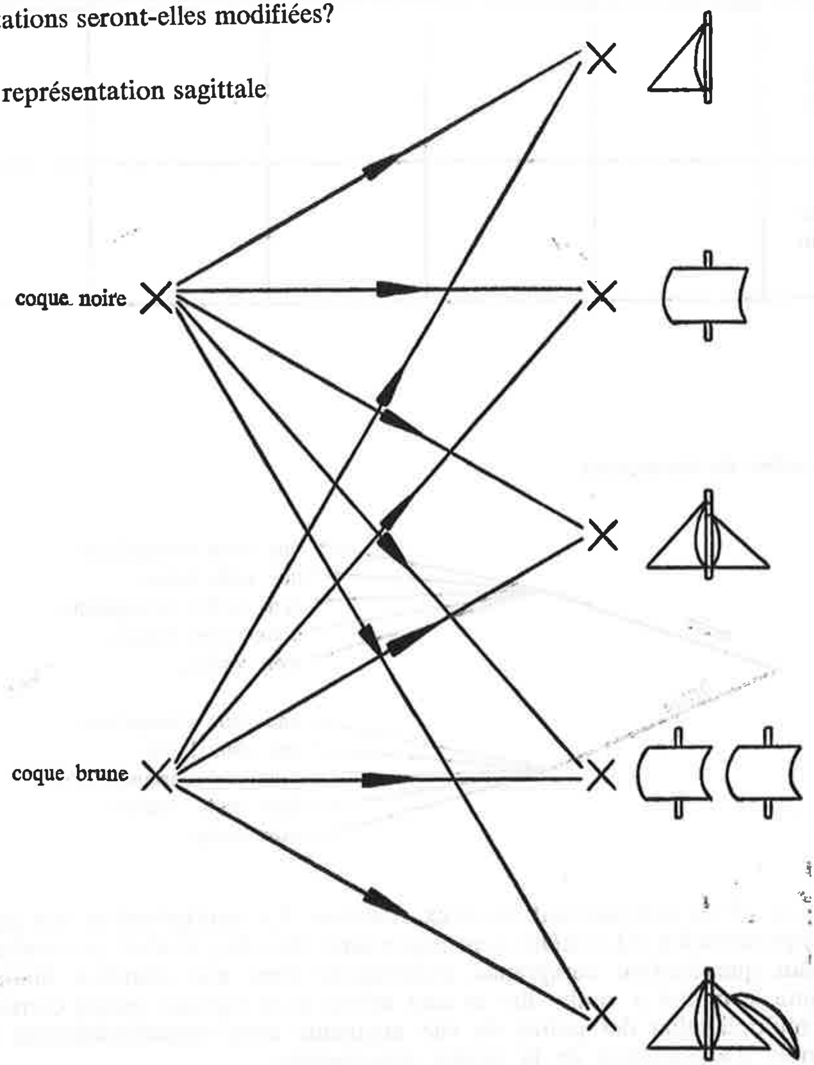
— peut-on aussi dessiner l'arbre de classement?



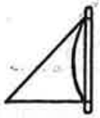
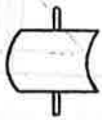
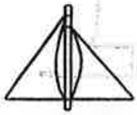
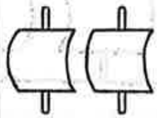
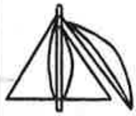
Au lieu d'ajouter deux couleurs de coque, nous pourrions ajouter deux formes de voiles.

Le nombre des bateaux différents sera-t-il le même? Comment les représentations seront-elles modifiées?

