Contribution de l'Adirem à la consultation sur les projets de nouveau programme de cycle 3.

Basée sur des analyses de la COPIRELEM, de la Commission Inter Irem Collège et de la Commission Inter Irem Informatique.

I. Remarques et questionnements d'ordre général

La révision des programmes a été réalisée dans un délai déraisonnable, et aucune analyse fine de la mise en œuvre des précédents programmes n'a été effectuée.

Sur la mise en œuvre de ces nouveaux programmes :
Il est contre-productif de mettre en application ces programmes de façon synchrone dès septembre 2025. Cela nie la notion même de continuité et de progressivité des apprentissages. Les changements sont tels qu'il conviendrait de les échelonner afin de ne pas mettre en difficulté les élèves dans la période transitoire.
Le sentiment d'un changement effectué dans la précipitation va aussi être source de stress pour de nombreux enseignants qui de plus n'auront pas été formés sur les changements importants inclus dans cette réforme.

L'introduction de nouvelles notions dans des domaines qui n'étaient pas abordés dans les précédents programmes nécessite une formation importante des enseignants en amont avant qu'ils ne soient amenés à les mettre en œuvre (en particulier, formation autour du concept de « pensée algébrique », formation en didactique des probabilités, formation à l'enseignement par résolution de problèmes) : rappelons que la "méthode de Singapour" s'accompagne à Singapour de 180h de formation continue annuelle. La formation initiale des enseignants, en particulier des professeurs des écoles, doit également être adaptée.

Ces formations demandent à être préparées, des moyens pour ces formations doivent être prévus; au vu de la situation de la formation continue ces dernières années l'Adirem ne peut qu'être très inquiète sur ce point.

Le programme nous semble de manière générale assez dense. Il sera difficile à mettre en œuvre sans toucher au nombre d'heures de mathématiques. Là encore, la mise en œuvre de façon synchrone nous semble contre-productive : des aménagements des programmes devront peut-être avoir lieu, sources de stress pour les enseignants qui verront arriver de nouveaux changements alors qu'ils sont encore en train de s'approprier les programmes.

Sur la présentation générale de ces programmes :

-Si le fait de n'avoir plus qu'un seul document de référence est sur le principe une bonne chose, les documents ressources sont aussi des documents importants pour les enseignants mais aussi pour les formateurs en formation continue et formation initiale. Sont-ils prévus ?

- Les compétences mathématiques communes de l'école jusqu'au lycée (modéliser, raisonner, communiquer…) nous semblent absentes des projets de programmes, ce qui est dommage car les collègues se les sont appropriées. Elles donnent une cohérence dans l'enseignement des programmes.

-Nous apprécions les références pour illustrer les attentes (travaux de didactique, exercices incontournables, exemples proposés...), mais le statut de la colonne « *Exemples de réussite* » est parfois confus : s'agit-il d'illustrations permettant de mieux comprendre les objectifs d'apprentissage ou d'exemples de situations d'évaluation ? Ces exemples risquent d'être interprétés comme l'attendu en fin d'apprentissage alors qu'en tant qu'exemples, ils ne doivent être compris que comme une manière parmi d'autres de répondre aux attendus du programme. **De plus, l'accent y est souvent mis avec insistance sur l'acquisition du vocabulaire ou de définitions plus que sur la capacité à raisonner.**

Place de l'évaluation en temps limité :

p6. " *La pratique fréquente d'évaluation en temps limité lui apprend à gérer le stress".*

Est ce que cela aide réellement à la compréhension des maths ? Cela donne l'impression que les meilleurs sont ceux qui répondent le plus rapidement, au détriment de prendre le temps de raisonner : **on évalue plus la vitesse de restitution que la compréhension. Nous craignons de plus que cela n'aggrave encore les problèmes de genre**.

De même, le mot "*automatismes*" apparaît de très nombreuses fois dans le projet.

Il est important que **ces automatismes s'appuient sur des raisonnements bien compris et installés.** Ils ne doivent pas apparaître trop tôt.

Le manque d'homogénéité sur le cycle

Nous avons été frappés et très gênés par l'absence d'homogénéité entre les 3 niveaux du cycle, tant dans la présentation (format, mise en page, titre de colonne) que dans le contenu, avec une **rupture entre l'école élémentaire et la classe de 6e.** Exemples :

o en 6e *« il n'est pas attendu que l'élève utilise le vocabulaire spécifique aux probabilités (expérience, issue, univers, événement) de manière autonome »* alors même que :

« Identifier toutes les issues possibles lors d'une expérience aléatoire simple » est un objectif en CM1

o dans le domaine de la gestion et représentation de données : en CM1, « *pour graduer les axes des représentations graphiques, l'élève utilise une échelle adaptée aux données » (p. 93)* alors que les échelles ne sont introduites qu'en classe de 6e.

o la définition du cercle est introduite en CM1 : *« l'élève **sait** que le cercle de centre A passant par le point B est l'ensemble des points situés à la même distance de A que B »* alors qu'il est indiqué qu'en 6e *« l'élève **constate** que :*

§ - si un point A appartient au cercle de centre O et de rayon 2 cm, alors OA = 2 cm et, si OB = 2 cm, alors le point B appartient au cercle de centre O et de rayon 2 cm.

§ - si un point D n'appartient pas au cercle de centre O et de rayon 2 cm, alors OD ≠ 2 cm et, si OE ≠ 2 cm, alors le point E n'appartient pas au cercle de centre O et de rayon 2 cm.»

La place de la résolution de problèmes

La résolution de problèmes apparaît comme sous-domaine du calcul, ce qui laisse penser qu'elle se limite aux problèmes arithmétiques : **qu'en est-il de la résolution de problèmes en géométrie, par exemple** ?

L'accent est souvent mis avec insistance sur l'acquisition du vocabulaire ou de définitions, sans que le lien avec la construction du sens soit explicité, ce qui est en contradiction avec la préconisation donnée dans le préambule de donner une place centrale à la résolution de problème dans l'apprentissage en mathématiques.

La résolution de problèmes mobilise différentes compétences rappelées dans le préambule, qui induisent l'utilisation de différentes procédures. **Or en calcul, comme en résolution de problèmes arithmétiques, des méthodes uniques sont imposées**. Cela ne permet pas de développer la flexibilité annoncée dans l'introduction, flexibilité essentielle dans le calcul mental mais aussi dans la recherche de résolution de problèmes.

La promotion du **schéma en barre**, outil qui est souvent un obstacle tant pour les enseignants que pour les élèves, ne se justifie pas didactiquement, car il n'est pas construit. **Il peut être avantageusement remplacé par des schémas en ligne dans le champ additif, et supprimé dans le champ multiplicatif.**

- **Il semble donc que de grands principes soient énoncés (sur la place du vocabulaire, la flexibilité des procédures) qui ne sont pas en cohérence avec les choix qui sont ensuite effectués dans les contenus par domaines.**

Des choix contestables

- Des points saillants des programmes en vigueur sont abandonnés sans que l'on comprenne les fondements de ces choix : **par exemple, seuls le calcul mental et le calcul posé sont mentionnés : qu'en est-il notamment du calcul en ligne ?** L'intérêt de celui-ci a été pointé dans les programmes en vigueur en faisant l'objet de documents ressource spécifiques ainsi que dans les épreuves du CRPE. **Le travail amorcé en 2016 sur la pensée algorithmique et repris dans les nouveaux programmes de cycle 1 semble abandonné** : pour quelles raisons ?

