LA ROUE AUX COULEURS : UNE SITUATION RECHERCHE POUR APPRENDRE A CHERCHER DES LE CYCLE 3

Karine Godot[1]
Médiatrice scientifique
ERTé Maths à Modeler, Université J.Fourier Grenoble

En conséquence des conclusions de nombreux rapports établis ces dernières années par plusieurs instances institutionnelles[2], se dessine un intérêt grandissant dans les programmes scolaires de mathématiques pour la démarche de recherche en mathématiques. L'expression même « démarche de recherche en mathématiques » a pris une place importante et apparaît actuellement de manière récurrente du primaire à la fin du lycée. Dès le cycle 2, il est en effet demandé de confronter les élèves à *« de véritables problèmes de recherche »*[3], *« dans le but de développer chez eux un comportement de recherche ».* L'introduction de ce type d'activités vise à *« enrichir leur représentation des mathématiques, développer leur imagination et leur désir de chercher, leurs capacités de résolution et la confiance qu'ils peuvent voir dans leurs propres moyens »*[4]. Les directives relatives à l'activité « résolution de problèmes » préconisent la mise en place d'activités qui invitent « *la classe à s'apparenter à une véritable petite communauté mathématique »*.
Dès lors, il nous apparaît légitime de s'interroger : comment peut être caractérisée la « démarche de recherche en mathématiques »? Quelles compétences met-elle en jeu ? Quelles situations proposer aux élèves ? Avec quelle gestion ? Quels outils sont à la disposition des enseignants, notamment de primaire ?
Nous cherchons depuis plusieurs années à apporter des éléments de réponse à ces questions au travers du projet *Maths à Modeler*. Dans cet article, nous illustrerons les résultats de nos recherches à partir de l'exemple d'une situation que nous avons expérimentée dans le cadre de notre thèse auprès de plusieurs classes de cycle 3 : *La roue aux couleurs*.

---

[1] karine.godot@imag.fr

[2] En particulier, le rapport dit Janzten (2001), celui de la commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques (2002) et l'avis de l'Académies des Sciences (2005).

[3] Document d'application des programmes, 2002, p. 5, texte commun aux cycles 2 et 3.

[4] Document d'application des programmes, 2002, p. 7, texte commun aux cycles 2 et 3.

La « démarche de recherche en mathématiques » : proposition de définition et caractérisation

Une situation problématique (qui n'est pas forcément énoncée en langage mathématique, ou restreinte à un seul problème) implique de poser une question, d'étudier éventuellement un problème plus simple, de faire des essais, d'émettre des conjectures, de les réfuter ou de les valider, de prouver, de généraliser…
En référence à Glaeser et Polya, nous rassemblerons sous le terme « heuristique » la démarche de recherche en mathématiques et ses différentes composantes[5].

Afin de définir ce que regroupent les termes de « démarche de recherche en mathématiques », nous avons cherché à déterminer quel pouvait être le point de vue des experts en la matière, de ceux qui font les mathématiques, les pratiquent, les développent, à savoir les chercheurs en mathématiques. Pour cela, nous nous sommes appuyés sur les travaux de Nimier (Nimier, 1989) menés à partir d'entretiens avec des mathématiciens sur leur discipline de prédilection. À leur lecture, il apparaît que l'activité de recherche est décrite sous deux composantes : une phase de recherche individuelle et une phase collective.
En ce qui concerne la phase individuelle, les chercheurs, quelle que soit leur spécialité en mathématiques, parlent de jeu, de plaisir, d'essais, d'erreurs, d'hypothèses, de curiosité, de persévérance, d'imagination, d'intuition…
La dimension sociale de l'activité professionnelle du chercheur apparaît quant à elle dans un deuxième temps à travers les échanges entre collègues, l'aspect « communication » se situant au terme du processus de recherche, une fois les avancées formalisées. Ces échanges font partie intégrante de la recherche ; ils participent à son avancée, induisant critiques, dialogues, mise en débat.

Nous considérerons donc que chercher en mathématiques, c'est se retrouver dans la peau d'un chercheur en mathématiques et donc, s'interroger, essayer, tâtonner, observer, raisonner, émettre des conjectures, généraliser, prouver, s'accrocher, imaginer, trouver du plaisir, échanger avec autrui, partager ses découvertes, critiquer, argumenter...

Cette définition établie, regardons ce qu'il en est dans les programmes de l'école primaire, ainsi que dans les manuels de cycle 3, deux références majeures pour tout enseignant.

Petit tour du côté des programmes de l'école primaire…

On retrouve dans les directives officielles[6] plusieurs des caractéristiques de l'heuristique telle que nous venons de la définir. Ainsi, il est précisé au cycle 2, que *« les élèves doivent prendre conscience du fait que résoudre un problème ne revient pas à trouver tout de suite les calculs à effectuer pour répondre à la question posée. Une élaboration est, en général nécessaire, faite d'étapes ou d'essais plus ou moins organisés »*. L'objectif est avant tout de « *développer chez les élèves un comportement de recherche et des compétences méthodologiques :*

- *émettre des hypothèses et les tester*
- *faire et gérer des essais successifs*
- *élaborer une solution originale et en éprouver la validité*
- *argumenter. »*

[5] Heuristique : *Art de résoudre des problèmes mathématiques* (Polya, 1989).
Étude des méthodes spontanées ou non conduites par une personne confrontée à un problème (Glaeser, 1999, p.112).

[6] BO du 14/02/02.

Il en est de même pour le cycle 3, où « *l'essentiel du programme réside dans l'orientation pragmatique d'un enseignement des mathématiques centré sur la résolution de problèmes* » accompagné de la poursuite du « *développement des capacités à chercher, abstraire, raisonner, prouver, amorcé au cycle 2.* » L'élève doit être capable de :

- *« utiliser ses connaissances pour traiter des problèmes ;*
- *chercher et produire une solution originale dans un problème de recherche ;*
- *mettre en œuvre un raisonnement, articuler les différentes étapes d'une solution ;*
- *formuler et communiquer sa démarche et ses résultats par écrit et les exposer oralement ;*
- *contrôler et discuter la pertinence ou la vraisemblance d'une solution ;*
- *identifier des erreurs dans une solution en distinguant celles qui sont relatives au choix d'une procédure de celles qui interviennent dans sa mise en œuvre ;*
- *argumenter à propos de la validité d'une solution produite par soi-même ou par un camarade (ceci suppose que les élèves ne pensent pas que la démarche est unique et donc que l'enseignant accepte des démarches différentes)».*

Il est également précisé que *« la confrontation à de véritables situations de recherche pour lesquelles différents types de démarches sont possibles favorise l'initiative, l'imagination et l'autonomie des élèves. »*[7]

Ainsi nous retrouvons dans les directives officielles des cycles 2 et 3 les deux composantes que nous avions relevées dans l'activité du chercheur. D'une part, les textes font allusion à la recherche personnelle et ses différentes étapes ainsi qu'aux notions d'imagination, d'initiative ; d'autre part, l'accent est mis aussi sur la formulation des résultats, leur communication, l'argumentation, les débats.

…et dans les manuels

L'étude de la rubrique « résolution de problèmes » proposée dans les manuels de l'école primaire a déjà fait l'objet de plusieurs articles parus dans Grand N. On se souviendra notamment des articles de Balmes, Coppé et Houdement parus dans les numéros 51, 63 et 69. Les travaux de recherche de ces différents auteurs, ainsi que ceux que nous avons menés, mettent en avant le fait que très peu de *« véritables problèmes de recherche »* (termes utilisés dans les instructions officielles) sont proposés par les manuels étudiés. La majorité ne sont en fait que des exercices d'application. L'activité « résolution de problèmes » y est découpée en micro-compétences (Balmes, Coppé, 2002). De nombreux énoncés sont vidés de toute intention didactique (Houdement, 2002). La démarche de recherche est bien souvent réduite à l'application d'algorithmes (Godot, 2005).

