



HAL
open science

Au-delà des vides d'un questionnaire à trous

Jean-Claude Regnier, Alain Denis

► **To cite this version:**

Jean-Claude Regnier, Alain Denis. Au-delà des vides d'un questionnaire à trous. La revue du C.R.E. (centre de recherche en éducation de Saint Etienne), 1990, 2, pp.1-79. halshs-00363444

HAL Id: halshs-00363444

<https://shs.hal.science/halshs-00363444v1>

Submitted on 5 Dec 2023

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Au delà des vides
d'un questionnaire à trous

ou

*« Vous avez pourtant vu ça
en Cinquième ! »*

A propos d'une enquête menée sur la maîtrise de
quelques notions mathématiques et sur son évolution
chez des élèves des classes de CM1 aux classes de Seconde
de Lycée.

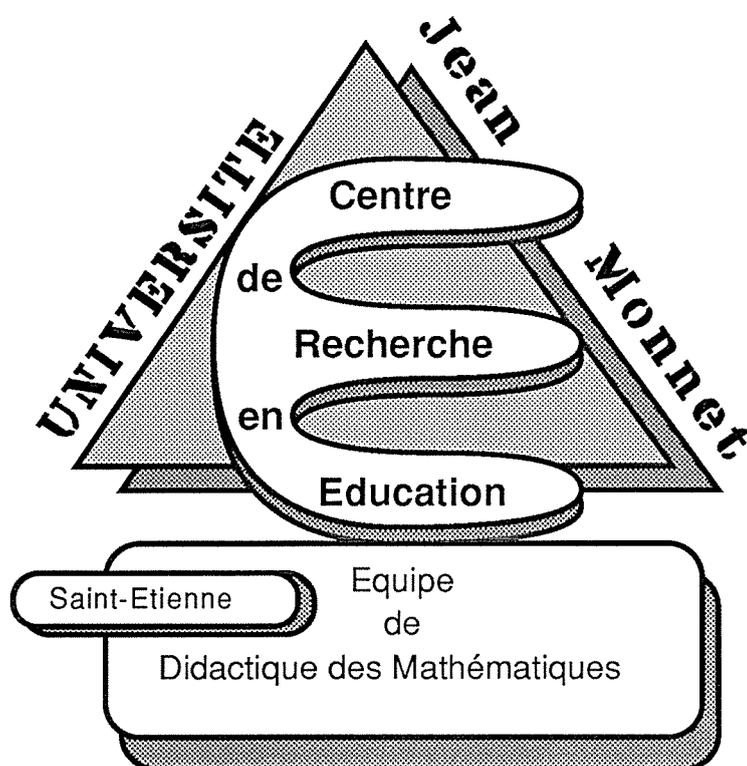
Jean-Claude Régnier
septembre 1989

Sommaire

| | |
|---|-----|
| <input type="checkbox"/> AVERTISSEMENT..... | 4 |
| <input type="checkbox"/> INTRODUCTION..... | 6 |
| <input type="checkbox"/> Analyse du premier questionnaire soumis aux élèves de Sixième (Strasbourg)et à ceux de Seconde (Montceau)..... | 8 |
| <input type="checkbox"/> Elaboration des questionnaires destinés à une seconde enquête..... | 10 |
| <input type="checkbox"/> L'épreuve et son déroulement..... | 11 |
| <input type="checkbox"/> La population..... | 13 |
| - âge des élèves | 14 |
| - effectifs des classes :..... | 15 |
| - opinion de l'enseignant à l'égard des capacités de l'élève : | 15 |
| - l'environnement socio-professionnel familial des élèves :..... | 16 |
| <input type="checkbox"/> Les questionnaires et les items mathématiques..... | 18 |
| - les questionnaires Q1 et Q2 :..... | 18 |
| - les questionnaires Q3 et Q4 :..... | 19 |
| <input type="checkbox"/> Premières analyses relatives aux réponses fournies par les individus aux items mathématiques..... | 20 |
| - les questionnaires Q1 et Q2 :..... | 20 |
| - Etude du croisement des items des questionnaires Q1 et Q2 :..... | 23 |
| - les questionnaires Q3 et Q4 :..... | 26 |
| - comparaison des modalités d'énoncé des questionnaires Q3 et Q4 :..... | 27 |
| - comparaison de l'item Q110 avec le questionnaire Q3..... | 28 |
| - comparaison de l'item Q210 avec le questionnaire Q4..... | 29 |
| - Etude d'un groupement taxonomique des items des questionnaires Q1 et Q2 :..... | 30 |
| <input type="checkbox"/> Comparaison des degrés de réussite selon les strates scolaires..... | 33 |
| <input type="checkbox"/> Extrapolation..... | 34 |
| - une estimation des taux de réussite et des taux d'échec par erreur à chaque item..... | 34 |
| - une pondération des items..... | 35 |
| - Suggestion pour une utilisation de l'étalonnage : | 38 |
| <input type="checkbox"/> Conclusion..... | 38 |
| <input type="checkbox"/> Bibliographie..... | 42 |
| <input type="checkbox"/> ANNEXES..... | 43 |
| Annexe n°1..... | XLV |
| QUESTIONNAIRE n° Q1..... | XLV |

| | |
|--|--------|
| QUESTIONNAIRE n° Q2..... | XLVI |
| QUESTIONNAIRE n° 3A (Q3A)..... | XLVII |
| QUESTIONNAIRE n° 4A (Q4A)..... | XLVII |
| QUESTIONNAIRE n° 3B (Q3B)..... | XLVIII |
| QUESTIONNAIRE n° 4B (Q4B)..... | XLVIII |
| Annexe n°2 | XLIX |
| lettre d'information | XLIX |
| Annexe n°3 | L |
| PROTOCOLE de PASSATION..... | L |
| Annexe n°4 | LIII |
| PROTOCOLE DE CORRECTION..... | LIII |
| Annexe n°5 | LV |
| OPINION de l'ENSEIGNANT relative au niveau de réussite de l'élève en mathématique et en calcul: | LV |
| Annexe n°6 | LVIII |
| tableaux des effectifs et taux..... | LVIII |
| Annexe n°7 | LXII |
| Test de Mac Nemar | LXII |
| Annexe n°8 | LXV |
| Codification des Catégories SocioProfessionnelles | LXV |
| Annexe n° 9 | LXVII |
| Test du Khi-Deux..... | LXVII |
| Annexe n°10..... | LXIX |
| Quelques propos autour de l'évaluation trimodale R.E.N | LXIX |
| § « attitude » et « compétence» | LXIX |
| § « attitude » et « compétence» dans une perspective pédagogique..... | LXX |
| § Influence de la pratique autocorrective sur les deux facteurs « attitude » et « compétence» | LXXI |
| § la méthode d'évaluation trimodale R_E_N | LXXII |

□ AVERTISSEMENT



L'article présenté ici concrétise la mise à plat de travaux de recherche en didactique de mathématiques menés dans le cadre du Centre de Recherche en Education de Saint-Etienne.

Les personnes dont les noms figurent dans la liste ci-dessous ont participé et contribué à la réussite de cette recherche. Alain Denis, René Dimier et Jean-Claude Régnier ont assuré la coordination de l'équipe.

Cet article a été conçu, rédigé, "tapé", et mis en page par Jean-Claude Régnier avec la collaboration d'Alain Denis.

Nous informons le lecteur que :

d'une part, un volumineux dossier accompagne cet article contenant l'ensemble des données actuellement traitées.

d'autre part, un second article, en cours de rédaction, reprend en particulier les trois points suivants :

- la variation des Catégories SocioProfessionnelles selon les strates scolaires

- l'opinion des enseignants relative au niveau de réussite des élèves

- l'étude des procédures utilisées par les élèves pour résoudre les problèmes Q3 et Q4.

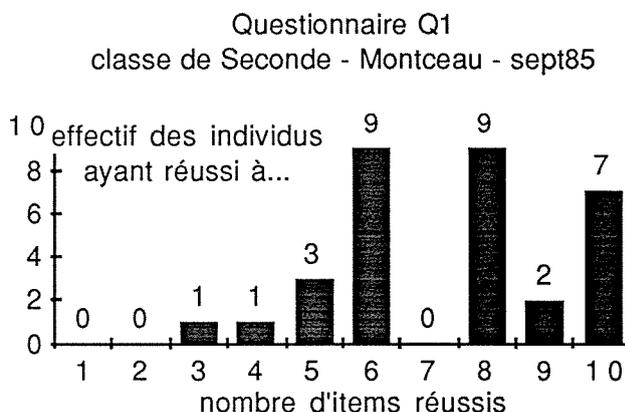
| Nom | Etablissement | ville |
|------------------------|---------------------------|---------------------------|
| Mme Richebourg | Ecole Privée Mixte | 42570 Saint-Heand |
| M. Brunet | Ecole La Terrasse 2 | 42000 Saint-Etienne |
| M. Champagnon | Ecole Du Grand Clos | 42000 Saint-Etienne |
| M. Brossy | Ecole J. Brel | 42420 Lorette |
| Mme Priouret | Ecole La Terrasse 1 | 42000 Saint-Etienne |
| M. Mialeret | Ecole Publique | 42730 ST Martin La Plaine |
| Mlle Lachaud | Ecole Publique | 42650 ST-Jean Bonnefonds |
| M. Dumas | Ecole Publique de Vittone | 42000 Saint-Etienne |
| Mme Hugon | Collège Marc Seguin | |
| M. Planchette | Collège Marc Seguin | |
| M. Aubert | Collège G Baty | 42410 Pelussin |
| Mme Paret | Collège G Baty | 42410 Pelussin |
| M. Soutrenon | Collège J Vallès | 42150 La Ricamarie |
| Mme Brunetton | Collège J Vallès | 42150 La Ricamarie |
| M. Gouttebroze | Collège de La Palle | |
| Mme Vernay | Collège G Baty | 42410 Pelussin |
| M. Rocher | Lycée J Puy | 42300 Roanne |
| Mme Gouttebroze | Collège de Terrenoire | |
| M. Goudet | Collège G Baty | 42410 Pelussin |
| Mme Vidal | Collège du Portail Rouge | 42100 Saint-Etienne |
| M. Guichard | Lycée J. Moulin | Lyon |
| M. Betton | Lycée J. Moulin | Lyon |
| M. Alain Denis | IUT | 42000 Saint-Etienne |
| M. René Dimier | Directeur CDDP | 42000 Saint-Etienne |
| M. Jean-Claude Régnier | Lycée H Parriat | 71300 Montceau les Mines |

□ INTRODUCTION

Commençons d'abord par situer l'origine de la problématique à laquelle nous nous sommes confrontés.

A la rentrée scolaire 1985, le questionnaire ¹Q1 fut soumis aux 32 élèves d'une classe de Seconde du lycée de Montceau-les-Mines dans le cadre d'une évaluation de début de séquence². Ce même questionnaire avait fait l'objet d'une passation auprès de 238 élèves de Sixième de Collège dans l'Académie de Strasbourg³. Les résultats obtenus en classe de Seconde et comparés à ceux recueillis en classes de Sixième, nous conduisirent à formuler quelques constats surprenants.

D'une part bien qu'il s'agisse de questions portant sur des notions dont une maîtrise élevée⁴ est attendue de la part d'élèves de Seconde, nous pouvons remarquer que trois questions seulement sur les dix dépassent le seuil de 90% de réussite alors que cinq questions se situent au dessous de la barre des 70% dont une avoisine un taux de réussite de 34%.



| | | | | |
|---------------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|-------------------------------------|
| énoncé | $23,7 + \square = 42,25$ | $\square - 137,5 = 209,8$ | $43 + 58 = 212 - \square$ | $108 - \square = 35 + 47 = \square$ |
| item n° | 1 | 2 | 3 | 4 |
| nombre de réussites | 30 | 28 | 22 | 21 |
| taux de réussite | 93,75% | 87,5% | 68,75% | 65,62% |

¹ cf annexe n°1

² cf bibliographie : (1986-2)

³ cf :Rapport sur l'expérimentation "Pédagogie Différenciée" conduite en mathématiques au collège d'Ostwald en 1984/1985 par F.Pluinage et coll. IREM-ULP Strasbourg 1985

⁴ Afin de fournir un point de repère , nous pourrions fixer le seuil à un taux de réussite supérieur à 90% pour chaque item(question élémentaire).

| | | | | |
|---------------------|-----------------------------|------------------------|-----------------------|----------------------------|
| énoncé | $2,6 \times \square = 15,6$ | $29,4 : \square = 4,2$ | $\square : 11 = 12,5$ | $\square \times 1,25 = 19$ |
| item n° | 5 | 6 | 7 | 8 |
| nombre de réussites | 31 | 18 | 29 | 18 |
| taux de réussite | 96,87% | 56,25% | 90,62% | 56,25% |

| | | |
|---------------------|------------------------------|-----------------------|
| énoncé | $0,1 \times \square = 0,025$ | $2,2 : \square = 1,6$ |
| item n° | 9 | 10 |
| nombre de réussites | 28 | 11 |
| taux de réussite | 87,5% | 34,37% |

D'autre part la confrontation des taux de réussite à chaque question obtenus au sein de la population des classes de Sixième, avec ceux recueillis auprès des élèves de cette classe de Seconde, fait apparaître une quasi-stabilité de la hiérarchie des items. En effet en réalisant une partition des questions en fonction des taux de réussite voisins, nous obtenons la partition suivante:

| classe de Seconde effectif: 32 | | | classe de Sixième effectif: 238 | |
|-----------------------------------|---------------------|---------------------|------------------------------------|----------------|
| n° de l'item | nombre de réussites | taux(%) de réussite | taux (%) de réussite | numéro d'ordre |
| 5 | 31 | 96,8 | 75 | 2 |
| 1 | 30 | 93,7 | 81 | 1 |
| 7 | 29 | 90,6 | 60 | 6 |
| 2 | 28 | 87,5 | 74 | 3 |
| 9 | 28 | 87,5 | 48 | 8 |
| 3 | 22 | 68,7 | 61 | 5 |
| 4 | 21 | 65,6 | 65 | 4 |
| 6 | 18 | 56,2 | 50 | 7 |
| 8 | 18 | 56,2 | 43 | 9 |
| 10 | 11 | 34,3 | 17 | 10 |

| | | classes | |
|--------------|-----|-------------------|------------|
| n° des items | | Seconde | Sixième |
| groupes n° | n°1 | Q5-Q1-Q7 Q2-Q9 | Q5-Q1-Q2 |
| | n°2 | Q3-Q4 | Q3-Q4 - Q7 |
| | n°3 | Q6-Q8 | Q6-Q8-Q9 |
| | n°4 | Q10 | Q10 |

Force est de constater qu'à l'exception des questions n° Q7 et n°Q9 qui progressent vers le premier groupe, la partition reste identique.

Certes après trois années d'apprentissage mathématique et la sélection qui s'est opérée, nous pouvons constater une progression globale du taux de réussite. Mais l'ensemble des résultats ne dépasse le seuil des 90% que pour trois questions sur dix seulement.

Ajoutons encore que la question n°Q10 qui connaît le taux de réussite le plus faible auprès des élèves de sixième avec 17%, conserve cette dernière place avec un taux inférieur à 35% en classe de Seconde.

De là quelques questions ont surgi, sur lesquelles se fonde notre problématique.

La proximité des résultats obtenus auprès de ces deux populations est-elle le fruit d'une coïncidence ou provient-elle de l'existence d'une hiérarchie réelle et stable des difficultés liées aux notions mathématiques mises en jeu, dont le dépassement requiert l'identification des variables didactiques et l'évaluation de leur poids ainsi que l'organisation de séquences didactiques adaptées ?

Quelles variables didactiques ou d'un autre type éventuellement, peut-on repérer et décrire, voire identifier comme explicatives de l'écart entre les objectifs généraux assignés à l'enseignement des mathématiques et les objectifs effectivement atteints ?

Ces questions nous ont alors conduit à envisager une seconde enquête réalisée auprès d'une population scolaire comprenant tous les paliers du système scolaire allant des classes de CM1 à celles de Seconde de lycée. Cette enquête s'appuie alors sur un nouveau questionnaire en quatre parties.

□ Analyse du premier questionnaire⁵ soumis aux élèves de Sixième (Strasbourg) et à ceux de Seconde (Montceau)

Examinons les types de questions et les procédures de résolution envisagées du point de vue de la logique de la discipline :

⁵ cf annexe : ce questionnaire correspond au questionnaire Q1

| TYPES | | PROCEDURES ADDITIVES | | | | | | |
|--------------------------|--|----------------------|-------------|-------------|-------------|----|-------------------|-------------------|
| questions | | $a + x = b$ | $x + a = b$ | $x - a = b$ | $a - x = b$ | | $c + d = a - x$ | $a - x = c + d$ |
| réponses | | $x = b - a$ | $x = b - a$ | $x = a + b$ | $x = a - b$ | | $x = a - (c + d)$ | $x = a - (c + d)$ |
| items n° | | 1 | | 2 | 3 | 4 | 3 | 4 |
| taux de réussite en 6ème | | 81 | | 74 | 61 | 65 | 61 | 65 |
| taux de réussite en 2nde | | 94 | | 88 | 69 | 66 | 69 | 66 |

| TYPES | | PROCEDURES MULTIPLICATIVES | | | | | |
|--------------------------|--|----------------------------|----|------------------|------------------|-------------|----|
| questions | | $a \times X = b$ | | $X \times a = b$ | $X : a = b$ | $a : X = b$ | |
| réponses | | $X = b : a$ | | $x = b : a$ | $X = a \times b$ | $X = a : b$ | |
| items n° | | 5 | 9 | 2 | 7 | 6 | 10 |
| taux de réussite en 6ème | | 75 | 48 | 74 | 60 | 50 | 17 |
| taux de réussite en 2nde | | 97 | 88 | 88 | 91 | 56 | 34 |

Ce tableau expose le classement que l'on peut réaliser par l'analyse des procédures opératoires algébriques.

Il est aussi intéressant de prendre en compte la nature des nombres mis en jeu. Nous avons affaire à deux types :

- nombres entiers
- nombres décimaux (à au plus trois chiffres après la virgule)

Ainsi l'item n°10

$$2, 2 : \square = 1, 6$$

est l'item le moins réussi dans les deux groupes. Il fait intervenir à la fois des nombres décimaux et une procédure opératoire multiplicative réciproque. Et pourtant l'item n° 6

$$29, 4 : \square = 4, 2$$

qui présente les mêmes caractéristiques apparentes, s'avère atteindre un niveau de réussite supérieur.

Dans l'observation⁶ conduite sur la population d'élèves de classes de sixième de Strasbourg, nous pouvons lire :

« A priori, les populations des groupes "témoin" et "expérimental" sont comparables, et constituées d'élèves hétérogènes.

Dans le groupe "témoin", on peut distinguer...des élèves qui commettent au plus une ou deux erreurs..., des élèves qui échouent presque systématiquement sur les questions multiplicatives autres que la question n°5..., ceux qui échouent même sur les questions additives

Le groupe "expérimental" ne donne lieu qu'à très peu de résultats faibles...et à peu d'échecs.[Or celui-ci] a mis en œuvre des décimaux à l'occasion d'activités de transformation et de construction géométrique.

Est-ce cela qui explique les écarts ? »

Cette remarque incite à regarder l'effet joué en particulier par la nature "décimale" des nombres mis en jeu en plus évidemment de celui

⁶ Rapport sur l'expérimentation "Pédagogie Différenciée" conduite en mathématiques au collège d'Ostwald en 1984/1985 par F.Pluinage et coll. IREM-ULP Strasbourg 1985 pages 47-48

issu de l'activité des apprenants dans la séquence didactique de géométrie.

