

Apprentissage des tables de multiplication par la nomographie

Le jeudi 28 septembre 2023, dans la classe de CE2 b de l'école Aristide Briand, a été menée une expérimentation sur une séquence visant à utiliser le nomogramme parabolique de Clark pour l'enseignement des tables de multiplication.

Contexte historique

Au début du XX^e siècle, les élèves ingénieurs ne disposaient pas de calculatrices dans les salles de classe. John Clark (1864-1911), qui enseignait les mathématiques à l'école polytechnique du Caire, a développé des nomogrammes de multiplication, dont le plus connu a la forme d'une parabole. Maurice d'Ocagne (1862-1938), concepteur de la nomographie, a cherché à diminuer l'importance de cette création qui n'est pas la sienne, en citant un travail antérieur d'August Möbius (1790-1868) en 1841, portant sur l'utilisation de graphiques pour l'apprentissage des tables de multiplication¹.

Le calcul graphique et mécanique, qui a eu ses lettres de noblesse au XIX^e siècle (voire avant) parce qu'il permettait à des techniciens et ingénieurs de résoudre des problèmes sans ordinateur (lequel n'existait pas encore à l'époque), redevient intéressant aujourd'hui, parce qu'il fait appel à la manipulation d'objets (ci-dessous, la règle à poser sur le nomogramme) dont on considère qu'elle facilite l'apprentissage, a minima par les élèves privilégiant le canal kinesthésique.

La nomographie présente les avantages suivants :

- En effectuant des multiplications posées (ou avec l'abaque de Gerbert), les élèves ne connaissant pas encore les tables de multiplication sont bloqués. Avec un nomogramme, ils peuvent lever le blocage tout en accroissant leur connaissance des tables de multiplication.
- Les activités qui *utilisent* les tables de multiplication peuvent être pratiquées simultanément par des élèves qui sont à des stades différents de l'*apprentissage* des tables : ceux qui connaissent déjà les tables mobilisent leurs connaissances, les autres découvrent les tables.
- Pour effectuer une multiplication sur le nomogramme, on manipule les objets (nomogramme et règle) ce qui mobilise le canal kinesthésique que l'enseignement des mathématiques a tendance à trop négliger.
- Pour lire le résultat de la multiplication, on effectue une mesure (lecture d'un nombre sur un axe gradué²), ce qui d'une part mobilise le canal visuel, d'autre part forme à la pratique de la mesure.
- L'apprentissage par cœur des tables de multiplication se fait d'habitude comme

1 On remarque à ce sujet que le caractère difficile de la mémorisation des tables de multiplication était déjà notoire à l'époque de Möbius. En fait Leibniz l'évoquait également au début du XVIII^e siècle dans un article sur la numération binaire.

2 L'idée de l'activité est née en voyant des élèves de CP lire la température du matin sur le thermomètre de la classe. Certains de ces météorologues du CP ont d'ailleurs participé à la présente expérience, une fois en CE 2.

l'apprentissage par cœur d'un texte, donc par les structures verbales du cerveau (canal auditif). Cette difficulté, soulignée par Stanislas Dehaene³, d'habitude compensée par une re-création de la table de multiplication *ad hoc*, est moins visible de par le caractère graphique du nomogramme.

- Avant de trouver le résultat exact par lecture de la graduation, on peut estimer l'ordre de grandeur du résultat par un rapide regard à l'axe gradué, ce qui limite l'amplitude des erreurs de connaissance des tables de multiplication.