Il y a **très peu de liens suggérés entre les mathématiques et les autres disciplines**, et même très peu de liens explicités entre mathématiques et informatique, et aucune mention de la Technologie en 6e. Les passerelles sont à construire par les enseignants.

II. Analyse fine domaine par domaine, et propositions de modifications :

Domaine ESPACE ET GEOMETRIE

Nous notons d'**importantes incohérences CM-6e**, en particulier en ce qui concerne la place de la résolution de problème relativement à l'acquisition de vocabulaire lorsque nous analysons la présentation des exemples de réussite.
Faut-il en déduire que les élèves doivent « apprendre par cœur des propriétés » à l'école primaire, et « apprendre à raisonner via des problèmes concrets » en sixième ?

1. **À propos de la place de la résolution de problèmes**

- dans la seconde colonne, aucun exemple de problèmes à résoudre n'est proposé.

o Les exemples de réussites se limitent à des listes de connaissances voire de connaissances langagières. Or, savoir énoncer les propriétés d'une figure géométrique donnée, par exemple, le carré, ne suffit pas à attester de l'acquisition du concept de carré. Seule l'utilisation en acte de ces propriétés dans le cadre de résolution de problèmes (tracer, construire, reproduire…) peut constituer un exemple de réussite.

o seule la partie sur les solides présente un exemple de problème (quoique limité à un problème de dénombrement de cubes).
Pour toutes ces raisons, nous estimons que cette insistance sur l'acquisition du vocabulaire n'est pas cohérente avec les grands principes énoncés au début de ce projet de programmes (cf. extrait ci-dessous).
La géométrie présente dans ce programme ressemble à une leçon de choses. Il n'y pas d'éducation du regard, notamment aux dimensions ni aux grandeurs. Cela ne pourra que renforcer chez les enseignants l'idée selon laquelle enseigner la géométrie consiste à enseigner du vocabulaire (et non pas amener les élèves à résoudre des problèmes leur permettant de conceptualiser des notions).

Nous proposons :
a) **de préciser dans la partie introductive que la résolution de problème intervient dans les différents domaines** :
« *Au cycle 3, la résolution de problèmes occupe une place centrale dans l'apprentissage des mathématiques et doit être présente dans les différents domaines. Elle contribue à donner du sens aux notions étudiées en les inscrivant dans des situations concrètes, qu'elles soient issues d'autres disciplines ou intra-mathématiques. Elle joue un rôle majeur dans le développement de compétences mathématiques (chercher, modéliser, représenter, calculer, raisonner, communiquer) et constitue le critère principal pour évaluer la maîtrise des concepts enseignés.* »
b) **de déplacer la première ligne du tableau pour le CM1 et pour le CM2 (celle consacrée au vocabulaire) et de la mettre à la fin du tableau ;**
c) **de fournir aux enseignants des exemples de problèmes qui pourraient témoigner de la réussite des élèves (colonne de droite)**

2. **Place de l'oral**
· Pourquoi ne pas distinguer (comme dans les programmes antérieurs) les tâches consistant à nommer, reconnaître, décrire, vérifier… ? Cela permettrait de fournir aux enseignants des exemples de réussite plus explicites.
· De plus, la maîtrise du langage de la géométrie ne se limite pas à l'acquisition d'un certain lexique (ou vocabulaire). Or, il n'est jamais question de « langage » dans ce projet de programme alors que ce qui est visé, c'est bien le **développement de compétences langagières.**
· Nous proposons :
a) **d'ajouter le point de vigilance suivant (dans les paragraphes introductifs situés dans les premières lignes des tableaux de CM1 et de CM2) :**
La maîtrise du langage de la géométrie ne se limite pas à l'acquisition d'un certain lexique (ou vocabulaire). La maîtrise d'une certaine syntaxe est cruciale pour exprimer les relations géométriques (on peut dire que deux droites sont parallèles entre elles ou qu'une droite est parallèle à une autre ; on parlera de la distance entre deux points ou de la longueur d'un segment…).

3. **À propos des instruments de géométrie**
Seuls les instruments du commerce (règle, équerre et compas) sont mentionnés dans ce projet de programmes. Or, de nombreux travaux de recherche menés récemment soulignent l'intérêt d'une géométrie sans mesure même au cycle 3.
Nous proposons :
a) **d'indiquer, dans le paragraphe introductif ou dans les exemples de réussite** :
- résolution de problèmes prenant appui sur d'autres instruments : gabarits, règle non graduée, bande de papier…
et de manière plus générale de **jouer sur des variables didactiques** (choix de la figure, support, choix des instruments…)

4. **Exemples de réussite**
Il s'agit d'un inventaire de connaissances, qui devient alors prescriptif. Nous notons, à ce sujet, une différence notable avec la partie grandeurs et mesures.

Nous proposons :

d’enrichir la colonne « exemples de réussite » par des exemples de tâches :
résoudre des problèmes de restauration et de reproduction de figures amenant les élèves à utiliser en actes les propriétés des figures

5. **À propos de la transition école primaire/sixième**
Nous relevons plusieurs **incohérences** ou imprécisions) entre les indications données pour le CM1/CM2 et la classe de sixième. Nous l'avons mentionné plus haut pour le cercle.

Concernant les quadrilatères, la disparition du travail spécifique qui était conduit en classe de 6e au sujet de l’étude des quadrilatères (présent uniquement pour des tâches de reconnaissance dans les automatismes) questionne. Aucune propriété sur les diagonales ne semble enseignée. Il apparaît que les professeurs des écoles de CM2 devront conduire un travail spécifique pour **différencier propriété et définition**. Il faut être capable de comprendre que des conditions sur un objet géométrique peuvent être réunies mais qu’elles ne garantissent pas que l’objet géométrique soit celui que l’on cherche. Mais l**e travail à mener sur la caractérisation (conditions nécessaires et suffisantes) ne semble pas être achevé. Or, il n’apparaît pas non plus en classe de 6e. Ce travail est pourtant essentiel pour la suite du collège.**
Il ne nous semble pas raisonnable d’imaginer que cette distinction entre définition et propriété soit acquise par tous les élèves de CM2. Il s’agit de faire un premier pas vers une géométrie déductive. On peut noter que la formation initiale des professeurs des écoles actuelle, trop courte, ne permet pas de consolider suffisamment les connaissances mathématiques des enseignants. Une formation continue ambitieuse sera nécessaire également sur ce point.
De nombreuses recherches en didactique des mathématiques des trente dernières années ont montré à quel point **ce passage entre deux paradigmes géométriques (géométrie matérielle et géométrie déductive) était complexe à gérer par les enseignants de mathématiques de collège. Il nous semble indispensable que le travail conduit en CM2 soit consolidé en 6e avec une part plus importante du travail sur l’étude des quadrilatères à ce niveau.**
D'autre part, **le travail sur les droites parallèles et perpendiculaires est totalement absent du programme de 6e.** Or, ce travail était dans les programmes précédents entrepris à l’école élémentaire. Cela n’empêchait pas les élèves de 6e de rencontrer encore des difficultés à la fois dans les tracés et dans l’expression langagière des relations entre les objets géométriques (droite parallèle à passant par...). Là encore, il nous semble nécessaire de consolider ce travail en classe de 6e. On peut comprendre qu’on souhaite une réécriture des programmes montrant qu’il y a une réelle progression et que la classe de 6e n’est pas une « révision » des connaissances précédentes. Mais **il existe plusieurs façons de « voir » des droites parallèles, différentes définitions possibles. Il nous semblerait plus judicieux de donner à voir dans les programmes ces différentes définitions, façons de voir et d’en montrer une progression tout au long du cycle, jusqu’en classe de 6e.**

Nous regrettons également la **disparition de la majeure partie du travail en géométrie dans l’espace d’autant plus que les élèves sont de plus en plus confrontés au numérique et que leurs compétences en terme de visualisation s’appauvrissent.**

Enfin, la somme des angles d'un triangle apparaît dans les programmes de sixième or, il était précédemment en cinquième, où la symétrie centrale pouvait être vue comme un outil de démonstration .

