

Où la faim justifie les moyens

**(correction assistée par ordinateur,
massive et individualisée)**

par G. LOPATA, C.N.T.E.

Qui d'entre nous n'a pas rêvé d'une correction "qui se ferait toute seule" lorsqu'il se retrouve devant une pile impressionnante de copies à corriger ? Or, en mathématique plus spécialement, il faut que nous fournissions à chaque élève sa ration d'exercices d'entraînement — et que nous lui répondions individuellement, en fonction de la qualité de son travail. Pas de "bachotage" à répétitions lassantes, mais des batteries d'exercices variés permettant d'observer, d'analyser, d'interpréter, de comparer, et enfin de généraliser. Il nous faut répondre au jour le jour à ce besoin naturel d'activité, dépister les incompréhensions de chacun, et ajuster notre enseignement en conséquence. Le choix, à lui seul, des exercices absorbe une énergie professorale considérable — mais nous nous épuisons ensuite à explorer le marais des pensées confuses de nos élèves avec la désespérante impression d'avoir toujours tout à refaire à chaque nouveau devoir : car il n'y a presque pas cumul de notre expérience, tant est variée l'imagination de nos élèves à prendre de nouveaux détours pour exprimer de travers en une page ce qu'il aurait été si simple d'exprimer sans erreur en une ligne.

Notre problème de correction de copies, au Centre National de Télé-Enseignement (C.N.T.E.), se présente d'une manière encore plus aiguë que pour les professeurs de l'enseignement oral. En effet, tout notre dialogue avec les élèves a lieu par écrit. Nous nous trouvons ainsi, l'élève et nous-mêmes, dans la nécessité de rédiger beaucoup trop — ce qui ralentit la pensée et nous accable de travail. D'autant plus que nous devons faire face à une masse considérable d'élèves qui se trouvent devant l'impossibilité de suivre un enseignement classique (pour raisons diverses : santé, éloignement, âge ...). Beaucoup d'entre eux sont des inadaptés de l'enseignement traditionnel qui trouvent là leur dernière chance. Tout ce peuple "a faim" non seulement de cours structurés et exaltants, mais aussi d'exercices qui en permettent l'assimilation.

L'ordinateur nous est alors apparu au C.N.T.E. comme un instrument qui pouvait dès maintenant nous être d'un grand secours pour maintenir la qualité et la quantité de nos échanges avec chacun de nos correspondants. A priori, tout professeur, tel un bon artisan et même un artiste, répugne aux contraintes de l'industrialisation qui ne permet pas de choisir "les axiomes en quasi liberté" comme nous le faisons en mathématique. Le monde physique est quantifié et nous impose de travailler en style "discret". C'est donc selon la technique des Q.C.M. (Questionnements à Choix Multiple) que nous interrogeons — mais des Q.C.M. riches en possibilités (2^{10} ou 1024 manières de répondre à une question avec 10 postes réponse). Quand nous pourrons disposer de l'analyse de suites (et non plus seulement de l'analyse booléenne), nos élèves auront même $10!$ soit plus de 3 600 000 manières de répondre. C'est alors que nous risquerons de "caler" devant l'analyse systématique des réponses ! Quant à nos élèves, même maintenant avec plus de 1000 réponses possibles, il leur est plus difficile de jouer à deviner par élimination quelles sont les bonnes réponses qu'à les construire eux-mêmes.

Ainsi, grâce à l'informatique, *l'industrialisation n'impose plus la standardisation* — ce qui est fondamental en pédagogie : *l'ordinateur peut gérer une grande diversité de réponses d'élèves et les messages de correction adaptés à chacune par le professeur*. La qualité du dialogue pédagogique est ainsi non seulement sauvegardée mais nettement affinée — et c'est là que tous les enseignants se trouvent concernés.

Nous nous sommes donc décidés, il y a désormais plus de six ans, à adapter nos rédactions d'exercices, en mathématique et en sciences naturelles, aux "grilles" que nous proposait de traiter par l'informatique A. POLY (et son équipe de l'E.N.S. — St-Cloud). Prenons un exemple.

