

L'HISTOGRAMME

UN OUTIL MATHÉMATIQUE POLYVALENT

POUR DES PROJETS DE CLASSE DIVERSIFIÉS

Jean-Noël MANOUBA
Professeur des écoles
Ecole de Bonneveine 2, Marseille

Dès lors que l'on considère que la réussite dans les apprentissages est étroitement liée au désir et au besoin de *comprendre*, d'*aimer* et d'*apprendre* propres à chaque enfant, on ne peut dissocier complètement à l'école primaire ces dimensions constitutives de la motivation des enfants.

On peut se demander si des outils mathématiques seraient à même de les favoriser conjointement et entre autres de permettre aux élèves :

- de réaliser avec efficacité des projets individuels et collectifs dans le cadre de leur vie scolaire,
- d'acquérir une conscience accrue de l'intérêt et de l'utilité des mathématiques,
- d'approfondir leur compréhension de notions mathématiques.

Les histogrammes qui « donnent à voir et à comprendre » sont proposés ici comme une réponse possible à cette question, à même de favoriser le travail mathématique dans le cadre de projets disciplinaires. À travers la narration d'activités de classe menées au cycle 3, la réalisation et l'interprétation d'histogrammes sont décrites comme pouvant aider les élèves à entrer dans une dynamique de désir et de progrès.

Progresser ensemble en course d'endurance : un projet de classe

Cadre de travail et objectifs globaux

Au cours d'un cycle d'endurance, il s'agissait de motiver les enfants à courir, à être attentifs à leur rythme de course ainsi qu'à leur performance, le tout dans une dynamique de progrès individuels et de classe, dans un esprit de solidarité et d'entraide.

Nous présentons ici la réalisation de deux cycles d'endurance conduits avec une même classe d'élèves qui étaient, en 2001-2002, en CE2 puis, en 2003-2004, en CM2.

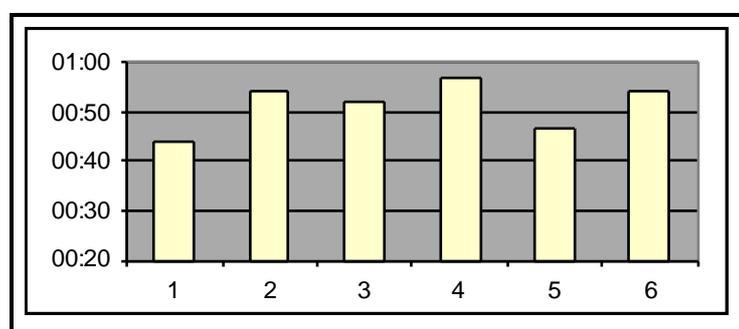
Nous en brosons d'abord les grands traits. Des descriptions plus fines précisant l'utilisation et la mise en œuvre de l'outil « histogramme » seront données dans les paragraphes et parties suivants.

Introduction du projet en CE2

En septembre 2001, un cycle d'endurance a été entamé avec les CE2. L'objectif principal déclaré était celui de leur préparation physique en vue de réussir des courses d'orientation en milieu naturel « ouvert ».

La question des progrès ayant été posée, celle-ci fut très vite mise en relation avec la capacité à être régulier tout au long de sa course. Les chronos successifs ont alors permis de trouver la liste des temps par tours sur des exemples assez simples de course. Cette liste se révélant insatisfaisante pour interpréter la course convenablement, il fut proposé aux élèves de « représenter la course ».

Après quelques tâtonnements collectifs, l'outil « histogramme¹ » fut introduit et adopté pour représenter la course de chacun.



Graphique 1 : Exemple d'historgramme de course

Légende : 6 tours de plateau sportif - le temps mis pour un tour est de plus de 20s et de moins de 60s.

Sur le cycle, l'objectif fut alors de permettre à chacun de trouver son rythme pour une distance donnée - de 6 à 10 tours de plateau sportif et jusqu'à 15 tours pour certains - , puis de passer à une distance plus grande.

Reprise du projet en CM2

En septembre 2003, un cycle d'endurance est de nouveau entamé avec les mêmes élèves maintenant en CM2. L'objectif principal déclaré est la préparation du cross de Marseillevyre qui permet aux élèves de CM2 du secteur et à ceux de Sixième de courir ensemble. L'outil « histogramme » est sollicité par les élèves eux-mêmes dès le début du cycle pour pouvoir, entre autres, « comparer leur rythme de course avec celui qu'ils avaient en CE2 ». La construction-interprétation des histogrammes est très vite experte, même pour un élève nouveau de la classe qui se prend très vite au jeu. Ici, contrairement au cycle d'endurance du CE2, l'objectif n'est pas de pouvoir courir sur des distances de plus en plus longues, mais de se montrer de plus en plus rapide et efficace sur une distance donnée - la distance de 1400 mètres correspondant au parcours du cross est estimée à 10 tours de plateau sportif - .

¹ En statistiques, on distingue couramment les diagrammes en barres (ou bandes) des histogrammes proprement dits. Ces derniers supposent une variable et des regroupements de ses valeurs en classes. Lorsque des valeurs successives de la variable sont prises en compte sans regroupement, comme dans le cas présent, on parle plutôt de diagrammes en barres (ou bandes ou encore bâtons). Cependant, le terme « **histogramme** » a été choisi en relation avec le nom générique qui figure dans le menu d'Excel.

Organisation des séances

Deux séances hebdomadaires ont été consacrées à la course d'endurance en septembre et octobre, en 2001 comme en 2003 :

- une séance était réservée au travail sur le souffle, l'accélération et le rythme, et aux exercices musculaires, d'échauffement et d'assouplissement ; la course n'était pas chronométrée ;
- la seconde séance, elle, était chronométrée ; les élèves étaient organisés en binômes. L'un courait, pendant que l'autre notait les chronos de passage que le maître lisait à chaque passage par la ligne de départ - *plateau sportif de périmètre de 140 mètres environ ; de 6 à 10 tours en CE2, 10 tours en CM2, avec la possibilité pour les élèves de poursuivre leur parcours après 10 tours* - . Ainsi une moitié de classe courait pendant que l'autre moitié observait et relevait les chronos de passage.

Allers et retours entre plateau sportif et classe de mathématiques – en CE2

De la découverte de l'histogramme ...

