

Alain Tchapla<sup>1</sup>  
Gérard Emptoz<sup>1</sup>

## Questionnaires à choix multiples pour la chromatographie gaz-liquide

### Introduction

Pour évaluer les connaissances théoriques et pratiques acquises en chromatographie gaz-liquide (CGL) par les étudiants de notre département préparant le D.U.T. (au niveau de la 2<sup>e</sup> année ou de la 3<sup>e</sup> année en Formation continue), nous avons réalisé une série de questionnaires à choix multiples (QCM). Le but était de disposer d'un moyen de contrôle qui soit, suivant les termes de P. Arnaud dans un article récent (1), « formatif, permettant de faire le point et de mettre en œuvre rapidement les mesures correctrices qui s'av reraient nécessaires ».

Au cours du cycle de formation concerné (cours, TD et TP), les différents paramètres qui influencent l'analyse chromatographique CGL sont présentés aux étudiants : la colonne chromatographique et ses éléments constitutifs (2, 3), les différents paramètres expérimentaux (température, débit de gaz vecteur) (2, 3) et la nature des détecteurs (4). Il nous est paru nécessaire de disposer d'une méthode simple et précise pour le contrôle des connaissances sur les différentes relations existant entre l'allure d'un chromatogramme et les paramètres qui le produisent.

C'est donc sur la base d'information que constitue le chromatogramme pour l'expérimentateur, que nous avons mis au point et expérimenté des questionnaires à choix multiples. D'emploi rapide, ces questionnaires sont utilisés par plusieurs enseignants du Département depuis plus de deux ans. Par ailleurs, les chromatogrammes utilisés pour le QCM servent aussi d'outils pédagogiques pour illustrer des situations particulières et pour améliorer la visualisation, et donc la mémorisation, des relations existant entre les aspects théoriques et pratiques de la chromatographie CGL.

### Les Questionnaires   Choix Multiples

L'ensemble du test comporte 20 situations illustrées par un ou deux chromatogrammes; chacune d'entre elles a été bien définie et est reliée à un ou plusieurs paramètres. Les cas de figure sont naturellement familiers aux étudiants. Les chromatogrammes peuvent être obtenus au cours des travaux pratiques, où nous utilisons des appareillages qui comportent généralement deux colonnes (de 1 à 2 m de longueur, de 2 mm de diamètre intérieur remplies avec des phases stationnaires imprégnées sur des supports de granulométrie de 125-160  $\mu\text{m}$ ) et qui sont équipés de détecteurs du type catharomètre (ou à ionisation de flamme dans certains cas).

Le but recherché est la visualisation d'effets suffisamment explicites pour que les étudiants puissent les identifier sans qu'il leur soit nécessaire de recourir à des mesures très précises. Pour simplifier

les chromatogrammes, la largeur des pics n'est pas toujours rigoureusement reproduite. De plus, il y est admis implicitement que, dans le cas le plus général d'analyse en CGL, la variation des temps de rétention en fonction de la température ne produit pas d'inversion dans la séquence d'élution des produits. Enfin, à quelques exceptions près, le test proposé est valable en cas d'utilisation d'un détecteur à ionisation de flamme ou d'analyses de haute résolution sur des colonnes capillaires.

A titre d'illustration, quatre cas de figure ont été extraits de ce test (Figure). Les auteurs pourront fournir l'ensemble du test à la demande des personnes intéressées.

Il convient de préciser que le test a été mis au point après des essais préliminaires auprès d'étudiants en nombre limité, ainsi que d'autres enseignants. Par ailleurs, il a été soumis à des spécialistes d'un laboratoire de recherche extérieur (Laboratoire C.A.P.,  cole Polytechnique).

Enfin, sa validité a été établie sur un échantillonnage d'une centaine d'étudiants et l'analyse détaillée des résultats de cette évaluation a fait l'objet d'une publication séparée (5). Actuellement, plus de 250 étudiants ont pu être testés par cette méthode.

### L'utilisation des QCM

#### a) Le contrôle des connaissances

L'ensemble des 20 cas de figure, ou un nombre plus restreint, peut être soumis aux étudiants. Nous proposons le plus souvent dix cas, et la durée moyenne d'un test, dans ces conditions, est de 15 minutes (ou une demi-heure pour l'ensemble).

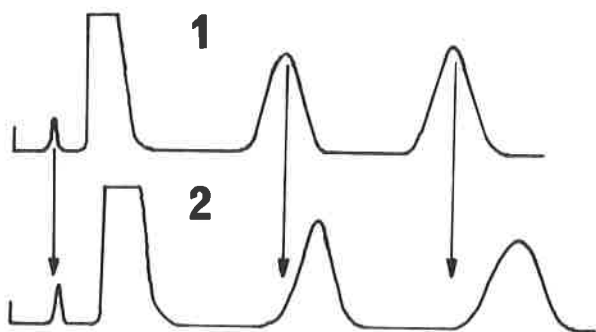
Il est possible, pour l'enseignant, de modifier les choix proposés selon les groupes à tester, plusieurs cas de figure concernant un même paramètre. De plus, l'ordre des propositions, qui sont généralement au nombre de quatre, peut être aisément changé, ceci afin d'éviter des répétitions en cours d'année.