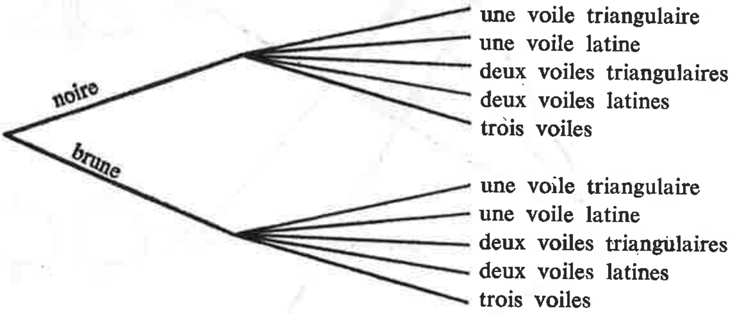
— représentation sagittale



— tableau à double entrée

					
coque noire					
coque brune					

— arbre de classement



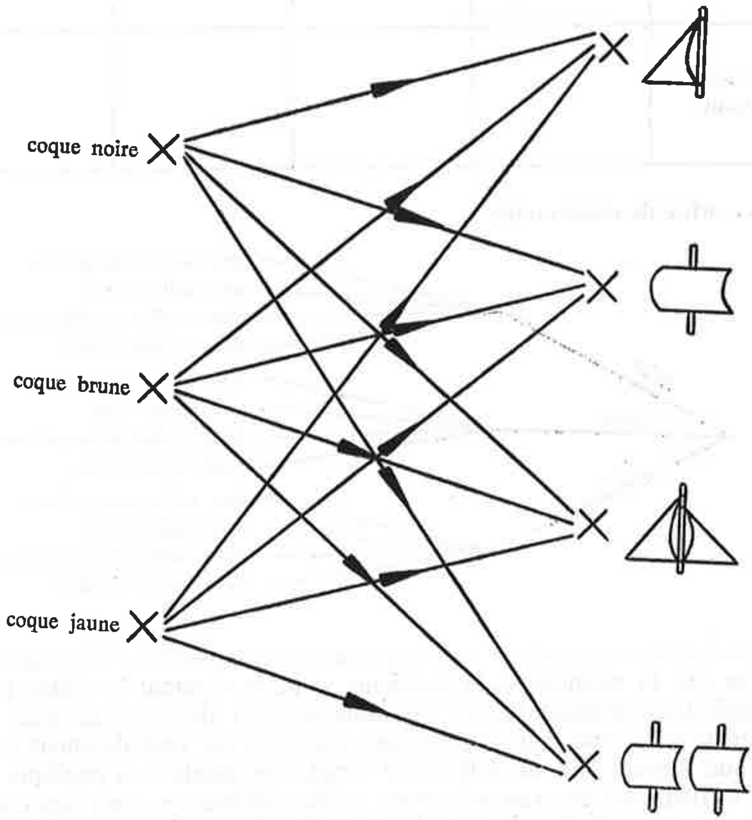
Les élèves compareront les deux solutions. La multiplication des types de représentation est extrêmement importante. En effet, il n'est pas toujours certain que l'enfant comprenne exactement, dans une situation donnée, ce que le maître a voulu dire et ceci même si sa réponse paraît correcte. La multiplication des points de vue augmente donc considérablement les chances d'assimilation de la notion sous-jacente.

Si les élèves ont bien compris ce qui précède, on pourra essayer de leur faire anticiper le résultat donné par l'adjonction de deux éléments, comme précédemment, mais l'une appartenant à l'ensemble des coques et l'autre à l'ensemble des voiles. Les deux situations précédentes pouvaient être saisies comme une extension de l'addition: une couleur de plus permet d'**ajouter** trois bateaux.

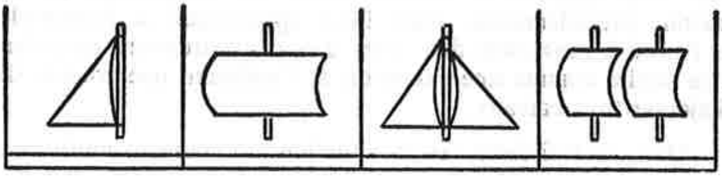
Dans ce troisième cas, la situation est vraiment multiplicative.

Voyons ce que deviennent nos représentations:

— **représentation sagittale:**

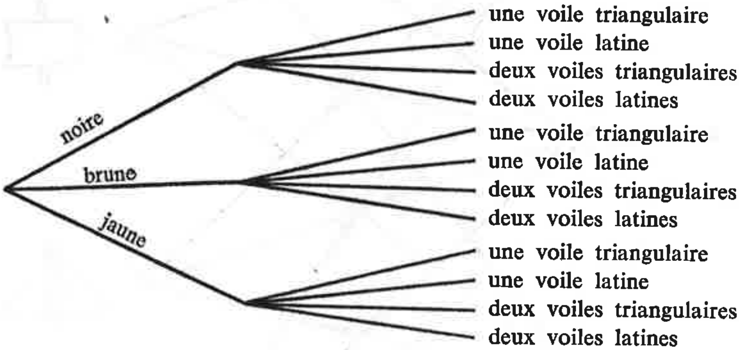


— **tableau à double entrée:**



coque noire				
coque brune				
coque jaune				

— **arbre de classement:**

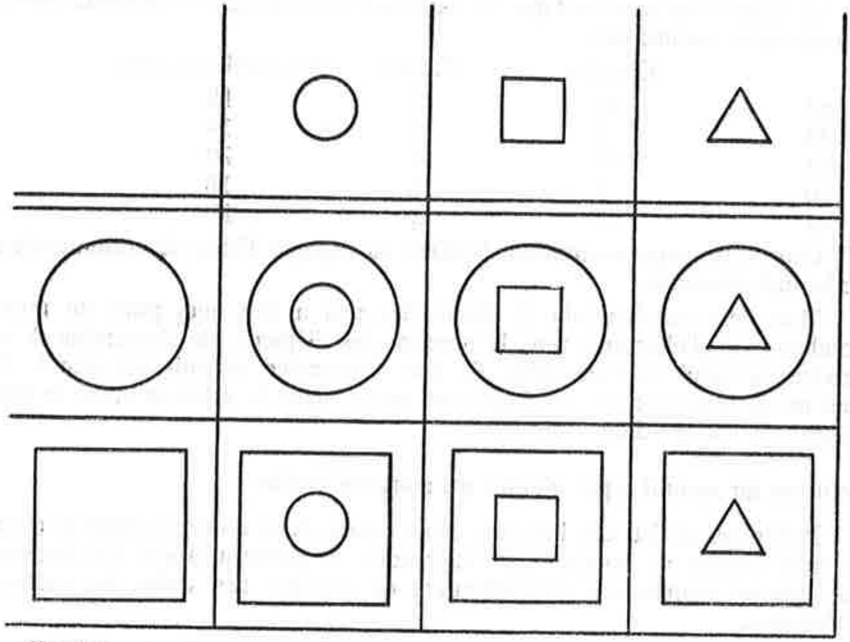


Lors de la comparaison avec les solutions précédentes, les enfants constateront que la première et la troisième solution donnent le même nombre de possibilités (d'éléments de l'ensemble-produit) alors que ce n'est pas le cas lorsqu'on ajoute deux formes aux voiles. Il est probablement trop tôt pour que l'enfant aille au-delà d'une simple constatation et explique réellement le pourquoi des ressemblances et des différences mais ces exercices préparent la compréhension de la multiplication logique et arithmétique.

