

Les réactions chimiques oscillantes

Alors que la plupart des réactions chimiques évoluent de manière monotone, il existe, en milieu homogène, des réactions chimiques temporellement périodiques, c'est-à-dire qu'au cours de la réaction les concentrations des réactifs sont des fonctions périodiques du temps. Ce sont des réactions d'oxydo-réduction en milieu acide. Elles sont peu nombreuses. Trois groupes de telles réactions chimiques ont été principalement étudiés, chaque groupe étant caractérisé par l'oxydant : iodate, bromate, chlorites alcalins, la nature des autres réactifs pouvant varier.

- Le premier groupe dérive de la réaction de Bray. Les réactifs les plus couramment utilisés sont, suivant une proposition de Briggs et Rauscher (B. R.), l'iodate de potassium, l'eau oxygénée, l'acide malonique (AM), l'acide sulfurique ou perchlorique, le sulfate de manganèse en solution aqueuse. Voici, à titre d'exemple, une composition donnant une réaction oscillante (1) :

$[H_2O_2]_0 = 3,2$; $[HClO_4]_0 = 0,17$; $[AM]_0 = 0,15$; $[MnSO_4]_0 = 0,024$; $[KIO_3]_0 = 0,14$; Thiodène = 20 g l^{-1} .

[]₀ indique, en mole. l⁻¹, la composition de la solution avant tout début de réaction *.

- Le deuxième groupe dérive de la réaction de Belousov (B. Z.). Les réactifs les plus couramment utilisés sont le bromate de potassium, l'acide malonique, l'acide sulfurique, le sulfate de cérium, la ferroïne. La composition suivante correspond à une réaction oscillante :

$[KBrO_3]_0 = 0,08$; $[H_2SO_4]_0 = 1,5$; $[AM]_0 = 0,3$; $[Ce_2(SO_4)_3]_0 = 2 \cdot 10^{-3}$; $[Ferroïne]_0 = 0,3 \cdot 10^{-3}$ *.

On connaît de nombreuses variantes de cette réaction. En particulier, la présence d'un catalyseur d'oxydo-réduction (Ce, ferroïne, etc...) n'est pas absolument indispensable.

- Le troisième groupe, piloté par le chlorite, est tout récent.

Plusieurs réactions biochimiques sont également oscillantes. Parmi elles, la glycolyse est de loin la plus étudiée et la mieux connue. Des oscillations ont été observées aussi bien *in vitro* qu'*in vivo*.

D'un point de vue historique, indiquons que, prévue théoriquement par Lotka (2), en 1920, une réaction chimique temporellement périodique en milieu homogène avait en fait été observée pour la première fois par Bray, en 1917, et publiée en 1921, alors qu'il étudiait la décomposition catalytique de l'eau oxygénée par l'iodate de potassium. Plus tard, en 1958, Belousov découvrit, également par hasard, une nouvelle réaction chimique périodique en étudiant, en milieu homogène acide, l'oxydation de l'acide citrique par le bromate de potassium en présence de sulfate de cérium. Zhabotinsky devait, en 1966 (3), montrer qu'elle était périodique non seulement en fonction du temps, mais encore en fonction de l'espace.

Très récemment, enfin, on s'est aperçu que les réactions au chlorite pouvaient, elles aussi, donner lieu à des structures spatiales (4).

* Les réactions chimiques entre ces différents corps et la nature des espèces intermédiaires sont encore loin d'être élucidées.

Bibliographie à la fin de l'article ci-contre.

Les pseudo-ondes chimiques

par M. Sadoun-Goupil, P. Kepper, A. Pacault, C. Vidal *

(Centre de recherche Paul Pascal, Domaine Universitaire, 33405 Talence Cedex)

I. Introduction

Lorsqu'on verse dans une boîte de Pétri, sous une faible épaisseur (1 mm), une solution bien agitée B. Z. ayant la composition donnée dans l'encadré ci-contre, on constate au bout de quelques minutes l'apparition de points bleus. Ceux-ci engendrent des ondes circulaires bleues se propageant à vitesse constante de l'ordre de quelques mm par minute. Lorsque deux ondes se rencontrent, elles s'annihilent. Ainsi naissent d'étranges figures non reproductibles.

