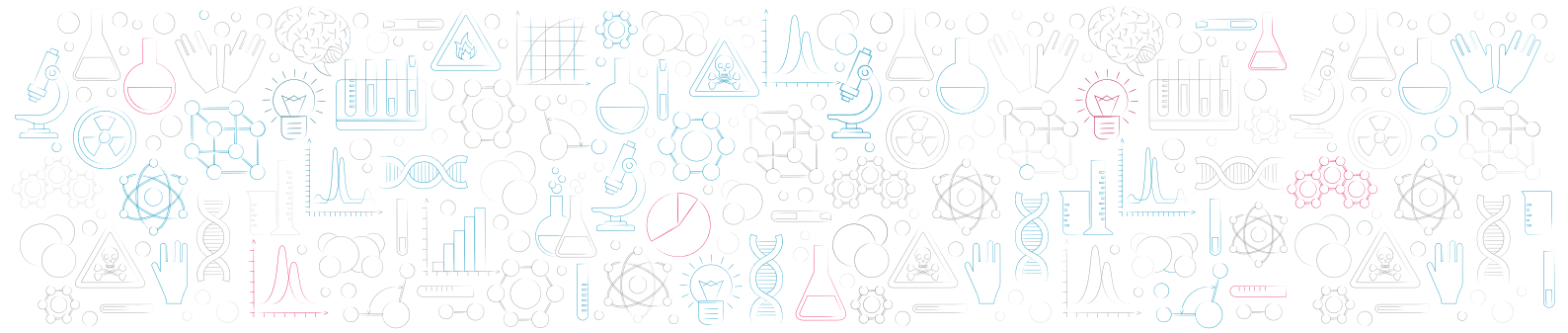


The background of the entire page is a dense, repeating pattern of various scientific and technical icons. These include laboratory glassware like flasks and beakers, safety symbols such as biohazard and radiation warning signs, mathematical graphs and charts, molecular structures, DNA double helices, lightbulbs representing ideas, and various geometric shapes and symbols. The icons are rendered in a light blue and red color scheme, creating a textured, scientific atmosphere.

RÉDIGER DES QCM EFFICACES

UN GUIDE UNISCIEL



SOMMAIRE

RÉDIGER DES QCM EFFICACES	3
1. TESTER UN SEUL ACQUIS D'APPRENTISSAGE PAR QCM	7
1.1. Les acquis d'apprentissage	7
1.2. Viser un seul acquis d'apprentissage pour le positionnement et la remédiation	8
1.3. S'assurer que l'on ne vise qu'un seul acquis d'apprentissage	9
1.4. Prévoir des QCM de différents niveaux de difficulté	11
2. UNE QUESTION BIEN POSÉE POUR QUE LA DIFFICULTÉ PORTE UNIQUEMENT SUR L'ACQUIS D'APPRENTISSAGE TESTÉ	12
2.1. Utiliser des formes actives, des phrases courtes, et commencer par le sujet	12
2.2. Utiliser des énoncés simples, neutres et complets	17
2.3. Mettre la question en évidence	20
2.4. Utiliser un vocabulaire précis	21
2.5. Regrouper le maximum d'informations dans l'énoncé	22
2.6. Ne pas proposer plus de 4 ou 5 réponses possibles	23
3. DES DISTRACTEURS DE QUALITÉ POUR ÉVITER LES FAUX POSITIFS	24
3.1. Rédiger des propositions homogènes	24
3.2. Trois propositions	25
3.3. Partir des erreurs réelles des étudiant·e·s et de leurs mauvais raisonnements	26
3.4. Les options « toutes les réponses » et « aucune de ces réponses »	29
4. DES EXPLICATIONS DE QUALITÉ POUR FAVORISER L'APPRENTISSAGE	30
4.1. Dépasser l'indication juste / faux	30
4.2. Rédiger une explication élaborée efficace	34
4.3. Expliquer les mauvaises réponses : les explications spécifiques	37
LISTE DES CONSEILS	39
BIBLIOGRAPHIE	41

RÉDIGER DES QCM EFFICACES

PRÉAMBULE

Nous avons construit ce guide pour partager notre expérience de la rédaction de questions à choix multiples (QCM). Nous nous sommes appuyées sur la littérature scientifique sur les QCM ainsi que sur l'expérience accumulée au cours des projets menés par UNISCIEL.

ANATOMIE D'UN QCM

Dans une question à choix multiple, on trouve trois parties :

- Le « tronc » (qui contient l'énoncé et la question) ;
- Les propositions (justes ou fausses) ;
- Les explications (générale ou spécifiques).

Les propositions qui correspondent à des réponses fausses sont souvent appelées des distracteurs dans la littérature traitant des QCM.

The diagram shows a template for a Multiple Choice Question (QCM) with the following components and annotations:

- Énoncé :** _____
_____ (Annotation: Donne le contexte de l'exercice)
- Question** _____ ?
- Proposition 1 (distracteur)** _____
Explication spécifique _____ (Annotation: Explique l'erreur réalisée pour obtenir cette réponse ou donne un indice)
- Proposition 2 (distracteur)** _____
Explication spécifique _____ (Annotation: Explique l'erreur réalisée pour obtenir cette réponse ou donne un indice)
- Proposition 3 (Bonne réponse)** _____
Explication générale _____ (Annotation: Explique comment obtenir la bonne réponse)

Annotations on the left side:

- Sont construites d'après des erreurs connues des étudiant-e-s (pointing to the distractor propositions)

Un ensemble d'items d'évaluation constitue un **questionnaire**.

QU'EST CE QU'UN QCM EFFICACE ?

Une question de type QCM peut être efficace pour un objectif donné, et inefficace dans un autre contexte.

Prenons un exemple : en début d'année, les étudiant·e·s d'une université passent un test pour les aider à choisir le parcours le plus adapté à leur niveau. Les questions qui composent le test ne comportent pas de corrigé ni d'explication.

Plus tard dans l'année, une enseignante prépare un test pour que les étudiant·e·s révisent en autonomie. Elle ne pourra pas réutiliser les questions des tests de rentrée, car les étudiant·es ne peuvent pas apprendre avec des questions dont la réponse n'est pas expliquée.

Pour ce guide, nous avons fait le choix de nous concentrer sur deux situations types :

1. Évaluer le niveau de maîtrise des étudiant·e·s (évaluation diagnostique)
2. Aider les étudiant·e·s à progresser en autonomie (évaluation formative)

LES DIFFÉRENTS TYPES DE QCM

Depuis le milieu du vingtième siècle, les enseignant·e·s ont inventé et étudié de nombreux formats de QCM. En voici quelques exemples illustrés et commentés.

TYPE DE QCM (NOM ANGLAIS)	EXEMPLE	REMARQUE
Vrai/faux (TF)	L'eau peut parfois bouillir à 85 °C ☐ Vrai ☐ Faux	Le risque d'avoir juste par hasard est assez élevé. Préférer un item MTF
À choix multiple, bonne réponse unique (MC)	Comment s'appelle la science qui étudie les reliefs de la Terre ? ☐ La géodésie ☐ La géologie ☐ Le métamorphisme ☐ L'océanographie	Le meilleur choix en général
À choix multiples, plusieurs bonnes réponses (MR)	Quel(s) paramètre(s) peut(ent) faire fondre une roche ? ☐ Une augmentation de la pression ☐ Une augmentation de la température ☐ Une hydratation de la roche ☐ Une décompression adiabatique de la roche	- Devrait être utilisé uniquement quand il y a en effet plusieurs bonnes réponses à la question posée - Rend la notation compliquée
Plusieurs choix vrai-faux (MTF Type X)	Parmi les affirmations ci-dessous sur les fonctions mathématiques, lesquelles sont justes ? ☐ Si une fonction est dérivable alors elle est continue ☐ Toutes les fonctions continues sont dérivables ☐ L'intégrale est l'opération inverse de la dérivée	- Difficiles pour les étudiant·e·s - Intéressantes pour mesurer la compréhension de concepts (et devrait se limiter à ce type d'usage)
À choix multiple complexe (CMC Type K)	Quel(s) paramètre(s) peut(ent) faire fondre une roche ? a) Une augmentation de la pression b) Une augmentation de la température c) Une hydratation de la roche d) Une décompression adiabatique de la roche Quelle est la bonne combinaison de bonnes réponses ? ☐ a et c ; ☐ b,c,d ; ☐ a, b, d	Ne devrait jamais être utilisé



CONSEIL N°1 : Utiliser une question à choix multiples avec une unique bonne réponse en l'absence de bonne raison de faire différemment.

Définition : L'évaluation **formative** est une évaluation qui a lieu **pendant** l'enseignement et qui permet à l'étudiant·e de tester ses connaissances. En général, cette évaluation ne donne pas lieu à une note.

Définition : L'évaluation **diagnostique** est une évaluation faite **avant** l'enseignement pour identifier les lacunes et les connaissances des étudiant·e-s. On parle aussi de positionnement.

