

# DES SUPPORTS VISUELS POUR ENSEIGNER LES MATHÉMATIQUES

---

## Une expérimentation à l'INJS de Paris

E. Merlette, professeur spécialisé  
Institut National de Jeunes Sourds de Paris  
emerlette@injs-paris.fr

M.-O. Roux, psychologue  
Groupe de Recherche sur les troubles des Apprentissages et du Langage  
Institut National de Jeunes Sourds de Paris  
moroux@injs-paris.fr

### Introduction et problématique

La surdité (nous parlons ici d'enfants ayant une surdité profonde pré-linguale) impose des conditions atypiques d'acquisition de la langue, qu'elle soit parlée ou visuo-gestuelle<sup>1</sup>. Dans ce cas, on conçoit aisément que l'apprentissage de l'écrit (lecture, écriture) est un domaine où les enfants sourds rencontrent parfois des difficultés. Ce n'est pourtant pas le seul domaine : les difficultés peuvent concerner également des apprentissages où la dimension linguistique est moins prégnante, comme les mathématiques.

Les études internationales concordent pour constater le décalage du niveau des enfants sourds par rapport à leurs pairs entendants en ce qui concerne les connaissances mathématiques<sup>2</sup>, et ce malgré les avancées éducatives (enseignement recourant à la langue des signes...) et technologiques (implant cochléaire...) qui ont marqué l'histoire récente de l'éducation des enfants sourds. Des facteurs multiples ont été mis en cause pour expliquer cet écart persistant : déficit de connaissances informelles, facteurs langagiers, contraintes cognitives liées à la pratique des mathématiques, etc.<sup>3</sup>

Chercheurs, praticiens et enseignants, aiguillonnés par la conscience des difficultés que rencontrent certains jeunes sourds dans leur appropriation des mathématiques, se posent régulièrement la question des médiations qui sont utilisables avec les personnes sourdes quand on est en situation d'enseigner les mathématiques. La langue écrite étant d'appréhension difficile pour beaucoup d'élèves et ayant des contraintes fortes (séquentialité...), des auteurs proposent régulièrement de s'appuyer sur des supports non langagiers. Ils insistent sur l'importance de penser une pédagogie qui met en avant une présentation visuelle et spatiale des situations : Nunes<sup>4</sup> évoque le « besoin de

---

<sup>1</sup> cf., entre autres, les ouvrages de Lepot-Froment et de Virole (Éditions De Boeck Université)

<sup>2</sup> une revue en langue française : Roux MO (2014) « Surdité et difficultés d'apprentissage en mathématiques, état des lieux et questionnements actuels », *Bulletin de Psychologie*, 532, 67, 4

<sup>3</sup> Roux MO, ibid.

<sup>4</sup> Nunes T. *Teaching mathematics to deaf children* WHURR Publishers, 2004 ; cf. aussi Zarfaty Y., Nunes T. & Bryant P. "The Performance of Young Deaf Children in Spatial and Temporal Number Tasks", *Journal of Deaf Studies and Deaf Education* 9:3 Summer 2004 pp. 315-326

supports visuels » pour les apprenants sourds, Kelly<sup>5</sup> recommande un enseignement spécifique portant sur la création de représentations visuo-spatiales symbolisant les relations numériques dans les situations problèmes.

Ainsi, l'utilisation de supports visuels favorisant le traitement simultané des informations est l'objet de recommandations dans la littérature scientifique. Il s'agit de compenser les difficultés linguistiques et séquentielles rencontrées par certains élèves sourds. Toutefois, cela ne résout pas tous les problèmes. Du fait, notamment, de l'intrication des facteurs langagiers avec les particularités que certains auteurs reconnaissent au fonctionnement cognitif et métacognitif des enfants sourds dans différents domaines<sup>6</sup>. D'aucuns insistent ainsi sur la nécessité, pour les professionnels, de prendre en compte ces dimensions<sup>7</sup>. Cette position ouvre des pistes pour un progrès possible dans l'enseignement à destination des enfants sourds. Le recours facilitateur à des supports visuels en découle évidemment, mais est également mise en exergue la nécessité de renforcer les capacités des élèves sourds à se confronter à des problèmes complexes ainsi qu'à mettre en œuvre des processus de mise en relation et de traitement pluri-dimensionnel des données<sup>8</sup>.