Domaine PROPORTIONNALITÉ

La présence d'un thème proportionnalité nous semble judicieuse car ce thème mérite toute l'attention des enseignants tant pour l'interdisciplinarité qu'il recouvre que pour les outils mathématiques qu'il nécessite.
Toutefois, là encore, l**a présentation n'est pas la même en CM et en 6ème.**
Nous approuvons le non recours au tableau de proportionnalité, la non utilisation du produit en croix en cycle 3 et la formulation des raisonnements en langage naturel à l'oral comme à l'écrit.
Il est par contre regrettable de ne pas préciser les **outils mathématiques nécessaires** à développer en même temps que la proportionnalité **(calcul en ligne, "fluence numérique", grandeurs et mesures, fractions, décimaux).**

Comme dans d'autres domaines l'**oubli du calcul en ligne risque de conduire à résoudre des problèmes de proportionnalité avec des procédures reposant sur le produit en croix, la simple mention de sa non utilisation risquant de ne pas suffire.**

Les programmes différencient les problèmes de proportionnalité par rapport au nombre de fois qu'il faut utiliser une propriété (multiplicative et/ou additive) pour arriver à un résultat. Nous nous interrogeons sur le fondement de ce choix.
De plus, **ces programmes font apparaître en 6e (et pas avant) que « *L'élève sait repérer des relations multiplicatives simples entre des nombres (double, quadruple, moitié, tiers, quart)* », ce qui semble beaucoup trop tard : il faut faire apparaître ce « requis » bien avant**. L'utilisation des propriétés de linéarité (multiplicative et additive) pour résoudre un problème relevant de la proportionnalité révèle la reconnaissance des liens entre les nombres en jeu (et donc de ces relations multiplicatives en particulier). Leur **étude repoussée en 6e est trop tardive** d'autant plus que l'accent est mis dans la partie nombres et calculs sur les notions de multiples et diviseurs.

Dans les projets de programme, le **coefficient de proportionnalité est absent du cycle 3**. Afin, d'assurer une transition fluide vers le cycle 4, il faudrait être vigilant dans la partie sur les fractions et relier le calcul du quotient d'une fraction au coefficient de proportionnalité. Bien que des expressions comme « *prix au kilo* » ou « *battements du cœur par minute* » soient évoquées, il serait utile d'insister sur le fait qu'elles traduisent un rapport constant entre deux grandeurs. **Encourager les élèves à calculer le quotient entre le prix payé et la masse** pour obtenir le « *prix au kilo* » pourrait introduire progressivement cette notion. Il serait aussi intéressant de **varier les formulations pour montrer que cela peut être exprimé dans les deux sens** (par exemple, « *prix au kilo* » ou « *nombre de kilogrammes pour un euro* »).

Domaine NOMBRES ET CALCULS

Remarques générales :
Là encore nous observons une **prééminence des attendus concernant le vocabulaire**, et les exemples proposés conduisent à **privilégier certaines procédures** au détriment d'autres parfois plus pertinentes.
Nous regrettons la **disparition du calcul en ligne.**

De nouvelles notions, comme les multiples et les diviseurs (avec recherche exhaustive, ce qui ne nous semble pas forcement pertinent) dès le CM1, ne sont pas réinvesties dans d'autres domaines (proportionnalité)
La p**rogressivité n'est pas ou peu explicitée** si ce n'est dans la vitesse de la maîtrise des faits numériques avec des entiers.
En ce qui concerne l'introduction des **décimaux**, on fait table rase du programme de cycle 2 dans le cycle 3. On se demande en quoi il est utile de revenir sur les conventions d'écriture rencontrées dans le seul cadre de la monnaie au cycle 2 alors que l'enjeu du cycle 3 est de construire ces nouveaux nombres en appui sur les fractions décimales. **Il manque des liens entre les décimaux et les fractions.**

Les **connaissances sur les fractions, placées dans le thème « calcul mental » relèvent plutôt de la construction de ces nouveaux nombres.**

Analyse détaillée :

P8 : la **notion de multiple** pourrait apparaître dans la partie "*calcul*", on pourrait ainsi expliciter le fait qu'on le propose pour construire des relations entre les nombres.
P12 : **ajouter** *Savoir produire des écritures équivalentes, sous forme de fractions, d'une fraction donnée.*
P12 : l'exemple « *Lucie a tracé un triangle de périmètre 7 unités. L'un des côtés a pour longueur (2 +1/4) unités et un autre côté a pour longueur (1 +1/2) unités. Quelle est la longueur du troisième côté ?* » nous semble artificiel. Mérite-t-il de figurer dans les exemples de réussite pour les problèmes additifs dans lesquels les données sont des fractions simples ?

P13
Des nombres décimaux exprimés avec une écriture à virgule sont rencontrés dès la période 1 dans le cadre de problèmes sur la monnaie prolongeant le travail mené au cycle 2. **Pourquoi revenir sur ces écritures alors que l'on veut construire une nouvelle signification de l'écriture à virgule ?**
L'écriture à virgule est réintroduite dans un second temps, comme un codage conventionnel de la décomposition canonique d'un nombre.

P14 L'élève sait comparer deux fractions décimales, par exemple 67/10 et 607/100. **Il aurait fallu précédemment travailler, comme dans le cas des fractions simples, l'équivalence d'écriture du type 67/10, 670/100,...**
Est juste mentionné p13 *: "L'élève sait que 1 = 10/10 = 100/100 et 1/10 = 10/100".*

p15 et p 34 Quel est l'intérêt d'attendre que « *L'élève sait donner la partie entière de 135,78* » ? **Le risque est là encore que les enseignants se focalisent sur le vocabulaire** (... et désignent au passage 78 comme partie décimale).

P15 et p 34 Dans la colonne objectif d'apprentissage « *ordonner par ordre croissant* », dans la colonne exemple de réussite « *ranger par ordre croissant* »

P28 :
« *Une entreprise a produit 12 342 320 pailles en une semaine. Les pailles sont conditionnées et vendues dans des cartons de cent boîtes contenant chacune cent pailles.* »
Est-il opportun de prendre un exemple avec des pailles qui ne sont plus commercialisées depuis 2021 ?

Limiter le travail entre unités de numération : le travail entre unités de numération consécutives ou relation entre unités de base 1000 (unité simple, millier, million) devrait être mis en avant prioritairement à celui entre unités de numération quelconque comme dans l'exemple proposé dans lequel la relation entre centaine de centaines et dizaine de millions risque d'encourager l'utilisation du tableau de numération.
On pourrait demander "combien de paquets de 100 de 1000 dans le nombre 2 342 320" ou combien de paquets de 1000 dans ce même nombre.