En CE2, la seconde course de septembre a donc été chronométrée par les élèves. Un histogramme de leur course leur a été remis à chacun par le maître le lendemain (impression informatique suite à l'utilisation du tableur Excel). Le moment a semblé magique pour certains, qui découvraient en classe de mathématiques les potentialités d'un mode de représentation de leur course. La discussion très riche qui a suivi a porté sur l'interprétation des courses. Chacun a commencé à appréhender sa course à sa façon.

Par la suite, les élèves ont continué à interpréter leurs courses à partir de diagrammes fournis. Mais ils ont aussi tracé leurs histogrammes à la main, à partir de tableaux de temps par tour fournis. Enfin, ils ont calculé eux-mêmes leurs temps par tour.

... A l'adoption de contrats de course

Après les deux premières courses, il a été proposé aux élèves de se donner un contrat² de course à tenir dans la course suivante. Très vite, le contrat a porté sur la régularité, chaque élève devant réaliser chaque tour avec un temps proche de son contrat (un temps choisi par l'élève après une négociation avec le maître).

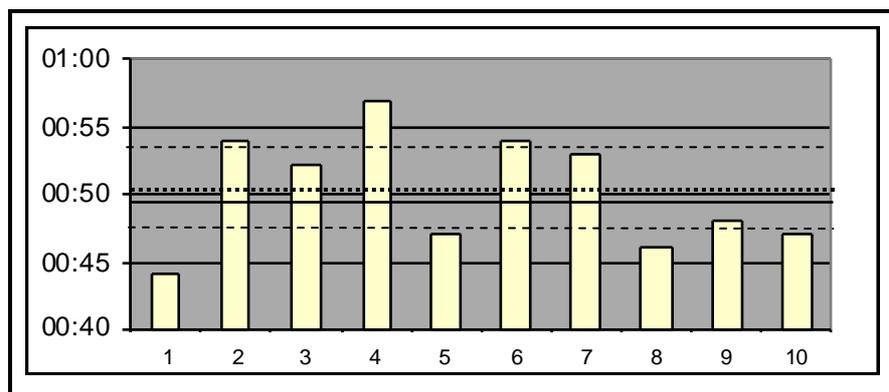
Enfin, suite à des discussions de classe, le contrat s'est encore précisé en reposant sur deux critères à remplir :

- **critère 1** : l'écart entre le temps par tour moyen sur la course (la « moyenne ») et le temps choisi par contrat devait être inférieur à un seuil choisi - *3 secondes par exemple* - ;
- **critère 2** : l'écart entre les temps par tours successifs et la moyenne ne devait pas dépasser trop souvent - *pas plus de 4 fois, par exemple* - le seuil choisi - *3 secondes* - .

Il est à noter que l'idée de temps par tour moyen sur la course (dénommé ici « moyenne ») est venue après des calculs effectués suite à des questions du type : « *et si j'avais couru à chaque tour comme à celui-ci, quel aurait été le temps du chrono au dernier passage ?* » ou « *si ma course avait été régulière, quel serait le temps à chaque tour ?* ».

² Le fonctionnement de l'école étant coopératif, les élèves sont habitués à se donner des contrats de travail.

Dans la course représentée par le graphique 2, le critère 1 est rempli avec un contrat de 49 secondes et une moyenne de 50 secondes, mais le critère 2 ne l'est pas (5 bâtons sortent de la zone).



Graphique 2. Représentation d'une course et des critères 1 et 2 du contrat³

Le temps du contrat est représenté en trait noir gras continu.

La moyenne calculée est représentée en pointillés gras et la zone de tolérance en pointillés fins.

Il était intéressant d'observer les efforts que les élèves étaient capables de fournir durant une course pour que leur travail de mathématiques aboutisse à une conclusion positive (au moins un critère rempli et, si possible, deux).

Les séances d'endurance étaient ainsi brièvement préparées avant la course avec une réinterprétation de la course précédente, un rappel des écueils à éviter. Puis elles étaient interprétées en classe de mathématiques après la course, individuellement ou par groupes de course (pas systématiquement le jour même).

Bilan du premier cycle E.P.S. / Mathématiques

En ce qui concerne la régularité et la distance parcourue, les progrès ont été importants pour l'ensemble de la classe. L'exigence de progression sur la distance parcourue (après avoir trouvé son rythme sur la distance) amenait la plupart des élèves à ne pas se « cacher » derrière un contrat devenu assez facile à remplir pour eux.

L'outil « histogramme » est devenu familier et aisé d'utilisation. Vers la fin du cycle, les compétences d'interprétation, de tracé et de calcul, ayant été acquises par la plupart des élèves (*voir partie « Objectifs d'apprentissage transversaux et disciplinaires »*), chacun calculait, construisait et « interprétait », à chaud, autour de sa performance d'endurance ; ceci permettait d'obtenir une interprétation personnelle riche d'enseignements. Le tutorat permettait d'aider les élèves qui avaient encore quelques difficultés de calcul ou de tracé.

Enfin, plusieurs séances d'informatique (au centre d'informatique du quartier) autour du tableur Excel ont permis, en particulier, de court-circuiter le travail calculatoire et graphique, tout en obtenant un rendu parfait. À ces occasions, l'informatique a été fortement appréciée (facilité d'utilisation, rapidité et fiabilité calculatoire, précision et qualité de l'interface graphique...) par tous les élèves qui, après avoir « mis la main à la pâte », gagnaient du temps pour un résultat « meilleur » !

³ **Choix de l'ordonnée à l'origine :** lors du travail sur les graphiques, il a été remarqué que graduer à partir d'un temps le plus élevé « possible » (ici 40 secondes) permettait d'obtenir plus de précision sur les tracés et ainsi de mieux repérer les bâtonnets « hors zone ».