PLAN DU GUIDE

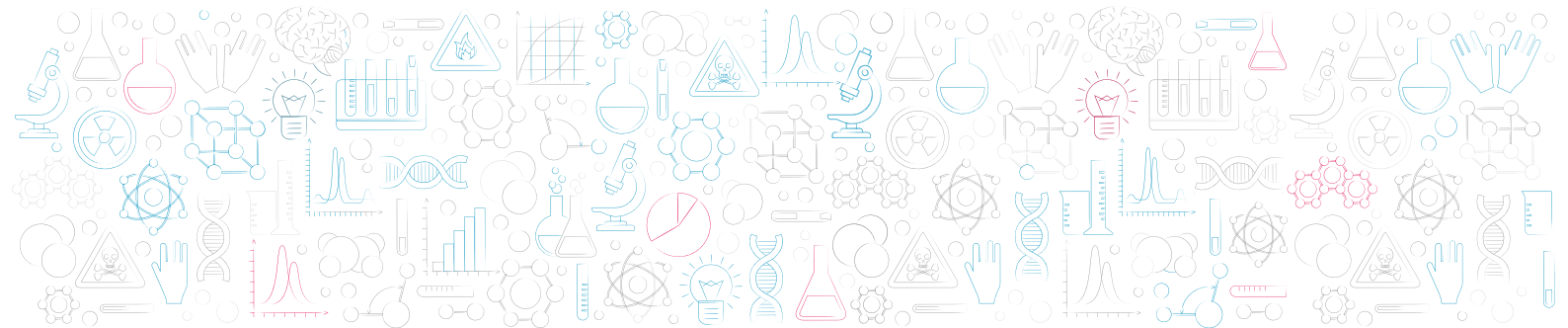
Dans la suite de ce guide, nous allons voir les différentes conditions pour qu'une question à choix multiple (QCM) soit efficace.

Nous allons ainsi voir que pour une évaluation diagnostique il faut que :

1. **Le QCM porte sur UN SEUL acquis d'apprentissage**, sinon on ne sait pas interpréter l'erreur de l'étudiant·e ;
2. **La question soit bien posée**, sinon on risque que l'étudiant·e réponde faux parce qu'il ou elle a mal compris la question posée et non parce qu'il ou elle ne maîtrise pas la notion testée ;
3. **Les propositions fausses soient de qualité**, sinon on risque que l'étudiant·e réponde juste alors qu'il ou elle ne maîtrise pas la notion testée.

Pour qu'en plus le QCM soit efficace pour **faire progresser l'étudiant·e (évaluation formative)**, il faut :

4. **Des explications de qualité.**



1. TESTER UN SEUL ACQUIS D'APPRENTISSAGE PAR QCM

1.1. LES ACQUIS D'APPRENTISSAGE

L'expression « **acquis d'apprentissage** » est l'une des traductions françaises de « learning outcomes ». Ce concept est voisin de celui d'« objectif pédagogique » ou de « capacité exigible » que l'on trouve dans les programmes du lycée.

L'utilisation d'acquis d'apprentissage permet de se concentrer sur ce que les étudiant·e·s seront capables de faire à l'issue de l'enseignement plutôt que sur les contenus que l'enseignant va aborder. Cela permet de mieux ajuster le cours, les exercices et l'évaluation et de rendre les enseignements plus efficaces.

Pour formuler les acquis d'apprentissage, on utilise l'introduction magique : « à l'issue de ce cours, l'étudiant·e sera CAPABLE DE » que l'on complète avec un verbe d'action et une description de l'action à réaliser.

En voici quelques exemples :

À l'issue de ce cours, l'étudiant·e sera capable de :

- ✓ **Déterminer** une longueur dans un triangle rectangle en utilisant le théorème de Pythagore,
- ✓ **Citer** plusieurs exemples de roches métamorphiques,
- ✓ **Reconnaître** si une molécule chimique est chirale.

À un niveau d'études donné, certains acquis d'apprentissage sont considérés comme maîtrisés par les étudiant·e·s : on parle alors de **prérequis**.

1.2. VISER UN SEUL ACQUIS D'APPRENTISSAGE POUR LE POSITIONNEMENT ET LA REMÉDIATION

Dans le cadre de ce guide, les QCM servent à mesurer si l'étudiant·e maîtrise, ou non, un acquis d'apprentissage.

Ces QCM sont donc différents des exercices que l'on utilise habituellement en travaux dirigés. En effet, en TD on demande souvent aux étudiant·e·s d'enchaîner plusieurs savoir-faire pour résoudre une tâche complexe. L'intérêt est alors de travailler le transfert des compétences ainsi que des stratégies cognitives plus complexes. L'enseignant·e est là pour aider l'étudiant·e et lui expliquer ses erreurs.

Ces exercices plus complexes dont les questions s'enchaînent sont difficilement exploitables de manière automatisée. Lorsque l'étudiant·e répond faux, il est difficile de savoir quelle information lui apporter pour l'aider à progresser.

On conseille donc, pour l'évaluation diagnostique ou formative, de ne faire porter le QCM que sur **un seul acquis d'apprentissage à la fois**.



CONSEIL N°2 : Ne viser qu'un seul acquis d'apprentissage par question QCM lorsqu'il s'agit d'aider les élèves à apprendre.

Cependant, il peut être utile de disposer de quelques QCM plus complexes pour discriminer parmi les étudiant·e·s en réussite (ou mesurer la capacité à mettre en œuvre plusieurs savoir-faire en autonomie).

Pour de l'évaluation diagnostique ou formative, on conseille donc d'utiliser :

- ≈ 90 % de QCM portant sur un seul acquis d'apprentissage ;
- ≈ 10 % de QCM plus complexes qui mélangent différents savoir-faire.

1.3. S'ASSURER QUE L'ON NE VISE QU'UN SEUL ACQUIS D'APPRENTISSAGE

Comme nous l'avons vu dans la partie précédente (1.2), nous recommandons de ne viser qu'un seul acquis d'apprentissage par question comme dans l'exemple n°1.

EXEMPLE N°1

On veut remplir un bassin rectangulaire de 8 m de long sur 3 m de large avec de l'eau, jusqu'à une hauteur de 0,75 m.

Quel est le volume d'eau nécessaire ?

- ☒ $V = 18 \text{ m}^3$; ☐ $V = 9 \text{ m}^3$; ☐ $V = 56,5 \text{ m}^3$;
☐ $V = 2,25 \text{ m}^3$

Commentaires :

Cet exercice teste un seul acquis d'apprentissage :

- ✓ Déterminer le volume d'un pavé lorsque toutes les longueurs sont données avec la même unité

Exemple n°1 issu de l'exercice : m4s-051-1 du projet Maths4Sciences

Pour vérifier qu'un exercice ne teste bien qu'un seul acquis d'apprentissage, on conseille d'en écrire le **corrigé détaillé**. On voit alors à chaque ligne de quelle connaissance ou de quel savoir-faire on a réellement besoin pour résoudre l'exercice.

Très souvent, l'exercice fait intervenir des connaissances ou des savoir-faire que les étudiant·e·s devraient déjà maîtriser : ce sont les prérequis. Idéalement, il faudrait s'assurer qu'ils soient maîtrisés avant d'y répondre. Cela permet d'être sûr·e que l'erreur soit liée à l'acquis d'apprentissage visé et non à l'un de ses prérequis.

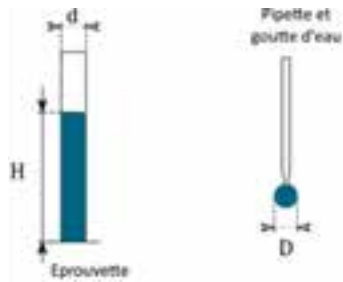
Souvent, au moins au début, vous allez vous rendre compte que l'exercice que vous avez rédigé fait en réalité intervenir plusieurs acquis d'apprentissage « de même niveau comme dans l'exemple n°2 ». Dans ce cas, vous pouvez :

- Garder l'exercice et compléter l'énoncé
- Fractionner l'exercice en plusieurs exercices pour construire des exercices qui ne visent qu'un seul acquis d'apprentissage à la fois.



CONSEIL N°3 : Écrire un corrigé détaillé de chaque exercice juste après avoir rédigé l'exercice, et avant de rédiger les propositions.

EXEMPLE N°2



On aspire dans une pipette graduée de diamètre $d=2$ mm un volume jusqu'à une hauteur $H=36$ mm. On forme ensuite une goutte d'eau avec toute l'eau de la pipette.

Quel est le diamètre de la goutte d'eau formée ?

- ☐ $d = 0,6$ mm ; ☐ $d = 7,2$ mm ; ☐ $d = 4,5$ mm ;
☐ $d = 1$ cm ; ☐ $d = 6$ mm

Commentaires :

Cet exercice teste plusieurs acquis d'apprentissage

- ✓ Déterminer le volume d'une sphère
- ✓ Déterminer le volume d'un cylindre
- ✓ Isoler une grandeur dans une expression
- ✓ Réaliser une application numérique

Exemple n°2 issu de l'exercice : m4s-054-1 du projet Maths4Sciences

Illustration d'un QCM testant un seul acquis d'apprentissage versus un QCM testant plusieurs acquis d'apprentissage.

1.4. PRÉVOIR DES QCM DE DIFFÉRENTS NIVEAUX DE DIFFICULTÉ

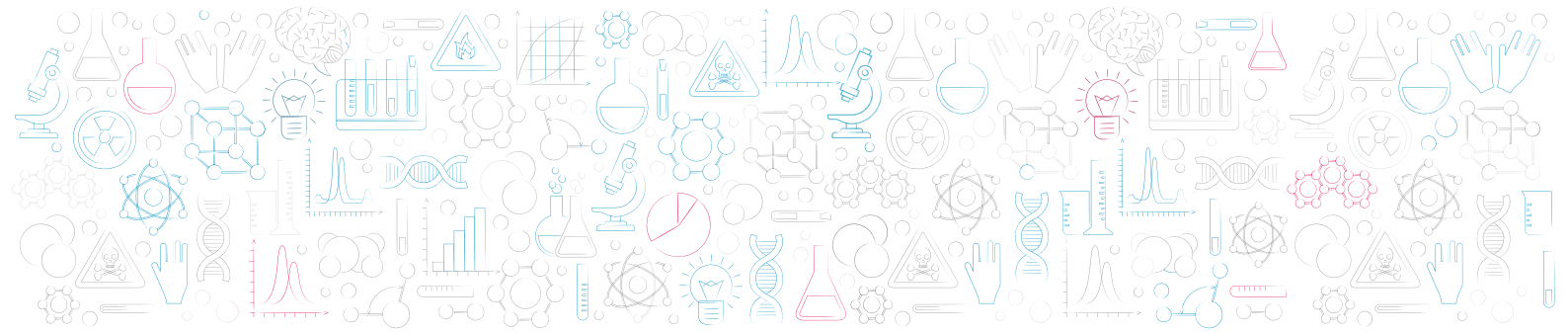
Dans un **test de positionnement**, l'objectif est de donner à l'enseignant·e (et souvent aussi à l'étudiant·e) de l'information sur ce qui est maîtrisé et sur ce qui ne l'est pas. Or nous savons bien qu'un·e étudiant·e peut réussir à résoudre un exercice quand il est donné dans un format proche du cours, et ne pas y arriver quand il s'agit d'utiliser le même outil dans un problème. Cela veut dire que pour un même savoir-faire, pour un même acquis d'apprentissage, deux QCM peuvent ne pas être du tout équivalents en termes de « difficulté ». Pour avoir une évaluation plus fine de la maîtrise qu'a un·e étudiant·e d'un acquis d'apprentissage, nous conseillons de prévoir des QCM de « difficultés » différentes.

