

Le questionnaire à choix multiples (QCM)

Exemple d'une question d'un QCM (= ensemble de questions):

:

Tronc (anglais : Stem)

L'aspirine est un

Alternatives

(anglais Options, Alternatives)

- antalgique
- antidiurétique
- anesthésique
- antibiotique
- anticoagulant

Les alternatives fausses (ici les dernières) s'appellent en anglais : Distractors

Utilisation courante des QCM

C'est une forme d'évaluation séduisante :

Elle facilite la correction et donne un sentiment de sécurité mathématique :

Une fois le barème accepté, la note finale ne peut être discutée .

De plus, à condition de disposer d'une librairie de questions, même des personnes incapables de formuler elles-mêmes des questionnaires peuvent y recourir indéfiniment en choisissant et arrangeant des questions au hasard.

On comprend que les QCM sont largement utilisés

- par les universités en première année à cause de l'afflux d'étudiants.
- par des firmes, fédérations ou des organismes gouvernementaux pour leurs examens ou tests d'entrée (permis à conduire, tests d'aptitude, brevets sportifs..)
- dans des enquêtes ou tests comparatifs (PISA, Olympiade mathématique.. ..

Contrairement à ce qui se passe en Scandinavie et aux Etats-Unis, leur utilisation est encore assez restreinte dans les écoles primaires et secondaires de notre enseignement ce qui explique en partie le désastre récent de l'enquête PISA.



Place des QCM dans l'évaluation

Voyons où les QCM se situent dans les différents niveaux de questionnaires (Bloom 1956) :

a) Connaissance

Mémoriser des faits, les reconnaître et les reproduire. (Questions de cours)

Exemple :

Cochez les substances (s'il y en a) qui colorent la flamme d'un bec Bunsen en vert :

- Na_2CO_3
- NaCl
- H_3BO_3
- CuCl_2
- CaCl_2

La *reproduction* des faits est ici impossible : L'élève peut répondre à cette question sans se rappeler si l'acide borique est H_3BO_3 ou H_3BO_4

b) Compréhension

Comprendre les faits, les organiser et les décrire en ses propres termes. (Questions de compréhension)

Exemple :

Dans la molécule d'ammoniac, l'atome d'azote est de type spatial tétragonal. La géométrie de la molécule d'ammoniac est :

- linéaire
- triangulaire
- coudée
- pyramidale
- tétraédrique

La *description* des faits est impossible : L'élève peut répondre correctement à cette question sans être capable lui-même de trouver l'épithète « pyramidal »₄

c) Application

Appliquer les faits appris à des situations nouvelles (Exercices classiques..)

Exemple :

Si on fait réagir deux moles d'anhydride éthanoïque avec 1 mole d'alcool, on obtient au maximum:

- 0,33 mol d'éthanoate d'éthyle
- 0,67 mol d'éthanoate d'éthyle
- 1,0 mol d'éthanoate d'éthyle
- 1,33 mol d'éthanoate d'éthyle
- 2,0 mol d'éthanoate d'éthyle

d) Analyse

Déceler la structure intrinsèque des faits et la formuler (Remédiation éventuelle)

Exemple :

Des énantiomères sont des molécules :

- n'ayant pas la même formule brute
- différentes par la nature des liaisons qui relient les atomes
- superposables

L'élève peut trouver correctement qu'aucune de ces alternatives ne convient sans pouvoir lui-même *formuler* tout ce que la définition de l'énantiométrie implique.⁴

c) Synthèse

Combiner des faits pour faire une synthèse originale (Exposés)

On ne peut faire de synthèse *originale* par le biais d'un questionnaire élaboré par un autre !

c) Evaluation

Formuler des hypothèses et interprétations personnelles (Recherche personnelle)

On ne peut faire de travail *personnel* sur base d'un questionnaire élaboré par un autre !

Les QCM sont donc adaptés aux niveaux inférieurs et moyens des questionnaires de l'échelle de Bloom et conviennent ainsi parfaitement aux exigences de la chimie dans l'enseignement secondaire, sauf dans les cours de spécialisation poussée (options..)