Une autre variable pourrait être encore considérée :
la présentation des équations

par exemple nous pourrions imaginer les cas suivants :

| | |
|------------------------|-----------------------|
| $2,2 : \text{<} = 1,6$ | $2,2 : X = 1,6$ |
| $2,2 / X = 1,6$ | $\frac{2,2}{X} = 1,6$ |

| | |
|-----|-------|
| 2,2 | |
| 0 | 1,6 |

Opération intégrée à un énoncé de problème (forme discursive)

Elaboration des questionnaires destinés à une seconde enquête

Les variables didactiques retenues sont la procédure opératoire et la nature des nombres en ne considérant que les deux modalités : "entier" et "décimal à au plus trois chiffres après la virgule"

Cela nous donne pour les procédures :

| | directe | indirecte |
|----------------|----------------|--------------|
| additive | addition | soustraction |
| multiplicative | multiplication | division |

De là nous avons bâti un ensemble de quatre questionnaires⁷.

| Questionnaire N° | code | caractéristiques |
|------------------|------|--|
| 1 | Q1 | identique au questionnaire initial de Strasbourg |
| 2 | Q2 | identique au questionnaire initial de Strasbourg pour les procédures mais avec des nombres entiers |
| 3 (modalité A) | Q3A | énoncé de problème mettant en jeu implicitement une opération analogue à la question Q110 |
| 3 (modalité B) | Q3B | énoncé de problème mettant en jeu explicitement une opération analogue à la question Q110 |
| 4 (modalité A) | Q4A | énoncé de problème mettant en jeu implicitement une opération analogue à la question Q210 |
| 4 (modalité B) | Q4B | énoncé de problème mettant en jeu explicitement une opération analogue à la question Q210 |

Nous avons envisagé la question des calculatrices en demandant à l'élève d'indiquer s'il en a fait usage ou non.

L'épreuve et son déroulement

Le détail des protocoles de passation et de correction est fourni en annexe⁸. Nous nous contenterons donc de décrire ici le cadre général de la démarche.

- partager la classe en quatre groupes tirés aléatoirement désignés respectivement AA, AB, BA, BB
- compléter les fiches d'information individuelle

| Codage | nom | date de naissance | CSP Père | CSP mère | opinion de l'enseignant |
|--------|-----|-------------------|----------|----------|-------------------------|
|--------|-----|-------------------|----------|----------|-------------------------|

C'est ainsi que nous avons procédé au :

- **recueil des informations auprès des enseignants :**

⁷ cf annexe

⁸ cf annexe

Chaque enseignant expérimentateur a été sollicité pour compléter en particulier cette fiche synthétique dont nous fournissons un extrait ici.

| |
|---------------------|
| CLASSE: |
| LIEU |
| NOM de l'ENSEIGNANT |

| | | | | | | | | | |
|----|----|------------|----|-------|--------------------|--------|--------|---------------|---|
| | | | | | | C.S.P: | C.S.P: | Opinion de | * |
| Ni | Cl | individus: | | Noms: | Date de naissance: | père: | mère: | l'enseignant: | * |
| | | .01 | AA | | | | | | * |
| | | .02 | AA | | | | | | * |
| | | .03 | AA | | | | | | * |

| phase n° | durée (min) | consignes |
|----------|-------------|---|
| 0 | 15 à 20 | Présenter l'enquête à la classe distribuer le questionnaire Q1 |
| 1 | 15 à 20 | passation de Q1 |
| 2 | 15 à 20 | ramasser Q1 distribuer Q2 passation de Q2 |
| 3 | 15 à 20 | ramasser Q2 distribuer Q3A aux groupes AA et AB distribuer Q3B aux groupes BA et BB passation de Q3 |
| 4 | 15 à 20 | ramasser Q3 distribuer Q4A aux groupes AA et BA distribuer Q4B aux groupes AB et BB passation de Q4 |
| 5 | | Correction des résultats en utilisant une échelle à trois modalités Réussite (code : 2) Echec par erreur(code : 1) Echec par non réponse (code : 0) |
| 5 | | Correction des procédures pour Q3 et Q4 (cf annexe n°4) |

La passation s'est déroulée dans le courant du mois de mars 1988.

□ La population

L'enquête a sollicité plus de 630 individus répartis dans 26 classes, allant du CM1 à la Seconde, de la région de Saint-Etienne⁹.

Plus précisément le tableau ci-dessous rapporte cette répartition :

| classes | CM1 | CM2 | 6ème | 5ème | 4ème | 3ème | Seconde |
|-------------------------------------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|---------|
| nombre de classes | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 3 |
| nombre d'élèves | 92 | 81 | 97 | 97 | 68 | 90 | 108 |
| âge moyen à la date du 1 avril 1988 | 10, 03 | 11, 08 | 12, 50 | 13, 46 | 14, 31 | 15, 45 | 15, 76 |

Ce tableau fait apparaître l'évolution de l'âge moyen des élèves selon les strates scolaires : ainsi nous pouvons constater que la progression suit le rythme d'une année entre les classes de CM1 et CM2, Sixième et Cinquième, Cinquième et Quatrième, Quatrième et Troisième. Par contre, d'une part, une année et demie sépare les âges moyens de CM2 à Sixième, ce qui s'explique par un redoublement important dans cette première classe d'un nouveau cycle. D'autre part, à peine un quart d'année subsiste entre les âges moyens de Troisième et de Seconde, ce qui pourrait s'expliquer par les effets d'une orientation sélective pour laquelle l'âge de l'individu joue un rôle non négligeable.

⁹ cf annexe

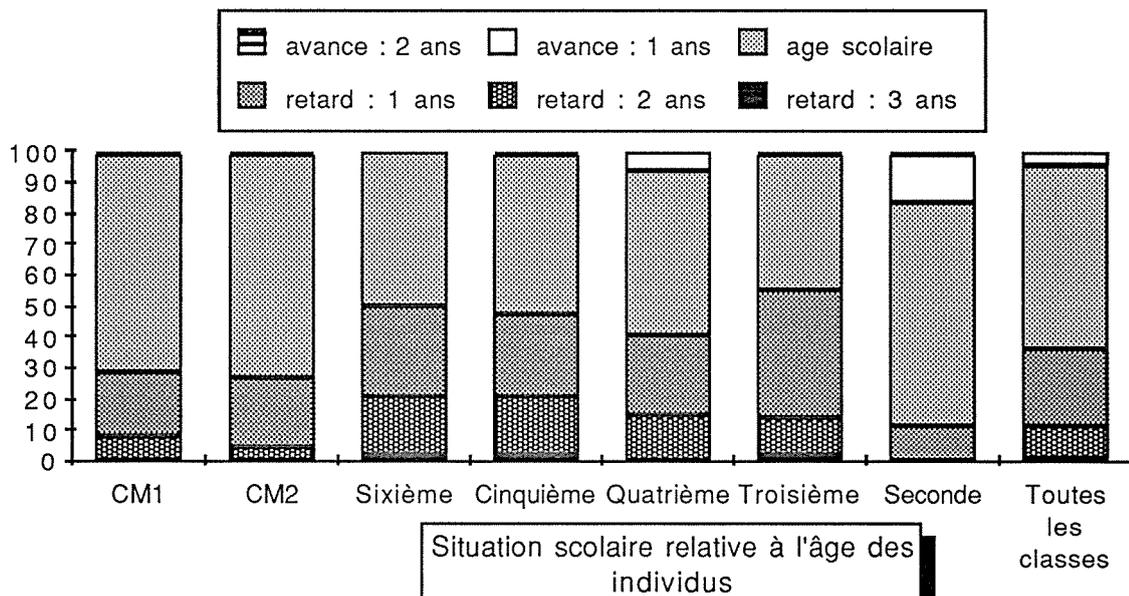
- âge des élèves

En ce qui concerne la situation relative à « l'âge scolaire », les tableaux et le graphique fournis ci-après illustrent la position de cette population.

comparaison de l'age institutionnel et de l'age réel des individus

| situation scolaire | CM1 | CM2 | Sixième | Cinquième | Quatrième | Troisième | Seconde | Toutes les classes |
|--------------------|-----|-----|---------|-----------|-----------|-----------|---------|--------------------|
| retard : 3 ans | 0 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 0 | 6 |
| retard : 2 ans | 7 | 4 | 18 | 18 | 10 | 10 | 0 | 67 |
| retard : 1 ans | 19 | 18 | 28 | 26 | 17 | 36 | 12 | 156 |
| age scolaire | 64 | 58 | 48 | 49 | 36 | 38 | 78 | 371 |
| avance : 1 ans | 1 | 1 | 0 | 1 | 4 | 1 | 17 | 25 |
| avance : 2 ans | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |
| effectifs totaux | 91 | 81 | 96 | 96 | 67 | 87 | 108 | 626 |

| situation scolaire | CM1 | CM2 | Sixième | Cinquième | Quatrième | Troisième | Seconde | Toutes les classes |
|--------------------|--------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|--------------------|
| retard : 3 ans | 0,00% | 0,00% | 2,08% | 2,08% | 0,00% | 2,30% | 0,00% | 0,96% |
| retard : 2 ans | 7,69% | 4,94% | 18,75% | 18,75% | 14,93% | 11,49% | 0,00% | 10,70% |
| retard : 1 ans | 20,88% | 22,22% | 29,17% | 27,08% | 25,37% | 41,38% | 11,11% | 24,92% |
| age scolaire | 70,33% | 71,60% | 50,00% | 51,04% | 53,73% | 43,68% | 72,22% | 59,27% |
| avance : 1 ans | 1,10% | 1,23% | 0,00% | 1,04% | 5,97% | 1,15% | 15,74% | 3,99% |
| avance : 2 ans | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,93% | 0,16% |
| | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% | 100% |



De l'observation de ces données, nous en tirons que :

- moins de **3 élèves sur 4** sont sans retard scolaire en CM1 et CM2
- cette proportion avoisine **1 élève sur 2** en 6ème, 5ème et 4ème
- pour descendre au dessous de **1 élève sur 2** c'est dire **45%** en classe de 3ème

- puis un effet de sélection porte cette proportion à **près de 90%** en classe de Seconde !

- effectifs des classes :

Pour ce qui relève des conditions de travail, on peut noter les effectifs moyens par classe :

| classes | CM1 | CM2 | 6 ^{ème} | 5 ^{ème} | 4 ^{ème} | 3 ^{ème} | Seconde |
|----------------|-----|-----|------------------|------------------|------------------|------------------|---------|
| effectif moyen | 23 | 21 | 25 | 25 | 23 | 23 | 36 |

Ceci confirme un phénomène tout à fait reconnu relatif à l'état actuel des effectifs des classes de seconde. Sans aucun doute cela résulte d'effets pervers de mesures positives qui maintiennent un plus grand nombre d'élèves dans les voies plus classiques du système scolaire. Toutefois il paraîtrait intéressant d'analyser dans une perspective autre que syndicale ou politique à savoir une perspective résolument pédagogique et didactique, les conséquences repérables sur les méthodes d'apprentissage .

- opinion de l'enseignant à l'égard des capacités de l'élève :

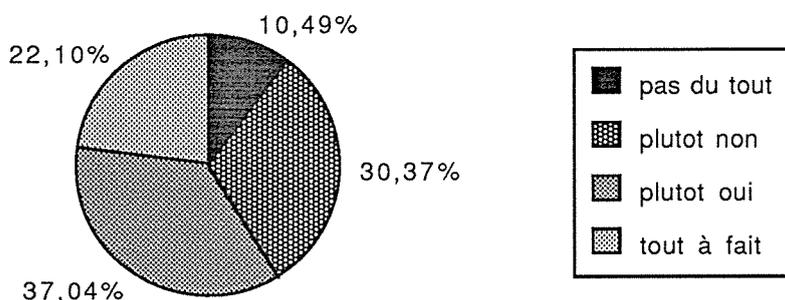
Dans les informations recueillies, nous avons demandé à chaque enseignant de se prononcer selon une échelle de jugement à quatre modalités sur le niveau de réussite de chaque élève en calcul et en mathématique.

Pour cela nous lui avons posé la question suivante :

« Estimez-vous ... comme un élève qui réussit en général en mathématiques et en calcul ... pas du tout ? plutôt non ? plutôt oui ? tout à fait ? »

Globalement nous avons recueilli 630 réponses venant des 22 enseignants qui ont participé avec leurs élèves à cette enquête qui se répartissent ainsi :

toutes les classes : opinion de l'enseignant



Le détail des résultats par classes est fourni en annexe n°5

Il y a là tout naturellement une question à envisager :

Quel est le degré de corrélation entre cette opinion et le niveau de réussite à cette épreuve de chaque élève ?

Dans l'état actuel de l'analyse des données nous ne pouvons apporter de réponse quantifiée. Notre impression au vu des résultats nous laisse penser à l'existence d'une assez bonne corrélation positive. Toutefois nous reportons notre jugement à l'issue d'une étude plus détaillée dont le compte rendu fera l'objet du second article annoncé en préambule.

- l'environnement socio-professionnel familial des élèves :

Nous avons demandé à l'enseignant de nous indiquer la catégorie socio-professionnelle des parents de chaque élève sur la base de la codification de l'INSEE¹⁰

| n° | cf codification CSP INSEE | Père | | Mère | |
|--------------------|------------------------------|----------|---------|----------|---------|
| | | effectif | taux(%) | effectif | taux(%) |
| 1 | codes"01+10" | 20 | 3,17% | 12 | 1,90% |
| 2 | codes"21+23" | 2 | 0,32% | 0 | 0,00% |
| 3 | code"22" | 16 | 2,54% | 0 | 0,00% |
| 4 | code"26" | 0 | 0,00% | 0 | 0,00% |
| 5 | code"27" | 15 | 2,38% | 7 | 1,11% |
| 6 | code"30" | 10 | 1,59% | 7 | 1,11% |
| 7 | codes"32+37+38" | 32 | 5,08% | 44 | 6,98% |
| 8 | codes"33+34" | 53 | 8,41% | 3 | 0,48% |
| 9 | codes"46+47+48+42" | 16 | 2,54% | 41 | 6,51% |
| 10 | codes"43+44" | 68 | 10,79% | 22 | 3,49% |
| 11 | codes"51+53" | 29 | 4,60% | 73 | 11,59% |
| 12 | codes"60+61" | 176 | 27,94% | 26 | 4,13% |
| 13 | codes"63+65+66+68" | 100 | 15,87% | 29 | 4,60% |
| 14 | codes"79" | 4 | 0,63% | 24 | 3,81% |
| 15 | codes"80+81+82+83" | 65 | 10,32% | 17 | 2,70% |
| 16 | code"99" | 20 | 3,17% | 322 | 51,11% |
| 17 | sans réponse | 4 | 0,63% | 3 | 0,48% |
| effectif total 630 | | | | | |

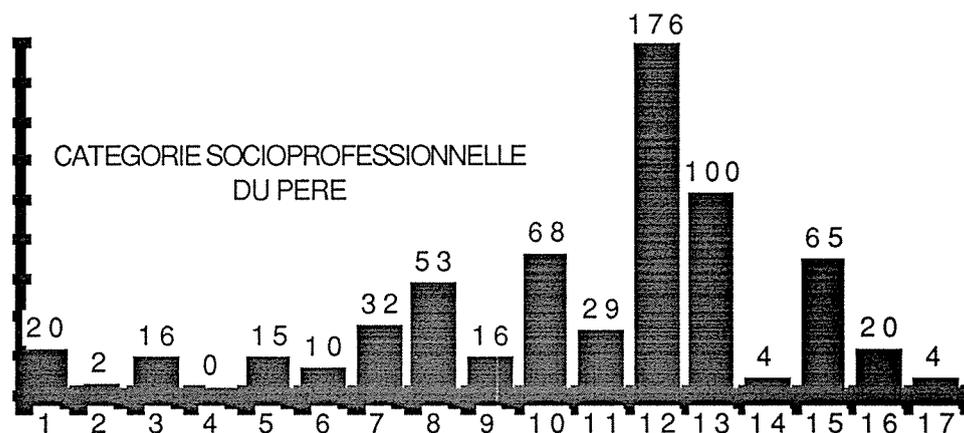
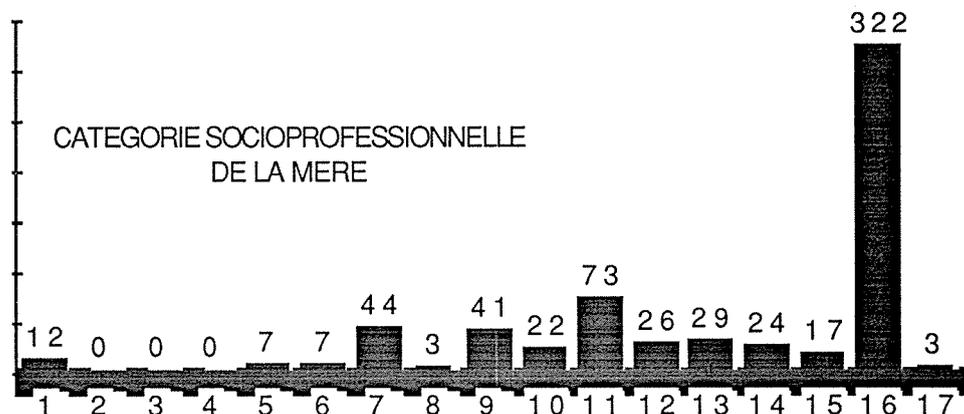
¹⁰ cf en annexe : la grille CSP utilisée

Le tableau ci-contre rapporte les données recueillies concernant le contexte socioculturel des individus par le biais des catégories socioprofessionnelles des parents. Deux observations peuvent être notées :

- la forte prédominance de la catégorie "sans profession" pour la mère avec plus de 50%

- Quant à la catégorie professionnelle du père, elle se répartit de façon dominante sur les quatre groupes n°10, 12, 13, 15, c'est à dire : cadres administratifs moyens et techniciens, contre-maîtres et ouvriers qualifiés, ouvriers spécialisés, mineurs et manœuvres, armée et police.

Les graphiques fournis ci-dessous complètent ces observations.



Il apparaît désormais intéressant d'analyser les variations de cette répartition socioprofessionnelle selon les strates de CM1 à Seconde. Nous reportons cette étude au second article.

□ Les questionnaires et les items mathématiques

Nous revenons maintenant sur les questionnaires dans le but d'approfondir l'analyse relative aux contenus des items, aux opérations mathématiques et donc plus ou moins implicitement aux opérations mentales qu'elles requièrent.

- les questionnaires Q1 et Q2¹¹ :

Ces deux questionnaires regroupent respectivement les items Q101 à Q110 et les items Q201 à Q210.

Examinons les éléments suivants :

- les types d'opérations qui apparaissent dans la formulation de l'énoncé.
- les types de procédures que la résolution appelle.
- les types de nombres apparaissant en données.
- les types de nombres apparaissant en solution.

| items | OPERATIONS FORMULEES | PROCEDURES | NOMBRES DONNEES | NOMBRES SOLUTIONS |
|-------|----------------------|------------|--------------------|----------------------|
|-------|----------------------|------------|--------------------|----------------------|

QUESTIONNAIRE Q1

| | | | | |
|------|---------------------------------|------------------------|------------------|---------|
| Q101 | addition | additive inverse | décimal | décimal |
| Q102 | soustraction (gauche) | additive directe | décimal | décimal |
| Q103 | addition & soustraction(droite) | additive inverse | entier | entier |
| Q104 | addition & soustraction(droite) | additive inverse | entier | entier |
| Q105 | multiplication | multiplicative inverse | décimal | entier |
| Q106 | division (droite) | multiplicative inverse | entier | entier |
| Q107 | division(gauche) | multiplicative directe | décimal & entier | décimal |
| Q108 | multiplication | multiplicative inverse | décimal & entier | décimal |
| Q109 | multiplication | multiplicative inverse | décimal | décimal |
| Q110 | division (droite) | multiplicative inverse | décimal | décimal |

QUESTIONNAIRE Q2

| | | | | |
|------|---------------------------------|------------------------|--------|--------|
| Q201 | addition | additive inverse | entier | entier |
| Q202 | soustraction (gauche) | additive directe | entier | entier |
| Q203 | addition & soustraction(droite) | additive inverse | entier | entier |
| Q204 | addition & soustraction(droite) | additive inverse | entier | entier |
| Q205 | multiplication | multiplicative inverse | entier | entier |
| Q206 | division (droite) | multiplicative inverse | entier | entier |
| Q207 | division(gauche) | multiplicative directe | entier | entier |
| Q208 | multiplication | multiplicative inverse | entier | entier |
| Q209 | multiplication | multiplicative inverse | entier | entier |
| Q210 | division (droite) | multiplicative inverse | entier | entier |

¹¹cf annexe

- les questionnaires Q3 et Q4¹² :

Ces deux questionnaires reprennent respectivement les contraintes des items Q110 et Q210. Mais cette fois l'énoncé de la question est proposé sous forme discursive. Ceci vise à immerger l'item dans un texte "réaliste" qui peut lui donner un sens . Nous avons alors procédé à une variation d'énoncé sous deux modalités :

- **modalité A** : l'opération mathématique intervenant n'est pas désignée explicitement dans l'énoncé ce qui donne les expressions « ... il constate après un rapide calcul... » ou « La somme ... est partagée entre... ».