Les QCM d'évaluation peuvent aussi être utilisés pour permettre aux étudiant·e-s de **s'entraîner et/ou de réviser**. Dans ce cas aussi, il est important d'avoir dans la base de questions des exercices pour tous les niveaux.

LA SUITE

Nous allons maintenant voir dans les deux prochains chapitres comment éviter les deux principaux écueils dans l'évaluation : les faux négatifs et les faux positifs.

- Dans le cas d'un faux négatif, l'étudiant·e a **faux** à la question alors qu'il ou elle maîtrisait l'élément de savoir en jeu.
- Dans le cas d'un faux positif, l'étudiant·e a **juste** alors qu'il ou elle ne maîtrisait pas l'élément de savoir en jeu.



2. UNE QUESTION BIEN POSÉE POUR QUE LA DIFFICULTÉ PORTE UNIQUEMENT SUR L'ACQUIS D'APPRENTISSAGE TESTÉ

Un faux négatif correspond à une situation dans laquelle l'étudiant-e répond faux, mais pour une mauvaise raison.

Les faux négatifs sont en général dus à une question qui n'est pas assez claire et pour laquelle la **charge cognitive** est **trop élevée**. Une partie de l'attention de l'étudiant-e a été utilisée pour autre chose que le problème posé. Ce problème est amplifié quand l'étudiant-e a des difficultés de compréhension de la langue dyslexie par exemple, ou langue maternelle différente du français.

Pour éviter ce biais, on conseille d'améliorer la rédaction de l'énoncé du QCM en réalisant un travail d'édition. Voici une série de conseils expliqués et illustrés issus entre autres des recherches sur la lisibilité des textes et des énoncés (DuBay, 2004).

2.1. UTILISER DES FORMES ACTIVES, DES PHRASES COURTES, ET COMMENCER PAR LE SUJET

La grammaire doit être la plus simple possible quand l'objectif N'est PAS d'évaluer les capacités de compréhension d'un texte. Voici quelques règles que l'on peut avoir en tête lorsque l'on se relit.

RÉDIGER À LA FORME ACTIVE

Les phrases à la forme active sont plus faciles à comprendre que les phrases à la forme passive. Voici quelques astuces pour se débarrasser des phrases conjuguées à la forme passive issues d'un travail de linguistes (Timbal-Duclaux, 1984) :



CONSEIL N°4 : Rédiger à la forme active.

Si le verbe conjugué à la forme passive **est suivi d'un verbe à l'infinitif**, alors on peut en général conjuguer directement ce verbe.

Exemple :

- Dans ce procédé, un catalyseur **est employé pour accélérer la réaction**
- Dans ce procédé, un catalyseur **accélère** la réaction

Si le verbe conjugué à la forme passive n'est pas suivi d'un verbe à l'infinitif mais d'un nom qui peut se transformer en verbe, on utilise directement ce verbe.

Exemple :

- L'acide sulfurique **a été employé pour l'élimination** des impuretés à la surface de l'échantillon
- L'acide sulfurique **a éliminé** les impuretés à la surface de l'échantillon.

S'il s'agit d'une phrase écrite avec un style impersonnel, on peut faire apparaître le sujet de l'action (même avec un « on »).

Exemple :

- Un dosage du cuivre présent dans la solution **a été réalisé**
- On **a réalisé** un dosage du cuivre présent dans la solution

De même, on supprime les formes du type « il a été ... »

- Il a été ajouté 30 mL de soude
- On a ajouté 30 mL de soude

UTILISER DES PHRASES COURTES

Les travaux sur la lisibilité des écrits montrent que plus une phrase est longue, plus elle est compliquée à comprendre. Après avoir écrit votre énoncé et votre question, arrêtez-vous, relisez, et cherchez à couper en plusieurs phrases dès que vous trouvez une phrase de plus de 25 mots.



CONSEIL N°5 : Utiliser des phrases courtes (moins de 25 mots).

EXEMPLE N°3

AVANT

L'arrivée du sang dans le ventricule gauche du cœur humain se fait par l'aorte. Une valve permet au sang de passer quand la différence de pression entre le sang dans l'aorte et le ventricule est suffisamment importante. Quelle est la force exercée par le sang sur cette valve, sachant que la pression dans l'aorte est de $100 \text{ mm}_{\text{Hg}}$ et le diamètre de l'aorte, considérée comme un cylindre, est d'environ 30 mm.

Donnée : $1 \text{ mm}_{\text{Hg}} = 133 \text{ Pa}$

✘ CE QUI NE VA PAS

- La question est constituée de 35 mots, ce qui est considéré comme très long.
- Il n'y a pas de point d'interrogation à la fin de la question.
- La question ne se détache pas du texte.

APRÈS

Le sang arrive depuis l'aorte et traverse une valve pour entrer dans le ventricule gauche du cœur humain. Cette valve s'ouvre quand la pression dans l'aorte est suffisamment plus élevée que dans le ventricule. On modélise l'aorte par un cylindre de 30 mm de diamètre.

Quelle est la force exercée par le sang sur cette valve quand la pression sanguine dans l'aorte est de $100 \text{ mm}_{\text{Hg}}$?

Donnée : $1 \text{ mm}_{\text{Hg}} = 133 \text{ Pa}$

✔ CE QUI EST MIEUX

- L'énoncé utilise davantage de phrases à la forme active (Conseil n°4).
- Le vocabulaire est plus précis : en physique une pression est plus élevée, pas plus importante (Conseil n°15).
- La question comporte 21 mots (Conseil n°5).
- C'est une vraie question (Conseil n°13).
- La question se détache bien du texte (Conseil n°14).

Exercice extrait du projet de capacité en physique illustrant la nécessité de faire des phrases courtes.

SUJET + VERBE + COMPLÉMENT

Lorsque l'on rédige un texte un peu long, il est conseillé de varier les structures de phrases pour garder l'attention du lecteur. Cependant, lorsqu'on écrit l'énoncé d'une question ou d'un examen, on cherche avant tout à simplifier la vie du lecteur. La structure de phrase la plus simple à comprendre est la structure : SUJET + VERBE + COMPLÉMENT.



CONSEIL N°6 : Commencer les phrases par le sujet et non par un complément.

DES SCHÉMAS

Plusieurs études (Ruth. C. Clark & Richard. E. Mayer, 2011) montrent qu'un schéma clair aide bien mieux à comprendre une situation qu'une longue description littérale. On recommande donc d'ajouter un schéma avec les notations de l'énoncé dès que c'est utile. Sauf bien sûr lorsque l'objectif est de tester la capacité à comprendre un énoncé textuel et à le schématiser.



CONSEIL N°7 : Utiliser des schémas dans l'énoncé plutôt que de décrire un objet ou une situation.

EXEMPLE N°4

AVANT

Soit un fil accroché en un point O sur lequel on exerce une tension T faisant un angle α avec l'axe horizontal.

✗ CE QUI NE VA PAS

- La phrase ne démarre pas avec une structure sujet verbe complément.
- La phrase est longue (28 mots).
- L'énoncé présente une description plutôt qu'un schéma.

APRÈS

On exerce une tension T sur un fil accroché en un point O (voir figure).



✓ CE QUI EST MIEUX

- La phrase démarre avec un sujet pour l'action (Conseil n°6).
- La phrase est courte (15 mots - Conseil n°5).
- La description est remplacée par un schéma (Conseil n°7).

Exemple issu de l'exercice M4S-238 du projet Maths4Sciences

LES RÉPÉTITIONS SONT UTILES

À l'école, on a appris à éviter les répétitions en utilisant des pronoms. Mais ces petits mots rendent la lecture du texte plus difficile car il faut identifier à quel mot ils renvoient. Les phrases avec des pronoms sont d'autant plus difficiles à comprendre que l'on maîtrise mal le sujet discuté. On conseille donc de répéter les sujets ou les compléments pour éviter les pronoms comme ceci/cela/celui-ci etc.



CONSEIL N°8 : Répéter les sujets ou les compléments pour éviter les pronoms.

NÉGATIONS ET DOUBLES NÉGATIONS

Les études montrent qu'une question formulée négativement est moins bien réussie que la même question formulée positivement (Chiavaroli, 2017). La différence de réussite est encore plus forte si l'on compare une formulation positive à une formulation avec une double négation.

Ces constructions compliquées sont donc à éviter en reformulant la phrase à l'affirmative. Si vous devez vraiment utiliser une négation, on recommande de la mettre en majuscule comme dans l'exemple : « Quel est le comportement qu'il NE faut PAS avoir ? ».



CONSEIL N°9 : Éviter les phrases avec des négations et, pire, avec des doubles négations.

EXEMPLE N°5

AVANT

Indiquez la (les) équations pour la (les) quelle(s) l'inconnue x n'a pas de solution réelle.