Organisation des séances d'endurance en CM2

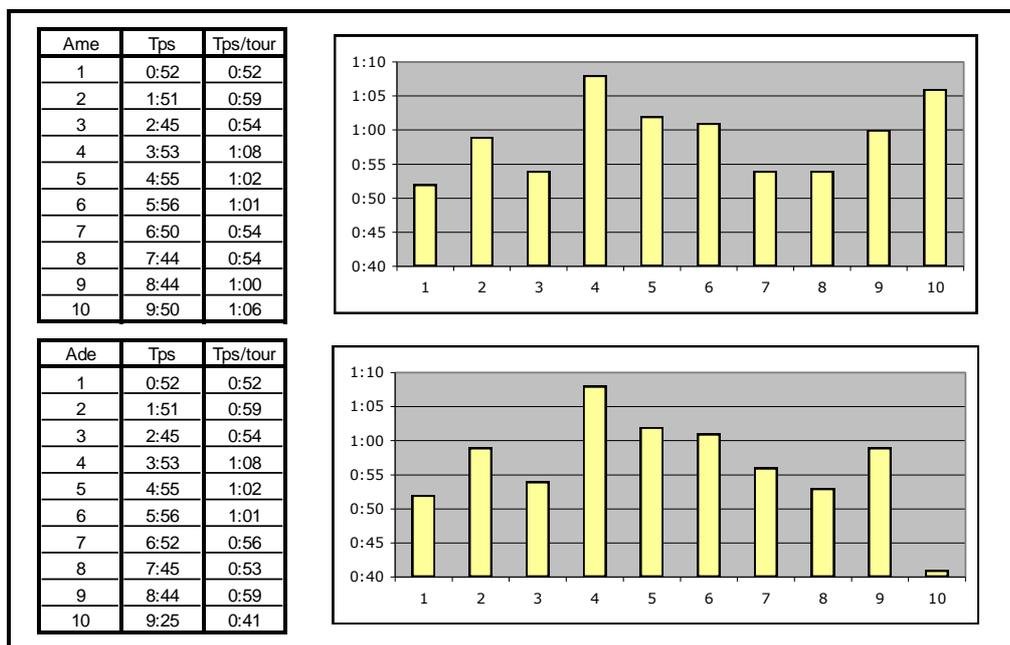
Evolution des objectifs

La décision, prise en réunion coopérative⁴, de participer au cross de Marseilleveyre a « embarqué » la classe dans un fonctionnement connu. L'objectif, lui, était différent : être capable de progresser en régularité puis en performance, sur une distance donnée - *estimée* à 10 tours de plateau - , de façon à anticiper sereinement le cross à venir.

Les écueils du cycle d'endurance conduit au CE2 ont aussi été pris en compte. Ainsi :

- la rigidité des critères 1 et 2 du contrat a laissé place à des contrats plus flexibles, basés sur la performance, permettant d'accélérer à la fin et de personnaliser davantage sa course en fonction de son rythme propre, une fois une certaine régularité de course acquise ;
- les courses individuelles (ou par groupe, sur toute la distance) ont cédé la place à des courses dont les premiers tours devaient être parcourus par groupe de niveau, le reste de la course étant libre (seul, à deux, etc.) ; cela devait permettre d'insuffler une certaine dynamique de groupe, tout en laissant l'occasion à chacun de poursuivre et de terminer la course selon son rythme et sa stratégie.

Le graphique 3 présente les histogrammes de deux élèves qui ont couru le 15/09/03. Ils couraient au sein d'un groupe de quatre élèves aux tours 1, 2 et 3, puis ils ont poursuivi ensemble la course (ralentissement) aux tours 4, 5 et 6 et, enfin, ils ont terminé la course à leur propre rythme.



Graphique 3 : Deux histogrammes pour la comparaison de courses

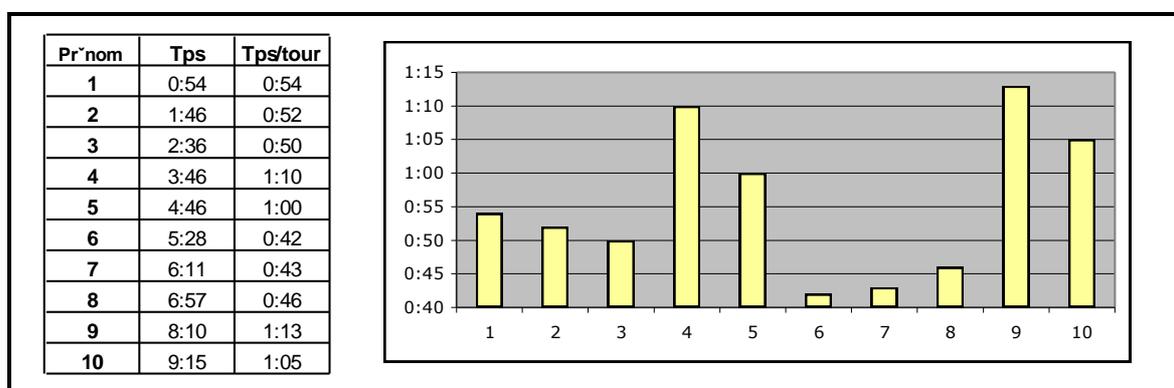
⁴ La « réunion coopérative » est une réunion de classe hebdomadaire qui permet de gérer coopérativement la classe : responsabilités, résolution de conflits, propositions et gestion des projets de classe.

Progresser et se voir progresser en course d'endurance en CM2

Interpréter sa course pour en tirer des leçons et s'améliorer

Les progrès ont été très nets, même pour les élèves non motivés pour l'activité ou ceux qui avaient des difficultés à trouver un rythme. Certes, la perspective du cross CM2 - Sixièmes du Collège Marseilleveyre du 8 novembre était une motivation importante pour prouver d'abord à autrui que l'on pouvait bien faire ; mais, la dynamique de progrès favorisée par la méthode d'approche elle-même n'y était certainement pas pour rien.

Voici l'histogramme de la première course chronométrée d'un élève de la classe qui venait d'une autre école et n'avait donc pas participé au cycle d'endurance réalisé deux ans plus tôt. Voici son interprétation personnelle : « Je suis parti un peu vite et j'ai été fatigué au quatrième tour. Au sixième tour, j'ai voulu rattraper mon retard sur Pierre et j'ai couru bien plus vite mais aux deux derniers tours, j'ai eu un point de côté et j'ai dû marcher un peu ».



Graphique 4 : Un histogramme de course

Ne pourrait-on pas avoir une interprétation proche de celle-ci juste en regardant l'histogramme ? Pas toujours, ont remarqué les enfants pour une telle question ! Il arrivait que certaines interprétations pourtant pertinentes, à propos de l'histogramme d'un camarade, ne soient pas validées par ce camarade. Ainsi, l'histogramme, outil d'apprentissages mathématiques a été vu comme un outil pouvant donner des informations dont l'interprétation ne va pas toujours de soi (ce qui est souvent le cas en statistiques !).

Le brevet d'E.P.S. comme dispositif d'incitation à progresser

En CM2, la course a été courue librement lors des deux premières séances avec pour objectif de réaliser 10 tours de plateau. Ceci avait pour but d'aider les élèves à trouver un rythme aussi régulier que possible et de leur permettre d'évaluer leur performance avec une certaine précision. Puis trois séances de course chronométrée se sont succédées jusqu'au 6 octobre, de façon à obtenir un échantillon de chronos à même d'aider les élèves à choisir un contrat.