B 02	SAVOIR CE QUE PARLER VEUT DIRE
-------------	---------------------------------------

E est l'ensemble des personnes travaillant dans une usine (en France, actuellement).

C est le sous-ensemble des cadres : il est défini par le prédicat c "être ingénieur ou directeur".

F désigne le personnel féminin de l'usine et est défini par f "être une femme".

Les questions sont toutes indépendantes les unes des autres : quels sont les prédicats de la liste vérifiés pour x ?

Code des réponses	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
Je ne sais ou ne peux répondre ①					X		X	X	X	X
e ①	X		X							
$\neg e$ ②		X		X	X	X			X	
f ③	X			X		X		X		X
$\neg f$ ④		X	X							
$(c \wedge f)$ ⑤	X									
$\neg(c \wedge f)$ ⑥		X	X	X	X	X			X	
$(\neg c \wedge f)$ ⑦				X		X				
$(\neg c \wedge \neg f)$ ⑧		X								
$\neg(\neg c \wedge \neg f)$ ⑨	X		X	X		X		X		X

(Ma réponse, celle que je préfère)

c : "être cadre"

f : "être femme"

Question A : x désigne Arlette qui est ingénieur chimiste à l'usine.

Question B : x désigne Bernard qui est livreur à l'usine.

Question C : x désigne Monsieur Crécy, le directeur principal de l'usine.

Question D : x désigne Denise qui actionne toute la journée une presse à emboutir à l'usine.

Question E : x désigne la personne du standard téléphonique de l'usine qui a répondu l'autre jour que tous les services administratifs étaient fermés le samedi, et l'on sait que les postes de standardistes de l'usine sont tenus presque tous par des femmes.

Question F : x désigne Fernande qui travaille en ce moment à l'usine, est mariée et a deux enfants. On sait d'autre part que maintenant l'usine n'emploie plus que des hommes ou des femmes célibataires parmi ses cadres.

Question G : x désigne la personne qui a reçu Monsieur X au service commercial l'autre jour.

Question H : x désigne Henriette, et il est faux de dire que seuls des hommes peuvent accéder dans l'usine aux postes de direction.

Question I : x désigne une personne travaillant à mi-temps à l'usine, et l'on sait qu'aucun cadre ne travaille moins de 40 heures par semaine.

Question J : x désigne une femme célibataire qui travaille à l'usine, et l'on sait que seules les femmes célibataires peuvent accéder aux postes de cadres dans l'usine.

Les élèves répondent par des croix dans les cases pour les *propositions vérifiées*. "Pas de croix" pour une case signifie alors soit que la proposition n'est pas vérifiée, soit qu'il y a un doute (mais alors on complète par une croix au niveau). Nous ne disposons pas encore du "doute par case" dans le programme d'analyse booléenne qui gère la discussion de nos sujets, et n'avons plus maintenant que 9 questions au lieu de 10 pour des raisons de commodité de fonctionnement.

Après avoir testé un tel questionnaire sur plus d'une centaine d'élèves isolés (en première A ou B, au C.N.T.E.), donc travaillant indépendamment, j'en ai rédigé le corrigé avec son programme de distribution de messages. Pour élargir encore la discussion et améliorer peu à peu le dialogue, nous avons aussi depuis octobre 1973 mis nos sujets (*gratuitement*) à la disposition de nos collègues de l'Enseignement Public et de leurs élèves. Ainsi B 02 a déjà été cherché par un millier d'élèves (dont nous avons récupéré les grilles). Voyons quelques-unes des réactions à la question H, par exemple.