P9 et P29 : En regard de « *Placer des nombres et repérer des points sur une demi-droite graduée* », il serait intéressant d'illustrer dans la colonne « *Exemples de réussite* » dans le registre de la droite graduée **avec des grands nombres pour un placement exact ou approché.**

De façon générale, les tâches de « *placement de nombres sur un axe gradué* » pourraient être enrichies et plus présentes :
- il pourrait être distingué les placements exacts et approchés. Ces derniers n'apparaissent pas pour le moment.
- elles pourraient apparaître comme outil d'aide à la résolution dans des tâches diverses (écrire une fraction comme somme d'un entier et d'une fraction inférieure à 1, comparer des fractions,...)
- on pourrait proposer des droites graduées sur lesquelles l'origine ne figure pas.

P29 Dans la colonne « *Objectifs* », on trouve « *déterminer tous les diviseurs d'un nombre entier inférieur ou égal à 30. Déterminer les diviseurs communs à deux nombres entiers inférieurs ou égaux à 30. Déterminer des multiples communs à deux nombres entiers inférieurs à 15.* »
Le fait que ce soit identifié comme objectif d'apprentissage risque de conduire les enseignants à enseigner des techniques systématiques. Ne serait-il pas plus pertinent de rencontrer ces tâches en **résolution de problème** en CM2 sans viser de systématisation des méthodes rencontrées ?
Il nous semblerait préférable de r**epousser la recherche exhaustive des diviseurs d'un nombre** ou des multiples communs de deux nombres à plus tard dans la scolarité : il faudrait sans doute rappeler ou différer au programme de sixième ces objectifs.
Les notions de diviseur et de multiple et les tables de multiplication sont réactivées en vue de leur utilisation dans le calcul sur les fractions (simplification, addition et soustraction).

P19 Le titre « *Les quatre opérations* » est placé au même niveau que « *Le calcul mental* ».
Or le calcul mental porte lui-même sur les quatre opérations et on retrouve dans « *les quatre opérations* » des objectifs en lien avec le calcul mental comme « *estimer le résultat d'une opération* ».
La partie « *Les quatre opérations* » semble recouvrir le calcul posé : « *Des additions, des soustractions et des multiplications posées sont régulièrement utilisées* ».
Or dans le texte on trouve dans la colonne « *Objectif* » « *Savoir effectuer un calcul contenant des parenthèses*. » p19 ou « *Savoir réaliser un calcul contenant une ou deux paires de parenthèses*. » p40 qui **relèvent du calcul en ligne**. **Donner de la place au calcul en ligne nous parait indispensable, mais il faudrait que ce soit explicite.**

P19 « *Comprendre et utiliser le lexique usuel relatif aux quatre opérations.* » affiché dans la colonne « *Objectif* » en premier risque d'aboutir à des **leçons de vocabulaire décontextualisées.** Il serait préférable de le placer dans la colonne « *Exemples de réussite* » **en précisant que ce vocabulaire, exigible, est mobilisé en situation comme cela est fait p20**. Cela pourrait aussi être mentionné dans les exemples de réussite en calcul mental.

Les parties « Les quatre opérations » et « Calcul mental » disparaissent en sixième créant une rupture dans la présentation peu lisible pour assurer la continuité de la compréhension du programme sur le cycle.

Partie Calcul mental CM

p.17 et p. 36. **« *Connaître quelques relations entre des fractions usuelles.* » et « *Connaître l'écriture décimale de fractions usuelles.* » ne relèvent pas du « *Calcul mental* », mais auraient davantage leur place dans le domaine « *Fractions et décimaux* »** car il s'agit de relations entre unités (1/10 = 10/100), de lien entre deux écritures d'un même nombre (1/10 = 0,1) donnés par une même désignation orale (un dixième).
p.17 et p.36 : « *Ajouter ou soustraire un nombre entier inférieur à 10, d'unités, de dizaines, de centaines, de dixièmes ou de centièmes à un nombre décimal, lorsqu'il n'y a pas de retenue.* » : Cette formulation est difficile à comprendre. Par ailleurs peut-on parler de retenue en calcul mental ? Même remarque pour l'objectif suivant « avec retenue ».
p.17-18 Il es**t dommage de se limiter aux multiplications et division d'un décimal par 10** en CM1 : confronter les élèves aux deux cas de 10 et 100 permet de mieux comprendre le cas « par 10 ».
p.18-37 : « *Ajouter ou soustraire 8, 9, 18, 19, 28, 29, 38 ou 39, à un nombre.* » : il est **dommage de ne citer qu'une seule technique** d'autant plus que selon les nombres ce n'est pas la plus efficace. En CM ne faudrait-il pas apprendre aussi aux élèves que pour ajouter 18 à 37 on peut ajouter 2 à 18 et enlever 2 à 37 pour se ramener à 20+35 ?
Idem pour la formulation (CM2) : « *Multiplier un nombre entier, inférieur à 10, de dizaines, de centaines ou de milliers par un nombre entier, inférieur à 10, de dizaines, de centaines ou de milliers.* » qui est difficile à comprendre.
p.18 et 38 « *Utiliser la distributivité de la multiplication par rapport à l'addition dans des cas simples.* » : à **modifier** en « ***calculer un produit en utilisant la distributivité*** … » pour bien identifier l'objectif de calcul mental de multiplications.
p.37. « *Ajouter deux nombres décimaux inférieurs à dix s'écrivant avec au plus un chiffre après la virgule*. » L'exemple de procédure fournie (pour calculer 8,6 + 7,8 …) **s'appuie davantage sur la technique de calcul posé plutôt que d'illustrer des techniques de calcul mental comme ajouter 8 et enlever 2 dixièmes, qui d'ailleurs est plus économique dans ce cas en mémoire de travail.**
p.38. Même remarque pour « *calculer le double d'un nombre décimal dans des cas simples* ». 2x13,6, n'est-il pas intéressant que les élèves fassent aussi : 13,5x2 puis ajoutent 2 dixièmes en s'appuyant sur les connaissances des faits numériques. **De manière générale les exemples de procédures de calcul mental sur les décimaux indiquées privilégient une décomposition en partie entière et partie décimale, ce qui risque de renforcer une conception erronée des décimaux.**
p.38. De même pour « *Calculer la moitié d'un nombre décimal dans des cas simples.* » : moitié de 13,6 peut s'obtenir avec la moitié de 12 + la moitié de 1,6 en mobilisant la distributivité.
p.38-39 : « *Diviser un nombre entier par 4 ou par 8. L'élève sait que diviser par 4 revient à diviser par 2 et encore par 2.* » Il est là encore **dommage de se limiter à cette seule procédure**. Par exemple diviser 160 par, on peut s'appuyer sur le résultat mémorisé (table) de 4x4 et les règles de multiplications par 10, 100 et donc de les réinvestir.
p.39. même remarque pour « *Multiplier un nombre décimal par 5*. » et « *Multiplier un nombre décimal par 50* ».
p.17-38 : **à propos du calcul de divisions mentalement** : seulement par les unités de numération au CM1 et CM2 et par **2, 4 et 8** au CM2. **On n'apprend donc pas aux élèves à mobiliser les connaissances des multiples et diviseurs, des tables,** des produits par 10, 100, … dans des calculs

de division comme 145 divisé par 7 (14 dizaines divisées par 7, soit 2 dizaines, et il reste 5 unités, i.e. 145 = 7x20 + 5) par exemple. Cela permettrait de faire du lien entre ces connaissances et donnerait aux élèves l'occasion de calculer mentalement des divisions sans avoir recours systématiquement à la technique de calcul posé.

Transition CM-6eme :
Si ces programmes ne sont pas accompagnés de documents ressources, il faudrait **intégrer dans le paragraphe introductif sur les nombres entiers et décimaux quelques lignes précisant la structure de la progression adoptée du cycle 2 au CM2** (fractions simples, fractions décimales, nombres décimaux comme convention d'écriture).