Pour obtenir leur « brevet sportif d'endurance »⁷, ils devaient **atteindre ce contrat** avant la fin du cycle au cours de l'une des trois séances chronométrées suivantes, **sans régresser après l'avoir atteint** (deux critères : « *passer sous le temps contrat* » et « *se maintenir* »).

Le choix par l'élève du contrat (après négociation avec le maître) devait donc s'appuyer sur la considération des cinq performances précédentes, synthétisées par la donnée de trois performances caractéristiques : la moins bonne performance, la performance médiane et la

⁷ C'est un mode d'évaluation de l'école coopérative.

meilleure performance. Notons que la meilleure performance n'avait pas toujours été celle de la dernière course précédant le contrat (course du 6 octobre). Le choix de la performance médiane (plutôt que de la performance moyenne) permettait, de fait, de ne pas tenir compte du chrono de la première course chronométrée réalisée sans entraînement. De plus il avait l'intérêt de ne demander que le classement des performances.

Enfin, à deux ou trois semaines de la fin du cycle, le maître a annoncé qu'une remise de récompenses (très modestes) basées sur les progrès réalisés serait organisée à quelques jours du cross. Cette perspective, qui distinguait bien les progrès réalisés du niveau de performance réalisé au cross, a eu tendance à donner un sursaut d'énergie à ceux qui risquaient de régresser ou qui avaient déjà un peu commencé (ce qui se comprend lorsqu'un rythme de course « individualisé » a été trouvé et que l'élève ne peut plus trop progresser).

Bilan sportif du second cycle d'E.P.S.

Dans le tableau 2, on a répertorié pour chaque élève les trois chronos caractéristiques de ses courses réalisées jusqu'au 6 octobre, ainsi que son contrat et ses trois performances ultérieures.

El ves	Perf. + basse	Perf. Mediane	meill. perf.	CONTRAT	Lundi 13 oct	Lundi 20 oct	Lundi 3 nov
Ade	9:34	8:22	8:20	7:50	7:37	7:31	7:24
Air	9:00	8:29	7:28	7:13	7:23	7:12	7:08
Ali	9:54	8:46	8:05	7:50	7:53	8:08	7:50
Bap	10:20	9:27	8:53	8:00	8:06	8:51	8:10
Ben	8:28	8:15	7:55	7:50	8:38	8:20	8:05
Ced	7:38	6:55	6:47	6:40	6:23	6:12	6:06
Chl	10:20	9:30	9:16	8:50	8:15	10:10	8:10
Cyr	15:30	13:00	11:47	11:00	12:07	12:10	11:31
Emi	9:31	8:20	8:11	7:50	8:25	7:31	7:36
Emm	-	-	-	-	7:23	8:32	7:24
Flo	9:13	8:28	8:08	7:55	8:28	7:25	7:00
Gab	7:10	-	-	7:00	6:06	5:48	5:40
Jas	14:30	13:00	12:00	11:00	12:07	11:40	11:31
Jul	8:10	7:02	6:22	6:10	6:09	6:01	5:55
Lae	11:13	10:45	9:43	9:00	9:43	9:00	9:06
Lil	9:50	8:02	7:10	7:00	7:01	6:57	6:53
Mic	8:45	7:53	6:54	6:35	7:00	6:22	6:12
Mor	9:50	9:24	8:14	8:00	8:28	8:02	7:53
Nat	13:31	9:54	8:47	8:40	8:15	-	8:25
Oce	14:30	13:40	10:00	9:30	9:54	-	9:51
Pie	8:33	8:20	8:09	7:40	9:06	7:02	6:56
The	10:42	10:30	9:32	8:00	9:45	9:16	8:51
Tho	10:20	9:50	8:50	8:30	8:13	8:09	7:57
Tit	8:15	7:52	7:22	7:00	7:53	7:10	7:01
Val	9:00	8:27	8:15	7:50	8:15	8:04	8:10

Tableau 2 : Progression de chaque élève sur le cycle

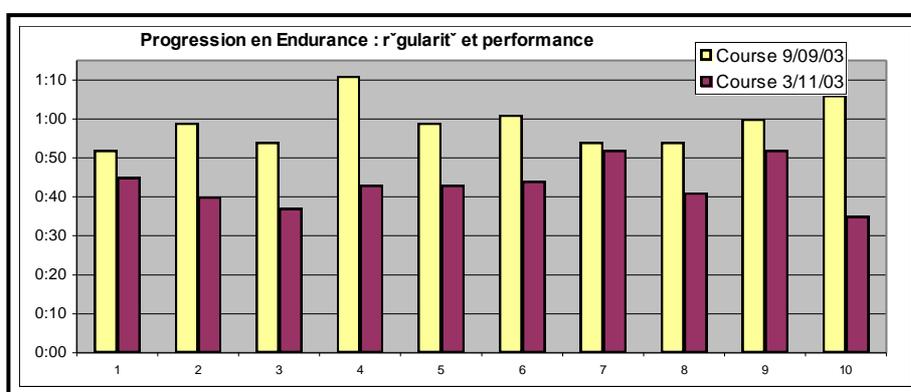
Synthèse des chronos de la classe

Au niveau de la réussite dans les contrats : 16 élèves ont rempli leur contrat, satisfaisant deux critères ; 6 autres (Bap, Cyr, Jas, Océ, Thé, Tit) qui ne vérifiaient pas les deux critères simultanément ont obtenu tout de même leur brevet, suite à une discussion de classe portant sur leur progression (le contrat était trop ambitieux mais les progrès réels, par exemple). Enfin, trois n'ont pas obtenu le brevet à la fin du cycle : Ben avait régressé entre septembre et octobre, malgré une progression sur le mois d'octobre ; Emm n'avait pas pu participer (entorse) à 6 séances d'endurance et n'avait pas réalisé de progrès significatifs sur le mois d'octobre ; enfin, Val n'avait pas progressé sur le mois d'octobre. Ces trois élèves ont donc choisi un nouveau contrat et l'ont rempli au début du mois de novembre (prise en charge par des camarades de leurs chronos pendant le temps de récréation).