Une table déjà connue

Pour commencer, il a été demandé aux élèves de réciter une table que certains connaissaient déjà : 6×4 . La table de 4 étant (à tort ?) supposée vue au CE 1, et le rappel ayant été fait, que $6 \times 4 = 4 \times 6$. Beaucoup de réponses erronées ont été proposées, mais la plupart portant sur des nombres pairs comme 12, 18 ou 42. L'un des élèves a proposé 28 puis 25 : il regardait le nomogramme vidéoprojeté et essayait de lire le produit au jugé. Il a d'ailleurs fini par trouver 24 (en partie par lecture graphique approximative, en partie par le raisonnement - 6×4 est pair parce que 4 est pair – et en partie par mobilisation de sa mémoire à long terme). Le cas de cet élève suggère l'utilité de la nomographie en phase d'apprentissage des tables de multiplication. La multiplication à l'aide du nomogramme se fait en posant la règle sur les points 6 (à gauche) et 4 (à droite) puis en lisant la graduation par laquelle passe la règle :

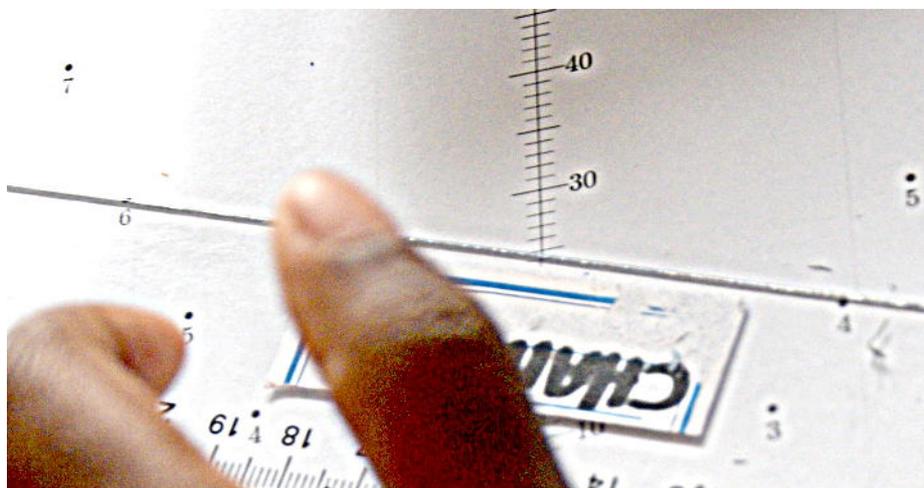
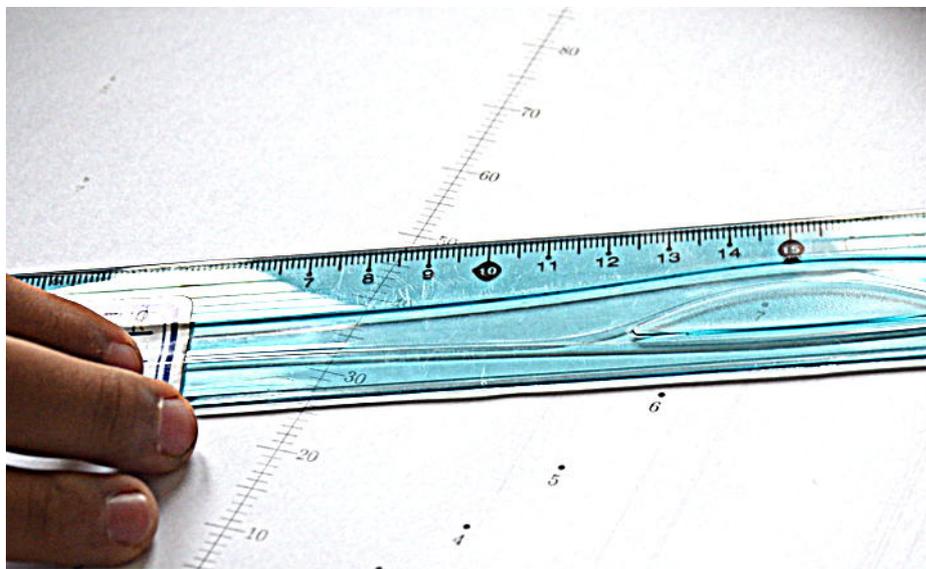
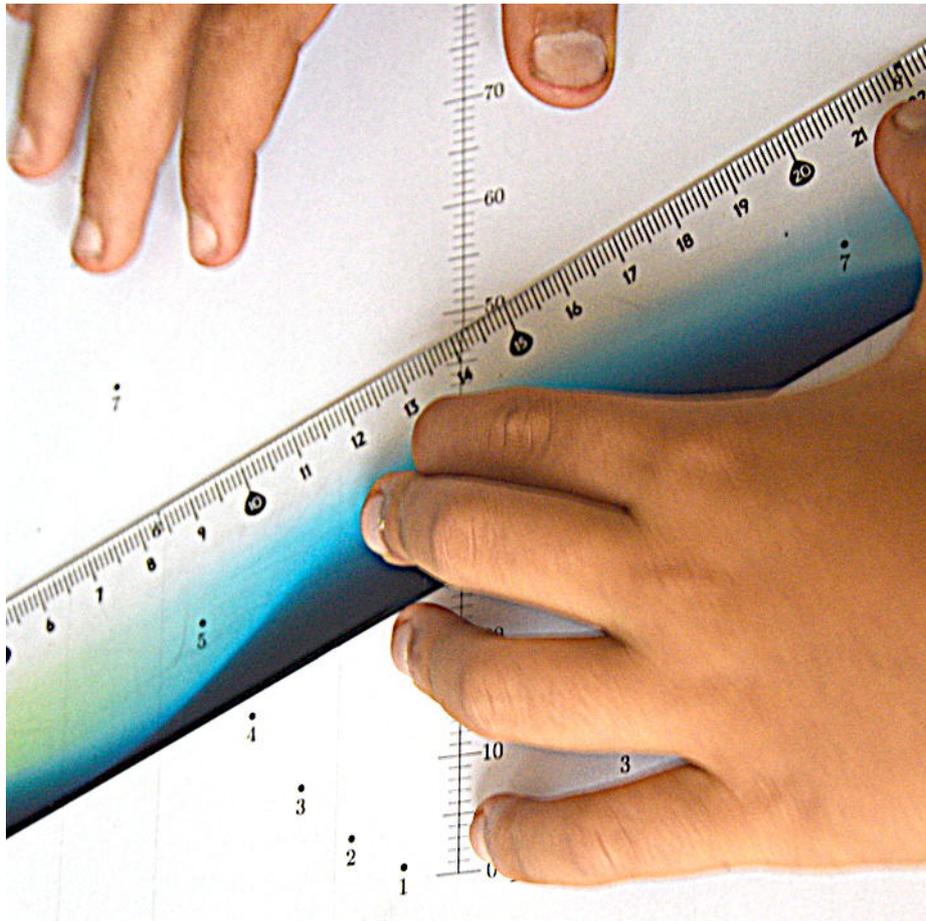


