

EXPLOITATION MATHÉMATIQUE D'UNE RECHERCHE

Cette expérience nous est transmise par nos camarades italiens.

Florenzo Alfieri est l'un des animateurs du Movimento di Cooperazione Educativa, membre italien de la FIMEM.

Florenzo ALFIERI

Nous sommes dans une classe de deuxième année, c'est le mois de novembre.

Pendant une séance de texte libre, Roberto lit un texte qui parle de la méthode employée par son grand-père pour semer le blé.

Un élève commente la lecture du texte en se servant des observations qu'il a faites dans le champ voisin de l'école où ces jours-ci on est en train de préparer le terrain pour les semailles. On décide de faire une visite au champ dont la propriétaire est bien connue des garçons. Quelqu'un propose que nous aussi nous semions du blé en classe. En plus du magnétophone pour interviewer la paysanne et de l'appareil photo, nous nous munissons de petites pioches et de sachets en plastique pour transporter le terreau du champ dans notre petite caisse. Cette dernière est plutôt grande (150 × 40 cm) et occupe une grande partie d'un de nos deux rebords de fenêtre.

Lorsque nous avons décidé de nous faire construire la caisse, nous nous étions trouvés dans la nécessité de communiquer nos dimensions au menuisier : nous avons construit un modèle de caisse en nous servant de douze morceaux de ficelle, c'est-à-dire un morceau de ficelle pour chacun des douze côtés d'un parallélépipède et puis au moment de donner ces renseignements au menuisier nous nous étions aperçus que trois morceaux de ficelle seulement suffisaient. Sur chacun nous avions mis l'étiquette « hauteur », « largeur », « longueur » et nous avons envoyé le tout au menuisier.

Nous nous rendons dans le champ et nous assistons aux labours, nous prenons beaucoup de photographies, nous interrogeons la paysanne sur les différents moments de la préparation du terrain, des semailles, sur les traitements successifs à donner et nous demandons la date des semailles. Nous nous faisons donner un sachet de semence

et nous remplissons nos sachets avec de la bonne terre du champ. Le but de semer du blé en classe est de confronter le comportement de notre blé avec celui du champ ; le terreau employé est le même, la semence aussi, c'est le milieu extérieur seulement qui change.

Par la suite cette comparaison ne sera pas complètement possible étant donné que de très mauvaises conditions atmosphériques ne nous permettront pas de poursuivre nos visites et aussi parce que l'intérêt pour cette expérience prendra une orientation différente, à mon avis extrêmement intéressante.

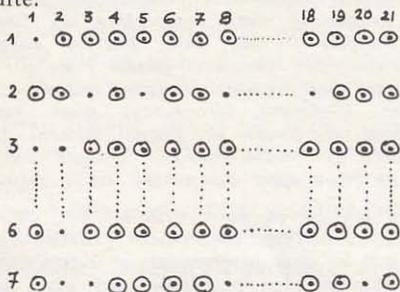
En effet au moment de semer nous rencontrons un certain nombre de difficultés. Les garçons ont l'habitude de préparer leurs expériences très minutieusement et d'en prévoir les conséquences éventuelles et leurs inconvénients.

« Comment ferons-nous pour savoir comment nos grains se sont comportés ? Il faudra les compter ! Voilà, nous pouvons compter ceux que nous semons et ensuite ceux qui ont germé et nous saurons ainsi ceux qui n'ont pas germé. Comment ferons-nous pour savoir combien de temps les grains mettent pour germer ? Il faudra marquer chaque jour ce qui se passe mais comment ?... »

Tous les élèves sont pris au feu de ces discussions qui constituent certainement l'aspect le plus intéressant de l'expérience. On examine les problèmes les uns après les autres. D'abord celui des semailles ; on a décidé qu'il faut compter les grains et qu'il faut les placer de manière à ce que les plants ne poussent pas les uns sur les autres. Giancarlo propose de « mettre les grains en rangs » selon le schéma utilisé à ce moment-là pour « visualiser » l'opération de la multiplication. Le rang est synonyme d'ordre et de simplicité. Sur un simple