## Quels outils pour l'enseignement auprès des jeunes sourds ?

La démarche ACIM (Activité Cognitive et Images Modélisées) est une approche utilisant des supports visuels et graphiques conçus notamment pour l'enseignement auprès de publics en difficulté de langue ou d'apprentissage. Élaborée par un professeur de mathématiques à l'IUFM<sup>9</sup> de Paris, Henri Planchon<sup>10</sup>, cette approche associe la construction de connaissances au traitement de problèmes complexes ainsi qu'au développement de l'abstraction et de la mise en relation des connaissances. Les outils ACIM<sup>11</sup> proposent à l'élève une médiation visuelle et schématique, non figurative. De par leur complexité formelle et leur dimension systémique, ils sont sensés susciter la mise en œuvre de démarches cognitives de recherche, de communication et de construction active du savoir. L'un de nous (MOR) utilise ces outils dans une pratique psychopédagogique auprès d'un public d'enfants et d'adolescents entendants, et participe à la recherche et au développement de cette approche<sup>12</sup>.

La démarche ACIM a fait l'objet d'une présentation à l'Institut National de Jeunes Sourds de Paris en 2010, suivie d'une session de formation en 2011. Des professionnels de l'Institut ont ainsi bénéficié d'une initiation à la pratique des « modélisations systémiques » dans le champ de la pédagogie (enseignement général ou professionnel), du travail de la langue et de l'accompagnement éducatif. A la suite de quoi, une expérimentation a été mise en place à l'INJS, dans le cadre des missions de recherche dévolues à cet établissement national. Il s'agit d'évaluer l'intérêt d'une telle démarche

<sup>5</sup> R. Kelly, "Deaf learners and mathematical problem solving", in *Deaf cognition, foundations and outcomes* Marschark M. & Hauser P. editors, Oxford University Press, 2008 ; voir aussi *Mathématiques et surdité*, ouvrage collectif, CRDP de Lyon, 2010

<sup>6</sup> M. Marschark & P. Hauser *How deaf Children Learn*, Oxford University Press 2011

<sup>7</sup> *Deaf cognition* op. cit.

<sup>8</sup> M. Marschark & P. Hauser *How deaf Children Learn*, Oxford University Press 2011

<sup>9</sup> Institut Universitaire de Formation des Maîtres

<sup>10</sup> Planchon H. *Réapprendre les maths* ESF 1989 ; Planchon H. *Le problème du problème* L'Harmattan 2013

<sup>11</sup> Une partie est publiée aux Éditions Jocatop : *Faites des maths, soutien et remédiation*, tome 1 (ref. 9251) + tome 2 (ref. 9252), <http://www.jocatop.fr>

