NOMOGRAMME SERVANT A LA RÉALISATION DES GRADIENTS DE DENSITÉ (*)

par A. LAURANT (**)

(1 fig. dans la texte)

RÉSUMÉ

Lorsqu'on veut réaliser un gradient de densité, il est malaisé, fût-ce par calcul, de déterminer le choix le plus opportun dans chacune des deux variables suivantes : d'une part le poids spécifique de la liqueur légère à utiliser et, d'autre part, le volume de liqueur dense à engager dans l'expérience. Ensuite, la détermination des poids spécifiques relatifs aux fractions successives de la colonne à gradient nécessite des calculs longs ou des procédés empiriques limités.

L'auteur présente un nomogramme qui permet de calculer facilement ces variables.

ABSTRACT

In setting up a density gradient it is necessary to calculate appropriate values for two variables : — the specific weight of the light liquid to be used, and the volume of heavy liquid necessary. These calculations are difficult. Furthermore, the determination of the specific weights for the successive fractions of the density gradient column necessitates either long calculations or empirical procedures of limited applicability.

The author presents a graphic method by which these variables can easily be determined.

En minéralogie et en palynologie, les gradients de densité sont utilisés dans le but d'isoler, en une seule manipulation, des espèces minérales ou des pollens ayant des densités différentes. Pour les gradients de densité obtenus à l'aide d'une technique telle que le *volume* reste constant dans « l'enceinte à mélange », nous avons établi (Laurant A., 1974) l'expression mathématique permettant de calculer les volumes de liqueur dense à introduire et de déterminer la densité aux différents niveaux de la colonne à gradient, compte tenu du poids spécifique du liquide léger utilisé. Cette expression, qui permet d'éviter une recherche empirique souvent longue et coûteuse, s'écrit ;

$$Q = V \ln \frac{R - r}{\delta - r} \tag{1}$$

dans laquelle la quantité (volume) Q, présente dans la colonne à gradient, est obtenue au départ d'un volume V de liqueur dense de densité R, mélangé à un liquide de densité r plus faible. A la quantité Q de liquide mis en gradient correspond la densité δ.