Le bilan sportif global a ainsi été extrêmement positif et ce, à plusieurs niveaux :

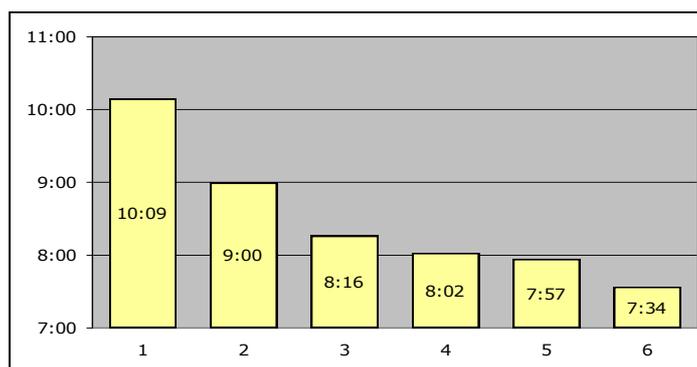
- les élèves ont appris quelque chose quant au sens de l'effort et au niveau du plaisir que l'on peut en retirer (apprendre à connaître son corps et à l'assumer, se voir progresser suite aux efforts consentis) ;
- ils se sont davantage responsabilisés en se donnant des contrats à la fois réalisables et ambitieux qu'ils ont le plus souvent réussis, de façon coopérative et dans un esprit d'entraide ;
- ils ont tous fini le cross, ce qui n'était pas assuré pour quelques-uns (qui justement en ont retiré beaucoup de satisfaction) et, dans l'ensemble, ils ont très bien couru.

Le graphique 5 donne, à titre d'exemple, le double histogramme de course sur le cycle d'une élève ayant eu des progrès dans la moyenne de la classe (ce graphique a été distribué et interprété en classe). Presque deux mois séparent ces deux courses. Notons que la capacité à accélérer à la fin de la course avait été valorisée.



Graphique 5 : D'une course à l'autre, les progrès sur le cycle

Le graphique 6 représente l'historique des chronos moyens de la classe. La progression sur la période est assez nette.



Graphique 6 : Les temps moyens de classe successifs sur le cycle

Les barres représentent les temps moyens pour les trois courses précédant et suivant le choix d'un contrat.

Objectifs d'apprentissage transversaux et disciplinaires

Cette partie vise à rendre compte de ce qu'a permis l'outil « histogramme » en matière d'apprentissage.

Faire acquérir des compétences transversales

Des compétences comportementales pour apprendre à vivre en société

Dans le projet sur l'endurance, des compétences transversales propres à l'éducation civique ont été mobilisées et développées, comme le respect de soi (apprendre à se connaître à travers ses progrès) et de ses camarades, l'acceptation des différences entre soi et les autres (en particulier, l'acceptation du niveau et des progrès de chacun).

Dans la partie « *Un potentiel d'utilisation diversifié* », nous décrivons d'autres mises en œuvre qui conduisent à considérer d'autres compétences reposant sur la coopération, la compréhension et l'acceptation d'autrui.

Des compétences méthodologiques pour apprendre à faire sans l'adulte

Il n'est pas rare que des élèves sachent faire quelque chose mais ne le fassent pas (par manque de motivation ou de compréhension de la tâche) ou au contraire qu'ils veuillent le faire mais ne sachent pas comment le faire.

L'outil « histogramme » quant à lui propulse l'élève et la classe dans le « faire » avec, de surcroît, une dimension de compréhension (révélée par les mathématiques) qui l'incite à interpréter, puis à construire pour interpréter et, parfois, à calculer pour pouvoir construire. Si un **petit projet** « Histogramme » a été correctement réalisé avec l'aide du maître et des camarades de classe, on peut supposer que cette expérience permettra une prise de confiance susceptible de participer à la **curiosité** de l'élève et à son **désir d'autonomie** dans le cadre d'autres projets.

Il est par ailleurs intéressant d'un point de vue pédagogique que les élèves puissent **tirer des conclusions** sur leurs performances ou productions et **se mobilisent** par eux-mêmes pour progresser.

Faire acquérir des compétences disciplinaires

Des apprentissages qui entrent dans le cadre de l'école primaire

Comme nous l'avons dit plus haut, la prise en charge par les élèves, en classe de CE2, de l'outil « histogramme » a été progressive et étalée de septembre à novembre. Ils ont appris tour à tour à :

- interpréter leur histogramme de course (d'abord remis par le maître, tableur Excel) ;
- tracer leur histogramme de course à partir des temps par tour ;
- calculer leurs temps par tour à partir de leurs chronos.

L'objectif pédagogique de cette organisation des apprentissages était d'amener à prendre en charge, progressivement mais complètement, l'interprétation de la course. Chacun améliorerait progressivement sa capacité à interpréter son histogramme ou l'histogramme d'un camarade.

Par exemple, alors qu'un élève avait encore un peu de mal à trouver les périodes d'accélération ou de ralentissement, d'autres en venaient à comparer leur régularité ou leur accélération sur le dernier tour. Une grande richesse était alors permise par l'interaction coopérative.

Or, de tels apprentissages sont au cœur à la fois des apprentissages transverses cités plus haut et des apprentissages disciplinaires.

En ce qui concerne la résolution de problèmes

Répertorions, par exemple, les compétences (C) à acquérir (selon les programmes de 1995) en fin de cycle 3 relativement à la résolution de problème :

- *C1 : je sais trier des informations pour résoudre un problème,*
- *C2 : je sais lire un graphique ou un tableau et m'y repérer,*
- *C3 : je sais trouver la ou les opérations nécessaires,*
- *C4 : je sais résoudre un problème à plusieurs opérations,*
- *C5 : je sais construire un schéma, un croquis pour résoudre un problème,*
- *C6 : je sais écrire mon raisonnement et l'argumenter.*

On peut mettre cette liste en correspondances avec la liste des données à manipuler ou des activités (A) à réaliser dans le cadre de l'étude ou de la construction de l'histogramme d'une course, ce qui montre que les compétences de résolution de problème y sont « travaillées »

- *A1 : donnée de chronos, temps par tour, moyenne, temps contrat,*
- *A2 : donnée de tableaux ou de graphiques de temps par tour et/ou de chronos,*
- *A3 : calcul d'un chrono intermédiaire, d'un temps pour un tour, d'un écart à un temps donné,*
- *A4 : calcul d'un temps moyen (6 min 20 divisé par 10 n'est pas immédiat),*
- *A5 : construction de tableaux ou de graphiques de temps par tour et/ou de chronos,*
- *A6 : interprétation d'une course, conseil d'amélioration etc.*

C'est ainsi, par exemple, que les CM2 ont construit l'histogramme de course de leurs correspondants espagnols, les ont commentés (activités A3, A5 et A6) et leur ont envoyé leurs « interprétations » (sans les graphiques) par courriel en janvier 2004. Comme ceux-ci, en retour, ont demandé comment ils avaient fait pour être capables d'évaluer leurs courses d'endurance, il leur reste à le leur expliquer (compétence C6) avant la fin de l'année scolaire !