Cependant, notre étude a montré une évolution dans les manuels parus en 2002. La collection *Cap maths* par exemple éditée par Hatier propose des rubriques intitulées « *Problèmes* » et comportant effectivement des problèmes à résoudre (voir en annexe 5 des exemples de tels problèmes). Nous trouvons également intéressant qu'il contienne des séries de problèmes qui mettent en avant le raisonnement, la déduction[8]. Toutefois, même si cela est une nette avancée par rapport à ce qui était proposé jusqu'alors, l'aspect généralisation reste absent - les énoncés n'amènent pas à trouver des méthodes de résolution générales - et les problèmes ou exercices proposés comportent toujours une solution. Comme dans les manuels antérieurs, les élèves ne sont donc pas confrontés à l'impossibilité en mathématiques, alors que cette étape est majeure dans l'activité de recherche en mathématiques, car intrinsèquement liée à l'activité de preuve.

---

[7] Document d'application des programmes, p. 5, texte commun aux cycles 2 et 3.

[8] Par exemple le problème n°7 p.181 (annexe 5).

Malgré la volonté de leurs auteurs de proposer des activités de « résolution de problèmes », très peu de manuels semblent donc comporter de « véritables problèmes de recherche » alors que les instructions officielles les mettent en avant. D'une part, ceci nous amène à penser que proposer de telles tâches dans un manuel semble poser des difficultés. D'autre part, nous faisons l'hypothèse que les problèmes de recherche ne sont probablement pas fréquemment proposés aux élèves lors des séances de mathématiques, faute d'outils à la disposition des enseignants.

Or, comme Coppé et Houdement (2002), « *il nous semble nécessaire de proposer dans les classes des séances de résolution de problèmes avec, pour objectif, d'apprendre aux élèves à se lancer dans des essais, à tester des hypothèses, à mener à bien un raisonnement sur des problèmes qui n'ont pas forcément d'enjeu pour la vie des apprentissages de la classe, qui ne sont pas prévus pour participer à la construction de telle ou telle notion mathématique, mais juste pour apprendre à chercher et conclure positivement sa recherche.».*
Mais alors, où les enseignants peuvent-ils trouver de telles situations ? Ces deux chercheuses suggèrent que : *« Les problèmes ouverts, les Points de départ de la revue Grand N sont, par exemple, d'excellents supports pour ces activités »* (Coppé, Houdement, 2002). Nous complèterons cette liste par les situations proposées par les ouvrages Ermel (voir références bibliographiques), qui permettent de faire travailler certains aspects de la démarche de recherche en mathématiques (rechercher une preuve ou une méthode de construction générale ou encore une méthode de recherche garantissant l'exhaustivité…) ainsi que l'initiative *Maths en Stock* (Eysseric, 2002) et, bien entendu, les situations que nous développons dans le cadre de nos recherches : « les situations recherche »

Les situations recherche

Définition

Les recherches menées dans le cadre du projet *Maths à Modeler* s'articulent autour de situations que nous appelons ***situations recherche***[9]. Ce sont des situations didactiques particulières qui peuvent être considérées comme la transposition pour la classe de l'activité du chercheur en mathématiques telle que nous l'avons précédemment décrite. Nous les caractérisons ainsi (Grenier, Payan, 2002, Godot, 2005) :
- le problème abordé est le plus souvent issu de problèmes de recherche actuels ; il peut donc comporter une, plusieurs ou aucune solution et être encore ouvert dans la recherche mathématique actuelle[10] ;
- le point de départ est une question facilement compréhensible par celui à qui elle est posée ; elle n'est pas formalisée en termes mathématiques ; c'est la situation qui amène l'élève à l'intérieur des mathématiques ;
- les méthodes de résolution ne sont pas désignées ; plusieurs pistes peuvent être suivies ;
- les connaissances scolaires nécessaires sont les plus élémentaires et réduites possibles ;
- le domaine conceptuel dans lequel se trouve le problème, même s'il n'est pas familier, est d'un accès facile pour que l'on puisse prendre facilement possession de la situation,

[9] Vous trouverez plusieurs situations recherche sur le site : http://www-leibniz.imag.fr/LAVALISE et sur le CD Rom: « les 7 énigmes de K'stêt » édité par Génération 5.

[10] La plupart des situations recherche sont issues du domaine des mathématiques discrètes, un champ des mathématiques comportant de nombreux problèmes compréhensibles et encore ouverts dans la recherche.

s’engager dans des essais, des conjectures, des projets de résolution ;
- une question résolue peut amener à se poser de nouvelles questions. Il n’y a que des critères de fin locaux.

Cette définition n’est pas sans rappeler celle des *problèmes ouverts* (Arsac et alii, 1991). On peut en effet noter plusieurs points communs entre les situations recherche et les problèmes ouverts : l’énoncé n’induit ni la méthode ni la solution, la solution n’est pas une application directe des résultats présentés en cours mais demeure tout de même accessible, et surtout la résolution nécessite la mise en œuvre d’une démarche de recherche.

Cependant, plusieurs différences existent. Une situation recherche peut avoir une, plusieurs ou aucune solution, contrairement à un problème ouvert qui n’en a généralement qu’une, si l'on se réfère aux différents énoncés proposés dans l'ouvrage *Problème ouvert et situation problème* (Arsac et alii, ibid). De plus, l'énoncé d'une situation recherche ne suggère pas l'absence de solution, alors que dans le cas des problèmes ouverts, bien souvent des marqueurs langagiers tels que *« peux-tu trouver ? »*, *« est-il toujours possible? »* ou *« existe-t-il ? »* l'évoquent.
D'autre part, dans une situation recherche, les valeurs des variables de recherche ne sont pas fixées au préalable. Les ***variables de recherche*** sont des variables de tâches inhérentes à la situation recherche, elles définissent les différents sous-problèmes qui lui sont rattachés et impliquent des tâches différentes (Godot, 2005, p 133) . Nous illustrerons plus précisément ce à quoi cela correspond à partir de l'exemple de *La roue aux couleurs*.
Enfin, dans une situation recherche, il n’y a pas nécessairement de savoir mathématique notionnel visé ou à mobiliser. En effet, nous cherchons avant tout à mettre l’accent sur la démarche de recherche en elle-même, c’est pourquoi nous proposons des situations où les savoirs notionnels ne viennent pas faire obstacle au développement de la démarche de recherche. Les apprentissages visés sont dits « transversaux » tels qu’apprendre à chercher, à gérer ses essais, à raisonner, à argumenter, à prouver…

Un contrat didactique spécifique

Dans la gestion d’une situation recherche, élèves et enseignants sont dans une situation différente de celle d’une classe habituelle.
L’élève se retrouve en position de ***chercheur,*** mais aussi en situation de ***gestionnaire*** de sa propre recherche : c’est lui par exemple qui choisit et modifie les valeurs des variables de recherche.
L’enseignant reste ***gestionnaire*** de la classe, mais est également en position de ***chercheur***. Il nous semble tout d'abord important qu’il se soit lui aussi mis en position de recherche avant de proposer la situation à ses élèves mais il n’est pas nécessaire qu’il ait résolu entièrement le problème (ce qui n’est d’ailleurs pas toujours réalisable puisque certaines situations sont inspirées de problèmes encore ouverts !). Lors des recherches en classe, il circule entre les groupes, les interroge, relance leurs recherches. Comme lors de la recherche en classe de problèmes ouverts[11], il est amené à *« pratiquer une pédagogie de l'encouragement »,* en particulier, *« ne pas fermer le problème [l'] amène souvent à répondre à une question par une autre »* (Arsac et alii, ibid, p. 15). Le fait qu'il ait cherché préalablement différents sous-problèmes lui permet d'anticiper la majorité des réponses des

[11] Nos expérimentations ont montré que les interventions de l'enseignant dans le cadre d'une situation recherche sont similaires à celles qu'il peut faire lors de la recherche en classe d'un problème ouvert. L'ouvrage *Problème ouvert et situation problème* en détaille les différents types et leurs conséquences (pp15 - 28).

élèves même s'il ne connaît pas forcément toutes les pistes qui seront explorées ni toutes les stratégies qui pourront être mises en place.

Un support matériel pour aider à la recherche

Dans le cadre de notre thèse, nous nous sommes intéressés aux situations recherche présentées sous la forme d'un jeu et accompagnées d'un support matériel. Ce support s'avère être ***une aide à la dévolution du problème***. Il permet, quel que soit l'âge et quel que soit le niveau de connaissances, de comprendre les règles du jeu et de mettre en place des stratégies de recherche. Nos expérimentations ont montré qu'il était ***une aide à la recherche*** pour les élèves de l'école primaire. Il permet à chacun, quel que soit son niveau de connaissance en mathématiques, d'avancer dans la résolution du problème, en mettant en œuvre les différentes composantes de la recherche en mathématiques. Il donne notamment l'opportunité de faire facilement des essais et d'exhiber des contre-exemples.