Divers articles de revue donnent une description détaillée de ces ondes chimiques, dont la propagation fait intervenir à la fois la réaction chimique proprement dite et la diffusion des espèces dans le milieu. Cependant, le caractère spontané de leur apparition constitue, aujourd'hui encore, une énigme non résolue.

Un effet de propagation apparente de la réaction, visuellement très voisin de ces ondes, peut également survenir dans un milieu non agité, siège d'une réaction chimique oscillante. Ce phénomène, appelé pseudo-onde chimique, doit être soigneusement distingué d'une onde, dans la mesure où la diffusion n'y prend aucune part. Néanmoins, au cours des premiers travaux réalisés dans ce domaine, voici à peine plus de dix ans, la confusion fut faite et certaines observations de structures spatio-temporelles furent interprétées, à tort, comme des ondes chimiques. Les expériences originales suivantes permettent de mettre en évidence des pseudo-ondes, de comprendre leur origine et, par conséquent, d'éviter d'éventuelles erreurs d'identification.

II. Appareillage

Ces expériences sont faites dans l'appareil de la figure 1. Il est constitué d'un bâti supportant *n* cuves identiques, C_{*n*},

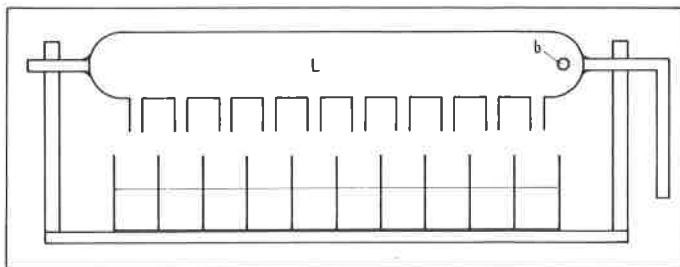


Figure 1. Appareillage permettant de réaliser des pseudo-ondes chimiques. La partie horizontale du bâti supporte 10 cuves parallélépipédiques (2 × 2 × 5 cm); sa partie verticale sert de support à l'axe du récipient L : cylindre comportant un orifice d'évacuation de l'air b et 10 orifices de remplissage des cuves par renversement de L, l'un d'eux servant à remplir L.

* Nous remercions M. Boukalouch, stagiaire au C.R.P.P., de l'aide apportée au cours de ces manipulations.

parallélépipédiques et accolées, et d'un dispositif convenable L permettant leur remplissage simultané. L'ensemble devrait être placé dans un thermostat, mais on peut s'en passer pour des expériences de démonstration.

III. Pseudo-ondes de gradient de phase *

III. 1. Mise en œuvre de la réaction B.Z.

La solution A (annexe) est agitée pendant quelques minutes dans l'erlenmeyer où elle a été préparée. Des oscillations chimiques se manifestent par des alternances de couleur. L'agitation assure l'homogénéité et tous les points de la solution oscillent en phase. Attendre 4 ou 5 oscillations afin que l'alternance des couleurs rouge-bleu-vert s'intensifie. Ensuite, transvaser lentement, en 15 s environ, la solution A dans le verseur L à l'aide d'un entonnoir placé à une extrémité. On observe alors le long de l'axe de L une répartition des couleurs témoignant d'un déphasage spatial qui se crée spontanément au cours du transvasement, probablement en raison de la sensibilité de la réaction à l'oxygène. A l'issue de cette opération, tourner rapidement le récipient L de 180° afin de remplir simultanément les dix cuves. Le déphasage précédent se maintient et on observe que les cuves deviennent successivement et périodiquement bleues, donnant ainsi l'illusion de la propagation d'une « onde ».

III. 2. Mise en œuvre de la réaction B.R.

La solution A' (annexe) contenue dans un erlenmeyer est le siège d'une réaction chimique oscillante au cours de laquelle de l'iode et de l'iodure sont périodiquement produits et consommés, comme l'indique la coloration bleue du complexe formé entre I_3^- et le thiodène. L'oscillation chimique étant une oscillation de relaxation, la couleur bleue apparaît brusquement, puis la solution devient lentement incolore puis jaune. L'alternance bleu-incolore-jaune témoigne de la périodicité temporelle.