Ils peuvent tester efficacement *les connaissances de faits, la compréhension des faits, la capacité de mettre en œuvre ces faits et servir de moyen de remédiation.*

Ils ne peuvent en aucun cas constituer la seule forme d'évaluation, car ils sont inadaptés à tester *les capacités de reproduire, décrire et formuler correctement.*

Les objectifs d'un QCM et sa qualité.

- Les QCM doivent servir au professeur à *différencier* les élèves qui ont appris, compris et assimilé la matière de ceux qui l'ont mal apprise, mal comprise et non assimilée.

La qualité d'un QCM est proportionnelle au degré de différenciation atteint. La qualité d'une question particulière d'un QCM est donnée par la corrélation entre les étudiants produisant la réponse correcte avec ceux qui ont le meilleur résultat global, en d'autres mots, si tous répondent correctement ou personne, la question est mal posée.

- Des QCM bien construits et pourvus d'une solution commentée peuvent servir à l'*autoévaluation* des élèves.

La qualité d'un tel QCM est à la fois fonction de l'intérêt qu'il suscite auprès des élèves et des progrès ultérieurs qu'il leur fait faire.

- Si les commentaires sont intelligents et constructifs, les QCM peuvent contribuer à la *remédiation* (horrible néologisme signifiant : redressement des erreurs)

La qualité d'un tel QCM est encore fonction des progrès qu'il suscite indépendamment de toute autre remédiation.

Réalisation d'un QCM

La réalisation d'un QCM est une procédure cruciale, difficile et qui demande souvent des connaissances techniques.

- Elle est *cruciale*, parce qu'elle doit permettre de décerner jusqu'à quel degré l'élève a atteint les objectifs fixés. Des QCM mal faits ou mal cotés ne peuvent faire cette évaluation.

- Elle est *difficile* parce qu'il s'agit d'un travail qui demande de la patience, de la compétence, de la méfiance, de la faculté d'anticiper et de se mettre au niveau de celui qui apprend. En outre l'évaluation correcte des QCM pose des problèmes de cotation difficiles à établir et à faire accepter.

- Les QCM sont de plus en plus souvent réalisés sur ordinateur ce qui demande un minimum de *connaissances informatiques*.

On comprend que beaucoup d'organismes préfèrent élaborer une librairie de questions une fois pour toutes pour ne pas devoir recommencer à chaque test. (Ces librairies sont bien connues et souvent publiées dans des domaines comme les permis à conduire, les permis de navigation, les brevets sportifs. Le passage des tests se limite pour beaucoup de candidats à apprendre la librairie par cœur sans rien comprendre !..)



Règles d'élaboration d'un QCM

a) Les sujets des questions

Les questions doivent

- *porter sur les sujets importants de la matière traitée*
- *traiter d'un seul sujet par question*
- *permettre de distinguer à quel degré l'élève a assimilé la matière*

Exemples :

Cocher les affirmations vraies:

- L'électrolyse d'une solution de chlorure de sodium entre électrodes inertes fournit de l'ozone à l'anode
- L'ion sulfate est meilleur oxydant que l'ion hydrogène
- L'ion nitrate est cancérigène

Fautes :

La première alternative traite d'un aspect particulier et discutable de l'électrolyse (qui intéresse peut-être l'auteur, mais qui n'est pas essentiel)

Il n'y a pas d'alternatives, mais des affirmations disparates

La combustion d'un corps dans l'air :

- est une réaction avec l'azote
- produit des substances appelées oxydes
- dégage de la chaleur

Fautes :

Trop facile, même les mauvais élèves se rappelleront ces évidences.

Les affirmations tournent bien autour du sujet (vaste) des combustions, mais sont encore trop disparates.