La roue aux couleurs

Cette situation nous a été inspirée par un des problèmes parus sous la rubrique « Affaire de logique» dans le journal « *Le Monde* »[12]*. Posé sous une forme différente, ce problème a notamment intéressé M.Gardner et G.Polya, aux dires de Gardner*[13]*.*

Dans le cadre de notre thèse, nous l'avons expérimentée du primaire à l'université. Nous présentons ci-après les résultats de nos expérimentations auprès d'élèves de cycle 3, trois classes au total (une comportant 6 CM1 et 14 CM2 (classe 1), une 4 CE2 et 19 CM1 (classe 2) et une 3 CM1 et 19 CM2 (classe 3)). Pour la première classe**,** 3 heures ont été consacrées à la recherche, pour les deux autres, 6 heures (détails en annexe 1). Cinq séances supplémentaires ont été ensuite mises en place dans les classes 2 et 3 en vue de la préparation d'un séminaire, à raison d'une heure hebdomadaire.
A chaque fois, les élèves étaient répartis en groupes de 3 ou 4. Chaque groupe disposait de l'énoncé et d'un support matériel constitué de deux disques métalliques concentriques et d'aimants de couleurs (voir photo ci-après). Dans chaque classe, l'enseignant était aidé d'un accompagnateur. L'enseignant assurait la gestion sociale de la classe et la constitution des groupes. L'accompagnateur était présent lors de chaque séance pour aider l'enseignant dans la gestion de la situation, répondre aux questions des élèves, les amener à s'interroger, à conjecturer, à généraliser... C'est lui qui faisait les choix didactiques relatifs à la situation et non l'enseignant car, en raison du caractère novateur de notre projet et du manque de temps pour organiser une formation préalable, les trois professeurs concernés ne s'estimaient pas assez aguerris pour prendre seuls les choses en main. L'accompagnateur était donc l'interlocuteur principal de la classe au niveau du contenu mathématique alors que l'enseignant prenait en charge la gestion sociale.

Le jeu de *La roue aux couleurs*[14]

Un forain propose un jeu constitué de deux disques de tailles différentes, disposés de façon concentrique. Sur le plus grand disque, il pose un certain nombre de pions, de couleurs différentes.

---

[12] Le Monde du 10 Juillet 2001.

[13] Math circus, M. Gardner, p106.

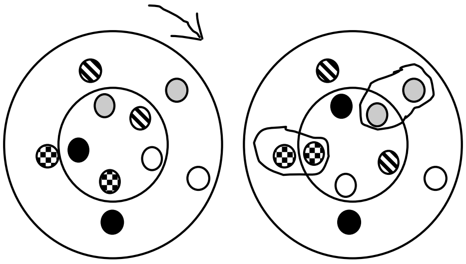
[14] Dans les classes 2 et 3, le problème a été posé sous une formulation différente: *La table tournante des chercheurs* (voir annexe 3).

Principe du jeu

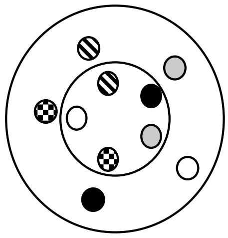
Le joueur doit placer sur le petit disque le même nombre de pions que sur le grand disque. Ces pions peuvent être de une, deux, trois, quatre couleurs ou plus choisies parmi les couleurs disposées sur le grand disque par le forain.

On fait ensuite tourner le petit disque, cran par cran. Le joueur gagne si, dans chaque position du petit disque, un et un seul de ses pions est de la même couleur que celui qui lui correspond sur le grand disque.

Quelles sont toutes les façons que le joueur a de choisir et disposer ses pions pour gagner ?



Par exemple, cette disposition n'est pas valide… (après un cran deux face à face…)



alors que celle-ci, l'est !

L'énoncé du problème est très ouvert, puisque le nombre de pions que peut placer le forain ainsi que le nombre de couleurs que peut choisir le joueur ne sont pas fixés.

Nous noterons les différents sous-problèmes (n,k), où n est le nombre de couleur du forain et k celui du joueur. Par exemple, (n,1) correspond à la recherche de solutions dans le cas où le joueur met des pions tous de la même couleur au centre, (n,2), celui, où il choisit des pions de seulement deux couleurs…

Éléments de résolution

On peut considérer que la résolution de ce problème, quels que soient les cas étudiés, se déroule en deux étapes :

- **Recherche d'une disposition des couleurs sur le disque central ;**
- **Validation de cette disposition ; chaque solution proposée doit être testée par une rotation du disque central et la vérification que, dans toutes ses positions, une seule de ses couleurs soit en face de celle qui lui correspond sur le disque extérieur.**

Après quelques essais, plusieurs remarques générales peuvent s'imposer comme :

- Remarque « couleur » : la nature des couleurs n'a pas d'importance pour la résolution du problème, seule leur position et le fait qu'elles soient distinctes importent.
- Remarque « sens » : le sens de rotation de la roue n'a pas d'importance[15].

Au regard de la résolution, il apparaît que le couple (n,k) constitue une variable de la tâche « recherche », que nous appelons « ***variable de recherche*** ». Si le problème est posé de façon ouverte, comme nous l'avons présenté, les variables de recherche ne sont donc pas des variables didactiques car leur choix est laissé à la charge de l'élève. ***Selon les valeurs de cette variable de recherche, l'avancée dans le problème sera différente***. Ces valeurs peuvent être classées en deux catégories.

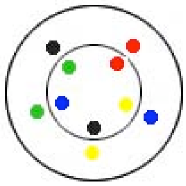
Certaines conduisent à des sous-problèmes où ***il y a plusieurs solutions***.

[15] Nous choisirons de tourner dans le sens des aiguilles d'une montre.

Dans ce cas-là, la formulation et la validation consisteront en la donnée de solutions particulières, éventuellement complétée par l'énoncé de méthodes de construction générales.
Les autres correspondent à des sous-problèmes où ***il n'y a pas de solution***. Alors, il s'agira de formuler la conjecture « il n'y a pas de solution » suivie d'une validation de la conjecture par l'exhaustivité des cas ou le biais d'arguments mathématiques plus formels.
Ainsi, par exemple, si l'on s'intéresse au sous-problème (n,n) c'est-à-dire au cas où le forain a placé n couleurs différentes et où le joueur doit placer n pions de ces n couleurs, on trouve facilement par expérimentation des solutions lorsque *n = 3, 5, 7* ou encore *9* alors que cela semble plus difficile (car impossible !) pour les cas (2,2), (4,4) et tout autre couple (2p,2p).

Pour avancer dans le problème, il faut mettre en place une **modélisation**. Oublier les couleurs et **considérer la position relative des pions** les uns par rapport aux autres, permet l'énoncé de méthodes de construction générales.
Coder les couleurs à l'aide de nombres de 0 à n-1 ou de 1 à n peut aussi aider à la recherche en simplifiant la représentation des solutions mais aussi en amenant à développer des stratégies liées par exemple à la parité, comme pour la solution suivante:

Stratégie liée à la parité : on place les couleurs « paires» par ordre croissant puis les « impaires».

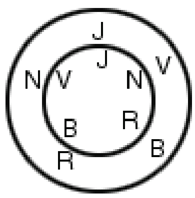


Extérieur : 0 1 2 3 4
Intérieur : 0 2 4 1 3

On peut également introduire une **variable supplémentaire**, le décalage, défini différemment selon les valeurs du couple (n,k). Une fois un sens de rotation choisi, il s'agit par exemple, dans le cas (n,n) du décalage entre la position sur le disque extérieur et la position sur le disque intérieur et, dans le cas (n,2), du décalage sur le disque extérieur entre les positions des deux couleurs choisies. On peut ainsi obtenir des arguments de preuve dans les cas où il n'y a pas de solution.

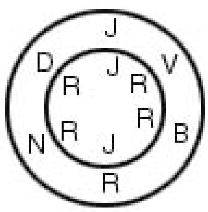
Cas (n,n)

Décalage : c'est le nombre des « crans » que doit parcourir un pion intérieur avant d'être en face à face.