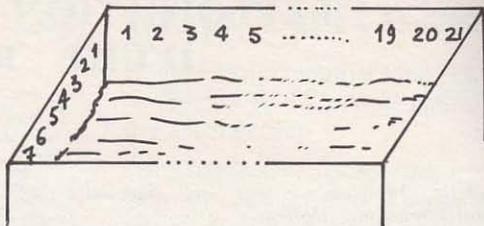
coup d'œil on décide qu'une bonne solution serait celle de sept rangées comportant chacune vingt-et-un grains. Mais le terreau n'est pas le meilleur endroit où l'on puisse placer nos grains en belle ordonnance ; aussi nous servons-nous d'abord du plan de la table pour la peinture. Puis quelqu'un a une très bonne idée : celle de dessiner sur le papier ce que nous devons faire « comme ça, le moment venu, nous ne nous tromperons plus », autrement dit quelqu'un a l'idée de construire un modèle graphique de notre travail.

Nous nous rendons bien vite compte qu'après avoir établi quelques conventions simples, tout peut être représenté graphiquement. Les garçons disent que nous sommes en train de faire « des tableaux qui parlent ». Sur une feuille de papier d'emballage, grand comme notre champ, on trace une grille et on marque chaque intersection d'un petit point rouge ; chaque petit point représente un grain. Nous étions arrivés à cette disposition à travers le produit cartésien ; et ainsi le fait que tout point d'un plan puisse correspondre à deux autres points est une chose que tout le monde sait. Comment pouvons-nous appeler chaque point ? Nous avons l'idée de numérotter les lignes et les colonnes. Chaque petit point rouge aura son prénom, disent les garçons (le numéro de la ligne à laquelle il appartient) et son nom (le numéro de la colonne à laquelle il appartient). Le prénom précède toujours le nom et ainsi en lisant le graphique on ne pourra avoir de doutes. Voici le graphique des semailles qui en résulte.



On s'amuse à reconnaître les grains et à jouer avec ce graphique complètement inventé par nous.

La reconstitution sur le terrain du plan cartésien préparé se révélera plus difficile que prévu. Sur les deux bords intérieurs de la caissette, nous appliquons des étiquettes portant les chiffres allant de un à sept et de un à vingt-et-un.



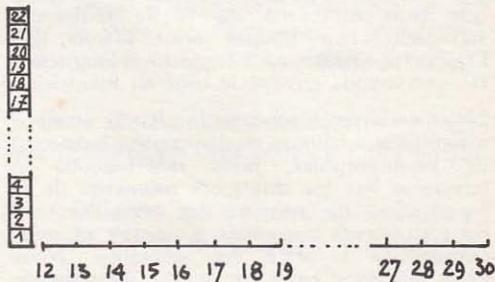
A l'aide d'un bâtonnet on trace les différents sillons perpendiculaires entre eux. A chaque intersection on place un grain. Chaque matin quelques garçons « liront » sur la caissette les références des petites plantes ayant germé et les communiqueront aux élèves responsables du graphique.

Ces derniers, sans jamais regarder la caissette, entoureront d'un cercle bleu les grains ayant germé. Le second problème que nous essayons de résoudre concerne la durée de la germination et la fréquence journalière des grains ayant germé. Tout de suite on essaie de transposer aussi sur un graphique les renseignements que nous recueillons.

Un garçon propose d'écrire chaque jour sur un tableau combien de grains ont germé ; d'autres proposent de se servir d'un tableau du type de celui dont on s'était servi l'an passé à la fin de chaque mois pour faire la synthèse des relevés météorologiques. On discute longtemps ; on esquisse beaucoup de choses au tableau, on met en évidence le fait que ce nouveau tableau doit être explicite.