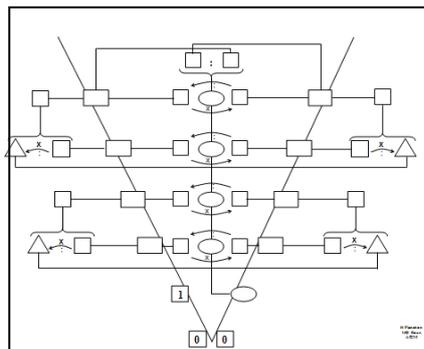
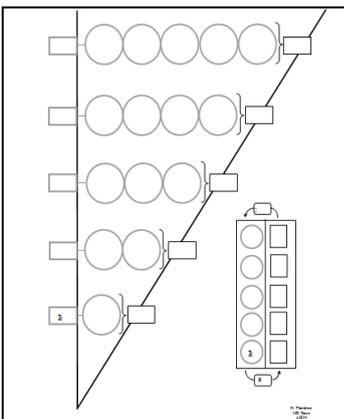
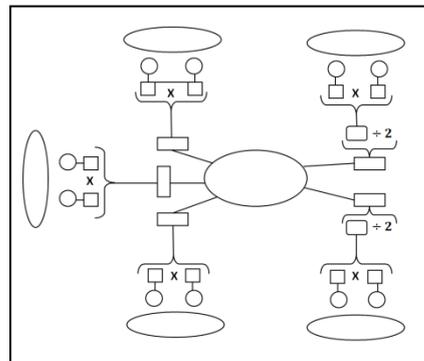
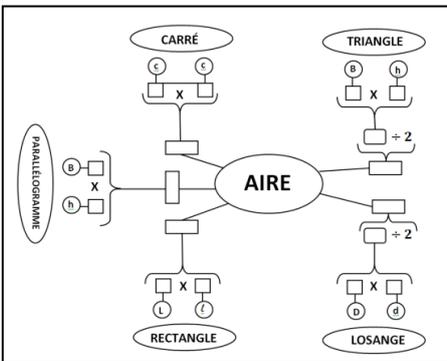
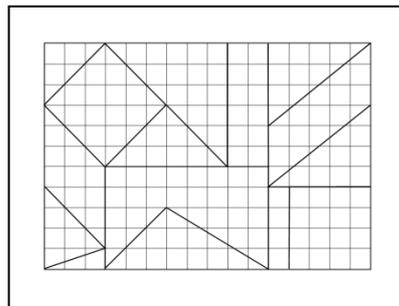
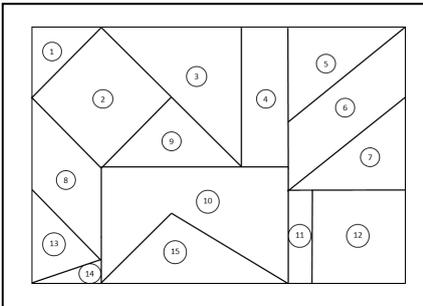
<sup>12</sup> <http://acim.ouvaton.org/>

pour un public de jeunes sourds, en l'occurrence en ce qui concerne l'enseignement des mathématiques. Face aux difficultés auxquelles se heurtent certains enfants et adolescents sourds dans leur appropriation des apprentissages, quel est l'apport d'une telle médiation, à la fois visuelle, non langagière, abstraite et complexe ?

## Étude préparatoire et évaluation qualitative

Une première étude a pu être menée durant l'année scolaire 2011-12. L'un de nous (EM), professeur de mathématiques à l'INJS, formé à la démarche ACIM, a expérimenté durant l'année scolaire plusieurs outils auprès d'un groupe d'élèves sourds préparant un CAP (option couture ou coiffure) au sein de l'établissement. Les thèmes abordés étaient le calcul d'aires et la proportionnalité. Le choix des supports, leur adaptation ainsi que les modalités d'exploitation ont fait l'objet de plusieurs réunions de travail nous réunissant (EM et MOR), au cours de l'année.

Exemples de PLANCHES utilisées (supports ACIM, H. Planchon, adaptations E. Merlette & MO Roux) :



A cette occasion, des observations qualitatives ont été recueillies, que nous pouvons résumer de la façon suivante :

- La réception des planches par les élèves :

Les commentaires recueillis, comme les observations de l'enseignant (EM) dans la classe, suggèrent qu'en dépit de leur aspect inhabituel pour les élèves, les outils ACIM ont été bien investis par eux, une fois passé le premier moment de surprise vis-à-vis de la nouveauté. Sollicités pour se poser des questions face à un problème ouvert – et non verbal - ils se trouvaient décontenancés, attendant que la consigne vienne du professeur. Celui-ci a dû amorcer le questionnement au début.