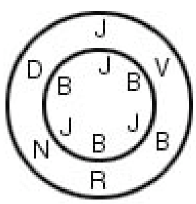


Disque extérieur : J V B N R
Disque intérieur : J N R B V
Décalages : 0 2 4 3 1

Cas (n,2)



Disque intérieur :
choix des couleurs J et R,
décalage de 3



Disque intérieur :
choix des couleurs J et B,
décalage de 2

Présentation des productions des élèves

Quel que soit leur niveau en mathématiques, tous les élèves se sont lancés dans la recherche de *La roue aux couleurs*. Ils n'ont pas été déstabilisés par un contrat didactique inhabituel et ont apprécié la recherche de cette situation, comme l'illustre par exemple l’extrait du journal de l’école rédigé par les classes 2 et 3 proposé en annexe 4. Tous ont exhibé des solutions particulières. Chaque groupe a eu une avancée qui lui était propre, a fait ses choix, mis en place ses stratégies. Nous pouvons tout de même relever plusieurs points communs aux différentes productions[16].

Étude de différents sous-problèmes (n,k)

De façon générale, la dévolution du choix des valeurs de la variable de recherche (n,k) n’a pas posé de grandes difficultés aux élèves.
L'accompagnateur leur a présenté différents sous-problèmes à travers quelques exemples (par exemple, (5,5) ou (4,4) pour le sous-problème (n,n), (4,2) ou (5,2) pour (n,2)) en illustrant la contrainte de l'unique face à face à l'aide du support.
Le choix de l’exemple initial est apparu comme déterminant car il induit chez les élèves le cas par lequel bien souvent ils vont commencer leurs recherches. Ensuite, soit ils se sont centrés sur un sous-problème particulier, en étudiant différentes valeurs de n, soit ils ont étudié différents sous-problèmes. Ainsi, sur les trois classes, des dispositions pour les sous-problèmes (n,1), (n,2), (n,3), (n,4), (n,n-1) et (n,n) ont été cherchées lors de la première séance et, lors des séances suivantes, l'accompagnateur a invité l'ensemble de la communauté de petits chercheurs à se centrer sur l'étude de (n,2) ou (n,n)[17].

À travers la comparaison de l’avancée des différents groupes, nous avons remarqué que, même s’ils différaient d’un groupe à l’autre, les choix des couples (n,k) à étudier n’étaient généralement pas dus au hasard mais étaient guidés par des considérations communes : envie d’avancée dans le problème, abandon par dépit, considérations liées à la valeur numérique (petite ou grande), recherche d’une généralisation... ce qui est significatif d’une activité mathématique.
Cependant, même si les valeurs de (n,k) n’étaient pas choisies au hasard, à plusieurs reprises l'accompagnateur a dû procéder à quelques recadrages en raison notamment de confusions entre les différents sous-problèmes associés. Ces recadrages nous amènent à penser que, si l’on pose le problème de façon ouverte comme nous l’avons fait, le gestionnaire de la recherche, enseignant ou accompagnateur, sera amené à intervenir selon le temps disponible pour la recherche, afin d’éviter les papillonnages et ainsi garantir une avancée féconde dans le problème, en orientant les recherches vers un sous-problème particulier par exemple.

Le support matériel : un outil très utilisé

Aucun des groupes n’a cherché à se détacher du support. Il leur a permis de faire facilement des essais, leur a fourni des contre-exemples. Quelle que soit leur stratégie, les élèves plaçaient les pions du forain puis ceux du joueur et faisaient tourner la roue centrale pour vérifier la validité de leur disposition. Cependant, peu à peu, plusieurs groupes sont parvenus à anticiper la rotation et à valider ou invalider des dispositions avant d’avoir fait tourner la roue matérielle.

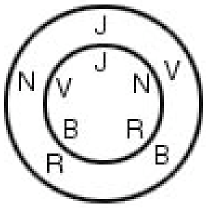
---

[16] Nous illustrerons les productions des élèves par celles de deux classes ayant cherché cette situation recherche sous la forme *La table tournante des chercheurs* (voir annexe 3).

[17] Nous avons fait ces choix car dans le cadre de notre thèse, nous souhaitions étudier les productions d'élèves face à des problèmes pour lesquels il n'y a pas toujours de solution. Les sous-problèmes (n,2) et (n,n) comportent des cas où il y a une ou plusieurs solutions, d'autres cas où il n'y en a aucune, alors que les autres sous problèmes (n,k) ont des solutions quelles que soient les valeurs de n et k.

Plusieurs stratégies

Plusieurs stratégies ont été mises en œuvre, certaines étant communes aux trois classes : des stratégies associées à la symétrie, d'autres à l'ordre des pions ou encore au fait d'avoir matériellement un seul face à face (les élèves construisent leurs dispositions au fur et mesure, en respectant le face à face cran à cran).



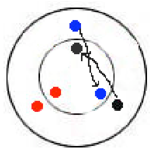
Cas (5,5) : Recherche par le biais de l'ordre, les pions centraux sont placés dans l'ordre inverse des pions extérieurs.
Les décalages ont été introduits par un CE2, quelques CM1 et plusieurs CM2. Ils les ont ensuite utilisés pour construire des solutions ainsi que pour valider ou invalider certaines dispositions.

Des méthodes de construction locales et globales

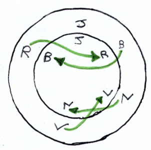
La recherche de généralisation, et donc de méthodes de construction de solutions, ne s'est pas opérée de la même manière selon les groupes. Certains avaient à l'idée, dès le début, qu'il pouvait exister des méthodes ou des points communs entre les solutions particulières, d'autres s'en sont convaincus en observant leurs essais successifs.
Quoi qu'il en soit, au terme des séances de recherche, tous les groupes avaient mis à jour des méthodes de constructions locales[18] ou globales[19], liées à leurs stratégies de recherche.

Méthode « symétrie »

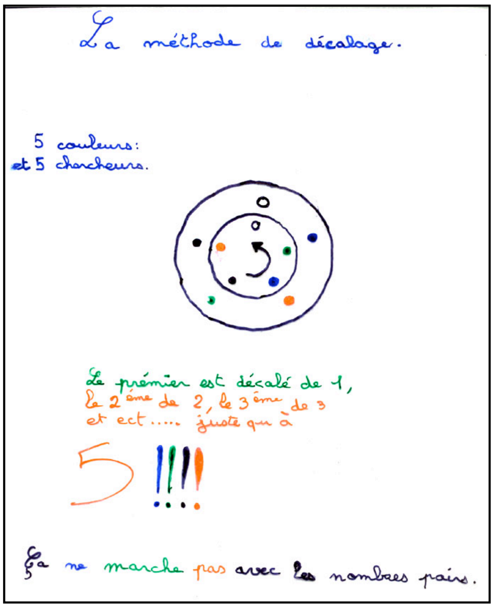
Pour trois chercheurs :
on met un dossier en face de son chercheur puis on inverse les deux autres.



Pour 5 chercheurs :
on met un dossier en face du chercheur correspondant et on inverse les 4 autres :



Conjecture : cela marche pour tous les nombres impairs : 11, 13, 15, 17, 21, 23, 25, 27...



Deux méthodes de constructions générales présentées par les élèves lors du séminaire

Des conjectures

La recherche de *La roue aux couleurs* a permis l'introduction de la notion de **conjecture**, élément moteur de la recherche en mathématiques.
Tous les groupes, quelle que soit leur avancée, ont été amenés au cours de leurs recherches à énoncer des conjectures liées au rôle de la parité de n dans l'obtention des résultats.

[18] Propres à un cas particulier, par exemple (4,4), c'est-à-dire 4 couleurs pour le forain et 4 couleurs pour le joueur.
[19] Propres à un cas général, par exemple (2p+1,2p+1) ou (2p,2p).

conjecture : quand on est sûr sûr sûr, mais qu'on a un petit doute.

Définition d'une conjecture établie par les élèves et liste des conjectures formulées, présentées lors du séminaire.