En ajoutant une solution de soude à l'acide chlorhydrique, la réaction peut être perçue par :

- un changement de coloration
- un dégagement de chaleur
- un dégagement de gaz

Question acceptable, car importante, univoque et non évidente.

b) La formulation des questions

Les questions doivent

- *Etre structurées en faisant une nette séparation entre tronc et alternatives*
- *être formulées dans un langage accessible aux élèves*
- *être précises en évitant le vague et les sous-entendus*
- *être concises en évitant tout ce qui est inutile pour identifier l'alternative correcte:*
- *être intelligentes en évitant de fournir des moyens techniques ou superficiels d'identifier l'alternative correcte ou les alternatives fausses*

Exemples :

La lumière est une structure tridimensionnelle chirale avec laquelle les deux substances optiquement actives d'une paire d'énantiomères, d'isomères de constitution , de conformères interagissent de façon opposée

Fautes :

Cette question est mal structurée.

Cette question est mal formulée (que veut dire : les deux substances optiquement actives d'une paire d'énantiomères ?)

Cette question est vague, parce qu'elle est tirée hors d'un contexte que l'élève n'est pas censé connaître (que veut dire : interagissent de façon opposée ?)

Cette question reproduit une phrase du manuel que l'élève aura peut-être apprise par cœur et qu'il saura donc identifier superficiellement.

En ajoutant une solution de soude à l'acide chlorhydrique, la réaction peut être perçue par :

- un changement de coloration au moment exact du point équivalent du bleu de bromothymol qu'on aura ajouté initialement à l'acide chlorhydrique
- un dégagement de chaleur
- un dégagement violent du gaz hydrogène se manifeste

Fautes :

La formulation lourde et circonstanciée de la première alternative donne une nette indication qu'elle pourrait convenir.

L'inconsistance grammaticale de la dernière alternative montre qu'elle a été établie sans soin et qu'elle est probablement une alternative fautive ajoutée in extremis.

Le pH joue un rôle important dans l'estomac en réglant l'activité des enzymes de la digestion sécrétées par les glandes de la membrane muqueuse interne. Ce pH est:

- basique
- acide
- neutre

Fautes :

La phrase introductive est superflue, les QCM ne servent pas à prolonger le cours !

c) La formulation particulière des troncs

Les troncs doivent

- *comporter un maximum d'informations essentielles afin alléger les alternatives.*
- *constituent une affirmation incomplète (à compléter par les alternatives correctes) ou une question directe (à laquelle les alternatives correctes fournissent la réponse)*
- *s'en tenir clairement et parcimonieusement au sujet en évitant les négations et artifices logiques du genre « dans tous les cas suivants », « dans aucun des cas suivants », etc..*

Exemples :

La rouille du fer est une réaction d'oxydo-réduction:

- L'oxydant est le fer métallique
- L'oxydant est l'ion hydrogène
- L'oxydant est O₂

Fautes :

Le tronc est une affirmation complète. Il n'est pas clair pourquoi l'élève doit cocher. Les alternatives reprennent l'expression « L'oxydant est » qui pourrait figurer plus parcimonieusement dans le tronc.

Ne cochez pas les cases des alternatives qui sont parfois incorrectes : Les alcools sont

- liposolubles
- polaires
- toxiques

Fautes :

Plutôt qu'un exercice de chimie, cette question constitue une acrobatie logique.

d) La formulation particulière des alternatives

Les alternatives doivent être

- *approximativement de même forme , de même longueur(restreinte) et de même degré de complexité.*
- *également plausibles pour un élève non averti*
- *en nombre restreint*
- *sans artifices logiques*
- *disjointes, c.à.d. il faut qu'elles ne se recoupent pas*
- *distribuées au hasard, c.à.d. que les alternatives vraies ne doivent pas toujours occuper la même place.*

Exemples :

Le trou d'ozone:

- est une sorte de trou noir particulier dans les galaxies
- est causé par les chlorofluorocarbures
- se produit à la fin de la nuit polaire dans les régions polaires quand les nuages stratosphériques se volatilisent

Fautes :

L'élève identifie tout de suite la première alternative comme une farce qui n'a rien à voir avec la chimie.

Les deux alternatives correctes sont de longueur, de forme et de complexité différentes

Dans la réalisation de la structure tertiaire des protéines

- n'interviennent pas les acides aminés
- il serait faux de prétendre que les acides aminés ne jouent aucun rôle
- quelques acides aminés ne peuvent pas participer

Fautes :

En plus de la difficulté intrinsèque, ces alternatives constituent un casse-tête logique inapproprié.