Table de 6

Pour rester dans les nombres pairs, on a ensuite demandé de mesurer 6×8 :

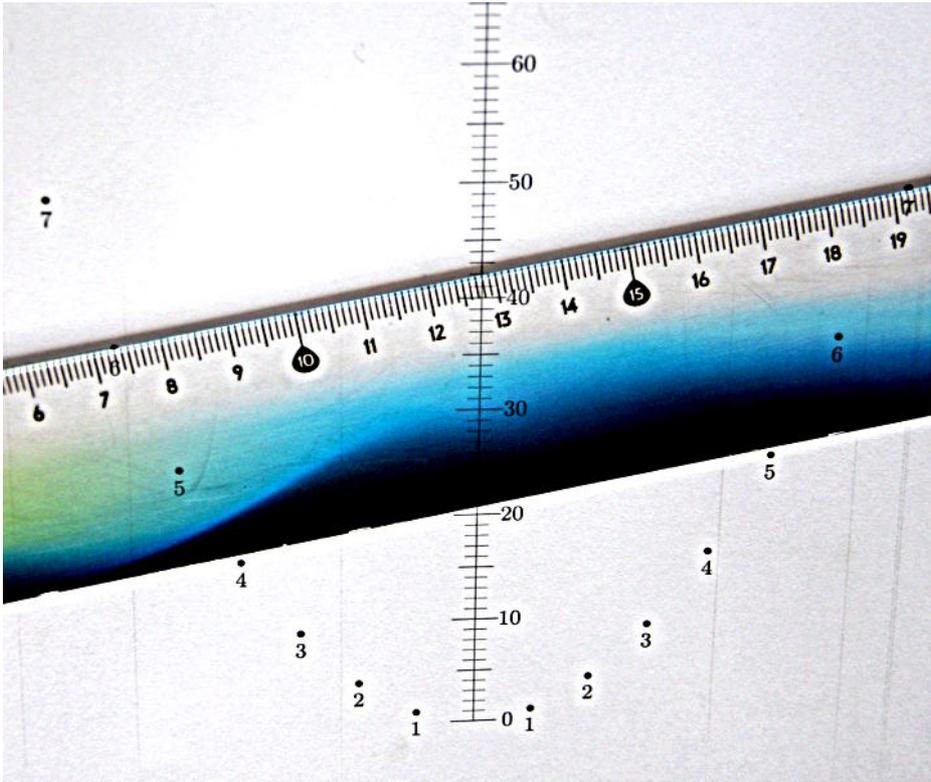
3 *La bosse des maths*, Odile Jacob



Les erreurs de lecture les plus fréquentes ont été les erreurs de parallaxe (la règle cache la graduation si on ne regarde pas de haut) et les erreurs de visée (placement de la règle au bord du point plutôt qu'au centre du point, voire sur le chiffre au lieu du point).

Table de 7

Ensuite on a demandé de mesurer 6×7 :



et 7×3 :