Catégorie Effectifs totaux	1er cycle (CES, CET)	2ème cycle littéraire C.N.T.E.	Lycées	2ème cycle scientifique
	169	161	70	Lycées 258
Types de réponse				
La mième :				
<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 9	22 %	22 %	7 %	60 %
Les autres :				
<input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 9	35 %	33 %	17 %	12 %
<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 3	13 %	13 %	45 %	15 %
<input type="checkbox"/> 0 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 6 <input type="checkbox"/> 9	3 %	3 %	5 %	1 %

Nous ne disposons pas encore d'assez de réponses pour distinguer les différentes années de chaque cycle. Nous "perdons" en effet pour la statistique les classes diverses (formations professionnelles, D.U.E.L., ...) et surtout les grilles dont la spécification de la classe est insuffisante. D'autre part, les professeurs qui ne nous renvoient pas les grilles se privent ainsi de l'intérêt principal de la méthode : *l'examen avec les élèves des deux ou trois pages de listage de correction*. Ils faussent aussi les résultats dans la mesure où ils estiment "ratée" l'interrogation dont ils ont sous-estimé la difficulté. Pour nous, à qui échappent les conditions locales de passage, les résultats ne prennent de sens que globalement et nous n'attachons aucune signification au niveau local : il nous suffit de savoir que les élèves ont cherché sérieusement. D'ailleurs nous garantissons l'anonymat à tous nos correspondants. Aussi nous vous demandons de ne pas hésiter à aller jusqu'au bout (jusqu'à nous envoyer les grilles).

D'autre part, notre règle étant la souplesse du fonctionnement, les modalités de passage sont libres. Il est certain que les professeurs du premier cycle (troisième ou quatrième, exceptionnellement cinquième) ont préparé tout spécialement leurs élèves à cet exercice, les autres les ont fait passer en général en interrogation écrite avec une plus ou moins grande préparation. Je joins à cet effet un questionnaire d'essai à tous mes sujets. Mes élèves travaillent chez eux à des rythmes très variables (les malades très souvent lentement, les musiciens "prestissimo" par déficit horaire chronique) avec leurs documents en mains (un cours que je rédige à leur intention). Chaque sujet demande ainsi de 20 minutes à 1 heure 1/2 de travail (et plus en combinatoire et probabilité). Il

faudrait au moins une quinzaine de classes de chaque type pour obtenir un équilibre statistique. Aussi *n'hésitez pas à m'écrire pour vous associer à notre recherche.*

L'analyse des erreurs les plus fréquentes est déjà cependant presque toujours possible d'après ces statistiques. Je remercie ici tous ceux d'entre vous qui nous ont de plus signalé les cas originaux. Le génie ne risque-t-il pas d'être caché en particulier parmi les réponses à faible effectif ?

Examinons de plus près les types de réponse à la question H de **B 02**. Pour cette question, il y en a 49 différents pour mes élèves de première A ou B. Voici comment je procède pour en interpréter le plus grand nombre. Il y a ceux qui ont répondu **1** et (**3** ou **5**) indépendamment du reste des postes réponse. Ils ont manifestement déduit hâtivement de l'affirmation "il est faux de dire que seuls les hommes peuvent accéder dans l'usine aux postes de direction" que Henriette était cadre (44 % sont dans ce cas). Ces élèves supposent la bonne foi de leur interlocuteur qui ne précise à ce moment la possibilité d'être cadre pour une femme (et même "directeur") qu'afin d'éviter une erreur au sujet d'Henriette. Mais en mathématique, un énoncé "ne dit que ce qu'il dit", alors que dans la vie courante une conversation est toujours pleine de sous-entendus (parfois perfides, ou tout simplement humoristiques). La concision littéraire s'oppose à la rigueur "redondante" du style mathématique. Un autre exemple en est l'oubli dans les réponses des termes isolés d'une conjonction dont on, indique qu'elle est vérifiée (à juste titre). Mes élèves écrivent

[**5** sans (**1** ou **3**)] ou [**7** sans **2** ou **3**]

ou enfin [**8** sans **2** ou **4**] à plus de 14 % au total. Ils révèlent ainsi, même à travers une écriture aussi rudimentaire que celle des tableaux de croix, leur style "littéraire" qui n'est pas nécessairement plus confus que le nôtre. Par contre l'oubli du **9** prouve de leur part un entraînement insuffisant au calcul des prédicats. Je suppose qu'ils sont ainsi 24 % à s'être "empêtrés dans le roman des personnages" au lieu d'avoir raisonné dans l'abstrait — par exemple ainsi :

$$\neg f(x) = 0 \Rightarrow (\neg c \wedge \neg f)(x) = 0 \Rightarrow \neg(\neg c \wedge \neg f)(x) = 1.$$

Dans le premier cycle, ils sont 25 % dans ce cas, au deuxième cycle littéraire "lycées" 27 %, et seulement 8 % au deuxième cycle scientifique.