- Le travail sur les planches et la mobilisation cognitive :

La complexité des supports proposés semble avoir eu un effet motivant pour les élèves. Cela a été l'occasion d'échanges et de débats entre eux et les a incité à développer des conduites de recherche active. Dans ces conditions, le groupe restait généralement concentré et actif durant presque toute l'heure de cours, ce qui est inhabituel. Ces élèves se montraient capables de chercher pendant un temps long, même lorsqu'ils ne trouvaient pas de réponse immédiate.

- L'apprentissage :

L'aspect visuel des supports de travail s'est révélé « parlant » pour ces jeunes sourds. Certains élèves ont exprimé d'eux-mêmes que la dimension visuelle des algorithmes et situations ainsi représentés leur permettait de mieux comprendre les formules de calcul, mais aussi de mettre des éléments en relation (par exemple : associer longueurs et aire ou relier une formule avec sa réciproque). Ce dernier point n'est pas négligeable : la majorité de ces élèves a eu un parcours scolaire marqué par des difficultés importantes, notamment dans les matières académiques.

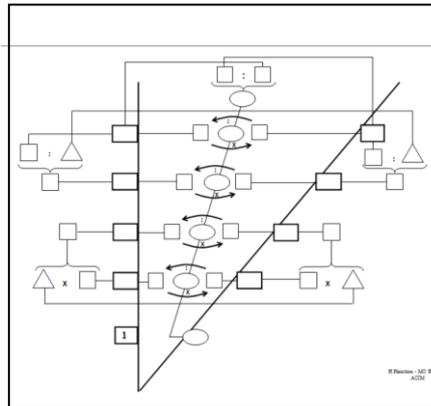
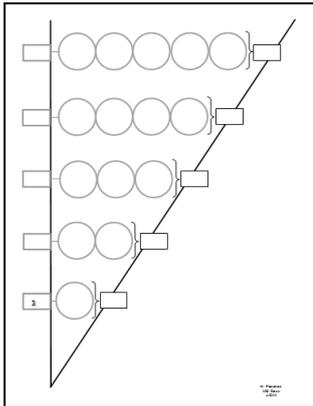
Ces premières observations issues du terrain, qualitatives et partielles à ce stade de l'expérimentation, étaient intéressantes mais devaient être complétées et précisées : l'utilisation dans la classe de médiations visuelles, schématiques et complexes est-elle réellement susceptible de favoriser l'acquisition de notions mathématiques par les élèves sourds et leur utilisation dans des problèmes concrets ? Des supports symboliques tels ceux proposés par la démarche ACIM peuvent-ils améliorer l'apprentissage et la mémorisation des connaissances ?

## Évaluation quantitative dans un cadre expérimental

Une expérimentation contrôlée a pu être réalisée l'année scolaire suivante (2012-13), avec d'autres élèves mais de même niveau scolaire que précédemment (préparation au CAP). Il s'est agi de tester l'efficacité des supports ACIM par rapport à une démarche « classique », en prenant l'exemple d'un thème d'enseignement, en l'occurrence la proportionnalité. La proportionnalité est une notion que les élèves ont déjà souvent rencontrée, mais qui est loin d'être acquise pour beaucoup d'entre eux quand ils intègrent le lycée professionnel. Les supports pédagogiques utilisés, issus de la démarche ACIM, ont été conçus pour mettre l'accent sur la logique des quantités sous-jacentes aux situations

de proportionnalité dans leur ensemble. Ils donnent l'occasion aux élèves de traiter des problèmes impliquant le sens de la multiplication, le sens de la division, la recherche d'une quatrième proportionnelle, et visualisent explicitement les relations numériques unissant les données d'une situation de proportionnalité ainsi que les différents coefficients associés. Le choix et les modalités d'exploitation des planches ont fait l'objet de plusieurs réunions de travail nous réunissant (EM et MOR) tout au long de l'année scolaire.