Cotation correcte d'un QCM

La cotation correcte d'un QCM est un terrain très sensible, car la plupart des gens (direction, élèves, parents..) ne comprennent souvent pas le raisonnement sous-jacent !

Principe :

- L'élève qui coche tout correctement doit avoir le maximum de points (p.ex 60)
- L'élève qui coche au hasard doit avoir ± 0 points
- Entre ces extrêmes, il doit y avoir une progression linéaire

1^{er} cas : Deux alternatives à chaque fois, dont l'une est vraie, l'autre fausse (instruction : cocher une et une seule fois).

Exemple :(60 questions également cotées, total 60 points)

La glycérine est un alcool

- vrai
 faux

La cystéine naturelle est l'énantiomère D

- vrai
 faux

etc...

Réponse à une question : correcte : 1 point, fausse : -1 point

En effet :

Si l'élève coche au hasard, il y aura statistiquement autant de bonnes réponses que de réponses fausses, d'où ± 0 points

S'il coche toutes les questions une fois et correctement, il aura 60 points.

Ce qui choque les gens, qui n'y pensent pas de plus près, c'est que, quand il fait une faute, il aura 58 et non 59 !

Si nous ne retranchons rien pour la réponse fausse, celui qui répond au hasard aura statistiquement 30 réponses correctes donc ± 30 points ce qui est de la pure démagogie de la part de l'examineur !

2^e cas : Plusieurs alternatives à chaque fois, dont l'une est vraie, les autres fausses (instruction : cocher une et une seule fois).

Exemple (30 questions à trois alternatives également cotées, total 60 points):

La glycérine est

- un alcool
 une amine
 un alcyne

La cystéine naturelle est

- l'énantiomère D (Fischer)
 l'énantiomère S (CIP)
 le mélange racémique

etc...

Réponse à une question : correcte : 2 points, fausse : -1 point

En effet :

Si l'élève coche au hasard, parmi les questions cochées une fois, il y aura statistiquement deux fois plus de mauvaises réponses que de bonnes, donc $40(-1)+20.2= 0$ points

S'il coche toutes les questions une fois et correctement, il aura $30 \times 2 = 60$ points.

Pédagogie pratique

Ce qui choque les gens, qui n'y pensent pas de plus près, c'est que, quand il fait une faute, il aura 57 et non 58 !

Si nous ne retranchons rien pour les réponses fausses, celui qui répond au hasard en cochant à chaque question une fois aura statistiquement 10 réponses correctes donc ± 20 points ce qui ne correspond pas à sa performance, qui est nulle !

3^e cas (général) : ai alternatives pour chaque question i cotée ci points, vi alternatives de la question i étant vraies, les autres (ai-vi) fausses (instruction : écrire vrai, faux ou ne pas remplir).

Exemple

1^{ère} question

Le glucose est un

- alcool
- aldéhyde
- acide carboxylique

(4 points)

2^{ème} question

Un acide est d'autant plus fort que

- sa réaction avec l'eau est limitier
- le pKa du couple acide/base associé est petit
- pour une solution molaire, son pH est petit
- dosé par une base forte, le PH au point d'équivalence s'éloigne loin de 7

(8 points)

3^{ème} question

Dans une protéine, la cystéine joue un rôle prépondérant dans la réalisation de sa structure

- primaire
- secondaire
- tertiaire

(3 points)

réponse :

vrai pour alternative	correcte :	ci/2vi	points
faux pour alternative	correcte :	-ci/2vi	points
vrai pour alternative	fausse :	- ci/(2(ai-vi))	points
faux pour alternative	fausse :	ci/(2(ai-vi))	points
	pas donnée:	0	points

En effet, si l'exemple précédent constituait p. ex un devoir entier coté 15 points, la réponse « vrai » pour l'alternative correcte à la première question rapporterait $4/2.2 = 1$ point, la réponse « faux » pour cette alternative = -1 point, la réponse « vrai » pour l'alternative fausse à la première question rapporterait $4/(2(3-2)) = 2$ points, la réponse « faux » pour cette alternative = -2 points

Un élève cochant correctement toutes les cases de la première question aurait $2 \times 1 + 1 \times 2 = 4$ points.