On laisse alors deux oscillations chimiques se produire dans l'erlenmeyer, et, lorsque la solution est incolore, on la verse rapidement dans le récipient L, pour minimiser l'apparition de gradients de phase toujours possibles au cours de cette opération. Grâce à des mouvements énergiques de L, on homogénéise la solution et, lorsqu'elle est uniformément incolore, on remplit simultanément les cuves en tournant brusquement L de 180°. On observe dans chacune d'elles une réaction chimique périodique de même période θ . Chaque cuve se comporte comme un clignotant indépendant, alternativement bleu, incolore, jaune. Quand toutes les cuves sont bleues, on déplace devant elles, à vitesse uniforme (en 3 s environ), un faisceau intense de lumière blanche couvrant toute la surface d'une cuve. La réaction B.R. étant sensible à la lumière, on induit ainsi un déphasage τ de la réaction chimique périodique se produisant dans chaque cuve. La lumière provoque une décoloration du milieu, puis les cuves redeviennent périodiquement bleues l'une après l'autre, donnant ainsi l'illusion d'une « onde » colorée se propageant à vitesse constante.

III.3. Interprétation

Pour faciliter l'interprétation, on admet que tous les points d'une même cuve sont en phase ** et que le déphasage τ entre deux cuves adjacentes est constant.

Prenons pour instant initial ($t = 0$) l'apparition de la couleur bleue dans la première cuve; elle apparaît dans la seconde à $t = \tau$ et dans la $n^{\text{ème}}$ à $t = (n - 1)\tau$. Dans le référentiel (n, t) (figure 2), la

* Pour une définition du terme « phase » et son histoire, voir Girolamo Ramunni: Documents pour l'histoire du vocabulaire scientifique, n° 1, p. 37 (1980). Publications de l'Institut de la langue française (C.N.R.S.).

** De fait, on observe souvent une propagation de haut en bas dans chaque cuve.

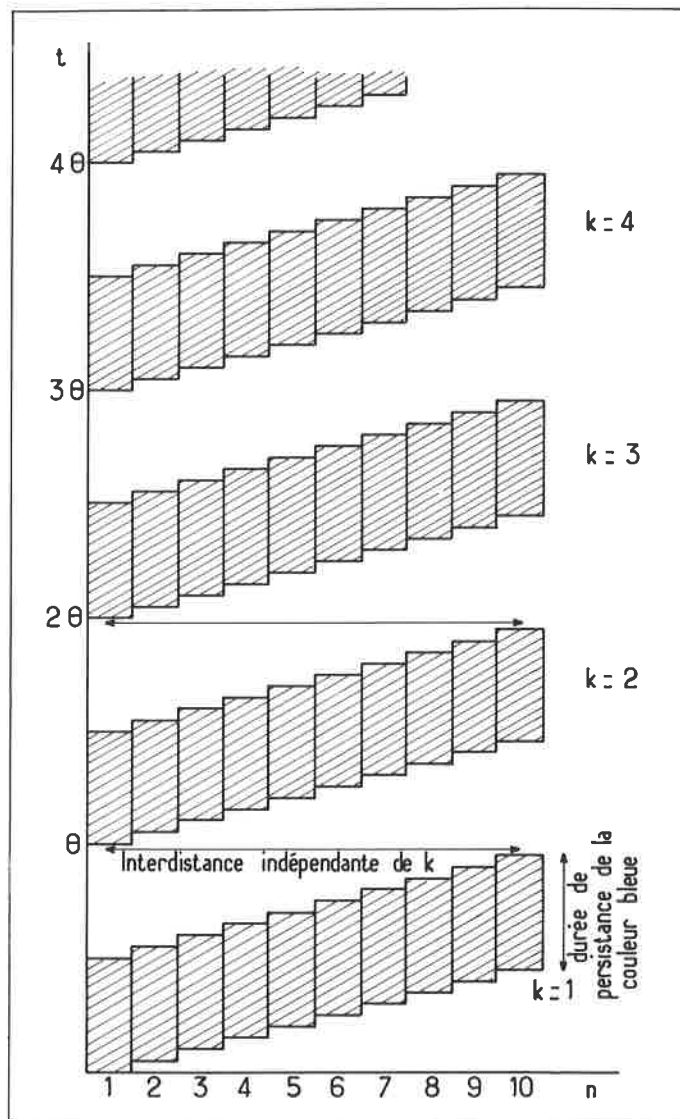


Figure 2. Interprétation graphique des pseudo-ondes de gradient de phase. Chaque bande a la largeur a d'une cuve et sa hauteur représente la durée de la persistance de la couleur bleue. Du fait du déphasage imposé τ , la couleur bleue apparaît dans la $n^{\text{ème}}$ cuve au temps $t_{k,n} = (k - 1)\theta + (n - 1)\tau$. L'interdistance entre les pseudo-ondes k est constante. La représentation correspond sensiblement à l'observation faite avec la réaction B.Z. : $\theta > (n - 1)\tau$.

