



1, rue du Général Zimmer
67084 STRASBOURG Cédex (France)
Téléphone 188161.48.20

INSTITUT de RECHERCHE
MATHEMATIQUE AVANCEE

Laboratoire Associé au C.N.R.S. n° 1

LA PROPORTIONNALITE *et son UTILISATION*

François PLUVINAGE

Claire DUPUIS

Mai 1980

LA PROPORTIONNALITÉ
ET SON UTILISATION

par

C. DUPUIS et F. PLUVINAGE

Université Louis Pasteur de Strasbourg

Ce travail constitue le rapport scientifique concluant le projet de recherche intitulé "Cohérence du monde scolaire perçu par l'élève : exemple de l'utilisation des nombres dans l'enseignement secondaire". Il a été financé par le Centre National de la Recherche Scientifique (Action Thématique Programmée : Processus et conditions de travail de l'élève, n° 3596). Outre les auteurs de ce rapport, ont participé à diverses phases de l'enquête : R. Duval, T. Hatt, G. Noël et C. Turlot.

I. INTRODUCTION

Dans l'enseignement des concepts liés aux acquisitions numériques, la proportionnalité occupe une position certainement particulière. D'un côté, il s'agit d'un concept dont l'utilité générale est indéniable : non seulement il joue un rôle fondamental en mathématique, mais ses applications sont innombrables et présentes dans tous les secteurs d'activité humaine. A ce titre, il est donc le prolongement naturel des "quatre opérations" arithmétiques. D'un autre côté, il n'est pas certain que son apprentissage suive, dans la population scolaire, une courbe en J qui signifierait son acquisition par la quasi-totalité des élèves, après un certain temps d'apprentissage. Dès que les mathématiques firent l'objet d'un apprentissage officiel, on enseigna la fameuse "règle de trois", ou "quatrième proportionnelle", en se plaignant de son peu de succès auprès des élèves.

L'introduction des "opérateurs" à l'école élémentaire fit un temps penser que la proportionnalité pouvait être présente seulement en filigrane dans les programmes scolaires à partir de la classe de 6ème. Mais les programmes en vigueur actuellement, depuis 1978, l'explicitent à nouveau pour cette classe. On y mentionne notamment : "suites finies proportionnelles". La proportionnalité intervient également au même niveau scolaire à propos de pourcentages et de changements d'unité. En classe de 5ème, les programmes de mathématiques en proposent des applications, comme agrandissement ou réduction de dossiers, détermination de masses volumiques, vitesses et débits. En 4ème et 3ème, on passe à un autre niveau avec la présentation des équations, inéquations et systèmes du premier degré.

En principe donc, le concept de proportionnalité est acquis et mobilisable à la fin des deux premières années du premier cycle secondaire. Ceci signifierait non seulement une bonne connaissance "abstraite", mais une véritable appropriation. Qu'en est-il en réalité ? La question mérite d'être posée, car le seuil de difficulté correspondant à cette appropriation a toujours, comme rappelé plus haut, passé pour important, sinon infranchissable pour une partie non négligeable des élèves. Certes, déterminer le prix total de 5 objets, tous de même prix, sachant que 4 objets identiques ont coûté 12 Francs, est une question qui devrait donner lieu à une réussite quasi-générale. Mais il n'en est plus de même s'il s'agit de déterminer la longueur d'un rail que l'on fabriquera avec une tonne de métal, sachant que la masse d'un échantillon mesurant 0,17 m est de 0,850 kg. Des études, dont certaines récentes, comme celle parue dans le bulletin de l'APMEP ([V]), soulèvent le doute au moins sur la capacité de mise en oeuvre acquise par une importante proportion des élèves. Ainsi les modifications de contenu et de mise-en-ouvre de l'enseignement mathématique peuvent avoir, à leur tour, buté sur cet obstacle classique. Il est vrai cependant que les actuels programmes n'étaient pas en vigueur auprès des sujets concernés par ces études, et, nous l'avons dit, on a tenu désormais à mettre la proportionnalité en bonne place et de façon très explicite. Un effet risque de s'en être suivi.

D'autre part, les mathématiques ne sont pas la seule matière scolaire concernée. Au niveau du premier cycle secondaire, nous pensons surtout à la physique et à la géographie générale et économique. Or les professeurs enseignant ces matières se plaignent fréquemment des difficultés éprouvées par leurs élèves. Il est courant d'entendre dire que ceux-ci "ferment le tiroir des mathématiques" dès qu'une question n'entre plus dans le cadre de l'enseignement mathématique.

C'est pourquoi nous nous sommes, au départ de cette étude, posé la question suivante :

"Y a-t-il identité entre les êtres mathématiques et les nombres qui apparaissent en physique, technologie, biologie ou géographie ?" Comme il est clair que toute utilisation passe par des modèles, même implicites, il convient de préciser la question : les nombres qui apparaissent dans diverses matières d'enseignement sont certes des êtres mathématiques, mais peut-être autres que ceux qui interviennent en mathématiques. Les êtres mathématiques mentionnés dans la question sont donc ceux qui sont introduits et mis en oeuvre dans l'enseignement mathématique. Et, par rapport à eux, des compréhensions partielles ou des sous-compréhensions sont possibles, permettent des traitements efficaces dans certains des domaines seulement d'action des concepts.

Un travail préparatoire sur le sujet a permis d'aboutir à une enquête auprès d'une population d'élèves de 5ème. Nous verrons qu'une étude longitudinale eût pu être intéressante, pour permettre d'apprécier une évolution là où l'apprentissage n'est pas apparu comme achevé. Mais à l'heure actuelle, ces élèves sont en 4ème et les élèves qui les ont précédés n'avaient pas suivi les mêmes programmes (ainsi un enseignement de technologie existait en lieu et place de l'enseignement de physique) : une étude transversale n'eût donc pas pu fournir des résultats proches de ceux d'une étude longitudinale, et cette dernière eût demandé des observations prolongées. Mais malgré sa limitation dans le temps, l'enquête effectuée a fourni des résultats dont quelques uns très nets. Dans la présente étude, il sera exclusivement question de l'enquête et de ses résultats ; les observations préliminaires seront, sauf exception pour citations locales, passées sous silence.

II

ELABORATION DES QUESTIONS, VARIABLES D'ENONCES

Au départ, nous avons envisagé les questions qui apparaissent en physique et en géographie. La notion de proportion est utilisée dans les deux matières, sous les deux formes de taux et de pourcentage. De plus certaines notions y font appel de par leur définition : échelles, rendements en géographie, coefficients de dilatation, masses volumiques en physique. Un relevé de questions relatives à ces sujets nous a conduit à mettre sur pied un questionnaire de physique et un questionnaire de géographie. Chacun d'eux peut être considéré comme représentatif des questions conduisant à un traitement mathématique, apparaissant dans l'enseignement de la matière à ce niveau. Seul le regroupement de ces questions dans un même questionnaire crée, dans chaque cas, une différence avec ce que serait une interrogation effective dans la matière d'enseignement.

Tels que, les questionnaires proposés en physique et géographie ne pourraient fournir que des résultats quantitatifs, utilisables pour des études comparatives ultérieures par exemple. Mais pour obtenir plus qu'un instantané des réussites dans la population interrogée, il convient de compléter ces questionnaires, indépendamment même de la question posée dans l'introduction. D'une part, la durée de résolution des questions apparaissant en physique ou géographie n'autorise à poser à chaque individu interrogé qu'un nombre réduit de questions ; d'autre part, des variations d'énoncé fines ne sont pas possibles sous les contraintes issues de la matière d'enseignement.

Chaque élève interrogé, soit en physique, soit en géographie, a été également interrogé en mathématiques, à une semaine d'intervalle (avant ou après selon les cas). Les questionnaires de mathématiques, d'une durée de passation prévue d'une heure scolaire, comme ceux de physique ou géographie, avaient donc

à satisfaire aux conditions suivantes :

1° Proposer quelques questions analogues à celles des autres questionnaires, afin de permettre une comparaison entre matières

2° Organiser des variations d'énoncés susceptibles de mettre en évidence les démarches utilisées, les modèles de référence des élèves.

Une fois satisfaite la première condition, il est possible de s'attacher pour l'organisation de variations aux présentations purement abstraites. N'oublions pas en effet qu'un support concret à la réflexion conduit de toute façon à une forme de traitement. Et cette forme correspond à un ou plusieurs types d'énoncés abstraits à une inconnue. Sans croire naïvement à une identité des démarches individuelles déclenchées par des questions à support concret et par des énoncés abstraits correspondants, nous pouvons néanmoins tirer des renseignements des différences déterminées par des variations d'énoncés abstraits. Déterminons à présent ces variations, dans le cas d'énoncés conduisant à effectuer successivement une multiplication et une division, ou une division et une multiplication. Nous parlerons, en ne considérant que la réponse à fournir et non les formes possibles d'énoncés, d'items du type

$$x = a \times b / c ,$$

les nombres a, b et c étant donnés dans l'énoncé. Lorsque la question posée est purement numérique, sans qu'il y ait en jeu des grandeurs ou des mesures, seule la nature des nombres a, b et c de l'énoncé semble susceptible de déterminer la difficulté de la question. Et ceci est exact en ce qui concerne le contenu mathématique. Nous considérerons donc une variable V_1 .

V_1 - variable de contenu mathématique : Il s'agira d'une variable ordonnée, établie d'après les inclusions numériques

$$\mathbb{N} \subset \mathbb{Z} \subset \mathbb{D} \subset \mathbb{Q} \subset \mathbb{R} ,$$

où \mathbb{N} : entier naturels , \mathbb{Z} : entiers relatifs, \mathbb{D} : décimaux, \mathbb{Q} : rationnels

$V_2(Q) = T$: L'énoncé Q n'explique aucune opération. La disposition usuelle est celle d'un tableau 2×2 , accompagné d'une hypothèse de proportionnalité.

a	x
c	b

Notons que cette dernière forme est la plus proche d'un énoncé d'application, qui n'explique pas les opérations à effectuer.

Par précaution, nous avons également pris en compte la présentation de l'inconnue elle-même, ce qui conduit à considérer une variable V_3 , qualitative.

V_3 - variable de présentation de l'inconnue : Nous ne détaillerons pas les valeurs qu'il est possible d'attribuer à cette variable qualitative. Indiquons seulement qu'y interviennent la place et l'écriture de l'inconnue x . Celle-ci peut-être remplacée par un point d'interrogation ou une case à remplir.

Exemples : $c \times ? = a \times b$
 $c \times \dots = a \times b$.

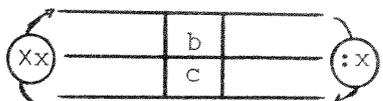
De même, la place de l'inconnue peut varier :

$$c \times x = a \times b, \quad x \times c = a \times b, \quad a \times b = c \times x, \quad a \times b = x \times c.$$

On remarquera que les variables d'énoncé V_1, V_2, V_3 sont indépendantes (ou : libres), en ce sens que l'une quelconque peut prendre une valeur arbitraire lorsque les deux autres ont des valeurs fixées. En revanche, en ce qui concerne les traitements qui résultent d'un énoncé, il faut s'attendre à ce que V_2 ne soit opérante qu'en concomitance avec le contenu mathématique. En effet, hormis les cas où V_2 et V_3 sont susceptibles de conduire à des opérations autres que les opérations mathématiquement correctes, les variations de traitement seront des variations d'ordre des opérations. Celles-ci ne pourront déterminer des modifications de la difficulté que si elles s'accompagnent de modifications de contenu mathématique. Un exemple bien connu est celui où a, b et c sont des entiers, et où le produit $a \times b$ est divisible par c , sans que si a , ni b le soient. Effectuer $a \times b$ puis diviser par c correspond alors à un travail

dans \mathbb{N} , ou dans \mathbb{Z} , alors que diviser d'abord avant de multiplier correspond à un travail dans \mathbb{D} ou \mathbb{Q} . On sait qu'ici V_1 aurait pris la valeur \mathbb{N} , ou \mathbb{Z} , ce qui ne serait donc pas en relation avec le contenu mathématique éventuellement utilisé.

Pour condenser ces considérations, présentons un tableau des variables d'énoncé, qui met en évidence la variété déjà grande des énoncés purement numériques les plus simples.

Enoncés Q à une inconnue conduisant à la réponse $x = a \times b/c$ et présentant directement les nombres a, b , et c .					
V_1 : variable de contenu mathématique, ordonnée					
$V_1(Q) = \mathbb{N}$	a, b, c et x appartiennent à \mathbb{N} (entiers naturels)				
$V_1(Q) = \mathbb{Z}$	a, b, c et x appartiennent à \mathbb{Z} (entiers relatifs) et l'un au moins n'appartient pas à \mathbb{N}				
$V_1(Q) = \mathbb{D}$	a, b, c et x appartiennent à \mathbb{D} (décimaux) et l'un au moins n'appartient pas à \mathbb{Z}				
$V_1(Q) = \mathbb{Q}$	a, b, c et x appartiennent à \mathbb{Q} (rationnels) et l'un au moins n'appartient pas à \mathbb{D}				
$V_1(Q) = \mathbb{R}$	l'un au moins des nombres a, b, c ou x n'appartient pas à \mathbb{Q} .				
V_2 : variable de présentation des opérations par l'énoncé, qualitative.					
$V_2(Q) = E1$	$c \times x = a \times b$				
$V_2(Q) = E2$	$\frac{c \times x}{b} = a$, autrement écrit $(c \times x) : b = a$				
$V_2(Q) = E3$	$\frac{c}{b} \times x = a$ ou $c \times \frac{x}{b} = a$, autrement écrit $(c : b) \times x = a$ ou $c \times (x : b) = a$.				
$V_2(Q) = O$	 (opérateurs)				
$V_2(Q) = T$	<table border="1" style="display: inline-table; border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">x</td> <td style="padding: 2px 5px;">a</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">b</td> <td style="padding: 2px 5px;">c</td> </tr> </table> avec hypothèse, indiquée, de proportionnalité	x	a	b	c
x	a				
b	c				
V_3 : variable de présentation de l'inconnue, qualitative (écriture et place)					

III

TABLEAUX SYNOPTIQUES DES QUESTIONS POSEES ET COMMENTAIRES

On trouvera en annexe 1 les questionnaires effectivement présentés aux élèves. Rappelons que chacun a eu un des trois questionnaires de mathématiques et soit un des trois questionnaires de géographie, soit un des trois questionnaires de physique. Les tableaux présentés ici permettent d'avoir une vue d'ensemble de l'enquête. Chaque question y est résumée dans une case. De plus, chaque case comporte :

- la désignation (sigle) de la question utilisée par la suite dans les analyses factorielles, dans des encadrés ovales

- la réponse, permettant de situer la question (voir ci-dessus § 2).

Nous présentons dans l'ordre les questionnaires de base, physique ou géographie, puis les questionnaires d'investigation, mathématiques. L'ordre des questions dans les tableaux n'est pas celui de présentation (voir annexe 1) ; chaque ligne des tableaux présente les différentes variantes d'une question, et chaque colonne (il y en a trois) correspond à une modalité de questionnaire.

Lorsque le même énoncé se répète d'une colonne à l'autre, l'énoncé n'est indiqué que la première fois, ensuite seul son sigle est placé dans la case correspondante.

On remarquera la présence de quelques questions qui ne portent pas sur la proportionnalité. Il s'agit de lecture de graphiques (géographie et physique) et de comparaison de fractions mathématiques. Des enquêtes antérieures (voir [N] et [G]) nous avaient révélé que certains obstacles éprouvés par les élèves ont leur "origine" (origine au sens de l'organisation mathématique, et non historique) au voisinage du concept envisagé.

Exemple : Des difficultés sur la notion d'opposé impliquent des difficultés

sur la notion d'inverse. Une exploration dans des domaines voisins du domaine exploré n'est donc pas inutile. Ici, s'agissant de questions numériques, et de l'examen des opérations élémentaires pouvant être effectué à l'intérieur même des réponses, il n'était pas nécessaire d'observer des réponses sur des opérations élémentaires. En revanche, l'utilisation d'ordre de grandeur, les comparaisons quantitatives, les lectures de graphiques sont fréquemment sollicitées en physique et géographie. Ces activités sont d'une part susceptibles de familiariser avec les mondes numériques, et d'autre part susceptibles de révéler des difficultés éprouvées par les élèves, non sans rapport avec leur possibilité d'utiliser les structures multiplicatives.

Une contrainte supplémentaire que nous nous sommes imposée est la proximité mathématique entre les questions de physique et les questions de géographie. Cette proximité s'avérait nécessaire pour l'interprétation, vu le nombre petit (une cinquantaine) d'élèves de chaque catégorie après les deux découpages de population, en deux options (physique et géographie) et trois modalités. Les questions de même contenu mathématique apparaissent au même niveau dans les questionnaires de physique et de géographie. Par exemple, dans la dernière ligne, on trouvera :

En physique, des questions sur des graphiques d'allongement de deux ressorts. En géographie, les mêmes questions, mais sur les graphiques des populations urbaines et rurales en France, de la fin du XIXe siècle à nos jours.

Voir questionnaire A page 134 puis de reporter à ce tableau.

Modalité A	Modalité B	Modalité C
<p>Minerai (MIP)</p> <p>6 cm³ 24g ? 30g</p> <p>Réponse : 7,5 cm³</p>	<p>(MIP)</p>	<p>Diamant (DIP)</p> <p>5 cm³ 17,5g 7 cm³ ?</p> <p>Réponse : 24,5g</p>
<p>Alliage (AAA)</p> <p>Proportions de masses : Fer 0,60 Cuivre 0,40 Combien de fer dans 1800 g ?</p> <p>Réponse : 1080 g</p>	<p>Alliage (ABC)</p> <p>Proportions de masses : Zinc 40% Cuivre : 60% Masse de cuivre dans 1800 g ?</p> <p>Réponse : 1080 g</p>	<p>(ABC)</p>
<p>Câble (C02)</p> <p>2 cm 3,5g 1500 cm ?</p> <p>Réponse : 2625 g</p>	<p>Câble (C60)</p> <p>0,60 m 45g 1500 m ?</p> <p>Réponse : 112 500 g</p>	<p>(C02)</p>
<p>Laiton (dilatation) (DLL)</p> <p>Augmentation de volume de 0 à 60° : 0,27% Augmentation de 300 cm³ ?</p> <p>Réponse : 0,81 cm³</p>	<p>Alcool (dilatation) (DLA)</p> <p>Augmentation de volume de 0 à 60° : 500 cm³ → 25 cm³ De combien augmentent 850 cm³ ?</p> <p>Réponse : 42,5 cm³</p>	<p>(DLA)</p>
<p>Flottaison ? (S3G)</p> <p>Solide : 3g et 0,5 cm³ Liquide : 72g et 24 cm³</p> <p>Réponse : Le solide coule</p>	<p>Flottaison ? (S7G)</p> <p>Solide : 7g et 2 cm³ Liquide : 45g et 15 cm³</p> <p>Réponse : Le solide coule</p>	<p>(S3G)</p>
<p>(Z1) et (Z2)</p> <p>Ressorts (graphiques)</p>	<p>(Z1) et (Z2)</p>	<p>(Z1) et (Z2)</p>

GEOGRAPHIE

Modalité A	Modalité B	Modalité C																		
<p>Carte (VAC)</p> <p>175 m → 5 cm</p> <p>245 m → ?</p> <p>Réponse : 7 cm</p>	<p>Carte (CAV)</p> <p>175 m → 5 cm</p> <p>? → 7 cm</p> <p>Réponse : 245 m</p>	<p>(CAV)</p>																		
<p>Production électrique : (KWH)</p> <p>180 milliards de kwh dont 33 % d'origine hydraulique.</p> <p>Réponse : 59,4 Mill.kwh</p>	<p>(KWH)</p>	<p>Production (KWN)</p> <p>180 milliards de kwh dont 10 % d'origine nucléaire.</p> <p>Réponse : 18 Mill.kwh</p>																		
<p>Salaire et pain (JOU)</p> <p>En 1979, sal. quot. : 90F kg de pain : 5F</p> <p>En 1834, sal. quot. : 1,5F kg de pain : 0,27F</p> <p>Nbre de jours 1834 pour acheter 1 jour de pain 1979 ?</p> <p>Réponse : 3,24 jours</p>	<p>(JOU)</p>	<p>Salaire et pain (PAI)</p> <p>1979 : salaire mens. : 2100F kg de pain : 5F</p> <p>1834 : salaire quot. : 1,5F kg de pain : 0,27F</p> <p>Quel salaire permet le plus d'achat de pain par jour ?</p> <p>Réponse : 1979 (14 kg) (1834 (5,56 kg))</p>																		
<p>Femmes actives. (FLO)</p> <p>En milliers d'actifs :</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Hommes</th> <th>Femmes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alsace</td> <td>395</td> <td>216</td> </tr> <tr> <td>Ile-de-France</td> <td>2795</td> <td>2000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Plus grand pourcentage de femmes dans la population active ?</p> <p>Réponse : Ile-de-France (42) (Alsace (35))</p>		Hommes	Femmes	Alsace	395	216	Ile-de-France	2795	2000	<p>Femmes actives. (FIF)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>Hommes</th> <th>Femmes</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alsace</td> <td>395</td> <td>216</td> </tr> <tr> <td>Lorraine</td> <td>610</td> <td>294</td> </tr> </tbody> </table> <p>Plus grand pourcentage de femmes dans la population active ?</p> <p>Réponse : Alsace (35) (Lorraine (32,5))</p>		Hommes	Femmes	Alsace	395	216	Lorraine	610	294	<p>(FIF)</p>
	Hommes	Femmes																		
Alsace	395	216																		
Ile-de-France	2795	2000																		
	Hommes	Femmes																		
Alsace	395	216																		
Lorraine	610	294																		
<p>Betteraves. (BNO)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>M. Quintaux</th> <th>M. Hectares</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alsace</td> <td>1806</td> <td>4,3</td> </tr> <tr> <td>Nord</td> <td>34056</td> <td>88</td> </tr> </tbody> </table> <p>Meilleur rendement ?</p> <p>Réponse : Alsace (420) (Nord (387))</p>		M. Quintaux	M. Hectares	Alsace	1806	4,3	Nord	34056	88	<p>Betteraves. (BIF)</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>M. Quintaux</th> <th>M. Hectares</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Alsace</td> <td>1806</td> <td>4,3</td> </tr> <tr> <td>Ile-de-France</td> <td>17980</td> <td>62</td> </tr> </tbody> </table> <p>Meilleur rendement ?</p> <p>Réponse : Alsace (420) (I. de F. (290))</p>		M. Quintaux	M. Hectares	Alsace	1806	4,3	Ile-de-France	17980	62	<p>(BNO)</p>
	M. Quintaux	M. Hectares																		
Alsace	1806	4,3																		
Nord	34056	88																		
	M. Quintaux	M. Hectares																		
Alsace	1806	4,3																		
Ile-de-France	17980	62																		
<p>Population (graphique) (P1)</p> <p>et (P2)</p>	<p>(P1)</p> <p>et (P2)</p>	<p>(P1)</p> <p>et (P2)</p>																		

Modalité A (1 ou 4 ou 7)

Modalité B (2 ou 5 ou 8)

Modalité C (3 ou 6 ou 9)

600	1800
1200	x

36 T

$x = 3600$

600	1800
1200	?

36 T

3600

1800	x
600	1200

36 T

$x = 3600$

$\frac{12 \times x}{36} = 13$

39F

$x = 39$

$12 \times x = 36 \times 13$

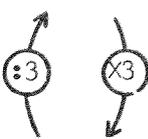
39E

$x = 39$

la + faule

39E

88	
264	



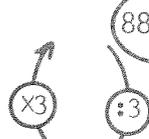
88Ø

88	x
264	66

88T

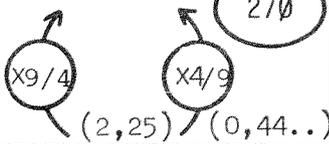
$x = 22$

264	
88	



88Ø

27	
12	



27Ø

$\frac{27 \times x}{12} = 9$

27E

$x = 4$

$\frac{27}{12} \times x = 9$

27E

$x = 4$

$150 \times x = 50 \times 1000$

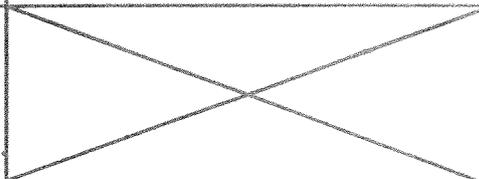
3ET

$x = \frac{1000}{3} = 333,33...$

50	150
?	1000

3ET

$x = \frac{1000}{3} = 333,33.$



$21 \times x = 9 \times 16$

6.E

$x = \frac{48}{7} = 6,8571428$

6.E

21	9
16	x

impossible

6.T

$x = \frac{48}{7} = ...$

$\frac{5,25}{7,3} \times x = 10,5$

14E

$x = 14,6$

x	10,5
7,3	5,25

14T

$x = 14,6$

$\frac{4,7}{14,1} \times x = 23,5$

70E

$x = 70,5$

$\frac{4,7 \times x}{14,1} = 23,5$

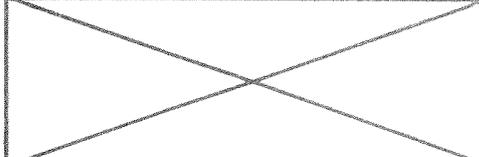
70E

$x = 70,5$

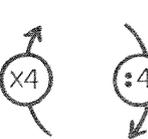
?	14,1
13,8	4,7

41T

$x = 41,4$



27	
6,75	



:4Ø

$27 \times x = 6,75 \times 52$

:4E

$x = 13$

Modalité A

Modalité B

Modalité C

<p align="right">RAA</p> <p>Rectangles</p> <p>ABCD aire 8 cm^2 AB $0,5 \text{ cm}$</p> <p>A'B'C'D' aire 245 cm^2 A'B' 17 cm</p> <p>$\frac{245}{17} = 14, \dots$ $\frac{8}{0,5} = 16$ BC</p>	<p align="right">RBC</p> <p>ABCD aire 9 cm^2 AB 2 cm</p> <p>A'B'C'D' aire 264 cm^2 A'B' 66 cm</p> <p>$\frac{264}{66} = 4$ $\frac{9}{2} = 4,5$ BC</p>	<p align="right">RBC</p>
<p align="right">DIA</p> <p>Diamant</p> <p>5 cm^3 $17,5 \text{ g}$ 7 cm^3 ?</p> <p>Réponse : $24,5 \text{ g}$</p>	<p align="right">DIA</p>	<p align="right">MIN</p> <p>Minerai</p> <p>6 cm^3 24 g ? 30 g</p> <p>Réponse : $7,5 \text{ cm}^3$</p>
<p align="right">φAC</p> <p>Ordre des fractions</p> <p>$\frac{2}{9} < \frac{3}{7} < \frac{1}{2} < \frac{2}{3} < \frac{7}{9}$</p>	<p align="right">φBB</p> <p>$\frac{3}{7} < \frac{1}{2} < \frac{2}{3} < \frac{3}{4} < \frac{7}{9}$</p>	<p align="right">φAC</p>

recevoir la permission puis page 21. Résultats
 page 45 avec les commentaires de l'année passée

IV

PASSATION DE L'ENQUETE

Un tirage au sort désigna 14 classes de 5e du département du Bas-Rhin. La répartition des établissements scolaires s'est avérée conforme à la répartition générale, entre les secteurs urbains, suburbains et ruraux. Toujours de façon aléatoire, 7 des 14 classes furent désignées pour la physique, et les 7 autres pour la géographie.