A un autre moment, ou sous forme de travail à répartir entre plusieurs groupes d'élèves, les enfants pourront effectuer une recherche pour découvrir ce qui se passe lorsqu'on ajoute trois éléments, ou quatre, ou cinq. Ce travail sera effectué avec le même matériel ou avec un matériel différent. Prenons une situation un peu plus difficile parce que les mêmes éléments interviennent dans deux ensembles.

On dispose d'un lot de gommettes autocollantes, des grandes et des petites. Prenons d'abord deux sortes de grandes et trois sortes de petites:

Combien peut-on former de figures différentes lorsqu'on colle une petite forme sur une grande?



Combien de figures différentes pourra-t-on former si on ajoute trois autres formes?

Soit:

a) 3 grandes
b) 3 petites
c) 2 petites et une grande
d) 2 grandes et une petite

Quelle est la solution qui offre le plus de possibilités?

	Grandes	Petites	Ensemble-produit
a)	5	3	15
b)	2	6	12
c)	3	5	15
d)	4	4	16

Si l'on décide d'ajouter, en revenant à la situation de départ, quatre nouvelles formes, cinq cas sont à envisager:

a) 4 grandes
b) 4 petites
c) 3 grandes et 1 petite
d) 3 petites et 1 grande
e) 2 grandes et 2 petites

Le tableau des solutions que les enfants dresseront après l'expérimentation se présentera comme suit:

	Grandes	Petites	Ensemble-produit
a)	6	3	18
b)	2	7	14
c)	5	4	20
d)	3	6	18
e)	4	5	20

Dans cette expérimentation, l'enfant va dégager l'idée de commutativité de la multiplication.

Mais cela va plus loin, il découvrira peu à peu que, pour un même nombre total d'éléments, plus le nombre des éléments de l'ensemble A est proche de celui de l'ensemble B, plus l'ensemble produit est grand. On retrouvera cette notion, en cinquième année, dans la relation entre le périmètre et la surface d'une figure.

Solution du second type: ajouter un nouveau critère

Revenons au jeu des bateaux. Nous avons deux couleurs pour la coque et trois formes de voiles. Pour augmenter la différenciation des bateaux, les enfants proposeront probablement de dessiner des voiles de couleurs différentes.

Nous obtiendrons donc:

2 coques: noire - brune
3 formes: une voile triangulaire - une voile latine - deux voiles
3 couleurs des voiles: blanc, bleu, rouge

On laissera les enfants découvrir une stratégie qui leur permettra de trouver le nombre des bateaux différents qui seront obtenus. Il faut que les élèves aient une grande liberté d'action et qu'ensuite, on prenne le temps de les laisser exposer et discuter la manière dont chacun a procédé. Il sera intéressant d'amener les enfants à reconnaître les solutions les plus élégantes et les plus économiques.

Puis nous reviendrons aux représentations. Nous en avions vu quatre: la liste des couples, la représentation sagittale, le tableau à double entrée, l'arbre de classement.

Ces représentations sont-elles utilisables?

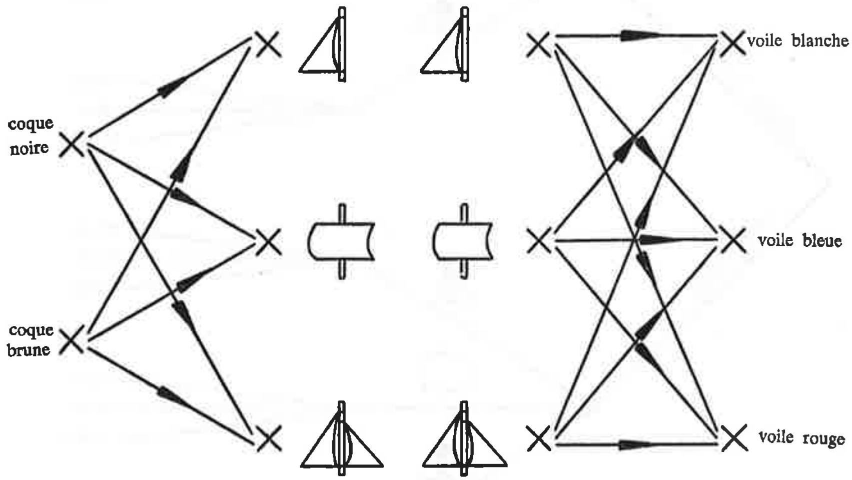
— Liste des triplets

Puisque trois critères sont conjugués, chaque bateau sera défini, non plus par deux mais par trois caractères. On ne parle donc plus de couple mais de triplet. Il est toujours possible d'en établir la liste:

coque noire - une voile triangulaire - voile blanche
coque noire - une voile triangulaire - voile bleue
coque noire - une voile triangulaire - voile rouge
coque noire - une voile latine - voile blanche
etc...