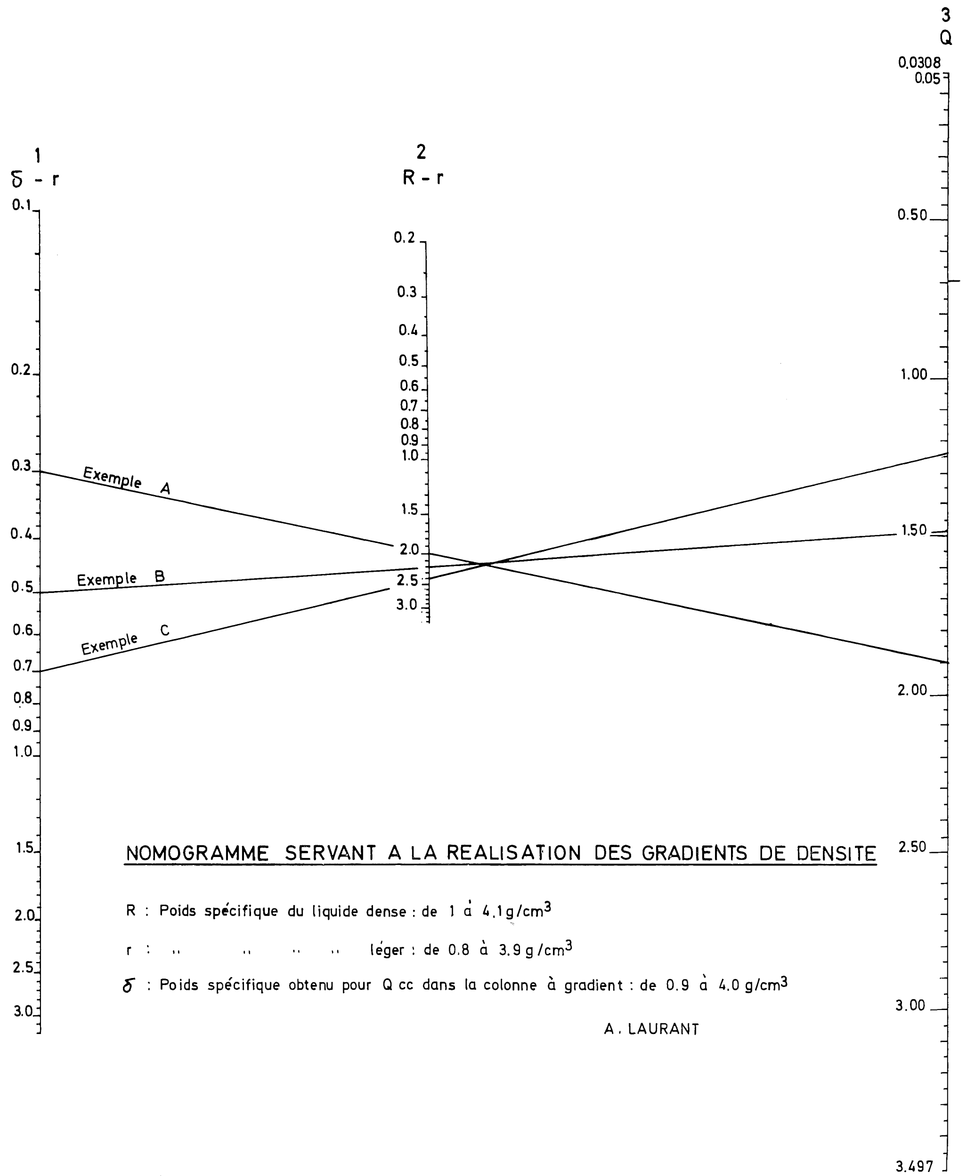
Dans la note que nous avons publiée en 1974 sur ce sujet, nous avons écrit que, pour des raisons de commodité, il était « souhaitable de faire confectionner une table

(*) Communication présentée le 7 janvier 1975. Manuscrit déposé le 6 décembre 1974.

(**) Université de Liège, Laboratoires de Géologie et de Géographie physique, place du Vingt-Août 7, B-4000 Liège.

donnant les valeurs de Q pour un volume V déterminé et pour toute une gamme de valeurs de R, r et δ ».

Toutefois, l'expression (1) se prête particulièrement bien à la réalisation d'un nomogramme que nous présentons ci-dessous et qui a l'avantage de proposer rapidement toute une série de solutions possibles parmi lesquelles on choisit celle qui correspond le plus adéquatement au problème posé.



Ce nomogramme (fig. 1) comporte trois axes gradués respectivement en valeurs de ($\delta - r$) (axe 1), de (R — r) (axe 2) et de Q (axe 3) pour les gammes suivantes :

— poids spécifique R du liquide dense : 1 à 4,1 g/cm³.

— poids spécifique r du liquide léger : 0,8 à 3,9 g/cm³.

— poids spécifique δ obtenu pour Q cc de volume de colonne à gradient : 0,9 à 4,0 g/cm³.

Les valeurs de Q, figurées sur l'axe 3, sont calculées pour 1 cc de liqueur dense ($V = 1$). L'expression (1) montre que Q est directement proportionnel à V.

Dans la pratique, les problèmes peuvent se poser de plusieurs façons différentes. C'est par des exemples concrets que nous allons montrer comment le nomogramme permet de les résoudre.

Supposons que l'on veuille réaliser une colonne à gradient telle que, au bout de 20 cc on ait une densité de 2.1 ($= \delta$) alors que, dans le fond de l'éprouvette la densité est de 3.8 ($=$ R). Dans ces conditions, les questions à résoudre sont les suivantes :

1° Quelle est la densité r du liquide léger à utiliser ?

2° Quelle est la quantité de liquide dense à engager dans l'expérience ?

Les données du problème sont telles qu'il y a, entre la base et le sommet de la colonne à gradient, un écart de densité de 1.7.