Nous avons demandé les horaires possibles permettant de passer dans une même classe, à environ une semaine d'intervalle. Un passage était nécessaire pour le questionnaire de mathématiques, et un autre passage pour le questionnaire de physique ou de géographie. Malgré l'allure très différente des questionnaires de mathématiques et de ceux des autres matières, excepté la question portant soit sur le diamant, soit sur le minerai, nous avons pris la précaution de varier l'ordre des deux passations (math. et autre matière) suivant les classes. Ceci afin d'éviter de créer, dans notre enquête et par rapport à l'enseignement usuel, un effet spécifique d'induction, invérifiable. Pour éviter de trop mettre en évidence auprès des élèves l'origine commune des questionnaires, et en même temps pour respecter la pratique scolaire d'un certain cloisonnement entre matières (du moins de par les personnes des enseignants, malgré l'existence de la bivalence pour les professeurs de collèges), les deux passations ont été assurées dans chaque classe par deux personnes différentes. Dans la plupart des cas, les professeurs des classes étaient présents et ont prêté une aide matérielle à l'enquêteur, aide non négligeable comme on le verra plus loin.

Lors de la première passation dans chaque classe, les trois modalités de questionnaire étaient distribuées en général par rangée : une même modalité pour une rangée d'élèves du tableau au fond de la classe. L'expérience

montre que cette façon de faire s'accorde bien avec la disposition usuelle des classes : trois rangées de tables à deux places, donc six rangées d'élèves. De plus, cette distribution évite que deux voisins aient le même questionnaire. Dans quelques classes, la disposition est différente. Nous aménageons alors la distribution sous la même contrainte, et en nous arrangeant pour que chaque modalité de questionnaire soit distribuée à environ un tiers des élèves.

Après la première passation, les questionnaires étaient groupés par modalité, puis les noms des élèves furent recopiés sur les questionnaires suivants. De la sorte, il était possible d'attribuer, à un élève ayant eu en première passation un questionnaire A par exemple, un nouveau questionnaire A pour la seconde passation. Et de même pour les questionnaires B et les questionnaires C. Ainsi était évitée une multiplication des modalités, qui eût rendu les comparaisons presque impossibles. De plus, les questions communes entre math. et physique (diamant et minerai) se trouvaient forcément croisées : un élève ayant eu l'une en première passation avait forcément l'autre en deuxième passation.

Pour la deuxième passation, les questionnaires étaient donc nominaux. C'est là que l'aide du professeur au moment de la distribution pouvait permettre, grâce à sa connaissance des élèves, de répartir les questionnaires très rapidement. Notons que les questionnaires se sont avérés bien prévus pour une heure scolaire amputée de quelques minutes pour indication des consignes et distribution.

Il n'y a pas de remarques particulières à faire à propos des passations. Le nombre des questions d'élèves a été peu important. Les plus nombreuses ont été le fait de quelques classes peu familières avec le trait de fraction (math.). Nous avons convenu dans un tel cas d'indiquer qu'il s'agit d'une division, ce que les essais avaient montré comme étant une "explication" suffisante. On peut donc penser que la compréhension générale des énoncés des questions n'a pas soulevé de difficulté. Par ailleurs, il est à noter que dans une seule classe

le caractère assez mathématique d'un autre questionnaire (en l'occurrence géographie) a été signalé. Il n'y a donc pas lieu non plus de penser que, dans l'ensemble, les questionnaires soient apparus comme extraordinaires par rapport à l'activité scolaire habituelle.

V. PRINCIPAUX RESULTATS

Avant d'exposer le détail des résultats, nous passons, pour des raisons de commodité de lecture aux dépens de l'effet de suspense, aux principales conclusions que nous avons dégagées de cette enquête.

Résultats cohérents entre matières.

Les observations effectuées lors de cette enquête ne mettent pas évidence d'incohérence, de variations nettes de résultats entre les mathématiques et la physique ou la géographie. Des questions analogues obtiennent des résultats analogues d'une matière scolaire à une autre. Dans quelques cas, il y a une légère différence, et celle-ci est alors en défaveur des mathématiques : ou bien le fait de poser une question en mathématiques a pu inhiber chez certains élèves quelques possibilités de traitement (par exemple des traitements par approximation), ou bien au contraire le fait de poser une question en physique ou géographie amène par rapprochements, associations d'idées, à utiliser des procédures supplémentaires non cataloguées en mathématiques. Mais, répétons le, ces écarts sont peu considérables. Il y aurait donc homogénéité des utilisations des êtres numériques.

Appropriation de la proportionnalité non obtenue en général.

Par contraste avec la cohérence précédente, on est frappé par les variations énormes des résultats obtenus sur différentes formes d'une même question. L'exemple le plus frappant est l'écart considérable des réussites à

$$12 \times x = 36 \times 13 \quad \text{et à} \quad \frac{12 \times x}{36} = 13 .$$

R = 88 en C et 79 en B R = 19 en A

Et pourtant il s'agit ici d'une équation, donc d'un problème purement numérique, ne mettant pas en jeu des grandeurs ou des mesures. C'est d'ailleurs une des

particularités de notre questionnaire que d'avoir mis en parallèle des questions "classiques", où grandeurs et mesures interviennent, et des équations de diverses formes. Les variations observées montrent que beaucoup d'élèves suivent pas à pas les opérations présentées par l'énoncé écrit, et butent alors sur des difficultés numériques qu'une simplification préalable aurait fait disparaître. Et il semble, aux résultats, que cette vision de simplifications, de possibilités de travail à coût moindre que le traitement directement issu de la lecture de l'énoncé, est une forme de l'appropriation de la proportionnalité. Les questions "classiques" banales, comme celle sur la masse de diamant ou le volume de minerai, obtiennent un taux de réussite de l'ordre de 0,5 à 0,6 . Des questions qui demandent en outre une comparaison, comme le fait de savoir si un solide va flotter sur un liquide ou couler, obtiennent un taux de réussite de l'ordre de 0,2. On est donc très loin des prévisions sous-jacentes aux programmes scolaires. De plus, comme d'autres observations le montrent (cf. [VR]), il y a une grande variété de procédures mises en oeuvre selon les questions, et leur stabilité d'emploi n'est nullement évidente.

Hétérogénéité des classes.

Les résultats apparaissent comme beaucoup plus variables d'une classe à une autre que ceux d'enquêtes précédentes. Le fait pour un élève de se trouver dans une classe peut être en soi une quasi-certitude de réussir à la plupart des questions posées, tandis que celui de se trouver dans une autre classe est une quasi-certitude d'échecs nombreux. Une sélection, occulte par rapport aux directives officielles, pourrait expliquer ce phénomène, si un examen des procédures utilisées par les élèves ne permettait une conclusion plus optimiste par rapport à l'enseignement. En effet, dans la classe qui apparaît comme nettement "meilleure" (sur ce questionnaire) que toutes les autres, on note par rapport à une classe prise dans les médiocres, autant de pratique de la règle de trois "classique" (recours à l'u-

nité) ou de recours sans commentaire à des opérations, mais un nombre important d'utilisation de tableaux de proportionnalité (matrice 2×2 à déterminant nul pour le mathématicien) contre une absence totale d'emploi de ces mêmes tableaux dans la classe médiocre. Il y a donc bien possibilité d'obtenir un apprentissage satisfaisant de la proportionnalité au niveau scolaire considéré. Mais comment et pourquoi ? C'est ce que nous allons essayer d'indiquer maintenant.

Rôle des tableaux de proportionnalité.

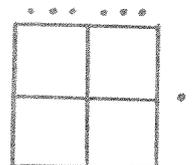
C'est sur les questions proposant des tableaux de proportionnalité que les résultats diffèrent le plus selon les classes. Et, comme nous l'avons indiqué, leurs résultats déterminent le niveau de réussite à d'autres questions. De plus, on s'aperçoit que leur difficulté correspond très exactement à celle de leurs contenus numériques, contrairement aux équations où des variations peuvent résulter des procédures étape par étape. Sans préconiser une forme précise d'utilisation pédagogique des tableaux, nous pouvons préciser en quoi ils peuvent constituer une aide efficace à la résolution des problèmes courants de proportionnalité. C'est qu'il s'agit d'un intermédiaire ayant deux vertus :

- sa formation résulte à peu près directement de la lecture de n'importe quel énoncé

- une fois formé, le tableau ne contient plus qu'une information numérique, amorphe en quelque sorte, donc pliable à tout traitement, indépendamment des grandeurs ou mesures en jeu dans l'énoncé.

Une procédure en deux étapes, analogues au posé d'une opération puis au calcul, est donc possible, avec élimination des parasitages (exemple : diviser par un nombre compris entre 0 et 1) apparaissant dans la procédure directe. Voici ces étapes :

1. Je reconnais une situation de proportionnalité et je pose



2. Je résous le problème numérique ainsi posé.

Bien sûr, ceci n'implique pas du tout que le raisonnement par recours à l'unité soit sans intérêt, et de plus ceci ne fixe que le terme et non le déroulement de l'apprentissage.

Difficultés cumulées.

Cette enquête souligne à nouveau que la somme de deux petites difficultés peut être une difficulté considérable. Nous avons proposé en géographie, des tableaux indiquant, par sexe et en milliers, le nombre des personnes actives dans deux régions. Il s'agissait de comparer les pourcentages de femmes parmi la population active. Pour cela, avant d'effectuer une division, il était nécessaire d'ajouter les effectifs d'hommes et de femmes pour obtenir le nombre de personnes actives. Ces questions n'ont été résolues que par un nombre très réduit d'élèves. A la vue de l'énoncé, on pourrait se dire que beaucoup ont pu ne pas comprendre "personnes actives". C'est peut-être vrai, mais il est remarquable d'observer qu'un certain nombre d'élèves ont additionné les effectifs, donc ont franchi le premier pas, mais n'ont alors pas effectué une division qu'ils étaient pourtant à même de faire, comme le montrait d'autres questions. Une telle observation, que nous avons souvent faite dans diverses enquêtes, est susceptible d'illustrer le propos précédent, sur les tableaux. Le fait de devoir soi-même construire un intermédiaire est une difficulté considérable à ce niveau scolaire. L'intermédiaire doit donc être disponible à la suite de l'enseignement. Or, pour revenir aux tableaux 2×2 , ils ont l'intérêt, par rapport au recours à l'unité qui est un intermédiaire à deux formes possibles dans un énoncé usuel, d'être immédiatement disponibles.

VI

CODAGE DES REPONSES ET IDENTIFICATION DES ELEVES

Les réponses.

Le codage a été fait, à la suite de la passation, suivant des principes qui ont été décrits par R. Duval et F. Pluvinage dans "Démarches individuelles de réponse en mathématique" [DM].

On remarquera que les réponses à certaines questions sont codées sur une colonne, d'autres sur deux colonnes. Cela n'est pas dû à la limitation matérielle à 10 catégories par colonne. Nous avons codé sur une colonne lorsque les réponses étaient hiérarchisables de la réussite à l'absence de réponse. Nous avons codé sur 2 colonnes lorsque 2 éléments susceptibles de se contredire dans une hiérarchie sont pris en compte. Cela est particulièrement clair dans "Ordre des fractions" où l'utilisation de décimaux peut être associée à une réussite ou un échec et constitue donc bien un élément distinct. C'est aussi le cas par exemple dans le code 4 où une réponse fausse peut être associée à un traitement correct, avec éventuellement une erreur de calcul. Il apparaît qu'une condition pour pouvoir réaliser un codage sur une colonne est que, entre la réponse exacte et la non-réponse, les divers types de réponses fausses puissent être hiérarchisées suivant la richesse des informations prises en compte dans le traitement ou la réponse.

① Questionnaire de mathématique : questions sous la forme $a \times x = b \times c$,
 $\frac{a \times x}{b} = c$, $\frac{a}{b} \times x = c$, diamant (minerai), et tableaux.

Questionnaire de physique : diamant (minerai) et câble.

Questionnaire de géographie : carte.

4 Réponse exacte, éventuellement approchée en finale (les chiffres écrits sont exacts).

3 Réponse quasi-exacte : bonne démarche mais approximation intermédiaire ou erreur sur les données ou erreur de calcul.

2 Réponse fausse.

1 Non-réponse et non vide (ou "on ne peut pas")

0 Vide.

② Questionnaire de mathématique : les opérateurs.

4 Les deux opérateurs sont corrects.

3 Opérateurs multiplicatifs mais réponse incomplète (le chiffre sans le signe opératoire, ou 1 opérateur seulement) ou complète mais fausse.

2 Au moins 1 opérateur additif.

1 Non réponse et non vide.

0 Vide.

③ Questionnaire de mathématique : Ordre des fractions (2 colonnes).

4 Ordre exact ou inverse.

3 Ordre des numérateurs.

2 Ordre des dénominateurs (seulement en modalités A et C).

1 Autre erreur.

0 Vide.

Utilisation
de décimaux

1 OUI

0 NON

④ Questionnaire de mathématique : Rectangles (de 00 à 35).

Questionnaire de physique : Flottaison (de 00 à 36).

Questionnaire de géographie : Betteraves (de 00 à 36).

1ère colonne :

3 Réponse acceptable (BC , il ne flotte pas, c'est l'Alsace).

2 Réponse fausse (B'C' , il flotte, c'est le Nord ou l'Ile de France).

1 Non-réponse et non vide.

0 Vide.

2ème colonne :

		Betteraves
	Rectangles	Flottaison
5	Traitement correct	6
4	Traitement quasi-correct (erreur de calcul ou de transcription des données)	5
3	Traitement purement multi- plicatif faux.	Traitement incorrect prenant en compte toutes les données. 4
2	Traitement additif ou confusion aire-périmètre.	Comparaison des quantités de même unité (g, cm ³ , hectares, quintaux) entre elles. 3
		Autres traitements incorrects 2 ne prenant pas en compte toutes les données.
1	Traitement ne donnant pas lieu à une réponse ou sans rapport évident avec la réponse donnée.	1
0	Pas de donnée prise en compte	0

N.B. : Dans toutes les questions codées en une colonne Réponse et une colonne Traitement, le traitement pris en compte est celui qui conduit à la réponse donnée quand il y en a une.

- 5 Questionnaire de Physique : Alliage et Dilatation (laiton ou alcool).
Questionnaire de Géographie : KWH (hydraulique ou nucléaire).
- 9 Réussite (le nombre et l'unité exacte ou absente).
- 8 Nombre exact et unité fausse.
- 7 Quasi-réussite : nombre faux pour cause d'approximation, de calcul ou de confusion (= substitution d'une donnée homologue à la donnée à traiter).
Erreur d'unité éventuelle en sus.
- 6 Réponse qui serait codée 7, 8 ou 9 si on remplaçait (une) l'opération effectuée par l'opération inverse.
- 5 Autre traitement incorrect des données pertinentes. Confusion (cf. 7) éventuelle en sus.
- 4 Utilisation d'autres données que les données à traiter, excepté traitement par complémentation (pertinent) ou confusion.
- 3 La réponse est une donnée (nombre) de l'énoncé ou issue du traitement d'une seule donnée.
- 2 Réponse fausse avec traitement non identifiable.
- 1 Non réponse et non vide.
- 0 Vide.

⑥ Questionnaire de Physique : Ressorts.

Questionnaire de Géographie : Population.

Dans chaque cas, la question a) est codée sur une colonne et la question b) sur la suivante avec le même code.

Réussite ; code 8, 7, 6, 5.

- 8 Réponse Oui avec une estimation et un encadrement par des échelons.
- 7 Réponse Oui avec seulement une estimation correcte (ou éventuellement un encadrement plus fin que le pas).
- 6 Réponse Oui avec seulement un encadrement correct par des échelons.
- 5 Réponse Oui avec un résultat ramené à un échelon voisin.
- 4 Oui avec une réponse fausse respectant la consigne.
- 3 Oui avec une réponse fausse ne respectant pas la consigne.
- 2 Réponse Non.
- 1 Non vide et non codé ci-dessus.
- 0 Vide.

7 Questionnaire de Géographie : Jours et pain et Femmes actives.

Chaque question est codée sur 2 colonnes.

1ère colonne : prise en compte pour le résultat affiché.

- 4 Réponse (juste ou fausse) à la question posée utilisant toutes les données nécessaires.
- 3 Résultat(s) partiel(s) utilisant toutes les données convenables.
- 2 Résultat(s) partiel(s) n'utilisant pas toutes les données, mais utilisant les données nécessaires pour le(s) résultat(s) fourni(s).
- 1 Un résultat est donné sans prise en compte des données nécessaires pour le résultat fourni.
- 0 Aucune donnée utilisée (00) ou aucun résultat affiché (01).

2ème colonne : Traitement (en vue du résultat affiché quand il y en a un).

- 4 Exact.
- 3 Quasi-exact : bonne démarche mais approximation intermédiaire ou erreur sur les données ou le calcul.
- 2 Faux.
- 1 Non vide et non codé ci-dessus.
- 0 Vide.

Les élèves.

Chaque élève est affecté d'un numéro à quatre chiffres. Le premier indique la modalité des questionnaires et la matière, physique ou géographie, dans laquelle l'élève a été interrogé en plus des mathématiques. Les deux chiffres suivants indiquent la classe (1 à 14) et le dernier chiffre est le numéro d'ordre de l'élève.

Le premier chiffre est alors :

- 1 si l'élève a été interrogé en modalité A en mathématiques et en physique ;
- 2 si l'élève a été interrogé en modalité B en mathématiques et en physique ;
- 3 si l'élève a été interrogé en modalité C en mathématiques et en physique ;
- 4 si l'élève a été interrogé en modalité A en mathématiques et en géographie ;
- 5 si l'élève a été interrogé en modalité B en mathématiques et en géographie ;
- 6 si l'élève a été interrogé en modalité C en mathématiques et en géographie ;
- 7 si l'élève a été interrogé en modalité A en mathématiques seulement ;
- 8 si l'élève a été interrogé en modalité B en mathématiques seulement ;
- 9 si l'élève a été interrogé en modalité C en mathématiques seulement.

Les catégories 7, 8 et 9 concernent peu d'élèves, ceux qui étaient absents lors du passage en physique ou géographie. Bien entendu ils n'interviennent pas au niveau des comparaisons entre matières.

Nous avons éliminé les quelques élèves présents en physique ou géographie et absents en mathématiques.

Effectifs des catégories :	1	50	}	107 en modalité A en mathématiques
	4	48		
	7	9		

2	50	}	107 en modalité B en mathématiques	3	47	}	108 en modalité C en mathématiques
5	51			6	57		
8	6			9	4		

VII

RESULTATS DES TRIS DES REPONSES EN MATHEMATIQUE

Le fichier ainsi obtenu a été analysé par le programme PASTIS disponible sur l'ordinateur du centre de calcul du C.N.R.S. à Cronenbourg.

Nous avons tout d'abord demandé pour **chaque** question la répartition des élèves suivant 2 variables, la catégorie de réponse à la question, chaque catégorie étant ensuite ventilée par modalité et matière. Cette deuxième ventilation permet de voir une éventuelle absence d'homogénéité qui pourrait être gênante au niveau de la comparaison ultérieure avec géographie et physique.

Le nombre d'élèves interrogés en chaque modalité étant pratiquement le même (107 en modalité A et B, 108 en modalité C) nous pouvons comparer les nombres de réussite par question et par modalité.

Dans un premier temps nous considérons la réussite au sens strict, c'est-à-dire le code 4 pour les questions codées sur 1 colonne, les codes 35 et 34 pour les rectangles (34 est assimilé à 35 parce qu'il concerne peu d'élèves), les codes 40 et 41 pour les ordres de fractions.

Dans le tableau qui suit, les questions sont classées par réussite décroissante

Question

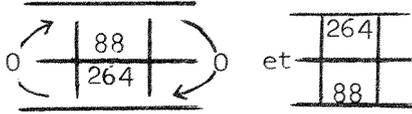
Réussite par modalité

39 E $12 \times x = 36 \times 13$

R = 88 en modalité C

R = 79 en modalité B

88φ



R = 83 en modalité C

R = 77 en modalité A

27E $\frac{27 \times x}{12} = 9$

R = 73 en modalité B

(posée aussi en modalité C)

:4E $27 \times x = 6,75 \times 52$

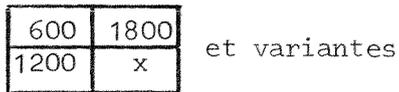
R = 72 en modalité C

DIA Diamant

R = 60 en modalité A

R = 60 en modalité B

36T



R = 60 en modalité B

R = 59 en modalité C

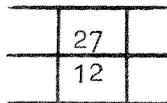
R = 56 en modalité A

27E $\frac{27}{12} \times x = 9$

R = 57 en modalité C

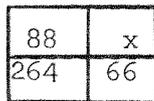
(posée aussi en B voir plus haut)

27φ



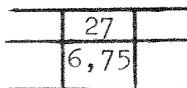
R = 52 en modalité A

88T



R = 52 en modalité B

:4φ



R = 51 en modalité A

3ET $150 \times x = 50 \times 1000$

R = 51 en modalité A

MIN Minerai

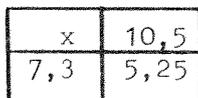
R = 47 en modalité C

6.E $21 \times x = 9 \times 16$

R = 43 en modalité A

R = 40 en modalité B

14T



R = 38 en modalité C

RBC Rectangle R = 38 en modalité C

$$9\text{cm}^2 / 2\text{cm}$$
$$264 \text{ cm}^2 / 66\text{cm}$$

R = 37 en modalité B

41T

?	14,1
13,8	4,7

R = 28 en modalité B

3ET

50	150
?	1000

R = 25 en modalité B

øAC

$$\frac{3}{7}, \frac{2}{3}, \frac{2}{9}, \frac{1}{2}, \frac{7}{9}$$

R = 27 en modalité A

R = 21 en modalité C

RAA

Rectangle

$$8 \text{ cm}^2 / 0,5\text{cm}$$
$$245 \text{ cm}^2 / 17\text{cm}$$

R = 22 en modalité A

39F

$$\frac{12 \times x}{36} = 13$$

R = 19 en modalité A

øBB

$$\frac{3}{7}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{7}{9}$$

R = 13 en modalité B

14E

$$\frac{5,25}{7,3} \times x = 10,5$$

R = 12 en modalité B

70E

$$\frac{4,7 \times x}{14,1} = 23,5$$

R = 6 en modalité C

$$\frac{4,7}{14,1} \times x = 23,5$$

R = 4 en modalité A

6.T

21	9
16	x

R = 2 en modalité C

Questions 39E et 39F

39E R = 88 en modalité C (question 1)

39E R = 79 en modalité B (question 8, dernière page)

39F R = 19 en modalité A (question 6, page 5).

La différence de réussite entre les présentations 39E et 39F de la question est significative au seuil 5 % pour le test du χ^2 ;

(dans la suite de l'exposé, nous conservons le même seuil de significativité pour les comparaisons de réussites et ne le précisons donc plus).

La différence observée entre le nombre de réussites en modalité B et C n'est, elle, pas significative.

Les réponses observées et codées pour cette question se répartissent comme suit

code	A	B	C
4	19	79	88
3	3	7	3
2	26	8	15
1	31	3	2
0	28	10	0
	107	107	108

Le glissement entre B et C de la non réponse à la réponse fausse peut s'expliquer par la différence des places dans le questionnaire.

Questions 88Ø et 88T

88Ø R = 83 en modalité C (page 3, seul opérateur du questionnaire)

88Ø R = 77 en modalité A (page 3, le premier des 3 opérateurs de la page)

88T R = 52 en modalité B (page 2, le premier des 4 tableaux du questionnaire).