persistance de la couleur bleue dans la $n^{\text{ème}}$ cuve de largeur a est représentée en fonction du temps t par la hauteur de la colonne hachurée. La couleur bleue apparaît, pour la deuxième fois, dans la première cuve au bout d'un temps θ égal à la période de la réaction considérée, et à $t = \theta + (n - 1)\tau$ dans la $n^{\text{ème}}$ cuve. D'une manière générale, la couleur bleue apparaîtra pour la $k^{\text{ème}}$ fois dans la $n^{\text{ème}}$ cuve au bout du temps :

$$t_{k,n} = (k - 1)\theta + (n - 1)\tau.$$

La vitesse apparente de propagation de la couleur bleue est donnée par :

$$\frac{na - (n - 1)a}{t_{k,n} - t_{k,(n-1)}} = \frac{a}{\tau} = \text{Cte}$$

Ainsi comprend-on l'impression ressentie d'une « onde » bleue se

déplaçant à vitesse constante. La figure 2 montre également que, quel que soit t , les « ondes k » sont équidistantes.

On peut d'ailleurs simuler l'expérience en déplaçant sur la figure 2, à vitesse constante, suivant l'axe t , un cache portant une fente parallèle à l'axe des n .

L'illusion de la propagation d'une « onde » est due au déphasage τ imposé par l'expérimentateur entre des oscillateurs chimiques consécutifs mais indépendants. Or, rien ne se propage puisque les cuves sont sans communication les unes avec les autres et, en conséquence, on ne peut définir la vitesse de propagation d'une « onde » qui n'existe pas.

L'illusion disparaît d'ailleurs en intervertissant les cuves au hasard. Le phénomène qui vient d'être décrit et interprété est appelé *pseudo-onde* chimique de gradient* de phase.

IV. Pseudo-ondes de gradient de fréquence

IV.1. Mise en œuvre de la réaction B.Z.

On utilise le même dispositif qu'au §III.1 (figure 1). Suivant sa position, on verse dans chaque cuve $2 \times (10 - n)$ gouttes d'une solution d'acide sulfurique 6M de sorte que la concentration de H_2SO_4 dans chaque cuve soit une fonction linéaire de n (annexe).

On prépare la solution A suivant la procédure décrite au §III.1, puis on la verse très rapidement dans le récipient L qu'on agite énergiquement pour éviter l'apparition du gradient de phase signalé en III.1. On bascule L pour transvaser son contenu dans les cuves. La composition des solutions (A + B $_n$) dans chaque cuve est alors une fonction linéaire de n , ainsi que la période des réactions chimiques qui s'y produisent comme le montre l'expérience. Par suite, on observe la propagation apparente de trains d'« ondes » bleues dont la vitesse diminue à chaque passage, ce qui a pour effet de réduire l'interdistances entre ondes successives (figure 3).

IV.2. Mise en œuvre de la réaction B.R.

On procède comme au §IV.1. L'acide malonique remplace l'acide sulfurique, c'est-à-dire qu'on substitue aux solutions B $_n$ les solutions B' $_n$ (annexe).

On prépare A' et on remplit L comme au §III.2. On observe un phénomène similaire à celui décrit en IV.1., mais encore plus spectaculaire.