	1er cycle	2ème cycle littéraire		2ème cycle scientifique
		C.N.T.E.	Lycées	
Oubli de $\boxed{0}$	55 %	54 %	35 %	19 %
$\boxed{1}$ sans $\boxed{0}$	42,5 %	44 %	27 %	15,5 %
ni $\boxed{0}$ ni $\boxed{1}$	12,5 %	10 %	8 %	3,5 %

Pour ce qui est de l'oubli du $\boxed{0}$, il peut avoir plusieurs causes : tout d'abord l'inconscience du doute ($\boxed{1}$ sans $\boxed{0}$) — ensuite l'incompréhension du codage ou la répugnance à avouer l'impossibilité logique de répondre. Inversement, l'interprétation de la présence du $\boxed{0}$ est ambiguë — car, par manque de place (en mémoire) j'ai dû coder dans la même case "je ne sais pas" et "je ne peux pas" répondre. Certains élèves d'ailleurs ne font pas bien la nuance entre les deux attitudes sans un entraînement spécial à la méthode (2 ou 3 questionnaires). Quand je peux me permettre de dissocier les deux postes réponse, il est possible alors de mesurer le manque de confiance en eux des "littéraires" : ils répondent trop souvent "je ne sais pas" au lieu de "je ne peux pas" (il est impossible de répondre) — et la suffisance de trop de "scientifiques" qui sont tout prêts à "accuser" l'énoncé plutôt que d'admettre leur incompréhension du sujet. D'autres fois, pour tester également les comportements des différents types d'élèves, j'introduis des questions dont la réponse est "pas de croix du tout" — et dans les autres questions, lorsque j'obtiens le "vide", j'envoie systématiquement les messages : "VOTRE REPONSE EST FAUSSE. N'OUBLIEZ PAS QUE NE PAS METTRE DU TOUT DE CROIX EST AUSSI UNE MANIERE DE REpondre" (en disant "non" partout).

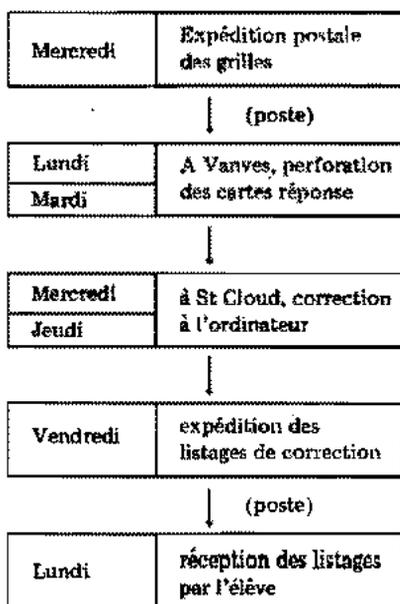
Par contre, pour la question à "réponse vide" elle-même, on assiste à un grand choix de réponses hâtives injustifiées ... tant est fort le désir de manifester une réponse "active et positive" à tout prix, même celui des affirmations fausses.

On retrouve ainsi, dans des cas de dialogues variés, les obstacles d'ordre psychologique qui se présentent dans la résolution des équations $ax = b$ avec a nul et b non nul. Je prévois d'ailleurs le cas parfois où b est nul (on met alors des croix partout sauf pour le doute).

Nous avons ainsi corrigé, en mathématique et sciences naturelles, 6000 devoirs en 1973-74 ; et depuis janvier 1975 (après la

grève des postes qui a bloqué le fonctionnement pendant le premier trimestre de l'année scolaire) 3800 devoirs en trois mois et demi portant sur plus de 30 questionnaires. Cette extension rentabilise le fonctionnement (on ne lance pas la machine pour moins de 5 devoirs, et il est courant d'en corriger de 80 à 100 à la fois). Elle justifie une permanence des corrections autorisant les envois en retard de nos élèves et à n'importe quelle date pour nos correspondants.