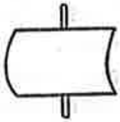
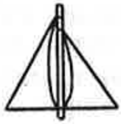
— Représentation sagittale

Elle n'est possible que deux à deux. On peut l'établir mais on n'en dégage pas immédiatement le nombre des éléments:



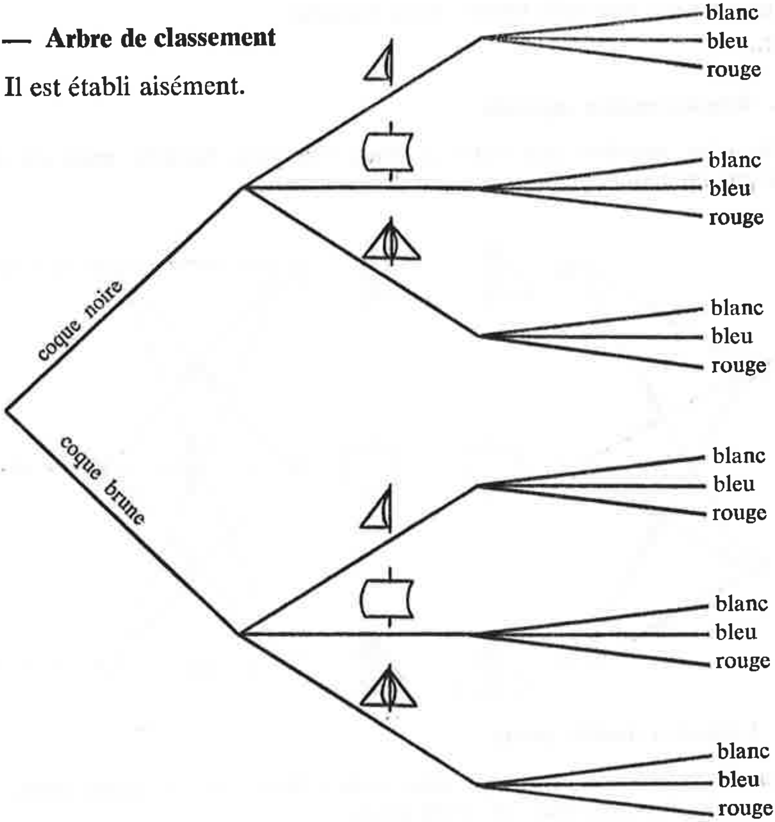
— Tableau à double entrée

Il peut encore être employé avec trois critères si on prend garde de superposer les éléments dans un ordre donné.

			
coque noire	voile blanche bleue rouge	voile blanche bleue rouge	voile blanche bleue rouge
coque brune	voile blanche bleue rouge	voile blanche bleue rouge	voile blanche bleue rouge

— **Arbre de classement**

Il est établi aisément.



Les enfants ont constaté qu'ils obtenaient 18 bateaux différents. Ce n'est pas suffisant pour que chaque élève de la classe reconnaisse son bateau. On essayera donc d'ajouter un critère supplémentaire. Au lieu de choisir une forme ou une couleur, il sera possible de prendre cette fois un critère numérique, par exemple, le nombre de personnes qui sont dans le bateau ou le nombre de drapeaux dont il est orné. Décidons de décorer le bateau de 1, 2, 3 ou 4 drapeaux (dans une étape ultérieure, on pourra amener les élèves à travailler sur le nombre 0 mais il est assez difficile pour l'enfant de comprendre que la consigne «pas plus de 4 drapeaux» lui donne en réalité le choix entre 5 possibilités).

Outre les activités de classement et l'anticipation du nombre des bateaux différents on pourra, en marge, se livrer à des calculs portant sur le nombre des drapeaux nécessaires pour équiper l'ensemble ou une de ses parties.

Combien de drapeaux faudra-t-il:

— pour tous les bateaux ornés de 2 drapeaux
— pour tous les bateaux à voile rouge
— pour tous les bateaux ayant une coque brune et une voile latine
— etc...

Chaque fois, l'enfant devra explorer systématiquement la représentation graphique de l'ensemble produit pour résoudre le problème.

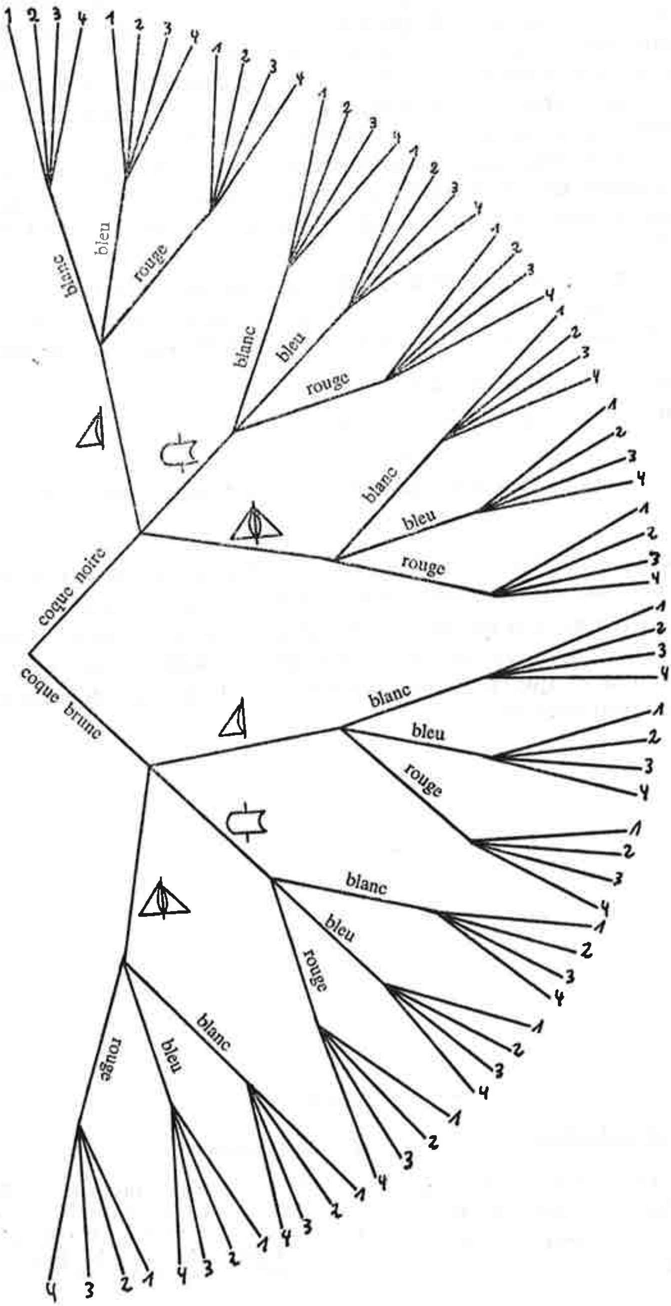
Si nous revenons à la question de la représentation, les élèves constateront que la représentation sagittale et le tableau à double entrée ne sont plus guère utilisables et que la représentation la plus intéressante reste l'arbre de classement qui devient:

Comité de rédaction:

Mlle A. Grin, MM. B. Beauverd, L. Biollaz, G. Guélat, R. Hutin, L. Pauli, N. Savary, S. Roller, rédacteur.

Abonnement:

Suisse F 7.—, Etranger F 8.—, CCP 12 - 16713. Paraît 5 fois par an. Service de la recherche pédagogique, 65, rue de Lausanne, 1202 Genève (022 31 71 57).



coque noire
blanc
bleu
rouge
1 2 3 4
blanc
bleu
rouge
1 2 3 4
blanc
bleu
rouge
1 2 3 4
coque brune
blanc
bleu
rouge
1 2 3 4
blanc
bleu
rouge
1 2 3 4
blanc
bleu
rouge
1 2 3 4

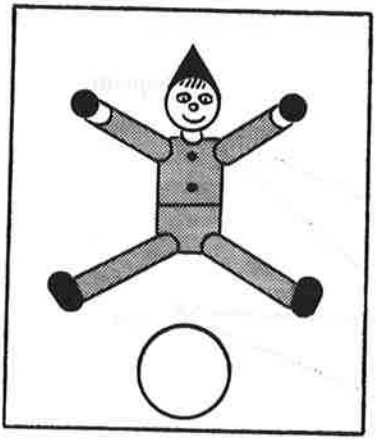
Il est peu probable que les élèves de troisième année maîtrisent entièrement ces notions mais les activités de classement, de mise en relation, de multiplication logique qu'elles suscitent fournissent l'occasion d'une quantité de recherches, d'explorations, de comparaisons qui préparent la compréhension profonde de la multiplication.

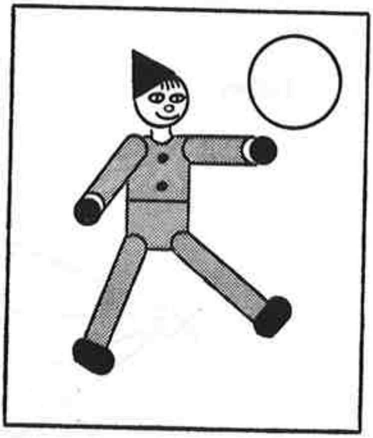
En quatrième année, les exercices décrits dans le paragraphe consacré à l'adjonction d'éléments supplémentaires aux ensembles de départ et d'arrivée pourront être repris dans des situations où le nombre des critères de classement est plus grand.

b) Etude d'un ensemble-produit donné

Matériel:

Un collection incomplète de pantins formée à partir des critères suivants:
2 positions: Pantin qui joue ou qui saute
2 ballons: Le ballon du pantin est rouge ou bleu
4 couleurs pour le chapeau: jaune, vert, blanc, orange
3 couleurs pour le vêtement: jaune, bleu, rouge





Le but de cet exercice consiste, tout en travaillant la multiplication logique et arithmétique, à contraindre l'enfant à abstraire deux qualités parmi un ensemble de propriétés voisines (ici les couleurs).

Ainsi on pourra travailler successivement sur les compositions multiplicatives:

position - couleur du chapeau
couleur du ballon - couleur du chapeau
couleur du chapeau - couleur du vêtement
etc...

Les pantins ont été préparés par la maîtresse. Une figure quelconque est distribuée à chaque élève. Les enfants ne connaissent pas la manière dont les pantins ont été construits et vont observer leur figure pour en faire l'inventaire.

On demandera d'abord à deux enfants de comparer leurs pantins et d'exprimer les ressemblances et les différences. On s'attachera ensuite à deux propriétés seulement.

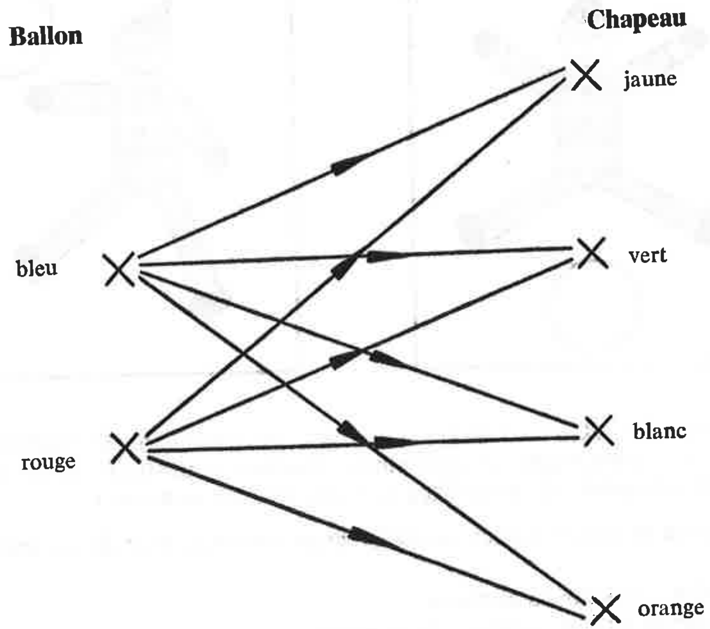
Choisissons, à titre d'exemple, la couleur du ballon et celle du chapeau et notons, au tableau noir, le résultat des observations. Les enfants comparent leurs pantins jusqu'à ce qu'ils aient repérés tous les cas possibles.