PLANCHES sur le thème de la proportionnalité (supports ACIM, H. Planchon, adaptations E. Merlette & MO Roux) :



Les participants étaient des élèves en 1<sup>ère</sup> année de CAP, options coiffure, menuiserie, horticulture, installation sanitaire, serrurerie-métallerie, couture. Ce sont de jeunes adultes (âge : entre 16 et 22 ans), garçons et filles (respectivement 53% et 47%), scolarisés à l'Institut National de Jeunes Sourds (INJS) de Paris, avec un degré de déficience auditive allant de « sévère » à « profond », porteurs ou non d'appareillage auditif. Leur mode de communication est varié, généralement mixte (LSF<sup>13</sup>, français signé, oral). Les niveaux socio-économiques représentés sont variés, le niveau scolaire global de ces élèves, estimé par les professeurs, varie de « faible » à « moyen ».

- Déroulement de l'étude :

L'administration d'un pré-test (T1) à tous les élèves a permis de constituer deux groupes de niveau équivalent au départ : un groupe expérimental (appelé « G-ACIM 1 »), un groupe témoin (« G-T »). Ensuite, a eu lieu un enseignement de la proportionnalité sur plusieurs séances dans les deux groupes, effectué par un enseignant spécialisé expérimenté (EM). Enfin, un post-test immédiat (T2) a été administré aux deux groupes, puis un re-test (T3) quatre à cinq mois plus tard, après l'interruption des grandes vacances.

T1, T2 et T3 sont constitués de la même liste de 10 courts problèmes numériques contextualisés (voir annexe). Les sujets n'étaient pas informés qu'ils allaient être testés plusieurs fois, ni que ce serait avec les mêmes items pour les trois évaluations (T1, T2, T3). Les items en question

<sup>13</sup> Langue des Signes Française

- soit impliquent la proportionnalité de façon implicite et peuvent être résolus par des démarches intuitives ou des procédures élémentaires (sens de la multiplication ou de la division) : questions 1,2,8,9,10 ;
- soit obligent à des procédures expertes de recherche d'une quatrième proportionnelle : questions 3,4,5,6,7.

Les deux groupes (groupe expérimental G-ACIM 1 et groupe témoin G-T) ont été constitués suite à T1 sans que les élèves en soient informés. Ils ont un effectif proche ( $n = 9$  et  $n = 7$ ) et un niveau de performance initial équivalent (T1 : 41% et 40 % de réussite). Les effectifs sont faibles du fait de la composition des classes dans l'institution. Les deux groupes ont reçu le même nombre d'heures d'enseignement de la proportionnalité durant l'année scolaire, par le même professeur (EM). L'enseignement dispensé au groupe expérimental s'est fait avec les deux supports ACIM évoqués *supra*, l'enseignement dispensé au groupe témoin s'est fait de façon traditionnelle, tel que le professeur l'avait conduit les années précédentes (tableaux de proportionnalité, coefficient de proportionnalité, problèmes et méthodologie du « produit en croix »). Signalons qu'un autre groupe a reçu un enseignement à partir des supports ACIM (groupe ACIM-2, effectif  $n=7$ ) mais sa composition et son niveau à T1 (74% de réussite en l'occurrence) ne permettait pas de le comparer à un groupe témoin ni de le ventiler dans les deux autres groupes. Nous y ferons référence de façon marginale par la suite.

Les *alea* de la scolarité dans l'institution et la durée de l'étude (supérieure à une année scolaire) font qu'une partie seulement des élèves concernés en début d'année scolaire ont pu être suivis jusqu'à la fin. Les résultats obtenus ne portent donc pas sur des grands nombres :

Groupe Témoin : sur 7 élèves au départ, 4 élèves ont passé les trois tests

Groupe ACIM-1 : sur 9 élèves au départ, 5 élèves ont passé les trois tests

Groupe ACIM-2 : sur 7 élèves au départ, 4 élèves ont passé les trois tests

Cela dit, nous disposons au total d'informations au moins partielles pour 7 sujets « témoins » qui ont reçu l'enseignement traditionnel et pour 16 élèves « expérimentaux » qui ont reçu un enseignement avec des supports ACIM (9 sujets ACIM-1 et 7 sujets ACIM-2).