Le financement est assuré par le C.N.T.E. et par des subventions I.N.R.D.P. ou E.P.I. pour l'édition des sujets, les expéditions postales, les "heures" d'ordinateur, et le papier des listages. Le matériel est prêté gratuitement par l'E.N.S. de St-Cloud. Le personnel (C.N.T.E., E.N.S. St-Cloud) assure le travail (presque totalement en surcharge aux services habituels) avec le souci constant de ne pas perdre de temps afin de ne pas laisser le temps d'oublier les sujets. Alors que le cycle C.N.T.E. de correction à la main prend de *un mois à six semaines*, celui de la correction automatisée *ne prend que dix jours* (entre le moment où l'élève poste son devoir et celui où il reçoit la réponse). Mes élèves ont un devoir tous les quinze jours, et reçoivent ainsi leurs listages avant de poster le devoir suivant — ce qui est parfaitement irréalisable autrement.



Ainsi "faussé", le prix de revient d'un devoir corrigé est celui de 1/2 seconde d'ordinateur (U.N.I.V.A.C. d'Orsay relié par téléphone au terminal de St-Cloud) et de 3 pages de listage en papier double (aux tarifs 1975, on obtient ainsi $0,30 \times (1/2) + 0,17 \times 3$ soit 0,66 F). Mais ce tarif ne tient pas compte des frais de mise au point et de lancement des programmes (on arrive ainsi environ à 1 F) ni des frais d'édition et d'expédition postale. C'est encore l'ordinateur qui coûte le moins cher — et sa patience dépasse de loin celle d'un professeur (surmené ou non).

L'ordinateur dont nous disposons nous impose encore une maladresse d'écriture (imprimante à majuscules seulement, alors qu'il commence à en exister avec aussi des minuscules) et très peu de liberté graphique (à quand les sorties optiques, souples et rapides, avec tirage en offset des microfilms...?). Cependant les progrès vont vite ; et c'est en utilisant les machines actuelles que nous pourrons plus tard en obtenir de meilleures. C'est déjà une correction ultra-rapide et approfondie que nous obtenons. Madame [028] m'écrit :

"Un professeur n'a pas autant de soin et de précision à consacrer à chaque élève en particulier". Et Madame [020] remarque : "Nous avons été très contentes et étonnées par la précision (et l'humour !) qu'apporte l'ordinateur à la correction". Car "l'ordinateur" ne perd jamais l'objectivité ni l'indulgence nécessaires pour aider chaque élève. J'essaie de garder le plus possible un ton de courtoisie ; et si mes jugements sont presque toujours nets (en mathématique "pure"), mes interprétations des causes d'erreur sont toujours prudemment hésitantes ("peut-être", "sans doute", "il semble que..."). Ainsi un élève ayant répondu complètement au hasard recevra en général à chaque question le message : "JE NE VOIS PAS QUEL RAISONNEMENT A MOTIVE VOTRE REPONSE" ou bien : "VOUS AVEZ AU MOINS UNE ERREUR OU UNE OMISSION". On se lasse vite d'un tel dialogue ; et, de même, il est assez désagréable de recevoir tout au long l'analyse des erreurs d'un camarade sur lequel on a copié au lieu de recevoir celle qui correspond à son propre raisonnement.

Mes questionnaires sont en effet assez difficiles pour que très peu d'élèves ne fassent aucune faute (s'ils sont présentés dans de bonnes conditions). Je ne considère pas comme exceptionnel d'avoir une ou deux questions à moins de 5 % de réponses "parfaites" — ce qui n'empêche aucunement d'en avoir d'assez

bonnes. D'ailleurs, un des mérites les plus grands de cette gestion est d'avoir le reflet de toutes les interprétations valables. Dès que l'on quitte le domaine purement mathématique, l'ambiguïté et la diversité des interprétations sont de règle. Et l'exercice tourne à l'enquête d'opinion (comme dans le questionnaire [B04] sur les différents sens du mot "et" en français — les erreurs seules étant probantes d'un mauvais usage du signe opératoire "+" par exemple, ou d'une confusion entre "+" et "<"). Un seul corrigé-type ne peut alors que refléter l'interprétation du professeur, qui n'est pas nécessairement la seule, la vraie, la meilleure.

