

Quelques exemples d'exercices proposés aux collégiens

En mathématiques :

«Si m représente un nombre positif, quelle est l'expression égale à $m+m+m+m$?»

a – $m + 4$

b – $4m$

c – m^4

d – $4(m + 1)$

«Il y a 28 élèves dans une classe. La proportion de filles par rapport aux garçons est de 4 pour 3. Combien y a-t-il de filles dans la classe?»

En physique :

«En mer, les équipages de deux bateaux peuvent communiquer en criant. Pourquoi est-ce impossible pour les équipages de deux vaisseaux spatiaux séparés par la même distance dans l'espace?»

a – Le son est plus réfléchi dans l'espace

b – La pression est trop élevée à l'intérieur des vaisseaux spatiaux

c – Les vaisseaux spatiaux voyagent plus vite que le son

d – Il n'y a pas d'air dans l'espace pour permettre au son de se déplacer.

En sciences de la vie et de la terre :

«Quelle est la fonction de la chlorophylle dans une cellule végétale?»

a – Absorber l'énergie lumineuse et produire de la nourriture

b – Enlever les déchets par un transport actif

c – Produire de l'énergie chimique à partir de la nourriture

d – Contrôler la forme de la cellule

«Les combustibles fossiles se sont formés à partir...?»

a – d'uranium

b – d'eau de mer

c – de sable et de graviers

d – de plantes et d'animaux morts

Quelques exercices proposés aux lycéens de fin d'études secondaires

En sciences (culture générale) :

«Certaines chaussures à talons hauts ont la réputation d'abîmer les sols. Le diamètre à la base de ces très hauts talons est d'environ 0,5 centimètre, et il est d'environ 3 centimètres pour les talons ordinaires. Expliquer brièvement pourquoi les très hauts talons peuvent abîmer les sols.»

«L'énergie nucléaire peut être produite par fission ou par fusion. La fusion n'est pas couramment utilisée comme source d'énergie dans les réacteurs. Pourquoi?»

a – Les principes scientifiques sur lesquels la fusion est basée ne sont pas encore connus

b – Les procédés technologiques d'utilisation sans danger de la fusion ne sont pas développés

c – Les matières premières nécessaires ne sont pas aisément disponibles

d – Les déchets produits par le processus de fusion sont trop dangereux

«Les CFC (chlorofluorocarbones) ont révolutionné la vie personnelle et industrielle ces 30 dernières années. Ils ont servi de réfrigérant dans les réfrigérateurs et de propulseur dans les aérosols, les emballages sous pression et les extincteurs. Il y a maintenant de très forts mouvements internationaux pour arrêter l'utilisation de ces substances, parce qu'...?»

a – elles sont chimiquement inertes

b – elles contribuent à l'effet de serre

c – elles sont toxiques pour les humains

d – elles détruisent la couche d'ozone

En mathématiques (série S seulement) :

«Quelles sont toutes les valeurs de x pour lesquelles l'inéquation $5x + 5/3 \leq -2x - 2/3$ est vraie?»

a – $x \leq -7/9$

b – $x \leq -1/3$

c – $x \geq 0$

d – $x \geq 7/3$

e – $x \geq 9/3$

«Dans un repère orthonormal, les sommets du triangle PQR sont les points : P(1;2), Q(4;6) et R(-4;12). Parmi les phrases suivantes, laquelle est vraie pour le triangle PQR?»

a – PQR est un triangle rectangle en P

b – PQR est un triangle rectangle en Q

c – PQR est un triangle rectangle en R

d – PQR n'est pas un triangle rectangle

«Un examen consiste en 13 questions. Un étudiant doit répondre seulement à une des deux premières questions et seulement à neuf des questions restantes. Combien de choix de questions l'étudiant a-t-il?»

a – $C_{13}^{10} = 286$

b – $C_{11}^8 = 165$

c – $2 \times C_{11}^9 = 110$

d – $2 \times A_{11}^2 = 220$

e – Un autre nombre

différents pays ont placé les États-Unis soit à la première place, soit à la deuxième derrière Singapour. Le mérite en fut attribué aux scientifiques qui avaient terminé leurs études depuis une vingtaine d'années, mais pas aux enseignants.

On admet souvent, tel un axiome, que les connaissances en mathématiques et en sciences des lycéens déterminent la santé économique d'un pays. Toutefois, plusieurs arguments semblent aller à l'encontre de cette croyance : dans les rapports évaluant la compétitivité d'un pays, on constate souvent que de nombreux critères de réussite, telle la qualité de l'infrastructure portuaire, viennent bien avant la qualité de l'enseignement ou la compétence des scientifiques ou des ingénieurs. Face à l'urgence, plus de 1 000 lois ont été promulguées aux États-Unis depuis 1970 pour réformer le système éducatif, mais elles semblent avoir eu peu d'effets sur les connaissances scientifiques acquises par les lycéens.