Avant tout test, le principe en est présenté brièvement, ainsi que le mode de correction et le système de notation. Après tout test, la correction est immédiatement effectuée oralement par l'enseignant. Chacune des réponses proposées fait alors l'objet d'explications.

La correction orale a beaucoup d'importance : elle permet, en particulier, de détecter les points mal compris par les étudiants. Elle leur donne l'occasion de justifier leurs réponses. L'enseignant peut

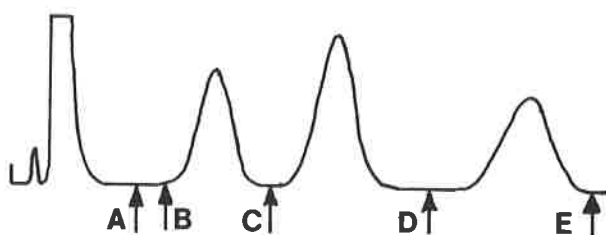
<sup>1</sup> I.U.T. d'Orsay-1, Département chimie, B.P. 23, 91406 Orsay Cedex

La différence entre ces deux chromatogrammes successifs provient :



- 1  — de l'injection non instantanée des solutés
- 2  — de l'augmentation de la température du four
- 3  — d'un changement de débit
- 4  — de la retenue des solutés dans le détecteur

Pour faire une analyse quantitative par la méthode de l'étalon interne, ce dernier peut avoir comme temps de rétention :



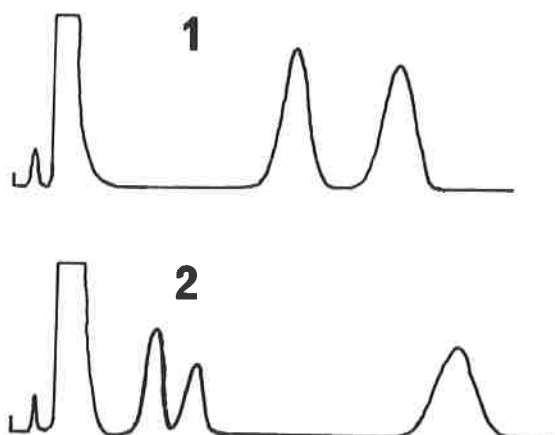
- 1  — A
- 2  — B
- 3  — C
- 4  — D
- 5  — E

Pour obtenir des conditions d'analyses qualitative et quantitative (par triangulation) de solutés de structure voisine il faut :



- 1  — ne rien changer aux conditions opératoires
- 2  — augmenter la température d'analyse
- 3  — augmenter la température de l'injecteur
- 4  — diminuer la quantité injectée

Dans l'analyse d'un même mélange d'isomères ces deux chromatogrammes successifs sont obtenus sur deux colonnes de nature différente (1 phase non polaire, 2 phase polaire) parce que :



- 1  — la seringue a été mal nettoyée entre les deux injections
- 2  — le mélange comporte plus de 3 solutés outre le solvant, mais les meilleures conditions d'analyse ne sont pas trouvées
- 3  — un des solutés est en faible concentration. Il est difficilement observable sur une des colonnes
- 4  — deux solutés ont le même temps de rétention dans l'analyse 1.

alors redévelopper, si cela s'avère nécessaire, les problèmes mal saisis. Cet aspect pédagogique du test doit être souligné. Enfin, les étudiants estiment, en général, intéressant de se trouver face à des situations concrètes et de pouvoir évaluer leurs connaissances personnelles. La correction donne souvent lieu à des échanges ouverts avec l'enseignant. De ce point de vue, ce test est aussi très efficace lors d'un contrôle oral des connaissances et semble même être une méthode de choix.

#### b) Le mode de notation

Nous avons adopté le système de notation suivant : toute réponse correcte apporte deux points positifs, tandis qu'une réponse fautive entraîne un point négatif. Cependant, pour un cas donné, aucune note ne peut être inférieure à zéro. L'expérience montre qu'avec ce système de notation, les étudiants ont tendance à limiter volontairement le nombre de réponses possibles pour un cas donné.

Il faut, en effet, préciser qu'au moins une des solutions proposées est, dans chaque cas, correcte, mais que pour certains cas plusieurs solutions sont également valables. Au total pour les 20 cas du QCM, 32 solutions sont correctes sur un total de 85.