On essaie pour cela de renverser le schéma du tableau et l'on découvre qu'ainsi les indications sont plus immédiatement visibles et prêtes à la confrontation.

Aussi prépare-t-on une feuille de papier d'emballage pour le futur histogramme.



Les nombres horizontaux représentent les jours du mois de novembre qui ont suivi le jour des semailles tandis que les nombres verticaux constituent une échelle qui facilitera la lecture du nombre de plantes ayant germé chaque jour.

Il nous semble maintenant que tout soit en place ; il ne nous reste qu'à attendre. Les garçons sont excités ; moi je sais que ce n'est pas tellement le phénomène naturel de la germination (dont on a déjà une grande expérience) qui les intéresse mais plutôt tout le dispositif technique que nous avons construit ensemble en partant de zéro, autour de cette expérience et que nous sommes anxieux de mettre à l'épreuve.

L'effort de prévision a vraiment été notoire et la recherche intellectuelle a créé, comme cela arrive toujours, un lien affectif profond et une vive tension émotive au niveau de l'activité que nous avons.

Le 15 novembre, la première petite plante fait son apparition. C'est la plante n° 4-1. Le 16, 7 petites plantes apparaissent ; le 17, il en apparaît 17.

Nous jetons un coup d'œil d'ensemble sur le graphique cartésien ; avec surprise nous observons que toutes les petites plantes qui ont germé se trouvent dans la zone située à droite de la petite caisse. Nous observons aussi la disposition de la caissette sur le rebord de la fenêtre et nous notons que le radiateur arrive juste sous la partie droite de la caissette, celle où s'était trouvée la germination la plus précoce.

Une discussion s'ensuit entre ceux qui soutiennent que la partie droite de la caissette est plus chaude que celle de gauche et pour cette raison est plus favorable à la germination des graines et ceux qui pensent que toute la petite caisse est chauffée de la même manière par le radiateur placé en dessous. On décide de « mesurer » la chaleur des deux parties de la caissette, celle de gauche et celle de droite et on cherche les instruments adéquats. On s'oriente vers deux petites éponges qui nous servent pour le nettoyage quotidien ; on dit « Mouillons les deux éponges et ensuite plaçons-les sous les deux parties de la caissette et après quelque temps voyons ce qui se passe ».

Ce projet peu élaboré est peu à peu amélioré jusqu'à l'in vraisemblable dans le but de garantir la plus grande vérité possible quant au résultat et voici comment se déroule l'expérience.

Sur le plancher trône un grand seau rempli

d'eau ; le maître fait glisser une ficelle à l'extrémité de laquelle sont attachées les deux éponges. Dario compte jusqu'à dix, à dix le maître soulève la ficelle. Giancarlo et Maurizio prennent chacun l'une des deux éponges et vont les placer en même temps sur le rebord de la fenêtre sous la caissette, une à gauche et l'autre à droite.

On remonte le réveil ; dans une heure, il sonnera et on fera la comparaison. Une heure après on tord les deux éponges en les tenant par les extrémités dans deux bocalux de verre aux dimensions identiques pour pouvoir comparer comme il faut les deux quantités d'eau sorties des éponges tordues. Tandis que celle de gauche remplit presque le bocal, celle de droite donne une quantité presque inexistante. Donc à droite il y a certainement plus de chaleur et c'est probablement là, la cause du phénomène observé.

Le 18, notre deuxième feuille de papier « éclate » ; nous avions prévu une vingtaine de germinations par jour et aujourd'hui au contraire les nouvelles petites plantes dépassent les 50. Le fait de devoir rallonger notre feuille à l'aide d'une longue bande fournit intuitivement une idée très claire du mode d'un histogramme en statistique ; aussi le jour suivant, est-il nécessaire de coller un appendice à la première feuille puisque les nouvelles petites plantes sont 29. Ce jour-là, il se passe une chose curieuse.