- **modalité B** : l'opération mathématique intervenant est désignée explicitement dans l'énoncé ce qui donne les expressions « ... il constate par division de la somme payée par cette valeur... » ou « La somme ... est divisée par le nombre de participants... ».

Le protocole de passation¹³ prévoit que dans chaque classe les quatre enchaînements Q3A/Q4A, Q3B/Q4A, Q3A/Q4B et Q3B/Q4B soient effectués.

Par ailleurs nous rapportons les caractéristiques des questions dans le tableau ci-joint.

| items | OPERATIONS FORMULEES | PROCEDURES | NOMBRES DONNEES | NOMBRES SOLUTIONS |
|-------------------------|----------------------|------------------------|-----------------|-------------------|
| QUESTIONNAIRE Q3 | | | | |
| Q3A | rapide calcul | multiplicative inverse | décimal | décimal |
| Q3B | division (droite) | multiplicative inverse | décimal | décima |
| QUESTIONNAIRE Q4 | | | | |
| Q4A | est partagée entre | multiplicative inverse | entier | entier |
| Q4B | division(droite) | multiplicative inverse | entier | entier |

Enfin l'ordre de passation :

Q1(décimal) -> Q2(entier) -> Q3(décimal) -> Q4 (entier)

a été choisi en fonction de la nature des nombres mis en jeu. L'hypothèse étant que l'emploi des nombres décimaux génère des difficultés plus importantes pour les élèves, nous avons pris le parti de placer Q1 avant Q2 afin qu'un travail préalable sur Q2 avec les nombres entiers ne constitue pas un entraînement pour les items de Q1.

Le questionnaire Q1 est conçu comme celui dont les items cumulent à la fois les difficultés numériques et les difficultés opératoires.

Certes en procédant ainsi nous ne permettons pas aux élèves de mobiliser ses capacités de transférer des procédures dans des tâches graduelles.

¹²cf annexe

¹³ cf annexe

□ Premières analyses relatives aux réponses fournies par les individus aux items mathématiques

Nous fournissons ci-après les modalités et le codage adopté pour réaliser l'évaluation des productions des élèves

| modalités | code | réponse mathématique | raisonnement |
|-----------------------|------------|--|--|
| Réussite | (code : 2) | réponse mathématique correcte | raisonnement correct |
| Echec par erreur | (code : 1) | réponse mathématique fausse | raisonnement incorrect |
| Echec par non-réponse | (code : 0) | réponse mathématique incomplète ne pouvant être interprétée absence de réponse | raisonnement incomplet ne pouvant être interprété |

Ce choix de discerner l'échec par erreur de l'échec par non-réponse est délibéré et s'inscrit dans notre conception¹⁴ pédagogique qui guide naturellement nos recherches en didactique des mathématiques.

- les questionnaires Q1 et Q2¹⁵ :

Dans un premier temps, nous considérons les résultats relatifs à la population toute entière, sans tenir compte des classes.

¹⁴ cf bibliographie

¹⁵cf annexe

| item | REUSSITE | ECHEC PAR ERREUR | ECHEC PAR NON REPONSE |
|------|----------|------------------|-----------------------|
|------|----------|------------------|-----------------------|

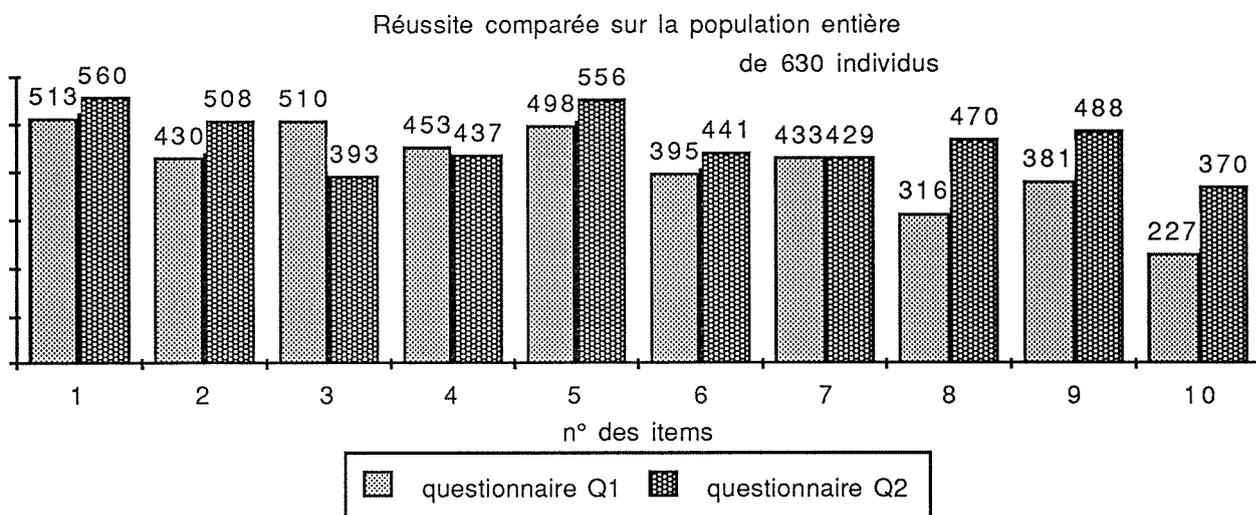
QUESTIONNAIRE Q1

| | EFFECTIF | TAUX(%) | EFFECTIF | TAUX(%) | EFFECTIF | TAUX(%) |
|------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Q101 | 513 | 81, 43 | 102 | 16, 19 | 15 | 2, 38 |
| Q102 | 430 | 68, 25 | 169 | 26, 83 | 31 | 4, 92 |
| Q103 | 510 | 80, 95 | 81 | 12, 86 | 39 | 6, 19 |
| Q104 | 453 | 71, 90 | 150 | 23, 81 | 27 | 4, 29 |
| Q105 | 498 | 79, 05 | 62 | 9, 84 | 70 | 11, 11 |
| Q106 | 395 | 62, 70 | 128 | 20, 32 | 107 | 16, 98 |
| Q107 | 433 | 68, 73 | 90 | 14, 29 | 107 | 16, 98 |
| Q108 | 316 | 50, 16 | 143 | 22, 70 | 171 | 27, 14 |
| Q109 | 381 | 60, 48 | 89 | 14, 13 | 160 | 25, 40 |
| Q110 | 227 | 36, 03 | 199 | 31, 59 | 204 | 32, 38 |

QUESTIONNAIRE Q2

| | EFFECTIF | TAUX(%) | EFFECTIF | TAUX(%) | EFFECTIF | TAUX(%) |
|------|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Q201 | 560 | 88, 89 | 64 | 10, 16 | 6 | 0, 95 |
| Q202 | 508 | 80, 63 | 87 | 13, 81 | 35 | 5, 56 |
| Q203 | 393 | 62, 38 | 209 | 33, 17 | 28 | 4, 44 |
| Q204 | 437 | 69, 37 | 163 | 25, 87 | 30 | 4, 76 |
| Q205 | 556 | 88, 25 | 41 | 6, 51 | 33 | 5, 24 |
| Q206 | 441 | 70, 00 | 120 | 19, 05 | 69 | 10, 95 |
| Q207 | 429 | 68, 10 | 103 | 16, 35 | 98 | 15, 56 |
| Q208 | 470 | 74, 60 | 55 | 8, 73 | 105 | 16, 67 |
| Q209 | 488 | 77, 46 | 61 | 9, 68 | 81 | 12, 86 |
| Q210 | 370 | 58, 73 | 119 | 18, 89 | 141 | 22, 38 |

Complétons ce tableau par le graphique suivant



Nous pouvons dès lors remarquer que pour 7 items sur 10 les taux de réussite au questionnaire Q2 sont supérieurs à ceux du questionnaire Q1. Ceci laisse donc entrevoir le fait que la présence de nombres décimaux surajoute une difficulté qui va conduire à l'échec certains élèves. Par

ailleurs les items Q103 et Q104 contiennent des entiers comme les items Q203 et Q204. Selon nos critères, ils sont à considérer comme des items "équivalents". Et l'item Q101 qui est le mieux réussi, fait cependant appel aux nombres décimaux et à une procédure additive inverse. Mais alors :

comment peut-on expliquer ces différences de taux de réussite ?

Pour répondre à cette question, il importe de retourner à une analyse¹⁶ des réponses erronées fournies par les individus dans chaque classe sans pour autant exclure les effets de phénomène de lassitude en cours de passation.

Les items Q107 et Q207 atteignent des taux de réussite sensiblement égaux.

Nous reviendrons sur ce point dans un paragraphe centré sur l'analyse des croisements des items.

Si maintenant nous considérons le classement par ordre décroissant de taux de réussite des items, nous obtenons :

| ITEMS | RANG | TAUX(%) | ITEMS | RANG | TAUX(%) |
|-------|------|---------|-------|------|---------|
| Q101 | 1 | 81, 43 | Q201 | 1 | 88, 89 |
| Q102 | 6 | 68, 25 | Q202 | 3 | 80, 63 |
| Q103 | 2 | 80, 95 | Q203 | 9 | 62, 38 |
| Q104 | 4 | 71, 90 | Q204 | 7 | 69, 37 |
| Q105 | 3 | 79, 05 | Q205 | 2 | 88, 25 |
| Q106 | 7 | 62, 70 | Q206 | 6 | 70, 00 |
| Q107 | 5 | 68, 73 | Q207 | 8 | 68, 10 |
| Q108 | 9 | 50, 16 | Q208 | 5 | 74, 60 |
| Q109 | 8 | 60, 48 | Q209 | 4 | 77, 46 |
| Q110 | 10 | 36, 03 | Q210 | 10 | 58, 73 |

Force est de constater que **les items Q110 et Q210 demeurent les items les moins réussis** Ce qui confirme l'observation réalisée sur les deux autres populations évoquées au début de l'article.

Force est de constater que **le taux de réussite de Q210 dépasse de peu la barre des 50% tandis que celui de l'item Q110 n'atteint même pas les 40% !** Certes notre échantillon comprend des élèves de l'Ecole Primaire, mais l'effectif de ce groupe ne représente qu' à peine plus du quart de l'effectif total.

¹⁶ ce travail sera réalisé plus tard

Si nous regardons le rang de ces deux items dans chaque classe :

| | | Classes | | | | | | | | |
|-------------|--------|---------|--------|-----------------|--------|--------|--------|---------|------------|------------|
| | | CM1 | CM2 | 6ème | 5ème | 4ème | 3ème | Seconde | Montceau | Strasbourg |
| Q110 | taux % | 6, 52 | 16, 05 | 11, 34 | 25, 77 | 39, 71 | 54, 44 | 88, 89 | 34, 38 | 17, 23 |
| | rang | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 | 10 |
| Q210 | taux % | 13, 04 | 61, 73 | 35, 05 | 42, 27 | 77, 94 | 82, 22 | 98, 15 | non soumis | non soumis |
| | rang | 10 | 10 | 10 | 10 | 9 | 9 | 6 | | |
| | | | | item de rang 10 | | Q203 | Q203 | Q203 | | |
| | | | | TAUX % | | 73, 53 | 77, 78 | 96, 30 | | |

L'item Q110 tient toujours la dernière place. Cependant l'item Q210 perd celle-ci à partir de la classe de 4^{ème}, au profit de l'item Q203. Une autre remarque est à faire : dans notre échantillon, les élèves de CM2 réussissent mieux que les élèves de 6^{ème}. Certes si nous confrontons ce groupe de CM2 au groupe complet de 6^{ème} de Strasbourg, cette proposition se trouve infirmée. Mais si nous limitons cette comparaison au groupe "témoin"¹⁷, nous retrouvons avec un taux de 13% une situation de réussite moindre en 6^{ème} qu'en CM2 .

- Etude du croisement des items des questionnaires Q1 et Q2¹⁸

:

Nous avons procédé à une étude de la dépendance des comportements de réponses entre les items voisins relativement à la variable "validité de la réponse" à trois modalités "R"- "E"- "N"¹⁹ puis à celle réduite à deux modalités "R" - "E+N". Pour établir ces comparaisons, nous avons eu recours au test du Khi-2 et au test de Mac Nemar.

La population prise en compte est celle de l'échantillon des 630 individus sans tenir compte dans un premier temps du niveau de classe.

L'hypothèse nulle H_0 que nous avons testée est :

« l'écart observé entre les résultats respectifs aux deux items comparés ne s'explique que par le hasard de l'échantillonnage » Pour cela, nous avons choisi de situer le seuil de risque au niveau de 1%

Il ressort les observations suivantes:

¹⁷ groupe de 158 individus sur les 238 de la population totale. Le groupe "expérimental" comportant 80 individus. (Rapport sur l'expérimentation "Pédagogie Différenciée" conduite en mathématiques au collège d'Ostwald en 1984/1985 par F. Pluvinage et coll. IREM-ULP Strasbourg 1985 pages 47-48)

¹⁸ cf note n° 17

¹⁹ cf § Premières analyses relatives aux réponses fournies par les individus aux items mathématiques

| items comparés | | Khi-2 avec R-E-N valeur significatif | Khi-2 avec R-(E+N) valeur significatif | Test de Mac Nemar valeur significatif | | implication de réussite | | |
|----------------|-----------|---|---|--|----------------------|-------------------------|----------------------|--------------|
| 1 | Q101/Q201 | 122, 7 | ? ²⁰ | 66, 42 | rejet H ₀ | 19, 9 | rejet H ₀ | Q101--->Q201 |
| 2 | Q102/Q202 | 218, 20 | ? | 104, 82 | rejet H ₀ | 40, 56 | rejet H ₀ | Q102--->Q202 |
| 3 | Q103/Q203 | 197, 26 | ? | 88, 26 | rejet H ₀ | 77, 33 | rejet H ₀ | Q203--->Q103 |
| 4 | Q104/Q204 | 176, 44 | ? | 155, 14 | rejet H ₀ | 1, 93 | non ²¹ | |
| 5 | Q105/Q205 | 163, 98 | ? | 116, 48 | rejet H ₀ | 32, 34 | rejet H ₀ | Q105--->Q205 |
| 6 | Q106/Q206 | 251, 51 | rejet Ho | 209, 43 | rejet Ho | 17, 34 | rejet Ho | Q106--->Q206 |
| 7 | Q107/Q207 | 204, 94 | rejet Ho | 144, 28 | rejet Ho | 0, 11 | non | |
| 8 | Q108/Q208 | 180, 88 | rejet Ho | 125, 73 | rejet Ho | 123, 52 | rejet Ho | Q108--->Q208 |
| 9 | Q109/Q209 | 227, 03 | rejet Ho | 178, 20 | rejet Ho | 57, 85 | rejet Ho | Q109--->Q209 |
| 10 | Q110/Q210 | 247, 63 | rejet Ho | 189, 57 | rejet Ho | 122, 44 | rejet Ho | Q110--->Q210 |
| 11 | Q106/Q110 | 309, 67 | rejet Ho | 173, 11 | rejet Ho | 153, 39 | rejet Ho | Q110--->Q106 |
| 12 | Q106/Q107 | 234, 01 | rejet Ho | 108, 13 | rejet Ho | 8, 5 | rejet Ho | Q106--->Q107 |
| 13 | Q107/Q110 | 216, 89 | rejet Ho | 104, 04 | rejet Ho | 181, 35 | rejet Ho | Q110--->Q107 |
| 14 | Q206/Q210 | 404, 94 | rejet Ho | 269, 71 | rejet Ho | 47, 11 | rejet Ho | Q210--->Q206 |
| 15 | Q206/Q207 | 207, 88 | rejet Ho | 85, 93 | rejet Ho | 0, 84 | non | |
| 16 | Q207/Q210 | 259, 37 | rejet Ho | 169, 77 | rejet Ho | 24, 00 | rejet Ho | Q210--->Q207 |

Ainsi prenant par exemple la ligne n°8, il s'agit du croisement de l'item Q108 avec l'item Q208. Nous rappelons que ces deux items ne diffèrent dans leur énoncé que par la nature des nombres mis en jeu.

Par le test statistique du Khi-Deux²², nous testons le rejet de l'hypothèse nulle H₀ postulant l'indépendance des résultats aux deux items. Le calcul prenant en compte les trois modalités de réponse R-E-N conduit à une valeur du Khi-Deux de 180,88. Cette valeur comparée à la valeur théorique de 13,3 fournie par une table pour un degré de liberté de 4 conduit à rejeter au seuil de 1%, c'est à dire en prenant un risque de première espèce de probabilité 0.01, l'hypothèse d'indépendance.

Le calcul prenant en compte seulement deux modalités de réponse R et (E+N), c'est à dire Réussite et Echec, conduit à une valeur du Khi-Deux de 125,73 Cette valeur comparée à la valeur théorique de 6,63 fournie par une table pour un degré de liberté de 1 conduit encore à rejeter au seuil de 1%

Par le test statistique du Khi-Deux de Mac Nemar²³, nous testons le rejet de l'hypothèse nulle H₀ selon laquelle la différence des résultats aux deux items Q108 et Q208 est liée au hasard . Ici le calcul se fait en ne prenant en considération que les deux modalités de réponse Réussite-Echec. La valeur ainsi obtenue est de 123,52 Cette valeur comparée à la valeur théorique de 6,63 fournie par une table pour un degré de liberté de 1 conduit ici encore à rejeter au seuil de 1%. De là nous acceptons l'hypothèse alternative postulant que la différence de réussite est

²⁰ dans tout le tableau "?" correspond à la situation où le test du Khi-deux n'est pas applicable car un des effectifs théoriques est inférieure à 5.

²¹ dans tout le tableau " non" signifie que l'on ne peut pas rejeter l'hypothèse nulle au seuil de 1%.

²² cf annexe n°9 : note succincte sur le test du Khi-Deux

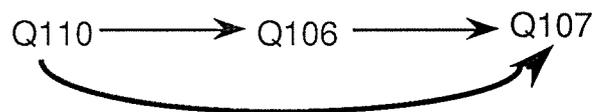
²³ cf annexe n 9: note succincte sur le test du Khi-Deux de Mac Nemar

significative et donc que nous pouvons constater une amélioration de réussite entre Q108 et Q208. Ce que nous traduisons par l'implication non réciproque $Q108 \rightarrow Q208$, c'est à dire que réussir à Q108 laisse supposer une réussite très probable à Q208.

Il apparaît que dans la plupart des cas, nous sommes amenés à rejeter l'hypothèse d'indépendance des deux variables au seuil de 1%. Ce qui semble cohérent avec la démarche d'élaboration des items fondée sur un appariement des items de Q1 avec ceux de Q2.

Si nous prenons maintenant en considération les implications de réussite n°1, 2, 5, 6, 8, 9 et 10, nous pouvons constater qu'elles vont dans le sens $Q1 \rightarrow Q2$. C'est à dire que **la maîtrise d'une opération avec des nombres décimaux assure de manière significative²⁴ la maîtrise de cette même opération avec des nombres entiers**

Par ailleurs les résultats fournis dans les lignes n°11, 12, 13 du tableau précédent met en évidence une situation de fermeture transitive de l'implication de réussite. Ainsi avons-nous :



Significativement, on peut dire que Q107 est mieux réussi que Q106, lui-même mieux réussi que Q110. Or l'item Q110 et l'item Q106 sont "identiques":

| | |
|--|---|
| (Q106) 29, 4 : <input type="text"/> = 4, 2 | (Q110) 2, 2 : <input type="text"/> = 1, 6 |
|--|---|

D'où peut venir cette différence de réussite ?

Une explication possible est de considérer que **cette différence provient de la nature des nombres attendus en réponse : la réponse à Q106 est un entier alors que celle à Q110 est un décimal.**

Une autre variable est sans doute à considérer à savoir **l'ordre de grandeur des nombres** mis en jeu. Alors que dans Q106 on cherche à diviser 29,4 pour obtenir un quotient de l'ordre de quelques unités : 4,2 , il n'en est pas ainsi dans Q110 où cette fois le dividende est déjà près de l'unité. La recherche du diviseur pour obtenir un quotient de 1,6 voisin de ce dividende s'en trouve probablement un peu parasitée.