#### - Résultats:

Nous les résumons dans les tableaux et graphiques ci-dessous :

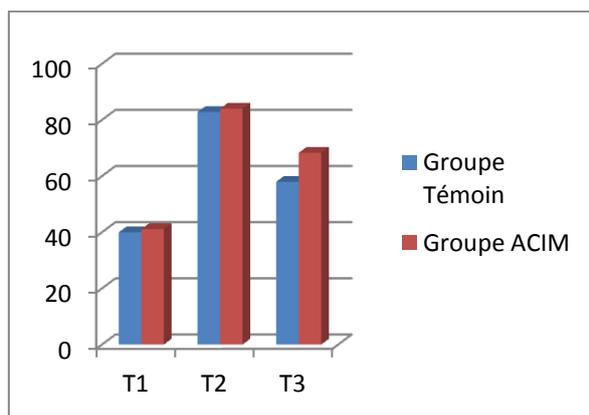
**Tableau 1 : pourcentage d'items réussis aux problèmes Q1 à Q10**

	Général		
	1 <sup>ère</sup> évaluation : T1	2 <sup>ème</sup> évaluation : T2	3 <sup>ème</sup> évaluation : T3
	Validé	Validé	Validé
<b>Ensemble (Témoin + ACIM 1 et 2)</b>	<b>51,3 %</b> 7 + 9 + 7 = 23 élèves	<b>81,1 %</b> 7 + 5 + 6 = 18 élèves	<b>76,1 %</b> 5 + 6 + 7 = 18 élèves
<b>Groupe Témoin</b>	<b>40 % (28/70)</b> 7 ? élèves	<b>82,8 % (58/70)</b> 7 élèves	<b>58 % (29/50)</b> 5 élèves
<b>Groupe « ACIM 1 »</b>	<b>41,1 % (37/90)</b> 9 élèves	<b>84 % (42/50)</b> 5 élèves	<b>68,3 % (41/60)</b> 6 élèves

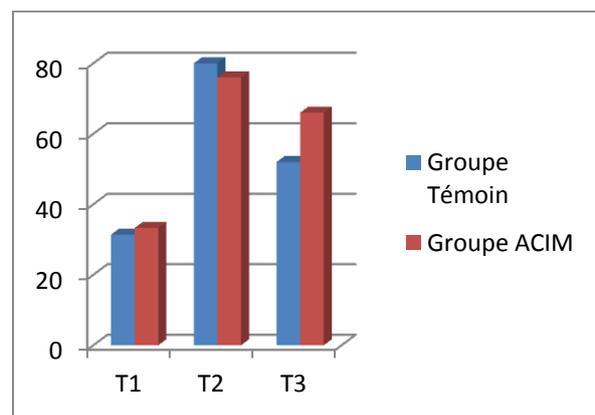
**Tableau 2 : pourcentage d'items réussis aux seuls problèmes Q3 à Q7**

	Calcul du 4 <sup>ème</sup> terme (Q3, 4, 5, 6 et 7)		
	1 <sup>ère</sup> évaluation	2 <sup>ème</sup> évaluation	3 <sup>ème</sup> évaluation
	Validé	Validé	Validé
<b>Ensemble (Témoin + ACIM 1 et 2)</b>	<b>46,1 %</b> 7 + 9 + 7 = 23 élèves	<b>75,5 %</b> 7 + 5 + 6 = 18 élèves	<b>73,3 %</b> 5 + 6 + 7 = 18 élèves
<b>Groupe Témoin</b>	<b>31,4 % (11/35)</b> 7 élèves	<b>80 % (28/35)</b> 7 élèves	<b>52 % (13/25)</b> 5 élèves
<b>Groupe « ACIM 1 »</b>	<b>33,3 % (15/45)</b> 9 élèves	<b>76 % (19/25)</b> 5 élèves	<b>66 % (20/30)</b> 6 élèves