CE QUI NE VA PAS

- Il ne s'agit pas d'une question mais d'une consigne.
- La formulation utilise une négation.

APRÈS

Quelles sont les équations pour lesquelles il existe une solution x réelle ?

CE QUI EST MIEUX

- La question est bien une question (Conseil n°13).
- La formulation n'utilise pas de négation (Conseil n°9).

Exemple issu de l'exercice M4S-641 du projet Maths4Sciences

2.2. UTILISER DES ÉNONCÉS SIMPLES, NEUTRES ET COMPLETS

NE PAS SURCHARGER LES ÉNONCÉS AVEC DES INFORMATIONS SUPERFLUES

Il faut viser juste et ne pas surcharger l'énoncé lorsque l'objectif est de tester un acquis d'apprentissage donné. L'ajout d'informations rend l'exercice d'autant plus compliqué et injuste pour les étudiant·e·s dyslexiques.

On fait évidemment une exception pour les exercices de synthèse lorsque l'objectif est aussi de travailler la capacité de l'étudiant à analyser un texte et à repérer les informations pertinentes.



CONSEIL N°10 : Ne pas surcharger l'énoncé avec des informations inutiles.

EXEMPLE N°6

AVANT

Un cycliste grimpe un col de première catégorie avec une pente de 12 % (voir figure).

✘ CE QUI NE VA PAS

La mention du col de première catégorie n'est pas nécessaire pour résoudre l'exercice.

APRÈS

Un cycliste roule sur une route dont la pente est de 12 % (voir figure).

✔ CE QUI EST MIEUX

La formulation apporte uniquement les informations nécessaires pour résoudre l'exercice (Conseil n°10).

Exemple issu de l'exercice M4S-375 du projet Maths4Sciences

Nous cherchons parfois à détendre les étudiant·e·s en utilisant des situations comiques ou des personnages connus dans les énoncés des exercices. Ces contextes peuvent amuser certain·e·s étudiant·e·s en situation de réussite. Mais ils compliquent fortement les choses pour les étudiant·e·s plus fragiles sur ces exercices. De plus, les références utilisées ne sont pas toujours partagées par ce public plus jeune que nous.



CONSEIL N°11 : Ne pas ajouter de contexte distrayant.

EXEMPLE N°7

AVANT

Considérons le pendule de Tournesol des albums de Tintin.

Déterminer l'expression de l'altitude du point M en prenant l'origine au point O.

+ ILLUSTRATION : image du Pr Tournesol

+ SCHEMA du pendule avec point M, O, H, S, θ .

APRÈS

On considère un pendule de longueur L suspendu au point S.

+ SCHEMA du pendule avec indication de M, O, H, S, θ , L

Quelle est l'expression de l'altitude du point M en prenant l'origine au point O ?

CE QUI NE VA PAS

- L'énoncé utilise un contexte distrayant et une illustration pour laquelle nous n'avons pas les droits d'auteur.
- La question n'est pas une question mais une consigne.
- La question n'est pas détachée de l'énoncé.

CE QUI EST MIEUX

- Il n'y a pas de contexte distrayant pour cet exercice (Conseil n°11).
- La question est une question (Conseil n°13).
- Elle se détache bien de l'énoncé (Conseil n°14).

Exemple issu de l'exercice m4S-401-1 du projet Maths4Sciences

DES ÉNONCÉS COMPLETS

On oublie parfois d'expliciter certains éléments lorsque l'on rédige un exercice ou un QCM. Le processus de **relecture** permet de voir ces oublis :

- Soit en relisant soi-même la question après quelques jours ;
- Soit en faisant relire la question par un·e collègue ou un·e étudiant·e.



CONSEIL N°12 : Donner **tous** les éléments nécessaires pour répondre à la question dans l'énoncé.

EXEMPLE N°8

AVANT

Lesquelles de ces particularités existent ?

- ☐ L'œil vert
- ☒ La raie de mulet
- ☒ Les zébrures sur les membres
- ☐ Des rayures sur l'encolure

CE QUI NE VA PAS

Le fait que l'on s'intéresse aux chevaux est implicite dans la question qui donc n'est pas complète.

APRÈS

Lesquelles de ces particularités peut-on observer chez un cheval ?

- ☐ L'œil vert
- ☒ La raie de mulet
- ☒ Les zébrures sur les membres
- ☐ Des rayures sur l'encolure

CE QUI EST MIEUX

La question est complète (Conseil n°12).

Exemple inspiré d'un quiz sur les chevaux rencontré dans le cadre d'un jeu-concours.

2.3. METTRE LA QUESTION EN ÉVIDENCE

Il a été montré que les étudiant·e·s répondent mieux à une question de type QCM lorsque la consigne est donnée sous la forme d'une question ou d'une phrase à compléter.

Nous avons observé que les enseignant·e·s utilisaient parfois des pseudo-questions comme dans l'exemple n°9 avec une phrase de consigne suivie d'un point d'interrogation.



CONSEIL N°13 : Utiliser une vraie question pour poser la question (ou une phrase à compléter).

EXEMPLE N°9

AVANT

On veut remplir un bassin rectangulaire de 8 m de long sur 3 m de large avec de l'eau, jusqu'à une hauteur de 0,75 m. Calculer le volume d'eau nécessaire?

✗ CE QUI NE VA PAS

Malgré le point d'interrogation en fin de phrase, il ne s'agit pas d'une question mais d'une consigne.
La question n'apparaît pas clairement.

APRÈS

On veut remplir un bassin rectangulaire de 8 m de long sur 3 m de large avec de l'eau, jusqu'à une hauteur de 0,75 m.

Quel est le volume d'eau nécessaire pour remplir la piscine ?

✓ CE QUI EST MIEUX

La question est une vraie question (Conseil n° 13).
La question est bien détachée de l'énoncé (Conseil n°14).

Exemple issu de l'exercice M4S-051 du projet Maths4Sciences

STRUCTURER LES ÉNONCÉS

Un texte est plus simple à lire lorsque l'on reconnaît sa structure. Dans le cadre des exercices, il y a souvent un énoncé et une question.

Nous recommandons donc de passer à la ligne pour séparer la question de l'énoncé. On peut aussi mettre la question en gras pour qu'elle apparaisse encore plus clairement comme illustré dans l'exemple n°9.



CONSEIL N°14 : Faire apparaître clairement la question.

2.4. UTILISER UN VOCABULAIRE PRÉCIS

Le vocabulaire à utiliser dépend du champ disciplinaire. Lorsque le vocabulaire utilisé n'est pas assez précis comme dans l'exemple n°10, cela rend le texte un peu moins clair, et augmente inutilement la difficulté pour l'étudiant-e.



CONSEIL N°15 : Utiliser un vocabulaire précis (demander l'avis d'un collègue).

EXEMPLE N°10

AVANT

Quel transport de chevaux est associé à sa bonne définition ?

- ☒ Van : Peu onéreux, mais peu confortable pour les chevaux
- ☐ Camion : Onéreux, mais rapide pour de longues distances

CE QUI NE VA PAS

- Ce qu'il faut associer, c'est une *propriété* du transport et non sa définition.
- Le van ou le camion ne sont pas des transports, mais des modes de transport.

APRÈS

Quel mode de transport de chevaux est associé à ses bonnes propriétés ?

- ☒ Van : Peu onéreux, mais peu confortable pour les chevaux
- ☐ Camion : Onéreux, mais rapide pour de longues distances

CE QUI EST MIEUX

- Le vocabulaire est précis (Conseil n° 15).

Exemple inspiré d'une question observée dans un jeu-concours sur les chevaux.

2.5. REGROUPER LE MAXIMUM D'INFORMATIONS DANS L'ÉNONCÉ

Rappel : on appelle proposition l'une des réponses possibles dans une question à choix multiples.

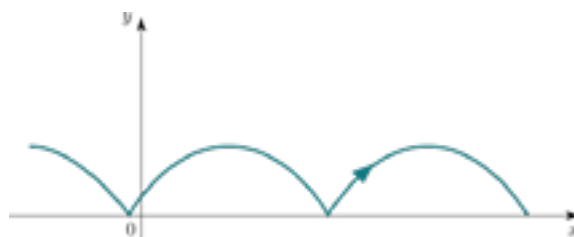
Lorsqu'une information est répétée dans plusieurs propositions comme dans l'exemple n°11, elle augmente inutilement la surcharge cognitive. On conseille alors d'ajouter cette information dans l'énoncé ou bien de construire la question comme une phrase à compléter.



CONSEIL N°16 : Regrouper les mots qui se répètent dans l'énoncé pour alléger les propositions.

EXEMPLE N°11

Un vélo roule à vitesse constante. On s'intéresse à la trajectoire de la valve d'une roue de ce vélo : elle décrit une cycloïde représentée dans la figure suivante. Dans cette figure, la roue va de gauche à droite



AVANT

Quelles sont les réponses correctes ?

- ☐ quelque soit t , $x > 0$
- ☐ Quelque soit t , $x < 0$
- ☐ Quelque soit t , x parfois positif, parfois négatif
- ☐ Quelque soit t , $dx/dt > 0$
- ☐ Quelque soit t , $dx/dt < 0$
- ☐ Quelque soit t , dx/dt parfois positif, parfois négatif

✗ CE QUI NE VA PAS

Un même morceau de phrase se répète dans toutes les propositions.
Il y a plus de 3 propositions.
Deux éléments de savoir différents sont testés.

APRÈS

Quelle est l'affirmation correcte ?

Quel que soit t , x est ...

- ☐ Positif
- ☐ Négatif
- ☐ Parfois positif, parfois négatif

✓ CE QUI EST MIEUX

La partie commune à toutes les propositions est ramenée dans l'énoncé (Conseil n°16).
Il y a moins de 4 propositions (Conseil n°17).
Un seul élément de savoir est testé (Conseil n°2).