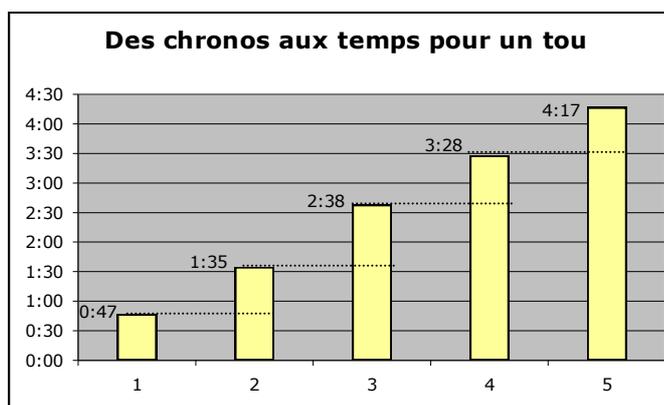
En ce qui concerne les compétences spécifiques

Cas du calcul d'un temps par tour pris comme un écart entre deux chronos successifs

Le calcul des temps « par tour » (ou temps pour chaque tour) a fait l'objet d'une séance d'apprentissage, en CE2, en classe entière et d'une autre en atelier d'informatique (tableur). Pour ceux qui avaient encore quelques difficultés, y ont été rajoutés des moments lors du travail personnel sur des fiches de remédiation. C'est d'ailleurs un histogramme proposé à la classe - ou plutôt encore un diagramme réalisé avec l'option *histogramme* d'Excel - représentant les temps par tour cumulés - ou autrement dit les chronos successifs - qui a aidé les élèves les plus en difficulté à comprendre et à se saisir d'une procédure pour calculer un temps intermédiaire.

Plutôt que de verbaliser : « Ton 4^{ème} chrono est de 3:28 et ton 5^{ème} est de 4:17 ; pour trouver l'écart entre les deux, tu dois passer par la minute intermédiaire qui est 4:00 ; donc tu vas de 3:28 à 4:00, ce qui fait 32s, puis tu vas de 4:00 à 4 :17 ce qui fait 17s, donc en tout 49s. Mais attention, il n'y a pas toujours de minute intermédiaire... », il a été intéressant de leur permettre d'observer l'histogramme des chronos et de comprendre la procédure par eux-mêmes

Bien sûr, l'apprentissage n'était pas direct, mais du moins il a été soutenu par ce support visuel, sur lequel appréciaient de revenir quelques élèves en difficulté en mathématiques.



Graphique 7 : Exemple de diagramme utilisé pour représenter le passage des chronos intermédiaires aux temps pour un tour successifs

En référence aux programmes

On trouvera ci-dessous des passages du texte des nouveaux programmes⁸ du cycle 3 de l'école primaire en relation étroite avec nos propos : en mathématiques, en E.P.S. et en sciences, relevés pour souligner la transversalité de l'outil histogramme à l'école primaire.

Mathématiques

Exploitation de données numériques (pages 227 et 228)

Ce domaine recouvre l'ensemble des problèmes dans lesquels les nombres et le calcul interviennent comme outils pour traiter une situation, c'est-à-dire pour organiser, prévoir, choisir, décider :

- ... ,
- utilisation de données organisées en listes, en tableaux, ou représentées par des diagrammes, des graphiques.

... Ce qu'on appelle traditionnellement le "sens des opérations" doit être au centre des préoccupations.

... Les élèves sont également confrontés à la lecture, à l'interprétation critique et à la construction de divers modes de représentation (listes, tableaux, diagrammes, graphiques), à partir de données effectives : enquêtes, mesurages en sciences... Au-delà d'une première maîtrise de ce type d'outils, on cherche à mettre en lumière le fait que l'interprétation de l'information dont ils rendent compte doit être faite avec vigilance : selon les graduations choisies, les mêmes données peuvent, par exemple, donner l'impression d'une forte ou d'une faible croissance.

Grandeurs et mesures (pages 233 et 234)

Les connaissances relatives aux grandeurs et à leur mesure concernent :

- ... ,
- le repérage du temps et les durées : lecture de l'heure, unités de mesure des durées (année, mois, semaine, jour, heure, minute, seconde) et leurs relations,
- le calcul de la durée écoulée entre deux instants donnés.

⁸ B.O. Hors série n°1 du 14 février 2002 in « Qu'apprend-on à l'école élémentaire ? – Les nouveaux programmes », CNDP - 2002

Maîtrise du langage et de la langue française

Mathématiques (page 175)

- ...,
- traiter les informations d'un document écrit incluant des représentations (diagramme, schéma, graphique),
- rédiger un texte pour communiquer la démarche et le résultat d'une recherche individuelle ou collective,
- élaborer, avec l'aide de l'enseignant, des écrits destinés à servir de référence dans différentes activités

Sciences expérimentales et technologie (page 175)

- ...,
- traiter une information complexe comprenant du texte, des images, des schémas, des tableaux, etc.
- prendre des notes lors d'une observation, d'une expérience, d'une enquête, d'une visite,
- rédiger, avec l'aide du maître, un compte rendu d'expérience ou d'observation (texte à statut scientifique),
- rédiger un texte pour communiquer des connaissances (texte à statut documentaire),
- produire, créer, modifier et exploiter un document à l'aide d'un logiciel de traitement de texte,
- communiquer au moyen d'une messagerie électronique.

Éducation physique et sportive (page 176)

- ...,
- participer à l'élaboration d'un projet d'activité,
- expliciter les difficultés que l'on rencontre dans une activité,
- rédiger une fiche technique permettant de réaliser un jeu (matériel nécessaire, durée, lieu...),
- noter les performances réalisées et les présenter de manière à réutiliser l'information dans les prochaines séances,
- rendre compte d'un événement sportif auquel la classe a participé (dans le cadre de l'USEP par exemple).