Nous avons fait des conjectures car nous n'avons pas pu essayer avec des grands nombres de chercheurs et que nous ne savons pas le démontrer.
<u>Conjectures dans le cas où</u> : les chercheurs sont tous de couleurs différentes ainsi que les dossiers.
1ère conjecture :
Nous supposons que ça marche lorsqu'il y a un nombre impair de chercheurs.
exemple : avec 3 chercheurs et 3 dossiers.
2ème conjecture :
Nous supposons que ça ne marche pas avec les nombres

Preuves suscitées, preuves spontanées, idée d'exhaustivité et de forçage

Lors de la recherche du sous-problème (n,n), se pose rapidement le problème des cas où il n'y a pas de solution. Rien ne laissant entrevoir cette possibilité dans l'énoncé, les élèves sont amenés à s'interroger : « *est-ce difficile ou impossible ?* » « *Pourquoi je n'y arrive pas ?* ». Au regard de nos observations, nous estimons que cela est un élément majeur dans la recherche de *La roue aux couleurs*. En effet, cette situation conduit les élèves à devoir se confronter à l'impossibilité, à vouloir « réduire le doute », objectif qui de tout temps à contribuer à l'évolution des mathématiques. Certains d'entre eux, persuadés que tout problème de mathématiques a une solution, ont soutenu que c'était *« impossible que ce soit impossible »,* comme par exemple Nicolas, CM1 :

Accompagnateur : *tu veux pas essayer autre chose, et pourquoi ?*
Nicolas : *j'ai envie de trouver pour 4.*
Acc : *si tu as envie de trouver pour 4... Tu as vu que ça ne marchait pas pour 4 pour le moment... Est-ce que tu voudrais comprendre pourquoi ça ne marche pas?*
N : *oui.*
Acc : *c'est très bien d'avoir envie de comprendre pourquoi ça ne marche pas.*

L'accompagnateur s'en va. Les élèves cherchent toujours (4,4). Plusieurs essais infructueux. L'accompagnateur revient.

N : *alors argent et doré…*
Acc : *qu'est-ce que vous faites là ?*
N : *on essaye de trouver.*
Acc : *tu as vu que pour 4 vous aviez beaucoup de difficultés....*
N : *oui mais...*
Acc : *alors ça veut peut-être dire que ça ne marche pas.*
N : *oui mais peut être que ça marche.*
Acc : *t'es pas convaincu que ça ne marche pas.* ***Si je te dis ça ne marche pas est-ce que tu me crois ?***
N : ***non.***
Acc : ***et pourquoi, tu ne me crois pas ?***
N : ***parce qu'il y a sûrement une solution.***
Acc : ***parce que tu crois qu'il y a toujours une solution ?***
N : ***ben ouais.***
Acc : *ça arrive qu'il y ait pas de solution.*
N : *oui, mais...il y a sûrement des solutions...*

Ainsi, pour Nicolas, réussir signifie trouver une solution et comme pour la plupart des tâches mathématiques qu'il a déjà rencontrées, une solution, il y en a sûrement une.
À force d'essayer, il a tout de même fini par comprendre qu'il n'y en avait effectivement pas :

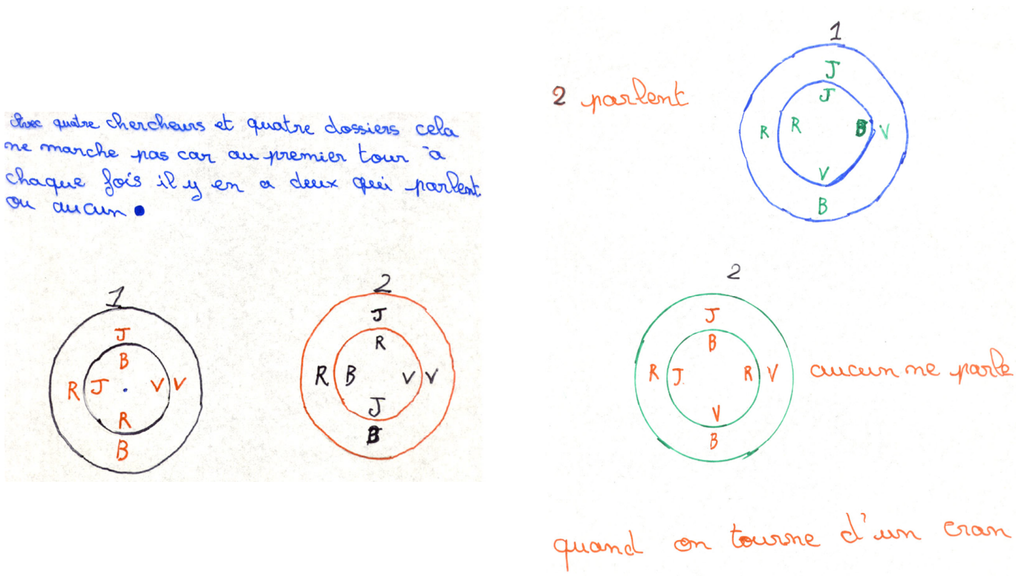
> N : *ah j'ai compris... parce que si tu as deux comme ça, tout au début, ça peut pas marcher parce que par exemple, imaginons que le rouge on le mette là et que comme ça, ça peut pas marcher parce que si on fait comme ça, il y aura toujours deux couleurs qui seront pareilles....*
> Acc : *donc tu as compris pourquoi ça pouvait pas marcher quand on a 4 couleurs à l'intérieur?*
> N : *oui.*

Puis, il a accepté de chercher un autre cas.
Afin de pouvoir trancher, certains groupes sont parvenus à prouver l'impossibilité par exhaustivité pour les cas (2,2) et (4,4), comme l'illustre ce dialogue entre des CM1 et l'accompagnateur :

> M : *on n'y arrive pas avec 2. Avec, c'est impossible.*
> C : *Regarde, on va te le* ***prouver.***
> M : *on va prendre le rose et le or.*
> M : *regarde, ça marche pas du tout et là c'est les 2. Donc on peut pas.*

et ce transparent présenté lors du séminaire et commenté par les élèves :

> *« On place le vert en face du vert, le rouge, on peut soit le mettre en face du bleu soit en face du jaune.*
> *Dans le 1, le jaune, on peut soit le mettre en face du jaune mais on peut pas sinon après il y en a deux qui parleraient donc il reste en face du rouge et le bleu en face du jaune.*
> *Dans le 2, on a choisi de mettre le rouge en face du jaune, on peut mettre le jaune soit en face du rouge soit en face du bleu, on choisit de le mettre en face du bleu car sinon après il y aura deux bleus et on met le bleu en face du rouge. »*
> *Dans le 2, on a choisi de mettre le rouge en face du jaune, on peut mettre le jaune soit en face du rouge soit en face du bleu, on choisit de le mettre en face du bleu car sinon après il y aura deux bleus et on met le bleu en face du rouge. »*

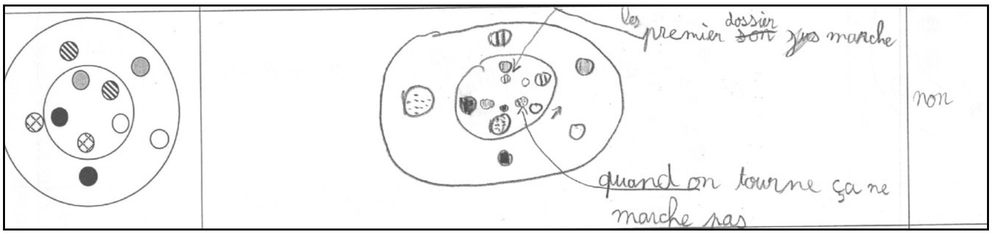


Cas (4,4) : preuve par exhaustivité

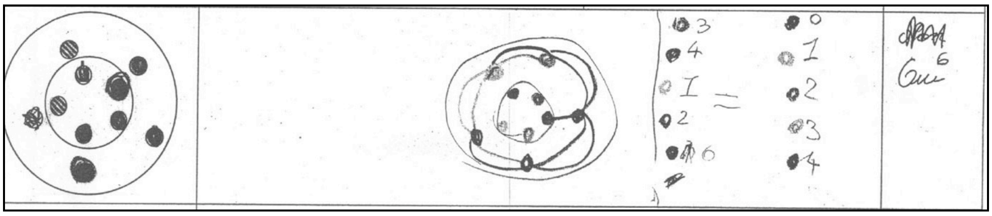
Recherche d'une modélisation

Dans les trois classes, les élèves sont restés pour la plupart très proches d'une représentation concrète, ils ont colorié les pions avec les couleurs correspondantes. Cependant, dans chaque classe, plusieurs groupes ont eu recours aux initiales des couleurs, certains sont parvenus seuls à traduire la rotation sur leur feuille, d'autres, ont introduit les nombres, les décalages. Afin d'évaluer l'avancée de chacun et d'inciter les élèves à se détacher peu à peu du jeu matériel, ***nous avons mis en place une activité complémentaire conduisant à chercher sur le support papier crayon***.