La variation des positions de 88 et 264 entre les modalités A et C n'a pas entraîné de différence significative entre les réussites. Par contre la question 88 ϕ sous forme d'opérateurs est significativement mieux réussie que la question 88T sous forme de tableau. (B)

Les réponses se répartissent comme suit

code	A	C	B
4	77	83	52
3	14	10	5
2	7	8	34
1	2	2	7
0	7	5	9
	107	108	107

Questions 27E et 27 ϕ

27E R = 73 en modalité B (question 1)

27E R = 57 en modalité C (question 6 page 4)

27 ϕ R = 52 en modalité A (le 2e des 3 opérateurs - page 3).

Il y a une variation de la présentation de la question 27E entre les modalités B ($\frac{27 \times x}{12} = 9$) et C ($\frac{27}{12} \times x = 9$).

Et la différence de réussite est significative.

Notons qu'en modalité B c'était la première question.

Par contre, la réussite à la question 27 ϕ n'est pas significativement différente de la réussite à la question 27E en modalité C.

Les réponses se répartissent comme suit

modalité code	B	C	A
4	73	57	52
3	1	6	16
2	16	20	22
1	8	14	6
0	9	11	11
	107	108	107

Questions :4E et :4φ

:4E R = 72 en modalité C (question 2 page 1)

:4φ R = 51 en modalité A (page 3, le dernier des 3 opérateurs).

La différence de réussite entre les deux présentations est significative. Remarquons que dans les deux cas la réponse à fournir était un entier.

Dans cette question et la précédente, la forme "opérateur" est moins bien réussie ; mais n'en tirons pas de conclusion générale sur une difficulté intrinsèque des opérateurs puisque la question 88φ est mieux réussie que ces deux questions.

A la fin de ce paragraphe nous comparerons les comportements de réponse des élèves de la modalité A pour les 3 opérateurs.

Les réponses se répartissent comme suit

code	C	A
4	72	51
3	14	14
2	12	8
1	7	6
0	3	28
	108	107

Remarquons que toutes les questions dont la réussite est supérieure ou égale à 72 ont en commun que la réponse est un entier ; on y trouve des présentations E1, E2 et O mais ni E3 ni T.

Questions DIAMant et MINerai

DIA R = 60 en modalité A (question 5 page 4)

DIA R = 60 en modalité B (question 6 page 4)

MIN R = 47 en modalité C (question 3 page 2).

La différence de réussite entre Diamant et Minerai est frappante et significative. Dans les deux cas la réponse n'est pas un entier, et dans l'énoncé de Diamant il y a un nombre qui n'est pas entier. Pourtant Diamant est mieux réussi ; de fait la construction de la phrase y est plus classique que dans la question Minerai

code	A	B	C
4	60	60	47
3	3	8	4
2	15	13	23
1	6	7	10
0	23	19	24
	107	107	108

Question 36T

600	1800
1200	?

R = 60 en modalité B (question 5 page 3)

1800	x
600	1200

R = 59 en modalité C (question 8 page 5)

600	1800
1200	x

R = 56 en modalité A (question 8 page 6)

Dans le classement par réussite décroissante, c'est la première question présentée en tableau que l'on rencontre et son niveau de réussite est comparable à la question Diamant-Minerai ; dans les deux cas, les opérations à effectuer ne sont pas explicitées.

Dans la question 36T, les variations sur la variable V3 de présentation de l'inconnue n'ont pas influencé les taux de réussite, ainsi que nous le pensions. Cette question est la seule commune aux trois modalités du questionnaire mathématique. La répartition des réponses en réussite ou échec ne contredit pas l'hypothèse d'homogénéité de la population des trois modalités (test du χ^2).

Code	A	B	C
4	56	60	59
3	2	3	0
2	37	36	41
1	1	1	0
0	11	7	8
	107	107	108

Question 3ET :

$$150 \times x = 50 \times 1000$$

R = 51 en modalité A (question 1)

50	150
?	1000

R = 25 en modalité B (page 3, le 3ème des quatre tableaux de la modalité).

Dans cette question, l'énoncé présenté sous forme E est significativement mieux réussi que l'énoncé présenté en tableau, sans que l'on puisse attribuer ce phénomène à une attitude de non-réponse pour le tableau.

Code	A	B
4	51	25
3	6	8
2	19	42
1	23	18
0	8	14
	107	107

Questions 6.E et 6.T :

6.E R = 43 en modalité A (question 2, page 1)

 R = 40 en modalité B (question 9, page 6)

6.T R = 2 en modalité C (question 8, page 5).

La différence est ici frappante !

Les taux de réussite à la question 6.E ne sont pas significativement différents entre les modalités A et B , où la question passait de la première à la dernière page.

Par contre, la question 6.T présentée en tableau est quasiment infaisable. Les réponses se répartissent comme suit :

Code	6.E-A	6.E-B	6.T
4	43	40	2
3	16	10	3
2	14	8	47
1	24	36	29
0	10	13	27
	107	107	108

Les 47 réponses fausses de la modalité C proviennent dans leur écrasante majorité d'un raisonnement du type $16 + 5 = 21$, $x + 5 = 9$ donc $x = 4$.

Ce tableau était le deuxième des trois tableaux de la page 5 du questionnaire C . Il est beaucoup moins bien réussi que le tableau 36T que nous avons déjà cité et le tableau 14T dont nous allons parler.

On peut avancer une explication : les nombres donnés sont tous des en-

tiers mais le rapport de 21 à 16 ou 21 à 9 n'est visiblement pas un entier. Dans les deux autres tableaux, certains élèves pouvaient "voir" le rapport $\frac{1800}{600}$ ou $\frac{1200}{600}$ et $\frac{10,5}{5,25}$.

Questions 14T et 14E :

14T R = 38 en modalité C (page 5, 3ème tableau du questionnaire)

14E R = 12 en modalité B (question 2, page 1).

Pour cette question, où les nombres sont exactement les mêmes dans les deux versions, c'est la présentation sous forme de tableau qui est significativement mieux réussie. La difficulté supplémentaire de la question 14E provient du fait que la division visible $5,25 \div 7,3$ n'était pas la "bonne" opération à faire en premier et conduisait l'élève à faire des approximations intermédiaires (au moins) alors que la disposition des nombres dans le tableau ne sépare pas 10,5 et 5,25. Les comportements de réponse se répartissent comme suit :

Code	14T	14E
4	38	12
3	3	16
2	26	20
1	5	40
0	36	19
	108	107

Si on élargit pour cette question la notion de réussite (code 4) en y incluant le code 3 on obtient une quasi-réussite de 41 élèves sur 108 pour 14T et de 28 élèves sur 107 pour 14E. La différence n'est alors plus significative.

Question Rectangle RAA et RBC :

RBC R = 38 en modalité C (question 9, page 6)
 R = 37 en modalité B (question 7, page 5)

RAA R = 22 en modalité A (question 3, page 2).

La différence de réussite est significative entre RBC et RAA . Les énoncés sont parfaitement identiques ; seuls les nombres sont différents. Dans les deux cas, la réponse est BC et c'est un côté du rectangle ayant la plus petite aire. Le questionnaire d'essai avait fait apparaître que dans le cas contraire on obtenait beaucoup de réponses correctes "c'est BC " sans aucune explication, dont une partie au moins devait provenir d'une comparaison des nombres fournis. Bien entendu ici nous ne pouvons pas avoir de certitudes sur les réponses justes sans aucune explication, mais le raisonnement par comparaisons directes conduit logiquement à une réponse fausse. Les réponses se répartissent comme suit :

Code	RAA	RBC-B	RBC-C
R { 35	20	37	37
{ 34	2	0	1
33	3	2	1
32	1	1	0
31	3	0	3
30	5	3	1
25	2	0	0
24	4	1	1
23	1	1	0
22	4	6	5
21	2	1	3
20	12	18	11
14	1	0	0
12	0	0	1
11	3	0	0
10	1	2	1
05	1	0	0
01	10	3	4
00	32	32	39
	107	107	108

Les types de réponses sont plus variés pour RAA que pour RBC.

L'absence de traitement est plus souvent associée à une réponse fautive qu'à la bonne réponse. On voit très bien sur ce tableau qu'il était nécessaire de faire un codage sur 2 colonnes puisqu'on trouve des réponses correctes associées à un traitement additif (code 32) ou sans rapport avec la réponse (31) et des réponses fausses associées à un traitement correct (25).

Questions 41T et 70E :

41T R = 28 en modalité B (page 3, le dernier des 4 tableaux)
70E R = 6 en modalité C (question 7, page 4)
 R = 4 en modalité A (question 7, page 5).

Il y a entre les modalités A et C la même variation de présentation que pour la question 27E, à savoir $\frac{4,7}{14,1} \times x = 23,5$ et $\frac{4,7 \times x}{14,1} = 23,5$.

Comme pour les questions 14T et 14E, c'est la version tableau qui est la mieux réussie, quoique peu réussie. Les réponses se répartissent comme suit :

Code	41T	70E-A	70E-C
4	28	4	6
3	10	10	10
2	27	23	28
1	13	23	32
0	29	47	32
	107	107	108

Questions : Ordre des fractions ϕ AC et ϕ BB :

ϕ AC R = 27 en modalité A (question 9, page 6)
 R = 21 en modalité C (question 4, page 3)
 ϕ BB R = 13 en modalité B (question 3, page 2).

Cette question, posée ici à titre de repérage sur l'idée de fraction, provient de la thèse de 3ème Cycle de Mme Nassiri-Moussavi [NM]. Dans une enquête auprès d'élèves de 4ème, elle avait posé la question sous la forme ϕ_{BB} et 93 élèves sur 176 (39 réponses exactes) avaient fourni le classement par numérateurs et dénominateurs croissants $\frac{1}{2}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{3}{4}$, $\frac{3}{7}$, $\frac{7}{9}$. Nous nous sommes demandés si le fait d'introduire une fraction qui ne peut pas être classée par ce procédé pourrait être un obstacle suffisamment grand pour perturber ce raisonnement et, qui sait ?, augmenter la réussite. C'est ainsi que dans la version ϕ_{AC} , la fraction $\frac{3}{4}$ a été remplacée par $\frac{2}{9}$. L'augmentation de la réussite (codes 41 et 40) est significative.

Code	ϕ_{BB}	ϕ_{AC-A}	ϕ_{AC-C}
41	7	16	13
40	6	11	8
31	4	0	0
30	54	36	47
20	-	9	9
11	4	2	6
10	21	15	19
01	4	2	0
00	7	16	6
	107	107	108

Tris croisés entre les trois opérateurs de la modalité A : 88φ , 27φ et :4φ :

La variété des séquences de réponses est telle que nous avons renoncé à en fournir le détail dont la lecture est fastidieuse, la comparaison se faisant beaucoup mieux par les analyses de correspondances. Ce que nous avons relevé par contre, est que 41 élèves réussissent les 3 tableaux (séquence de codes 444) alors que les réussites respectives étaient 77,52 et 51. Un seul élève répond correctement aux questions 27φ et :4φ et n'est pas codé 4 mais seulement 3 pour la question 88φ .

La situation observée est donc la suivante :

	:4φ	Réussite	Echec	
27φ				
Réussite		42	10	52
Echec		9	46	55
		51	56	107

Le test exact de Fisher (loi hypergéométrique, voir Siegel [S]) conduit à une probabilité inférieure à 10^{-10} pour que, dans un tableau ayant les mêmes marges, l'effectif des élèves ayant réussi à une question et échoué à l'autre soit inférieur à ceux observés (diagonale 9 et 10). Le nombre d'élèves qui ne se trouvent pas dans la même situation de réussite vis à vis des deux questions 27φ et :4φ est d'une faiblesse très significative.

Tris croisés entre les quatre tableaux de la modalité B : 36T , 88T , 3ET , 41T :

Les réussites respectives aux questions sont 60 , 52 , 25 et 28.

9 élèves ont réussi les quatre tableaux. Les réussites simultanées à 2 ou 3 des tableaux présentés sont :

36T , 88T , 41T : 15
36T , 88T , 3ET : 20
36T , 88T : 42
36T , 41T : 24
36T , 3ET : 21
88T , 3ET : 20
41T , 3ET : 12

Les questions 36T et 88T donnent donc lieu à une situation du même type que celle étudiée au paragraphe précédent : le nombre d'élèves ayant réussi à l'une et échoué à l'autre est significativement petit :

	88T	R	E	
36T				
R		42	18	60
E		10	37	47
		52	55	107

VIII

RESULTATS DES TRIS DES REPONSES EN PHYSIQUE

Questions Minerai et Diamant :

Code \	MIP-A	MIP-B	DIP
4	18	23	34
3	5	5	4
2	20	18	8
1	0	3	1
0	7	1	0
	50	50	47

Questions Câble :

Code \	C02-A	C02-C	C60
4	25	26	12
3	12	7	14
2	12	13	18
1	1	0	5
0	0	1	1
	50	47	50

Questions Alliage :

Code \	AAA	ABC-B	ABC-C
9	10	11	15
8	0	1	0
7	2	5	1
6	13	9	9
5	3	5	2
4	6	2	7
3	1	0	1
2	0	5	1
1	9	2	3
0	6	10	8
	50	50	47

Questions Dilatation (Laiton ou Alcool)

Code	DLL	DLA-B	DLA-C
9	6	16	15
8	5	0	0
7	2	4	3
6	0	0	1
5	11	6	11
4	7	6	4
3	1	5	2
2	1	3	1
1	3	4	5
0	14	6	5
	50	50	47

Questions Flottaison

Code	S3G-A	S3G-C	S7G
36	8	11	6
34	1	1	0
32	1	1	0
31	1	0	0
30	3	2	5
25	1	0	1
24	2	1	0
23	10	13	16
22	1	0	0
21	1	1	2
20	3	2	8
11	0	1	1
01	2	1	2
00	16	13	9
	50	47	50

Questions Ressources

Z 1

code	A	B	C
7	2	5	6
5	32	26	23
4	0	4	3
3	1	0	0
2	5	3	4
1	3	1	1
0	7	11	10
	50	50	47

Z 2

code	A	B	C
7	0	1	1
5	13	8	7
4	3	3	1
3	6	4	3
2	14	18	21
1	2	2	0
0	12	14	14
	50	50	47

Z 1 et 2

code	A	B	C
75	0	1	1
73	1	0	1
72	0	3	4
71	1	0	0
70	0	1	0
57	0	1	1
55	12	7	6
54	3	3	0
53	3	1	1
52	11	11	13
50	3	3	2
44	0	0	1
43	0	1	0
42	0	2	1
41	0	1	0
40	0	0	1
32	1	0	0
25	1	0	0
23	2	1	1
22	2	2	1
21	1	0	0
20	0	0	1
11	1	1	0
10	2	0	1
03	0	1	0
02	0	0	1
00	7	10	9
	50	50	47

Questions Diamant DIP et Minerai MIP

Les élèves des modalités A et B ont eu la question Diamant en Mathématique et Minerai en Physique et les élèves de la modalité C le contraire.

En mathématique, la question Diamant est réussie par 120 élèves sur 214 (0,56), en physique par 34 élèves sur 47 (0,72) ; la différence entre les taux de réussite est significative.

En mathématique, la question Minerai est réussie par 47 élèves sur 108 (0,44), en physique par 41 élèves sur 100. La différence n'est évidemment pas significative.

On remarquera que, dans les deux contextes, la question Diamant est mieux réussie que la question Minerai.

Considérons maintenant les élèves interrogés en mathématique et physique. Ils se répartissent comme suit en réussite (code 4) et échec

A

MIP DIA	R	E	
R	15	12	
E	3	20	
			50

B

MIP DIA	R	E	
R	18	14	
E	5	13	
			50

C

DIP MIN	R	E	
R	20	2	
E	14	11	
			47

Le test du χ^2 conduit au rejet de l'indépendance pour les modalités A et C mais pas pour la modalité B . (seuil 5 %). La petitesse des effectifs, dans chaque tableau, de la case Réussite à Minerai et Echec à Diamant n'est pas due au hasard, comme le montre le test exact de Fisher : même le tableau B ne correspond qu'à une probabilité de 0,049 d'avoir, dans la case en question, un effectif inférieur ou égal à 5 .

Questions Câble

Donner le poids de 2 unités de longueur de câble rend la question significativement plus facile que si l'on fournit le poids de 0,60 unités. On remarquera aussi que les élèves ont répondu volontiers à cette question.

Questions Alliage

C'est une question difficile dans ses deux versions, même si pour la résoudre une seule multiplication suffisait. A l'usage, on constate que le code 8 (nombre exact et unité fausse) était inutile ici. Par contre, le code 6 repère bien l'erreur la plus fréquente : effectuer une division au lieu d'une multiplication. Le code 3 (une seule donnée prise en compte) permet de repérer le fait que les élèves ont, en général, pensé qu'il fallait faire ... quelque chose.

Questions Dilatation : DLA et DLL

La question DLA est significativement mieux réussie que DLL . Le code 8 permet de repérer ici que 5 élèves ont donné un nombre exact avec une unité fausse (pour DLL) et aucun pour DLA. Si on étend la réussite au code 8, on obtient une réussite comparable pour les 2 questions.

Questions flottaison

La question est aussi peu réussie sous sa forme S3G' que sous la forme S7G . Comme pour la question rectangle en mathématique, nous avons choisi les nombres de sorte que la comparaison directe des masses et des volumes conduise à une réponse fausse (et aussi que le solide entre dans le récipient) ; de fait, c'est avec la non-réponse, le comportement le plus fréquent. Si nous ne considérons que les élèves interrogés en mathématique et en physique pour comparer les comportements de réponse à cette question et à la question rectangle en mathématique on obtient les répartitions suivantes

A

S3G RAA	R	E	
R	2	4	6
E	6	38	44
	8	42	50

B

S7G RBC	R	E	
R	4	10	14
E	2	34	36
	6	44	50

C

S3G RBC	R	E	
R	8	7	15
E	3	29	32
	11	36	47

Dans le tableau A, l'échec aux deux questions domine très nettement. Le test exact de Fisher donne une probabilité inférieure à 0,045 pour le tableau B (0,0023 pour le tableau C) d'obtenir, avec les marges ci-dessus, un effectif inférieur ou égal à 2 (respectivement 3) pour l'échec à RBC et réussite à la question de flottaison.

Questions Ressorts Z

La question est commune aux trois modalités.

La réponse 100 g est fournie par la majorité des élèves qui répondent au a .

On note par contre un glissement de la réussite vers la réponse Non au b .

IX

RESULTATS DES TRIS DES REPONSES EN GEOGRAPHIE

Questions Carte

code	VAC	CAV-B	CAV-C
4	24	38	42
3	1	6	2
2	14	3	7
1	5	1	2
0	4	3	4
	48	51	57

Questions : Production d'électricité

code	KWH-A	KWH-B	KWN
9	8	12	12
8	1	2	4
7	5	3	0
6	2	3	7
5	2	2	2
4	5	5	8
3	6	4	2
2	2	3	1
1	4	5	7
0	13	12	14
	48	51	57

Questions Jours et Pain

code	JOU-A	JOU-B	PAI
44	6	6	24
43	4	3	6
42	1	3	1
34	2	0	2
33	1	2	0
32	1	0	0
24	2	1	3
23	1	0	0
22	0	0	1
20	1	0	0
12	22	26	10
01	5	7	5
00	2	3	5
	48	51	57

Questions Femmes actives

code	FLO	FIF-B	FIF-C
44	4	1	2
42	0	0	2
24	0	0	2
23	1	0	0
22	0	1	1
12	14	13	12
01	2	11	8
00	27	25	30
	48	51	57

Questions Betteraves

code	BNO-A	BNO-C	BIF
36	14	22	19
35	4	8	8
34	1	0	1
30	0	1	0
26	2	1	0
25	3	3	2
24	0	1	1
23	2	5	8
20	2	0	3
16	1	0	0
15	2	0	1
14	0	1	0
13	1	0	0
01	7	6	0
00	9	9	8
	48	57	51

questions Population (Graphique)

P1

Code	A	B	C
8	3	4	2
7	26	37	45
6	8	8	2
5	4	1	1
4	0	1	2
3	1	0	2
2	1	0	0
1	0	0	0
0	5	0	3
	48	51	57

P1 et 2

Code	A	B	C
88	0	1	0
87	0	0	1
82	2	2	0
81	0	0	1
80	1	1	0
77	2	2	8
76	1	1	0
75	2	6	3
74	8	11	13
73	0	0	1
72	10	13	18
70	3	4	2
66	0	2	0
65	1	0	0
64	1	1	1
62	4	4	1
60	2	1	0
56	0	0	1
54	3	1	0
52	1	0	0
47	0	0	1
42	0	1	1
33	1	0	1
32	0	0	1
22	1	0	0
00	5	0	3
	48	51	57

P2

Code	A	B	C
8	0	1	0
7	2	2	10
6	1	3	1
5	3	6	3
4	12	13	14
3	1	0	2
2	18	20	21
1	0	0	1
0	11	6	5
	48	51	57

Question carte et vol d'oiseau.

La différence de réussite entre les deux versions est significative. Il nous a semblé au codage que la question CAV (5cm ← 175m; 7cm ← ?) permettait à certains élèves de réussir sans faire une division puis une multiplication mais en procédant schématiquement ainsi : $\frac{175}{5} = 35$ Réponse $175 + 35 + 35 = 245$ ce qui n'était pas possible dans la question VAC. De plus, ici, il s'agissait de diviser le plus grand nombre par le plus petit.

Vous avez sûrement remarqué qu'il y a une certaine ressemblance entre les nombres de la question Diamant et ceux de la question Carte. Les réussites croisées sont les suivantes :

		A		
VAC	DIA	R	E	
R		17	10	27
E		7	14	21
		24	24	48

		B		
CAV	DIA	R	E	
R		22	4	26
E		16	9	25
		38	13	51

		C		
CAV	MIN	R	E	
R		18	5	23
E		24	10	34
		42	15	57

Les trois croisements font intervenir des paires de questions différentes. Le test du χ^2 conduit au rejet de l'indépendance pour le seul tableau A . Le test exact de Fisher donne une probabilité de l'ordre de 0,04 pour que, dans un tableau ayant les mêmes marges que le tableau A , les effectifs des élèves ayant réussi une des questions et échoué à l'autre soient inférieurs ou égaux à ceux observés (7 et 10). On peut donc dire que peu d'élèves ne se trouvent pas dans la même situation de réussite ou d'échec par rapport aux questions DIA et VAC. Pour les tableaux B et C qui croisent en fait d'autres questions, on n'observe pas de phénomène significatif.

Questions Production d'électricité.

La question KWN où il fallait calculer 10 % de 180 n'est pas significativement mieux réussie que KWH où il fallait calculer 33 % de la même quantité.

Le codage fait apparaître une grande variété des comportements de réponse et beaucoup de pages blanches.

Questions Jours et Pain et Femmes actives.

La question PAI est significativement mieux réussie que la question JOU .

On remarquera aussi que peu d'élèves n'ont rien répondu, contrairement à la question sur les Femmes actives où la moitié des élèves ont laissé la page blanche. Cette dernière question est de loin la moins bien réussie du questionnaire de géographie.

Questions Betteraves.

Cette question est construite (et codée) sur le même principe que la question de physique sur les solides qui ne flottent pas (S3G et S7G) et la question de mathématique sur les rectangles : il s'agit de comparer deux rapports et le plus grand des rapports est celui où interviennent la plus petite surface et la plus petite production.

La définition de la réussite doit ici être précisée.

En effet pour les rectangles, on avait sans problème amalgamé les codes 34 (3 élèves) et 35 pour définir la réussite qui devenait : réponse acceptable avec traitement correct ou quasi-correct.

Pour la flottaison, il n'y avait aucune réponse acceptable avec traitement quasi-correct. Pour les betteraves, l'histogramme montre qu'il n'était pas inutile de distinguer les traitements corrects et quasi-corrects conduisant à une réponse acceptable. Nous considérons donc comme réussite la réponse acceptable résultant d'un traitement correct (36).

La différence de réussite entre BNO et BIF n'est pas significative. Elle est du même ordre de grandeur que la réussite à la question rectangle RBC . Il est donc intéressant de comparer les réussites pour les élèves interrogés en géographie.

A			
BNO RAA	R	E	
R	10	6	
E	4	28	
			48

B			
BIF RBC	R	E	
R	9	12	
E	10	20	
			51

C			
BNO RBC	R	E	
R	13	9	
E	9	26	
			57

Le test du χ^2 conduit à rejeter l'indépendance pour les tableaux A et C mais pas B . Dans la modalité B sur la vingtaine d'élèves qui réussit chaque question seuls 9 élèves réussissent les deux questions. Si on regroupe les modalités B et C ce qui peut se justifier vu les taux de réussite comparables de BNO et BIF et significativement différents pour RAA et RBC , le test du χ^2 sur le nouveau tableau obtenu permet de rejeter l'indépendance. Le test exact de Fisher donne une probabilité inférieure à $8 \cdot 10^{-4}$ pour le tableau A et $3 \cdot 10^{-2}$ pour le tableau C d'avoir, avec les marges données, des effectifs aussi petits que ceux observés dans la deuxième diagonale du tableau.

Questions Populations P1 et P2 .

Les codes 5 à 8 sont différents types de réussite. Et on constate en comparant P1 et Z1 en physique que la réussite la plus fréquente n'est pas sous la même forme : résultat ramené à un échelon voisin en physique (5) et estimation correcte (ou encadrement plus fin que le pas) en géographie (7). On voit aussi en géographie des codes 8 (estimation et encadrement par des échelons) et 6 (encadrement correct par des échelons) qui sont absents en physique.