²⁴ au sens de la statistique

Quant à l'item Q107 :

$$(Q107) \square : 11 = 12,5$$

il se démarque des deux précédents par le fait que la solution s'obtient par une multiplication c'est à dire une procédure opératoire multiplicative directe .

Les lignes n°14, 15, 16 s'appuient sur des items mettant en jeu des procédures analogues mais ne portant que sur des nombres entiers

$$(Q206) 856 : \square = 107 \quad (Q210) 1785 : \square = 17$$

$$(Q207) \square : 17 = 147$$

Ici Q207 et Q206 sont significativement mieux réussis que Q210 . Par contre on ne peut établir un tel lien entre Q207 et Q206.

De même Q206 et Q210 sont respectivement mieux réussis que Q106 et Q110, alors que l'on ne peut différencier Q107 et Q207 de cette façon.

Ceci nous conduit à énoncer la proposition suivante :

Dans une équation, la présence de division et de nombres décimaux appelant en procédure de résolution une division et en réponse une solution décimale, constitue pour un élève une situation optimale de difficulté. alors même que pour un individu formé aux mathématiques aucune différence n'est perceptible a priori.

- les questionnaires Q3 et Q4²⁵ :

Ces deux questionnaires avaient pour but de proposer chacun une question respectivement analogue aux items Q110 et Q210, mais enveloppée dans un habillage

Ici encore, nous considérons les résultats relatifs à la population toute entière, sans tenir compte des classes. Cette population se répartit selon les consignes méthodologiques précisées dans le protocole²⁶ comme nous l'indiquons dans le tableau ci-contre :

²⁵cf annexe

²⁶cf annexe

| | | | |
|----------|----------|----------|-----|
| | item Q4A | item Q4B | |
| item Q3A | 157 | 162 | 319 |
| item Q3B | 157 | 154 | 311 |
| | 314 | 316 | |

| item | REUSSITE | ECHEC PAR ERREUR | ECHEC PAR NON REPONSE |
|------|----------|------------------|-----------------------|
|------|----------|------------------|-----------------------|

QUESTIONNAIRE Q3

| | EFFECTIF | TAUX(%) | EFFECTIF | TAUX(%) | EFFECTIF | TAUX(%) |
|-----|----------|---------|----------|---------|----------|---------|
| Q3A | 171 | 53, 61% | 106 | 33, 23% | 42 | 13, 16% |
| Q3B | 181 | 58, 20% | 83 | 26, 69% | 47 | 15, 11% |

QUESTIONNAIRE Q4

| | | | | | | |
|-----|-----|---------|----|--------|----|--------|
| Q4A | 291 | 92, 68% | 8 | 2, 55% | 15 | 4, 77% |
| Q4B | 273 | 86, 39% | 22 | 6, 96% | 21 | 6, 64% |

Là encore le facteur "nature du nombre" introduit un clivage à en juger par les taux de réussite de l'ordre de plus de 85% lorsqu'il s'agit de nombres entiers alors nous observons une chute de plus de 25% du taux de réussite quand les nombres en jeu sont des nombres décimaux.

- comparaison des modalités d'énoncé des questionnaires Q3 et Q4²⁷ :

Nous avons réalisé une variation d'énoncé des questions selon les deux modalités suivantes :

| | |
|---------------------|---|
| modalité A : | l'opération mathématique n'est pas explicitement indiquée |
| modalité B : | l'opération mathématique est explicitement indiquée |

Nous avons alors cherché à savoir si la forme de l'énoncé avait une incidence sur les comportements de réponse et en particulier si nous pouvons trouver une différence de réussite significative .

En confrontant les résultats à l'aide du test du Khi-Deux, nous obtenons les résultats suivants :

- il n'y a pas de différence significative au seuil de 1% entre les deux modalités d'énoncé !

Cette assertion demeure vraie à tous les niveaux de classe sauf en classe de Troisième où le test conduit à rejeter l'hypothèse d'indépendance !

Il paraît difficile de donner une explication plausible à cette particularité observée sur la classe de Troisième..

Si nous examinons les résultats relatifs à la modalité "E+N" c'est à dire l'échec nous obtenons :

²⁷cf annexe

| | effectif des erreurs | effectif des erreurs | effectif total des erreurs | |
|-----------|----------------------------|----------------------------|----------------------------------|---------------------|
| classes | à Q3A | à Q3B | à Q3 | effectif total =278 |
| CM1 | 41 | 44 | 85 | |
| CM2 | 22 | 20 | 42 | |
| SIXIEME | 32 | 31 | 63 | |
| CINQUIEME | 20 | 18 | 38 | |
| QUATRIEME | 15 | 8 | 23 | |
| TROISIEME | 18 | 4 | 22 | |
| SECONDE | 0 | 5 | 5 | |
| classes | à Q4A | à Q4B | à Q4 | effectif total =68 |
| CM1 | 17 | 18 | 35 | |
| CM2 | 0 | 2 | 2 | |
| SIXIEME | 7 | 11 | 18 | |
| CINQUIEME | 1 | 9 | 10 | |
| QUATRIEME | 0 | 1 | 1 | |
| TROISIEME | 0 | 1 | 1 | |
| SECONDE | 0 | 1 | 1 | |

Ainsi la question Q3A est échouée par 46, 39% des individus alors que la question Q3B l'est par 41, 80%. A contrario la question Q4A est échouée par 7, 96% des individus tandis que 13, 61% des individus échouent à la question Q4B.

Nous constatons que si Q3A est moins réussie que Q3B, cette situation s'inverse dans le questionnaire Q4, puisque c'est l'item Q4B qui est moins réussi que Q4A.

Nous pouvons alors envisager la nature et la complexité sémantique de l'énoncé. Les énoncés respectifs des items Q3A et Q3B sont formulés de manière relativement complexe (phrase longue, présence de subordonnées) L'apport d'information indiquant l'opération mathématique à réaliser s'avère être noyée par cette complexité et ne constitue plus un gain appréciable.

Pour ce qui est des énoncés respectifs de Q4A et Q4B, il convient de tenir compte que dans le sens commun les expressions "partager entre" et "diviser par" sont tout à fait synonymes.

Ainsi peut-on admettre que les deux énoncés Q4A et Q4B constituent dans le sens commun deux formulations parfaitement identiques.

- comparaison de l'item Q110 avec le questionnaire Q3

Pour établir cette comparaison nous limitons notre analyse à une prise en considération restreinte aux individus ayant effectivement fournis une réponse interprétable avec les deux modalités "R" et "E".

| | | item Q3A | | |
|------------------------|--------------------|----------|-----|--|
| item Q110 khi-deux= | réussite 41, 39 | échec | | |
| réussite | 97 | 16 | 113 | |
| échec | 43 | 55 | 98 | |
| | 140 | 71 | | |

| | | item Q3B | | |
|------------------------|--------------------|----------|-----|--|
| item Q110 khi-deux= | réussite 37, 69 | échec | | |
| réussite | 101 | 7 | 108 | |
| échec | 49 | 34 | 83 | |
| | 150 | 41 | | |

Les deux tableaux mettent en évidence une situation de rejet de l'hypothèse d'indépendance au seuil de 1%.

De plus nous sommes aussi dans les conditions d'une implication de réussite significative au seuil de 1% :

Q110—>Q3A et Q110—>Q3B

- comparaison de l'item Q210 avec le questionnaire Q4

En ce qui concerne le lien entre les items Q210 et Q4, les conditions d'effectif²⁸ ne nous permettent plus de tester l'hypothèse d'indépendance par le moyen du test de Khi-2 . On peut noter la rareté des échecs par erreur l'item Q4A et même à Q4B.

| | | item Q4A | | |
|-----------|----------|----------|-----|--|
| item Q210 | réussite | échec | | |
| réussite | 187 | 1 | 188 | |
| échec | 52 | 3 | 55 | |
| | 239 | 4 | | |

| | | item Q4B | | |
|-----------|----------|----------|-----|--|
| item Q210 | réussite | échec | | |
| réussite | 176 | 2 | 178 | |
| échec | 40 | 11 | 55 | |
| | 216 | 13 | | |

Par contre nous sommes ici dans les conditions d'une implication de réussite significative au seuil de 1% :

Q210—>Q4A et Q210—>Q4B

Il apparaît une amélioration de réussite entre d'une part Q210 et Q4, et d'autre part Q110 et Q3 :

à quoi peut-on attribuer cette évolution ?.

²⁸le test du Khi-deux n'est pas applicable car un des effectifs théoriques est inférieure à 5.

Certes cela peut provenir de l'habillage qui donne du sens à l'opération en question, mais aussi d'un phénomène d'autoapprentissage induit par les activités mentales qu'appelle la résolution des 21 équations précédentes, ou encore de la conjonction des deux !

Par contre l'ordre de réussite induit par la nature décimale ou entière des nombres mis en jeu demeure respecté malgré cette variable "habillage".

- Etude d'un groupement taxonomique des items des questionnaires Q1 et Q2 :

Nous avons tenté de réaliser une partition des vingt items Q101 à Q210 selon leur taux de réussite afin de rejoindre la première démarche que nous avons suivie en préalable à cette étude et que nous évoquons dans l'introduction.

Pour ce faire nous avons choisi les critères suivants :

| niveau de difficulté | seuil choisi pour le taux de réussite | |
|-----------------------|---------------------------------------|------|
| tout à fait facile | plus de 78% | **** |
| plutôt facile | entre 60% et 78% | *** |
| plutôt difficile | entre 40% et 60% | ** |
| tout à fait difficile | moins de 40% | * |

Examinons alors la position de chaque item selon cette taxonomie, tout d'abord en considérant la population dans son ensemble, puis en restreignant cette observation à chaque strate de la population, c'est à dire à chaque niveau de classe scolaire.

Les deux tableaux fournis ci-après rapportent les résultats obtenus:

Résultats prenant en compte le taux de réussite de chaque item relativement à l'échantillon de 630 individus

| **** | *** | ** | * |
|------|------|------|------|
| Q101 | Q102 | Q108 | Q110 |
| Q103 | Q104 | Q210 | |
| Q105 | Q106 | | |
| Q201 | Q107 | | |
| Q202 | Q109 | | |
| Q205 | Q203 | | |
| | Q204 | | |
| | Q206 | | |
| | Q207 | | |
| | Q208 | | |
| | Q209 | | |

Le tableau ci-après est à lire en regard de la variable « âge des élèves selon les classes» dont l'étude a été évoquée en page 13

| | 1ère sélection | | | | | 2ème sélection | | | |
|---------|----------------|-----|------|-------|------|----------------|------|------|---------------|
| classes | CM1 | CM2 | 6ème | 6/STR | 5ème | 4ème | 3ème | 2ème | 2ème/Montceau |
| items: | | | | | | | | | |
| Q101 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Q102 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Q103 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Q104 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Q105 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Q106 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Q107 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Q108 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Q109 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Q110 | * | * | * | * | * | * | * | * | * |
| Q201 | * | * | * | * | ? | * | * | * | ? |
| Q202 | * | * | * | * | ? | * | * | * | ? |
| Q203 | * | * | * | * | ? | * | * | * | ? |
| Q204 | * | * | * | * | ? | * | * | * | ? |
| Q205 | * | * | * | * | ? | * | * | * | ? |
| Q206 | * | * | * | * | ? | * | * | * | ? |
| Q207 | * | * | * | * | ? | * | * | * | ? |
| Q208 | * | * | * | * | ? | * | * | * | ? |
| Q209 | * | * | * | * | ? | * | * | * | ? |
| Q210 | * | * | * | * | ? | * | * | * | ? |

Le tableau fait réapparaître la stabilité de la question Q110 jusqu'à la classe de Quatrième. Le passage dans le groupe n°4 s'effectue donc à l'issue de cinq années d'étude scolaire et une première sélection. Evidemment nous n'oublions pas les effets de la croissance des individus eux-mêmes et de l'évolution de leur maturité.

Enfin si nous appliquons notre critère caractérisant une « bonne maîtrise des opérations requises pour résoudre une équation» à savoir un taux de réussite supérieur à 90%, nous obtenons la classification suivante :

29 "?" :test non soumis à la population des élèves de 6ème de Strasbourg

30 "?" :test non soumis à la population des élèves de Seconde de Montceau

| classes | 1ère sélection | | | | | 2ème sélection | | | | |
|---------|----------------|-----|------|-----------------|------|----------------|------|------|-----------------|--------|
| | CM1 | CM2 | 6ème | 6/STR | 5ème | 4ème | 3ème | 2ème | 2ème/Montceau | |
| items: | | | | | | | | | | TOUTES |
| Q101 | non | non | non | non | non | non | oui | oui | oui | NON |
| Q102 | non | non | non | non | non | non | non | oui | non | NON |
| Q103 | non | non | non | non | non | non | non | oui | non | NON |
| Q104 | non | non | non | non | non | non | non | oui | non | NON |
| Q105 | non | non | non | non | non | oui | oui | oui | oui | NON |
| Q106 | non | non | non | non | non | non | non | oui | non | NON |
| Q107 | non | non | non | non | non | non | non | oui | oui | NON |
| Q108 | non | non | non | non | non | non | non | oui | non | NON |
| Q109 | non | non | non | non | non | non | non | oui | non | NON |
| Q110 | non | non | non | non | non | non | non | non | non | NON |
| Q201 | non | non | non | ? ³¹ | non | oui | oui | oui | ? ³² | NON |
| Q202 | non | non | non | ? | non | non | non | oui | ? | NON |
| Q203 | non | non | non | ? | non | non | non | oui | ? | NON |
| Q204 | non | non | non | ? | non | non | non | oui | ? | NON |
| Q205 | non | non | non | ? | non | oui | oui | oui | ? | NON |
| Q206 | non | non | non | ? | non | non | non | oui | ? | NON |
| Q207 | non | non | non | ? | non | non | non | oui | ? | NON |
| Q208 | non | non | non | ? | non | oui | oui | oui | ? | NON |
| Q209 | non | non | non | ? | non | oui | oui | oui | ? | NON |
| Q210 | non | non | non | ? | non | non | non | oui | ? | NON |

Nous pourrions être étonnés par ces résultats dans la mesure où nous espérons voir atteints au mieux les objectifs de maîtrise des opérations et des équations dites de base. Celles-ci conditionnent l'aisance avec laquelle un individu évolue dans des résolutions de problèmes plus complexes. Quoi qu'il en soit, il s'agit d'une certaine réalité. Aussi doit-elle nous inciter non aux lamentations mais bien à la réflexion sur des stratégies d'apprentissage qui aident les apprenants à dépasser ces difficultés observables statistiquement.

³¹ "?" :test non soumis à la population des élèves de 6ème de Strasbourg

³² "?" :test non soumis à la population des élèves de Seconde de Montceau

□ Comparaison des degrés de réussite selon les strates scolaires

Pour ce faire, nous avons comparé chaque niveau de classe avec les autres relativement à la modalités "R" (réussite) pour chaque item. Nous avons testé l'hypothèse H_0 selon laquelle "aucune différence ne s'observe entre deux niveaux de classe"

Nous rapportons ci-dessous les résultats obtenus par application du test du Khi-deux au seuil de 1%.

Dans ce tableau, nous avons adopté le codage suivant:

| | | |
|-----------------------|---------|---|
| (rejet de H_0) | " (-) " | pour signifier que la classe X réussit moins bien que la classe Y.. |
| (non rejet de H_0) | " (=) " | pour signifier que la classe X réussit aussi bien que la classe Y.. |
| (rejet de H_0) | " (+) " | pour signifier que la classe X réussit mieux que la classe Y.. |
| | " (?) " | pour signifier qu'aucun jugement ne peut être porté ici. |

De là nous pouvons fournir les résultats de nos tests:

relativement au questionnaire Q1

| classes | CM1 | CM2 | 6ème | 6/STR | 5ème | 4ème | 3ème | 2ème | 2ème/Montceau |
|---------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|---------------|
| | CM1 | (-) | (-) | (?) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | | CM2 | (+) | (?) | (=) | (-) | (-) | (-) | (=) |
| | | | 6ème | (?) | (=) | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | | | | 6/STR | (?) | (?) | (?) | (?) | (?) |
| | | | | | 5ème | (-) | (-) | (-) | (=) |
| | | | | | | 4ème | (=) | (-) | (=) |
| | | | | | | | 3ème | (-) | (=) |
| | | | | | | | | 2ème | (+) |

relativement au questionnaire Q2

| classes | CM1 | CM2 | 6ème | 5ème | 4ème | 3ème | 2ème |
|---------|-----|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | CM1 | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) | (-) |
| | | CM2 | (+) | (=) | (-) | (-) | (-) |
| | | | 6ème | (=) | (-) | (-) | (-) |
| | | | | 5ème | (-) | (-) | (-) |
| | | | | | 4ème | (=) | (-) |
| | | | | | | 3ème | (-) |

Ainsi si nous prenons la classe CM2 et que nous la comparons aux autres classes, nous obtenons,

d'une part, relativement au questionnaire Q1:

une meilleure réussite que celle des classes CM1 et 6ème

une réussite égale à celle des classes de 5ème et 2nde(71)

une réussite inférieure à celle des classes de 4ème, 3ème et 2nde

d'autre part, relativement au questionnaire Q2:

une meilleure réussite que celle des classes CM1 et 6ème

une réussite égale à celle de la classe de 5ème

une réussite inférieure à celle des classes de 4ème, 3ème et 2nde

Chacun sera à même de procéder à une analyse des résultats rapportés. Cependant nous voyons réapparaître ici le degré de réussite des classes de CM2 qui est tout à fait comparable à celui des classes supérieures de Sixième et de Cinquième.!

□ Extrapolation...!

- une estimation des taux de réussite et des taux d'échec par erreur à chaque item

Nous avons réalisé une estimation des taux de réussite et des taux d'échec par erreur à chaque item, en considérant l'échantillon de 630 individus comme un échantillon représentatif de la population scolaire française fréquentant les classes de CM1 à Seconde. Les tableaux ci dessous exposent les fourchettes de pourcentages pour chaque item.

Estimation des taux de réussite par intervalle de confiance à 95%

| QUESTIONNAIRE Q1 | | | QUESTIONNAIRE Q2 | | |
|------------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
| item | MINIMUM(%) | MAXIMUM(%) | item | MINIMUM(%) | MAXIMUM(%) |
| Q101 | 78, % | 86, % | Q201 | 85, % | 93, % |
| Q102 | 64, % | 72, % | Q202 | 77, % | 85, % |
| Q103 | 77, % | 85, % | Q203 | 58, % | 66, % |
| Q104 | 68, % | 76, % | Q204 | 65, % | 73, % |
| Q105 | 75, % | 83, % | Q205 | 84, % | 92, % |
| Q106 | 59, % | 67, % | Q206 | 66, % | 74, % |
| Q107 | 65, % | 73, % | Q207 | 64, % | 72, % |
| Q108 | 46, % | 54, % | Q208 | 71, % | 79, % |
| Q109 | 57, % | 64, % | Q209 | 74, % | 82, % |
| Q110 | 32, % | 40, % | Q210 | 55, % | 63, % |

Estimation des taux d'échec par erreur par intervalle de confiance à 95%

| QUESTIONNAIRE Q1 | | | QUESTIONNAIRE Q2 | | |
|------------------|------------|------------|------------------|------------|------------|
| item | MINIMUM(%) | MAXIMUM(%) | item | MINIMUM(%) | MAXIMUM(%) |
| Q101 | 12, % | 20, % | Q201 | 6, % | 14, % |
| Q102 | 23, % | 31, % | Q202 | 10, % | 18, % |
| Q103 | 9, % | 17, % | Q203 | 29, % | 37, % |
| Q104 | 20, % | 28, % | Q204 | 22, % | 30, % |
| Q105 | 6, % | 14, % | Q205 | 3, % | 10, % |
| Q106 | 16, % | 24, % | Q206 | 15, % | 23, % |
| Q107 | 10, % | 18, % | Q207 | 12, % | 20, % |
| Q108 | 19, % | 27, % | Q208 | 5, % | 13, % |
| Q109 | 10, % | 18, % | Q209 | 6, % | 14, % |
| Q110 | 28, % | 35, % | Q210 | 15, % | 23, % |

- une pondération des items

Nous avons ici mis en œuvre la méthode de pondération dégagée dans d'autres travaux³³. Il s'agit d'établir une pondération des items tenant compte de leur niveau de difficulté fondé sur une interprétation des taux de réussite et des taux d'échec par erreur relativement à un échantillon de référence.