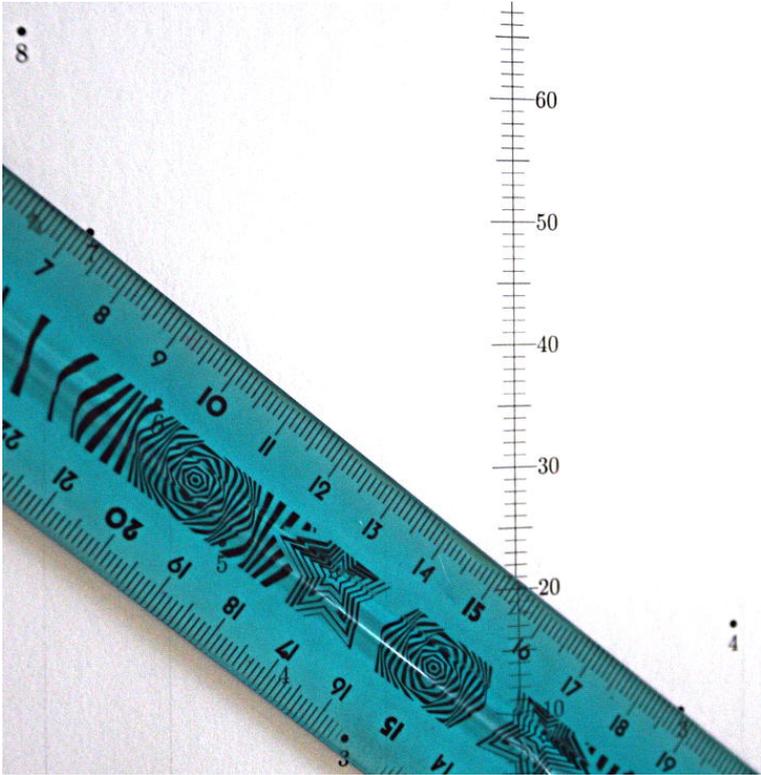
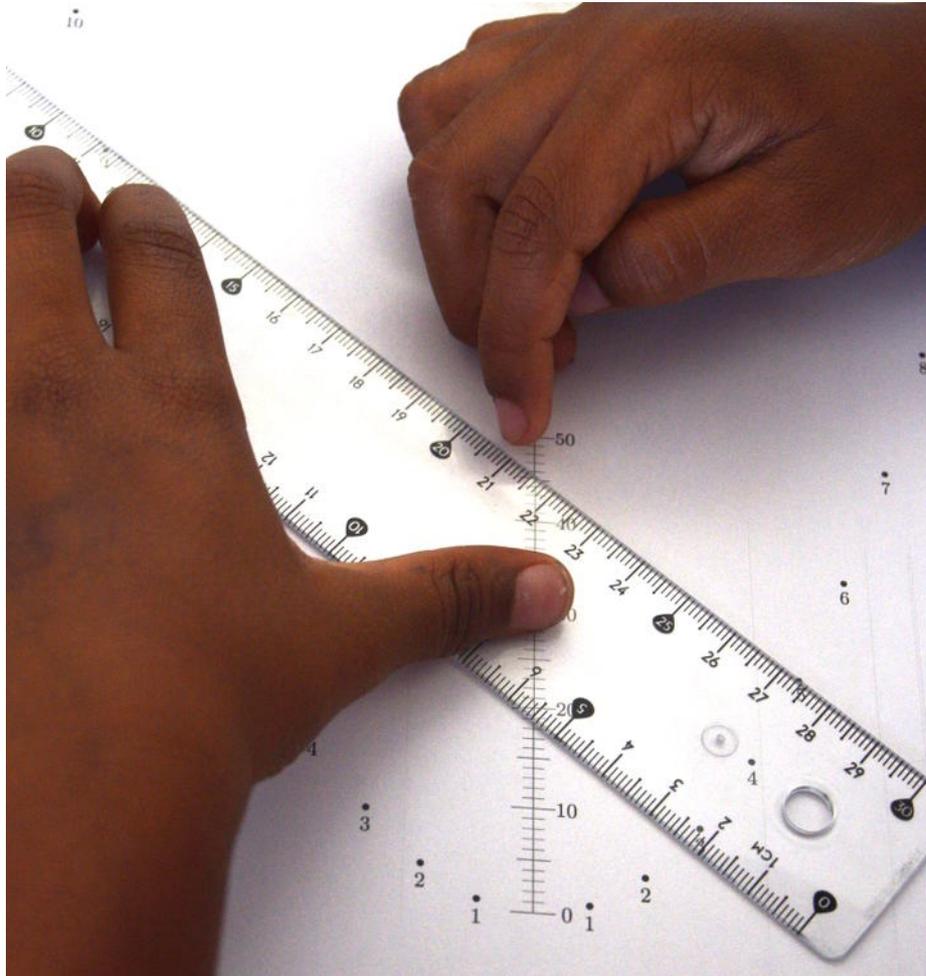


Table de 9

La multiplication 9×5 montre les erreurs les plus typiques. Ici, la règle passe un peu au-dessus du point 9 (elle est tangente au point, au lieu de passer par son centre) et on lit 46 au lieu de 45 :



Et ici, les erreurs (règle passant plus bas que le 9 et plus haut que le 5) se compensent mystérieusement pour donner un résultat exact :