X

LES ANALYSES FACTORIELLES DE CORRESPONDANCE :
QUESTIONS GENERALES RELATIVES A CETTE ENQUETE

A priori, nous avons prévu des analyses dans lesquelles les différentes variantes d'une même question apparaissent au traitement comme une seule question. Par exemple, nous envisagions de traiter comme une seule question les deux variantes

$$39F \quad \frac{12 \times x}{36} = 13$$

et

$$39E \quad 12 \times x = 36 \times 13 .$$

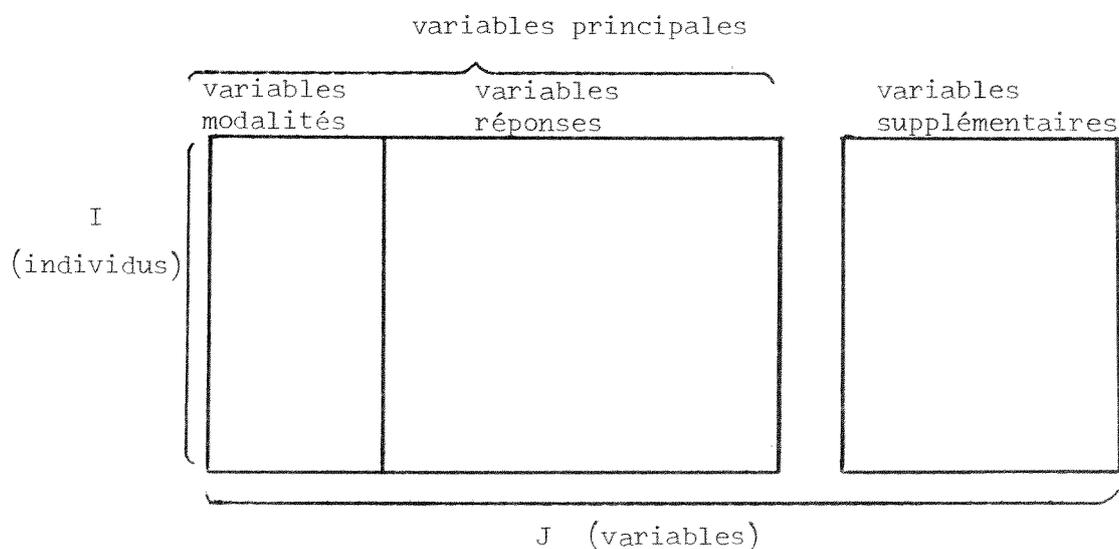
Mais des différences parfois considérables sont apparues dès les tris (voir § 7). Ainsi, sur les variantes indiquées, et sur la population des élèves ayant passé deux questionnaires, on relève

	Réussite	Echec
39F	18	80
39E	161	44

donc 18% de réussite à 39F, pour 79% de réussite à 39E . Avec de telles différences, les analyses prévues ne pouvaient être effectuées. En effet, sur un axe réussite-échec, qui est normalement mis en évidence, il apparaît la situation moyenne des élèves concernés. Par exemple, si une réussite se trouve affectée d'une grande coordonnée sur cet axe, ceci signifie que les élèves qui ont produit cette réussite ont en moyenne bien réussi dans l'ensemble. En langage probabiliste, on peut dire la même chose en signalant schématiquement que la coordonnée, sur l'axe réussite-échec, d'une réussite indique la probabilité qu'un élève, tiré au sort parmi ceux ayant produit cette réussite, se trouve avoir produit au total plus de réussites que la population générale. Cette

probabilité est d'autant plus grande que la coordonnée est plus grande. (Note : Cette vision schématique est un peu simpliste, mais en dire plus demande d'entrer dans les détails de l'analyse). Dans notre questionnaire, on voit que la mise en oeuvre de cette notion se heurterait aux différences indiquées : les 18 % ayant réussi à 39F ne forment d'emblée pas une population homogène aux 79 % ayant réussi à 39E, et donc interpréter un "comportement moyen" de ces deux populations serait des plus sujet à caution.

Il a donc fallu séparer, c'est-à-dire traiter comme des questions différentes les variantes différentes de la plupart des questions. Nous utilisons pour ce faire l'analyse factorielle des correspondances [B] (désignée dans la suite par : AFC), adaptée au cas des questionnaires à modalités de la manière suivante. Le tableau à analyser est ainsi formé :



Dans les analyses qui vont être présentées, il n'y a que deux variables réponses par question : Réussite (R) ou Echec (E). Ce sont des variables à valeur 0 ou 1. Ainsi, si l'élève i réussit à la question q_k , il obtient 1 dans la colonne du tableau consacrée à R_{q_k} et 0 dans celle consacrée à E_{q_k} . Si l'élève i , lui, échoue à q_k , il aura 0 pour R_{q_k} et 1 pour E_{q_k} .

Reste, pour beaucoup des questions posées, le cas d'un élève i'' à qui la question n'a pas été posée. Bien sûr, on devra fixer $R_{q_k}(i'') = E_{q_k}(i'') = 0$, puisque i'' n'a ni réussi ni échoué. Pour conserver sur chaque question le codage disjonctif total, qui lui serait appliqué si elle avait été posée à toute la population, une méthode (cf. [P]) consiste à ajouter aux deux variables R et E une variable N indiquant si la question a été non-posée. Dans notre cas, nous aurions $N_{q_k}(i) = N_{q_k}(i') = 0$ et $N_{q_k}(i'') = 1$, puisque la question q_k n'a pas été posée à i'' , alors qu'elle l'a été à i et i' .

En fait, les variables N ainsi introduites désignent les modalités de questionnaires et non les réponses individuelles. Le principe d'équivalence distributionnelle, qui permet en AFC de substituer à plusieurs colonnes proportionnelles d'un tableau (ici : égales) une unique colonne somme terme à terme sans changer les résultats d'analyse, permet de regrouper toutes les variables N en un sous-tableau. Il s'agit de la partie du tableau indiqué plus haut ayant pour variables celles qui sont intitulées "variables modalités". Avec trois modalités de questionnaires, il y a 6 variables modalités possibles : Désignant par A, B et C aussi bien les modalités de questionnaire que les parties de la population I concernées, nous pouvons rencontrer les variables A, B, C, BC, CA et AB . La variable A est déterminée par les questions posées à B et à C et non-posées à A . De même pour B et pour C . La variable BC est déterminée par les questions posées pour A et non-posées pour B ni pour C . De même pour CA et AB .

Nous rencontrerons donc, dans notre tableau, pour un individu de la sous-population A , des 0 dans les colonnes des variables B, C et BC ; et dans la colonne de la variable A nous rencontrerons un nombre égal au nombre de questions posées pour B et pour C et non-posées pour A .

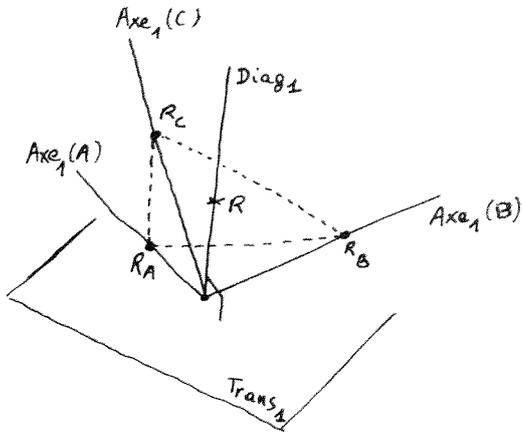
Soient i, i' et i'' des individus appartenant respectivement aux sous-populations A, B et C . L'étude théorique des résultats de l'AFC sur le

tableau montre que :

- Si $A(i), B(i'), C(i'')$ ainsi que $BC(i') = BC(i''), CA(i'') = CA(i), AB(i) = AB(i')$ sont suffisamment grands, alors le plan des deux premiers axes de l'AFC (le plan dit plan 1-2) est très proche du plan des modalités, autrement dit du plan correspondant aux variables modalités (le sous-tableau indiqué plus haut).

- S'il y a équilibre, c'est-à-dire homogénéité des sous-populations A, B et C et égalités $A(i) = B(i') = C(i'')$ ainsi que $BC(i) = CA(i'') = AB(i)$, alors l'axe numéro 3 de l'AFC est très proche de l'axe "résultant" du premier axe de chacune des trois sous-populations A, B et C. Plus précisément, pour obtenir un vecteur proche d'un vecteur directeur de l'axe numéro 3, on prendra un vecteur unitaire de l'axe 1 relatif à la seule population A, un vecteur unitaire de l'axe 1 relatif à la seule population B, un vecteur unitaire de l'axe 1 relatif à la seule population C. Et on combinera ces trois vecteurs, avec des coefficients égaux si les trois modalités du questionnaire déterminent dans la population interrogée des résultats analogues. C'est bien à ceci que l'on tend en pratique, en essayant de répartir les difficultés prévues entre les A, les B et les C, de façon à ce qu'aucune des modalités de questionnaires ne paraisse à priori globalement différente des autres. Mais bien sûr, des écarts entre prévisions et observations effectives pourront introduire quelque différence (légère pour un questionnaire usuel, comportant suffisamment de questions bien organisées en plan d'expérience) entre les coefficients à affecter aux vecteurs correspondant à A, B et C.

Rappel sur l'analyse d'un cas-modèle.



Pour plus de précision, rappelons le résultat d'analyse du cas modèle obtenu à partir d'un même questionnaire-type convenablement reproduit sur certaines colonnes (simulant les variantes) et sur certaines lignes (simulant les sous-populations différentes recevant les variantes différentes), résultat illustré par la figure ci-contre dans le cas de trois modalités (pour la démonstration, voir [P] p. XXVI). Soit

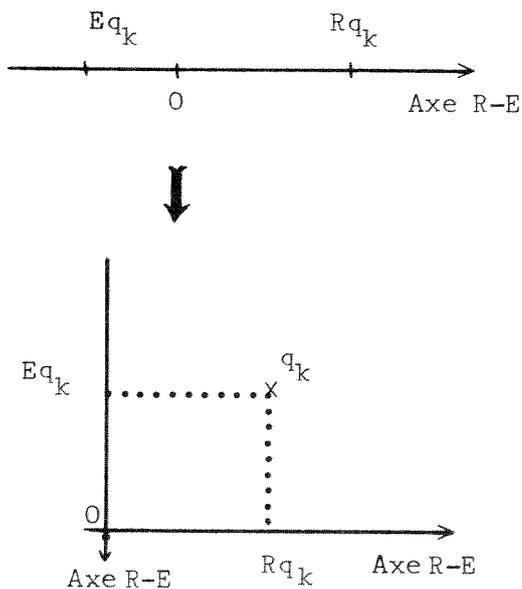
$Axe_1(A)$ (respectivement $Axe_1(B)$ et $Axe_1(C)$) le premier axe obtenu en analysant le questionnaire-type sur la sous-population A seule (resp. B seule, C seule). Les trois axes $Axe_1(A)$, $Axe_1(B)$ et $Axe_1(C)$ sont deux à deux orthogonaux. Après le plan des modalités, l'analyse fera apparaître l'axe désigné par $Diag_1$ (puis un espace orthogonal à $Diag_1$, noté $Trans_1$), qui est l'axe trissecteur de $Axe_1(A)$, $Axe_1(B)$ et $Axe_1(C)$. Une modalité de réponse au questionnaire-type apparaît en des points R_A, R_B et R_C qui ont tous même coordonnée sur l'axe de leur modalité respective. Et le plan des trois points $R_A R_B R_C$ est orthogonal en R à $Diag_1$. Or dans le questionnaire complet issu du questionnaire type, la réponse considérée apparaîtra dans ce plan $R_A R_B R_C$, en des points dont la position dépendra des sous-populations concernées (exemple : au milieu de $R_B R_C$ si le questionnaire complet propose la question-type considérée aux deux sous-populations B et C). Donc, l'analyse fera apparaître la réponse en R sur $Diag_1$ dans tous les cas. Autrement dit, l'axe $Diag_1$ donne une image des Axe_1 non tributaire de l'organisation du questionnaire en modalités, ceci pourvu que cette organisation soit invariante par rapport au groupe des permutations de $\{A, B, C\}$ (c'est-à-dire par exemple que si

une question du questionnaire-type est posée à B et C, elle doit par ailleurs aussi apparaître comme posée à C et A, ainsi qu'à A et B).

Conséquences pratiques.

Nous avons dit que l'axe numéro 1 relatif à un questionnaire simple (sans modalités) fait apparaître en pratique le phénomène réussite-échec. Ceci est particulièrement vrai si chaque question donne lieu, comme nous l'avons envisagé, à deux modalités de réponse : réussite et échec. Nous cherchons alors à exploiter, pour des questionnaires à modalités, la qualité du cas-modèle, de donner du phénomène réussite-échec une représentation identique pour les diverses modalités de questions. Pour ce faire, l'idée générale est d'équilibrer : autant de questions spécifiques à A que de questions spécifiques à B et de questions spécifiques à C ; de même pour les questions BC, CA et AB ; répartition des difficultés prévues, déjà signalée ; et aussi homogénéité générale des sous-populations A, B et C vis-à-vis de la plupart des questions communes. Et c'est précisément ce dernier élément qui a empêché dans notre cas l'analyse avec regroupement de variantes des questions (voir par exemple [H]). Mais, il faut le souligner, il y a déjà un résultat derrière ce phénomène : Si autant de variations d'énoncé ont pu entraîner de fortes modifications des résultats, c'est que les traitements mis en oeuvre par les élèves ont ici un caractère extrêmement local. Par exemple, l'algorithme effectué pour résoudre $ax = bc$ n'est pas le même que celui qui sert à résoudre $\frac{ax}{b} = c$. Et a fortiori pour des énoncés non purement numériques comme ceux-ci. Nous sommes donc sûrs que l'unité de traitement, qui résulterait de l'appropriation de la proportionnalité, n'est pas acquise par la grande majorité de la population interrogée. Unité ne veut d'ailleurs pas dire unicité : des simplifications permettent à un individu expérimenté de réaliser une économie de traitement par rapport au cas général. Mais il ne s'agit pas de cela ici : les variations de réussite, signalées lors des tris, montrent que des énoncés, même sous forme d'équations numériques, sont considérés plus ou moins comme fixant les procédures de résolution au pied de la lettre.

Ceci étant, les analyses effectuées conduisent à des plans 1-2 (plans de modalité) sans grand intérêt, excepté pour mettre en évidence l'homogénéité des sous-populations A, B et C ayant reçu les différentes modalités de questionnaire. En effet, sauf exceptions qui seront signalées, les questions regroupées entre les différentes modalités de questionnaires sont celles qui sont rigoureusement identiques. Avec des sous-populations homogènes, la seule cause d'écart de résultats tient alors aux places des questions, qui peuvent varier d'un questionnaire à l'autre (rappelons que ce qui apparaît dans le plan des modalités, ce sont précisément les écarts des résultats obtenus par les différentes sous-populations). C'est donc surtout l'examen de l'axe réussite-échec qui retiendra notre attention.



Nous utiliserons une représentation plane des questions, obtenue de la façon suivante. Sur l'axe réussite-échec, chaque question apparaît comme un bipoint. Ainsi chaque question peut être représentée comme un point d'un plan repéré, ayant pour première coordonnée sa réussite (Rq_k sur la figure) et pour deuxième coordonnée son échec (Eq_k sur la figure). En pratique, nous orientons le repère de telle sorte que les questions soient représentées dans le quadrant supérieur droit.

De la projection de Rq_k et Eq_k sur l'axe réussite-échec à la représentation plane de q_k .

XI

ANALYSE DE LA POPULATION COMPLETE.

VARIABLES PRINCIPALES : MATHEMATIQUES.

L'analyse qui nous servira de base concerne les 303 élèves qui ont passé deux questionnaires. Voici les questions prises en compte ; une croix dans une case signifie que la question a été posée dans la modalité concernée.

	36T	RBC	RAA	39E	39F	27E	27O	OAC	OBB	88Q	88T	70E	41T
A	X		X		X		X	X		X		X	
B	X	X		X		X			X		X		X
C	X	X		X		X		X		X		X	

	DIA	MIN	6.E	6.T	3ET	14E	14T	:40	:4E
A	X		X		X			X	
B	X		X		X				
C		X		X			X		X

(1) Variables principales : mathématiques.

On voit qu'il y a de plus à ajouter 3 questions non-posées par modalité, et 4 questions non-posées par paire de modalités. Nous n'indiquons pas ici le détail des variables supplémentaires qui ont été analysées. Il s'agit des réponses aux questions de physique et de géographie, ainsi que des variables "classes". En effet, au codage, notre attention avait été attirée sur le fait que les classes pouvaient ici ne pas avoir été aussi homogènes que lors d'enquêtes précédentes ; les 14 classes interrogées ont donc donné lieu au traitement à 14 variables supplémentaires.

Plan 1-2. Variables principales.

La question 36T donnait lieu à de très légères variations d'énoncé. Il s'agissait d'un tableau 2x2 de proportionnalité à compléter ; la case à remplir comportait parfois x , parfois un point d'interrogation, et sa place n'était pas partout la même. Il s'avère que ces différences d'apparence ne créent pas de variation sensible des résultats ; aucune attraction vers une modalité n'est perceptible dans le plan 1-2 : R36T et E36T sont situées toutes deux au centre de gravité général.

La question 3ET est en réalité composite : un énoncé sous forme d'équation et un énoncé sous forme de tableau. On retrouve le résultat observé aux tris : la forme d'équation est la mieux réussie des deux. Ceci se justifie par le fait que l'information à traiter est complètement explicitée sous la forme équation (voir § 5). Nous avons pourtant aggloméré dans l'analyse les deux variantes de la question, afin de respecter un dosage parfaitement équilibré des questions entre les trois modalités ; dissocier ces deux variantes eût introduit un déséquilibre.

La question 27E donne également lieu à une variation, mais très légère : l'équation présentée est dans un cas

$$\frac{27 \times x}{12} = 9$$

et dans l'autre

$$\frac{27}{12} \times x = 9 .$$

Il s'avère que la première de ces deux formes est un peu plus manipulable que la seconde. Mais ici, il ne se justifiait tout de même pas d'envisager une dissociation de ces deux variantes dans l'analyse. De même pour la question 70E.

peu Les écarts observés sur les deux questions précédentes sont les seuls notables dans le plan 1-2, ce qui amène à postuler raisonnablement l'homogénéité des trois sous-populations A, B et C .

Plan 1-2. Variables supplémentaires.

Les variables supplémentaires (physique et géographie) donnent lieu à encore moins d'attractions dans le plan 1-2 que les variables principales. Seuls pouvaient jouer d'ailleurs les effets de place dans les questionnaires. On peut noter simplement que l'interprétation d'un graphique (chercher l'abscisse correspondant à des valeurs doubles, pour la longueur de ressorts et les populations rurale et urbaine) est favorisée pour A en physique et défavorisée pour A en géographie et que la simple lecture (abscisse du point d'intersection) ne donne pas lieu à échec en B-géographie. Nous ne sommes pas en mesure d'expliquer les raisons de ces attractions.

La vue du plan 1-2 met en évidence une attraction pour FIF ("femmes actives") vers C, mais les effectifs de RFIF sont négligeables (3 élèves), ce qui retire tout sens à cette attraction.

Axe 3 : Réussite - Echec.

Le rapport de l'inertie du nuage projeté orthogonalement sur l'axe 3 à l'inertie totale du nuage (rapport parfois nommé part d'inertie expliquée par l'axe 3) est de 7,66 %. Mais la part d'inertie expliquée par le plan 1-2 est d'environ 50 %, ce qui ne laisse donc que 50 % pour les axes suivants. La valeur obtenue pour l'axe 3 est donc à considérer comme satisfaisante.

L'axe 3 apparaît bien comme l'axe réussite-échec attendu : toutes les réponses "réussite" y ont une coordonnée de même signe, et toutes les réponses "échec" une coordonnée du signe opposé aux réussites. Le tracé du plan des questions, obtenu d'après les coordonnées réussite et échec de chaque question sur l'axe 3 (voir § 10), met en évidence une grande variété de comportements devant les diverses questions. En effet, rares sont les questions qui s'écartent très fortement de l'origine, indiquant ainsi des réponses très significatives. La plupart des ques-

tions se trouvent à distance moyenne de l'origine et occupent tout l'angle disponible, depuis des positions proches de l'axe des réussites (questions à échecs non significatifs) jusqu'à des positions proches de l'axe des échecs (questions à réussites non significatives).

Voyons tout d'abord la physionomie de l'ensemble des questions : celles qui apparaissent comme variables principales (les questions mathématiques) et celles qui apparaissent comme variables supplémentaires (physique et géographie). La question qui nous préoccupe en premier lieu est celle de la cohérence entre matières scolaires sur des questions de même type. Pour répondre à cette question, il s'agit d'examiner les proximités de telles questions dans notre plan des questions, que nous avons représenté en page suivante. Et nous distinguerons pour cela certaines "constellations" dans notre nuage.

La première constellation qui peut être examinée est relative à un type de questions qui apparaît dans les trois matières. Il s'agit des questions qui conduisent à effectuer et comparer deux rapports :

- en mathématiques : RAA et RBC , où il s'agit de comparer deux côtés de rectangles, connaissant leur aire et leur autre côté ;
- en physique, S3G et S7G , où il s'agit de savoir si un solide flotte ou coule dans un liquide ;
- en géographie, BIF et BNO , où il s'agit de comparer des rendements en betteraves.

Dans les trois cas, nous avons pris la précaution, après les essais, de proposer des rapports dont le plus grand était celui des deux qui comportait le plus petit numérateur et le plus petit dénominateur. Ceci évitait les réponses exactes à la suite d'une sous-compréhension élémentaire (comparaison des seuls nombres et non des rapports) : ici cette sous-compréhension conduit à une réponse

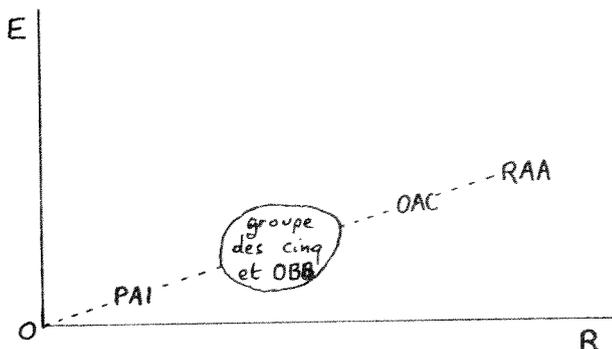
fausse, et d'autre part les auteurs de réponses exactes sont poussés à les justifier.

Dans le plan des questions, le groupement de toutes ces questions est remarquable : les cinq questions RBC , S3G , S7G , BIF et BNO sont à proximité immédiate les unes des autres, seule s'écarte RAA qui apparaît comme une question plus difficile à cause de son contenu numérique.

Si l'on regarde en outre la place des questions OBB et OAC , consistant à ordonner des fractions, on s'aperçoit que OBB est proche du groupe des cinq questions précédentes, tandis que OAC est intermédiaire entre ce groupe et RAA .

Pour comparaison, nous avons également présenté une question, PAI, proposant une confrontation de rapports à l'avantage cette fois de la fraction comportant le plus grand numérateur et le plus grand dénominateur. Mais le rapport avait un sens concret : quantité quotidienne de pain, et nous demandions une justification. Cette dernière question apparaît effectivement un peu plus proche de l'origine que les précédentes, mais toujours

avec sensiblement le même rapport de coordonnées (c'est-à-dire dans ce cas, signification des réussites plus grande que celle des échecs).



La figure ci-contre résume ces positions

La deuxième constellation que nous envisagerons est le groupe des questions identiques en math. et physique : DIA et MIN pour les math., DIP et MIP pour la physique. Les deux questions identiques MIN et MIP apparaissent comme proches l'une de l'autre, dans le secteur des questions discriminantes. Les deux questions identiques DIA et DIP sont, elles, plus éloignées. La question

DIA est du même type que les deux précédentes, mais elle est plus significative puisqu'elle s'écarte davantage de l'origine. Bien que la signification de la réussite varie plus entre DIP et DIA que celle de l'échec, on serait amené à dire, en interprétation unidimensionnelle, ce qui ressortait déjà des tris : la question apparaît comme plus facile en physique. Est-ce à imputer à l'environnement des autres questions ? Mais la vision plane est ici plus précise et amène à dire que DIA est plus discriminante que DIP . Il y aurait alors à se demander si la résolution de DIP n'a pas bénéficié de l'emploi de procédures autres que celles mises en oeuvre pour DIA . On peut donc faire l'hypothèse que la présence d'une question dans un questionnaire de physique autorise des possibilités de traitement que l'on oserait moins employer en mathématiques. Une étude de détail effectuée dans deux classes (voir plus loin) conduira à préciser.

En résumé, sur les comparaisons entre matières des questions identiques ou très analogues a priori, il apparaît ici que les résultats ont des significations en général proches, la tendance quand il y a un écart étant en faveur des matières autres que les mathématiques (écarts de RAA et DIA) . Peut-on dire que non seulement le " tiroir " mathématique reste ouvert dans d'autres matières (pourvu toutefois qu'un lien soit perçu), mais qu'il y a alors bénéfice de l'ouverture d'autres " tiroirs " également ? L'examen des seules questions précédentes ne suffit pas pour cela, mais il est possible, dans notre questionnaire, d'avoir recours à des comparaisons moins directes.