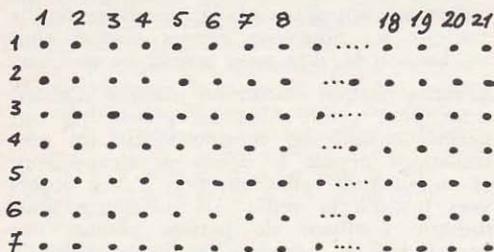
Comme chaque matin, on marque d'abord d'un petit cercle bleu les grains qui ont germé, ensuite on compte toutes les germinations depuis le début de l'expérience et on soustrait celles que l'on a déjà observées jusqu'à la veille. La différence nous indique combien de petites plantes ont germé dans la journée. Tandis qu'ensemble on est en train de compter toutes les petites plantes déjà indiquées sur le premier graphique, un élève calcule de son côté sur le deuxième graphique combien de plantes étaient nées jusqu'à la veille et il trouve qu'elles sont 76. Quand nous en arrivons à compter « ... 74, 75, 76... », nous sommes interrompus « *Celles-là ce sont les plantes qui étaient déjà nées hier. Chaque fois, commençons à compter à partir de 1, ainsi nous éviterons de faire la soustraction* ».

Beaucoup de garçons contestent sa façon de voir : étant donné que nous sommes partis de la gauche, il nous reste encore à compter les plantes de droite, celles qui sont nées d'abord ; comment pouvons-nous dire qu'elles sont nées aujourd'hui ? Nous

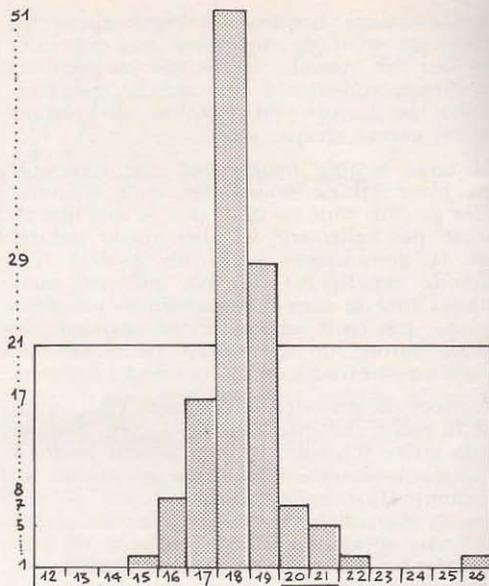
savons tous que ce n'est pas vrai, nous avons aussi fait l'expérience des éponges. Après une longue discussion Sergio dit : « *A présent, nous discutons sur les chiffres et non sur les plantes proprement dites ! Si nous pensons aux chiffres, il est juste de faire comme on vient de dire, parce que les premières plantes qui ont poussé à droite sont passées à gauche sur le graphique* ».

Le 20 est un dimanche. On ne relève aucune indication. Le 21 nous trouvons qu'il y a onze nouvelles plantes. D'où une autre discussion très animée : où marquons-nous les nouvelles germinations ? toutes en date du lundi en laissant vide la colonne du dimanche ou bien agissons-nous d'une autre manière ? Nous observons l'histogramme obtenu jusqu'ici : la courbe est descendante, aussi est-il probable que plus de plantes aient poussé le dimanche plutôt que le lundi. Nous en marquons donc six pour le dimanche et cinq pour le lundi ; le garçon qui inscrit ces indications souligne tout à coup de sa plume noire les 20 et 21 novembre : « *Ca veut dire que nous ne sommes pas sûrs* ».