Ainsi l'ordinateur est justement (paradoxalement) l'instrument qui permet le mieux d'échapper au dogmatisme. Il peut même faire écho aux réactions des différents élèves, leur permettant ainsi d'échanger les points de vue constructifs, tout en associant les isolés ou les timides à une "vie collective". (Je publie en particulier pour mes élèves, régulièrement, des résultats statistiques de réponses ou des réponses originales ; et j'en fournis à mes correspondants-professeurs qui m'apportent l'analyse du comportement de leur classe).

Quant aux élèves, ils apprécient en général beaucoup de pouvoir "rédiger" aussi vite et avec autant de précision. Les miens ont un grand choix d'exercices pour leurs devoirs de quinzaine : un "menu" en libre service, chacun gagnant des "points" suivant son appétit — de telle sorte que dès 16 points on a "A" et qu'il serait possible en faisant tout très bien d'avoir de 25 à 30 points par le jeu d'exercices facultatifs. Or l'assiduité pour les "grilles" est de loin la meilleure (alors que ces exercices sont difficiles — mais que le dosage en est tel qu'il n'est pas pratiquement possible de dépasser l'appréciation "D" si on ne fait que ce type d'exercices). Madame [018] m'écrit : *"J'ai constaté que certains élèves, aux résultats écrits faibles en général, réussissaient relativement bien ces exercices. D'autres, par contre, brillants à exposer leurs idées, font pas mal de fautes dans ces grilles"*. C'est ici qu'une telle méthode apporte une partielle atténuation de handicaps physiques ou sociaux qui sont ceux de beaucoup de nos élèves dans les langages usuels de communication. Mais il y a aussi l'avantage de l'engagement individuel en responsabilité de l'élève qui communique sa réponse. Les grilles sont gommées, raturées : elles permettent les retours en arrière. Je conseille de recopier nettement à l'encre et éventuellement de mettre des "caches" pour que le résultat soit *indubitable* en fin de compte : l'automatisme exige

la détermination "croix ou blanc" et ne tolère pas les échappatoires sur la manière de répondre (qui, elle, doit toujours prévoir les modalités du doute ou des "autres réponses").

Nous abordons ainsi les raisons essentielles qui nous ont fait opter pour des *questionnaires à code unique*. L'ordinateur nous permet de cette manière, par sa puissance de traitement, d'envisager systématiquement tous les aspects de l'objet étudié (ou presque tous, du moins beaucoup) dans toutes les situations (ou presque toutes, en tous cas beaucoup). Ainsi, nous pouvons permettre à l'élève de *faire des erreurs — sans l'inciter à en faire, tout en restant capable d'interpréter sa réponse*. Aussi, quand nous disposerons d'un nombre variable de postes réponse (plus de 10) et de questions (plus de 9), nous pourrions envisager d'aborder certains sujets plus à fond. Mais il ne faut pas laisser l'élève, lui fournir assez (mais pas trop) de matériaux pour construire sa réponse, et garder une directivité assez grande pour permettre l'analyse de cette réponse. Nous avons déjà ainsi de 10 à 50 types de réponse (par question) interprétables, et de 100 à 300 cartes de branchements de messages par questionnaire (ce qui traduit une richesse de dialogue déjà assez grande au niveau de l'enseignement secondaire). C'est souvent se leurrer que de vouloir interroger en questions "ouvertes" si l'on n'est pas en mesure de répondre à la diversité des réponses (diversité trop souvent plus apparente que réelle, et due aux multiples variantes de langage plus que de fond).