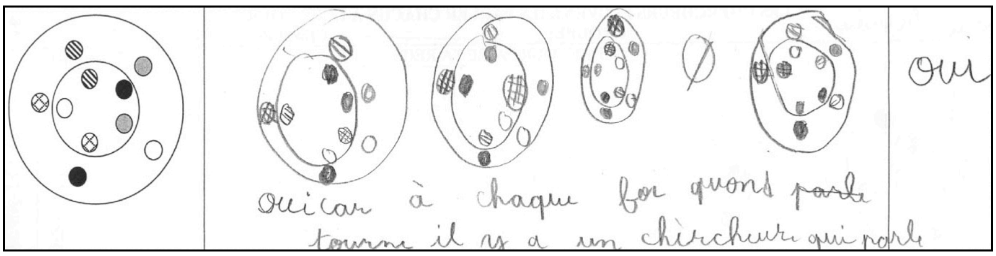
Les élèves avaient à répondre individuellement à deux types de tâches (voir annexe 2). Voici trois réponses d'élèves, trois façons de traduire la rotation :



Aurélie, CE2 : plusieurs roues



Alexis, CM1 : des pions juxtaposés



Marine, CM2, étude des décalages

Les connaissances en jeu

Notre recherche expérimentale le confirme, il y a des apprentissages en jeu dans la recherche de *La roue aux couleurs* comme dans celle des autres situations recherche et ce sont ceux qui sont constitutifs de toute activité de recherche mathématique, c'est ce qui donne une légitimité institutionnelle à ces situations.

Dès l'école primaire, on retrouve dans les productions des élèves, des choix raisonnés pour les couples (n,k) à étudier, l'activité de conjecturer, la confrontation à l'impossibilité, qui n'est pas fréquente dans l'enseignement en France, celle de structurer (un objet, ses essais), la recherche de preuve (par forçage, exhaustivité ou recherche d'arguments plus formels), la recherche d'une modélisation (les couleurs ont peu à peu été remplacées par leurs initiales puis pour certains par un codage par le biais de nombres ou d'autres symboles), la recherche de généralisation (plusieurs méthodes de construction ont été établies ainsi que des conjectures globales), l'argumentation...

Au regard des difficultés rencontrées par les élèves, nous supposons que la pratique régulière de situations recherche en classe peut permettre des apprentissages liés à :

- l'heuristique tels que l'intérêt de commencer par étudier des petites valeurs (alors que les élèves avaient tendance à mettre le plus de couleurs possible), d'organiser ses essais, de généraliser, notamment de prendre conscience de l'apport fécond que représente une solution générale par rapport à une solution particulière ;
- la mémoire de la recherche tels que l'importance de la clarté de la prise de notes et du fait qu'il est aussi important de marquer les erreurs « *pour ne pas les refaire* ».

Les élèves ont également découvert ce qu'était un contre-exemple (et qu'un seul suffit), le statut d'une conjecture, d'une preuve, que certaines questions peuvent rester sans réponse…

D'autres éléments relatifs à la notion même de problème mathématique sont aussi en jeu :

- la notion de solution : pour le chercheur, une solution est l'énoncé d'une forme générale. Dans le cas de *La roue aux couleurs*, pour beaucoup d'élèves, les solutions étaient dans un premier temps associées au choix des couleurs, certains en « *avaient plein plein* », mais elles étaient en fait des cas particuliers et étaient toutes identiques aux yeux du chercheur...
- le fait qu'un problème de mathématiques n'a pas forcément une solution et une seule comme cela est souvent le cas dans les manuels, mais peut en avoir plusieurs ou aucune ;
- le fait qu'un problème puisse être résolu de plusieurs manières, qu'il n'y a qu'un seul schéma de résolution : quel que soit le niveau de connaissance, plusieurs stratégies de recherche qui se sont avérées fécondes sont apparues, même chez les élèves les plus en difficulté.

Enfin, la pratique régulière de situations recherche peut conduire à enrichir le rapport personnel de l'élève vis-à-vis des mathématiques car elle implique une appréhension différente de l'activité mathématique. Elle peut ainsi contribuer à lui donner du sens et participer à l'apprentissage de la rationalité, de ses spécificités, tout au long du cursus. En effet, comme l'ont décrit Grenier et Payan (Grenier, Payan, 2002), la recherche d'une situation recherche, contrairement aux pratiques de classe et aux manuels, comporte trois aspects fondamentaux de l'heuristique mathématique :

- « *L'enjeu de vérité* ». La plupart du temps, en classe, l'élève sait que ce qu'il a à prouver est vrai (« démontrer que »). *« Il n'y a plus d'« enjeu de vérité », sauf si l'énoncé a un caractère très paradoxal (ce qui est très rare !).*(…) *L'enjeu est alors pour lui d'apprendre, non de produire une connaissance.* » Dans les situations recherche, cela est différent puisqu'il peut être amené par exemple à rencontrer l'impossibilité sans que rien dans la situation ne le lui précise. Dès lors, il devra trancher : Est-ce difficile ou impossible ? Comment être sûr ?
- « *L'aspect social de l'activité*». Dans un cours de mathématiques, l'élève est habituellement seul à chercher, *« le seul intérêt pour lui est de montrer qu'il est « capable » de retrouver la solution »*. Dans une situation recherche, le trio (classe, accompagnateur, enseignant) est actif dans la recherche, *« il peut y avoir un vrai enjeu social de production mathématique »*. Il est important que le gestionnaire de la situation ne fournisse aucune réponse aux élèves. Par le biais de ses « pourquoi » et de ses « comment », il les aide à avancer dans leurs recherches.
- *« L'aspect recherche »*. Dans les manuels et les pratiques enseignantes, il n'y a bien souvent qu'une façon de résoudre un problème, qu'une solution… La « recherche » se réduit alors à la recherche de la connaissance mathématique à utiliser, « du bon outil ». Nous sommes bien loin de notre définition de l'heuristique. Dans le cas d'une situation

recherche, l'élève est acteur de la recherche, il a à sa charge le choix des valeurs qu'il veut étudier, celles de la variable recherche (n,k) par exemple dans *La roue aux couleurs*. Enfin, comme le chercheur, il ne sait pas à quoi vont aboutir ses recherches et *« utilise des résultats locaux (trouvés en cours de la recherche) ou même des propriétés encore à l'état de conjectures (qui devront être prouvées ou infirmées ensuite), parce qu'elles permettent d'avancer ».*

Dans quelles conditions peut-on faire vivre une situation recherche en classe ?

Faire vivre une situation recherche dans une classe nécessite, si l'on veut que la recherche soit féconde, des conditions de mise en œuvre adéquates.

Tout d'abord, nous pensons qu'il est important de ***faire chercher les élèves par groupes*** de 3 ou 4. Le fait de travailler en groupe favorise, compte tenu de nos observations, le débat, l'argumentation et évite les découragements chez les élèves. De plus, il semble permettre de valoriser les élèves en difficulté, ils sont amenés à débattre avec ceux qui réussissent habituellement en mathématiques et se retrouvent là, finalement, à « connaissances égales ».

Par ailleurs, la recherche se déroulant sur plusieurs séances, le fait que chaque groupe dispose d'***une feuille de recherche***[20] s'avère nécessaire, feuille sur laquelle les élèves peuvent consigner, quand ils le veulent les résultats de leur recherche qu'ils jugent importants et sur lesquels ils peuvent s'appuyer lors des séances suivantes. Il est important de préciser qu'il n'y a pas que les résultats finaux qui doivent apparaître sur cette feuille mais aussi les essais, les résultats partiels, les conjectures énoncées même si elles ne sont pas démontrées. Nous faisons l'hypothèse que ces feuilles sont une aide à la recherche car elles permettent de faire un lien entre les différentes séances, qu'elles favorisent les phases de formulation et incitent la mise en place d'un codage. Elles semblent aider les élèves à juger ce qui est important ou pas et à ne pas être perdus d'une semaine à l'autre. De plus, elles montrent l'importance de la clarté de ce qui est noté si on veut s'en resservir.