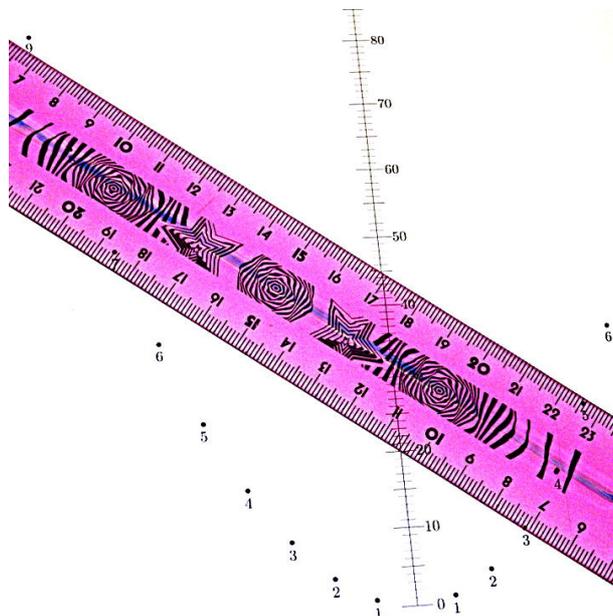
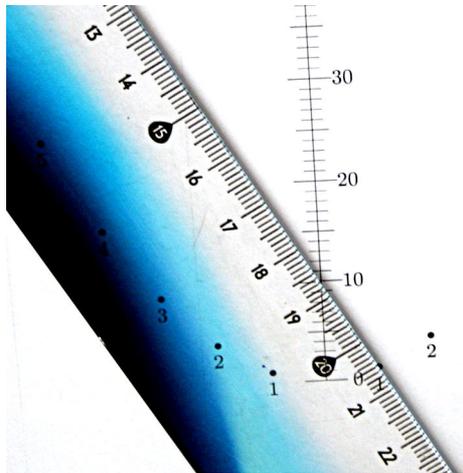
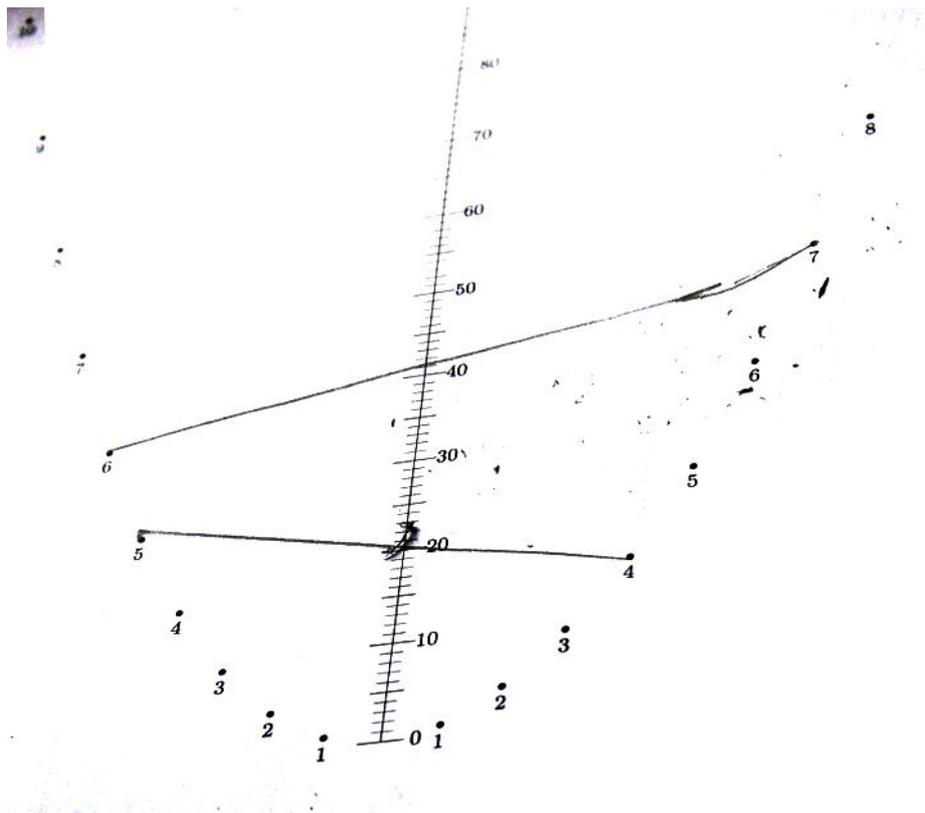