Si le niveau des élèves en sciences ne paraît pas baisser, la culture scientifique qu'ils acquièrent ne leur est peut-être pas utile dans la vie de tous les jours. Nous pensons que les étudiants qui veulent devenir des scientifiques auraient encore le temps, après le lycée, d'apprendre les théories et les faits scientifiques. En revanche, tous les lycéens devraient apprendre à réfléchir, à distinguer le fait de l'opinion, la probabilité de la certitude, la déduction rationnelle de la superstition, les données des suppositions, la science du folklore, la théorie du dogme.

Wayt GIBBS est journaliste à *Scientific American*. Douglas FOX est journaliste scientifique.

A. BEATON et al., *Mathematical and Science Achievement in the Final Year of Secondary School*, IEA, TIMSS International Study Center, Boston College, Chestnut Hill, Ma., USA, février 1998.

Les dossiers d'éducation et formation. Évaluation internationale en mathématiques et en sciences en classes de cinquième et quatrième, ministère de l'Éducation nationale, de la Recherche et de la Technologie, Direction de la programmation et du développement, n° 99, juin 1998.

L'état de l'école, ministère de l'Éducation nationale, octobre 1998.

Pourquoi les objets se cassent-ils?

MARK EBERHART

Depuis près d'un siècle, les physiciens utilisent la théorie des liaisons chimiques pour prévoir quand un solide se brise ou se déforme.

Aujourd'hui, on calcule même le type de dégradation qui se produira.

Un objet qui se brise ou qui se tord est une petite catastrophe. Pour moi, au contraire, c'est un plaisir : en regardant du verre brisé, je me surprends à assembler mentalement les morceaux, à la recherche de l'origine de la fracture ; devant un vieil arbre, j' imagine comment sa croissance a lentement déplacé la clôture en fer voisine. Je n'ai pas un goût pervers de la destruction, mais je cherche à savoir quand les matériaux sont fragiles et cassent facilement, comme le verre, ou sont ductiles et nécessitent plus d'énergie pour se bri-

ser, comme le fer. Les objets que nous utilisons ne sont-ils pas tous soumis à des contraintes ?

Nombre de techniques sont fondées sur l'utilisation de la dégradation des matériaux. C'est en manipulant des roches cassantes, comme le silex, que l'homme est entré dans la première période technique de l'humanité, l'âge de pierre, il y a environ 2,5 millions d'années. Plus récemment, il y a 5 000 ans, la découverte de substances peu fragiles, comme l'or et le cuivre, a mené l'humanité à l'âge du métal. Les anciens artisans ont utilisé ces métaux malléables pour fabriquer des bijoux et d'autres ornements, car ils pouvaient être facilement étirés ou martelés. En revanche, bien que ces matériaux soient tenaces et capables d'absorber des quantités d'énergie considérables lors de leur déformation, ils ont une courte durée de vie quand on les utilise pour couper ou pour gratter.

Les matériaux des épées ou des gratte-ciel doivent être suffisamment durs pour conserver leur forme sous l'effort, suffisamment résistants

pour ne pas se briser. C'est pourquoi les métaux sont omniprésents dans notre civilisation. Les outils et les armes de pierre sont devenus obsolètes le jour où les métallurgistes ont appris qu'en mélangeant du cuivre et de l'étain, par exemple, ils obtenaient du bronze, plus résistant à la rupture.

Les alliages de carbone et de fer sont plus durs encore que le bronze ; ils sont apparus 1 000 ans avant notre ère, lorsque les métallurgistes inventèrent des fourneaux qui chauffaient suffisamment pour extraire le fer de son minerai. Bien qu'ils soient durs, les alliages de fer et de carbone sont fragiles : ils n'absorbent que peu d'énergie avant de se casser. Plus récemment, les métallurgistes ont appris qu'en soufflant de l'air dans ce mélange on réduit la quantité de carbone, d'où un produit plus ductile : l'acier ! Enfin, les métallurgistes ont appris à créer des matériaux plus ou moins ductiles ou cassants, à volonté.

Le défaut fatal

Bien que ce lien entre technique et comportement des matériaux soit très ancien, la science n'a élucidé les mécanismes de la rupture qu'au cours du XX^e siècle. Même aujourd'hui, de nombreux mécanismes élémentaires de la rupture restent mystérieux. On ne comprend pas, par exemple, pourquoi trois

1. LES BALLES ET LES BATTES ne se cassent pas lorsqu'elles se heurtent, parce qu'elles absorbent l'énergie de la collision. En revanche, une vitre éclate en morceaux quand elle est soumise à un choc. Le comportement des objets soumis à des contraintes dépend des liaisons chimiques entre leurs atomes.