Exemple issu d'un cours de physique de niveau licence

2.6. NE PAS PROPOSER PLUS DE 4 OU 5 RÉPONSES POSSIBLES

On montre qu'il est plus facile et plus rapide de répondre à deux questions avec 4 propositions qu'à une seule question avec 8 propositions.

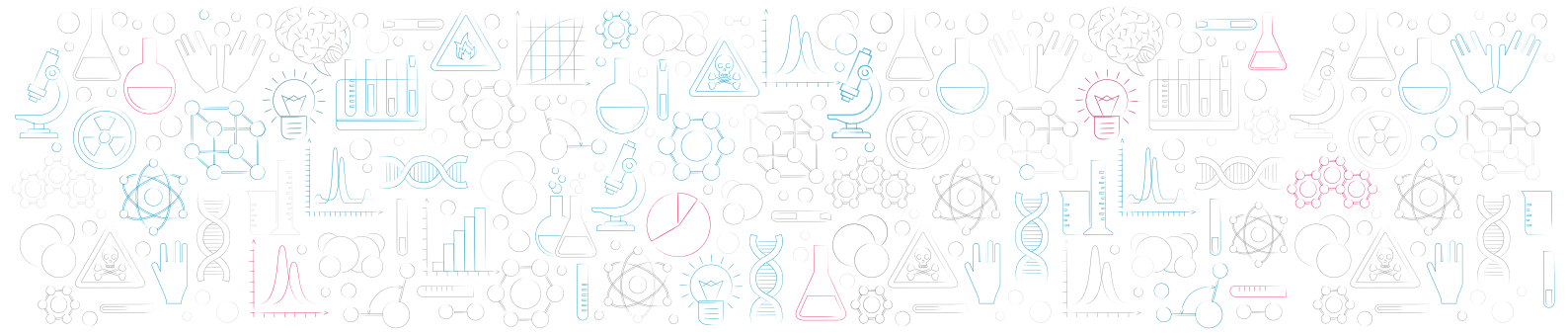
En effet, en augmentant le nombre de propositions, on augmente aussi la charge cognitive des étudiant·e·s. Il leur faut alors traiter beaucoup d'informations à la fois, et parfois sur des sujets différents. Cela augmente le risque que les étudiant·e·s répondent faux alors qu'ils ou elles avaient compris.

Si vous avez une question avec 7 ou 8 propositions qui peuvent être vraies ou fausses, il est conseillé de découper la question en deux questions en regroupant les propositions similaires.



CONSEIL N°17 : Limiter à 4 propositions le nombre de propositions à évaluer par les étudiant·e·s.

Ce conseil se justifie aussi pour éviter les fausses bonnes réponses (faux positifs) comme nous le verrons dans le prochain chapitre.



3. DES DISTRACTEURS DE QUALITÉ POUR ÉVITER LES FAUX POSITIFS

Rappel : un distracteur est une proposition fausse, elle distrait l'étudiant-e de la bonne réponse.

Un faux positif correspond à une situation dans laquelle l'étudiant-e a juste pour une mauvaise raison. En général, les faux positifs sont dus à des propositions mal rédigées qui permettent à l'étudiant-e de trouver la bonne réponse **par déduction**.

La solution pour éviter les faux positifs n'est pas d'augmenter le nombre de distracteurs mais de rédiger de meilleurs distracteurs.

3.1. RÉDIGER DES PROPOSITIONS HOMOGÈNES

En général, on commence par écrire la bonne réponse et on cherche ensuite à inventer des mauvaises réponses en dégradant la bonne réponse. On en enlève des bouts (les mauvaises réponses sont donc moins longues), on change le vocabulaire pour des mots moins précis (on va souvent alors piocher dans le vocabulaire de la vie de tous les jours), ou bien on coupe la bonne réponse en plusieurs éléments. En faisant cela, nous laissons des indices que les étudiant-e-s ont appris à repérer. On pourrait se dire que ce n'est pas grave quand ce n'est pas la bonne réponse qui est la plus longue proposition. Pour autant, ce n'est pas une bonne pratique car cela encourage l'étudiant-e à utiliser ce genre de technique qui ne se base pas sur la compréhension du sujet.

Ainsi la bonne réponse est souvent :

- La plus longue des réponses proposées
- Celle qui utilise le vocabulaire le plus précis
- Celle qui contient les affirmations les moins fortes (et donc des mots comme « parfois », « souvent », ...)
- Celle qui contient tous les éléments dispersés dans les autres réponses



CONSEIL N°18 : Rendre les propositions les plus homogènes possible.

EXEMPLE N°12

AVANT

Un mobile considéré comme ponctuel se déplace suivant un axe Ox avec une vitesse v .

Son accélération est donnée par $a(t) = \frac{dv}{dt}$

Si l'accélération est nulle à tout instant, que peut on dire de la vitesse ?

- ☐ La vitesse ne peut être que nulle.
- ☒ La vitesse est constante au cours du temps.
- ☐ La vitesse est proportionnelle au temps $v=kt$ avec k constante

APRÈS

Un mobile considéré comme ponctuel se déplace suivant un axe Ox avec une vitesse v .

Son accélération est donnée par $a(t) = \frac{dv}{dt}$

Si l'accélération est nulle à tout instant, que peut on dire de la vitesse ?

La vitesse est ...

- ☐ Nulle à tout instant du mouvement
- ☒ Constante au cours du temps.
- ☐ Proportionnelle au temps écoulé

✘ CE QUI NE VA PAS

- Les 3 propositions ne sont pas de la même longueur.
- La dernière proposition utilise une expression mathématique.
- L'expression « la vitesse » est présente dans les 3 propositions.

✔ CE QUI EST MIEUX

- Les 3 propositions sont homogènes et de même longueur (Conseil n°18).
- La partie commune des propositions est ramenée dans l'énoncé (Conseil n°16).

Exemple

3.2. TROIS PROPOSITIONS

On croit souvent que plus on offre de choix de réponses à une question à choix multiple, mieux c'est. Cela semble évident puisque avec 5 réponses possibles, un·e étudiant·e a 20 % de chance de trouver la bonne réponse alors qu'avec 3 réponses possibles il ou elle aura 30 % de chance de trouver la bonne réponse par hasard.

Mais les recherches (Rodriguez, 2005) montrent clairement que ces calculs de probabilités simples ne permettent pas de déterminer les différences réelles de réussite entre des QCM à trois, quatre ou cinq propositions. Il est ainsi montré que le fait de proposer trois options de réponse présente de nombreux avantages et donne des résultats aussi bons, voire meilleurs, que quatre ou cinq options.

En effet quand on diminue le nombre de distracteurs, on diminue :

- Le temps passé par les étudiant·e·s sur chaque item. On peut donc poser davantage de questions dans un examen d'une durée donnée ;
- Le risque d'avoir des distracteurs de mauvaise qualité ;
- Le temps passé à rédiger les questions.



CONSEIL N°19 : Ne pas chercher à produire plus de 2 distracteurs (sauf bonne raison).

La plupart des logiciels qui permettent de faire passer des tests à correction automatisée proposent de faire varier pour chaque personne l'ordre dans lequel apparaissent les propositions. Lorsque ce n'est pas le cas, ou pour les tests passés en version papier-crayon, il est recommandé :

- De varier la place de la bonne réponse ;
- S'il y a une manière naturelle de classer les réponses, alors il faut l'utiliser. Sinon, utiliser un ordre alphabétique, croissant ou décroissant.

Nous allons maintenant voir qu'il y a une très bonne façon de rédiger des distracteurs, et une alternative.

1. La bonne manière : partir des erreurs réelles des étudiant·e·s ;
2. L'alternative : paraphraser la bonne réponse en faisant une erreur plausible.

3.3. PARTIR DES ERREURS RÉELLES DES ÉTUDIANT·E·S ET DE LEURS MAUVAIS RAISONNEMENTS.

Lorsque les étudiant·e·s se trompent ou comprennent mal, leur réponse n'est pas due au hasard ni juste une « dégradation » de la bonne réponse. En général, c'est le fruit d'un raisonnement qui n'est pas correct.

Pour pouvoir écrire de bonnes questions à choix multiples, il faut donc connaître les raisonnements des étudiant·e·s, en particulier lorsqu'ils et elles se trompent. On peut alors construire les distracteurs à partir de ces erreurs de raisonnement. D'ailleurs, un distracteur pour lequel on ne sait pas expliquer le raisonnement que ferait un·e étudiant·e pour arriver à ce résultat est souvent un mauvais distracteur qui sera peu choisi.

Lorsque l'on ne connaît pas assez bien les raisonnements des étudiant·e·s, la meilleure solution consiste à commencer par poser ces questions en questions ouvertes. On utilisera alors les réponses des étudiant·es pour construire les distracteurs pour une prochaine évaluation.



CONSEIL N°20 : Partir des erreurs réelles des étudiant·e·s pour construire des distracteurs.

Vous pouvez vous assurer d'avoir réellement un distracteur lié à une erreur possible d'un·e étudiant·e en vérifiant que vous pouvez expliquer pourquoi cette erreur est plausible.

EXEMPLE N°13

Un ressort exerce une tension T de $0,5 \text{ N}$ sur un objet.

Quelles sont les écritures correctes ?

- ☐ $\vec{T} = 0,5 \text{ N}$ **Explication spécifique :** un vecteur ne peut pas être égal à un nombre
- ☒ $\|\vec{T}\| = 0,5 \text{ N}$
- ☒ $T = 0,5 \text{ N}$
- ☐ $T = 0,5$ **Erreur commise :** Oubli des unités.

COMMENTAIRE

On teste la capacité des étudiant·e·s à distinguer le vecteur de sa norme. Les deux mauvaises réponses correspondent à des erreurs que l'on observe fréquemment dans les copies des étudiant·e·s et que l'on est capable d'expliquer.