La formule utilisée pour calculer le poids de chaque item est la suivante :

$$p = \frac{k}{b-a} \int_a^b \frac{dt}{\sqrt{t}}$$

b = taux maximum **a et b** étant les valeurs obtenues par estimation par intervalle de confiance à 95%. Le coefficient **k** est choisi de telle sorte que la somme des poids égale 20
a = taux minimum

Cette méthode³⁴ d'évaluation conduit à attribuer à chaque individu un couple de nombres représentant son score de réussite et son score d'échec par erreur par sommation des poids de chaque item selon qu'il s'agit d'un item réussi ou d'un item échoué.

Les calculs réalisés permettent de fonder cette pondération pour les items de Q101 à Q210 :

³³ cf bibliographie

³⁴ cf annexe n°10

QUESTIONNAIRE Q1

QUESTIONNAIRE Q2

| item | POIDS | | item | POIDS | |
|------|----------|--------|------|----------|--------|
| | REUSSITE | ERREUR | | REUSSITE | ERREUR |
| Q101 | 0, 91 | 0, 97 | Q201 | 0, 87 | 1, 24 |
| Q102 | 1, 00 | 0, 75 | Q202 | 0, 92 | 1, 05 |
| Q103 | 0, 92 | 1, 09 | Q203 | 1, 04 | 0, 67 |
| Q104 | 0, 97 | 0, 80 | Q204 | 0, 99 | 0, 76 |
| Q105 | 0, 93 | 1, 26 | Q205 | 0, 88 | 1, 60 |
| Q106 | 1, 04 | 0, 86 | Q206 | 0, 98 | 0, 89 |
| Q107 | 0, 99 | 1, 03 | Q207 | 1, 00 | 0, 96 |
| Q108 | 1, 16 | 0, 82 | Q208 | 0, 95 | 1, 35 |
| Q109 | 1, 06 | 1, 04 | Q209 | 0, 94 | 1, 27 |
| Q110 | 1, 37 | 0, 69 | Q210 | 1, 08 | 0, 90 |

Prenons un exemple parmi les élèves ayant subi les épreuves :

| item | POIDS | | item | POIDS | |
|------|----------|--------|------|----------|--------|
| | REUSSITE | ERREUR | | REUSSITE | ERREUR |
| Q101 | 0 | 0, 91 | Q201 | 1 | 0, 87 |
| Q102 | 1 | 1, 00 | Q202 | 1 | 0, 92 |
| Q103 | 1 | 0, 92 | Q203 | 1 | 1, 04 |
| Q104 | 1 | 0, 97 | Q204 | 1 | 0, 99 |
| Q105 | 1 | 0, 93 | Q205 | 1 | 0, 88 |
| Q106 | 0 | 1, 04 | Q206 | 1 | 0, 98 |
| Q107 | 1 | 0, 99 | Q207 | 1 | 1, 00 |
| Q108 | 0 | 1, 16 | Q208 | 1 | 0, 95 |
| Q109 | 0 | 1, 06 | Q209 | 1 | 0, 94 |
| Q110 | 0 | 1, 37 | Q210 | 0 | 1, 08 |

score de réussite
 SR=13,38 score d'échec par erreur SE=2,65
 ainsi $\partial = 4,77$
 et cet élève se situe dans le groupe B

Nous avons ensuite procédé au calcul des couples de scores pour chaque individu Pour des raisons de concision, nous n'en faisons pas le rapport ici.

Cependant nous avons réalisé une analyse des résultats en adoptant les critères de décision³⁵ suivants :

³⁵Il s'agit là d'une méthode géométrique : chaque individu I est d'une part représenté dans le plan repéré par ses coordonnées (SR=score de réussite; SE=score d'échec par erreur) , d'autre part caractérisé par son engagement à produire une réponse avec SN=nombre de non-réponse. De là nous calculons ∂ = distance de I à la situation de réussite maximale représentée par le point de coordonnées

(20;0).
$$\partial = \sqrt{(SR-20)^2 + SE^2}$$

| niveau de réussite | seuil choisi | codes |
|--------------------------------------|--|----------|
| tout à fait satisfaisant | condition n°1 SN<9 condition n°2 $4 > \partial$ | A |
| plutôt satisfaisant | condition n°1 SN<9 condition n°2 $8 > \partial \geq 4$ | B |
| indécidable | condition n°1 SN<9 condition n°2 $12 > \partial \geq 8$ | C |
| plutôt insuffisant | condition n°1 SN<9 condition n°2 $16 > \partial \geq 12$ | D |
| tout à fait insuffisant | condition n°1 SN<9 condition n°2 $\partial \geq 16$ | E |
| Indécidable pas assez de réponses | condition n°1 non respectée SN \geq 9 | F |

Enfin le tableau ci-dessous donne la répartition des individus selon les classes scolaires et les niveaux de réussite.

| | classes | CM1 | CM2 | 6ème | 5ème | 4ème | 3ème | 2ème | Toutes |
|--------------------|----------|-----|-----|------|------|------|------|------|--------|
| niveau de réussite | A | 3 | 20 | 13 | 27 | 32 | 57 | 103 | 255 |
| | B | 5 | 27 | 17 | 15 | 37 | 27 | 4 | 132 |
| | C | 13 | 20 | 19 | 29 | 6 | 4 | 1 | 92 |
| | D | 16 | 5 | 18 | 9 | 3 | 0 | 1 | 52 |
| | E | 22 | 5 | 16 | 15 | 0 | 1 | 0 | 59 |
| | F | 32 | 4 | 14 | 3 | 0 | 1 | 0 | 54 |

Ainsi dans la catégorie **B "plutôt satisfaisant"** nous trouvons 132 individus dont

- 5 élèves de CM1,
- 27 élèves de CM2,
- 17 élèves de 6ème,
- 15 élèves de 5ème
- 37 élèves de 4ème
- 27 élèves de 3ème
- 4 élèves de 2nde

Par ailleurs les élèves de la classe de 5ème se répartissent comme suit :

- 27 dans la catégorie **A**
- 15 dans la catégorie **B**
- 29 dans la catégorie **C**
- 9 dans la catégorie **D**
- 15 dans la catégorie **E**
- 3 dans la catégorie **F**

- Suggestion pour une utilisation de l'étalonnage :

L'étude conduite ici fait ressortir des informations fondées sur un échantillon de 630 individus issus de la population des jeunes âgés de 9 à 18 ans en situation scolaire qui ont franchi le cycle primaire élémentaire

Cet échantillon a été constitué sur la base d'un choix pseudo-aléatoire de quatre classes par niveau scolaire du CM1 à Seconde. Les circonstances des recrutements et des passations ont conduit à ne retenir que 26 classes (seulement 3 classes de Quatrième et 3 classes de Seconde).

Toutefois l'échantillon recueilli demeure intéressant par sa taille et le caractère « réaliste » de sa constitution.

Au terme de cette étape, nous pouvons donc tirer de l'analyse des réponses fournies par les élèves aux diverses questions mathématiques, un étalonnage relatif aux taux de réussite et d'échec par erreur pour chacun des items. Nous recueillons de cette façon une base de références qui permet d'établir des comparaisons lors d'autres études similaires conduites auprès d'autres individus.

Ces références quantitatives peuvent aussi guider l'enseignant dans son travail pédagogique quotidien en lui rapportant des informations susceptibles de relativiser ses jugements.

Enfin sur la base de ces estimations de taux de réussite et d'échec par erreur, nous avons pu réaliser une pondération de chaque question nécessaire à la mise en pratique de notre conception de l'évaluation trimodale fondée sur le repérage et la différenciation de trois états des réponses et des raisonnements associés :

« Réussite » - « Echec par erreur » - « Echec par non-réponse »

Nous ne développerons pas ici cette conception, déjà évoquée plus haut. Toutefois nous renvoyons le lecteur intéressé à l'annexe n°10.

□ Conclusion

Le travail présenté ici n'épuise en aucune façon les possibilités d'exploitation des données recueillies dans cette enquête. Deux contraintes nous imposent de nous en tenir à cette étape :

- le temps personnel dont nous disposons pour mener ces recherches

- la place limitée par le cadre de la revue à laquelle cet article est destiné.

Toutefois nous avons pu mettre en évidence quelques réponses à nos questions et mieux encore mis à plat nombre d'autres questions susceptibles d'être organisées en une problématique appelant d'autres enquêtes et expérimentations.

- la présentation des questions : c'est dire le formalisme utilisé , l'immersion de la question mathématique dans un habillage,etc....

Ces variables peuvent être considérées comme des variables didactiques dans la mesure où elles sont susceptibles de jouer un rôle dans l'apprentissage mathématique.

De notre étude nous avons pu conclure que:

- **la maîtrise d'une opération avec des nombres décimaux assure de manière significative³⁶ la maîtrise de cette même opération avec des nombres entiers**

- Les items Q106 et Q110 bien qu'étant mathématiquement identiques ne recueillent pas les mêmes taux de réussite et d'échec, **cette différence provient de la nature des nombres attendus en réponse : la réponse à Q106 est un entier alors que celle à Q110 est un décimal.**mais aussi de l'ordre de grandeur des nombres mis en jeu. Alors que dans Q106 on cherche à diviser 29,4 pour obtenir un quotient de l'ordre de quelques unités : 4,2 , il n'en est pas ainsi dans Q110 où cette fois le dividende est déjà près de l'unité. La recherche du diviseur pour obtenir un quotient de 1,6 voisin de ce dividende s'en trouve probablement un peu parasitée.

- **Dans une équation, la présence de division et de nombres décimaux appelant en procédure de résolution une division et en réponse une solution décimale, constitue pour un élève une situation optimale de difficulté. alors même que pour un individu formé aux mathématiques aucune différence n'est perceptible a priori.**

- En ce qui concerne la variable "habillage", **il n'est pas apparu de différence significative entre les deux modalités à savoir :**

| |
|---|
| modalité A : l'opération mathématique n'est pas explicitement indiquée |
| modalité B : l'opération mathématique est explicitement indiquée |

Toutefois on peut constater une amélioration de réussite entre, d'une part, les questions Q110 et Q210 et , d'autre part, les questions respectives Q3 et Q4 associées .

- **Certes cela peut provenir de l'habillage qui donne du sens à l'opération en question, mais aussi d'un phénomène d'autoapprentissage induit par les activités mentales qu'appelle la résolution des 21 équations précédentes, ou encore de la conjonction des deux !**

Par contre l'ordre de réussite induit par la nature décimale ou entière des nombres mis en jeu demeure respecté malgré cette variable "habillage".

³⁶ au sens de la statistique

En ce qui concerne d'autres variables telles que l'âge des individus , l'opinion pronostique du professeur ou le contexte socio-culturel des individus, nous avons pu formuler quelques remarques globales telles que :

- moins de 3 élèves sur 4 sont sans retard scolaire en CM1 et CM2 puis cette proportion avoisine 1 élève sur 2 en 6ème, 5ème et 4ème pour descendre au dessous de 1 élève sur 2 en classe de 3ème, puis un effet de sélection porte cette proportion à près de 90% en classe de Seconde !

Ici nous pouvons compléter par cette information : lors de l'année scolaire 1978/1979 nous avons conduit une étude impliquant cinq classes de Seconde (2T1) et près de 150 élèves, l'âge moyen à la même époque de l'année était alors de 16,2 ans ! Rappelons que dans notre échantillon, le groupe des élèves de Seconde a un âge moyen 15,76 ans. Ceci attesterait d'un léger rajeunissement de la population de Seconde..

Deux observations peuvent être notées relativement à l'étude des CSP:

- la forte prédominance de la catégorie "sans profession" pour la mère avec plus de 50%

- Quant à la catégorie professionnelle du père, elle se répartit de façon dominante sur quatre groupes constitués par cadres administratifs moyens et techniciens, contre-maîtres et ouvriers qualifiés, ouvriers spécialisés, mineurs et manœuvres, armée et police.

Nous espérons que ces résultats qui ressortent de l'étude inciteront non à la mise en œuvre de recettes pédagogiques mais à une réflexion sur les situations didactiques qui peuvent être organisées au sein des classes par chaque enseignant.

A l'heure où de vastes enquêtes d'évaluation sont programmées, nous souhaitons que celle-ci apporte sa part d'information et soit prise en compte en proportion des références sur lesquelles elle se fonde.

Nous rappelons qu'en plus d'un second article, il existe aussi un dossier annexe d'environ 200 pages contenant la plupart des traitements détaillés des données .

Tout lecteur intéressé pourra se le procurer selon des conditions qui lui seront communiquées lors de sa demande en écrivant à:

Jean-Claude Régnier
17 rue Forêtale (F8)
71300 Montceau-les-Mines

Bibliographie

(1980-1) Jean- Claude Régner :

"Elaboration d'un livret autocorrectif :

- étude préliminaire : questionnaire sur l'équation du second degré en classe de seconde T1
- projet de livret autocorrectif"

Rapport de D.E.A. de mathématiques - 1980 - Université de Nancy

(1983-1) Jean- Claude Régner :

"Etude didactique d'un test autocorrectif en trigonométrie"

Thèse de Doctorat de 3ème cycle - Deux tomes - juillet 1983 -
Université de Strasbourg

(1983-2) Jean- Claude Régner :

"Evaluation et Autonomie "

Brochure IREM de Strasbourg - mai 1983

(1986-2) Jean- Claude Régner :

" Etude d'une TENTATIVE de FORMATION à
l'AUTOEVALUATION d'élèves de classe de Seconde de
Lycée, dans le cadre de l'enseignement des mathématiques:

tome 1 : étude théorique (p:97)

tome 2 : annexe documentaire (p:251)

tome 3 : recueil de données (p:150)

Rapport de D.E.A. de Sciences de l'Education - Université Lyon 2
(septembre 1986)

(1987-1) Alain Denis :

"Analyse comparative de certains aspects de contrats
didactiques associés a des situations de correction et
d'évaluation, traditionnelles et autocorrectives en classe de
Troisième sur des notions de trigonométrie"

tome 1 : étude théorique (p:207)

tome 2 : annexe (p:49)

Rapport de DEA de didactique des mathématiques Université LYON 1
(Septembre 1987)

ANNEXES

Sommaire

| | |
|--|--------|
| Annexe n°1 | XLV |
| QUESTIONNAIRE n° Q1 | XLV |
| QUESTIONNAIRE n° Q2 | XLVI |
| QUESTIONNAIRE n° 3A (Q3A) | XLVII |
| QUESTIONNAIRE n° 4A (Q4A) | XLVII |
| QUESTIONNAIRE n° 3B (Q3B) | XLVIII |
| QUESTIONNAIRE n° 4B (Q4B) | XLVIII |
| Annexe n°2 | XLIX |
| lettre d'information | XLIX |
| Annexe n°3 | L |
| PROTOCOLE de PASSATION | L |
| Annexe n°4 | LIII |
| PROTOCOLE DE CORRECTION | LIII |
| Annexe n°5 | LV |
| OPINION de l'ENSEIGNANT relative au niveau de réussite de l'élève en mathématique et en calcul: | LV |
| Annexe n°6 | LVIII |
| tableaux des effectifs et taux | LVIII |
| Annexe n°7 | LXII |
| Test de Mac Nemar | LXII |
| Annexe n°8 | LXV |
| Codification des Catégories SocioProfessionnelles | LXV |
| Annexe n° 9 | LXVII |
| Test du Khi-Deux | LXVII |
| Annexe n°10 | LXIX |
| Quelques propos autour de l'évaluation trimodale R.E.N. | LXIX |
| § « attitude » et « compétence» | LXIX |
| § « attitude » et « compétence» dans une perspective pédagogique | LXX |
| § Influence de la pratique autocorrective sur les deux facteurs « attitude » et « compétence» | LXXI |
| § la méthode d'évaluation trimodale R_E_N. | LXXII |

QUESTIONNAIRE n° Q2

INSCRIRE LES REPONSES SUR LA FEUILLE

REDIGER LES DEMARCHES SUR LA FEUILLE

AS-TU UTILISE UNE MACHINE A CALCULER ? (entourer la réponse)

OUI NON

| n° | QUESTIONS |
|------|---|
| Q201 | $853 + \boxed{} = 2712$ |
| Q202 | $\boxed{} - 1416 = 2089$ |
| Q203 | $87 + 59 = 314 - \boxed{}$ |
| Q204 | $573 - \boxed{} = 73 + 54 = \boxed{}$ |
| Q205 | $91 \times \boxed{} = 637$ |
| Q206 | $856 : \boxed{} = 107$ |
| Q207 | $\boxed{} : 17 = 147$ |
| Q208 | $\boxed{} \times 212 = 3180$ |
| Q209 | $16 \times \boxed{} = 368$ |
| Q210 | $1785 : \boxed{} = 17$ |

QUESTIONNAIRE n° 3A (Q3A)

INSCRIRE LES REPONSES SUR LA FEUILLE

REDIGER LES DEMARCHES SUR LA FEUILLE

AS-TU UTILISE UNE MACHINE A CALCULER ? (entourer la réponse)

OUI NON

Lors de ses achats dans un magasin, un consommateur averti a procédé à une lecture attentive des étiquettes. De retour à son domicile, il se propose de réaliser quelques vérifications.

En particulier, ayant dépensé 108,35 francs pour l'achat de la viande dont il a soigneusement noté le prix au kilogramme, il constate après un rapide calcul qu'il doit avoir 2,750 kg de viande dans son paquet. Cette valeur est confirmée par une pesée, à quelques grammes près.

Quel est le prix du kilogramme de cette viande ?

QUESTIONNAIRE n° 4A (Q4A)

INSCRIRE LES REPONSES SUR LA FEUILLE

REDIGER LES DEMARCHES SUR LA FEUILLE

AS-TU UTILISE UNE MACHINE A CALCULER ? (entourer la réponse)

OUI NON

Un groupe d'amis ayant travaillé ensemble et constitué une cagnotte, décident de s'en répartir le montant.

La somme qui s'élève à 7787 francs, est partagée entre les participants. Chacun reçoit alors 599 francs.

Combien le groupe compte-t-il de personnes ?

QUESTIONNAIRE n° 3B (Q3B)

INSCRIRE LES REPONSES SUR LA FEUILLE

REDIGER LES DEMARCHES SUR LA FEUILLE

AS-TU UTILISE UNE MACHINE A CALCULER ? (entourer la réponse)

OUI NON

Lors de ses achats dans un magasin, un consommateur averti a procédé à une lecture attentive des étiquettes. De retour à son domicile, il se propose de réaliser quelques vérifications.

En particulier, ayant dépensé 108,35 francs pour l'achat de la viande dont il a soigneusement noté le prix au kilogramme, il constate par division de la somme payée par cette valeur qu'il doit avoir 2,750 kg de viande dans son paquet. Cette valeur est confirmée par une pesée, à quelques grammes près.

Quel est le prix du kilogramme de cette viande ?

QUESTIONNAIRE n° 4B (Q4B)

INSCRIRE LES REPONSES SUR LA FEUILLE

REDIGER LES DEMARCHES SUR LA FEUILLE

AS-TU UTILISE UNE MACHINE A CALCULER ? (entourer la réponse)

OUI NON

Un groupe d'amis ayant travaillé ensemble et constitué une cagnotte, décident de s'en répartir le montant.

La somme qui s'élève à 7787 francs, est divisée par le nombre de participants. Chacun reçoit alors 599 francs.

Combien le groupe compte-t-il de personnes ?

Annexe n°2**lettre d'information**

Cher(e) collègue,

Bonjour et merci d'avoir répondu à notre appel. Nous avons reçu de très nombreuses réponses.

Nous avons retenu votre classe comme terrain d'expérimentation.

Il s'agit de la classe | _____ |

Code Ni: | _____ |

Etablissement

scolaire: | _____ |

Nous vous avons affecté le **numéro de classe** | _____ | , qui sera à reporter en colonne n°2 des grilles de dépouillement.