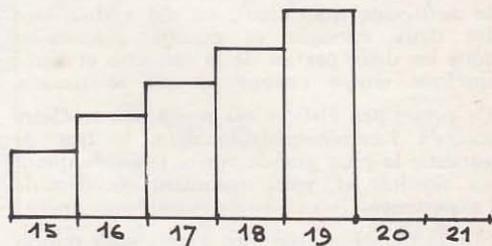
Voici au terme de l'expérience les deux graphiques qui en résultent :



Sur ce premier graphique, on observe que n'a pas été enregistré ce phénomène si intéressant qui nous avait conduits à faire l'expérience des deux éponges : toutes les graines qui ont germé sont indiquées de la même manière, qu'elles aient germé avant ou après. On dit : « Une personne qui entre pour la première fois dans notre classe et qui n'est pas au courant de notre travail ne peut comprendre, à partir de ce graphique, tout ce qui s'est passé. La prochaine fois nous procéderons différemment ; nous trouverons une façon de marquer différemment les germinations ayant eu lieu des jours différents ».



Sur le second graphique on observe que la plus grande partie des grains a germé entre le 6^e et le 8^e jour après les semailles et qu'il y a très peu de plantes qui se soient sensiblement écartées de la règle générale. Entre temps dès le deuxième jour de germination, les garçons sont frappés par la rapidité avec laquelle les petites plantes poussent et nous nous rendons compte que cette donnée de l'expérience risque d'être perdue, ce qui diminue ainsi pour nos tableaux leur pouvoir de fournir des renseignements à ceux qui n'ont pas assisté personnellement à l'expérience. Aussi décide-t-on de conserver chaque jour la hauteur d'une plante, la première qui a poussé là (4-21), en la reproduisant par superposition sur une bande de papier de couleur. On colle les différentes bandes sur une grande feuille de papier d'emballage et sous chaque bande on marque le numéro du jour.



Ainsi notre expérience a-t-elle été presque entièrement enregistrée grâce à trois graphiques nés de nos discussions et acquis au cours d'un processus à la fois de simplification et d'abstraction motivé par l'exigence d'une représentation suffisamment communicable ; processus dont les enfants sont capables contre toute attente. En effet, devant chaque difficulté on s'est toujours

demandé si nos tableaux pouvaient être compris par nos correspondants, par les lecteurs de notre journal, par les stagiaires qui chaque semaine venaient nous rendre visite, par les parents, par tous ceux qui se sont intéressés à notre travail mais qui ne sont pas chaque jour en classe avec nous.

F. ALFIERI

bibliothèque de travail



LE TRAVAIL 70-71 EST COMMENCÉ

Comme nous l'avons annoncé, dans chaque numéro de *L'Éducateur*, nous voulons vous entretenir du *Chantier BT*.

Aujourd'hui, nous publions la liste des 9 BT, 6 BT₂, 5 BTJ et 3 SBT que nous venons d'adresser aux équipes des comités de lecture :

BT

- José-Manuel, enfant du Guatemala
- Protégeons les rapaces diurnes
- Marseille retrouve ses murs, son port grecs
- L'Année Terrible (1870)
- La Bourrine, maison de Vendée
- Sedan : 1870
- Le vitrail
- Gahungu, enfant du Burundi
- 7 × 2³⁹³⁶ lapins

soit 1 brochure d'information mathématique, 3 de géographie, 1 d'histoire naturelle et 1 divers. Les 3 BT d'histoire comportent deux brochures se rapportant à 1870-1871 : avec les 2 tomes d'une BT₂ sur *La commune* que nous mettons au point, nous aurons un « complexe » intéressant.

BT₂

- Une enquête économique (région de Grenoble)
- B. Brecht et l'hitlérisme
- Le Service Civil International
- L'Amérique précolombienne
- Une ferme en Champagne
- Paul Eluard

3 brochures de géographie : enfin !
La série BT₂ en manquant...

BTJ

- Le lézard
- La vie du canal
- Vendeuse dans un grand magasin
- La gazelle
- Le cobaye

Ce sont des brochures pour le planning de la prochaine année scolaire puisque pour 70-71 la liste des numéros à paraître est établie (voir *L'Éducateur* n° 1).