Exemple issu du projet maths4sciences

PARAPHRASER LA BONNE RÉPONSE

Lorsque l'on ne connaît pas les erreurs classiques des étudiant·e·s, et que l'on n'a pas la possibilité de poser la question ouverte pour s'inspirer des réponses réelles des étudiant·e·s, il est possible d'utiliser une autre stratégie. Elle consiste à paraphraser la bonne réponse en changeant un ou plusieurs mots de manière plausible dans la phrase. Cela permet de conserver une certaine homogénéité dans les réponses. La personne qui connaît la bonne réponse n'hésitera pas, alors que celle qui ne la connaît pas pourra se tromper.



CONSEIL N°21 : Si vous avez des difficultés pour trouver un deuxième distracteur issu d'une erreur d'étudiant·e dans un QCM, paraphrasez la bonne réponse.

EXEMPLE N°14

Une particule en mouvement sur un axe (Ox) est soumise à une force $F(x) = -kx + \frac{a}{x^3}$
 k et a sont des constantes positives. Le potentiel $V(x)$ associé à cette fonction est défini par

$$F(x) = -\frac{dV(x)}{dx}$$

Quelles sont les affirmations exactes sur F ?

☐ F est la forme différentielle de $-V$

Explication spécifique : Paraphrase de la bonne réponse. Le mot « forme différentielle » peut avoir déjà été entendu. Il est utilisé pour une fonction de plusieurs variables.

☒ F est la dérivée de $-V$

☐ F est un rapport de deux fonctions

Explication spécifique : $\frac{d}{dx}$ est un symbole qui indique la dérivée.

COMMENTAIRES

- Dans cet exemple, on teste la compréhension des notations utilisées en physique.
- La première proposition est une paraphrase de la bonne réponse (Conseil n°21).
- La troisième proposition est basée sur une erreur classique faite par les étudiant·e·s (Conseil n°20).

Exemple issu du projet maths4sciences

3.4. LES OPTIONS « TOUTES LES RÉPONSES » ET « AUCUNE DE CES RÉPONSES »

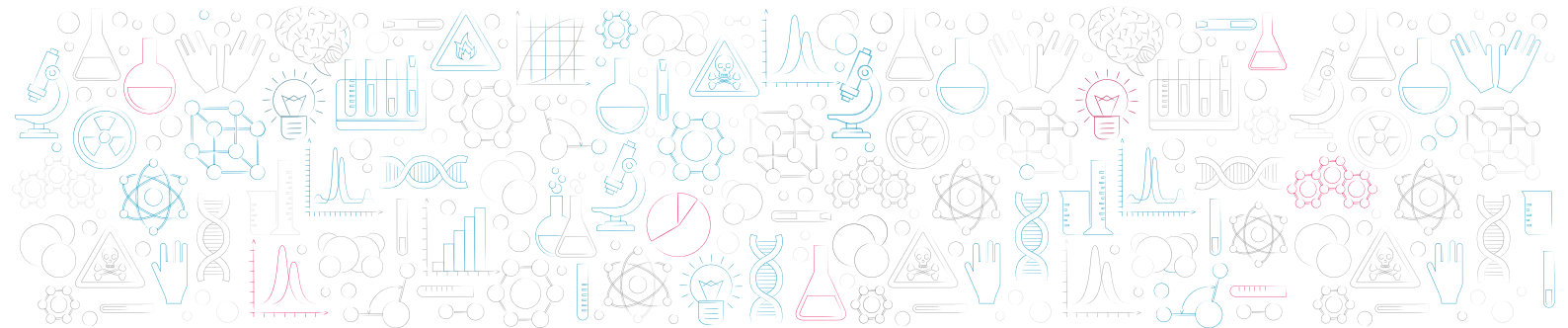
La plupart des recherches en éducation déconseillent l'usage des propositions « toutes les réponses » et « aucune des réponses ». Voici un extrait des conseils de Patty Shank dans son livre « Research-driven tactics for better training outcomes » (Shank, 2021) :

POURQUOI ÇA N'EST PAS UNE BONNE PROPOSITION	
« AUCUNE DE CES RÉPONSES N'EST JUSTE »	« TOUTES LES RÉPONSES »
- Si cette proposition est la bonne réponse, alors on n'apprend rien sur ce que l'étudiant·e sait. - Dès qu'une réponse est correcte, cette proposition est éliminée. - Les étudiant·e·s savent qu'en général cette option est ajoutée pour rajouter une option et qu'on peut en général l'éliminer.	- Il suffit d'une proposition incorrecte pour éliminer cette proposition par déduction. - Les étudiant·e·s savent qu'en général cette option est proposée « quand c'est le cas » et qu'on peut la cocher si on n'a pas d'idée de la réponse.
CE QU'IL FAUDRAIT FAIRE À LA PLACE	
• Formuler la question dans l'autre sens pour que les propositions soient justes.	• Utiliser un format d'item qui permet de cocher plusieurs bonnes réponses.

Nous déconseillons donc ces options puisqu'elles n'améliorent pas l'efficacité de l'évaluation, voire au contraire la rendent moins fiable.



CONSEIL N°22 : Ne pas utiliser les options « aucune de ses réponses » ni « toutes les réponses ».



4. DES EXPLICATIONS DE QUALITÉ POUR FAVORISER L'APPRENTISSAGE

Nous avons vu jusqu'ici comment rédiger des questions efficaces pour évaluer le niveau de maîtrise d'un acquis d'apprentissage par les étudiant-e-s. Nous allons maintenant voir comment rédiger des explications de qualité qui permettent aux étudiant-e-s de progresser.

4.1. DÉPASSER L'INDICATION JUSTE / FAUX

L'information minimale à communiquer aux étudiant-e-s pour qu'ils et elles puissent apprendre lors d'un test est de savoir si leur réponse est juste ou non. Mais pédagogiquement, on peut faire bien plus efficace en produisant une explication *élaborée*.

Définition : Une **explication élaborée** est une explication dans laquelle on explique **pourquoi** la bonne réponse est juste.

Le niveau de détail que l'on doit trouver dans l'explication élaborée dépend du niveau des étudiant-es les plus faibles qui répondront à la question. On montre dans l'exemple n°16 deux niveaux d'explications élaborées.

EXEMPLE N°15

Contexte

L'égalité suivante est elle juste ? $\frac{ab}{cd} = -\frac{-ba}{cd}$

☒ Vrai

☐ Faux

Explication générale -
version détaillée

$$-\frac{-ba}{cd} = (-1) \times \frac{(-1) \times b \times a}{cd} = (-1) \times (-1) \times \frac{ba}{cd}$$

« Moins » fois « Moins » donne « Plus », on a donc :

$$(-1) \times (-1) \frac{ba}{cd} = 1 \times \frac{ba}{cd}$$

La multiplication est commutative (l'ordre n'a pas d'importance),

on a donc : $\frac{ba}{cd} = \frac{ab}{cd}$

Explication générale -
version succincte

La multiplication est commutative : $ab = ba$

On peut simplifier le signe "moins" devant la fraction et celui au numérateur

Exemple M4S 007-2 issu du projet maths4sciences

Les travaux de recherche en éducation montrent que des explications élaborées sont plus efficaces pour apprendre (Shutte 2008) que la seule indication de si la réponse est juste ou non.

UNE SEULE RÉPONSE JUSTE

Lorsqu'il y a une seule réponse juste, on recommande alors d'expliquer pourquoi cette réponse est juste dans l'explication générale de la question comme dans l'exemple n°16.

EXEMPLE N°16

Énoncé +
question

On étudie la trajectoire d'un projectile dans un repère d'origine O et dont les axes sont orientés par les vecteurs unitaires $(\vec{u}_x, \vec{u}_y, \vec{u}_z)$. Soit le vecteur position $\vec{OM} = 5\vec{u}_x - 3\vec{u}_y + \vec{u}_z$ (en cm).

Que vaut la distance OM ?

Propositions

☒ Environ 6 cm

☐ 3 cm

☐ 35 cm

☐ environ 4 cm

Explication
générale de la
bonne réponse

- Les composantes du vecteur $\vec{OM}$ sont (5, -3, 1).

- En appliquant la formule qui donne la norme d'un vecteur à partir de ses composantes on a : $OM = \|\vec{OM}\| = \sqrt{5^2 + (-3)^2 + 1^2} = \sqrt{35}$ cm

- On fait le calcul et on obtient : $OM \approx 6$ cm

Exemple M4S 088-1 issu du projet maths4sciences



CONSEIL N°23 : Lorsqu'il y a une seule bonne réponse, expliquer comment on l'obtient dans l'explication générale de la question.

PLUSIEURS BONNES RÉPONSES

Il peut y avoir plusieurs bonnes réponses à la question posée pour différentes raisons :

1. Il s'agit d'un item composé de plusieurs questions Vrai ou Faux (MTF)

Dans ce cas, chaque proposition doit être évaluée « pour elle-même ». Il s'agit donc d'ajouter une explication spécifique élaborée pour chacune des bonnes réponses et adaptée au niveau des étudiant·e·s qui NE réussissent PAS la question.

2. Le résultat peut être formulé de plusieurs façons (ex : 1000 et 10^3)

C'est le cas par exemple quand il faut réaliser un calcul pour répondre à la question posée. Il est alors possible d'utiliser plusieurs écritures différentes pour écrire le résultat.