Vous trouverez dans le dossier ci-joint:

- 1 Protocole de passation
- 1 Protocole de correction
- 2 Grilles de dépouillement
- 1 fiche "Procédures spéciales Q3+Q4"
- 40 exemplaires du questionnaire Q1
- 40 exemplaires du questionnaire Q2
- 20 exemplaires du questionnaire Q3A
- 20 exemplaires du questionnaire Q3B
- 20 exemplaires du questionnaire Q4A
- 20 exemplaires du questionnaire Q4B.

Nous insistons, pour faire en sorte que les différentes classes soient dans des conditions semblables, à l'importance du respect du protocole de passation.

Nous vous rappelons le calendrier. Il est souhaitable que les questionnaires soient passés dans le courant du début du mois de mars. Pour le **31 mars dernier délai** vous renverrez à Alain DENIS (voir adresse ci-dessous):

- + les questionnaires remplis par les élèves
- + une grille de dépouillement complète.

N'oubliez pas les réunions du groupe de recherche. Elles ont lieu à la Faculté de Lettres 2, rue Tréfilerie dans une salle qui sera précisée sur les affichages aux entrées du site, aux dates suivantes:

jeudi 21 avril 1988

jeudi 2 juin 1988

Pour tout renseignement complémentaire vous pouvez vous adresser à:

Alain DENIS
 Département Génie Mécanique et Productique
 Institut Universitaire de Technologie
 28, avenue Léon Jouhaux
 42023 SAINT-ETIENNE CEDEX 02

Merci pour votre participation active.

A bientôt.

Bien amicalement.

Alain DENIS

René DIMIER

Jean-Claude REGNIER

Annexe n°3

PROTOCOLE de PASSATION

Phase préliminaire :

- Partager la classe en quatre groupes de même importance, autant que faire se peut : cette répartition des élèves en quatre groupes doit impérativement être effectuée de façon ALEATOIRE, par tirage au sort. Cette répartition n'est pas communiquée aux élèves. Ces quatre groupes seront désignés respectivement: AA, AB, BA et BB , pour se rappeler les types de questions Q3 et Q4 auxquelles ils répondront.

- Compléter les *grilles de dépouillement* de la façon suivante:
la première colonne correspond au *niveau de classe*, codé ainsi:

- seconde:(2)
- sixième:(6)
- troisième:(3)
- quatrième:(4)
- cinquième:(5)
- C.M 2:(7)
- C.M 1:(8)

la seconde colonne est à remplir par vos soins, elle contient le *numéro de classe* qui vous a été attribué (1,2,3 ou 4) et que vous trouverez sur la lettre jointe.

la troisième colonne contient les *numéros* dont seront affectés les élèves.

la quatrième colonne sert de rappel du groupe pour les questionnaires Q3 et Q4.

la cinquième colonne vous servira à établir la *liste* des élèves de votre classe.

Prenons un exemple:

Une classe est composée de 26 élèves. On décide de répartir les élèves ainsi:

- 6 dans le groupe AA
- 7 dans le groupe AB
- 7 dans le groupe BA
- 6 dans le groupe BB.

Les noms des 6 élèves tirés au sort dans le groupe AA auront les numéros d'élèves allant de .01 à .06 .

Aucun nom d'élève ne sera reporté sur les lignes correspondant aux numéros .07,.08 et .09.

Les noms des 7 élèves composant le groupe AB seront écrits sur les lignes correspondant aux numéros .10 à .16.

On écrira les 7 élèves du groupe BA sur les lignes .20 à .26., les lignes .17 à .19 étant laissées vides.

Les 6 élèves du dernier groupe BB seront écrits sur les lignes .30 à .35, les dernières lignes restant vides.

Ainsi chaque élève sera repéré, en vue du dépouillement informatique à l'aide d'un code à quatre chiffres

| | | | |
|----|----|----|----|
| | | | |
| Ni | Cl | Gr | El |

Ni est le numéro de niveau de classe (de 2 à 8)

Cl est le numéro de votre classe (de 1 à 4)

Gr est le numéro de groupe de l'élève, 0 pour le groupe AA, 1 pour le groupe AB, 2 pour le groupe BA et 3 pour le groupe BB.

El est le numéro qui permet de distinguer chaque élève,l'ensemble GREI étant le numéro de l'élève écrit en troisième colonne .

On peut lire le code en regroupant les chiffres contenus dans les trois premières colonnes des grilles.

Les autres colonnes des grilles de dépouillement serviront à reporter les résultats obtenus par les élèves conformément aux indications fournies dans le Protocole de Correction.

Phase n° 0 :(durée max:10 à 15minutes selon la situation)

- Présenter l'enquête à la classe : il s'agit d'une recherche conduite par quelques enseignants intéressés par l'enseignement des mathématiques, portant sur la réalisation de calculs

- Distribuer le questionnaire (Q1) à toute la classe

- Faire mentionner les noms et prénoms sur la feuille (Q1) et le rappeler pour les suivantes.

POUR DES RAISONS METHODOLOGIQUES IL EST TRES IMPORTANT DE RESPECTER CE PROTOCOLE DE PASSATION.

Phase n°1 :(durée max: 15 à 20 minutes)

- Passation individuelle du questionnaire (Q1)

- L'USAGE de la CALCULATRICE est LIBRE : par contre il conviendra de le faire préciser sur le questionnaire en bas de page

- Les calculs réalisés au crayon le seront directement sur la feuille - Au terme du temps imparti ,ramasser les questionnaires et distribuer le questionnaire (Q2).

Phase n°2 :(durée max: 15 à 20 minutes)

- Passation individuelle du questionnaire (Q2)

- mêmes conditions que la phase n°1:et au terme du temps imparti , ramasser les questionnaires (Q2).

Phase n°3: (durée max: 15 à 20 minutes)

- Distribuer le questionnaire (Q3A) aux élèves des groupes AA et AB le questionnaire (Q3B) aux élèves des groupes BA et BB
- Mêmes conditions que la phase n°1:et au terme du temps imparti, ramasser les questionnaires (Q3A) et (Q3B).

Phase n°4: (durée max: 15 à 20 minutes)

- Distribuer le questionnaire (Q4A) aux élèves des groupes AA et BA
- Distribuer le questionnaire (Q4B) aux élèves des groupes AB et BB
- Mêmes conditions que la phase n°1:et au terme du temps imparti, ramasser les questionnaires (Q4A) et (Q4B).

Annexe n°4

PROTOCOLE DE CORRECTION

Phase n°5:

Corriger les épreuves en utilisant la grille jointe et le codage suivant :

questionnaires (Q1) et (Q2):

RESULTAT MATHEMATIQUE

- **code "0"** en cas d'absence de réponse ou de réponse ne permettant pas de décider s'il y a une erreur (réponse trop incomplète, ininterprétable)

- **code "1"** en cas de réponse inexacte

- **code "2"** en cas de réponse exacte

questionnaires (Q3A) , (Q3B),(Q4A),(Q4B)

RESULTAT MATHEMATIQUE

- **code "0"** en cas d'absence de réponse ou de réponse ne permettant pas de décider s'il y a une erreur (réponse trop incomplète, ininterprétable)

- **code "1"** en cas de réponse inexacte

- **code "2"** en cas de réponse exacte

PROCEDURE de RESOLUTION

- **code "0"** en cas d'absence de trace ou de trace ne permettant pas de décider s'il y a une erreur (réponse trop incomplète, ininterprétable)

- **code "1"** en cas de procédure explicitement inexacte

- **code "2"** en cas de procédure explicitement exacte

OPERATION EXPLICITEMENT POSEE

Le code à reporter dépend de la procédure employée par l'élève.
Ces différents codes sont indiqués ci-dessous:

| Procédures Q3 A et B | Procédures Q4 A et B | Code |
|--|------------------------------|------|
| absence de procédure clairement identifiable | | 0 |
| $108,35 : X = 2,75$ | $7787 : X = 599$ | 1 |
| $108,35 : \square = 2,75$ | $7787 : \square = 599$ | 2 |
| $108,35 : 2,75 = \dots$ | $7787 : 599 = \dots$ | 3 |
| $108,35 \quad 2,75$ _____ | $7787 \quad 599$ _____ | 4 |
| $108,35$ _____ = ... 2,75 | 7787 _____ = ... 599 | 5 |
| $108,35$ _____ = 2,75 X | 7787 _____ = 599 X | 6 |
| $2,75 X = 108,35$ | $599 X = 7787$ | 7 |
| autre (à préciser sur une feuille séparée) (*) | | 8 |

(*): Si la procédure employée par l'élève ne correspond pas à une des procédures préalablement identifiée, porter le code 8 sur la grille de dépouillement et compléter la fiche "**PROCEDURES SPECIALES Q3+Q4**".en reportant celles-ci sur cette feuille.

| PROCEDURES SPECIALES Questions Q3 et Q4 | | |
|---|---------------------|-----------|
| CODE: | QUESTION (Q3 ou Q4) | Procédure |
| utilisée | Ni CI Gr EI | |
| | _ _ _ _ | |

Annexe n° 5

OPINION de l'ENSEIGNANT relative au niveau de réussite de l'élève en mathématique et en calcul:

| OPINION de l'ENSEIGNANT | | | |
|---|--------------|--------------|--------------|
| relative au niveau de réussite de l'élève en mathématique et en calcul: | | | |
| Estimez- vous cet élève comme un élève qui réussit en général en mathématiques et en calcul ... : | | | |
| pas du tout ? | plutôt non ? | plutôt oui ? | tout à fait? |
| 1 | 2 | 3 | 4 |
| | | | |

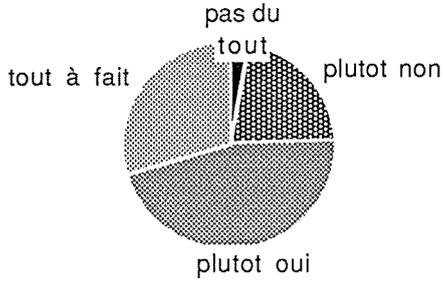
| classe CM1 | | | classe Quatrième | | | |
|----------------|----------|---------|------------------|----------------|------------|---------|
| | effectif | taux% | | effectif | taux% | |
| pas de réponse | 0 | 0,00% | opinion | pas de réponse | 1 | 1,47% |
| pas du tout | 3 | 3,26% | négative | pas du tout | 9 | 13,24% |
| plutot non | 24 | 26,09% | | 29,35% | plutot non | 18 |
| plutot oui | 39 | 42,39% | 70,65% | plutot oui | 24 | 35,29% |
| tout à fait | 26 | 28,26% | positive | tout à fait | 16 | 23,53% |
| effectif total | 92 | 100,00% | | effectif total | 68 | 100,00% |

| classe CM2 | | | classe Troisième | | | |
|----------------|----------|---------|------------------|----------------|------------|---------|
| | effectif | taux% | | effectif | taux% | |
| pas de réponse | 0 | 0,00% | opinion | pas de réponse | 0 | 0,00% |
| pas du tout | 5 | 6,17% | négative | pas du tout | 15 | 17,24% |
| plutot non | 23 | 28,40% | | 34,57% | plutot non | 41 |
| plutot oui | 29 | 35,80% | 65,43% | plutot oui | 24 | 27,59% |
| tout à fait | 24 | 29,63% | positive | tout à fait | 7 | 8,05% |
| effectif total | 81 | 100,00% | | effectif total | 87 | 100,00% |

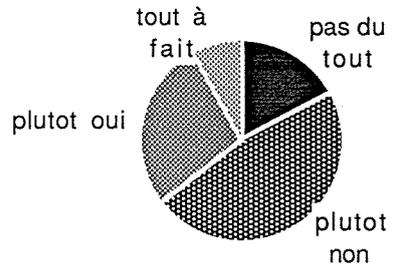
| classe Sixième | | | classe Seconde | | | |
|----------------|----------|---------|----------------|----------------|------------|---------|
| | effectif | taux% | | effectif | taux% | |
| pas de réponse | 0 | 0,00% | opinion | pas de réponse | 0 | 0,00% |
| pas du tout | 13 | 13,40% | négative | pas du tout | 4 | 3,70% |
| plutot non | 30 | 30,93% | | 44,33% | plutot non | 22 |
| plutot oui | 33 | 34,02% | 55,67% | plutot oui | 50 | 46,30% |
| tout à fait | 21 | 21,65% | positive | tout à fait | 32 | 29,63% |
| effectif total | 97 | 100,00% | | effectif total | 108 | 100,00% |

| classe Cinquième | | | classe Toutes | | | |
|------------------|----------|---------|---------------|----------------|------------|---------|
| | effectif | taux% | | effectif | taux% | |
| pas de réponse | 0 | 0,00% | opinion | pas de réponse | 1 | 0,16% |
| pas du tout | 17 | 17,53% | négative | pas du tout | 66 | 10,48% |
| plutot non | 33 | 34,02% | | 51,55% | plutot non | 191 |
| plutot oui | 34 | 35,05% | 48,45% | plutot oui | 233 | 36,98% |
| tout à fait | 13 | 13,40% | positive | tout à fait | 139 | 22,06% |
| effectif total | 97 | 100,00% | | effectif total | 630 | 100,00% |

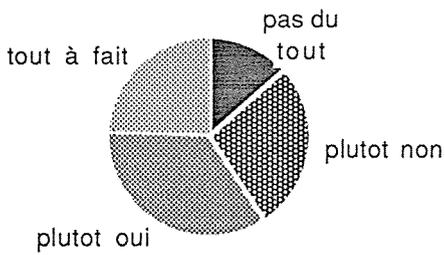
classe de Seconde : opinion de l'enseignant



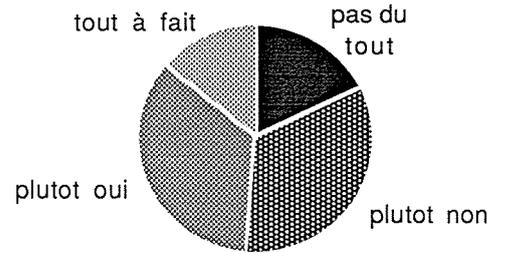
classe de Troisième : opinion de l'enseignant



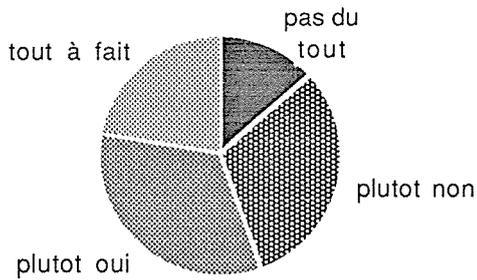
classe de Quatrième : opinion de l'enseignant



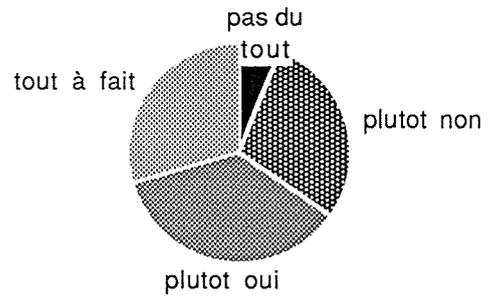
classe de Cinquième : opinion de l'enseignant



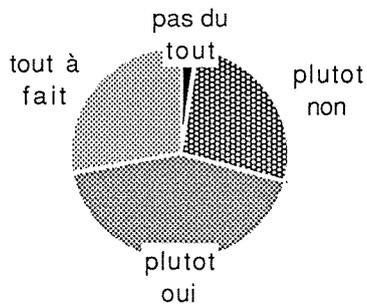
classe de Sixième : opinion de l'enseignant



classe de CM2 : opinion de l'enseignant



classe de CM1 : opinion de l'enseignant



Annexe n° 6

tableaux des effectifs et taux

Les tableaux fournis dans cette annexe rapportent pour chaque classe et chaque item les effectifs et les taux de réussites, d'échec par erreur et d'échec par non-réponse.

TABLEAU des EFFECTIFS de REUSSITE effectifs totaux
des classes

questionnaire Q1

| item n° | 92 CM1 | 81 CM2 | 97 Sixième | 97 Cinquième | 68 Quatrième | 87 Troisième | 108 Seconde | 630 TOUTES |
|------------|-----------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| Q101 | 47 | 67 | 68 | 82 | 59 | 83 | 107 | 513 |
| Q102 | 29 | 53 | 53 | 67 | 55 | 76 | 97 | 430 |
| Q103 | 51 | 69 | 75 | 70 | 61 | 80 | 104 | 510 |
| Q104 | 57 | 53 | 55 | 51 | 54 | 76 | 107 | 453 |
| Q105 | 24 | 70 | 77 | 74 | 64 | 84 | 105 | 498 |
| Q106 | 13 | 51 | 48 | 55 | 48 | 75 | 105 | 395 |
| Q107 | 19 | 57 | 57 | 61 | 59 | 78 | 102 | 433 |
| Q108 | 10 | 38 | 28 | 46 | 37 | 55 | 102 | 316 |
| Q109 | 15 | 42 | 42 | 52 | 53 | 75 | 102 | 381 |
| Q110 | 6 | 13 | 11 | 25 | 27 | 49 | 96 | 227 |

questionnaire Q2

| item n° | 92 CM1 | 81 CM2 | 97 Sixième | 97 Cinquième | 68 Quatrième | 87 Troisième | 108 Seconde | 630 TOUTES |
|------------|-----------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| Q201 | 65 | 72 | 84 | 84 | 65 | 85 | 105 | 560 |
| Q202 | 55 | 64 | 63 | 78 | 61 | 80 | 107 | 508 |
| Q203 | 26 | 51 | 45 | 47 | 50 | 70 | 104 | 393 |
| Q204 | 45 | 54 | 49 | 54 | 55 | 75 | 105 | 437 |
| Q205 | 55 | 77 | 78 | 87 | 67 | 85 | 107 | 556 |
| Q206 | 32 | 62 | 49 | 58 | 56 | 78 | 106 | 441 |
| Q207 | 29 | 56 | 49 | 59 | 54 | 77 | 105 | 429 |
| Q208 | 29 | 64 | 51 | 76 | 62 | 81 | 107 | 470 |
| Q209 | 38 | 66 | 54 | 76 | 66 | 82 | 106 | 488 |
| Q210 | 12 | 50 | 34 | 41 | 53 | 74 | 106 | 370 |

TABLEAU des TAUX de REUSSITE effectifs totaux
des classes

questionnaire Q1

| item n° | 92 CM1 | 81 CM2 | 97 Sixième | 97 Cinquième | 68 Quatrième | 87 Troisième | 108 Seconde | 630 TOUTES |
|------------|-----------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| Q101 | 51,09% | 82,72% | 70,10% | 84,54% | 86,76% | 95,40% | 99,07% | 81,43% |
| Q102 | 31,52% | 65,43% | 54,64% | 69,07% | 80,88% | 87,36% | 89,81% | 68,25% |
| Q103 | 55,43% | 85,19% | 77,32% | 72,16% | 89,71% | 91,95% | 96,30% | 80,95% |
| Q104 | 61,96% | 65,43% | 56,70% | 52,58% | 79,41% | 87,36% | 99,07% | 71,90% |
| Q105 | 26,09% | 86,42% | 79,38% | 76,29% | 94,12% | 96,55% | 97,22% | 79,05% |
| Q106 | 14,13% | 62,96% | 49,48% | 56,70% | 70,59% | 86,21% | 97,22% | 62,70% |
| Q107 | 20,65% | 70,37% | 58,76% | 62,89% | 86,76% | 89,66% | 94,44% | 68,73% |
| Q108 | 10,87% | 46,91% | 28,87% | 47,42% | 54,41% | 63,22% | 94,44% | 50,16% |
| Q109 | 16,30% | 51,85% | 43,30% | 53,61% | 77,94% | 86,21% | 94,44% | 60,48% |
| Q110 | 6,52% | 16,05% | 11,34% | 25,77% | 39,71% | 56,32% | 88,89% | 36,03% |

questionnaire Q2

| item n° | 92 CM1 | 81 CM2 | 97 Sixième | 97 Cinquième | 68 Quatrième | 87 Troisième | 108 Seconde | 630 TOUTES |
|------------|-----------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| Q201 | 70,65% | 88,89% | 86,60% | 86,60% | 95,59% | 97,70% | 97,22% | 88,89% |
| Q202 | 59,78% | 79,01% | 64,95% | 80,41% | 89,71% | 91,95% | 99,07% | 80,63% |
| Q203 | 28,26% | 62,96% | 46,39% | 48,45% | 73,53% | 80,46% | 96,30% | 62,38% |
| Q204 | 48,91% | 66,67% | 50,52% | 55,67% | 80,88% | 86,21% | 97,22% | 69,37% |
| Q205 | 59,78% | 95,06% | 80,41% | 89,69% | 98,53% | 97,70% | 99,07% | 88,25% |
| Q206 | 34,78% | 76,54% | 50,52% | 59,79% | 82,35% | 89,66% | 98,15% | 70,00% |
| Q207 | 31,52% | 69,14% | 50,52% | 60,82% | 79,41% | 88,51% | 97,22% | 68,10% |
| Q208 | 31,52% | 79,01% | 52,58% | 78,35% | 91,18% | 93,10% | 99,07% | 74,60% |
| Q209 | 41,30% | 81,48% | 55,67% | 78,35% | 97,06% | 94,25% | 98,15% | 77,46% |
| Q210 | 13,04% | 61,73% | 35,05% | 42,27% | 77,94% | 85,06% | 98,15% | 58,73% |