Fractions :
La conception « mesure » de la fraction apparaît dans le texte introductif après la conception partie d'un tout en appui sur « une pizza fictive » tant dans les exemples d'automatismes que dans le texte introductif. Il conviendrait de réorganiser ces propos et d'**ajouter d'autres exemples dans lesquels la fraction supérieure à 1 a un sens.**

Domaine RÉSOLUTION DE PROBLÈMES

Remarques d'ordre général

L'enseignement par la résolution de problèmes n'a jamais été mis en échec, surtout en mathématiques, et nous y sommes très favorables. Mais il demande une **formation approfondie des enseignants, en particulier pour ceux, trop nombreux, dont la culture scientifique n'est pas suffisante, et de ce fait, ne se sentent rassurés qu'avec un enseignement de type modélisant.**
Tant que cette formation ne sera pas assurée, il est vain d'attendre des progrès de la part des élèves français. Ils ne sauront résoudre que les problèmes qu'ils auront appris à résoudre, et resteront désemparés, comme ils le sont depuis longtemps, devant tout écart, même minime, à leurs habitudes.

Dans le préambule nommé Les Principes, la résolution de problème apparaît comme « *[occupant] une **place centrale dans l'apprentissage des mathématiques*** ». Les compétences chercher et raisonner y sont particulièrement mises à l'honneur ; on peut par exemple citer l'un des objectifs majeurs : « ***[les] compétences d'analyse, de raisonnements, de logique, d'argumentation […] constituent le fondement de la formation scientifique*** ».
Nous ne pouvons que souscrire à une telle introduction.
Toutefois, il apparaît que le développement du domaine « résolution de problèmes » n'est pas en cohérence avec ces principes :
· En premier lieu, comme déjà mentionné, **la résolution de problèmes n'est attachée qu'au premier domaine** , associée aux nombres et au calculs. Ceci est confirmé par un paragraphe issu des principes : « *jusqu'au CE2, les problèmes mathématiques proposés sont essentiellement de nature arithmétique […] A partir du cycle 3, l'introduction de la pensée algébrique marque un changement de paradigme [..].* Dans le corps du programme, dans les exemples de réussite, on ne rencontre que des problèmes arithmétiques et des problèmes dits algébriques. **Quid de la résolution de problèmes dans les autres domaines, en particulier en géométrie ?**
· Deuxièmement, il apparaît qu'**il s'agit moins d'un enseignement problématisé des mathématiques, qui plongerait les élèves dans des situations de recherche** leur permettant de rencontrer de nouvelles notions, que d'un **entraînement à un certain type de problèmes bien**

ciblés, que ce soit en arithmétique ou en algèbre. Cela nous semble en **contradiction** avec les attitudes valorisées au début du texte comme « *[développer] l'aptitude des élèves à s'appuyer sur des faits pour prendre des initiatives, pour analyser des données, pour élaborer des stratégies* […]»

· Troisièmement, **les écrits de recherche n'ont qu'un statut négatif** (difficultés des élèves, ardoise, brouillon, …), alors que ce sont les traces d'une pensée en action, en formation, indispensable à la compréhension d'un problème. Il s'agirait plutôt d'**encourager de tels écrits, voire de les évaluer positivement :**

"*Les écrits intermédiaires rédigés lors des temps de recherche permettent à l'élève de poser les premiers éléments nécessaires à l'analyse d'un énoncé, de structurer sa pensée lors de la résolution d'un problème ou de noter des résultats intermédiaires pour* ***soulager sa mémoire de travail*** *lors d'un calcul mental. Ces* ***écrits ne sont pas destinés à être évalués****, mais ils offrent à l'enseignant une précieuse opportunité de* ***repérer et de comprendre les difficulté****s rencontrées par un élève et, ainsi, de l'aider à les surmonter. Ils peuvent être notés sur une ardoise, sur un* ***cahier de brouillon*** *ou encore dans le cahier d'exercices."*

Extrait des "principes" du projet de programme, p.5

Propositions :

o **Rappeler que l'activité de résolution de problèmes touche tous les domaines** des mathématiques, y compris la géométrie.

o· Préciser que certains problèmes, en particulier en arithmétique, sont appelés à être automatisés (problèmes dits à une ou plusieurs étapes) et méritent un entraînement particulier, mais **ne doivent pas oblitérer le reste de l'activité de résolution de problèmes.**

Les problèmes arithmétiques à énoncé verbal

Points positifs

· Comme aux cycles 1 et 2, l**es problèmes de comparaison prennent enfin toutes leurs places**, **en particulier les problèmes de comparaison multiplicative** (tant de fois plus que, tant de fois moins que), qui permettent de dépasser le stade de l'addition itérée, et sont indispensables à l'entrée dans la pensée multiplicative (dite encore pensée proportionnelle)

· **Les problèmes du champ multiplicatif tels que «** ***Des tee shirts coûtent 13 euros chacun ; combien coûtent 6 tee-shirts ?*** **» (p.106) sont reconnus comme des problèmes de proportionnalité.**

· **La notion de proportionnalité est dite «** ***introduite dans le cadre de la résolution de problèmes*** **»** ; ces problèmes sont résolus avec des raisonnements formulés en langue naturelle, en l'**absence de tableau de proportionnalité** . Ce préambule est très positif :

· "*Le travail sur la proportionnalité conduit au CM1 s'inscrit dans la continuité du travail sur la résolution de problèmes multiplicatifs mené au cycle 2. En effet, les élèves ont déjà rencontré des situations de proportionnalité. Au CM1, la notion de proportionnalité entre deux grandeurs est explicitement introduite dans le cadre de la résolution de problèmes : les élèves apprennent à identifier des situations relevant de la proportionnalité et à mettre en œuvre dans ce cadre des raisonnements fondés sur le principe de linéarité pour la multiplication. Par exemple, pour le problème : "Quatre pains aux raisins coûtent 6 €. Quel est le prix de deux pains aux raisins ?", les élèves comprennent qu'il est inutile de déterminer le prix d'un pain aux raisins.*

Extrait du préambule de la partie "proportionnalité" (p.106)

Afin d'éviter le risque de développement d'automatismes ne s'appuyant pas sur le sens, les élèves n'utilisent pas de tableaux de proportionnalité au cours moyen. Ils sont amenés à utiliser des *représentations variées : la droite graduée, le tableau de prix, le tableau de valeurs, le diagramme, etc. Si j'achète trois fois plus de pains, je paie trois fois plus, si j'achète deux fois moins de pains, je paie deux fois moins, etc."*

Points d'amélioration

· **Le schéma modélisant le processus de résolution de problème (*Processus de résolution de problèmes proposé par le projet* (p.20 et 40)) ne correspond pas à tous les problèmes arithmétiques proposés**, seulement aux problèmes basiques et complexes au sens de Houdement (problèmes identifiés comme à une ou plusieurs étapes). **Il sous-entend que le seul type de tâche mathématique est le calcul**. **Ce schéma ne laisse pas la place à la prise d'initiative**, à la recherche, aux évolutions possibles de stratégie pour résoudre le problème…A-t-il sa place dans les programmes ?