Cependant, on ne travaille bien que pour un public déterminé. (Le mien est en première littéraire). Et cette méthode du code unique est sans doute difficilement applicable avec des enfants trop jeunes. Monsieur [023] qui a tenté de faire passer le sujet [A02] (diagrammes de Venn et écriture symbolique) en classe de cinquième, m'écrit : "Comme vous le constatez, les résultats sont très mauvais. Et je ne pense pas que la correction individualisée transmise aux élèves leur soit utile : ils ne peuvent la comprendre seuls... Les types de réponse sont très variés (15 à 20 types par question pour 30 grilles)... Ainsi on ne peut faire apparaître aucun type d'erreur. Il semble plutôt que les réponses soient faites au hasard... le raisonnement qui semble utilisé à la question D ne l'est plus à la question E. Les élèves ne situent pas les ressemblances entre les questions, entre les situations, tout est cas d'espèce...". Je crois en effet que les enfants de 12 ans ou moins n'ont pas en général assez d'esprit de suite pour profiter

pleinement de cette présentation à code unique. Mais, d'autre part, ils sont plus dociles que les adolescents pour se plier à une réglementation d'écriture, et ils sont peut-être moins sensibles à l'étourderie lors du report des réponses codées si l'on change de codage par question. Par contre, on obtient un "bruit de fond" de fautes ininterprétables avec les adolescents et les adultes lorsque la codification n'est pas très simple. (C'est pourquoi je transcris le code à côté de la grille, de manière qu'on puisse ignorer pratiquement les numéros des postes réponse en construisant la sienne). Des étudiants de D.U.E.L. ont été très troublés, par ailleurs, par leur niveau anormalement élevé de scrupule pour répondre au questionnaire [B02] que nous avons examiné ensemble (alors que les lycéens considèrent cet exercice comme "facile"). Les problèmes de frontières interdisciplinaires (ici français et logique mathématique) sont souvent les plus délicats à résoudre ; et s'il est intéressant d'enregistrer les réactions des populations marginales (sixième, cinquième ou D.U.E.L.), il n'en reste pas moins qu'un *exercice n'est valable que pour un public pas trop vaste avec des modalités très différenciées de passage.*

D'autre part, la variété, *l'anti-routine*, nous paraît indispensable pour développer l'effort intellectuel d'adaptation (tout autant que la création de certains automatismes qui allègent cet effort). Aussi nos questionnaires sont-ils conçus pour *développer l'aptitude aux comparaisons*. Nos élèves progressent ainsi tout en travaillant, ce qui explique aussi les ratures, les rectifications. Parfois nous nous contentons de guider une analyse de propriétés (tests de vocabulaire) ou une traduction entre deux langages (langage graphique, symbolique, ou de forme verbale usuelle ou spécialisée). D'autres questionnaires portent sur des reconnaissances de structures. Nous ne présentons d'ailleurs pas souvent les concepts isolés : *les postes réponse ainsi que les questions ne sont généralement pas indépendants*. Cela nous permet non seulement de détecter les confusions mais les contradictions, et de rester plus proches de la richesse des situations naturelles. Vous trouverez en annexe la liste de nos sujets. Ils sont tous, à divers niveaux, des *exercices de synthèse*, alors que les questions séparées sont souvent des analyses. Les décisions (qu'elles soient logiques ou d'ordre pratique) portent sur un même centre d'intérêt théorique. Il y a au moins 80 décisions de cette nature à prendre par grille, avec une présentation d'écriture extrêmement ramassée. On ne mobilise pas l'ordinateur pour un exercice exécuté et corrigé en quelques

minutes... Tous nos élèves constatent "qu'il faut beaucoup réfléchir pour bien répondre" — et ne cèdent pas longtemps au complexe de facilité du "tout ou rien".

Naturellement, il ne faudrait pas abuser de cette méthode (comme d'aucune autre). Rien ne remplace le beau problème à énoncé astucieux, concis et motivant, sur lequel l'élève construira, à partir d'une feuille blanche, un raisonnement original. Mais c'est justement pour permettre à tous, élèves et maîtres, de réserver plus de temps et d'art à exercer leur créativité qu'il est nécessaire d'étudier les techniques nouvelles.