Dans l'objectif d'inciter les élèves à décontextualiser et généraliser, nous avons également développé des tâches amenant, après plusieurs séances, à une ***recherche individuelle sur le support papier crayon*** (voir annexe 3). Elles se sont par ailleurs avérées utiles pour les enseignants comme ***outil pour évaluer l'avancée de chaque élève***. On peut aussi proposer après plusieurs séances de recherche, au moins une séance sans le support matériel, ou bien demander de résoudre des cas avec un nombre élevé de couleurs (plus que de couleurs d'aimants), ou encore de prévoir un temps où les groupes disposent du support mais où ils ne choisissent pas les couleurs du forain. Alors, si le temps de recherche est limité, les méthodes de recherche par tâtonnements sont invalidées au détriment des méthodes de recherche organisées qui sont mises en valeur car plus efficaces.

D'autre part, après plusieurs séances de recherche, il est important d'organiser des ***mises en commun***[21], pour que les groupes communiquent leurs résultats, leurs méthodes, leurs conjectures et éventuellement débattent. Cela permet de créer une unité dans la « petite communauté mathématique » tout au long des séances et de recentrer éventuellement les recherches vers un sous-problème particulier.

---

[20] Chaque groupe peut par exemple disposer d'un cahier de recherche.

[21] Ces mises en commun peuvent être organisées par exemple autour de la rédaction et de la présentation d'une affiche par groupe, comme lors de la recherche de *problèmes ouverts* en classe.

Les recherches autour d'une situation recherche sont finalisées de plus par une ***communication publique.*** Ce peut être une présentation par affiche entre les différents groupes, ou à l'attention d'une autre classe, ou des parents ou sous la forme ***d'un mini séminaire*** si plusieurs établissements sont impliqués dans la recherche de situations recherche, comme lors de nos expérimentations.

Enfin, si l'on ne peut consacrer à ce type d'activité qu'un temps réduit et si l'on veut que les élèves avancent suffisamment dans la situation pour mettre en œuvre les différentes composantes de l'activité de recherche en mathématiques, énoncent des conjectures, des méthodes, des preuves, on peut fermer en partie l'énoncé et orienter la recherche plus particulièrement sur l'étude de certains cas. Par exemple, pour le cas de *La roue aux couleurs*, les sous-problèmes (n,n) ou (n,2) nous semblent les plus intéressants car ils comportent des cas où il y a des solutions et d'autres où il n'y en a pas. L'enseignant peut fermer l'énoncé sur l'étude de ces cas et introduire la recherche respectivement par les exemples (4,4) ou (5,5) ou bien par (4,2) ou (5,2).

Conclusion

Au regard des productions des différentes classes de cycle 3 que nous avons suivies, les situations recherche, et en particulier *La roue aux couleurs,* peuvent être un support à la disposition des enseignants pour mettre en application les directives officielles et faire de leur classe *« une véritable petite communauté mathématique »*. Lors de leur recherche, tous les élèves, qu'ils soient en CE2, CM1 ou CM2, sont amenés à *vivre* les différentes étapes de la démarche de recherche en mathématiques, même si les résultats mis à jour et l'avancée globale dans le problème sont à mettre en relation avec leur niveau de connaissance.

Leur faire découvrir les mathématiques sous leur aspect expérimental dès le début du cursus scolaire nous semble important car cela peut leur montrer que les mathématiques sont une science toujours vivante et une grande aventure humaine, et ainsi contribuer à donner du sens à cette discipline bien souvent réduite à leurs yeux au calcul.

Cependant, si l'on veut qu'il y ait apprentissage, une seule fois ne suffit pas ! Il est nécessaire que la pratique de situations recherche soit ***régulière*** tout au long du cycle (par exemple, à raison d'une heure hebdomadaire, une situation par an sur un trimestre ou plusieurs situations dans l'année sur un nombre de séance réduit (au moins 5h par situation)).

Dans l'état actuel de nos recherches, nous proposons des conditions de mise en place proches du projet *La Main à la Pâte*, avec notamment la présence d'un accompagnateur pour aider le professeur d'école dans la gestion des recherches. Toutefois, nous faisons l'hypothèse que sa présence ne serait pas indispensable si une formation était proposée dans les IUFM, afin d'aider les enseignants à mettre en place et gérer de telles situations. En attendant, si vous voulez vous lancer dans l'aventure, n'hésitez pas à nous contacter !

Références bibliographiques

ARSAC G., GERMAIN G., MANTE M. (1991) *Problème ouvert et situation-problème*. IREM de Lyon.

BALMES M.R, COPPE S. (1999) Les activités d'aide à la résolution de problèmes dans les manuels de cycle 3, *Grand N*, n° 63, pp 39 -57. IREM de Grenoble.

COPPE S., HOUDEMENT C. (2002) Réflexions sur les activités concernant la résolution de problèmes à l'école primaire, *Grand N,* n°69, pp 53 - 62.

ERMEL (1995) *Apprentissages numériques et résolution de problèmes, CE2,* Hatier.

ERMEL (1997) *Apprentissages numériques et résolution de problèmes, CM1,* Hatier.

ERMEL (1999) *Apprentissages numériques et résolution de problèmes, CM2,* Hatier.

ERMEL (2004) *Vrai ? Faux ?...On en débat ! De l'argumentation vers la preuve en mathématiques au cycle 3,* INRP.

EYSSERIC P. (2002) Les ateliers de recherche en mathématiques (expérimentation dans les classes et formation des professeurs d'école), *Grand N*, n° 70, p 7 à 34. IREM de Grenoble.

GODOT K. (2005]) *Situations recherche et jeux mathématiques pour la formation et la vulgarisation*, Thèse de l'Université Joseph Fourier, Grenoble, novembre 2005. En ligne sur http://tel.ccsd.cnrs.fr/tel-00102171.

GLAESER G. (1999), *Une introduction à la didactique expérimentale des mathématiques*, ed. La pensée Sauvage, Grenoble.

GRANETTI L., JAQUET F. (1998), La résolution de problèmes par classe, *Grand n°61*, pp 61-69. IREM de Grenoble.

GRENIER D., PAYAN C. (2002), Situations de recherche en classe : essais de caractérisation et proposition de modélisation, *Cahiers du séminaire national de recherche en didactique des mathématiques*. IREM de Paris 7.

HOUDEMENT C. [1999], Le choix des problèmes pour la résolution de problèmes ; *Grand N n°63*, pp 59 -76. IREM de Grenoble.

NIMIER J. [1989] *Entretiens avec des mathématiciens,* IREM de Lyon.

POLYA G. [1989] *Comment poser et résoudre un problème,* Paris : J.Gabay.

Programmes et manuels scolaires

Horaires et programmes de l'école primaire 2002. BO Hors série n°1 du 14 Février 2002. En ligne sur : http://www.education.gouv.fr/bo/2002/hs1/default.htm.

Documents d'application des programmes. Mathématiques. Cycle 2 (brochure CNDP n°755A0282, juillet 2002) et cycle 3 (brochure CNDP n°755A0281, juillet 2002). En ligne sur en ligne sur : http://eduscol.education.fr/D0048/primacc.htm.

Documents d'application des programmes. Mathématiques. Les problèmes pour chercher. En ligne sur http://eduscol.education.fr/D0048/primacc.htm

Cap maths CM1 (2003) Guide des activités et manuel de l'élève. Hatier.

Rapports (par ordre de parution)

La culture scientifique et technique en 2001 : constats pour agir demain, rapport aux ministres de l'éducation nationale et de la recherche, sous la direction de R.Jantzen, Juillet 2001.

Enseignement des sciences mathématiques : commission de réflexion sur l'enseignement des mathématiques, rapport au ministre de l'éducation nationale, sous la direction de J.P Kahane. Centre National de Documentation Pédagogique, Paris 2002.

La culture scientifique pour tous : une priorité nationale, rapport d'information du Sénat n°192, par M.C Blandin, I. Renar au nom de la commission des affaires culturelles, Juillet 2003.