Ceux-ci sont inscrits au tableau noir.

Ballon	**Chapeau**
Bleu	Jaune Vert
Rouge	Blanc Orange

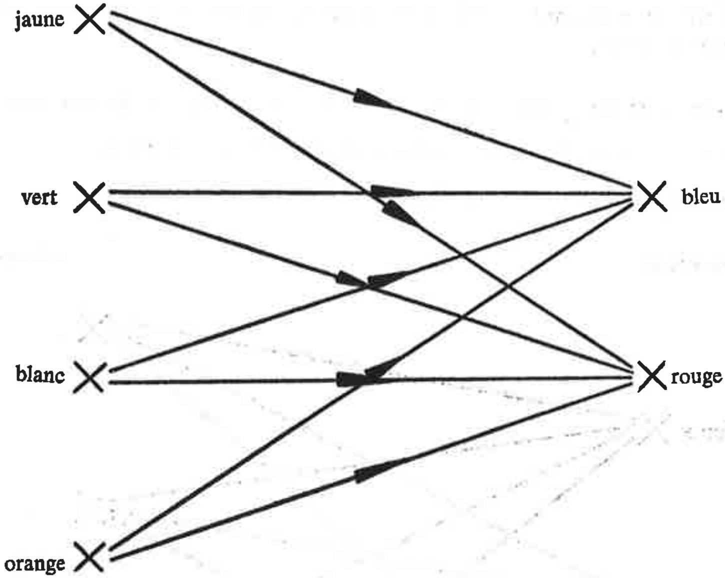
Les enfants seront alors invités à répondre à la question:

— En tenant compte de la couleur du ballon et de celle du chapeau seulement, combien peut-on dessiner de pantins différents?



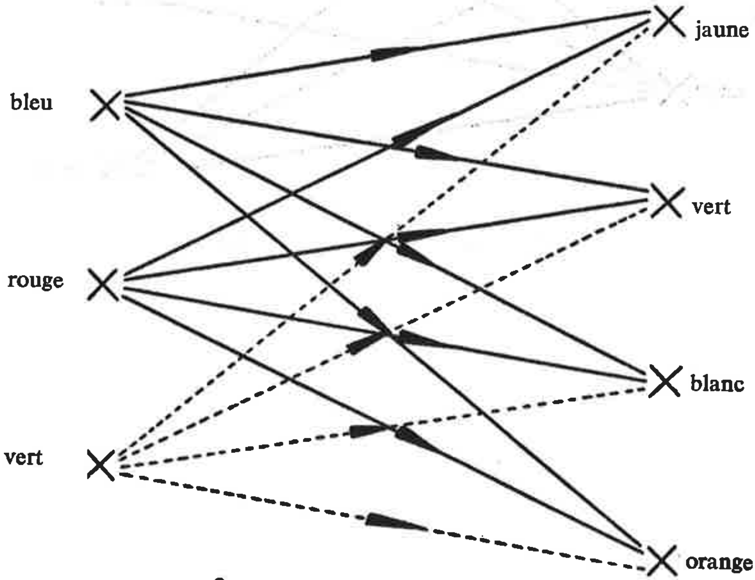
$2 \times 4 = 8$

— Peut-on effectuer le calcul en commençant par la couleur du chapeau?



4 x 2 = 8

— Combien de figures nouvelles obtiendra-t-on si on ajoute une couleur pour le ballon?



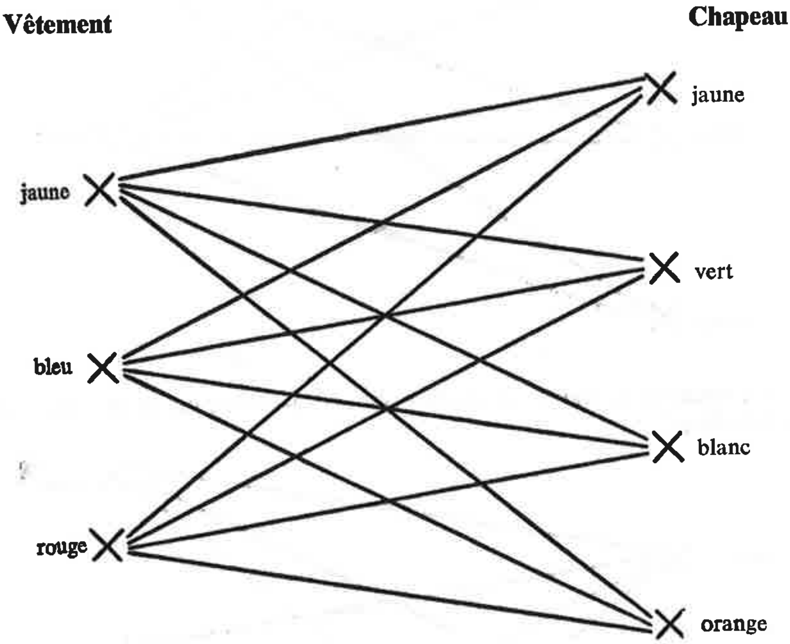
3 x 4 = 12

Une série d'exercices du même type permettra de vérifier que l'opération est toujours commutative. On reprendra le même travail en combinant deux autres critères.