Par contre, ne connaissant pas la matière, s'il s'est proposé de répondre chaque fois vrai, il aura $2 \times 1 + 1 \times (-2) = 0$ points

S'il se propose de cocher chaque fois faux, il aura $2 \times (-1) + 1 \times 2 = 0$ points

S'il ne met rien, il aura $3 \times 0 = 0$ points

Etc..

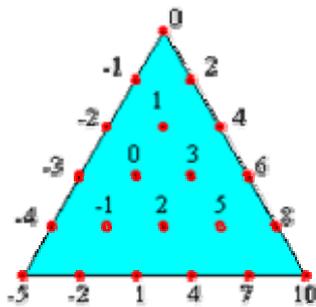
Cotation courante des QCM

Il ressort des complications précédentes que l'évaluation correcte d'un QCM exige

- de calculer avec des fractions
- de se rendre à l'évidence qu'une réponse « vrai » pour une alternative correcte vaut parfois moins qu'une réponse « faux » pour une alternative fautive

Elèves, parents et personnel enseignant aiment un système de cotation transparent mettant en œuvre de préférence des nombres entiers. Il sera donc probablement à tout jamais impossible de faire une évaluation correcte, à moins de laisser faire un ordinateur et d'accepter son verdict !

Les seuls endroits de par le monde où les QCM du type 3 sont proprement évalués sont probablement les facultés universitaires de mathématique, ailleurs on cote souvent au pif ce qui mène à de drôles de résultats, comme le citait la référence (périmée) suivante : (<http://www.bib.ulb.ac.be/coursmath/qcm.htm>)



« Voici une représentation géométrique dans le cas où il y a 5 questions et où l'on attribue 2 points pour une réponse exacte, 0 pour une abstention et -1 pour une erreur à chaque question.

Sur la figure on peut voir apparaître une série de paradoxes. Par exemple: il y a deux manières d'obtenir la note (peu brillante) de 4/10: ou bien on répond exactement à 2 questions et on fait l'impasse sur les 3 autres, ou alors on fait l'effort de répondre aux 5 questions mais malheureusement il n'y a que 3 réponses correctes.

Il y a pire! Si l'on répond correctement à 2 questions et que l'on souhaite améliorer son score, une réponse fautive oblige à avoir une réponse correcte parmi les deux questions restantes.

Que faut-il faire pour réussir le test? S'abstenir pour 2 questions et répondre correctement aux 3 autres, s'abstenir pour 1 question et faire au plus une erreur parmi les 4 autres, ou alors ne pas s'abstenir et faire au plus une erreur parmi les 5 questions. Que l'on réponde à 4 ou 5 questions, on voit que le "droit à l'erreur" n'est jamais que d'une seule erreur! »



Réalisation des QCM sur l'ordinateur :

Voici deux références pour créer des QCM :

1) Hot Potatoes

C'est un logiciel gratuit que vous pouvez télécharger à l'adresse :

<http://hotpot.uvic.ca/>

Un soin particulier y est porté sur l'interface avec l'utilisateur, qui n'a pas besoin de connaissances informatiques particulières. Des images, animations flash, séquences vidéo et audio peuvent être incorporées. La présentation finale est très soignée. Jusqu'à ce jour, il ne comporte malheureusement pas d'éditeur *mathématique* valable.

2) Tested

C'est un logiciel gratuit élaboré par l'auteur de ce cours pour ses propres besoins et que vous pouvez voir ici :

<http://www.lhce.lu/Chimie/eMath/latexmathml/stageqcm.html>

Aucun soin n'est porté sur l'interface avec l'utilisateur, qui doit savoir comment copier un programme HTML. Le logiciel permet à un utilisateur ayant des rudiments de *Latex* d'insérer un quelconque texte mathématique ainsi que des images. L'évaluation se fait d'après les règles expliquées ici.