Propositions :

o **Ôter ce schéma du texte des programmes pour le réserver à d'éventuels documents d'accompagnement des programmes ;** il ne souffrirait pas d'un commentaire un peu plus étoffé, et de **le limiter à l'usage exclusif des problèmes arithmétiques à énoncé verbal à une ou plusieurs étapes**.

o **Bien distinguer ces problèmes**, plus précisément ici les quatre premières catégories de problèmes, respectivement dits problèmes additifs à une ou plusieurs étapes, problèmes multiplicatifs de type « partie-tout » en une étape, problèmes mixtes en plusieurs étapes et problèmes de comparaison multiplicative de tous les autres. En effet, **ces quatre premières catégories sont appelées à ne plus être problématiques pour les élèves et relèvent davantage de l'entraînement à la reconnaissance de structure et des opérations en jeu, que de la résolution de problèmes proprement dite.** D'ailleurs, par rapport au cycle 2, la seule difficulté des premières catégories est la nature des nombres en jeu, ce qui en fait en réalité des problèmes de calcul.

· A propos de ces problèmes, il n'y a pas de raison de privilégier particulièrement le calcul mental ou le calcul posé :

o **la disparition du calcul écrit en ligne est très surprenante**. **Son rôle n'est pas seulement d'expliciter les procédures de calcul mental, et surtout n'est pas transitoire**. En soulageant la mémoire, il permet de calculer très rapidement de nombreux calculs, en appui sur les relations entre les nombres, et évite un recours systématique au calcul posé, justement.

o **La focale sur le calcul posé, dont on sait qu'il devient la seule procédure de calcul dès lors qu'il est appris, est incompréhensible, surtout en situation de résolution de problèmes**. **Là encore, on donne l'impression que l'important n'est pas tant la capacité à résoudre un problème, que celle de donner rapidement la solution de certains types de problèmes.**

o **La calculatrice, avec l'usage d'une touche mémoire, ou le tableur, en lien avec l'algorithmique, sont de formidables outils de recherche, en situation de problèmes**

Propositions

o **Proposer systématiquement la possibilité de la calculatrice ou du tableur dans les activités de résolution de problèmes**

o **Séparer l'entraînement au calcul de l'entraînement à la résolution de problèmes** arithmétiques à énoncé verbal

A propos des schémas (en barre et en ligne)

· La schématisation en barre reste une proposition incompréhensible de ces programmes, en particulier parce qu'elle **ne s'appuie sur aucune donnée scientifique**. Elle reste un obstacle tant pour les enseignants que pour les élèves. Outre qu'elle devient un objet d'enseignement pour elle-même, elle est **utilisée dans des problèmes pour lesquels elle n'est pas faite, comme les problèmes multiplicatifs**, qu'elle maintient dans un schéma d'addition itérée, empêchant ainsi l'entrée dans une véritable pensée multiplicative. **Le premier schéma en ligne proposé est lui aussi incompréhensible, car se superposant et incompatible avec celui de la droite graduée.**

· Il existe deux types de problèmes multiplicatifs : les problèmes de rapport (comparaison, transformation) et les problèmes de proportionnalité. **Les seconds sont par définition des problèmes à (au moins) deux grandeurs proportionnelles et ne peuvent se schématiser par un schéma linéaire de type « barres »,** à moins de les reléguer dans les problèmes additifs. Il n'existe pas de types de problème « partie-tout » dans le champ multiplicatif.

· Il y a une contradiction dans le texte ci-dessous (p 23). Le premier problème proposé, celui de Félicien, **se résout immédiatement par une multiplication** ; c'est même l'un des sens premiers de la multiplication : le produit cartésien. Les concepteurs des programmes peuvent ne pas souhaiter que les élèves reconnaissent ce type de problèmes comme un problème de multiplication, mais il faut tourner la phrase autrement.

Extrait de la partie "résoudre des problèmes de dénombrement", au CM1, p.23

"L'élève doit résoudre des problèmes consistant à déterminer le nombre d'éléments d'un ensemble et qui ne se résolvent pas immédiatement par l'une des quatre opérations. Pour y parvenir, il présente les éléments à dénombrer selon une organisation permettant à la fois de les compter tous, une et une seule fois, sans oublis ni redondance.

Ainsi l'élève sait avoir avoir recours à un tableau, à un arbre ou à une liste organisée pour résoudre des problèmes de dénombrement comme ces suivants :

- Félicien veut habiller ses ours en peluche avec un tee-shirt et un pantalon, il dispose de six tee-shirts différents et de trois pantalons différents, de combien de façons différentes Félicien peut-il habiller ses ours ?"

Propositions

o **Pour les problèmes du champ additif, proposer une schématisation en ligne (et non en barre)** fondée mathématiquement sur les grandeurs et la longueur comme modèle de toutes les grandeurs.
Ces schémas ont au moins l'avantage de s'appuyer sur la somme des longueurs, par la mise bout à bout des segments, ce qui leur permet de modéliser ce problème de somme.
o **Supprimer le premier schéma avec un axe (p. 42), dit « axe chronologique »**, où le nombre au milieu est plus grand que celui de gauche mais plus petit que celui de droite. **Il va à l'encontre de la droite graduée.**
o **Supprimer l'utilisation des schémas en barre pour tous les problèmes multiplicatifs** ; privilégier les configurations rectangulaires pour les problèmes qui le permettent, et le raisonnement en langue naturelle pour les autres, sans schématisation, en accord avec les propositions de la partie « proportionnalité ».

o **Supprimer la mention « partie-tout » pour les problèmes multiplicatifs dits « *à une étape* ».** Remplacer par (éventuellement) « *problèmes de partage* » ; le mieux serait de dire « *problèmes de proportionnalité* », en cohérence avec la partie « proportionnalité.
Par exemple, dans le cas du Problème multiplicatif qualifié de "*partie-tout*" en une étape (p.43), le problème est qualifié de « *partie-tout* », **ce qui l'insère d'emblée dans le champ additif**, et ce que confirme la proposition de schématisation (addition itérée), **alors qu'il est bien qualifié de « *problème de proportionnalité* »** à la page 106 dans la partie proportionnalité.

o Dans ce même problème p 43 , mettre en cohérence avec la partie « *proportionnalité* » : ainsi, **supprimer le schéma en barre, et remplacer par un raisonnement en langue naturelle** du type : « *Un dictionnaire coûte 6 fois moins cher que 6 dictionnaires, donc 6 fois moins que 73,20 €* ».
o **Placer les problèmes de comparaison multiplicative avant les autres problèmes multiplicatifs**, car tous les raisonnement multiplicatifs découlent de ces comparaisons, qui mettent en jeu la notion de rapport.
o **Être attentif à la qualification des données dans les propositions** ; les grandeurs en jeu doivent être explicitement présentes. Quelques exemples (p 22-42-44...) :
Remplacer "*Casque*" par "*Prix du casque*", "*Trottinette*" par "*Prix de la trottinette*", "6 *dictionnaires*" par "*Prix des 6 dictionnaires*"
A propos du schéma en bas de la p 42, outre une qualification sans rigueur (que veut dire 5/12 (grande sœur) ?), nous nous interrogeons sur l'aide qu'il apporte à la résolution du problème.
o Modifier l'expression des données numériques, ou le choix de l'unité dans le problème de la p 21. **Utiliser l'écriture fractionnaire dans le système métrique, alors que celui-ci a été inventé pour l'écriture décimale, est un non sens.** Soit les données sont écrites en numération décimale (3,7 cm et 4,3 cm), soit on choisit une unité non conventionnelle, voire même une autre unité fractionnaire que les dixièmes, par exemple : 17/4 u pour Anaël et 5+1/4 u pour Léna.