L'étape suivante permettra d'aborder l'associativité de la multiplication.

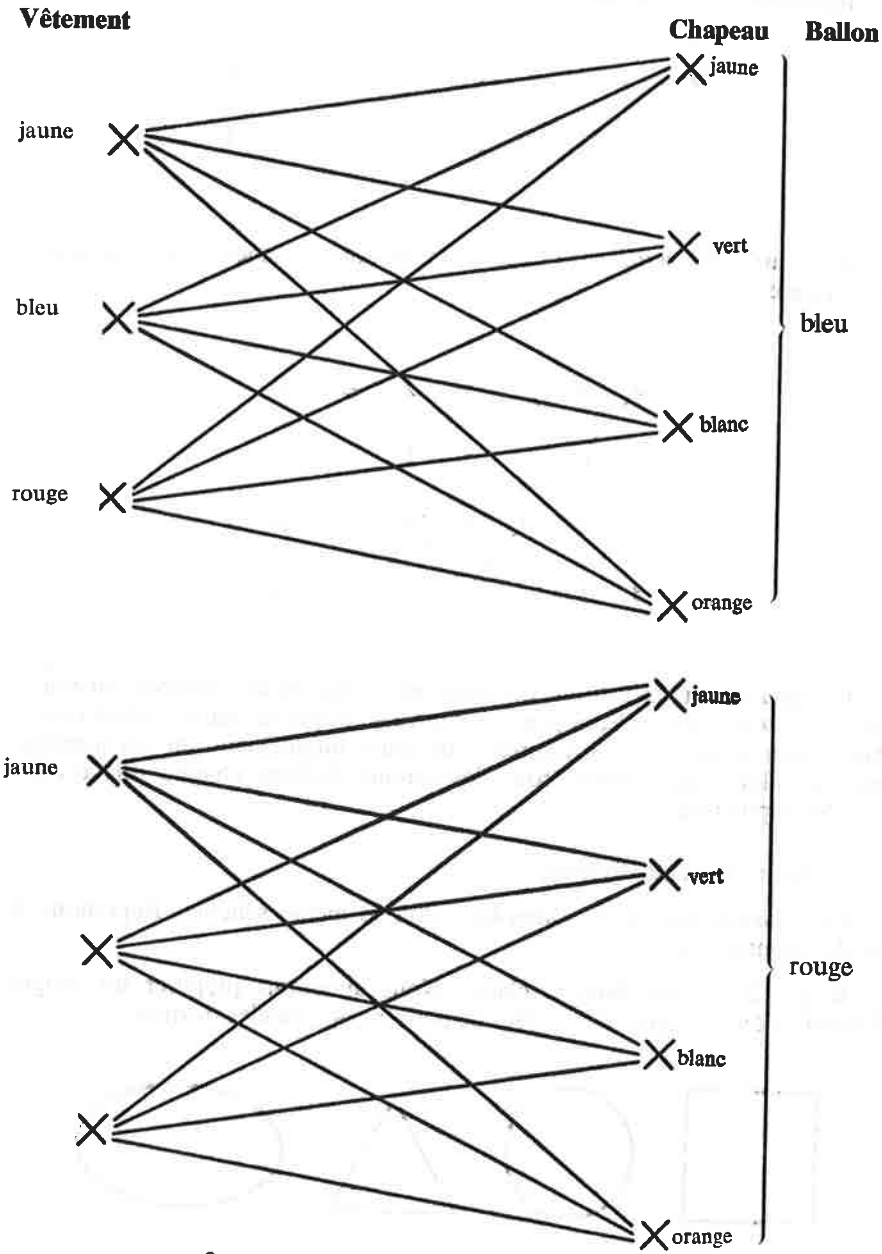
Partons de la couleur du vêtement et de celle du chapeau.

Combien peut-on former de figures?



$$3 \times 4 = 12$$

Augmentons le nombre des figures en jouant sur la couleur du ballon



3 x 4 x 2 = 24

La vérification expérimentale permettra aux enfants de constater que la commutativité est toujours valable:

3	x	2	x	4	=	24
2	x	3	x	4	=	24
2	x	4	x	3	=	24
4	x	2	x	3	=	24
4	x	3	x	2	=	24

Au cours de cette vérification, la notion d'associativité apparaîtra d'elle-même:

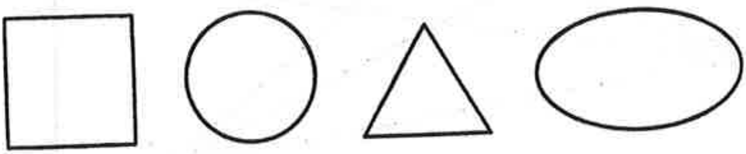
3	x	4	x	2	=	24
12			x	2	=	24
3	x	4	x	2	=	24
3	x	8			=	24

En ajoutant ou en retirant des éléments à chacun des critères, on multipliera les expériences. Peu à peu, on pourra se dispenser du recours à l'expérimentation directe sur les figures pour jouer uniquement sur les nombres mais les élèves qui commettront des erreurs devront chaque fois revenir à une manipulation.