Considérons par exemple les questions mathématiques qui proposent des tableaux 2×2 de proportionnalité. Ce sont des questions à énoncé abstrait proche des questions d'autres matières en ce sens qu'elles n'indiquent pas explicitement les opérations à effectuer. Elles apparaissent comme discriminantes (36T et 88T) dans les cas où elles sont à contenu numérique simple. Et elles apparaissent comme difficiles (14T, 41T, 6.T et l'inhomogène 3ET - équation

et tableau) dès qu'elles ne sont plus à contenu numérique simple. Les questions "classiques", à énoncé référant à des objets, se décalent par rapport à ces tableaux. Par exemple la question DIA, dont nous avons parlé ci-dessus, est presque superposée avec 36T. Les conversions en géographie (distances sur le terrain et sur la carte) CAV et VAC, l'échantillonnage d'un câble en physique, C02 et C60, apparaissent à la fois en retrait (plus proches de l'origine) et pivotées vers l'échec (donc simplifiées) par rapport aux questions mathématiques proposant des tableaux. Ceci renforce donc une tendance à répondre "oui" à la question posée précédemment.

En fait pour trouver des questions de physique ou de géographie qui apparaissent comme vraiment difficiles (dans la population interrogée), il faut considérer les questions qui supposent

- ou bien que l'on ait à faire opérer une proportion (un taux ou un pourcentage)
- ou bien qui nécessitent la mise en oeuvre de proportionnalité et d'autre chose.

Parmi les premières, on trouve : KWH et KWN, DLL (dilatation du laiton)

- alors que DLA ressemble à C60 et en est effectivement proche -

Parmi les secondes, on trouve P2 et Z2 (idée de double, pour des graphiques), FIF et FLO (il faut ajouter, pour former la population active, avant de chercher un rapport) ainsi que JOU (où il faut enchaîner deux proportionnalités - tandis que PAI est plus directe puisqu'elle ne demande que de comparer).

En définitive, ces observations confirment les comparaisons directes précédemment envisagées : Il y a en général équilibre des difficultés et quand il y a écart, il est en défaveur des mathématiques. La question posée tendrait donc, sur cette enquête, à recevoir une réponse affirmative : le "tiroir" des math. ne se fermerait pas, et au contraire d'autres "tiroirs" s'ouvriraient quand il s'agit de matières scolaires autres que les maths.

ajouter page 82 dossier et 81 commentaires

Par ailleurs, on peut, bien que ce ne soit pas notre objet proprement dit, comparer physique et géographie sur certaines questions. Mais il existe dans cette comparaison un risque, qui résulte du fait que les populations concernées ne sont pas les mêmes (alors que toute la population interrogée est intervenue pour le placement des questions mathématiques, d'où un risque pratiquement inexistant dans les comparaisons précédentes). Pour ce faire, on compare la réussite selon l'axe 3 des deux sous-populations PHYS (élèves interrogés en physique) et GEOG (élèves interrogés en géographie) : Un très léger décalage apparaît, en faveur de GEOG, qui n'est toutefois pas tel qu'il interdise les comparaisons. Un examen attentif montre que ce décalage est essentiellement dû à la présence de deux classes : La classe 13 a obtenu une réussite d'ensemble remarquable par rapport à la population complète ; au contraire la classe 06 a des résultats particulièrement faibles. Et la classe 13 fait partie de la population GEOG, tandis que la classe 06 fait partie de la population PHYS. Malgré cela, répétons que l'écart global en faveur de GEOG est peu important.

Une comparaison apparaît comme nécessaire : celle entre les questions portant sur des graphiques (ressorts Z1 et Z2 en physique, populations P1 et P2 en géographie). Les réussites ont des significations voisines : Z1 et P1 ont une réussite très peu significative, Z2 et P2 une réussite plus significative. Mais la situation diffère pour les échecs : Ils ne sont pas significatifs en géographie (P1 et P2), alors qu'ils le sont en physique (Z1 et Z2).

Deux interprétations sont possibles, entre lesquels nous ne trancherons pas :

- la vision d'un graphique peut être différente entre physique et géographie

- la nature différente des deux graphiques : une courbe "arbitraire" en géographie et des droites en physique a pu jouer un rôle : le fait de ne pas interpréter les variations mises en évidence par des droites serait plus significatif, eu égard à la régularité de ces variations.

Une autre comparaison entre physique et géographie peut être faite : celle entre KWN , KWH (production électrique, en géographie) d'une part et DLA , DLL (dilatation, en physique), ainsi que CAV , VAC (carte et terrain, déjà citées) et ABC , AAA (alliages, en physique). Certaines de ces questions demandent d'obtenir une quantité à partir d'un taux ou d'un pourcentage, les autres fournissant des quantités comme données (cas déjà envisagés lors de la comparaison avec les questions mathématiques).

Les données sont présentées comme l'indique le tableau suivant.

	Question	Présentation de la proportion
Géographie	KWN	pourcentage
	KWH	pourcentage
	CAV	quantités
	VAC	quantités
Physique	DLA	quantités
	DLL	pourcentage
	ABC	pourcentage
	AAA	taux

On s'aperçoit qu'à contenus numériques équivalents, la donnée de quantités est plus simple à traiter que celle de taux ou de pourcentage. Ce fait pourrait apparaître comme paradoxal, puisque dans le cas des quantités il y a deux opérations à effectuer (une multiplication et une division), alors qu'il n'y en a qu'une pour un taux ou un pourcentage. Mais la difficulté d'attribuer un sens au concept "proportion" qui ne s'applique pas à des objets, mais désigne des relations d'objets dans le cas général, s'avère prédominante. On pourrait penser que les pourcentages qui conservent, dans l'expression "pour cent", une référence aux quantités s'avéreraient plus "traitables" qu'un taux. Cela paraît bien être le cas, puisque AAA (taux) apparaît comme plus significatif que ABC

(pourcentage), avec des contenus numériques très semblables.

Mais les contenus numériques comptent énormément, pour déterminer des variations de signification des réussites ou échecs. Ainsi AAA (taux) a une position voisine de DLL (pourcentage) avec un contenu numérique plus simple (taux : 0,60 contre pourcentage : 0,27 %). On observe donc un décalage du même type que celui observé par les tableaux (mathématiques).

Finalement, nous retrouvons sur toutes les questions le fait que les résultats peuvent être expliqués par la nature propre "abstraite" des questions, sans qu'il soit nécessaire d'attribuer un rôle spécifique à la matière scolaire concernée. Et l'ampleur des variations possibles de résultats s'avère considérable.

Etude détaillée des questions mathématiques.

Un examen de ces variations peut maintenant être proposé sur les seules questions mathématiques. Pour cela nous avons extrait du plan des questions, issu de l'axe 3 de l'AFC, la représentation des questions de mathématiques, qui constituaient les variables principales dans cette analyse. Cette représentation (légèrement agrandie par rapport à la première, qui vient d'être examinée) se trouve en page suivante. Les faits marquants sont les suivants, et nous les indiquons avant de les commenter.

- Les questions comportant des opérateurs (88 ϕ , 27 ϕ , :4 ϕ) sont nettement significatives : l'échec est aussi significatif pour les trois questions, et la réussite est peu significative pour 88 ϕ , et significative pour 27 ϕ et :4 ϕ . De plus la valeur de la coordonnée de l'échec distingue parfaitement ces trois questions de toutes les autres.

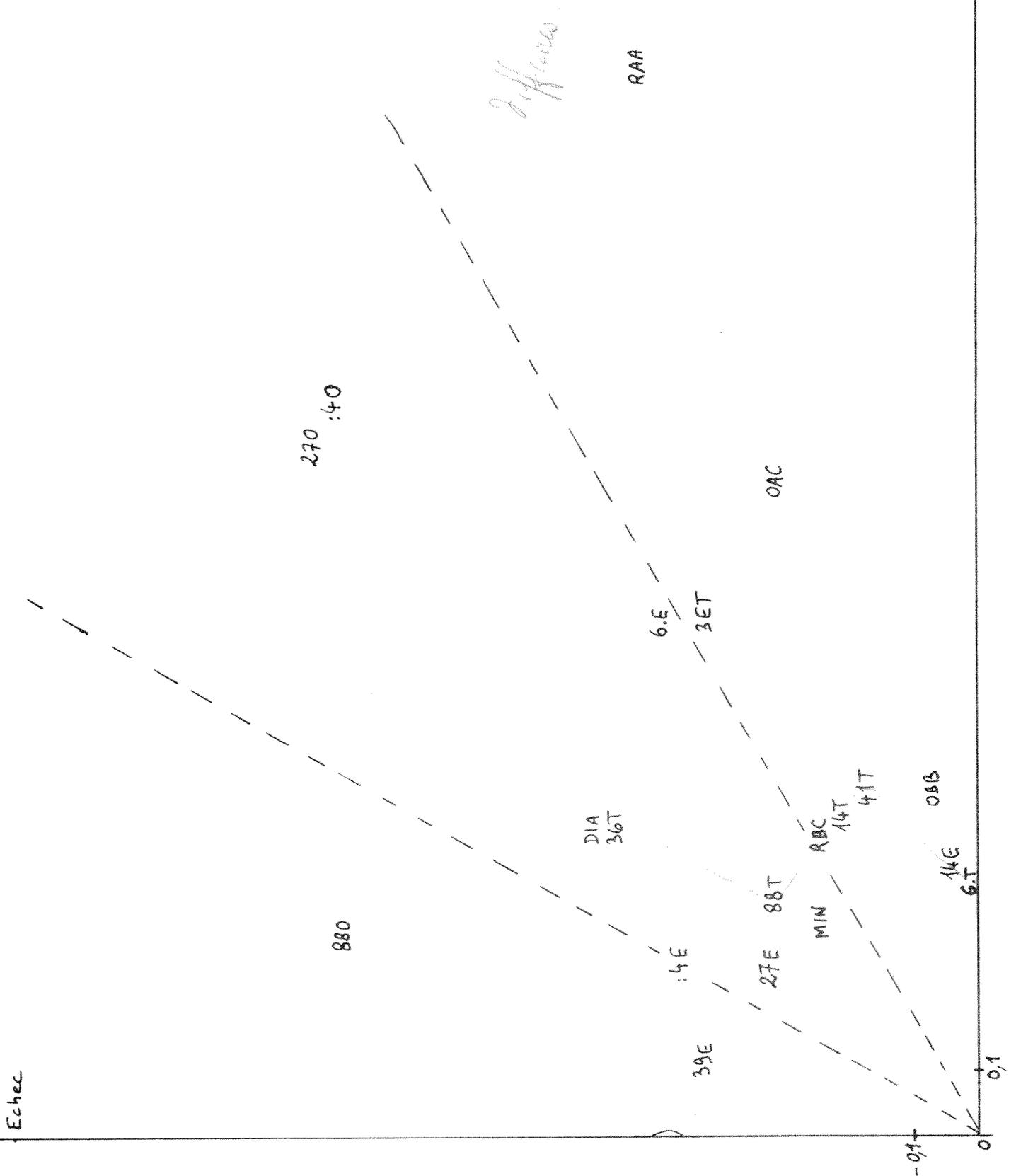
- Les questions présentant des tableaux (6.T, 41T, 14T, 88T et 36T) ont, elles, des coordonnées réussite voisines, moyennement significatives, et des coordonnées échec variables (mais jamais suffisamment grandes pour que ces questions soient situées dans le secteur "facile").

AFC population complète

VP: Math.

VS: Physique et Géographie

Questions de math. seules



- Les équations, au contraire des deux catégories précédentes de questions, sont situées à des places très variées : Les questions 70E et 39F sont les plus difficiles du questionnaire tandis que 39E est l'une des plus simples.

- Les comparaisons (RAA, RBC et ϕ AC, ϕ BB) sont dans le secteur "difficile", alors que les questions "concrètes" (DIA et MIN) sont dans le secteur "discriminant", mais ceci a déjà été signalé.

Commentaires : Les opérateurs apparaissent dès l'école primaire, sur les entiers. Ils sont évidemment revus, sous une forme ou une autre, à l'occasion de la proportionnalité. Il n'est donc pas étonnant que 88 ϕ apparaissent comme triant par l'échec. Mais notons tout de même que celui-ci représente 25 % de la population scolaire en fin de 5e, ce qui est loin d'être négligeable. L'introduction de décimaux dans le résultat (27 ϕ) ou l'énoncé (:4 ϕ) rend la réussite plus significative que pour 88 ϕ ; mais la réussite n'est plus le fait que de la moitié environ de la population. Le pourcentage de réussite est aussi d'environ 50 % pour 88T, mais la question 88T est beaucoup moins significative, à la fois pour la réussite et pour l'échec, que 27 ϕ ou :4 ϕ . Ceci laisse soupçonner la possibilité de différences d'enseignement, et conduit à regarder de près les réponses obtenues dans certaines classes, choisies pour leur coordonnée selon l'axe 3. Ceci sera fait à la suite de ces commentaires. Les réussites aux questions qui présentent des tableaux étant toutes à peu près de même coordonnée sur l'axe 3, il est possible d'ordonner ces questions selon la coordonnée de l'échec. Cet ordre coïncide d'ailleurs avec celui qui résulte des pourcentages de réussite : 36T (R : 55 %), 88T (R : 50 %), 14T (R : 35 %), 41T (R : 25 %) et enfin 6.T réussie par seulement deux élèves. Et cet ordre suit très exactement les contenus numériques : entiers pour 36T et 88T, décimaux pour 14T et 41T et rationnel non décimal pour 6.T (la situation est analogue dans 3ET qui présente un tableau comportant aussi trois entiers,

avec une solution non entière, ni même décimale, mais la question 3ET est composite comme cela a été indiqué : équation et tableau).

Pour une forme bien déterminée de questions, c'est donc le contenu numérique qui peut créer des variations. Que dire alors des équations ? Le comportement d'un individu expérimenté devant les équations présentées dans ce questionnaire sera à peu près le suivant :

- simplifier à vue s'il y a lieu,
- regarder si l'on peut obtenir x rapidement,
- sinon isoler x , simplifier et résoudre.

Exemples de résolutions possibles de cette façon :

$$\frac{12 \times x}{36} = 13 \text{ remplacé par } \frac{x}{3} = 13, \text{ d'où } x = 39 ;$$

$$\frac{5,25}{7,3} \times x = 10,5 \text{ remplacé par } \frac{x}{7,3} = 2, \text{ d'où } x = 14,6 ;$$

$$150 \times x = 50 \times 1000 \text{ remplacé par } 15x = 50 \times 100, \text{ puis par } 3x = 1000, \\ \text{d'où } x = 1000/3 = 333,33\dots$$

De telles résolutions ne sont certainement pas le fait de beaucoup d'individus de la population interrogée, au vu des résultats. Il semble que nombreux sont les élèves plus ou moins "ligotés" par l'énoncé, cherchant une solution en suivant de très près les opérations de l'énoncé dans l'ordre où elles se présentent. Et ceci peut compliquer le contenu numérique par rapport aux résolutions possibles. Ainsi la division de 12 par 36, dans l'énoncé $\frac{12 \times x}{36} = 13$ fait aboutir à 0,33... Comment alors diviser 13 par 0,33... ? C'est impossible pour des élèves de ce niveau scolaire. Donc ceux qui empruntent cette voie se trouvent pris dans une impasse : le contenu numérique de la question est devenu inaccessible (voir les résultats de 3ET à titre de référence). Nos variables d'énoncé apparaissent ici comme insuffi-

santes pour décrire les résultats, puisqu'elles résultent de résolutions "bien" menées : c'est la résolution la plus proche de l'énoncé, plutôt que la résolution la plus simple, qui doit ici déterminer le contenu numérique. Et ainsi s'expliquent bien les différences constatées, comme la difficulté beaucoup plus grande de 39E et 70E que 39F (équation équivalente à 39E) ou :4E (équation : $27 \times x = 6,75 \times 52$) ; une question sous forme de tableau, à savoir 14T, apparaît ainsi comme ayant un échec plus significatif que l'équation 14E (équation : $\frac{5,25}{7,3} \times x = 10,5$) malgré le statut général des tableaux, signalé ci-dessus. Mais cette conclusion demande tout de même à être modulée par des considérations sur le coût des traitements : par exemple cette question 14E est nettement moins significative que 39F et 70E, très probablement parce que la division de 5,25 par 7,3 présentée par l'énoncé est perçue comme "chère". Deux réactions sont alors possibles : abandon d'un certain nombre d'élèves qui s'engageraient dans la résolution de 39F ou 70E ou qui traitent $\frac{27 \times x}{12} = 9$ en passant par la division de 27 par 12, essai de simplification pour contourner cette difficulté par des élèves qui suivraient "docilement" un énoncé moins ardu en apparence comme 27E (équation : $\frac{27 \times x}{12} = 9$ déjà citée). La première réaction peut expliquer le peu de signification de l'échec à 14E (voir sur les histogrammes le nombre de non-réponses à 14E : 59 sur 107), la seconde pourrait expliquer que la réussite ne soit pas aussi significative que sur d'autres questions, apparaissant dans la même modalité B que 14E, par exemple 6.E (équation : $21 \times x = 9 \times 16$).

Après ces commentaires, il est apparu la nécessité de regarder les classes, notamment pour comprendre la position des tableaux dans le plan des questions.

Variables classes et étude de réponses dans deux classes.

Contrairement à ce que nous avons constaté dans d'autres enquêtes antérieures, les résultats semblent ici dépendre nettement des classes. Ce fait ne peut manquer de surprendre puisque l'organisation scolaire existant actuellement vise en principe à une homogénéité des classes plus grande que précédemment. Or c'est précisément l'inverse qui se produit. Il y a une forte hétérogénéité entre les classes actuelles. Dans notre enquête, la classe 13 se détache très nettement des autres du côté réussite, tandis que la classe 06 se détache tout aussi nettement du côté échec.

Voici d'ailleurs les coordonnées des différentes classes sur l'axe réussite-échec, par ordre de réussites décroissantes :

Classe	Coordonnées
13	1,22
03	0,48
10	0,33
14	0,25
02	0,24
07	- 0,04
05	- 0,05
01	- 0,07
11	- 0,12
12	- 0,16
04	- 0,27
09	- 0,50
08	- 0,54
06	- 0,92

Plusieurs interprétations peuvent être proposées : la carte scolaire, mais la classe 13 par exemple est située dans une petite ville non spécialement favorisée du point de vue social, la réduction des "mathématiques modernes" par

rapport aux "mathématiques traditionnelles" qui favorisent davantage les élèves des familles à bon niveau culturel, mais l'objection précédente peut à nouveau être faite, la sélection des élèves à l'intérieur même des collèges. Nous avons pu constater que la répartition des élèves après la classe de 6ème n'est nullement aléatoire dans beaucoup d'établissements, les professeurs et les chefs d'établissement préférant souvent des classes homogènes (homogénéité interne à chaque classe). Mais nous n'avons pas comparé plusieurs classes d'un même établissement, aussi est-il ici difficile de se prononcer. Mais au lieu de chercher des explications externes comme les précédentes, on peut rechercher des explications internes : les élèves des différentes classes utilisent-ils, avec plus ou moins de bonheur, les mêmes procédures, ou bien y a-t-il des différences manifestes ?

Pour répondre, nous avons retenu la classe 13, pour laquelle le simple fait pour un élève d'y être implique une excellente réussite d'ensemble, et la classe 08, à faible réussite générale, sans que ce soit aussi catastrophique que la classe 06. Et nous avons retenu la question 36T commune aux trois modalités de questionnaire, ainsi que les questions "concrètes" DIA et MIN. Les tableaux de résultats sont les suivants :

Classe 13

		36T		
		E	R	
DIA et MIN	E	1	5	6
	R	1	16	17
		2	21	

Classe 08

		36T		
		E	R	
DIA et MIN	E	11	3	14
	R	11	0	11
		22	3	

Le contraste frappant est la différence des résultats sur la question 36T. D'une classe à l'autre, il y a un renversement complet. Aussi apparaît-il nécessaire de

regarder les procédures utilisées. Comme ceci ne se voyait pas après codage, nous sommes retournés aux copies mêmes, pour obtenir les effectifs ci-dessous.

Résolutions de DIA et MIN : Procédures apparentes		
Traitement visible	Classe 08	Classe 13
Utilisation d'un tableau de proportionnalité	0	8 (0 erreur)
Passage par l'unité (règle de trois traditionnelle)	6 (0 erreur)	5 (dont 1 erreur)
Opérations seules	6 (dont 2 erreurs)	6 (dont 1 erreur)
Autres	2 (dont 1 erreur)	0
Non réponse	11	4

Un tel tableau est éloquent : les effectifs des lignes 2 et 3 sont tout à fait comparables d'une classe à l'autre. C'est donc bien le recours à des tableaux de proportionnalité (matrices 2×2 de déterminant nul, pour le mathématicien) qui est l'élément essentiel de discrimination entre les deux classes. Nous pouvons confirmer ce que l'analyse des correspondances laissait soupçonner : l'apprentissage du recours à des tableaux non seulement est variable entre les classes, mais joue un rôle décisif dans les réponses à des questions courantes où intervient la proportionnalité.

XII

ANALYSES COMPLEMENTAIRES

Outre l'analyse de base présentée au paragraphe précédent, nous avons effectué un certain nombre d'autres analyses, nécessaires pour vérifications et obtention de certaines précisions. Il s'agit des suivantes (1° étant l'analyse de base).

2° Résultats de la population complète sur les questions mathématiques avec réussite élargie pour certaines questions.

3° Résultats mathématiques avec physique en variables supplémentaires pour la population interrogée en math. et physique.

4° Résultats complets de la population interrogée en math. et physique (par rapport à l'analyse précédente, la physique est prise en compte en variables principales).

5° Résultats mathématiques avec géographie en variables supplémentaires pour la population interrogée en math. et géographie.

6° Résultats complets de la population interrogée en math. et géographie.

En annexe, nous présentons des extraits des sorties machine relatives à ces analyses, notamment les graphiques des plans 2-3. L'axe 2 est un axe de modalités, d'intérêt réduit dans cette enquête pour les raisons indiquées, mais l'axe 3 est l'axe réussite-échec, qui a servi à construire le plan des questions dans l'analyse de base.

Voici quelques remarques qu'inspirent ces analyses complémentaires.

L'analyse 2 (réussite élargie) a été faite pour voir si le fait d'amalgamer à la réussite certaines classes d'échecs susceptibles, d'après les examens de tris, d'être proches de la réussite ne détermine pas une analyse plus

nette que la première pour certaines questions. Cette netteté se réfère à l'éloignement de l'origine (rappelons qu'une question est d'autant plus significative que, dans le plan des questions construit d'après l'axe réussite-échec, elle est à une plus grande distance de l'origine). Dans la présente analyse, on note certes un éloignement de l'origine, mais pratiquement aucune rotation dans le plan des questions par rapport à l'analyse de base : seules les questions 14E et 70E tournent quelque peu, en ayant dans la nouvelle analyse un échec qui prend quelque signification. Ceci ne modifie évidemment pas les interprétations antérieurement présentées. Cependant, pour les renforcer encore, en mettant en évidence que les résultats des élèves ne sont pas à la merci de quelques erreurs accidentelles par ci par là, il conviendrait de procéder à des amalgames systématiques de classes d'échecs, et non seulement à quelques amalgames que les tris font apparaître comme éventuellement utiles à l'expérimentateur. Dans un récent travail de 3e cycle ([IG]), ce problème a été étudié, mais nous n'en disposons pas encore au moment des analyses. L'analyse "réussite élargie" effectuée ici ne peut donc constituer qu'une présomption de stabilité.

Les analyses 3 et 4 (resp. 5 et 6) doivent être regardées simultanément. L'analyse 4^(resp. 6) eut pu suffire pour comparaison avec l'analyse de base, s'il n'était pas apparu une légère différence entre les populations interrogées en physique et géographie, différence due à l'hétérogénéité des classes examinée dans le paragraphe 11. C'est pourquoi nous avons extrait de l'analyse de base les résultats des populations "physique" et "géographie", que nous avons analysé séparément. Et ce sont ces analyses qu'il y a à comparer respectivement avec les analyses 4 et 6 qui incorporent les questions de physique et de géographie respectivement. Des différences de comportement des élèves devant les questions de math. et celles de physique (resp. géographie) se traduiraient par des déplacements dans le plan des questions, résultant d'une certaine indépendance des résultats, de la façon suivante (exposée pour les questions de physique, afin de fixer les idées) :

Pour l'analyse des seules questions mathématiques en variables principales, les questions de physique (variables supplémentaires) apparaîtraient comme plus proches de l'origine dans le plan des questions que pour l'analyse complète. Par compensation les questions de mathématiques se trouveraient rapprochées de l'origine quand les résultats de physique seraient pris en compte comme variables principales. En effet, la réussite ou l'échec aux questions de mathématiques détermineraient relativement peu celles aux questions de physique.