Domaine ALGÈBRE

Nous nous interrogeons sur l'intérêt de l'introduction d'un formalisme précoce (la lettre) en CM alors que : "*Ce passage à la lettre qui sera un objectif du cycle 4, ne doit pas se faire de manière prématurée et n'est pas un attendu du programme*" en 6ème.

Nous sommes favorable à la présence d'un travail sur la pensée algébrique au cycle 3.
Mais celui-ci devra s'accompagner de formation massive (2h ne suffiront pas !) car ces travaux sont malheureusement méconnus de la profession.
La phrase «*Identifier la structure d'un motif évolutif en repérant une régularité et en identifiant une structure* » nécessite des explicitations auprès des enseignants. **Il faudrait préciser les objectifs à atteindre** (propriétés des opérations commutativité, associativité, distributivité..différents sens du signe égal,...) afin qu'ils puissent les opérationnaliser.

Les activités proposées par le programme ne permettent pas aux élèves d'accéder à la prise de conscience cruciale des opérations de condensation et de désignation fonctionnelle. Elles ne font que renforcer l'idée qu'une lettre représente un nombre ou des nombres au cas par cas et ne préparent pas à la notion de variable. Il peut s'en suivre un blocage pour les élèves.

Comme déjà mentionné, **la disparition du calcul en ligne n'est pas justifiable didactiquement.** c'est la seule modalité permettant d'expliciter les propriétés mathématiques, de mettre en place et de justifier les différentes procédures, ainsi que de conduire des calculs ne justifiant pas l'intervention d'un calcul posé. Il permet d'appréhender globalement les expressions numériques (par exemple 100- (5x7 -2)), puis plus tard algébriques, comme 3a-(7a+2).

Domaine GRANDEURS ET MESURES

Pour les **unités de volumes**, **nous regrettons que seul le cm^3 apparaisse** car en faisant le lien avec la numération et le travail dans l'espace on peut donner du sens aux relations entre les différentes unités de mesure de volume. Le m^3 pourrait donc aussi être évoqué comme c'est le cas pour les mesures d'aires au CM2.
Le travail sur la **distinction des deux grandeurs aire et périmètre** est absent du programme de sixième sachant que cela reste un obstacle important pour beaucoup d'élèves.

Au sujet du *périmètre du disque*, nous comprenons que nous puissions tolérer un abus de langage des élèves entre cercle et disque. Toutefois il nous semble indispensable d'utiliser des formulations correctes d'un point de vue mathématiques et didactique lorsque l'on s'adresse aux enseignants (Nombre d'enseignants ont des difficultés à distinguer les objets, de leurs grandeurs et leurs mesures).

Domaine ORGANISATION ET GESTION DE DONNÉES ET PROBABILITÉS

Nous sommes tout-à-fait favorables au fait que les probabilités soient initiées au cycle 3 mais cela va nécessiter une réelle formation pour les professeurs des écoles, qui, pour certains n'en ont jamais rencontré.
Mais l'entrée dans ces nouvelles notions doit se faire par des **expériences aléatoires concrètes**.
De plus, **proposer des expériences à deux épreuves en CM2 ou en sixième nous semble déraisonnable.** Elles pourraient avoir leur place au début du cycle 4.

Nous regrettons que tous les graphiques soient appelés « *diagrammes en barres* » dans le projet sans distinguer explicitement les différences entre eux (axe des abscisses, axe des ordonnées, importance ou non de l'ordre…). **Les exemples donnés sont toujours avec des variables qualitatives et il n'y a pas de réflexion proposée sur les graphiques** (pertinence vis-à-vis des données que l'on souhaite représenter), pourtant ces confusions entre les graphiques peuvent plus tard poser des difficultés aux élèves pour déterminer par exemple une moyenne des valeurs représentées sous forme d'un graphique
En CM2 l'exemple de réussite donné ne nous semble pas pertinent : il relève de la proportionnalité et non de la gestion de données.

Propositions :
- En CM2/Sixième :
o **Intégrer dès le CM2 la notion de fréquence** (éventuellement en gardant la terminologie « *proportion* ») sous forme d'expression simplifiée comme fait en probabilités ;
o **Mentionner explicitement la notion de fréquence en Sixième** (sous forme de fraction et/ou de pourcentage) : ce qui serait en cohérence avec les éléments mentionnés dans la partie « *Les fractions* » ;
- En CM2 : **Modifier l'exemple de réussite en figure 3** (p. 99 du projet), qui ne relève pas de la « *Gestion et organisation des données* » mais de la proportionnalité ;
- En Sixième : **Mentionner explicitement dans les « *Connaissances et capacités attendues* » l'analyse des données récoltées sous forme de tableaux, de représentations graphiques** travaillées les années précédentes dans le but de résoudre des problèmes (comme les années précédentes)…

- **distinguer les différents types de tableaux et de diagrammes** en fonction de la nature (qualitative ou quantitative) des variables étudiées.
-CM1/CM2/Sixième : **Intégrer des tâches du type « *Comparer deux séries statistiques* »**.

Au cours moyen, on introduit les probabilités indépendamment de la statistique, comme si ces domaines n'avaient rien à voir l'un avec l'autre. Cela prive les élèves de l'école primaire de toute expérience empirique du hasard, que nous jugeons pourtant indispensable en début d'apprentissage de la notion de probabilité. Cela nous semble de plus en contradiction avec l'intérêt, porté ces dernières années, à la manipulation, préalablement à l'abstraction.

Propositions :
- En CM1/CM2 :
o Introduire un paragraphe sur l'**expérimentation du hasard au cours moyen** afin que les élèves puissent se questionner sur les conceptions (notamment erronées) sur le hasard.
- En CM2/Sixième : **Repousser le travail sur les modèles d'expériences aléatoires à deux épreuves à la Sixième et même au-delà** (cycle 4).
- En CM-Sixième : **expérimenter sur des expériences à une épreuve ne se modélisant pas par une expérience aléatoire relevant de l'équiprobabilité** (lancer d'osselets, lancer de Lego…).

Domaine INITIATION A LA PENSÉE INFORMATIQUE

1- La vision pilier trop implicite à rendre explicite

La pensée informatique apparaît au cycle 1 à travers le concept d'algorithme lors de l'étude des motifs organisés. Elle constitue un domaine à part entière du programme de 6e. Mais lors du cycle 2 et du cours moyen la pensée informatique est très peu présente. Cela constitue donc une rupture dans la progressivité des apprentissages.
Dans le projet pour le cycle 3, ce sixième domaine est structuré autour des notions d'algorithme et de programme, comme c'est aussi le cas d'autres programmes de mathématiques (notamment le programme actuel de cycle 4).
L'informatique est présentée par certains auteurs (Gilles Dowek, Les quatre concepts de l'informatique, Didapro 2011, https://inria.hal.science/edutice-00676169/) comme la discipline scientifique qui étudie l'**interaction entre quatre concepts fondamentaux** : **information, langage, algorithme et machine**. Ce point de vue trouve un consensus parmi de nombreux acteurs de l'enseignement de l'informatique en France et pourrait jouer un rôle structurant dans les programmes de cycle 3, comme cela est actuellement le cas dans les programmes scolaires français à partir du cycle 4, parfois de manière très explicite :
« La science informatique est à la fois présente dans les programmes de mathématiques et de technologie : les professeurs de ces deux disciplines se coordonnent et accompagnent les élèves dans la compréhension et les applications des concepts communs qui structurent la science informatique autour de quatre piliers, à savoir les données et leurs représentations, les algorithmes, les langages, les machines. En fonctionnant en interaction, ces quatre piliers donnent à l'étude de la chaîne d'information toute sa cohérence. » (Extrait du Programme de technologie du cycle 4 (Bulletin officiel n° 9 du 29 février 2024),
https://www.education.gouv.fr/sites/default/files/Bulletin_officiel_MENJS_2024_02_29_BO9-1709197497.pdf#page=5)
Il nous semble important que ces concepts soient également clairement explicités dans les programmes de cycle 3 afin de structurer les premières fondations de l'apprentissage de l'informatique. Nous proposons de mettre en évidence la présence de ces piliers dans l'ensemble du programme.