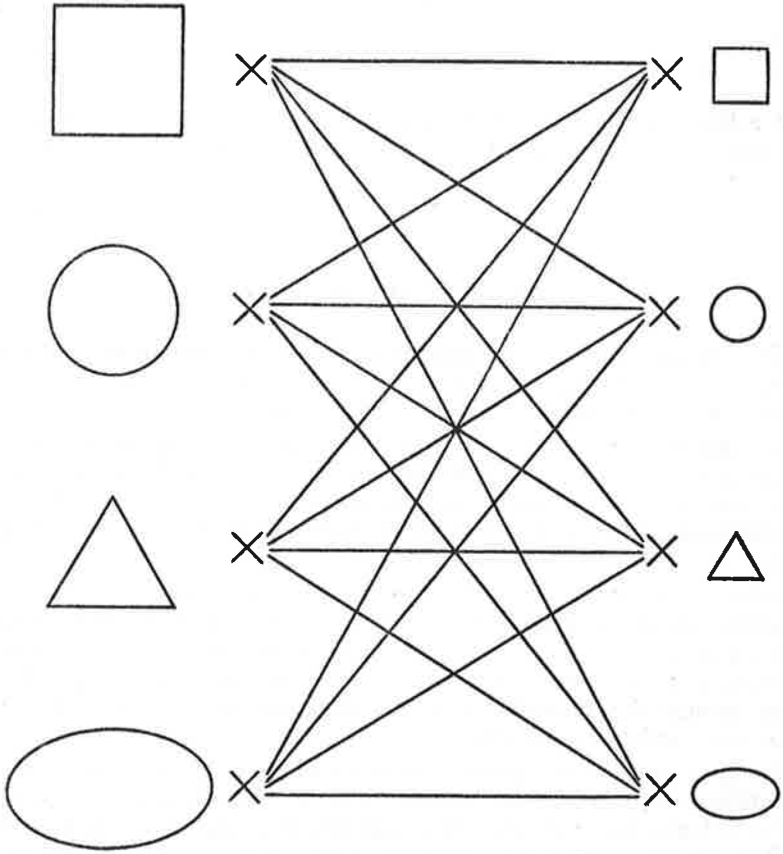
c) Approche de la division:

La division pourra être abordée selon le même schéma. Reprenons le jeu des gommettes.

Il y a 28 élèves dans la classe. Nous aimerions préparer un insigne différent pour chaque élève. On dispose de 4 grandes formes:



Combien faut-il trouver de petites formes à coller dessus?



On obtiendra donc:

$$4 \quad x \quad 7 \quad = \quad 28$$

qu'on pourra écrire, en fonction du problème posé,

$$28 \quad : \quad 4 \quad = \quad 7$$

Tous les exercices présentés pour la multiplication pourront être repris en division.

Il sera bon aussi, dès le début, d'amener les enfants à faire des expériences préparant la division euclidienne.

Exemple:

Avec 3 grandes formes, combien faut-il de petites formes pour obtenir 14 ou 16 ou 20 figures différentes?

Plus encore que pour la multiplication, de nombreuses expériences seront nécessaires pour que les enfants comprennent bien la notion de division.

Ces exercices prennent du temps mais, avec des figures simples, ils se prêtent très bien au travail par groupes. Une situation présentée collectivement sera suivie d'une expérimentation conduite par petits groupes travaillant sur des nombres différents. Puis, on essayera de dresser, en travail collectif, un tableau qui résumera les découvertes de chaque groupe. La comparaison des résultats obtenus permettra de dégager peu à peu les lois générales.

R. Hutin

BIBLIOGRAPHIE

HUTIN (Raymond), **«L'enseignement de la mathématique»**, Genève, Département de l'Instruction publique, Service de la recherche pédagogique, rapport P. 69.08, novembre 1969, A 4, 162 pages.

Ce rapport rend compte du travail effectué par l'auteur qui conduit les recherches relatives à l'implantation, dans le canton de Genève, de l'enseignement de la mathématique moderne, de la 2e année de l'école enfantine (élèves de 5-6 ans) à la fin de l'école primaire (11-12 ans); année scolaire 1968-1969.

Après avoir justifié l'introduction de la math. moderne, l'A. expose le contenu du programme genevois, très proche du programme romand encore en gestation, définit les méthodes mises en œuvres, décrit le matériel didactique et montre quelle fut la formation du corps enseignant. Il rend compte ensuite des contrôles expérimentaux auxquels il s'est livré pour aboutir aux conclusions suivantes:

«Compte tenu du fait qu'on se trouve encore en pleine période d'essai, les résultats obtenus par les enfants sont très satisfaisants; ces derniers ont, par ailleurs, maîtrisés les notions qui figuraient dans l'ancien plan d'études. Dans les autres disciplines (français, géographie, etc.) leurs résultats sont aussi bons, voire meilleurs que ceux obtenus dans des classes-témoins. Les enfants ont manifesté à l'égard du nouvel enseignement un intérêt très vif; leur joie au travail contrastait avec ce que montraient, jadis, les classes d'arithmétique. Les relations avec les parents ont été bonnes.»

L'A, enfin expose son plan décennal d'extension de l'expérience insistant sur le fait qu'il faut procéder avec hardiesse mais aussi avec une très grande prudence. L'école officielle, ouverte à tous les enfants, ne peut pas se permettre d'erreurs massives; elle doit tout mettre en œuvre pour donner à ces enfants l'équipement optimal auquel ils ont droit.

L'expérience genevoise, du fait qu'elle introduit la dimension expérimentale non seulement au niveau de quelques essais parcellaires mais au niveau de l'**ensemble** des écoles d'un canton, est à peu près unique en son genre. Il sera passionnant de la suivre attentivement au cours de la décennie 1970.

Une imposante bibliographie achève ce rapport.