**Général (Tableau 1) : performances comparées Q1 à Q10**



**4<sup>ème</sup> terme (Tableau 2) : performances comparées Q3 à Q7**



- Analyse des résultats :

Même s'ils sont à considérer avec prudence, étant donnés les faibles effectifs, les résultats donnent les indications suivantes :

- Résultats prenant en compte l'ensemble des données disponibles, tous groupes confondus :
  - Le tableau 1 montre que tous les groupes ont progressé suite aux enseignements reçus, par rapport à leur niveau initial (T1), quelle que soit la méthode pédagogique et le moment de l'évaluation (proche ou éloignée dans le temps). On suppose que cela aurait été différent avec un groupe qui n'aurait reçu aucun enseignement sur la proportionnalité.
  - La courbe d'apprentissage n'est cependant pas linéaire : on note une dégradation entre les deux post-tests (T2 et T3), ce qui correspond à une observation commune en pédagogie sur la mémorisation des apprentissages dans le long terme. Cela dit, cette perte est relative car le niveau T3 reste, dans tous les cas, supérieur à T1.
  - L'ensemble de ces observations demeure valable si l'on considère uniquement l'évaluation des items qui sont centraux l'enseignement de la proportionnalité en lycée professionnel, à savoir les questions 3,4,5,6,7 (tableau 2).
- Comparaison du groupe expérimental avec le groupe témoin
  - Le tableau 1 montre que les deux groupes peuvent effectivement être comparés, du fait de leur niveau initial identique (G-T et ACIM- 1 autour de 40% de réussite).
  - Ces deux groupes augmentent considérablement leur réussite suite à l'enseignement reçu et parviennent à un niveau équivalent en T2 (G-T : 82,8% ; ACIM-1 : 84%).
  - Les deux groupes maintiennent un taux de réussite à long terme (T3) plus important qu'au pré-test, mais le groupe expérimental perd moins que le groupe témoin (respectivement - 16% contre -25%). En terme d'effectifs, 100% des G-T baissent leurs performances, alors que 60% des ACIM-1 comme des ACIM-2 maintiennent ou augmentent leurs performances. Cela indiquerait que, à long terme, l'apprentissage fait avec les outils ACIM s'avère mieux consolidé dans l'esprit des élèves que l'apprentissage traditionnel.
- Autres résultats
  - Si on considère les résultats concernant les sujets pour lesquels l'ensemble des données sont disponibles (T1 et T2 et T3 réalisés), soient ceux des élèves qui ont été présents en continu sur un intervalle de temps de 12 mois environ, les données deviennent pauvres (n= 4 ; n= 5 ; n=4, pour G-T, ACIM-1, ACIM-2 respectivement). Nonobstant cette limitation, on remarque que 3/5 des ACIM-1 et 4/4 des ACIM-2 ne perdent pas de réussite entre T2 et T3, alors que 4/4 des G-T ont une baisse de performance entre ces deux mêmes évaluations. L'effet de mémorisation à long terme induit par la démarche ACIM se confirme.

- Quand on centre l'analyse sur les résultats aux questions Q3 à Q7, représentatives des compétences directement visées par l'enseignement de la proportionnalité à ces niveaux de classe, il apparaît que, si à T1 et T2 les performances entre groupe expérimental et groupe témoin sont comparables, à T3 le groupe ACIM-1 obtient 66% de réussite alors que G-T n'atteint que 52% de réussite. Cela confirme que, sur les procédures expertes mobilisées par les problèmes de proportionnalité typiques, les supports ACIM ont permis une meilleure intégration des connaissances.