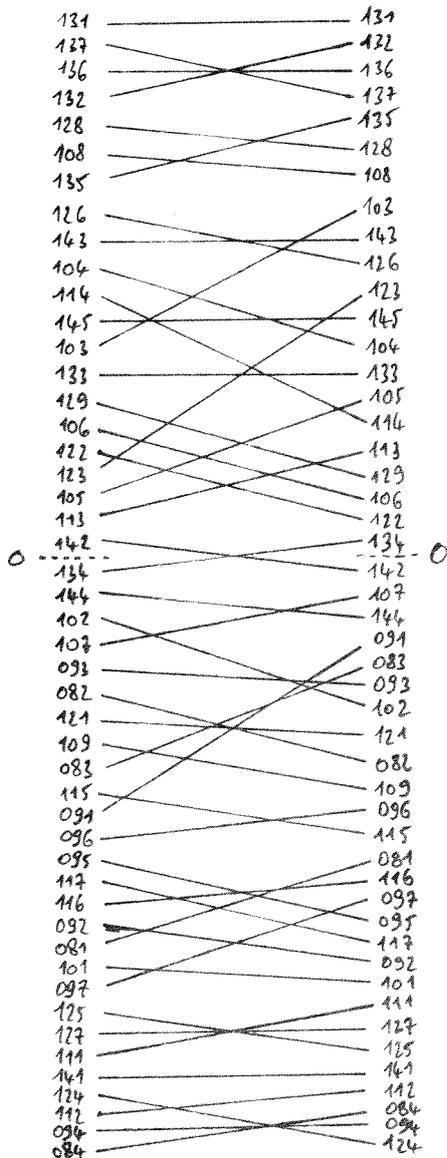
L'examen des sorties machine montre que ce n'est pas ce qui se produit ici. Les deux graphiques de plan 2-3 seraient extrêmement difficiles à reconnaître l'un de l'autre si on supprimait leurs titres. Seule la question DIP (diamant en physique) subi un déplacement assez net, son échec devenant très significatif dans l'analyse "math. et phys. complet" ; mais en même temps l'échec à MIN, dans la même modalité C, augmente en signification, alors qu'il s'agit d'une question de mathématique. Il convient donc de penser plutôt ici que l'incorporation, à l'analyse, des questions de physique équilibre les questions posées uniquement en modalité C par rapport aux autres questions, questions qui se trouvaient être relativement peu significatives parmi les questions mathématiques.

Pour math. et géographie, la situation est la même que pour math. et physique : plan 2-3 pratiquement identiques dans les deux analyses, une question, KWN, qui prend plus de signification, mais ici par sa réussite, dans l'analyse "math. et géo. complet" (et il s'agit d'une question purement de C). Il s'ajoute seulement une autre question, PBB (c'est P1 en modalité B, séparée de PAC = P1 en modalités A et C pour des raisons d'équilibre global), dont l'échec augmente de signification.

Ces comparaisons renforcent donc la conclusion sur la cohérence des résultats entre les diverses matières.

Toutefois, nous pouvons faire un examen supplémentaire d'un autre genre : celui des résultats individuels. Chaque élève se voit attribuer par l'analyse une coordonnée sur l'axe réussite-échec. Cette coordonnée peut être vue comme une note attribuée à l'élève sur l'ensemble de ses réponses au questionnaire, réussite et échec à chaque question se trouvant pondérées d'après les résultats de toute la population. Il est ainsi possible de placer côte à côte les "notes" obtenues par les élèves à l'issue de deux analyses. Le plus sûr pour cette comparaison est de procéder modalité par modalité, pour éviter de comparer des élèves qui n'ont pas eu en mains les mêmes questionnaires. A titre d'exemple, voici (schéma ci-dessous) ce que l'on obtient pour les élèves de la modalité A ayant eu le questionnaire de géographie, en ordonnant simplement les élèves,

Géo en Sup Math. et Géo complet



sans tenir compte de la position résultant de la valeur exacte de leur coordonnée sur l'axe 3. On remarque sur un tel schéma qu'il y a une bonne cohérence individuelle : les deux classements diffèrent peu. Toutefois, il apparaît quelques écarts. Ainsi l'élève 103 (numéro complet de l'élève : 4103) "grimpe" quand on prend la géographie en compte. De même l'élève 123 (n° complet dans le questionnaire : 4123). Au contraire, les élèves 102 (n° complet ; 4102) et surtout 114 (n° complet : 4114) baissent sur la géographie. Globalement donc, il y a une excellente cohérence des résultats individuels, mais le schéma attire l'attention, par contraste, sur quelques variations individuelles.

Il en est de même pour les autres modalités. Ainsi avons-nous opéré une ponction parmi les élèves qui se trouvent ainsi déplacés selon que l'on considère seulement les math. ou les math. et l'autre questionnaire.

Voici donc quelques cas de variation, à titre d'illustration.

1) Elèves abaissés par la prise en compte de la géographie.

Elève 5148 (modalité : B): moyen en math., devient faible avec la géographie.

En math, réussit : $\frac{27 \times x}{12} = 9$,

88	x
264	66

 ,

600	1800
1200	?

$$12 \times x = 36 \times 13 , 21 \times x = 9 \times 16 .$$

En géographie, ne réussit que la première question de lecture du graphique des populations.

Commentaire : A réussi en math. les questions E ou T (équations ou tableaux) à contenu mathématique portant uniquement sur les entiers. N'a réussi aucune autre question. En géographie, ne prend pas en compte les données nécessaires. Il s'agit donc d'un élève capable d'utiliser des techniques opératoires ("sachant calculer") mais n'ayant pas d'idée de la proportionnalité.

Elève 6096 (modalité : C) : bon en math., devient moyen avec la géographie. En math., n'échoue vraiment que sur le minéral, l'ordre des fractions (ordonne d'après les seuls numérateurs) et le tableau

21	9
16	x

 (à solution non décimale). Commet une légère erreur (catégorie "quasi-réussite") sur $\frac{4,7 \times x}{14,1} = 23,5$ et sur la comparaison des rectangles. Réussit les autres questions. En géographie, se trompe d'opération (: au lieu de X) sur les kwh, lit l'égalité des populations sur le graphique mais refuse (réponse : "non") le double, réussit la conversion distance-carte → distance-terrain, ne fait rien sur les rendements de betteraves et le pourcentage de femmes actives, et commet une erreur de

calcul dans la question "salaires et pain".

Commentaire : Il s'agit d'un élève sujet à des erreurs de calcul (2 en math., 1 en géographie). La réussite à la dernière question de géographie, tributaire d'une telle erreur, lui aurait permis de conserver son classement au lieu de rétrograder. Mais, d'autre part, cet élève a encore à améliorer sa compréhension du sens de la division (fractions et kwh).

2) Elèves améliorés par la géographie.

Elève 6085 (modalité : C) : moyen en math., bon avec géographie.

En géographie, réussit tout sauf deux questions auxquelles il ne répond pas : le double pour les populations et le pourcentage de femmes actives.

En math., se trompe sur la première équation, en recopiant 468 alors qu'il avait obtenu le résultat correct 39, fait une erreur de calcul sur la deuxième équation, ne réussit pas à ranger les fractions et se réfère à l'addition (au lieu de la multiplication) dans deux des tableaux de proportionnalité. Réussit les autres questions.

Commentaire. Il s'agit ici d'une observation qui peut bien expliquer qu'en cas d'écart entre questions analogues (ce qui est rare d'ailleurs), celui-ci est plutôt en défaveur des mathématiques. L'élève 6085 commet en mathématiques des erreurs qu'un contrôle des résultats lui permet, ailleurs, de rectifier ou d'éviter. Par exemple, la confusion entre structures additive et multiplicative n'apparaît chez lui que sur des tableaux "abstraites" (au sens de non contrôlables par une procédure autre que celle de la résolution).

Elève 5103 (modalité : B) : juste en dessous de la moyenne en math., d'une très bonne moyenne après la géographie.

En géographie, ne se trompe que sur les kwh (effectue une division au lieu de multiplier), sur le double pour les populations, sur le pourcentage des femmes actives.

En math., réussit $\frac{27 \times x}{12} = 9$,

88	x
264	66

, la comparaison des rectangles, et les équations $12 \times x = 36 \times 13$ et $21 \times x = 9 \times 16$. Se trompe ou s'arrête dans le traitement des autres questions. Change notamment de procédure dans le traitement des tableaux.

Commentaire. Cette observation fait apparaître un certain manque de stabilité sur les procédures utilisées en mathématiques. Cette instabilité accompagne les cas où il semble y avoir difficulté pour cet élève à donner un sens aux objets présentés par un énoncé (voir les questions de géographie non réussies). Il s'agit donc d'une cause d'écart différente de l'élève 6085.

BIBLIOGRAPHIE

- [B] J.P. BENZECRI et collaborateurs : L'analyse des Données, Dunod (Paris), 1973.
- [G] C. DUPUIS, R. DUVAL et F. PLUVINAGE : Sur la stabilité de la géométrie en fin de 3ème. Brochure APMEP, Géométrie au Premier Cycle, tome II (Lyon), 1978.
- [H] F. HITT : Comportements de retour en arrière après la découverte d'une contradiction. Thèse 3ème cycle, U.L.P. Strasbourg, 1978.
- [N] Une équipe de l'IREM de Strasbourg : Sur l'acquisition des structures numériques en fin de 3ème. Educational Studies in Mathematics 5 (1974), Reidel, Dordrecht.
- [O] G. NOELTING : The Development of Proportional Reasoning and the Ratio Concept, Educational Studies in Mathematics 11-2 (1980), Reidel, Dordrecht.
- [P] F. PLUVINAGE : La difficulté des exercices scolaires en mathématiques. Thèse U.L.P. Strasbourg, 1977.
- [V] G. VERGNAUD et all. Quelles connaissances les enfants de 6ème ont-ils des "structures multiplicatives" élémentaires? Bulletin APMEP n° 313 (1978), Lyon.
- [VR] A. ROUCHIER : Situations et processus didactiques dans l'étude des nombres rationnels positifs. A paraître dans Recherches en Didactique des Mathématiques.
- [IG] J. IGRSHEIM : Thèse de 3ème Cycle (A paraître).

- [DM] R. DUVAL et F. PLUVINAGE : Démarches individuelles de réponse en mathématique. Educational Studies in Mathematics 8 (1977).
- [NM] N. NASSIRI-MOUSSAVI : Etude sur la signification d'erreurs et le rôle d'avertisseurs. Thèse de 3ème cycle. U.L.P. 1978.
- [S] S. SIEGEL : Non parametric statistics for the behavioral scientists. Mc Graw Hill (New York), 1956.

LES VALEURS PROPRES VAL(1) = .999999951

HISTOGRAMME DES VALEURS PROPRES DE LA MATRICE

NUM	ITER	VAL PROPRE	POURCENT	CUMUL
2	1	.48329021	24.726	24.726
3	1	.47584834	24.346	49.072
4	0	.14969381	7.659	56.731
5	0	.09045949	4.628	61.359
6	1	.07326006	3.748	65.107
7	1	.06277329	3.212	68.319
8	2	.05893688	3.015	71.334
9	1	.05030638	2.574	73.908
10	1	.04728954	2.419	76.328
11	4	.04692159	2.401	78.728
12	2	.04338619	2.220	80.948
13	2	.03919351	2.005	82.953
14	2	.03900177	1.995	84.949
15	3	.03513045	1.797	86.746
16	2	.03363223	1.721	88.467
17	3	.03203037	1.639	90.106
18	2	.03172296	1.623	91.729
19	3	.03001736	1.536	93.264
20	2	.02858937	1.463	94.727
21	2	.02653877	1.358	96.085
22	2	.02401582	1.229	97.314
23	2	.01904172	.974	98.288
24	3	.01776557	.909	99.197
25	1	.01569904	.803	100.000
26	2	.00000000	.000	100.000
27	2	.00000000	.000	100.000
28	2	.00000000	.000	100.000
29	4	.00000000	.000	100.000
30	2	.00000000	.000	100.000
31	2	.00000000	.000	100.000
32	4	.00000000	.000	100.000
33	2	.00000000	.000	100.000
34	3	.00000000	.000	100.000
35	3	.00000000	.000	100.000
36	1	.00000000	.000	100.000
37	2	.00000001	.000	100.000
38	1	.00000001	.000	100.000
39	2	.00000001	.000	100.000
40	2	.00000001	.000	100.000
41	1	.00000001	.000	100.000
42	1	.00000001	.000	100.000
43	1	.00000001	.000	100.000
44	1	.00000002	.000	100.000
45	1	.00000002	.000	100.000
46	2	.00000003	.000	100.000
47	0	.00000004	.000	100.000
48	2	.00000007	.000	100.000
49	1	.00000008	.000	100.000
50	0	.00000011	.000	100.000

TEMPS CALCUL POUR LA DIAGONALISATION = 4 SECONDES

J1	Q1	POID	INR	1=F	C02	CTR*	2=F	C02	CTR*	3=F	C02	CTR*	4=F	C02	CTR*	5=F	C02	CTR*	6=F	C02	CTR*	
1*	A*	999	44	47*	-225	24	5*-1428	975	189*	14	0	0*	-3	0	0*	14	0	0*	-3	0	0*	
2*	B*	999	45	47*	-1111	617	116*	874	382	73*	-10	0	0*	-8	0	0*	-14	0	0*	-2	0	0*
3*	C*	1000	47	46*	1291	871	161*	497	129	24*	-3	0	0*	0	0*	0	0	0*	5	0	0*	
4*	BC*	999	123	30*	107	24	3*	683	975	121*	-6	0	0*	2	0	0*	-7	0	0*	1	0	0*
5*	CA*	999	121	31*	555	617	77*	-437	382	49*	5	0	0*	-4	0	0*	7	0	0*	1	0	0*
6*	AB*	1000	119	32*	-675	871	112*	-260	129	17*	2	0	0*	2	0	0*	0	0	0*	-3	0	0*
7*	R36T*	457	25	10*	-17	0	0*	28	1	0*	-486	290	40*	-328	132	30*	-78	7	2*	-149	27	9*
8*	E36T*	457	20	13*	20	0	0*	-34	1	0*	597	290	49*	403	132	37*	95	7	3*	183	27	11*
9*	RR8C*	511	11	18*	122	5	0*	680	144	10*	-471	69	16*	-829	214	82*	-148	7	3*	481	72	40*
10*	ER8C*	636	20	13*	99	8	0*	684	366	20*	245	47	8*	451	159	45*	70	4	1*	-258	52	21*
11*	RRAA*	524	3	22*	-217	4	0*	-1458	166	15*	-1706	228	64*	1220	116	54*	-98	1	0*	343	9	6*
12*	ERAA*	828	11	17*	-227	17	1*	-1420	675	43*	511	88	20*	-358	43	16*	46	1	0*	-103	4	2*
13*	R39E*	725	24	11*	161	29	1*	673	514	23*	-123	17	2*	-223	56	13*	-10	0	0*	-311	109	37*
14*	E39E*	456	7	20*	-89	1	0*	718	88	7*	418	30	8*	824	115	50*	5	0	0*	1144	222	138*
15*	R39F*	498	3	22*	-218	3	0*	-1451	133	12*	-1971	245	70*	1164	96	40*	202	3	2*	662	28	19*
16*	E39F*	854	12	17*	-226	18	1*	-1423	727	51*	460	75	17*	-266	25	9*	-28	0	0*	-153	8	4*
17*	R27E*	495	18	14*	-62	3	0*	708	334	19*	-241	39	7*	-408	112	34*	71	3	1*	-6	0	0*
18*	E27E*	390	12	17*	357	48	3*	646	157	11*	338	43	10*	604	137	50*	-120	5	2*	12	0	0*
19*	R270*	726	7	20*	-222	9	1*	-1433	387	31*	-1089	223	57*	648	79	33*	305	18	9*	-228	10	6*
20*	E270*	738	8	19*	-227	10	1*	-1423	400	32*	1072	227	58*	-629	78	33*	-256	14	7*	213	9	5*
21*	ROAC*	328	7	20*	437	33	3*	-592	61	5*	-1061	195	51*	-92	1	1*	455	36	19*	65	1	0*
22*	EOAC*	659	24	11*	589	373	17*	-393	166	8*	310	104	15*	21	0	0*	-121	15	5*	-17	0	0*
23*	RO88*	863	2	22*	-1112	60	5*	969	37	3*	-543	14	4*	-974	46	22*	-2141	222	131*	80	0	0*
24*	ER88*	701	23	12*	580	334	16*	-407	165	8*	-336	2	1*	166	11	4*	329	44	19*	-16	0	0*
25*	R880*	465	8	19*	483	47	4*	-526	56	4*	1015	208	53*	42	0	0*	235	55	17*	-187	35	13*
26*	E880*	638	8	19*	-1108	242	19*	866	144	12*	-353	25	6*	-461	42	18*	-920	91	47*	558	63	38*
27*	R88T*	643	8	19*	-1114	251	20*	883	158	13*	326	22	5*	467	44	18*	875	155	80*	-262	14	8*
28*	E88T*	643	2	22*	686	16	1*	-264	2	0*	-1986	135	40*	-668	15	7*	1395	65	39*	1531	80	56*
29*	E70E*	905	29	9*	549	521	18*	-446	344	12*	109	20	2*	31	2	0*	-65	7	2*	-79	11	3*
30*	R41T*	405	4	21*	-1106	110	10*	861	67	6*	-558	28	8*	-403	15	7*	-1410	179	102*	254	6	4*
31*	E41T*	759	11	17*	-1112	414	29*	879	258	18*	170	10	2*	143	7	3*	446	66	31*	-87	3	1*
32*	ROIA*	463	17	15*	-683	274	16*	-237	33	2*	-464	126	24*	151	13	4*	-170	17	7*	-11	0	0*
33*	EDIA*	390	13	17*	-663	177	12*	-289	34	2*	601	146	32*	-189	14	5*	218	19	8*	8	0	0*
34*	RMIN*	625	7	20*	1285	288	23*	497	43	4*	-327	19	5*	-831	120	52*	638	71	39*	692	84	51*
35*	EMIN*	697	9	19*	1295	406	31*	497	60	5*	244	14	4*	626	95	38*	-487	57	29*	-519	65	38*
36*	R6E*	604	12	17*	-672	154	11*	-275	26	2*	-825	232	53*	50	1	0*	-446	68	31*	228	18	10*
37*	E6E*	604	18	14*	-677	308	17*	-250	42	2*	523	185	33*	-28	1	0*	281	53	20*	-148	15	6*
38*	R6T*	283	0	23*	1270	11	1*	497	2	0*	-418	1	0*	169	0	0*	-375	1	1*	-6352	268	193*
39*	E6T*	980	15	15*	1291	846	53*	497	125	9*	828	198	47*	89	2	1*	-712	147	71*	87	2	1*
40*	R3ET*	552	10	18*	-525	80	6*	-653	123	9*	432	142	25*	-43	1	0*	370	104	37*	-49	2	1*
41*	E3ET*	682	20	13*	-752	431	23*	-56	2	0*	435	7	2*	-810	25	12*	-721	20	12*	565	12	8*
42*	R14E*	139	2	22*	-1118	47	4*	862	28	3*	-435	1	0*	108	5	2*	73	2	1*	-72	2	1*
43*	E14E*	855	14	16*	-1110	521	34*	876	324	22*	42	1	0*	108	5	2*	73	2	1*	-72	2	1*
44*	R14T*	615	5	20*	1286	223	18*	502	34	3*	-514	36	10*	-1121	159	75*	840	95	52*	554	58	37*
45*	E14T*	766	10	18*	1293	484	35*	494	71	5*	267	21	5*	587	100	39*	-445	57	28*	-339	33	19*
46*	R40*	748	7	20*	-221	9	1*	-1433	368	30*	-1166	243	63*	757	103	44*	317	18	9*	-195	7	4*
47*	E40*	776	8	19*	-228	11	1*	-1424	420	33*	1057	231	58*	-676	95	39*	-254	13	7*	167	6	3*
48*	R4E*	798	10	18*	1292	492	36*	498	73	5*	-248	18	4*	-493	72	28*	311	29	14*	-623	114	64*
49*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
50*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
51*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
52*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
53*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
54*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
55*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
56*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
57*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
58*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
59*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
60*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
61*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
62*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
63*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
64*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
65*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
66*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
67*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
68*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
69*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
70*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	129*
71*	E4E*	650	5	21*	1288	217	38*	495	32	3*	480	30	8*	960	120	54*	-614	49	27*	1243	202	

USUP	GLT	POID	INR	1=F	C02	CTR*	2=F	C02	CTR*	3=F	C02	CTR*	4=F	C02	CTR*	5=F	C02	CTR*	6=F	C02	CTR*	
51	*RMP*	100	6	20*	-727	83	7*	-140	3	0*	-266	11	3*	56	0	0*	-123	2	1*	79	1	1*
52	*EMIP*	185	9	19*	-625	95	7*	-367	33	3*	398	38	9*	-38	0	0*	247	15	7*	-133	4	2*
53	*RDIP*	256	5	21*	1287	209	17*	495	31	3*	-79	1	0*	-125	2	1*	161	3	2*	283	10	7*
54	*EDIP*	136	2	22*	1302	76	17*	492	11	1*	455	9	3*	777	27	13*	-514	12	7*	169	1	1*
55	*RAAA*	94	2	22*	-226	2	0*	-1434	70	6*	-679	16	5*	182	1	1*	198	1	1*	353	4	3*
56	*EAAA*	353	6	20*	-1419	306	1*	-1419	306	25*	412	26	7*	-259	10	4*	56	0	0*	-145	3	2*
57	*RABC*	89	4	21*	269	7	1*	653	40	3*	-276	7	2*	-390	14	7*	115	1	1*	461	20	13*
58	*EABC*	200	11	18*	-24	0	0*	704	152	11*	188	11	3*	346	37	14*	17	0	0*	-35	0	0*
59	*RC02*	120	8	19*	545	60	5*	-448	41	3*	-144	4	1*	-136	4	2*	178	6	3*	156	5	3*
60	*EC02*	132	7	20*	469	39	3*	-544	53	4*	441	35	9*	93	2	1*	-134	3	2*	34	0	0*
61	*RC60*	151	2	22*	-1106	50	5*	862	31	3*	-490	10	3*	-350	5	2*	-1153	55	33*	46	0	0*
62	*EC60*	349	6	20*	-1107	176	14*	879	111	9*	231	8	2*	337	16	7*	507	37	20*	-76	1	1*
63	*RDL*	113	2	22*	-227	2	0*	-1424	176	7*	-821	25	7*	217	2	1*	434	7	4*	194	1	1*
64	*EDLL*	355	6	20*	-227	8	1*	-1422	299	25*	480	34	9*	-280	12	5*	-17	0	0*	-113	2	1*
65	*RDLA*	75	5	21*	47	0	0*	686	54	5*	-297	10	3*	-297	10	5*	-16	0	0*	70	1	0*
66	*EDLA*	189	10	18*	59	1	0*	692	133	10*	232	15	4*	358	36	14*	71	1	1*	111	3	2*
67	*RS3G*	97	3	22*	651	28	3*	-320	7	1*	-659	29	8*	-344	8	4*	417	12	7*	438	13	9*
68	*ES3G*	216	12	17*	474	78	5*	-536	99	7*	326	37	8*	49	1	0*	-64	1	1*	16	0	0*
69	*RS7G*	108	1	23*	-1101	24	2*	859	15	1*	-671	9	3*	-415	3	2*	-1649	55	33*	285	2	1*
70	*ES7G*	377	7	20*	-1108	209	17*	877	131	11*	158	4	1*	252	11	5*	348	21	11*	-92	1	1*
71	*RZ1*	8	14	16*	-50	1	0*	-73	2	0*	-37	1	0*	-41	1	0*	58	1	1*	68	2	1*
72	*EZ1*	37	8	19*	-24	0	0*	51	1	0*	365	28	7*	184	7	3*	55	1	0*	15	0	0*
73	*RZ2*	49	5	21*	-87	1	0*	-225	6	0*	-512	29	8*	-55	0	0*	315	11	6*	128	2	1*
74	*EZ2*	50	18	14*	-29	1	0*	22	0	0*	267	45	8*	65	3	1*	-9	0	0*	29	1	0*
75	*RZAB*	144	10	18*	-649	115	9*	-326	29	2*	-39	0	0*	-9	0	0*	25	0	0*	-32	0	0*
76	*EZAB*	100	5	21*	-699	64	5*	-176	4	0*	432	24	7*	18	0	0*	226	7	4*	-73	1	0*
77	*RZCC*	215	4	21*	1292	177	15*	495	26	2*	-35	0	0*	-113	1	1*	131	2	1*	293	9	6*
78	*EZCC*	147	3	22*	1289	105	9*	493	15	1*	236	4	1*	507	16	8*	-278	5	3*	186	2	1*
79	*RVAC*	207	4	21*	-221	4	0*	-1439	178	16*	-421	15	4*	278	7	3*	-160	2	1*	94	1	1*
80	*EVAC*	180	4	21*	-225	4	0*	-1431	176	15*	72	0	0*	63	0	0*	46	0	0*	-11	0	0*
81	*RCAV*	214	12	17*	148	8	1*	677	164	12*	-188	13	3*	-263	25	9*	-85	3	1*	-64	1	1*
82	*ECAV*	64	4	21*	174	3	0*	673	46	4*	270	7	2*	249	6	3*	43	0	0*	-145	2	1*
83	*RKWH*	204	3	22*	-753	40	4*	-67	0	0*	-1201	102	29*	-154	2	1*	-909	58	34*	159	2	1*
84	*EKWH*	199	12	17*	-664	156	11*	-230	30	2*	148	8	2*	44	1	0*	109	4	2*	12	0	0*
85	*RKWN*	172	2	22*	1282	68	6*	497	10	1*	-525	11	3*	-1063	47	22*	700	20	12*	616	16	11*
86	*EKWN*	373	7	20*	1293	291	23*	499	43	4*	61	1	0*	144	4	2*	-160	4	2*	-416	30	19*
87	*RJOU*	102	2	22*	-665	18	2*	-289	3	0*	-1301	70	20*	246	2	1*	-455	9	5*	21	0	0*
88	*EJOU*	215	13	17*	-685	189	13*	-239	23	2*	38	1	0*	-30	0	0*	-47	1	0*	44	1	0*
89	*RPAI*	201	4	21*	1290	143	12*	503	22	2*	-274	6	2*	-519	23	11*	255	6	3*	-87	1	0*
90	*EPAI*	252	5	21*	1290	204	17*	496	30	3*	91	1	0*	187	4	2*	-149	3	1*	-279	10	6*
91	*RFL0*	183	1	23*	-219	1	0*	-1469	29	3*	-2937	115	35*	1568	33	16*	199	1	0*	522	4	3*
92	*EFL0*	358	7	20*	-223	8	1*	-1432	348	28*	77	1	0*	44	0	0*	-80	1	1*	-2	0	0*
93	*RFIF*	34	0	23*	477	2	0*	603	4	0*	-1047	11	3*	-1268	16	8*	-286	1	1*	-145	0	0*
94	*EFIF*	266	16	15*	145	11	1*	678	244	15*	-41	1	0*	-98	5	2*	-45	1	0*	-83	4	2*
95	*R8NO*	165	5	20*	702	66	6*	-259	9	1*	-785	83	22*	-58	0	0*	213	6	3*	77	1	1*
96	*EBNO*	180	10	18*	545	88	6*	-451	60	4*	237	17	4*	58	1	0*	-133	5	2*	-176	9	5*
97	*R8IF*	200	3	22*	-1110	82	7*	867	50	5*	-471	15	4*	-440	13	6*	-769	40	23*	-45	0	0*
98	*E8IF*	249	5	21*	-1117	147	12*	879	91	8*	157	3	1*	17	0	0*	244	7	4*	93	1	1*
99	*RPI*	25	21	12*	-3	0	0*	70	4	0*	-124	13	2*	-83	6	2*	-39	1	0*	-30	1	0*
100	*EPI*	30	2	22*	429	10	1*	-379	7	1*	113	1	0*	382	8	4*	-186	2	1*	-200	2	1*