Cette seule donnée permet de trouver une infinité de solutions à notre problème. En effet, toutes les droites passant par des points tels que

$$(R - r) - (\delta - r) = R - \delta = 1.7.$$

fournissent une réponse correcte. Par exemple, la droite A (fig. 1) donne l'une des solutions. Entre la valeur lue sur l'axe 2 et celle lue sur l'axe 1, il y a en effet un écart de densité de 1.7 :

$$(R - r) - (\delta - r) = 2 - 0.3 = 1.7.$$

De $R - r = 2$ ou de $\delta - r = 0.3$, on tire la valeur de r :

$$r = 3.8 - 2 = 2.1 - 0.3 = 1.8.$$

Sur l'axe 3 on lit le volume Q obtenu, dans la colonne à gradient, au départ de 1 cc de liqueur dense. Dans l'exemple pris ici, cette valeur est de 1.90 cc pour un volume $V = 1$ cc de liqueur dense à 3.8 g/cm³ de poids spécifique. En vertu de la proportionnalité entre V et Q, on aura 20 cc de volume de gradient avec

$$V = \frac{20}{1.9} = 10.53 \text{ cc de liqueur dense.}$$

D'autres solutions sont données par les exemples « B » et « C » où, sur les deux premiers axes, on s'est déplacé successivement de deux dixièmes. Dans l'exemple « B », la valeur de r est de $3.8 - 2.2 = 1.6$; dans l'exemple C, r vaut 1.4.

Les valeurs correspondantes de volume Q mis en gradient sont respectivement de 1.48 et 1.23 cc pour un volume $V = 1$ cc de liqueur dense engagée. Il faudra alors respectivement

$$\frac{20}{1.48} = 13.51 \text{ et } \frac{20}{1.23} = 16.26 \text{ cc}$$

de liqueur dense. Plus simplement, on pourra utiliser 10 cc de liqueur dense; dès lors, ce sera lorsque repectivement 14.8 et 12.3 cc seront mis en gradient qu'on aura la densité 2.1 cherchée.

Ultérieurement, dès le moment où r est déterminé, la connaissance des volumes Q pour lesquels on obtient les densités δ dans la colonne à gradient est immédiate. Dans l'exemple A, elle sera obtenue en faisant pivoter une droite autour de la valeur 2 lue sur le second axe ($R - r$). Les droites successives seront définies d'une part par ce point et, d'autre part, par la suite des points lus sur l'axe 1 ($\delta - r$), compris entre 2 et 0.3; elles donneront, sur l'axe 3, les valeurs de Q cherchées.

On obtiendra ainsi directement la courbe théorique de la relation de la variable δ en fonction des quantités écoulées comptabilisées depuis le fond de la colonne à gradient.

Signalons enfin qu'il existe une valeur remarquable de Q. C'est celle pour laquelle la densité dans la colonne à gradient est égale à la moyenne des densités de la liqueur dense et de la liqueur légère :

$$\delta = \frac{R + r}{2}$$

Cette valeur, indépendante de R et de r, est obtenue dans la colonne à gradient pour un volume Q correspondant à 0.693 fois le volume dense engagé dans l'expérience ($Q = 0.693$ V), soit approximativement 7/10.

BIBLIOGRAPHIE

FLENLEY, J. R., 1971. — Measurements of the specific gravity of the pollen exine. *Pollen et spores*, Vol. XIII, n° **1**, pp. 179-186.

JUVIGNÉ, E., 1973. — Densité de quelques espèces de pollens et spores fossiles. *Ann. Soc. Géol. Belg.*, T. **96**, pp. 363-374.

LAURANT, A., 1974. — Les colonnes à gradient de densité — Calcul permettant de contrôler leur réalisation. Sedimentary Geology, *13*, 1975, pp. 57-63.

OSTER, G. and YAMAMOTO, M., 1963. — Density gradient techniques. *Chemical Rev.*, **63**, pp. 257-268.