IV.3. Interprétation (5)

Admettons que la couleur bleue apparaisse au même temps ($t = 0$) dans les n cuves et que, comme nous l'avons observé expérimentalement, la différence de période entre deux cuves voisines soit égale à q . A l'instant $t = \theta$, la couleur bleue réapparaît dans la première cuve; puis il faut attendre $t = \theta_2 = \theta_1 + q$ pour la voir apparaître dans la deuxième cuve et $t = \theta_n = \theta_1 + (n - 1)q$ pour que la $n^{\text{ème}}$ cuve soit bleue (figure 3). D'une manière générale, la $n^{\text{ème}}$ cuve devient bleue pour la $k^{\text{ème}}$ fois lorsque $t_{k,n} = k \theta_n$. Ces apparitions successives de couleur donnent l'impression d'une « onde » qui se propage à une vitesse donnée par la cotg des droites k :

$$u = \frac{na - (n-1)a}{k(\theta_n - \theta_{n-1})} = \frac{a}{kq}$$

Cette vitesse apparente décroît d'un changement de couleur au suivant puisque : $u \sim \frac{1}{k}$. La figure 3 montre que contrairement aux

* On adopte cette expression bien qu'elle soit impropre dans le cas présent, le gradient impliquant un milieu continu (voir §V).

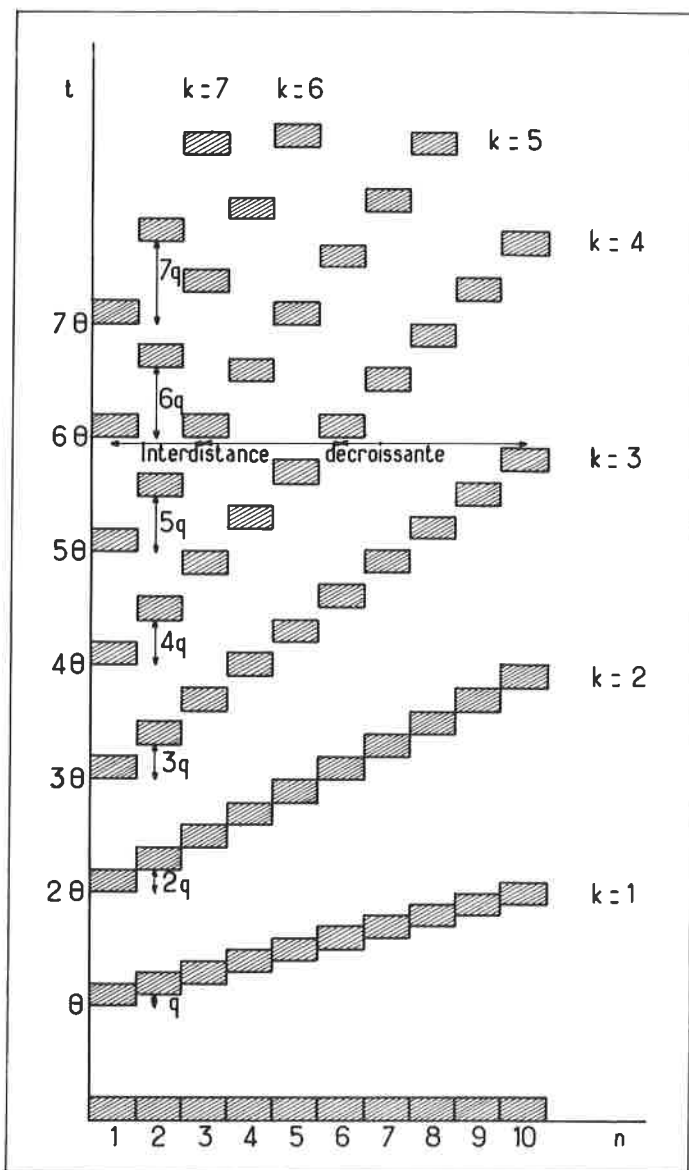


Figure 3. Interprétation graphique des pseudo-ondes de gradient de fréquence. Chaque bande a la longueur a d'une cuve et sa hauteur représente la durée de persistance de la couleur bleue. Du fait des fréquences d'oscillation différentes dans chaque cuve, la couleur bleue apparaît dans la $n^{\text{ème}}$ cuve au temps $t_{k,n} = k \theta_n$. L'interdistances entre les pseudo-ondes diminue lorsque le temps croît.

pseudo-ondes de gradient de phase, l'interdistances des pseudo-ondes de gradient de fréquence diminue à mesure que le temps croît. On peut simuler l'expérience comme en III.3 en utilisant la figure 3.