TABLEAU des EFFECTIFS de ECHEC par ERREUR

effectifs totaux

questionnaire Q1

des classes

| item n° | 92 CM1 | 81 CM2 | 97 Sixième | 97 Cinquième | 68 Quatrième | 87 Troisième | 108 Seconde | 630 TOUTES |
|---------|-----------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| Q101 | 39 | 12 | 25 | 13 | 9 | 3 | 1 | 102 |
| Q102 | 51 | 22 | 35 | 26 | 13 | 11 | 11 | 169 |
| Q103 | 24 | 8 | 13 | 18 | 7 | 7 | 4 | 81 |
| Q104 | 28 | 25 | 37 | 37 | 11 | 11 | 1 | 150 |
| Q105 | 23 | 7 | 14 | 9 | 3 | 3 | 3 | 62 |
| Q106 | 23 | 17 | 34 | 25 | 17 | 9 | 3 | 128 |
| Q107 | 26 | 14 | 15 | 18 | 8 | 5 | 4 | 90 |
| Q108 | 15 | 27 | 35 | 19 | 17 | 25 | 5 | 143 |
| Q109 | 14 | 14 | 21 | 23 | 5 | 7 | 5 | 89 |
| Q110 | 15 | 37 | 47 | 43 | 24 | 23 | 10 | 199 |

questionnaire Q2

| item n° | 92 CM1 | 81 CM2 | 97 Sixième | 97 Cinquième | 68 Quatrième | 87 Troisième | 108 Seconde | 630 TOUTES |
|---------|-----------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| Q201 | 24 | 8 | 11 | 13 | 3 | 2 | 3 | 64 |
| Q202 | 26 | 8 | 25 | 16 | 6 | 6 | 0 | 87 |
| Q203 | 53 | 27 | 45 | 45 | 18 | 17 | 4 | 209 |
| Q204 | 34 | 26 | 37 | 40 | 13 | 10 | 3 | 163 |
| Q205 | 19 | 3 | 9 | 7 | 1 | 1 | 1 | 41 |
| Q206 | 29 | 15 | 33 | 26 | 9 | 7 | 1 | 120 |
| Q207 | 30 | 12 | 20 | 23 | 10 | 6 | 2 | 103 |
| Q208 | 18 | 7 | 13 | 10 | 3 | 4 | 0 | 55 |
| Q209 | 17 | 7 | 19 | 13 | 0 | 4 | 1 | 61 |
| Q210 | 20 | 17 | 26 | 39 | 8 | 8 | 1 | 119 |

TABLEAU des TAUX de ECHEC par ERREUR

effectifs totaux

questionnaire Q1

des classes

| item n° | 92 CM1 | 81 CM2 | 97 Sixième | 97 Cinquième | 68 Quatrième | 87 Troisième | 108 Seconde | 630 TOUTES |
|---------|-----------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| Q101 | 42,39% | 14,81% | 25,77% | 13,40% | 13,24% | 3,45% | 0,93% | 16,19% |
| Q102 | 55,43% | 27,16% | 36,08% | 26,80% | 19,12% | 12,64% | 10,19% | 26,83% |
| Q103 | 26,09% | 9,88% | 13,40% | 18,56% | 10,29% | 8,05% | 3,70% | 12,86% |
| Q104 | 30,43% | 30,86% | 38,14% | 38,14% | 16,18% | 12,64% | 0,93% | 23,81% |
| Q105 | 25,00% | 8,64% | 14,43% | 9,28% | 4,41% | 3,45% | 2,78% | 9,84% |
| Q106 | 25,00% | 20,99% | 35,05% | 25,77% | 25,00% | 10,34% | 2,78% | 20,32% |
| Q107 | 28,26% | 17,28% | 15,46% | 18,56% | 11,76% | 5,75% | 3,70% | 14,29% |
| Q108 | 16,30% | 33,33% | 36,08% | 19,59% | 25,00% | 28,74% | 4,63% | 22,70% |
| Q109 | 15,22% | 17,28% | 21,65% | 23,71% | 7,35% | 8,05% | 4,63% | 14,13% |
| Q110 | 16,30% | 45,68% | 48,45% | 44,33% | 35,29% | 26,44% | 9,26% | 31,59% |

questionnaire Q2

| item n° | 92 CM1 | 81 CM2 | 97 Sixième | 97 Cinquième | 68 Quatrième | 87 Troisième | 108 Seconde | 630 TOUTES |
|---------|-----------|-----------|---------------|-----------------|-----------------|-----------------|----------------|---------------|
| Q201 | 3,26% | 9,88% | 11,34% | 13,40% | 4,41% | 2,30% | 2,78% | 10,16% |
| Q202 | 11,96% | 9,88% | 25,77% | 16,49% | 8,82% | 6,90% | 0,00% | 13,81% |
| Q203 | 14,13% | 33,33% | 46,39% | 46,39% | 26,47% | 19,54% | 3,70% | 33,17% |
| Q204 | 14,13% | 32,10% | 38,14% | 41,24% | 19,12% | 11,49% | 2,78% | 25,87% |
| Q205 | 19,57% | 3,70% | 9,28% | 7,22% | 1,47% | 1,15% | 0,93% | 6,51% |
| Q206 | 33,70% | 18,52% | 34,02% | 26,80% | 13,24% | 8,05% | 0,93% | 19,05% |
| Q207 | 35,87% | 14,81% | 20,62% | 23,71% | 14,71% | 6,90% | 1,85% | 16,35% |
| Q208 | 48,91% | 8,64% | 13,40% | 10,31% | 4,41% | 4,60% | 0,00% | 8,73% |
| Q209 | 40,22% | 8,64% | 19,59% | 13,40% | 0,00% | 4,60% | 0,93% | 9,68% |
| Q210 | 65,22% | 20,99% | 26,80% | 40,21% | 11,76% | 9,20% | 0,93% | 18,89% |

TABLEAU des EFFECTIFS de ECHEC par NON-REPONSE effectifs totaux
des classes

| questionnaire Q1 | 92 | 81 | 97 | 97 | 68 | 87 | 108 | 630 |
|------------------|-----|-----|---------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|
| item n° | CM1 | CM2 | Sixième | Cinquième | Quatrième | Troisième | Seconde | TOUTES |
| Q101 | 6 | 2 | 4 | 2 | 0 | 1 | 0 | 15 |
| Q102 | 12 | 6 | 9 | 4 | 0 | 0 | 0 | 31 |
| Q103 | 17 | 4 | 9 | 9 | 0 | 0 | 0 | 39 |
| Q104 | 7 | 3 | 5 | 9 | 3 | 0 | 0 | 27 |
| Q105 | 45 | 4 | 6 | 14 | 1 | 0 | 0 | 70 |
| Q106 | 56 | 13 | 15 | 17 | 3 | 3 | 0 | 107 |
| Q107 | 47 | 10 | 25 | 18 | 1 | 4 | 2 | 107 |
| Q108 | 67 | 16 | 34 | 32 | 14 | 7 | 1 | 171 |
| Q109 | 63 | 25 | 34 | 22 | 10 | 5 | 1 | 160 |
| Q110 | 71 | 31 | 39 | 29 | 17 | 15 | 2 | 204 |

questionnaire Q2

| item n° | 92 | 81 | 97 | 97 | 68 | 87 | 108 | 630 |
|---------|-----|-----|---------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|
| | CM1 | CM2 | Sixième | Cinquième | Quatrième | Troisième | Seconde | TOUTES |
| Q201 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 |
| Q202 | 11 | 9 | 9 | 3 | 1 | 1 | 1 | 35 |
| Q203 | 13 | 3 | 7 | 5 | 0 | 0 | 0 | 28 |
| Q204 | 13 | 1 | 11 | 3 | 0 | 2 | 0 | 30 |
| Q205 | 18 | 1 | 10 | 3 | 0 | 1 | 0 | 33 |
| Q206 | 31 | 4 | 15 | 13 | 3 | 2 | 1 | 69 |
| Q207 | 33 | 13 | 28 | 15 | 4 | 4 | 1 | 98 |
| Q208 | 45 | 10 | 33 | 11 | 3 | 2 | 1 | 105 |
| Q209 | 37 | 8 | 24 | 8 | 2 | 1 | 1 | 81 |
| Q210 | 60 | 14 | 37 | 17 | 7 | 5 | 1 | 141 |

TABLEAU des taux de ECHEC par NON-REPONSE effectifs totaux
des classes

| questionnaire Q1 | 92 | 81 | 97 | 97 | 68 | 87 | 108 | 630 |
|------------------|--------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|
| item n° | CM1 | CM2 | Sixième | Cinquième | Quatrième | Troisième | Seconde | TOUTES |
| Q101 | 6,52% | 2,47% | 4,12% | 2,06% | 0,00% | 1,15% | 0,00% | 2,38% |
| Q102 | 13,04% | 7,41% | 9,28% | 4,12% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 4,92% |
| Q103 | 18,48% | 4,94% | 9,28% | 9,28% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 6,19% |
| Q104 | 7,61% | 3,70% | 5,15% | 9,28% | 4,41% | 0,00% | 0,00% | 4,29% |
| Q105 | 48,91% | 4,94% | 6,19% | 14,43% | 1,47% | 0,00% | 0,00% | 11,11% |
| Q106 | 60,87% | 16,05% | 15,46% | 17,53% | 4,41% | 3,45% | 0,00% | 16,98% |
| Q107 | 51,09% | 12,35% | 25,77% | 18,56% | 1,47% | 4,60% | 1,85% | 16,98% |
| Q108 | 72,83% | 19,75% | 35,05% | 32,99% | 20,59% | 8,05% | 0,93% | 27,14% |
| Q109 | 68,48% | 30,86% | 35,05% | 22,68% | 14,71% | 5,75% | 0,93% | 25,40% |
| Q110 | 77,17% | 38,27% | 40,21% | 29,90% | 25,00% | 17,24% | 1,85% | 32,38% |

questionnaire Q2

| item n° | 92 | 81 | 97 | 97 | 68 | 87 | 108 | 630 |
|---------|--------|--------|---------|-----------|-----------|-----------|---------|--------|
| | CM1 | CM2 | Sixième | Cinquième | Quatrième | Troisième | Seconde | TOUTES |
| Q201 | 3,26% | 1,23% | 2,06% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 0,95% |
| Q202 | 11,96% | 11,11% | 9,28% | 3,09% | 1,47% | 1,15% | 0,93% | 5,56% |
| Q203 | 14,13% | 3,70% | 7,22% | 5,15% | 0,00% | 0,00% | 0,00% | 4,44% |
| Q204 | 14,13% | 1,23% | 11,34% | 3,09% | 0,00% | 2,30% | 0,00% | 4,76% |
| Q205 | 19,57% | 1,23% | 10,31% | 3,09% | 0,00% | 1,15% | 0,00% | 5,24% |
| Q206 | 33,70% | 4,94% | 15,46% | 13,40% | 4,41% | 2,30% | 0,93% | 10,95% |
| Q207 | 35,87% | 16,05% | 28,87% | 15,46% | 5,88% | 4,60% | 0,93% | 15,56% |
| Q208 | 48,91% | 12,35% | 34,02% | 11,34% | 4,41% | 2,30% | 0,93% | 16,67% |
| Q209 | 40,22% | 9,88% | 24,74% | 8,25% | 2,94% | 1,15% | 0,93% | 12,86% |
| Q210 | 65,22% | 17,28% | 38,14% | 17,53% | 10,29% | 5,75% | 0,93% | 22,38% |

Annexe n° 7

Test de Mac Nemar

Le test de Mac Nemar est un test statistique particulièrement intéressant pour mettre en évidence un éventuel changement d'état..

Les tableaux ci-dessous font apparaître les résultats respectivement aux couples de questions

- (Q210/Q4A)
- (Q210/Q4B)
- (Q110/Q3A)
- (Q110/Q3B)

On désire tester si l'habillage de la formulation des questions contribue à favoriser la réussite et si la réussite à la première question entraîne la réussite à la seconde.

Nous recueillons les résultats sous la forme du tableau suivant :

| | | item Qy | | |
|---------|----------|----------|-------|-----|
| item Qx | | Réussite | Echec | |
| | Réussite | a | b | a+b |
| | Echec | c | d | c+d |
| | | a+c | b+d | |

- a individus ont réussi aux deux items
- b individus ont réussi au premier item Qx et échoué au second Qy
- c individus ont échoué au premier item Qx et réussi au second Qy
- d individus ont échoué aux deux items

Notons \mathcal{P}_b et \mathcal{P}_c , les proportions des individus qui ont changé d'état entre Qx et Qy

Nous pouvons alors formuler l'hypothèse nulle H_0 :

« *Les changements sont liés au hasard et $\mathcal{P}_b = \mathcal{P}_c = 1/2$* »

Quant à l'hypothèse alternative H_1 :

« *Il existe plus de changements dans un sens que de l'autre* »

Par ailleurs b+c représente le nombre total d'individus ayant changé d'état. Si H_0 est vraie , on doit avoir (b+c)/2 changements dans un sens et (b+c)/2 changements dans l'autre sens. On calcule alors l'écart entre cette situation théorique et la situation observée de la manière suivante :

$$X^2 = \frac{\left(b - \frac{b+c}{2}\right)^2}{\frac{b+c}{2}} + \frac{\left(c - \frac{b+c}{2}\right)^2}{\frac{b+c}{2}} = \frac{(b-c)^2}{(b+c)}$$

Ensuite on compare cette valeur à celle fournie par une table de Khi-Deux à 1 degré de liberté.

Ainsi si nous choisissons un risque de 5% de rejeter H_0 à tort, la valeur théorique au-delà de laquelle nous procédons au rejet de H_0 est de 3,84.

Pour un risque de 1%, la valeur théorique est alors de 6,63.

Le raisonnement théorique qui fonde les calculs précédents utilise en fait des approximations. Celles-ci peuvent être améliorées en procédant au calcul de l'écart selon la formule suivante :

correction de continuité de Yates

$$X^2 = \frac{(|b-c| - 1)^2}{b+c}$$

| | | | | |
|--------|----------|----------|-------|-----------------------|
| | | item : | | |
| | | | Q4A | |
| | | Réussite | Echec | totaux = |
| item : | Réussite | 187 | 1 | 188 |
| Q210 | Echec | 52 | 3 | 55 |
| | totaux = | 239 | 4 | effectif total 243 |

Conclusion

Khi-deux de Mac Nemar = 49,0754717 à 1 degré de liberté , le seuil est de
 Correction de continuité de Yates = 47,1698113 3,84 avec un risque de 5%
 6,63 avec un risque de 1%

donc on rejette l'hypothèse (H_0) au seuil de de 5%
 donc on rejette l'hypothèse (H_0) au seuil de de 1%

| | | | | |
|--------|----------|----------|-------|-----------------------|
| | | item : | | |
| | | | Q4B | |
| | | Réussite | Echec | totaux = |
| item : | Réussite | 176 | 2 | 178 |
| Q210 | Echec | 40 | 11 | 51 |
| | totaux = | 216 | 13 | effectif total 229 |

Conclusion

Khi-deux de Mac Nemar = 34,3809524 à 1 degré de liberté , le seuil est de
 Correction de continuité de Yates = 32,5952381 3,84 avec un risque de 5%
 6,63 avec un risque de 1%

donc on rejette l'hypothèse (H_0) au seuil de de 5%
 donc on rejette l'hypothèse (H_0) au seuil de de 1%

| | | item : | | totaux = |
|--------|----------|----------|-------|-----------------------|
| | | Réussite | Echec | |
| item : | Q110 | 97 | 16 | 113 |
| | | 43 | 55 | 98 |
| | totaux = | 140 | 71 | effectif total 211 |

Conclusion

Khi-deux de Mac Nemar = 12,3559322 à 1 degré de liberté , le seuil est de
 Correction de continuité de Yates = 11,4576271 3,84 avec un risque de 5%
 6,63 avec un risque de 1%
 donc on rejette l'hypothèse (H0) au seuil de de 5%
 donc on rejette l'hypothèse (H0) au seuil de de 1%

| | | item : | | totaux = |
|--------|----------|----------|-------|-----------------------|
| | | Réussite | Echec | |
| item : | Q110 | 101 | 7 | 108 |
| | | 49 | 34 | 83 |
| | totaux = | 150 | 41 | effectif total 191 |

Conclusion

Khi-deux de Mac Nemar = 31,5 à 1 degré de liberté , le seuil est de
 Correction de continuité de Yates = 30,0178571 3,84 avec un risque de 5%
 6,63 avec un risque de 1%
 donc on rejette l'hypothèse (H0) au seuil de de 5%
 donc on rejette l'hypothèse (H0) au seuil de de 1%

Annexe n° 8

Codification des Catégories SocioProfessionnelles

| | |
|--|-----------|
| <u>Agriculteurs exploitants</u> | 01 |
| <u>Ouvriers agricoles</u> | 10 |
| <u>Patrons de l'industrie et du commerce</u> | |
| Industriels employant 6 salariés ou plus..... | 21 |
| Petits industriels artisans employant moins de 6 salariés..... | 22 |
| Patrons pêcheurs..... | 23 |
| Moyens et gros commerçants employant 3 salariés ou plus..... | 26 |
| Petits commerçants employant moins de 3 salariés | 27 |
| <u>Professions libérales et cadres supérieurs (Instruction supérieure)</u> | |
| Professions libérales..... | 30 |
| Professions littéraires et scientifiques..... | 32 |
| Professeurs | 37 |
| Professions médicales salariées (y compris internat et externat)..... | 38 |
| Ingénieurs..... | 33 |
| Cadres administratifs supérieurs... (secteurs public et privé.,y compris officiers de l'armée et de la police)..... | 34 |
| <u>Cadres moyens</u> | |
| Instituteurs , auxiliaires de de collègue..... | 46 |
| Professions intellectuelles diverses (Instruction secondaire)..... | 47 |
| Professions médicales et sociales (Instruction secondaire)..... | 42 |
| Personnel de surveillance des établissements..... | 48 |
| Techniciens (secteurs public et privé.)..... | 43 |
| Cadres administratifs moyens...(secteurs public et privé)..... | 44 |
| <u>Employés</u> | |
| Employés de bureau...(secteurs public et privé)..... | 51 |
| Employés de commerce..... | 53 |
| <u>Ouvriers</u> | |
| Contremaîtres..... | 60 |
| Ouvriers qualifiés..... | 61 |
| Ouvriers spécialisés..... | 63 |
| Mineurs..... | 65 |
| Marins et pêcheurs..... | 66 |
| Manœuvres..... | 68 |
| <u>Personnel de service</u> | 79 |
| <u>Autres catégories</u> | |
| Artistes..... | 80 |
| Clergé..... | 81 |

| | |
|---|-----------|
| Armée et police (non compris officiers à classer en 34)..... | 82 |
| <u>Catégories non mentionnées ci-dessus.....</u> | <u>83</u> |
| <u>Sans profession.....</u> | <u>99</u> |

Annexe n° 9

Test du Khi-Deux

Il s'agit d'un test statistique qui permet de décider si l'écart entre une distribution théorique et une distribution observée est dû ou non au hasard de l'échantillonnage.

Pour illustrer ce test, nous choisisons un exemple issu de notre étude. Nous fournirons par là même les outils de calcul qui ont été utilisés pour réaliser tous les tests associés au test du Khi-Deux.