10/2

USUP	GLT	POID	INR	1=F	C02	CTR*	2=F	C02	CTR*	3=F	C02	CTR*	4=F	C02	CTR*	5=F	C02	CTR*	5=F	C02	CTR*														
101*	RP2*	47	5	21*	106	1	0*	273	9	1*	-471	25	7*	-70	1	0*	-276	9	5*	98	1	1*													
102*	EP2*	7	19	14*	21	0	0*	-37	1	0*	-6	0	0*	-30	1	0*	4	0	0*	-84	5	2*													
103*	BPAC*	229	14	16*	608	159	10*	-372	59	4*	-143	9	2*	-30	0	0*	29	0	0*	-74	2	1*													
104*	EPAC*	36	2	22*	537	14	1*	-470	11	1*	75	0	0*	329	5	3*	-295	4	2*	-188	2	1*													
105*	RP48*	410	8	19*	-1115	246	19*	874	151	12*	-91	2	0*	-179	6	3*	-153	5	3*	50	0	0*													
106*	EP88*	18	0	23*	-1084	4	0*	884	3	0*	642	1	0*	1124	4	2*	1346	6	4*	-373	0	0*													
107*	PHYS*	21	22	12*	-41	2	0*	-28	1	0*	108	11	2*	40	2	0*	57	3	1*	49	2	1*													
108*	EOG*	21	23	11*	39	2	0*	27	1	0*	-102	11	2*	-38	2	0*	-53	3	1*	-46	2	1*													
109*	CL01*	5	3	21*	37	0	0*	-52	0	0*	69	0	0*	-74	0	0*	170	2	1*	-196	3	2*													
110*	CL02*	6	3	22*	-2	0	0*	-29	0	0*	-243	4	1*	164	2	1*	56	0	0*	-53	0	0*													
111*	CL03*	45	3	22*	-7	0	0*	43	0	0*	-483	17	5*	130	1	1*	-181	2	1*	589	25	17*													
112*	CL04*	20	3	22*	76	0	0*	-97	1	0*	275	6	2*	-232	4	2*	279	6	4*	193	3	2*													
113*	CL05*	12	4	21*	-182	3	0*	-127	1	0*	53	0	0*	250	6	3*	55	0	0*	-153	2	1*													
114*	CL06*	81	3	22*	-173	2	0*	42	0	0*	923	67	19*	264	5	3*	134	1	1*	276	6	4*													
115*	CL07*	14	3	22*	-1	0	0*	67	0	0*	36	0	0*	-289	5	2*	-217	3	2*	-330	6	4*													
116*	CL08*	38	3	22*	28	0	0*	272	5	0*	542	21	6*	324	7	3*	170	2	1*	202	3	2*													
117*	CL09*	24	3	22*	29	0	0*	-149	1	0*	502	16	5*	-110	1	0*	12	0	0*	318	6	4*													
118*	CL10*	26	4	21*	25	0	0*	-50	0	0*	-327	10	3*	-242	5	3*	142	2	1*	-304	9	6*													
119*	CL11*	30	3	22*	40	0	0*	8	0	0*	124	1	0*	-166	2	1*	-111	1	1*	-578	26	18*													
120*	CL12*	29	4	21*	129	1	0*	-139	2	0*	165	2	1*	520	23	11*	47	0	0*	114	1	1*													
121*	CL13*	149	3	21*	-5	0	0*	24	0	0*	-1222	123	34*	-244	5	2*	-493	20	11*	113	1	1*													
122*	CL14*	18	3	21*	18	0	0*	229	4	0*	-253	5	1*	-319	8	4*	-131	1	1*	-74	0	0*													
				* 6666.0	1442*					288*					290*					348*					235*					287*					181*

TARET:PROGRAMMEIBENZECRI:METHODE STATISTIQUE
 UTILISATION DES STRUCTURES NUMERIGUES 79 MATHEMATIQUE REUSSITE LARGE
 NI NJ NI2 NJ2 NF IOR LEC IEC RWD IBF OUT MAT IFS JFS IGR
 322 50 0 0 6 0 10 8 1 9 0 1 1 1 1

A(1)	R(2)	C(3)	BC(4)	CA(5)	AB(6)	R36T(7)	E36T(8)	RRRC(9)	ERRC(10)
RRAA(11)	ERAA(12)	R39E(13)	E39E(14)	R39F(15)	E39F(16)	R27E(17)	E27E(18)	R270(19)	E270(20)
ROAC(21)	EOAC(22)	ROBB(23)	EORB(24)	R880(25)	E880(26)	R48T(27)	E88T(28)	R70E(29)	E70E(30)
R41T(31)	E41T(32)	RDIA(33)	EDIA(34)	RMIN(35)	EMIN(36)	R5.E(37)	E5.E(38)	R6.T(39)	E6.T(40)
R3ET(41)	E3ET(42)	R14E(43)	E14E(44)	R14T(45)	E14T(46)	R:40(47)	E:40(48)	R:4E(49)	E:4E(50)

(1X,A4,8E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/6F13.8.)

Matrices

NOMJ(J) I	A	B	C	BC	CA	AB	R36T	E36T	RRBC	ERBC	RRAA	ERAA	R39E	E39E	R39F	E39F	R27E	E27E	R270	
PJ(U)	I	321.	321.	324.	860.	860.	856.	180.	142.	77.	138.	28.	79.	177.	38.	22.	85.	130.	85.	52. 7084.

NOMJ(J) I	E270	ROAC	EOAC	ROBB	EOBB	R880	E880	R88T	E88T	R70E	E70E	R41T	E41T	RDIA	EDIA	RMIN	EMIN	R6.E	E6.E	
PJ(U)	I	55.	48.	167.	13.	94.	160.	55.	57.	50.	30.	185.	38.	69.	120.	94.	47.	61.	83.	131. 7084.

NOMJ(J) I	R6.T	E6.T	R3ET	E3ET	R14E	E14E	R14T	E14T	R:40	E:40	R:4E	E:4E		
PJ(U)	I	5.	103.	90.	124.	28.	79.	38.	70.	51.	56.	72.	36.	7084.

TEMPS CALCUL DE LA MATRICE A DIAGONALISER = 20 SECONDES

TABET:PROGRAMME BENZECRI: METHODE STATISTIQUE
UTILISATION DES STRUCTURES NUMERIQUES 79 MATH AVEC PHYS EN SUPPLEMENTAIRE

NI NJ N12 NJ2 NF IOR IEC RWD IBF OUT MAT IFS JFS IGR
147 122 0 72 6 0 10 8 1 9 0 10 1 1 1

A(1)	B(2)	C(3)	BC(4)	CA(5)	AB(6)	R36T(7)	E36T(8)	RRBC(9)	ERBC(10)
RRAA(11)	ERAA(12)	R39E(13)	E39E(14)	R39F(15)	E39F(16)	R27E(17)	E27E(18)	R270(19)	E270(20)
ROAC(21)	EOAC(22)	ROBB(23)	EOBB(24)	R880(25)	E880(26)	R98T(27)	E88T(28)	R70E(29)	E70E(30)
R41T(31)	E41T(32)	RDIA(33)	EDIA(34)	RMIN(35)	EMIN(36)	R6.E(37)	E6.E(38)	R6.T(39)	E6.T(40)
R3ET(41)	E3ET(42)	R14E(43)	E14E(44)	R14T(45)	E14T(46)	R40C(47)	E40C(48)	R40E(49)	E40E(50)
RMIP(51)	EMIP(52)	RDIP(53)	EDIP(54)	RAAA(55)	EAAA(56)	RABC(57)	EABC(58)	RC02(59)	EC02(60)
RC60(61)	EC60(62)	RDLL(63)	EDLL(64)	RDLA(65)	EDLA(66)	RS3G(67)	ES3G(68)	RS7G(69)	ES7G(70)
RZ1(71)	EZ1(72)	RZ2(73)	EZ2(74)	RZAB(75)	EZAB(76)	RZCC(77)	EZCC(78)	RVAC(79)	EVAC(80)
RCAV(81)	ECAV(82)	RKWH(83)	EKWH(84)	RKWN(85)	EKWN(86)	RJOU(87)	EJOU(88)	RPAI(89)	EPAI(90)
RFLO(91)	EFLO(92)	RFIF(93)	EFIF(94)	R8NO(95)	EBNO(96)	R3IF(97)	E3IF(98)	RPI(99)	EPI(100)
RP2(101)	EP2(102)	RPAC(103)	EPAC(104)	RPBB(105)	EPBB(106)	PHYS(107)	GE0G(108)	CL01(109)	CL02(110)
CL03(111)	CL04(112)	CL05(113)	CL06(114)	CL07(115)	CL08(116)	CL09(117)	CL10(118)	CL11(119)	CL12(120)
CL13(121)	CL14(122)								

(IX,A4,8E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,)

NOMJ(J) I	A	B	C	BC	CA	AB	R36T	ERBC	RRAA	ERAA	R39E	E39E	R39F	E39F	R27E	E27E	R270			
PJ(J) I	150.	150.	141.	388.	388.	400.	81.	66.	29.	68.	6.	44.	73.	24.	7.	43.	49.	48.	24.	3234.

NOMJ(J) I	E270	ROAC	EOAC	ROBB	EOBB	R880	E880	R88T	E88T	R70E	E70E	R41T	E41T	RDIA	EDIA	RMIN	EMIN	R6.E	E6.E	
PJ(J) I	26.	23.	74.	6.	44.	70.	27.	21.	29.	4.	93.	14.	36.	59.	41.	22.	25.	31.	69.	3234.

NOMJ(J) I	R6.T	E6.T	R3ET	E3ET	R14E	E14E	R14T	E14T	R:40	E:40	R:4E	E:4E	RMIP	EMIP	RDIP	EDIP	RAAA	EAAA	RABC	
PJ(J) I	0.	47.	30.	70.	3.	47.	17.	30.	22.	28.	28.	19.	41.	59.	34.	13.	10.	40.	26.	3234.

NOMJ(J) I	EABC	RC02	EC02	RC60	EC60	RDLL	EDLL	RDLA	EDLA	RS3G	ES3G	RS7G	ES7G	RZ1	EZ1	RZ2	EZ2	RZAB	EZAB	
PJ(J) I	71.	51.	46.	12.	38.	11.	39.	31.	66.	19.	78.	5.	44.	94.	53.	30.	117.	65.	35.	3234.

NOMJ(J) I	RZCC	EZCC	RVAC	EVAC	RCAV	FCAV	RKWH	EKWH	RKWN	EKWN	RJOU	EJOU	RPAC	EPAC	RPBB	EPBB	PHYS	GE0G	CL01	CL02	CL03	CL04	CL05	CL06
PJ(J) I	29.	18.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

NOMJ(J) I	EBNO	RBIF	EBIF	RPI	EPI	RP2	EP2	RPAC	EPAC	RPBB	EPBB	PHYS	GE0G	CL01	CL02	CL03	CL04	CL05	CL06					
PJ(J) I	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

NOMJ(J) I	CL07	CL08	CL09	CL10	CL11	CL12	CL13	CL14																
PJ(J) I	17.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.	0.

TEMPS CALCUL DE LA MATRICE A DIAGONALISER = 18 SECONDES

TABET:PROGRAMME: BENZECRI: METHODE STATISTIQUE
 UTILISATION DES STRUCTURES NUMERIQUES 79 MATH AVEC GEO EN SUPPLEMENTAIRE
 NI NU N12 NU2 NF IOR LEC IEC RWD I9F OUT MAT IFS JFS IGR
 156 122 0 72 6 0 10 8 1 9 0 10 1 1 1

A(1) B(2) C(3) BC(4) CA(5) AB(6) R36T(7) E36T(8) RRB(9) ERBC(10)
 RRA(11) ERA(12) R39E(13) E39E(14) R39F(15) E39F(16) R2TE(17) E2TE(18) R2T(19) E2T(20)
 ROAC(21) EOAC(22) ROBB(23) EOBB(24) R880(25) E880(26) R98T(27) E98T(28) R70E(29) E70E(30)
 R41T(31) E41T(32) R01A(33) ED1A(34) RMIN(35) EMIN(36) R5.E(37) E5.E(38) R6.T(39) E6.T(40)
 R3ET(41) E3ET(42) R14E(43) E14E(44) R14T(45) E14T(46) EAAA(56) EAB(58) RC02(59) E:4E(50)
 RMP(51) EMIP(52) RDIP(53) EDIP(54) RAAA(55) EAAT(57) RABC(57) EAB(58) EC02(60)
 RC60(61) EC60(62) RDL(63) EDLL(64) RDLA(65) EDLA(66) RS3G(67) ES3G(58) RSTG(69) ESTG(70)
 RZ1(71) EZ1(72) RZ2(73) EZ2(74) RZAB(75) EZAB(76) RZCC(77) EZCC(78) RSTG(69) ESTG(70)
 RGA(81) EGA(82) RKWH(83) EKWH(84) RKWN(85) EKWN(86) RJO(97) EJO(98) RPAI(89) EPAI(90)
 RFLO(91) EFLO(92) RFIF(93) EFIF(94) RBNO(95) EBNO(96) R91F(97) E91F(98) RPAI(99) EPAI(100)
 RP2(101) EP2(102) RPAC(103) EPAC(104) RPBB(105) EPBB(106) PHYS(107) GE0G(108) CL01(109) CL02(110)
 CL03(111) CL04(112) CL05(113) CL06(114) CL07(115) CL08(116) CL09(117) CL10(118) CL11(119) CL12(120)
 CL13(121) CL14(122)

(1X,A4,8E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,/9E13.8,)

-114-

NOMJ(U) I A B C BC CA AB R36T E36T RRB(ERBC RRAA ERAA R39E E39E R39F E39T R2T(E2T(RRB(ERBC(10)
 PJ(U) I 144. 153. 171. 432. 420. 396. 86. 70. 43. 65. 16. 32. 88. 20. 11. 37. 73. 35. 24. 3432.

NOMJ(U) I E270 ROAC EOAC ROBB EOBB E880 E880 R88T E88T R70E E70E R41T E41T R01A ED1A RMIN EMIN R6.E E6.E
 PJ(U) I 24. 22. 83. 8. 43. 81. 24. 29. 22. 6. 99. 11. 40. 53. 45. 23. 34. 46. 53. 3432.

NOMJ(U) I R6.T E6.T R3ET E3ET R14E E14E R14T E14T R:40 E:40 R:4E E:4E R4IP EMIP RDIP EDIP RAAA EAAA RABC
 PJ(U) I 2. 55. 38. 61. 8. 43. 19. 38. 24. 24. 41. 16. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 3432.

NOMJ(U) I EA8C RC02 EC02 RC60 EC60 ROLL EDLL RDLA EDLA RS3G ES3G RSTG ESTG RZ1 EZ1 RZ2 EZ2 RZAB EZAB
 PJ(U) I 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 3432.

NOMJ(U) I RZCC EZCC RVAC EVAAC RGA V FCAV RKWH EKWH RKWN EKWN RJOU EJOU RPAI EPAI RFLO EFLO RFIF EFIF RBNO
 PJ(U) I 0. 0. 24. 24. 80. 28. 20. 79. 12. 45. 12. 87. 24. 33. 4. 44. 3. 105. 36. 3432.

NOMJ(U) I EBNO RBIF EBIF RPI EPI RP2 EP2 RPAC EPAC RPBB EPBB PHYS GE0G CL01 CL02 CL03 CL04 CL05 CL06
 PJ(U) I 69. 19. 32. 141. 15. 32. 124. 91. 14. 50. 1. 0. 156. 0. 0. 0. 0. 0. 0. 3432.

NOMJ(U) I CL07 CL08 CL09 CL10 CL11 CL12 CL13 CL14
 PJ(U) I 0. 20. 18. 26. 22. 24. 23. 23. 3432.

TEMPS CALCUL DE LA MATRICE A DIAGONALISER = 19 SECONDES

Nom :

Prénom :

A1

Etablissement :

Question 1. Trouver le nombre x tel que $150 \times x = 50 \times 1000$

Réponse au propre

 $x =$

Question 2 Trouver le nombre x tel que $21 \times x = 9 \times 16$

Réponse au propre

 $x =$

Question 3.

Un rectangle ABCD a une aire de 8 cm^2 ; la longueur du côté AB est $0,5 \text{ cm}$.

Un rectangle A'B'C'D' a une aire de 245 cm^2 ; la longueur du côté A'B' est 17 cm .

Des deux côtés BC et B'C', lequel est le plus long ?

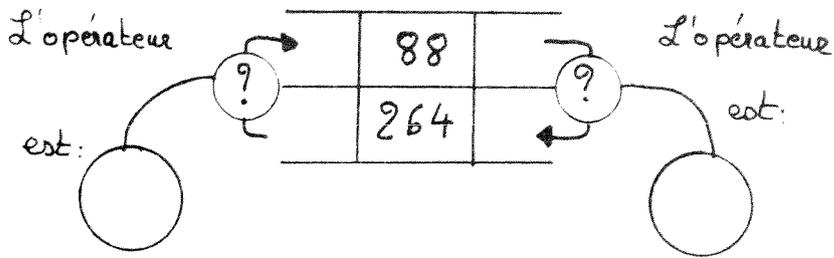
Brouillon et opérations.

Réponse au propre.

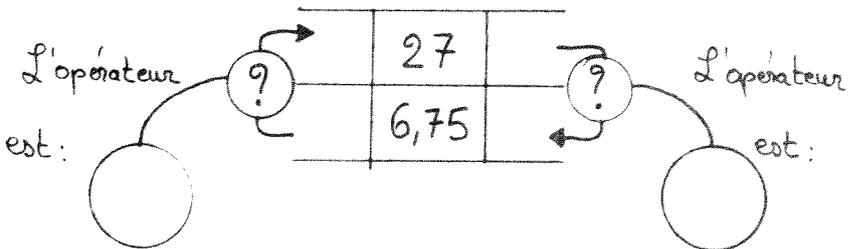
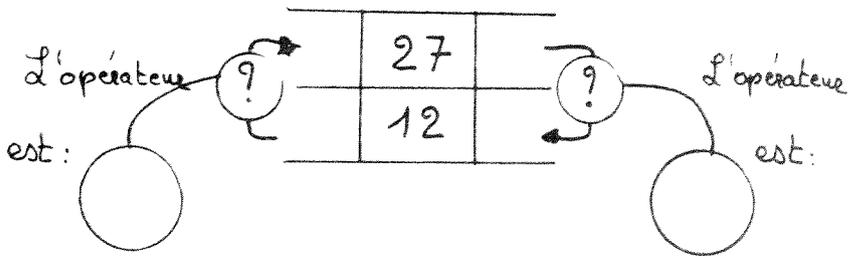
Question 4

RAPPEL: SUITES PROPORTIONNELLES << deux suites sont proportionnelles si on passe de l'une à l'autre par une multiplication ou par une division, ou par une succession de telles opérations. >>

Sur les deux lignes des tableaux ci-dessous se trouvent des nombres qui font partie de deux suites proportionnelles. On a écrit un terme de chaque suite. Trouver, pour chaque tableau, les opérateurs qui font passer d'une suite à l'autre.



Brouillon et opérations



Question 5.

5 cm^3 de diamant ont une masse de $17,5 \text{ g}$.

Quelle est la masse de 7 cm^3 de diamant ?

Brouillon et opérations

Réponse au propre.

LA PROPORTIONNALITÉ
ET SON UTILISATION

par

C. DUPUIS et F. PLUVINAGE

Université Louis Pasteur de Strasbourg

Ce travail constitue le rapport scientifique concluant le projet de recherche intitulé "Cohérence du monde scolaire perçu par l'élève : exemple de l'utilisation des nombres dans l'enseignement secondaire". Il a été financé par le Centre National de la Recherche Scientifique (Action Thématique Programmée : Processus et conditions de travail de l'élève, n° 3596). Outre les auteurs de ce rapport, ont participé à diverses phases de l'enquête : R. Duval, T. Hatt, G. Noël et C. Turlot.

Question 6

- 119 -

A5

Trouver le nombre x tel que $\frac{12 \times x}{36} = 13$

Réponse au propre

$x =$

Question 7

Trouver le nombre x tel que $\frac{4,7}{14,1} \times x = 23,5$

Réponse au propre

$x =$

Question 8.

- 120 -

A 6

Dans le tableau ci-dessous apparaissent trois nombres.

On veut faire apparaître des suites proportionnelles.

Trouver le quatrième nombre à placer dans le tableau.

600	1800
1200	x

Réponse: $x =$

Brouillon et opérations

Question 9

Ranger dans l'ordre croissant (du plus petit au plus grand)

les nombres suivants: $\frac{3}{7}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{2}{9}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{7}{9}$.

Nom :

Prénom :

B1

Établissement :

Question 1. Trouver le nombre x tel que $\frac{27 \times x}{12} = 9$.

Réponse au propre
 $x =$

Question 2. Trouver le nombre x tel que $\frac{5,25}{7,3} \times x = 10,5$.

Réponse au propre
 $x =$

Question 3 :

Ranger dans l'ordre croissant (du plus petit au plus grand) les nombres suivants :

$$\frac{3}{7}, \frac{2}{3}, \frac{3}{4}, \frac{1}{2}, \frac{7}{9}.$$

Question 4

RAPPEL : SUITES PROPORTIONNELLES «deux suites sont proportionnelles si on passe de l'une à l'autre par une multiplication ou par une division, ou par une succession de telles opérations»

Dans le tableau ci-dessous apparaissent trois nombres. On veut faire apparaître des suites proportionnelles. Trouver le quatrième nombre à placer dans le tableau.

88	x
264	66

Réponse : $x =$

Brouillon et opérations

Question 5

B3

Dans chacun des tableaux ci-dessous apparaissent trois nombres. On veut voir apparaître dans chacun de ces tableaux des suites proportionnelles. Trouver chaque fois le quatrième nombre à placer dans le tableau.

600	1800
1200	?

Nombre à placer dans la case :

Brouillon et opérations

50	150
?	1000

Nombre à placer dans la case :

?	14,1
13,8	4,7

Nombre à placer dans la case :

Question 6

B4

5 cm^3 de diamant ont une masse de $17,5 \text{ g}$.
Quelle est la masse de 7 cm^3 de diamant ?

Brouillon et opérations

Réponse au propre

Question 7

B5

Un rectangle ABCD a une aire de 9 cm^2 ; la longueur du côté AB est 2 cm.

Un rectangle A'B'C'D' a une aire de 264 cm^2 ; la longueur du côté A'B' est 66 cm.

Des deux côtés BC et B'C', lequel est le plus long ?

Brouillon et opérations

Réponse au propre

Question 8

36

Trouver le nombre x tel que $12 \times x = 36 \times 13$

Réponse au propre

$x =$

Question 9

Trouver un nombre x tel que $21 \times x = 9 \times 16$.

Réponse au propre

$x =$

Nom:

Prénom:

C1

Etablissement:

Question 1. Trouver le nombre x tel que $12x = 36 \times 13$.

Réponse au propre

$x =$

Question 2. Trouver le nombre x tel que $27x = 6,75 \times 52$.

Réponse au propre

$x =$

Question 3.

C2

6 cm³ d'un minerai ont une masse de 24 g.
Quel est le volume de 30 g de ce minerai ?

Brouillon et opérations

Réponse au propre.

Question 4.