Par exemple, si on considère l’entrée “*l’élève produit une séquence d’instructions permettant de déplacer un robot selon le trajet imposé*”, les quatre notions apparaissent : la séquence d’instructions est un **algorithme**, exprimé dans un **langage** symbolique restreint, le robot est une **machine** qui va exécuter l’algorithme ; l’algorithme écrit par l’élève mais également la configuration du terrain à partir duquel l’élève doit produire la séquence d’instructions attendue sont des **informations**, notion centrale puisque l’informatique est la science du traitement automatisé de l’information.

2 - Lien entre informatique et mathématiques dans le programme de mathématiques

Sur les 4 concepts :

- La notion d’**algorithme** apparaît explicitement dans la sixième partie, mais aussi dans la partie *Nombres, calculs et problèmes* dès le CM1 puisque face à une expression numérique comportant des opérations et des parenthèses, il faut déterminer l’ordre dans lequel les différents calculs seront effectués. Bien entendu, la lecture et l’exécution (en CM1) puis l’écriture (à partir du CM2) de programmes de constructions.
- Cette notion d’algorithme peut déboucher sur la notion de **langage** : quelles sont les instructions permises pour l’écriture d’un algorithme ? Bien entendu le français est tout à fait adapté, aucun formalisme n’est attendu. Par contre **il est intéressant de se poser la question de ce qu’on peut exécuter** (par exemple pour les programmes de construction, il s’agit de construire une figure à partir de la règle, du compas…). Pour des algorithmes de déplacements, on peut envisager un mini formalisme à base de flèches, ou de points cardinaux NESO, éventuellement sur des cartes à jouer. Le point important ici est la notion de langage symbolique.
- Une **machine** est une abstraction d’un système qui permet l’exécution d’un algorithme. On peut penser à un enchaînement d’opérations sur une calculatrice, mais la notion est plus large. Un élève déroulant un programme de construction, un robot se déplaçant dans un labyrinthe (le robot pouvant être modélisé par un jeton sur une feuille de papier), un environnement de programmation par bloc, un Turing tumble sont aussi des machines. Le comportement de la machine est déterminé par les instructions de l’algorithme mais également par l’**état de la machine** à un instant donné (position sur un terrain de jeu, des éléments orientation d’un sprite, …).
- L’état d’une machine, la description d’un terrain où se déplacer, mais aussi les valeurs numériques dans un calcul, et le programme lui-même sont des **informations**, qui nécessitent une représentation symbolique, que ce soit par du texte, des nombres ou un schéma. La notion de codage d’une figure géométrique apparaît dès le CM1, et le programme demande explicitement à ce que les élèves passent d’une représentation à une autre pour les nombres entiers (lettres, chiffres) et décimaux (écriture décimale, fraction décimale).

3. Exemples pratiques d'illustration de la mise en œuvre de ces 4 concepts parmi de nombreuses activités

- Le groupe ISO de l'IREM de Clermont propose des activités autour de l'**écriture binaire des nombres** (http://www.irem.univ-bpclermont.fr/Ecriture-binaire-des-nombres.html). Ces activités sont l’occasion d’introduire le binaire, notation avec des 0 et des 1, utilisé par l’ordinateur pour représenter les différents contenus (images, sons, etc.).
  Points travaillés : numération de position, addition, soustraction, multiples de 2

- L'activité "*télévision*" de l'IREM de Grenoble permet d'aborder, **en débranché**, les concepts suivants : information, codage, images, compression, et correction d’erreur : https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/recherche-action/informatique-de-l-ecole-jusqu-au-lycee/activite-autour-du-codage-la-tele-vision-498791.kjsp)
  Points travaillés : représentation symbolique, codage numérique d'une image, dénombrement

- L'activité de programmation (IREM des pays de Loire) "Retour au port" permet d'aborder la **notion de variable** sous forme de compteur ou d'indicateur de l'état du bateau (coulé ou à flots). Permet un **premier usage du langage Scratch**
  Points travaillés : programmation, variable
  https://irem.univ-nantes.fr/groupes-de-recherche/algorithmes-et-programmation/cycle4/retour-au-port

- L'activité "*Pixel Art*" (Irem des pays de Loire) propose de **programmer des dessins pixellisés,** dans la continuité de l'activité débranchée "Robot idiot".
  Points travaillés : programmation par bloc, préliminaires à la notion d'itération, repérage
  https://irem.univ-nantes.fr/groupes-de-recherche/algorithmes-et-programmation/cycle3/activite-pixelart

- L'activité "*Cargo-bot*" (IREMI de Grenoble) **adaptable de débranchée à branchée** permet de découvrir la **notion de programmation avec un jeu d'instruction très simple**.
  Points travaillés : instruction/programmation, préliminaire à l'appel d'une fonction simple
  https://irem.univ-grenoble-alpes.fr/recherche-action/informatique-de-l-ecole-jusqu-au-lycee/activite-de-programmation-cargo-bot-avec-des-gobelets-498781.kjsp?RH=1522849892805

- La *Maison des Mathématiques et de l'Informatique* à Lyon ou "*Terra Numerica*" dans l'Académie de Nice proposent également un ensemble de ressources pédagogiques pour sensibiliser les élèves de tous niveaux à la pensée informatique et à l'intelligence artificielle, et qui peuvent être adaptées à une situation de classe.
  https://mmi-lyon.fr/qui-sommes-nous/nos-missions-actions/
  https://terra-numerica.org/

- Le groupe "*Informatique sans ordinateur*" fédère des **activités débranchées** de sensibilisation ou d'institutionnalisation de concepts d'informatique. Un ensemble d'activités expérimentées en école élémentaire et collège est à l'adresse
  https://codimd.apps.education.fr/s/HERhw62X5

Tous ces exemples montrent qu'il existe des ressources au sein du réseau des Irem/Iremi/Ires/... pour sensibiliser les élèves de cycle 3 à la pensée informatique et aux concepts de l'informatique. Il serait vraiment dommage de s'en priver !

III Conclusion

En guise de conclusion, nous mettons l'accent à nouveau sur certains points qui nous semblent essentiels :

- La nécessité d'une formation continue importante, qui va demander du temps et des moyens
- Le souhait que les réformes soient de manière générale réfléchies dans le temps, évaluées, et que celle-ci ne se fasse pas de manière synchrone sur les 3 classes
- Le manque de cohérence entre CM et 6e sur de nombreux points, le manque de lisibilité dans la progression
- La place importante donnée aux automatismes, au détriment du raisonnement
- Des "problèmes a résoudre" uniquement dans le domaine des nombres et du calcul, laissant de fait peu de place à la réflexion et à l'initiative
- Le manque de lien explicite entre mathématiques et les autres disciplines, y compris l'informatique

Le réseau des IREM est prêt à discuter de vive voix de cette contribution et il est disposé à participer à la rédaction de documents d'accompagnement.