### Discussion et conclusions :

Les outils qui ont fait l'objet de cette étude sont des supports schématiques à la fois visuels, abstraits (non figuratifs) et systémiques qui se proposent de mettre l'apprenant en activité de résolution de problèmes, de construction active du savoir et de mise en relation des connaissances. Nous nous sommes demandé si ces outils pouvaient constituer une médiation pertinente pour l'enseignement des mathématiques auprès des jeunes sourds.

Les résultats obtenus sont de deux ordres :

- Qualitatifs : des effets notables sont observés, dans la première étude (cf. *supra*) et retrouvés semblables dans la deuxième, sur la durée d'attention des élèves, sur l'implication dans la recherche face à des problèmes, sur la communication à l'intérieur du groupe. On peut faire l'hypothèse que la mise en activité sur un support complexe mais non verbal a favorisé, pour ce public de jeunes sourds, une dynamique de la recherche. Par ailleurs, la permanence du support a pu soutenir l'élaboration du savoir au travers d'échanges et de débats.
- Quantitatifs : les données recueillies indiquent que les outils mis à l'épreuve (ACIM) ne démontrent pas un effet discriminant sur l'apprentissage lui-même, comparés à des méthodes plus classiques. Cependant, une différence intervient quand on considère le long terme : l'apprentissage fait avec les schémas symboliques semble plus robuste et mieux consolidé dans l'esprit des élèves que l'apprentissage traditionnel. Cela peut être attribué à la modalité à la fois systémique, générique et visuelle inhérente aux planches ACIM : les élèves ont pu tirer profit de ces caractéristiques pour se représenter des relations conceptuelles, intégrer des structures mathématiques, mémoriser des connaissances utilisables en situation contextualisée. Une meilleure réussite à long terme est importante car elle laisse augurer, pour ces jeunes adultes en formation professionnelle, un usage fonctionnel futur de la notion de proportionnalité et des démarches associées.

Bien sûr, de telles indications demanderont à être consolidées et précisées, au moyen d'études ultérieures portant sur des groupes quantitativement plus importants, abordant d'autres thèmes d'apprentissage, s'adressant à des niveaux de classe différents. Il reste pour l'heure que la mise à l'épreuve de médiations pédagogiques telles celles proposées par la démarche ACIM apporte une contribution à la question des dispositifs pédagogiques et des médiations qui sont susceptibles d'aider les jeunes sourds à apprendre.

**Annexe :**

**Liste des problèmes Q1 à Q10 composant les tests T1, T2, T3 :**

- 1) A la boulangerie, le prix d'un croissant est de 1,20 €. Combien coûtent 3 croissants ?
- 2) On achète 5 kg de pommes pour 15 €. Combien coûte un kg de pommes ?
- 3) Une voiture consomme 6 litres d'essence pour 100 km. Combien consomme-t-elle pour 300 km ?
- 4) A la superette, un pack de 3 bouteilles d'eau est vendu 1,50 €. Combien payera-t-on si on achète 4 bouteilles d'eau ?
- 5) Pierre paie 2 pains au chocolat pour 2,80 €. Claire prend 3 pains au chocolat, combien paie-t-elle ?
- 6) 25 litres d'essence valent 42,50 €. Le réservoir peut contenir 65 litres, combien coûte le plein d'essence ?
- 7) Pour faire 3 km, un promeneur a marché pendant 36 minutes. En continuant à la même vitesse, combien de temps lui faudra-t-il pour parcourir 15 km ?
- 8) Un paquet contient 8 biscuits. Combien y a-t-il de biscuits en tout si l'on a 5 paquets ?
- 9) Le raisin est en promotion : 3,5 kg pour 5,95 €. Combien coûte un kg de raisin ?
- 10) La petite bouteille de lait contient 0,5 L. Combien y a-t-il de L en tout avec 6 bouteilles de lait ?