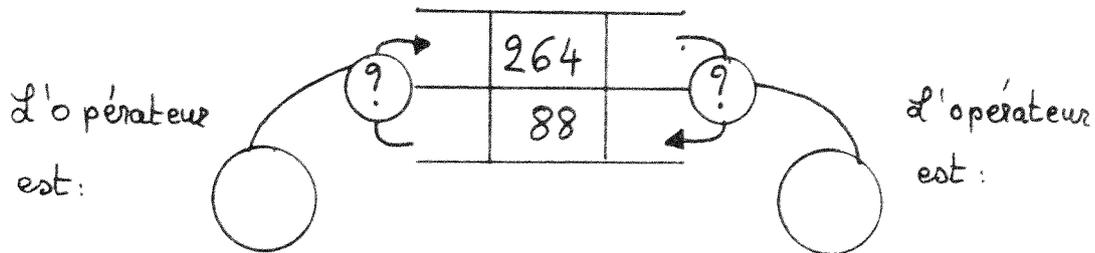
C3

Ranger dans l'ordre croissant (du plus petit au plus grand) les nombres suivants : $\frac{3}{7}$, $\frac{2}{3}$, $\frac{2}{9}$, $\frac{1}{2}$, $\frac{7}{9}$.

Question 5.

RAPPEL: SUITES PROPORTIONNELLES << deux suites sont proportionnelles si on passe de l'une à l'autre par une multiplication ou par une division, ou par une succession de telles opérations >>.

Sur les deux lignes du tableau ci dessous se trouvent des nombres qui font partie de deux suites proportionnelles. On a écrit un terme de chaque suite. Trouver les opérateurs qui font passer d'une suite à l'autre.



Brouillon et opérations

Question 6

C4

Trouver le nombre x tel que $\frac{27}{12} \times x = 9$.

Réponse au propre

$x =$

Question 7

Trouver le nombre x tel que $\frac{4,7 \times x}{14,1} = 23,5$

Réponse au propre

$x =$

Question 8

C 5

Dans chacun des tableaux ci-dessous apparaissent trois nombres.

On veut voir apparaître, dans chacun de ces tableaux, des suites proportionnelles. Trouver chaque fois le quatrième nombre à placer dans le tableau.

1800	x
600	1200

$x =$

opérations et brouillon

21	9
16	x

$x =$

x	10,5
7,3	5,25

$x =$

Question 9.

C6

Un rectangle ABCD a une aire de 9 cm^2 ; la longueur du côté AB est 2 cm.

Un rectangle A'B'C'D' a une aire de 264 cm^2 ; la longueur du côté A'B' est 66 cm.

Des deux côtés BC et B'C', lequel est le plus long ?

Brouillon et opérations.

Réponse au propre

Les questionnaires de Physique et de Géographie soumis aux élèves comprenaient six pages agraphées. Les questions y figuraient à raison d'une par page dans une disposition analogue à la page A2 du questionnaire de mathématique. Seules les questions ont été reproduites ci-après.

Questionnaire de Physique

A1

Nom: _____

Prénom: _____

Etablissement: _____

Question 1.

Un alliage est composé de fer et de cuivre. La proportion de fer est 0,60 et la proportion de cuivre est 0,40.

Quelle masse de fer y a-t-il dans un solide fait dans cet alliage et ayant une masse de 1800 g ?

Question 2.

A2

On veut calculer la masse d'un câble électrique. Pour cela, on en coupe un petit bout.

Le morceau de câble ainsi coupé mesure 2 cm et a une masse de 3,5 g.

Quelle est la masse du câble électrique qui est long de 1500 cm ?

Question 3.

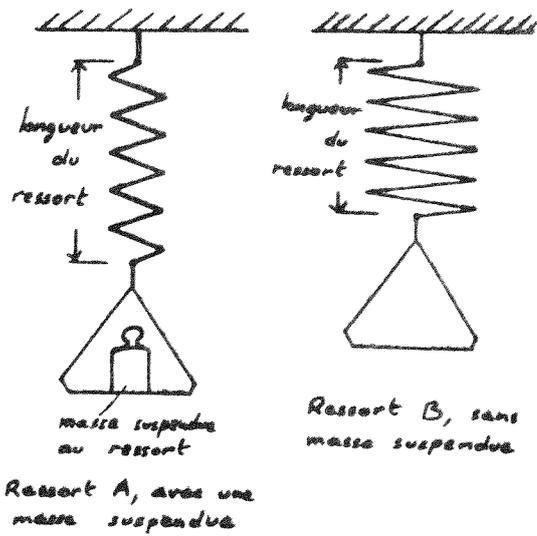
A3

On a observé que le volume d'un objet en laiton augmente de 0,27% lorsqu'on le chauffe de 10° à 60° .

Le volume de l'objet est 300 cm^3 à 10° .

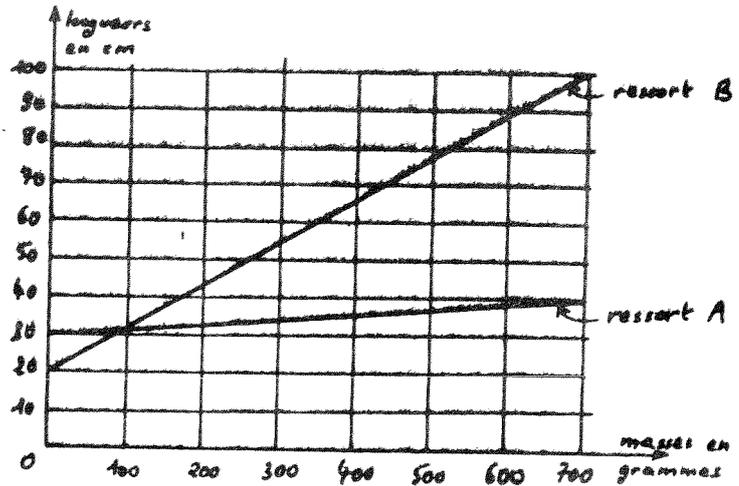
De combien augmentera-t-il si on le chauffe de 10° à 60° ?

Question 4



On dispose de deux ressorts A et B. On suspend une masse au ressort A et on mesure la longueur prise par A. Puis on recommence pour le ressort B, avec la même masse.

Ayant ainsi procédé pour plusieurs masses, on a reporté les résultats sur le graphique ci-dessous.



D'après le graphique ..

- a) y a-t-il une masse qui détermine même longueur pour le ressort A et le ressort B ? Si oui, indiquer cette masse.
- b) y a-t-il une masse qui détermine pour B une longueur double de la longueur déterminée pour A ? Si oui, indiquer cette masse.

Question 5

6 cm^3 d'un minerai ont une masse de 24 g .
 Quel est le volume de 30 g de ce minerai ?

Question 6

Un solide est constitué d'une substance A ; son volume est $0,5 \text{ cm}^3$; sa masse est 3 grammes .
 Un récipient contient 24 cm^3 d'un liquide B ; la masse du liquide dans le récipient est 72 grammes .

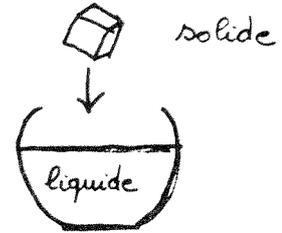
Le solide flottera-t-il si on le place dans le récipient (cela arrive si,



pour un même volume par exemple 1 cm^3 , la substance A a une masse plus petite que le liquide B) ?

Question 1.

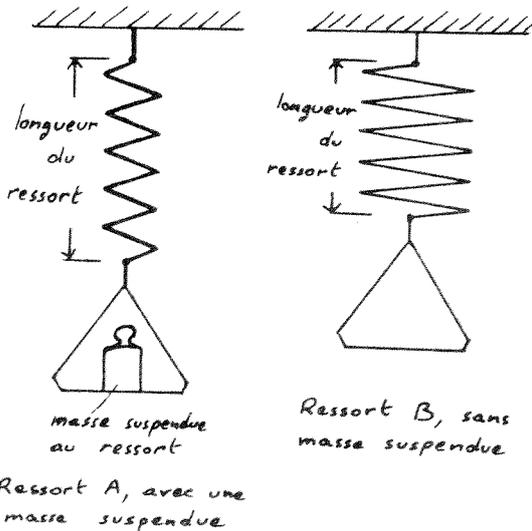
Un solide est constitué d'une substance A;
 son volume est 2 cm^3 ; sa masse est 7 grammes.
 Un récipient contient 15 cm^3 d'un liquide B; la
 masse du liquide dans le récipient est 45 grammes.
 Le solide flottera-t-il si on
 le place dans le récipient
 (cela arrive si, pour un même
 volume par exemple 1 cm^3 ,
 la substance A a une masse plus petite que le
 liquide B)?



Question 2.

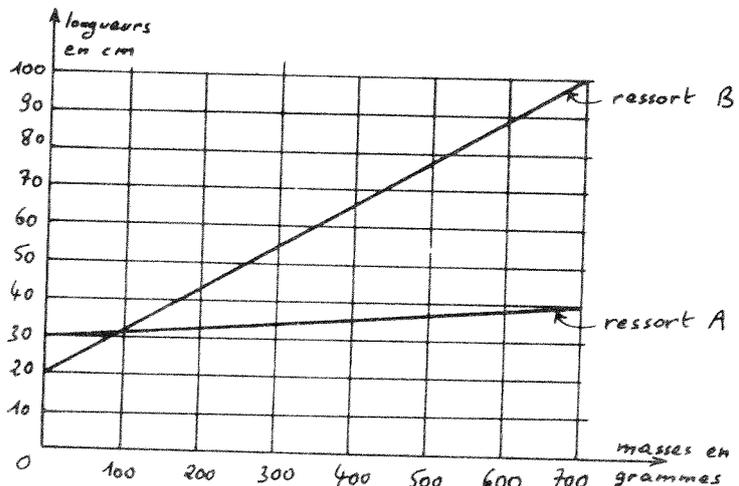
6 cm^3 d'un minerai ont une masse de 24 g.
 Quel est le volume de 30 g de ce minerai?

Question 3



On dispose de deux ressorts A et B. On suspend une masse au ressort A et on mesure la longueur prise par A. Puis on recommence pour le ressort B, avec la même masse.

Ayant ainsi procédé pour plusieurs masses, on a reporté les résultats sur le graphique ci-dessous.



D'après le graphique

- a) y a-t-il une masse qui détermine même longueur pour le ressort A et le ressort B? Si oui, indiquer cette masse.
- b) y a-t-il une masse qui détermine pour B une longueur double de la longueur déterminée pour A? Si oui, indiquer cette masse.

Question 4

B4

On place 500 cm^3 d'alcool à une température de 10° dans un récipient. On chauffe. Quand la température est de 60° , on constate que le volume de l'alcool a augmenté de 25 cm^3 .

Si on opère de même à partir de 850 cm^3 d'alcool, de combien augmentera le volume ?

Question 5

B5

On veut calculer la masse d'un câble électrique. Pour cela, on en coupe un petit bout.

Le morceau de câble ainsi coupé mesure $0,60 \text{ m}$ et a une masse de 45 g .

Quelle est la masse du câble électrique qui est long de 1500 m ?

Question 6

B6

Un alliage est composé de 40% de zinc et 60% de cuivre.

Quelle masse de cuivre y a-t-il dans un objet fait dans cet alliage et ayant une masse de 1800 grammes ?

Questionnaire de Physique

C1

Nom : Prénom :

Etablissement :

Question 1.

On veut calculer la masse d'un câble électrique. Pour cela, on en coupe un petit bout.

Le morceau de câble ainsi coupé mesure 2 cm et a une masse de 3,5 g.

Quelle est la masse du câble électrique qui est long de 1500 cm ?

Question 2.

C2

On place 500 cm^3 d'alcool à une température de 10° dans un récipient. On chauffe. Quand la température est de 60° , on constate que le volume d'alcool a augmenté de 25 cm^3 .

Si on opère de même à partir de 850 cm^3 d'alcool, de combien augmentera le volume ?

Question 3.

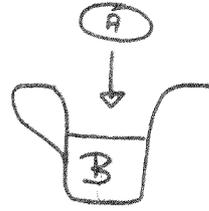
C3

5 cm^3 de diamant ont une masse de 17,5 g.

Quelle est la masse de 7 cm^3 de diamant ?

Question 4

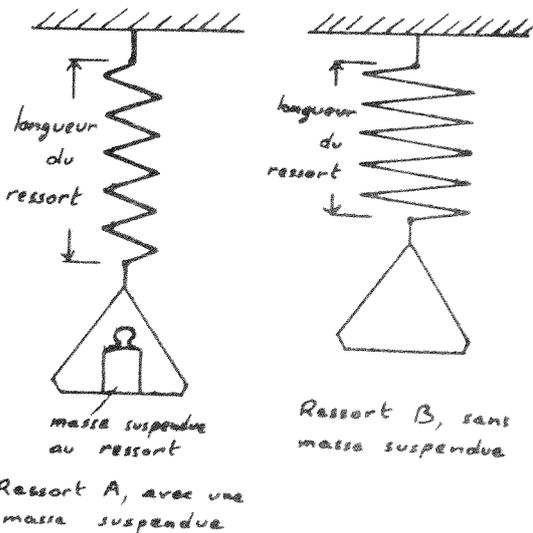
Un solide est constitué d'une substance A; son volume est $0,5 \text{ cm}^3$; sa masse est 3 grammes. Un récipient contient 24 cm^3 d'un liquide B; la masse du liquide dans le récipient est 72 grammes. Le solide flottera-t-il si on le place dans le récipient (cela arrive si, pour un même volume par exemple 1 cm^3 , la substance A a une masse plus petite que le liquide B) ?



Question 5

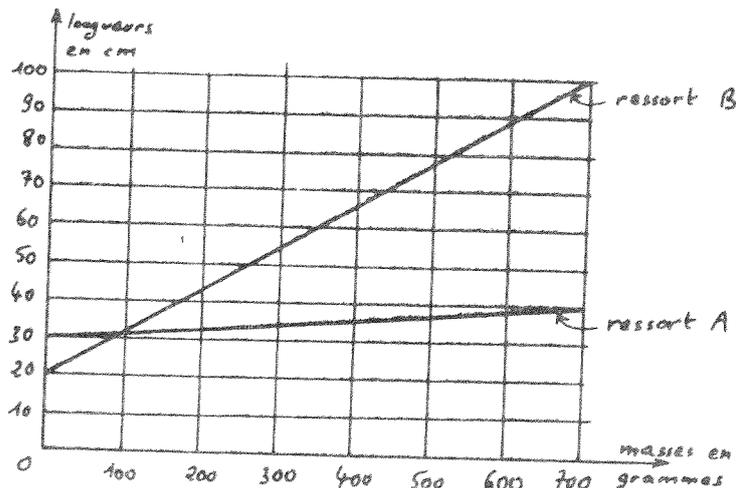
Un alliage est composé de 40 % de zinc et 60 % de cuivre. Quelle masse de cuivre y a-t-il dans un objet fait dans cet alliage et ayant une masse de 1800 grammes ?

Question 6



On dispose de deux ressorts A et B. On suspend une masse au ressort A et on mesure la longueur prise par A. Puis on recommence pour le ressort B, avec la même masse.

Ayant ainsi procédé pour plusieurs masses, on a reporté les résultats sur le graphique ci-dessous.



D'après le graphique

- y a-t-il une masse qui détermine même longueur pour le ressort A et le ressort B ? Si oui, indiquer cette masse.
- y a-t-il une masse qui détermine pour B une longueur double de la longueur déterminée pour A ? Si oui, indiquer cette masse.

Nom :

Prénom :

Etablissement :

Question 1. Sur une carte, deux points distants de 175 m. à vol d'oiseau sont représentés à 5 cm. de distance. Sur la même carte, à quelle distance sont représentés deux points distants de 245 m à vol d'oiseau ?

Question 2

A 2

En 1834, à Mulhouse, un homme de peine gagnait 1,50 franc par jour ; le prix du kilogramme de pain était 0,27 franc.

En 1979, un manoeuvre gagne 90 francs pour une journée de travail ; le prix du kilogramme de pain est 5 francs. Combien de jours de travail fallait-il à l'homme de peine de 1834 pour acheter la même quantité de pain que le manoeuvre de 1979 après un jour de travail ?

Question 3

A 3

En 1976, l'Alsace a produit 1806 milliers de quintaux de betteraves ; la superficie cultivée en betteraves était de 4,3 milliers d'hectares.

En 1976, le Nord-Pas-de-Calais a produit 34056 milliers de quintaux de betteraves ; la superficie cultivée en betterave était de 88 milliers d'hectares.

Dans laquelle des deux régions le rendement en betteraves, c'est-à-dire le nombre de quintaux produit par hectare cultivé, a-t-il été le plus grand ? Indiquez comment vous trouvez votre réponse.

Question 4

En 1975, la population active en Alsace et en Ile-de-France était répartie comme le montre le tableau ci-contre, en milliers de personnes.

	Hommes	Femmes
Alsace	395	216
Ile-de-France	2795	2000

Calculer pour chaque région le pourcentage de femmes dans la population active, c'est à dire le nombre de femmes parmi 100 personnes actives. Comparer ces pourcentages.

Question 5

La France a produit, en 1975, 180 milliards de kWh dont 57% d'origine thermique, 33% d'origine hydraulique et 10% d'origine nucléaire.

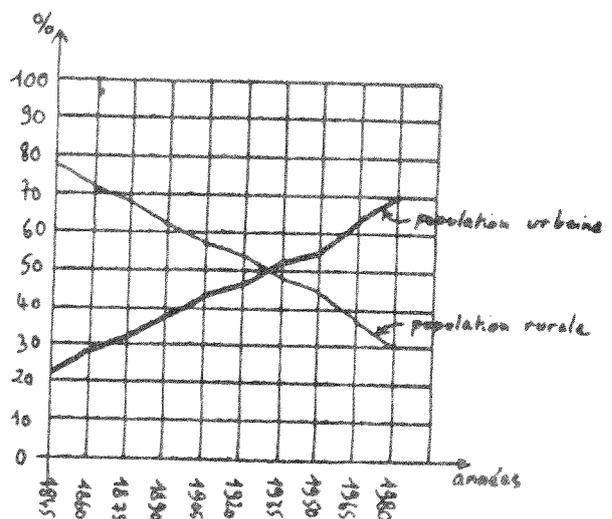
Quel est le nombre de kWh d'origine hydraulique produits par la France en 1975 ?

Question 6

Le graphique ci-contre représente les pourcentages de population rurale et urbaine de 1845 à nos jours.

a) Y a-t-il eu un moment où la population rurale et la population urbaine étaient égales ? Si oui, donnez en la date approximative.

b) Y a-t-il eu un moment où la population rurale était double de la population urbaine ? Si oui, donnez en la date approximative.



Nom:

Prénom:

Etablissement:

Question 1. En 1976, l'Alsace a produit 1806 milliers de quintaux de betteraves; la superficie cultivée en betterave était de 4,3 milliers d'hectares.

En 1976, l'Ile de France a produit 17980 milliers de quintaux de betteraves; la superficie cultivée en betterave était de 62 milliers d'hectares.

Dans laquelle des deux régions le rendement en betteraves, c'est à dire le nombre de quintaux produits par hectare cultivé, a-t-il été le plus grand? Indiquez comment vous trouvez votre réponse.

Question 2

B2

Sur une carte, deux points représentés à 5 cm de distance sont distants de 175 m à vol d'oiseau. Quelle est la distance à vol d'oiseau de deux points représentés sur la même carte à 7 cm de distance?

Question 3

B3

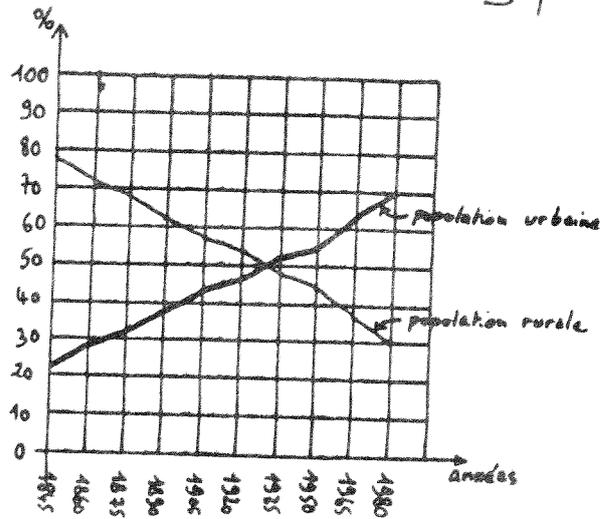
La France a produit, en 1975, 180 milliards de kWh dont 57% d'origine thermique, 33% d'origine hydraulique et 10% d'origine nucléaire.

Quel est le nombre de kWh d'origine hydraulique produits par la France en 1975?

Question 4

B4

Le graphique ci-contre représente les pourcentages de population rurale et urbaine de 1845 à nos jours.



a) Y a-t-il eu un moment où la population rurale et la population urbaine étaient égales? Si oui, donnez en la date approximative.

b) Y a-t-il eu un moment où la population rurale était double de la population urbaine? Si oui, donnez en la date approximative.

Question 5

B5

En 1834, à Mulhouse, un homme de peine gagnait 1,50 franc par jour; le prix du kilogramme de pain était 0,27 franc.

En 1979, un manoeuvre gagne 30 francs pour une journée de travail; le prix du kilogramme de pain est 5 francs. Combien de jours de travail fallait-il à l'homme de peine de 1834 pour acheter la même quantité de pain que le manoeuvre de 1979 après un jour de travail?

B6

Question 6

En 1975, la population active en Alsace et en Lorraine était répartie comme le montre le tableau ci-contre, en milliers de personnes.

	Hommes	Femmes
Alsace	395	216
Lorraine	610	294

Calculer pour chaque région le pourcentage de femmes dans la population active, c'est à dire le nombre de femmes parmi 100 personnes actives. Comparer ces pourcentages.

Nom :

Prénom :

Etablissement :

Question 1. La France a produit, en 1975, 180 Milliards de kWh dont 57% d'origine thermique, 33% d'origine hydraulique et 10% d'origine nucléaire.

Quel est le nombre de kWh d'origine nucléaire produits par la France en 1975 ?

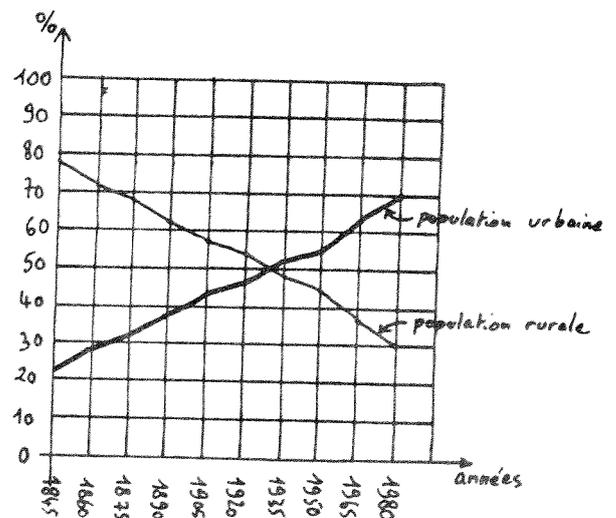
Question 2

C 2

Le graphique ci-contre représente les pourcentages de population rurale et urbaine de 1845 à nos jours.

a) Y a-t-il eu un moment où la population rurale et la population urbaine étaient égales ? Si oui, donnez en la date approximative.

b) Y a-t-il eu un moment où la population rurale était double de la population urbaine ? Si oui, donnez en la date approximative.

Question 3

C 3

Sur une carte, deux points représentés à 5 cm de distance sont distants de 175 m à vol d'oiseau. Quelle est la distance à vol d'oiseau de deux points représentés sur la même carte à 7 cm de distance ?

Question 4

En 1976, l'Alsace a produit 1806 milliers de quintaux de betteraves; la superficie cultivée en betteraves était de 4,3 milliers d'hectares.

En 1976, le Nord - Pas-de-Calais a produit 34056 milliers de quintaux de betteraves; la superficie cultivée en betterave était de 88 milliers d'hectares.

Dans laquelle des deux régions le rendement en betteraves, c'est-à-dire le nombre de quintaux produit par hectare cultivé, a-t-il été le plus grand? Indiquez comment vous trouvez votre réponse.

Question 5

En 1975, la population active en Alsace et en Lorraine était répartie comme le montre le tableau ci-contre, en milliers de personnes.

	Hommes	Femmes
Alsace	395	216
Lorraine	610	294

Calculer pour chaque région le pourcentage de femmes dans la population active, c'est à dire le nombre de femmes parmi 100 personnes actives. Comparer ces pourcentages.

Question 6

En 1834, à Mulhouse, un homme de peine gagnait 1,50 francs. par jour; le prix du kilogramme de pain était 0,27 franc.

En 1979, un manoeuvre gagne 2100 francs pour un mois de 30 jours; le prix du kilogramme de pain est 5 francs.

quel salaire permet d'acheter la plus grande quantité de pain par jour? Indiquez comment vous trouvez votre réponse.

I.	Introduction	p. 1
II.	Elaboration des questions. Variables d'énoncés	p. 5
III.	Tableaux synoptiques des questions posées et commentaires ..	p. 11
IV.	Passation de l'enquête	p. 17
V.	Principaux résultats	p. 21
VI.	Codage des réponses et identification des élèves	p. 25
VII.	Résultats des tris des réponses en mathématique	p. 33
VIII.	Résultats des tris des réponses en physique	p. 49
IX.	Résultats des tris des réponses en géographie	p. 55
X.	Les analyses factorielles de correspondance : questions générales relatives à cette enquête	p. 63
XI.	Analyse de la population complète. Variables principales : Mathématiques	p. 71
XII.	Analyses complémentaires	p. 89
	Bibliographie	p. 97
	Annexe 1 : les analyses factorielles de correspondances	p. 99
	Annexe 2 : les questionnaires	p. 115