Des apprentissages qui dépassent le cadre de l'école primaire

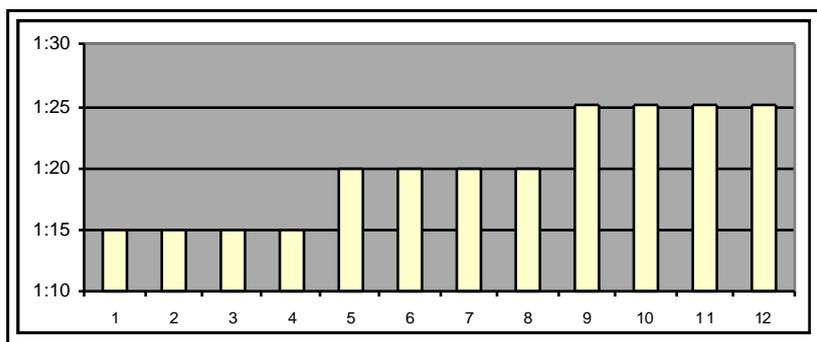
Comme on l'évoquera plus loin, le travail sur les histogrammes engage les élèves vers des apprentissages liés aux concepts qui définissent la statistique élémentaire. Ainsi, ce travail approche nombre de compétences (relation fonctionnelle moyenne, médiane, étendue, par exemple) qui seront exigées de façon formelle bien plus tard dans leur scolarité, au collège ou au lycée.

Bien sûr, il ne saurait être question de viser (et donc d'évaluer) directement ces savoirs à l'école primaire, mais il n'y a pas non plus de raison d'éliminer cette approche lointaine dès lors qu'elle aborde des concepts hors programme. Au contraire, il peut être intéressant de la favoriser ponctuellement puisque les processus de conceptualisation peuvent être amorcés tôt si l'approche est pertinente.

Examinons, par exemple, l'activité suivante qui met en évidence l'intérêt du principe de la factorisation.

La consigne suivante avait été donnée aux élèves, avec un graphique : « *Voici l'histogramme d'une course réalisée par un robot sur roulettes. Décrivez sa « course ».*

Comment peut-on trouver le plus simplement possible le temps total qu'il a mis pour faire ses douze tours ? ».



Graphique 9 : La course d'un robot à roulettes

Au collège, on valoriserait l'écriture $4a + 4b + 4c = 4(a + b + c)$ mais, au cycle 3 on peut se contenter de montrer que les deux regroupements sont équivalents mais que l'un d'entre eux peut présenter un certain intérêt (ici calculatoire). Lorsque la suggestion de regrouper les temps des tours 1, 5 et 9 a été faite, certains élèves ont été agréablement surpris par ce qu'ils « découvraient ».

Un potentiel d'utilisation diversifié

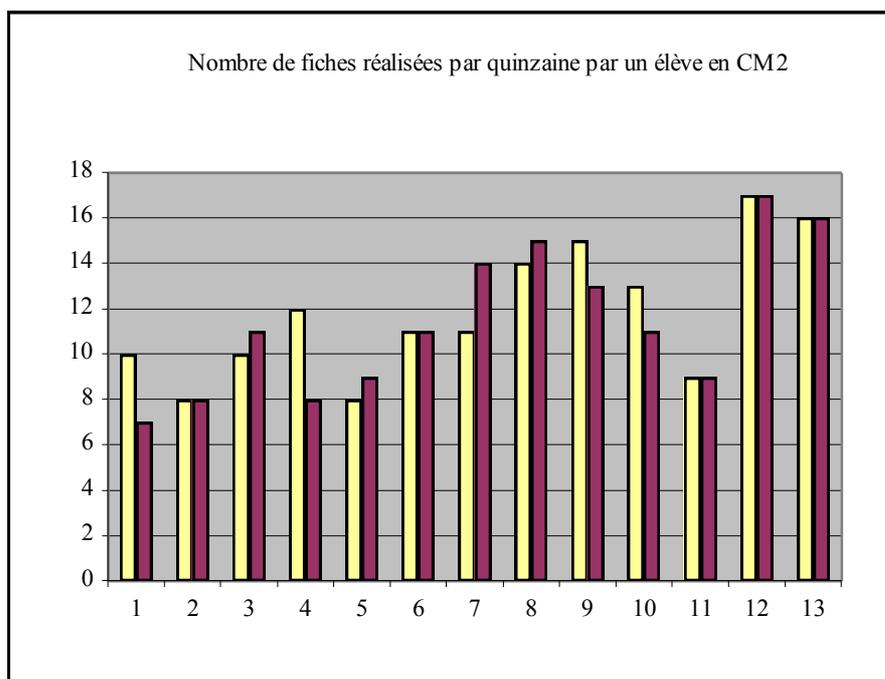
Dans cette partie, nous allons donner quelques exemples de mise en œuvre de l'outil « histogramme » dans le cadre de projets ou de simples activités « investies » par les élèves.

L'appréciation du Travail Personnel

En 2002-03 et 2003-04, les élèves de CM2 ont réalisé un double histogramme pour évaluer leurs progrès quantitatifs en Travail Personnel⁹. Ils ont représenté en ordonnée le nombre de fiches prévues par leur contrat et celui des fiches réalisées correctement sur une période de 15 jours. La « construction-interprétation » qui s'est opérée sur l'année leur a permis de prendre du recul vis-à-vis de leurs efforts et de leur efficacité dans le travail sur la durée, tout en servant de document de liaison avec les parents. Le graphique 10 donne l'exemple d'un tel histogramme à l'issue de l'année.

Pour chacune des treize quinzaines de « Travail Personnel » sur l'année, le bâton de gauche représente le nombre de fiches du contrat de l'élève pour la quinzaine en question, celui de droite le nombre de fiches concrètement réalisées. Les hachures permettent de visualiser directement les contrats échoués. La progression sur l'année est manifeste bien que l'histogramme, en tant que tel, ne soit pas suffisant pour décrire **quantitativement** le travail ; ainsi, pendant les quinzaines 9, 10 et 11, l'élève en question a été davantage absorbé par un travail d'écriture (dans son groupe de projet) et a été moins attentif à son contrat. En complément, la suggestion a alors été donnée de justifier chaque contrat échoué (verticalement au-dessus du bâton correspondant). Les deux dernières quinzaines montrent cependant l'efficacité de l'élève au terme de l'année.

⁹ En classe coopérative, le « travail personnel » est un travail quotidien (environ 1h) sous contrat. Un contrat de travail décrit la quantité de travail à réaliser sur une période de 15 jours par « discipline ». Des fiches de grammaire, numération, géographie ... sont choisies (choix libre ou remédiation) et réalisées par les élèves suivant une progression individualisée dans le cycle.