Table de 10 et tracés

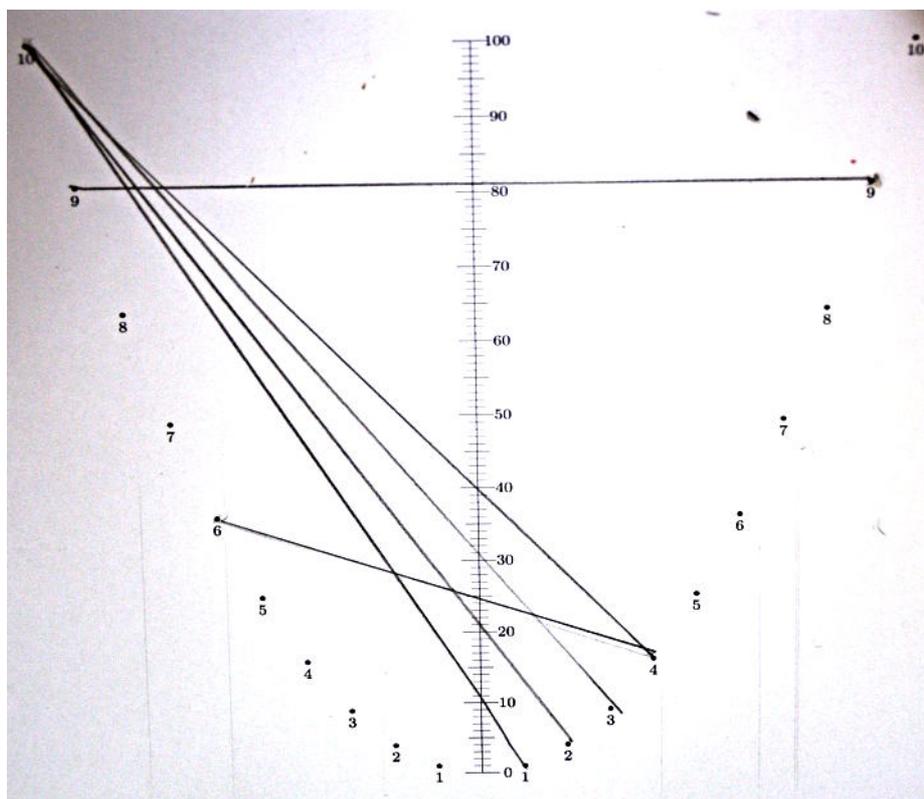
La multiplication par 10 est importante en début de CE2, mais le nomogramme permet de l'illustrer. Par exemple on vérifie que $10 \times 1 = 10$:



Les élèves avaient pour instruction de ne rien écrire d'autre que leur nom sur le nomogramme, afin de pouvoir s'en resservir ultérieurement. Certains ont circonvenu à cette instruction, ce qui a permis de voir la source de certaines erreurs. Ici la règle a glissé et on lit 41 pour 6×7 :



Et ici, on voit le tracé effectué avec soin, de la table de 10 :



Résumé

Les élèves ont visiblement adoré cette activité, en partie parce qu'il s'agit de manipulation, et en partie parce que ça leur a permis de découvrir quelque chose qu'ils ne connaissaient par encore : les tables de 6, 7 et 9. La joie des élèves lorsqu'ils ont appris qu'ils pouvaient garder le nomogramme, est un bon indicateur du succès de l'activité. Une élève, en apprenant qu'elle pouvait garder le nomogramme, a dit en guise de remerciement « je le mettrai au mur de ma chambre comme ça je pourrai faire des multiplications chaque fois que je veux ».

Que dire de plus ?

Alain Busser

Laetitia Bègue

Patrick Schilli