EXEMPLE N°17

Énoncé +
question

La relation de conjugaison d'une lentille à bord mince s'écrit :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} - \frac{1}{\overline{OA}} = \frac{1}{f'}$$

Quelle est la valeur de $\overline{OA'}$ quand $f' = 0,04 \text{ m}$ et $\overline{OA} = -0,08 \text{ m}$

Propositions

☒ $\overline{OA'} = 0,08 \text{ m}$

☐ $\overline{OA'} = 12,5 \text{ cm}$

☒ $\overline{OA'} = 8 \text{ cm}$

☐ $\overline{OA'} = 12,5 \text{ m}$

Explication
générale

Calcul littéral :

- On isole $\frac{1}{\overline{OA'}}$ en ajoutant $\frac{1}{\overline{OA}}$ de chaque côté du signe égal et on obtient :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{1}{f'} + \frac{1}{\overline{OA}}$$

- On se ramène à une seule fraction de chaque côté du signe égal :

$$\frac{1}{\overline{OA'}} = \frac{\overline{OA} + f'}{f' \overline{OA}}$$

- On prend l'inverse de l'expression : $\overline{OA'} = \frac{f' \overline{OA}}{\overline{OA} + f'}$

Application numérique : $\overline{OA'} = \frac{0,04 \text{ m} \times (-0,08 \text{ m})}{0,04 \text{ m} - 0,08 \text{ m}} = 0,08 \text{ m}$

Changement d'unité : $\overline{OA'} = 0,08 \text{ m} = 8 \times 10^{-2} \text{ m} = 8 \text{ cm}$

Exemple M4S 300-3 issu du projet maths4sciences

LA RÉPONSE EST DANS LE COURS

Lorsque la question est dans le cours et qu'il s'agit de restituer une connaissance, il est possible d'insérer un renvoi vers le cours. Il est aussi possible d'ajouter dans l'explication générale des informations sur :

- Comment retenir cette information (moyen mnémotechnique) ;
- Comment retrouver cette information (par l'analyse dimensionnelle en physique par exemple).

4.2. RÉDIGER UNE EXPLICATION ÉLABORÉE EFFICACE

Pour rédiger des explications élaborées les plus efficaces possibles, on cherche à limiter la surcharge cognitive en :

1. Structurant l'explication ;
2. Enlevant tout ce qui est superflu ;
3. Utilisant des schémas ou d'autres représentations graphiques lorsque c'est utile.

1. STRUCTURER L'EXPLICATION

Nous avons tendance à rédiger l'explication en écrivant « tout à la suite ». Si cela nous paraît clair sur le moment, cela peut être difficile à suivre pour les étudiant·e·s. Il est donc recommandé de structurer l'explication en utilisant par exemple des listes et des « sous-titres ».



CONSEIL N°24 : Structurer l'explication en utilisant une liste et des sous-titres si le raisonnement se fait en plusieurs étapes.

EXEMPLE N°18

Soit la tension électrique $u(t) = Ae^{-\frac{t}{\tau}} + B$ telle que $u(0) = 0$ et $u'(0) = \frac{E}{\tau}$

Quelle est l'expression de $u(t)$?

☒ $E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$ ☐ $E \left(1 + e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$ ☐ $\frac{E}{\tau} \left(1 + e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$

Explication générale

$$\begin{aligned} u(0) &= Ae^{-\frac{0}{\tau}} + B = 0 \text{ donc } A + B = 0 \text{ et} \\ u'(t) &= -\frac{A}{\tau} e^{-\frac{t}{\tau}} \text{ donc } u'(0) = \frac{E}{\tau} = -\frac{A}{\tau} \text{ donc} \\ A &= -E \text{ et } B = E \text{ soit } u(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right) \end{aligned}$$

Explication générale

Condition initiale sur u :

$$u(0) = Ae^{-\frac{0}{\tau}} + B = 0 \text{ donc } A + B = 0$$

Condition initiale sur u' : $u'(0) = \frac{E}{\tau} = -\frac{A}{\tau}$

$$\text{donc } A = -E$$

Lorsque l'on **combine les deux relations** obtenues on a : $B = E$

Expression finale : $u(t) = E \left(1 - e^{-\frac{t}{\tau}} \right)$

☒ CE QUI NE VA PAS

L'explication n'est pas du tout structurée.

☒ CE QUI EST MIEUX

L'explication est structurée (Conseil n°24).

Exemple m4s-827 issu du projet maths4sciences

2. NE PAS METTRE D'EXPLICATIONS « POUR ALLER PLUS LOIN »

On a parfois envie de profiter de la correction pour ajouter des informations sur le résultat comme on le ferait si l'on corrigeait cet exercice à l'oral. Cette information supplémentaire a en effet tendance à freiner l'apprentissage des étudiant·e·s en difficulté (voir par exemple l'étude de Kulhavy et al. 1985). L'explication généralement proposée est que cela augmente la charge cognitive de l'étudiant·e. Il est aussi possible que cela les décourage de lire l'explication à cause de sa longueur.



CONSEIL N°25 : Ne pas ajouter d'explications « pour aller plus loin » dans la correction d'un QCM.

EXEMPLE N°19

L'intensité sonore I et le niveau sonore L sont liés par la relation $L = 10 \times \log\left(\frac{I}{I_0}\right)$ avec $I_0 = 10^{-12} \text{ W m}^{-2}$. Le niveau sonore s'exprime en dB.

Que vaut le niveau sonore quand $I = 0,1 \text{ W m}^{-2}$?

- ☒ 110 dB ☐ -110 dB ☐ 11 dB ☐ 10^{-10} dB

Explication générale

Le niveau sonore est une échelle qui permet de comparer sur une même échelle des intensités qui varient sur plusieurs ordres de grandeur (de 10^{-12} à quelques W/m^2). On prend comme référence l'ordre de grandeur de la plus petite intensité sonore que l'oreille humaine peut entendre. Le niveau sonore donne alors le nombre de décade entre l'intensité sonore mesurée et l'intensité sonore de référence I_0 .

Raisonnement :

Pour faire le calcul, on utilise les propriétés des puissances de 10 : $\frac{10^b}{10^a} = 10^{b-a}$ en faisant

attention ici car a est négatif (-12)).

Puis le fait que le logarithme décimal est la fonction réciproque de la fonction puissance de 10.

Application numérique :

$$L = 10 \times \log \frac{0,1}{10^{-12}} = 10 \times \log(10^{11}) = 10 \times 11 = 110 \text{ dB}$$

Explication générale

Application numérique

- On remplace les grandeurs par leurs valeurs numériques :

$$L = 10 \times \log \frac{0,1}{10^{-12}}$$

- On calcule le rapport de puissance :

$$L = 10 \times \log \frac{10^{-1}}{10^{-12}} = 10 \times \log(10^{-1+12}) = 10 \times \log(10^{11})$$

- On utilise les propriétés du logarithme

$$L = 10 \times \log(10^{11}) = 10 \times 11 = 110$$

- On donne le résultat avec l'unité : $L = 110 \text{ dB}$

✗ CE QUI NE VA PAS

L'explication comporte des éléments non nécessaires pour résoudre l'exercice.

La résolution de l'exercice se fait en une seule ligne.

✓ CE QUI EST MIEUX

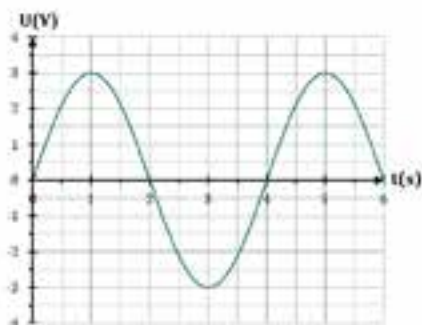
L'explication ne comporte pas d'explications non nécessaires (Conseil n°25).

La résolution de l'exercice est bien détaillée.

3. UTILISER DES SCHÉMAS DANS L'EXPLICATION LORSQUE ÇA AIDE LA COMPRÉHENSION

EXEMPLE N°20

L'enregistrement du son délivré par un diapason est donné par la représentation graphique suivante :



L'évolution temporelle du signal sonore peut être modélisée par l'expression : $U(t) = U_{\max} \sin\left(\frac{2\pi}{T}t\right)$

$U_{\max}$ est la tension maximale mesurée exprimée en volts (V) et T est la période du signal exprimée en secondes (s).

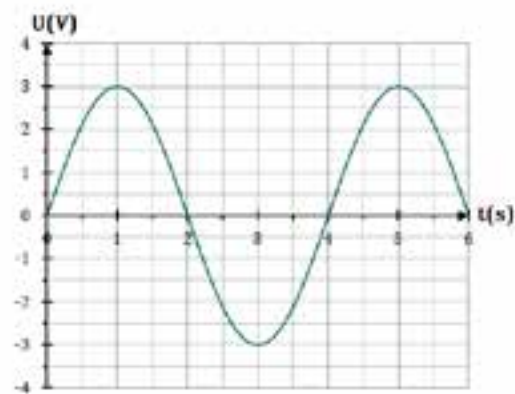
Quelles sont les valeurs de $U_{\max}$ et de T ?

Explication générale

Il faut connaître la définition de l'amplitude et de la période, ne pas confondre l'amplitude et la distance crête à crête. Il faut savoir lire la période sur le graphe, elle correspond à la longueur du motif qui se répète.

Explication générale

La période est la longueur du motif temporel (donc sur l'axe horizontal). L'amplitude correspond à la demi-hauteur du signal.



✗ CE QUI NE VA PAS

Les explications sont générales et ne sont pas appliquées à l'exercice.
Il manque un schéma.

✓ CE QUI EST MIEUX

Les explications sont appliquées à l'exercice en utilisant un schéma annoté (Conseil n°25).

Exemple M4S-101-1 issu du projet maths4sciences

4.3. EXPLIQUER LES MAUVAISES RÉPONSES : LES EXPLICATIONS SPÉCIFIQUES

L'ESSAI-ERREUR « SIMPLE » FONCTIONNE MAL

Les travaux sur l'efficacité pédagogique des tests sur ordinateur montrent qu'il est plus efficace d'expliquer à l'étudiant·e son erreur ou de lui donner la bonne réponse que de juste lui permettre d'essayer plusieurs fois de répondre à la question jusqu'à avoir juste (Shute, 2008). L'idéal consiste à expliquer à l'étudiant·e son erreur et/ou à lui expliquer la bonne réponse avant de lui proposer de s'entraîner sur un nouvel exercice similaire.