Graphique 10 : Histogramme de Travail Personnel sur une année

De tels documents sont extrêmement appréciés des parents dans le suivi de leur enfant. Ce dernier construit au fur et à mesure de l'année un « outil » de prise de recul vis-à-vis de son travail et donc de progrès.

D'autres utilisations des histogrammes

Voici quelques exemples d'utilisation possible des histogrammes dans différentes activités scolaires.

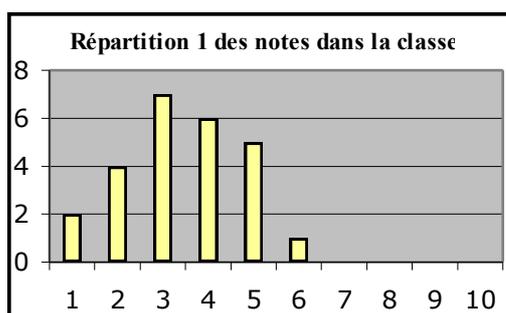
Évaluation de la croissance végétale d'un plan de blé

En CM2, l'outil histogramme a permis l'évaluation en toute autonomie de la croissance d'un plan de blé entre mi-décembre et mi-janvier. Il a permis ainsi de juger de l'influence relative de différents facteurs (luminosité, arrosage...) lors d'expériences.

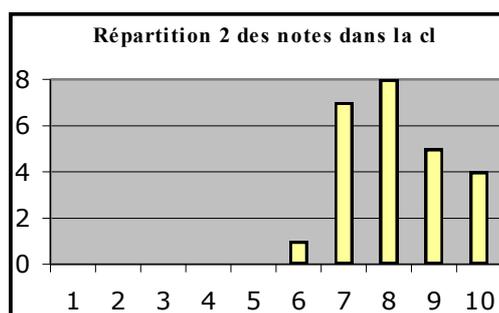
Jugement de la complexité d'un questionnaire

En CM2, des questionnaires étaient établis par les binômes d'élèves qui présentaient oralement un exposé sur des thèmes au programme ou libres : histoire-géographie, métiers etc. En effet, pour renforcer la concentration et favoriser la prise de notes des élèves au cours de l'exposé, un questionnaire relatif à ses points importants a été systématisé. Il était rempli après la présentation de l'exposé. Mais il ne devait être ni trop difficile ni trop facile. Divers cas ont été répertoriés, au fur et à mesure des exposés. Les notes - habituellement évitées en pédagogie Freinet - étaient attribuées par le binôme lui-même après correction. Le binôme était également évalué par la classe relativement à sa prestation orale. Leur regroupement donnait lieu à des diagrammes de répartition de notes, des histogrammes au sens précis du mot (cf. note 1).

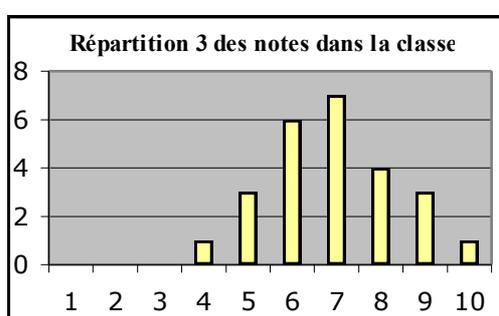
Dans cette situation, les élèves se sont comportés comme les participants d'un groupe social élaboré où les progrès sont valorisés et où l'outil « histogramme » permet d'avancer vers une certaine objectivité, via la formulation systématique de critères, dans l'évaluation, l'auto-évaluation et la co-évaluation.



1. Le questionnaire est jugé trop difficile



2. Le questionnaire est jugé trop facile



3. Le questionnaire est jugé pertinent

Graphique 11 : Jugement de questionnaires au vu des histogrammes de notes.

En ordonnée figure le nombre d'élèves ayant eu la note (sur 10) désignée en abscisse.

Signalons un questionnaire où seules deux notes (7 ou 8) avaient été attribuées à 22 élèves sur 25 car la plupart des questions étaient trop faciles et deux étaient trop difficiles. Malgré une moyenne satisfaisante (7,5) le questionnaire avait été jugé négativement. Un tout premier pas vers la notion de répartition avait été fait !

Petites études statistiques

Pour envisager la répartition des goûts et des avis de la classe relativement à un certain nombre de sujets (statistiques élémentaires), un même questionnaire a été proposé en CE2 et en CM2 (notion d'évolution dans le temps des goûts et des opinions pour un individu donné). Le questionnaire a également été envoyé aux correspondants espagnols qui ont le même âge, mais vivent à Santander et aux correspondants lycéens en Seconde qui habitent La Ciotat .

Les statistiques élémentaires via l'histogramme sont donc vues ici et en fait dans tout l'article, comme un véritable outil d'émancipation intellectuelle et culturelle à la portée de jeunes enfants, élèves de l'école primaire ! Il faut reconnaître que la structuration du primaire en classe entière facilite grandement la réalisation de tels projets qui peuvent faire aimer, comprendre et apprendre les mathématiques !

Conclusion

Nous avons essayé de montrer qu'au cycle 3 les histogrammes peuvent permettre aux élèves d'**apprécier**, de **juger** ou d'**évaluer** ce qu'ils observent mais, aussi et surtout, **ce qu'ils font**.

« L'histogramme » est un outil qui donne à l'élève des points de repères quantitatifs sur son activité dans le cadre temporel, et donc sur ses progrès, ce qui constitue un moyen pour le **motiver à apprendre et à se donner les moyens de réussir**.

L'interaction qu'il permet entre les mathématiques et une discipline, dans le cadre d'un projet de classe, peut avoir pour conséquence non négligeable de faire **aimer** cette discipline, à travers les mathématiques d'une part, pour elle-même d'autre part. Dans le cas de la course d'endurance, on notera que **l'interaction entre la performance physique et le travail intellectuel en classe de mathématiques** aura été très fructueuse dans les deux disciplines puisque, outre le plaisir de **faire des mathématiques « utiles » et « pour de vrai »**, les élèves ont apprécié de **se voir progresser** dans la gestion « éclairée » de leurs efforts, ce qui constitue un premier pas pour apprécier la course à pied !

D'après ce qui précède, on peut avancer que l'histogramme ou sa forme simplifiée de diagramme en bâton est un **outil polyvalent à fort potentiel pédagogique** dont l'introduction répétée au primaire dans le cadre de projets, ou simplement d'activités investies par les élèves, peut renouveler leur **envie de faire**, autrement dit leur motivation.