#### c) Un élément du contrôle continu des connaissances

Si le test permet simplement et rapidement d'attribuer une note au cours ou en fin du cycle d'enseignement, il doit cependant être assorti d'un contrôle plus complet des connaissances, en particulier sur les aspects théoriques de l'analyse CGL. Une interrogation écrite « classique » viendra le compléter. Le test n'est en effet pas conçu pour évaluer les connaissances de bases sur la théorie CGL.

Ainsi, tandis que les résultats de l'interrogation classique permettent d'évaluer la compréhension réelle des phénomènes chromatographiques sur le plan théorique, le test, pour sa part, permet d'évaluer les aptitudes des étudiants à :

- l'obtention de l'allure d'un chromatogramme donné;
- l'étude des paramètres pouvant intervenir, ou non, sur la situation observée;
- la détermination raisonnée des moyens à mettre en œuvre pour une meilleure séparation.

Les réponses permettent donc à l'enseignant de déterminer le mode de raisonnement suivi et de mieux évaluer le niveau de maîtrise pratique de la CGL.

### L'instrument pédagogique

Indépendamment du test, les chromatogrammes des QCM nous servent comme moyens d'illustrer des phénomènes particuliers dans le cadre de l'enseignement théorique de la CGL.

A titre d'exemple, nous choisirons le cas n° 1 de la figure reproduite ici.

Dans ce cas particulier, la séquence des deux chromatogrammes permet de montrer une nette augmentation des temps de rétention (de 1 à 2) alors que les facteurs de capacité restent constants (une mesure même rapide permet de vérifier ce point).

L'utilisation pédagogique consiste alors à expliquer, à partir de ce cas de figure, que :

- l'injection non instantanée des solutés entraîne un élargissement de tous les pics sans déplacement de leurs sommets de manière proportionnelle, ou bien un dédoublement des pics pour les solutés les moins retenus.
- l'augmentation de la température d'analyse entraîne une diminution des temps de rétention et des facteurs de capacité de manière non proportionnelle.
- un changement de débit entraîne une variation inversement proportionnelle des temps de rétention des solutés, mais ne change pas leurs facteurs de capacité.
- la retenue des solutés au niveau du détecteur n'affecte les distances de rétention que des solutés les moins volatils et donne des pics déformés pour ces composés.

Dans le cas présent, les étudiants doivent être amenés à constater que seule la troisième réponse est donc correcte.

Plus généralement, des explications comparables peuvent être développées pour toutes les situations proposées dans les QCM mis au point dans cette étude.

En conclusion, l'instrument pédagogique qui a été réalisé s'est révélé très utile pour l'évaluation des connaissances théoriques et pratiques en chromatographie CGL. C'est pourquoi des QCM ayant trait à d'autres méthodes physico-chimiques d'analyse, telles que la chromatographie liquide de haute performance (CLHP) ou la résonance magnétique nucléaire (RMN) sont actuellement en cours de développement.

### Bibliographie

- (1) P. Arnaud, *L'actualité chimique*, 1982, 2, février, 29.
- (2) J. Tranchant, « Manuel pratique de la chromatographie en phase gazeuse », 2<sup>e</sup> éd., Masson, Paris, 1968; A. B. Littlewood, « Gas Chromatography », 2nd ed., Academic Press, New York, 1970; R. L. Grob, « Practice of Gas Chromatography », Wiley, New York, 1977.
- (3) S. Dal Nogare, R. S. Jr. Juvet, « Gas Liquid Chromatography », Interscience, New York, 1968.
- (4) J. G. Kepler, G. Dijkstra, « Vapour gas chromatography », 1st Symposium Proceedings, London May 1966, Academic Press, New York (1967), p. 222; D. Harvey, G. O. Morgan; *ibid*, p. 74.
- (5) A. Tchaplal, M. B. Dixmier, G. Emptoz, *Eur. J. Sc. Educ.*, (1982), p. 161.

## Assemblée annuelle. Lyon 28-30 Septembre 1983

### RECTIFICATIF

En raison de contraintes d'organisation au niveau local, la Division Enseignement doit renoncer à tenir, le 27 septembre, une Journée spéciale anticipant sur l'ouverture officielle de l'Assemblée annuelle, comme initialement annoncé.

Le thème de cette Journée « *La recherche en pédagogie et en didactique. Quels rapports avec la pratique de l'enseignement ?* » sera abordé le 28 septembre après-midi, l'animation étant assurée par M. A. de Peretti.

Par ailleurs, le 29 septembre, après-midi, aura lieu un débat sur les activités et la politique de la Division Enseignement, à partir de propositions du Bureau, et de toutes suggestions qui pourront être faites.

L'horaire exact et le lieu de ces deux demi-journées seront indiqués dans le programme définitif de l'Assemblée annuelle, dans le numéro de septembre de *L'actualité chimique*.