Prenons l'exemple suivant :

| | | | |
|-----------|-----------|---------|---------|
| | item Q207 | | |
| item Q206 | réussite | échec | |
| réussite | a=350 | b=91 | a+b=441 |
| échec | c=79 | d=110 | c+d=189 |
| | a+c=429 | b+d=201 | |

Il s'agit donc de tester l'hypothèse nulle H_0 selon laquelle « l'état de réussite ou d'échec à l'item Q206 est indépendant de celui à l'item Q207 »

La notion d'indépendance d'événements ou de variables se fonde en statistique et en probabilité sur la relation mathématique suivante:

« Deux caractères A et B sont dits :indépendants statistiquement si la proportion des individus possédant simultanément les deux caractères A et B est égale au produit de la proportion des individus possédant le caractère A et de celle des individus possédant le caractère B »

En appliquant ce principe, nous obtenons la distribution suivant d'effectifs :

| | | | |
|-----------|-----------|---------|---------|
| | item Q207 | | |
| item Q206 | réussite | échec | |
| réussite | a'=300 | b'=141 | a+b=441 |
| échec | c'=129 | d'=60 | c+d=189 |
| | a+c=429 | b+d=201 | |

de la manière suivante :

en posant $N = a+b+c+d$ (effectif total)

$$a' = (a+c)(a+b)/N = (429 \times 441)/630 = 300,3 \text{ arrondi à } 300$$

$$b' = (b+d)(a+b)/N = (201 \times 441)/630 = 140,7 \text{ arrondi à } 141$$

$$c' = (a+c)(c+d)/N = (429 \times 189)/630 = 128,7 \text{ arrondi à } 129$$

$$d' = (b+d)(c+d)/N = (201 \times 189)/630 = 60,3 \text{ arrondi à } 60$$

Maintenant il s'agit mesurer l'écart entre la distribution théorique (T) et la distribution observée (O). Pour ce faire, nous utilisons une distance appelée distance du Khi-Deux dont le calcul repose sur la formule ci-contre :

$$X^2 = \sum_{i=1}^{i=k} \frac{(O_i - T_i)^2}{T_i}$$

avec T_i = effectif théorique

avec O_i = effectif observé

Dans notre exemple cela donne :

$$K = X^2 = [(350 - 300)^2/300] + [(79 - 129)^2/129] + [(91 - 141)^2/141] + [(110 - 60)^2/60] =$$

$$K = X^2 = 2500 (1/300 + 1/129 + 1/141 + 1/60) \approx 87,11$$

Si nous avons conservé les effectifs théoriques non arrondis, nous aurions trouvé 85,93.

Grâce à une table spéciale dite table du Khi-Deux, nous pouvons connaître la valeur théorique α telle que la probabilité de l'évènement $X^2 > \alpha$ soit égale à 1% ou 5%.

Ainsi nous obtenons : $\alpha = 6,63$ pour 1% et $\alpha = 3,84$ pour 5%.

Si notre écart K reste inférieur à α alors nous ne pouvons rejeter H_0 par contre si cet écart K dépasse α alors nous rejetons l'hypothèse H_0 avec 1% ou 5% de risque de commettre une erreur c'est à dire de rejeter à tort l'hypothèse nulle.

Ici nous obtenons $K \approx 87,11$. Cette valeur nous conduit à rejeter H_0 au seuil de 1%.

Quant il s'agit de deux variables qui possèdent plus de deux modalités, nous avons alors à traiter un tableau à p colonnes et q lignes donc à pq cases.

La démarche est identique.

Par contre les valeurs de α sont à chercher dans une table de Khi-Deux à $(p-1)(q-1)$ degrés de liberté.

Ce test n'est applicable que dans la mesure où aucun des effectifs théoriques n'est inférieur à 5. Dans le cas contraire, cela nécessite de recourir à d'autres lois de probabilité pour tester l'hypothèse H_0 .

Enfin le risque encouru lorsqu'on rejette H_0 est appelé risque de première espèce. Il est maîtrisé et fixé la plupart du temps à 0.05, 0.01 ou parfois 0.001.

Lorsque l'on ne peut rejeter l'hypothèse H_0 , cela revient à l'accepter mais alors on encourt un autre risque nommé risque de seconde espèce dont on n'a général pas la maîtrise.

Annexe n°10

Quelques propos autour de l'évaluation trimodale R.E.N

□ « attitude » et « compétence »

Lorsqu'un individu est placé face à une question écrite, ce qui est le cas le plus fréquent en mathématiques, il est subordonné schématiquement à deux facteurs :

| | | |
|------------------------|-------------------|--------------------------|
| facteur « attitude » | <i>je réponds</i> | <i>je ne réponds pas</i> |
| facteur « compétence » | <i>je sais</i> | <i>je ne sais pas</i> |

A priori ces deux facteurs sont indépendants. En effet l'élève peut très bien décider de répondre en cas d'ignorance partielle et même parfois complète. Mais il peut aussi ne pas répondre bien qu'il en connaisse la réponse. En pratique, il est admis que fournir un réponse en cas de connaissance est une règle générale. De là nous obtenons les cas de figure suivants :

- *je sais ou je crois savoir et je réponds*
- *je ne sais pas mais je réponds quand même !*
- *je ne sais pas et je ne réponds pas*

Examinons maintenant le point de vue de l'enseignant: ce dernier dispose des appréciations suivantes :

| | |
|---|------------|
| <ul style="list-style-type: none"> - <i>la réponse fournie est exacte</i> - <i>le raisonnement fourni est exact</i> | (a) |
| <ul style="list-style-type: none"> - <i>la réponse fournie est fausse</i> - <i>le raisonnement fourni est faux</i> | (b) |
| <ul style="list-style-type: none"> - <i>il n'y a pas de réponse ou la réponse fournie est trop incomplète pour porter un jugement sur sa validité.</i> | (c) |

Les deux situations **(a)** et **(c)** ne posent pas de problème apparent relativement à notre schéma. Par contre la situation **(b)** n'offre pas cette facilité : en effet celle-ci peut provenir aussi bien d'un savoir inadéquat que d'une ignorance connue du sujet qui produit la réponse ou même d'une « erreur d'inattention ». Il s'agit donc de se doter

d'instruments d'évaluation qui permettent de dépasser ces impressions premières pour accroître la fiabilité du jugement porté par l'enseignant à l'égard de la production de l'élève et de là sur son savoir.

Il nous faut donc approfondir l'analyse des situations dans lesquelles se trouve l'élève.

Ainsi l'individu a pu décider :

- de fournir une réponse complète ou seulement partielle.
- de se lancer dans une étude qu'il pourra mener à terme ou abandonner en cours de route.
- d'entrée de ne pas répondre

Il peut aussi :

- s'engager dans la production d'une réponse sans arrêt pour l'obtenir
- connaître des moyens pour réaliser l'étude sans être à même de les mettre en œuvre pour des raisons de temps ou de circonstances (par exemple : pas de machine à calculer, impossibilité de consulter un document ...)
- situer d'emblée la question hors de son champ de compétence.

Il est clair que la seule lecture des réponses écrites fournies par un élève ne permet pas de repérer facilement ces caractéristiques.

La pratique évaluative traditionnelle invariablement associée à la notation , fonde ses jugements quasi exclusivement sur la lecture des réponses auxquelles on attribue l'une des deux modalités : Vrai ou Faux.

□ « attitude » et « compétence » dans une perspective pédagogique

Une pédagogie qui ne se contente pas de privilégier exclusivement les performances individuelles à des tests de connaissance pour fonder ses jugements, mais qui s'intéresse à une formation générale de l'individu, se doit de promouvoir une attitude responsable chez cet individu en formation. Dans une telle perspective, la situation « je ne sais pas mais je réponds quand même ! » ne devrait pas être rencontrée.

Si cette attitude se trouve être une attitude générale chez les individus interrogés, les réponses pourront être interprétées comme de véritables "erreurs". Ceci devient même une nécessité si l'on se fixe l'objectif de développer, chez les apprenants, le goût de la recherche qui passe par le droit au " tâtonnement expérimental " et par le droit à l' " erreur ". Dans ce cette optique, les erreurs que commet l' apprenant, sont considérées comme inhérentes à tout

apprentissage et de ce fait elles ne doivent plus apparaître comme des " fautes à sanctionner".

En reconnaissant à l'élève, individu-apprenant en formation, le droit de "ne pas savoir", on lui offre une chance supplémentaire de progresser.

En effet celui-ci peut en toute conscience de ses lacunes ainsi explicitées, effectuer les rectifications, les améliorations et les renforcements nécessaires à un moment où la motivation est optimale.

La reconnaissance du droit de "ne pas savoir" et du droit à l' "erreur", requiert la différenciation définie par les deux facteurs «compétence» et « attitude». Qui plus est en fournissant à l'élève des situations didactiques dans lesquelles il exerce une responsabilité reconnue , on favorise le développement de son autonomie.

□ Influence de la pratique autocorrective sur les deux facteurs « attitude » et « compétence »

Les recherches¹ que nous avons menées, ont permis de mettre en évidence les résultats suivants :

« Par rapport à la pratique corrective traditionnelle, la pratique autocorrective provoque chez les individus utilisateurs, un changement significatif d' "attitude" dans le sens " je ne sais pas et je répons quand même" vers " je ne sais pas donc je ne fournis pas de réponse" . Qui plus cette modification se réalise sans perte sur le plan de la "compétence", c'est à dire que ces élèves réussissent aussi bien que les groupes d'élèves pratiquant une méthode traditionnelle de correction.»

Pour l'individu en apprentissage, le fait que l'on puisse à la fois repérer au travers de ses performances à un test, ses réussites mais aussi ses échecs par erreur l'expose à un risque inexistant dans la pratique évaluative traditionnelle : à savoir d'être considéré comme un individu aux compétences peu fiables.

Ce risque semble donc générer un changement d' "attitude"!

Enfin quant à l'organisation de documents autocorrectifs, deux conceptions apparaissent :

- soit la partie autocorrective est fournie immédiatement après la question.

- soit elle est donnée de telle sorte que l'on soit assuré qu'une recherche approfondie des réponses aux questions a bien été menée par l'individu

¹ cf bibliographie :Jean-Claude Régnier (1980-1)
(1983-1)

Il apparaît que la première modalité est la plus profitable mais à condition que son emploi soit bien contrôlé, c'est à dire que les individus cherchent à résoudre le problème posé avant de consulter les réponses. Si cette garantie n'est pas certaine la seconde démarche doit être préférée car elle présente moins de risque à l'emploi.

□ la méthode d'évaluation trimodale R_E_N

Il s'agit d'une méthode d'évaluation qui s'appuie sur trois axes principaux :

- une appréciation à trois modalités

Réussite

Echec par erreur

Echec par non réponse

| modalités | codage | réponse mathématique | raisonnement |
|-----------------------|--------|---|---|
| Réussite | R ou 2 | réponse mathématique correcte | raisonnement correct |
| Echec par erreur | E ou 1 | réponse mathématique fausse | raisonnement incorrect |
| Echec par non-réponse | N ou 0 | réponse mathématique incomplète ne pouvant être interprétée absence de réponse | raisonnement incomplet ne pouvant être interprété |

- un étalonnage des questions et des niveaux de réussite établi non a priori mais en référence à un échantillon d'individus.

- une différenciation des deux facteurs "compétence" et "attitude".

Dans la démarche évaluative traditionnelle et la notation associée, on recourt à une simple comptabilisation du nombre des réussites., généralement pondérées a priori par le biais d'un barème.

Dans notre démarche, la pondération des items¹ se fait a posteriori à partir de l'analyse des résultats fournis soit par un échantillon de références, soit par la population elle-même (par exemple la classe dans laquelle l'enseignant travaille)

Comment réalise-t-on cette pondération ?

Pour cela nous considérons qu'une question "facile" n'a que peu de signification en réussite mais par contre l'échec par erreur nous informe sur l'état des connaissances d'un individu.

¹ item = unité de réponse sur laquelle porte l'évaluation ponctuelle, c'est à dire sur laquelle on doit prononcer un des trois jugements : R, E ou N

A contrario, une question "difficile" devient plus significative en réussite qu'en échec par erreur.

Prenons un exemple :

« Question :Réaliser la division de 25 par 12»

En classe de Cours Moyen 1: la réussite à cette question témoigne d'une bonne maîtrise de la division alors que l'échec n'hypothèque en aucune manière les chances d'atteindre l'objectif "savoir diviser".

En classe de Seconde : la réussite n'apporte pas une information intéressante car cet objectif est censé être correctement atteint alors que l'échec par erreur doit attirer l'attention de l'enseignant et de l'élève afin de procéder à une analyse des causes de cet échec et de mettre en place les remédiations nécessaires.

Quand il s'agit d'objectifs cognitifs propres à un niveau d'enseignement donné, le critère que nous utilisons pour séparer "questions faciles" et "questions difficiles" n'est autre que le taux de réussite et le taux d'échec par erreur.

La formule utilisée pour calculer le poids de chaque item est la suivante :

$$p = \frac{k}{b-a} \int_a^b \frac{dt}{\sqrt{t}}$$

$b = \text{taux maximum}$ $a = \text{taux minimum}$

a et b étant les valeurs obtenues par estimation par intervalle de confiance à 95%. Le coefficient k est choisi de telle sorte que la somme des poids égale 20

Ce travail est aujourd'hui facilité par le recours à l'informatique.

Pour ce qui ne veulent pas investir dans ces calculs un peu sophistiqués, nous proposons la pondération moyenne suivante:

| <i>taux (t)</i> | <i>poids</i> |
|----------------------|--------------|
| $0,75 < t \leq 1$ | 2 |
| $0,50 < t \leq 0,75$ | 2,5 |
| $0,25 < t \leq 0,50$ | 3 |
| $0 < t \leq 0,25$ | 5 |

L'absence de réponse ou les réponses classées dans la catégorie N sont comptabilisées comme neutre. En effet il n'est pas possible de décider si l'individu sait ou ne sait pas..

Sous l'hypothèse d'un test fondé sur n items, le dépouillement conduit à attribuer à chaque individu ayant subi le test, un $2n$ -uplet de nombres : $(x_1, y_1, x_2, y_2, \dots, x_p, y_p, \dots, x_n, y_n)$

Dans ce $2n$ -uplet, nous avons :

- * x_p = poids de la réussite à l'item p en cas de réussite sinon $x_p = 0$
- * y_p = poids de l'échec par erreur à l'item p en cas d'échec par erreur sinon $y_p = 0$
- * le produit $x_p y_p = 0$

Pour minimiser les moyens techniques mis en œuvre, tout en conservant une approximation satisfaisante de l'information apportée par des méthodes d'analyse des données plus sophistiquées, nous ramenons ce 2n-uplet au couple ci-contre :

$$(SR = \sum_{p=1}^{p=n} X_p ; SE = \sum_{p=1}^{p=n} y_p)$$

Pour satisfaire à l'usage de la "note sur 20", il suffit de multiplier chaque nombre de ce couple par les coefficients :

$$K_R = \frac{20}{\sum_{i=1}^{i=n} p_i} \text{ pour la composante score de réussite}$$

avec p_i poids en réussite de l'item n°i

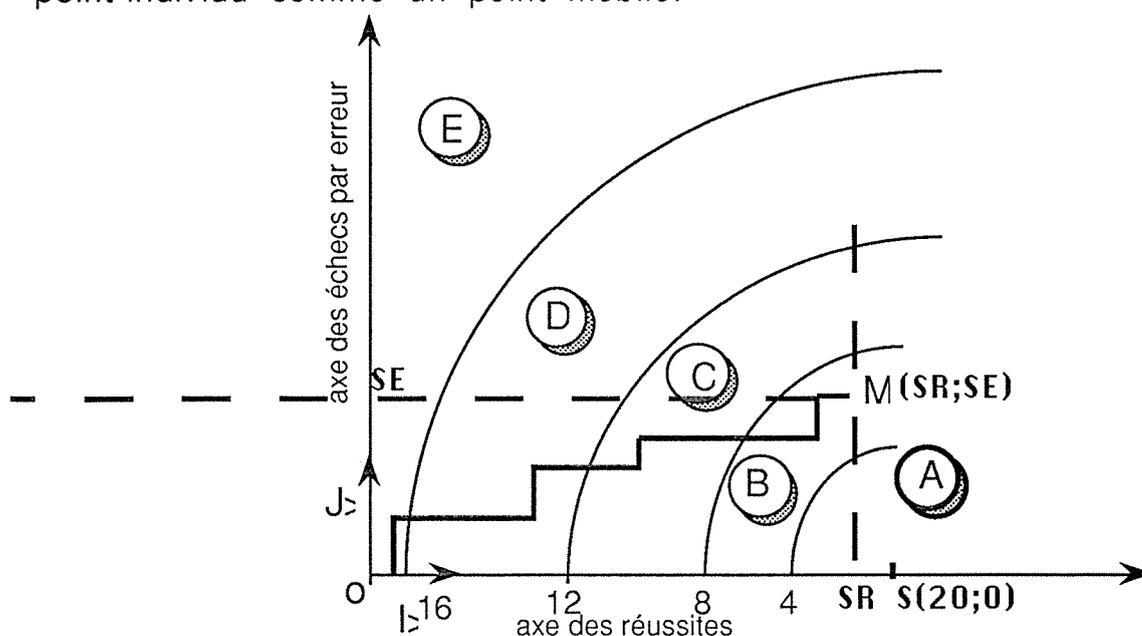
$$K_E = \frac{20}{\sum_{i=1}^{i=n} q_i} \text{ pour la composante score d'échec par erreur}$$

avec q_i poids en échec par erreur de l'item n°i

Ensuite il est possible de représenter ce couple (SR = note de réussite; SE = note d'échec par erreur) par un point de coordonnées (SR;SE) dans un plan muni d'un repère adéquat (O, I, J). Nous identifions l'axe des abscisses à l'axe de la réussite, et l'axe des ordonnées à l'axe de l'échec par erreur.

Nous désignerons ce point par "point-individu".

D'un point de vue géométrico-mécanique, cela revient à imaginer ce point-individu comme un point mobile.



Chaque réponse à une question fournie par un individu détermine
soit un déplacement horizontal du point-individu proportionnel au poids de réussite de cette question si cette réponse est juste,

soit un déplacement vertical du point-individu proportionnel au poids d'échec par erreur de cette question si cette réponse est fausse,

Par contre dans l'hypothèse où la réponse fournie est assimilable à une non-réponse, le point-individu demeure immobile.

A l'issue du questionnaire, le point-individu atteint une zone du plan caractéristique du niveau d'atteinte des objectifs visés évalués au travers des performances au test basé sur ce questionnaire.

Le zonage du plan est établi soit à partir des informations recueillies auprès de l'échantillon de références, soit à partir du groupe-classe avec lequel l'enseignant travaille, conçu comme population de référence.

Nous rapportons ci-dessous un exemple de démarche permettant de délimiter ces zones du plan.

Nous calculons ∂ = distance du point-individu au point-individu correspondant à la situation de réussite maximale représentée par le point de coordonnées (20;0).

$$\partial = \sqrt{(SR-20)^2 + SE^2}$$

| niveau de réussite | seuil choisi | codes |
|--------------------------------------|--|----------|
| tout à fait satisfaisant | condition n°1 SN<9 condition n°2 $4 > \partial$ | A |
| plutôt satisfaisant | condition n°1 SN<9 condition n°2 $8 > \partial \geq 4$ | B |
| indécidable | condition n°1 SN<9 condition n°2 $12 > \partial \geq 8$ | C |
| plutôt insuffisant | condition n°1 SN<9 condition n°2 $16 > \partial \geq 12$ | D |
| tout à fait insuffisant | condition n°1 SN<9 condition n°2 $\partial \geq 16$ | E |
| Indécidable pas assez de réponses | condition n°1 non respectée SN \geq 9 | F |

Il convient aussi de remarquer que dans cette procédure, l'individu doit avoir effectivement apporté une réponse à au moins 60% à 70 %

des questions posées (condition n° 1) pour obtenir une appréciation sur le degré d'atteinte des objectifs.

Dans cette procédure d'évaluation, la part de subjectivité liée à l'évaluateur s'avère être réduite, d'une part, à la décision d'attribuer à chaque item, l'une des modalités R,E ou N, d'autre part, à la fixation des seuils d'exigences tels qu'ils sont présentés dans le tableau ci-dessus.