Aussi je vous invite bien volontiers à essayer notre méthode avec vos élèves et à en mesurer ainsi l'efficacité. Il faut souvent *plusieurs questionnaires* dans une même classe pour juger sagement de *leurs effets*. Vous nous serez ainsi déjà très utiles, ne serait-ce que par l'envoi des grilles de vos élèves, et vous participerez à une expérience qui échappe à tout professeur isolé. Mais il serait encore mieux ensuite que vous rédigez vous-mêmes des questionnaires. Nous sommes à votre disposition pour vous aider à pré-tester les sujets jusqu'à la stabilité statistique, puis à calculer les programmes de correction. Ensuite nous pourrions peut-être diffuser les sujets et en assurer le processus de correction par correspondance.

Mais il faut faire vite pour mettre en commun notre expérience et nos talents pédagogiques — avant que nous ne soyons tous morts à la tâche devant la masse des élèves de tous âges qui désirent (encore) étudier. A nous de joindre nos efforts pour *maîtriser le style de l'industrialisation et en obtenir les moyens en logiciel et en matériel informatiques*. Il est urgent pour tous, maîtres et élèves, d'obtenir ainsi la libération de nos forces d'imagination créatrices. Venez nombreux nous rejoindre dans cette recherche où nous sommes tous solidaires.

CATALOGUE (sujets en service fin avril 1975)

I MATHEMATIQUE

- A01** Inclusion et complémentarité (avec l'ancienne législation sur le droit de vote).
- A21** Français courant et écriture symbolique.
- B01** Arithmétique dans N : divisibilité.
- A02** Diagramme de Venn et écriture symbolique.
- A22** Parties d'un ensemble et partition.
- B02** Savoir ce que parler veut dire : conjonction et négation.
- A04** Propriétés des relations binaires d'un ensemble vers un autre.
- A23** Relations d'un ensemble vers un ensemble.
- B04** Mieux comprendre le français (grâce à la logique mathématique).
- A05** Propriétés des relations internes.
- A24** Relations binaires internes (enfants et parents, nombres et rivière).
- A06** Un nouveau système de numération dans Z (machine de Pascal).
(Pour le premier cycle, construire un matériel).
- B06** Propriétés des structures d'ordre.
- B24** Structures d'ordre (nombres et hiérarchie professionnelle).
- B07** Combinatoire (clans, télévision, tiroirs, élèves, mots).
- B23** Combinatoire (alpinisme, bibliothèque).
- A08** Classement des quadrilatères du plan.
- B08** Reconnaissance de structures (du groupoïde au corps).
- B25** Structures induites par des relations ternaires.
- A09** Figures planes invariantes par isométrie.
- B10** Probabilité (loterie, téléphone, poussins et foot-ball).
- B26** Combinatoire (cinéma, rosiers et monnaie).
- A27** Combinatoire et probabilité (dés, camping, danse, mots).
- B11** Espaces vectoriels (indépendance, génération).
- B13** Inéquations (premier et deuxième degrés).
- A25** Calculs dans Z (avec problèmes du premier degré).
- A26** Calculs numériques et algébriques dans Z , Q ou R .

II SCIENCES NATURELLES

- S04** Réactifs usuels et constituants de la matière vivante.
- S05** Photosynthèse.
- S10** Système nerveux.
- S11** Cellule.

Equipe pédagogique : (Etablissement des sujets ou des corrigés).

C.N.T.E. mathématique : Mmes AYRAL, LOPATA.

Lycées "oraux" : Mme VAISSADE, Mrs CHARLOIS,
WIGDOROWICZ.

C.N.T.E. sciences naturelles : Mmes LE DIRAISON, MOLINE.

Secrétariat et perforation : Mile CORNEVIN (C.N.T.E.).

Environ 550 professeurs de mathématique et sciences naturelles se sont déjà inscrits, et plus de 80 ont participé avec leurs élèves. Ecrivez à :

Mlle LOPATA
(Bibliothèque de Q.C.M. — 502)
C.N.T.E. 60 boulevard du Lycée, 92171 VANVES

INSCRIPTION AU SERVICE DE DOCUMENTATION DE LA BIBLIOTHEQUE DE Q.C.M.

Nom :

Prénom :

Spécialité :

Nom et adresse de l'établissement :

.....

Adresse personnelle (facultatif) :

.....