Certaines explications spécifiques (comme dans l'exemple précédent) pointent ce qui a été mal fait sans apporter d'aide. Elles ne sont pas utiles pour les étudiant·e·s en difficulté.

Nous allons voir dans cette partie les conseils qu'il est possible de donner à l'étudiant·e pour mieux réussir lors d'un prochain essai.

EXPLIQUER L'ERREUR

Jusqu'à présent, nous avons vu comment l'explication générale explique la bonne réponse.

Lorsque les distracteurs ont été conçus à partir de raisonnements erronés plausibles des étudiant·e·s, il peut être intéressant d'expliquer l'erreur très probablement commise pour arriver à ce résultat.

Remarque : nous avons constaté qu'ajouter cette contrainte amène les enseignant·e·s à proposer des distracteurs de meilleure qualité.



CONSEIL N°26 : Expliquer les erreurs commises ou donner des indications dans les explications spécifiques.

EXEMPLE N°21

Quelle est la valeur de la fraction $\frac{1000}{\frac{1}{2}}$?

☒ 2000

☐ 500

Explication : il faut savoir simplifier les fractions

Explication : Dans la fraction de l'énoncé, on divise par $\frac{1}{2}$ et pas par 2

CE QUI NE VA PAS

L'explication n'aide pas l'étudiant·e.

CE QUI EST MIEUX

L'explication donne une indication sur l'erreur commise et sur ce qu'il faudrait faire (Conseil n°27).

Exemple issu du projet maths4sciences

OÙ EXPLIQUER L'ERREUR ?

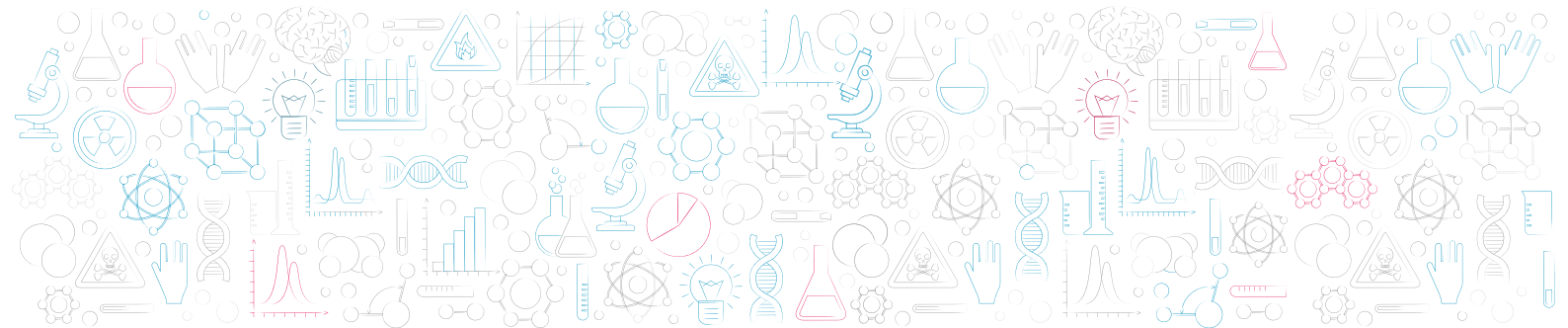
Idéalement, on explique l'erreur réalisée dans l'explication spécifique au distracteur.

Lorsqu'on ne dispose pas de la possibilité d'indiquer une explication spécifique, il est possible d'expliquer les erreurs spécifiques dans l'explication générale. Il faut alors faire attention à bien structurer l'explication pour que l'étudiant·e puisse rapidement trouver l'information qu'il ou elle recherche.

DONNER UN CONSEIL OU UN INDICE

On peut expliquer l'erreur qui a mené à la mauvaise réponse, mais il est parfois aussi possible de d'encourager l'étudiant·e à vérifier si la réponse est possible dans un conseil.

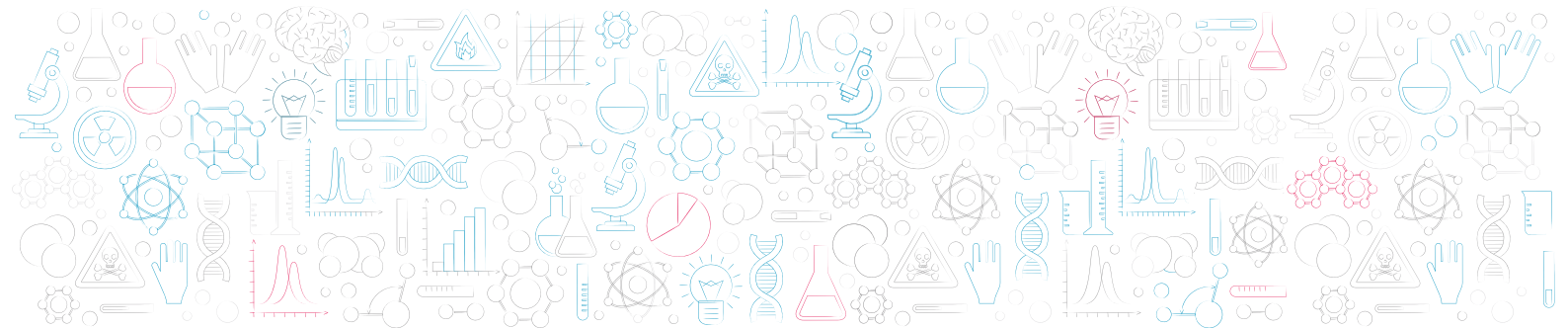
Attention, il faut absolument encourager à éliminer les mauvaises réponses sur des arguments liés à la discipline et pas sur les biais de rédaction des distracteurs.



LISTE DES CONSEILS

- N° 1** Utiliser une question à choix multiples avec une unique bonne réponse en l'absence de bonne raison de faire différemment. p. 5
- N° 2** Ne viser qu'un seul acquis d'apprentissage par question QCM lorsqu'il s'agit d'aider les élèves à apprendre. p. 7
- N° 3** Écrire un corrigé détaillé de chaque exercice juste après avoir rédigé l'exercice, et avant de rédiger les propositions. p. 8
- N° 4** Rédiger à la forme active. p. 11
- N° 5** Utiliser des phrases courtes (moins de 25 mots). p. 12
- N° 6** Commencer les phrases par le sujet et non par un complément. p. 13
- N° 7** Utiliser des schémas dans l'énoncé plutôt que de décrire un objet ou une situation. p. 14
- N° 8** Répéter les sujets ou les compléments pour éviter les pronoms. p. 14
- N° 9** Éviter les phrases avec des négations, et pire, avec des doubles négations. p. 15
- N° 10** Ne pas surcharger l'énoncé avec des informations inutiles. p. 16
- N° 11** Ne pas ajouter de contexte distrayant. p. 16
- N° 12** Donner tous les éléments nécessaires pour répondre à la question dans l'énoncé. p. 17
- N° 13** Utiliser une vraie question pour poser la question (ou une phrase à compléter). p. 19

N° 14	Faire apparaître clairement la question.	p. 19
N° 15	Utiliser un vocabulaire précis (demander l'avis d'un collègue).	p. 20
N° 16	Regrouper les mots qui se répètent dans l'énoncé pour alléger les propositions.	p. 21
N° 17	Limiter à 4 propositions le nombre de propositions à évaluer par les étudiant·e·s.	p. 22
N° 18	Rendre les propositions les plus homogènes possible.	p. 23
N° 19	Ne pas chercher à produire plus de 2 distracteurs (sauf bonne raison).	p. 24
N° 20	Partir des erreurs réelles des étudiant·e·s pour construire des distracteurs.	p. 25
N° 21	Si vous avez des difficultés pour trouver un deuxième distracteur issu d'une erreur d'étudiant·e dans un QCM, paraphraser la bonne réponse.	p. 26
N° 22	Ne pas utiliser les options « aucune de ses réponses » ni « toutes les réponses ».	p. 28
N° 23	Lorsqu'il y a une seule bonne réponse, expliquer comment on l'obtient dans l'explication générale de la question.	p. 31
N° 24	Structurer l'explication en utilisant une liste et des sous-titres si le raisonnement se fait en plusieurs étapes.	p. 33
N° 25	Ne pas ajouter d'explications « pour aller plus loin » dans la correction d'un QCM.	p. 34
N° 26	Expliquer les erreurs commises ou donner des indications dans les explications spécifiques.	p. 36



BIBLIOGRAPHIE

Chiavaroli, N. (2017). Negatively-Worded Multiple Choice Questions : An Avoidable Threat to Validity. *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 22(3).

DuBay, W. H. (2004). The Principles of Readability. In *Online Submission*. <https://eric.ed.gov/?id=ED490073>

François Richaudeau. (1984). *Recherches actuelles sur la lisibilité*. Retz.

Haladyna, T. M., & Downing, S. M. (1988). *Functional Distractors : Implications for Test-Item Writing and Test Design*. <https://eric.ed.gov/?id=ED293851>

Rodriguez, M. C. (2005). Three Options Are Optimal for Multiple-Choice Items : A Meta-Analysis of 80 Years of Research. *Educational Measurement: Issues and Practice*, 24(2), 3-13.
<https://doi.org/10.1111/j.1745-3992.2005.00006.x>

Ruth. C. Clark & Richard. E. Mayer. (2011). *E-Learning and the Science of Instruction*. Wiley.

Shank, P. (2021). *Write better multiple-choice questions to assess learning*. Learning Peaks LLC.

Shute, V. J. (2008). *Focus on Formative Feedback*. 55.

Timbal-Duclaux, L. (1984). La transparence du texte pour mesurer sa lisibilité. *Communication & Langages*, 59(1), 9-20. <https://doi.org/10.3406/colan.1984.1596>