Développement et diffusion de la culture scientifique et technique. Un enjeu national, rapport établi à la demande du Premier ministre auprès du ministre de l'éducation nationale, du ministre de la culture et de la communication et de la ministre déléguée à la recherche et aux nouvelles technologies, par E.Hammelin, Novembre 2003.

Apprendre aujourd'hui, réussir demain. Premiers résultats de PISA 2003, OCDE 2004.

Avis de l'Académie des sciences sur l'enseignement scientifique et technique dans la scolarité obligatoire : école et collège, sous la présidence de Le Douarin. Fondation pour l'innovation politique, Janvier 2005.

Annexe 1: contenu des différentes séances de recherche

Classe 1 :

S1	présentation de la situation ouverte par l'accompagnateur avec (4,2) comme exemple introductif. Début des recherches.
S2	recherche en groupes, orientée selon les groupes vers (n,n) ou (n,2)
S3	Recherche +synthèse des résultats par groupe à l'aide d'une feuille de classification
S4	mise en commun et questionnements par l'accompagnateur. Débats

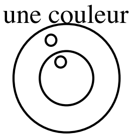
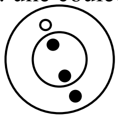
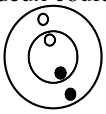
Classes 2 et 3 :

S1	présentation de la situation ouverte par un chercheur de l'erté maths à modeler tenant le rôle de parrain scientifique avec (4,4) comme exemple introductif
S2 S3	recherche en groupes, orientée vers (n,n).
S4	mise en commun et institutionnalisation des résultats par l'accompagnateur
S5 S6	recherche en groupes
S7	feuilles de bilan individuelles
S8	synthèse des résultats et questionnements par le parrain scientifique suivie de la répartition des tâches en vue du séminaire par l'accompagnateur et chacune des enseignantes.
S9 S10 S11 S12	préparation du séminaire, en groupes
S13	séminaire dans les locaux du laboratoire Leibniz

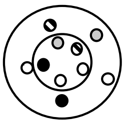
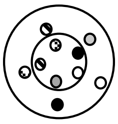
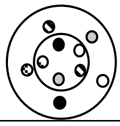
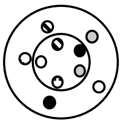
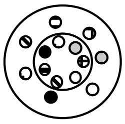
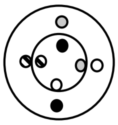
Annexe 2: feuilles de recherche individuelles

Tâche 1 : valider

UN CHERCHEUR, ET UN SEUL, VA T'IL POUVOIR PARLER A CHAQUE TOUR DE TABLE?

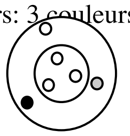
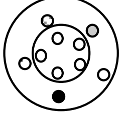
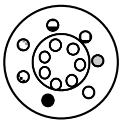
	Ta réponse Oui ou non	Ton explication
Chercheur: une couleur Dossier: une couleur 		
Chercheurs :deux couleurs Dossiers: une couleur 		
Chercheurs:deux couleurs Dossiers: deux couleurs 		

LES CHERCHEURS PEUVENT-ILS PARLER CHACUN LEUR TOUR ?

	Cadre pour faire ta recherche	Ta réponse
		
		
		
		
		
		

Tâche 2 : produire une solution

COMMENT LES CHERCHEURS DOIVENT-ILS PLACER LEURS DOSSIERS POUR POUVOIR PARLER CHACUN A LEUR TOUR ?
(COLORIE LES PIONS DU MILIEU AVEC LES BONNES COULEURS)

	Explique ce que tu fais
Chercheurs: 3 couleurs Dossiers: 3 couleurs 	
Chercheurs: 5 couleurs Dossiers: 5 couleurs 	
Chercheurs: 7 couleurs Dossiers: 7 couleurs 	

Annexe 3:

Autre énoncé possible: *la table tournante des chercheurs* (classes 2 et 3)

LA TABLE TOURNANTE DES CHERCHEURS

Des chercheurs sont assis autour d'une table tournante, ils sont tous habillés de **couleurs différentes**. Sur la table, devant chacun d'eux, se trouve un dossier. Un chercheur n'a le droit de parler que **s'il a en face de lui un dossier de la même couleur** que celle de son vêtement.

Comment choisir la couleur des dossiers pour qu'à chaque tour de table, un et un seul chercheur puisse parler ?

Annexe 4: Témoignages des élèves dans le journal de l'école (classes 2 et 3)

n°4

Samedi 9 avril 2005

FLASH ECOLE

Bilan des jeux de maths

Nous avons présenté un cas avec deux chercheurs et deux dossiers de couleurs différentes. Nous avons aimé le séminaire car on expliquait nos méthodes aux autres. Les jeux de math nous on apporté beaucoup de plaisir en apprenant autrement. Les jeux de la table tournante étaient « super » !!!

Marine M, Elodie, Manon D et Ugo

Edito

Le printemps est arrivé et surprise, la neige aussi!!

Les bourgeons naissent et le flash info de ce mois lui aussi est né!!!

Cela nous a apporté à mieux résoudre des problèmes, à chercher des solutions ; nous avons aussi appris une autre façon de faire les maths (au séminaire).Nous avons vu des collégiens nous présenter une nouvelle façon de faire des jeux de maths (les dominos). J'ai bien aimé le séminaire car il y avait plein de spectateurs (comme les collégiens). Jennifer

Bilan des jeux de maths

J ai appris que j'avais peur des plus grands que moi et que j étais très timide; j ai bien aimé nos jeux parce que j ai beaucoup rigolé ; je n'ai pas aimé les jeux des dominos car je n'ai pas compris.

Lucas

Bilan des jeux de maths.

Cela nous a changé des maths actuelles car, d'habitude, nous posons des opérations.

Quand c'était notre tour, nous avons eu un peu peur parce que c'était la première fois que nous présentions un problème devant plein de personnes.

J'ai bien aimé le problème des 6ème car il parlé des dominos : c'était différent de la table ronde avec ses chercheurs et ses dossiers. KEVIN LAURA MORGANE

Bilan des jeux de math.

Cela nous a simplifié les maths !

Nous avons appris les jeux des dominos, nous avons questionné des chercheurs et c'était très amusant ; cela nous apporté beaucoup de choses, comme réfléchir et résoudre un problème.

Nous avons compris la technique des M barrés et des M pas barrés :Si tu mets le carré rouge sur le M pas barrés cela marche,

Si tu mets le carré rouge sur le M barré cela ne marche pas. Maxime

Bilan des jeux de maths J'ai bien aimé le séminaire car c'était la première fois que je parlais devant tout ce monde. Cela m'a fait plutôt bizarre car la machine était quasiment de ma taille ! J'ai aussi apprécié d'écouter les collégiens.

Ceci m'a apporté de pouvoir travailler en s'amusant. En classe c'était amusant d'utiliser la table tournante pour faire nos recherches. Maud

Dans ce numéro :

- 1 -

Annexe 5 :

Exemples de problèmes proposés dans le manuel *Cap Maths, CM1*

Problème n°7 p181

7

Numérix, Mesurine, Calculo et Géomette sont collectionneurs.
Il y a un numismate, un philatéliste, un bibliophile, et un cartophile.
Retrouve quelle est la passion de chaque personnage.
Mesurine n'est ni numismate, ni bibliophile.
Calculo et Numérix habitent le même immeuble que le numismate.
Le cartophile explique sa passion à Mesurine et Géomette.
Numérix est très content. Il a pu ajouter trois cartes postales très anciennes à sa collection.

Problème n°12 p191

12

Quand Nicolas range ses chocolats par paquets de 5, il ne lui en reste aucun.
Quand il les range par paquets de 2, il lui en reste 1 qu'il ne peut pas ranger.
Et quand il les range par paquets de 6, il lui en manque un pour remplir le dernier paquet.
Nicolas m'a dit qu'il avait moins de 100 chocolats.
(Attention, il y a peut-être plusieurs solutions.)
Combien Nicolas a t-il de chocolats ?

Problème n°9 p 205

9

Calculo, Numérix, Géomette et Mesurine veulent se partager ce gâteau sur lequel ont été disposées quelques pépites de chocolat.
Chacun veut la même quantité de gâteau et le même nombre de pépites.
Comment peuvent-ils faire le découpage, en suivant les lignes du quadrillage ?
Il y a peut-être plusieurs solutions.