L'illusion de la propagation d'une « onde » est due à la différence de période de la réaction chimique dans chaque cuve. Or, rien ne se propage, puisque les cuves sont sans communication les unes avec les autres et, en conséquence, on ne peut définir la vitesse de propagation d'une « onde » qui n'existe pas. Ce phénomène est appelé *pseudo-onde* chimique de gradient de fréquence*.

On remarquera que les pseudo-ondes chimiques de gradient de phase ou de gradient de fréquence sont observables aussi bien avec la réaction B.R. que la réaction B.Z., alors que, du moins jusqu'à maintenant, seule cette dernière a permis d'engendrer de véritables « ondes » chimiques impliquant une diffusion.

* Même remarque qu'au §III.3.

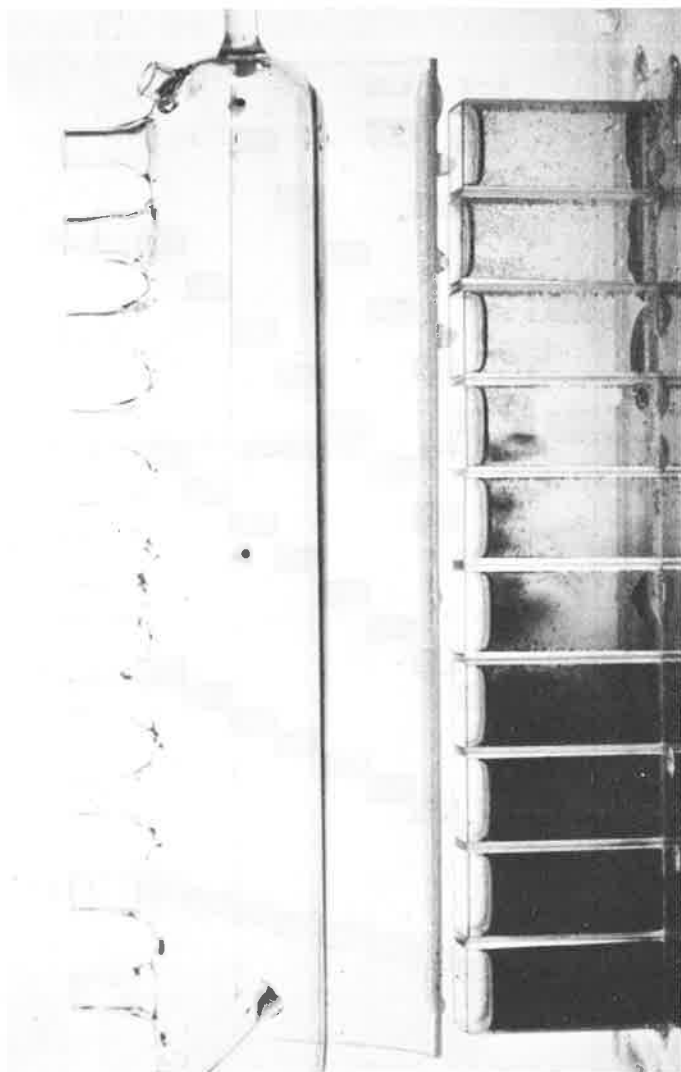


Figure 4. Aspect instantané d'une pseudo-onde.

La figure 4 donne une image instantanée de ce qu'on observe dans tous les cas et ne peut faire apparaître les différences précisés dans le texte et qu'un film rend bien*.

V. Du discontinu au continu

L'utilisation de cuves séparées, telles que décrites précédemment, permet de réaliser facilement des différences de phase ou de fréquence. On peut atteindre le même résultat dans un milieu continu.

Remplissons une des cuves précédemment utilisées avec un mélange des solutions I, II, III du constituant A (réaction B.Z.) (annexe). Puis, après avoir mélangé IV et V, versons avec une pipette cette dernière solution au voisinage de l'interface liquide-air. On peut ainsi créer un gradient de concentration suivant l'axe du tube. On observe des bandes rouge-violet qui se déplacent vers le haut du tube (figure 5).

Il s'agit de pseudo-ondes de gradient de fréquence qui furent prises pour des « ondes » chimiques (6) et dont l'interprétation est celle donnée en IV.3.

VI. Conclusion

Le dispositif expérimental décrit ci-dessus permet de montrer de véritables pseudo-ondes. On remarque bien évidemment que

* Un film de 9 min, réalisé par les auteurs, peut leur être demandé.

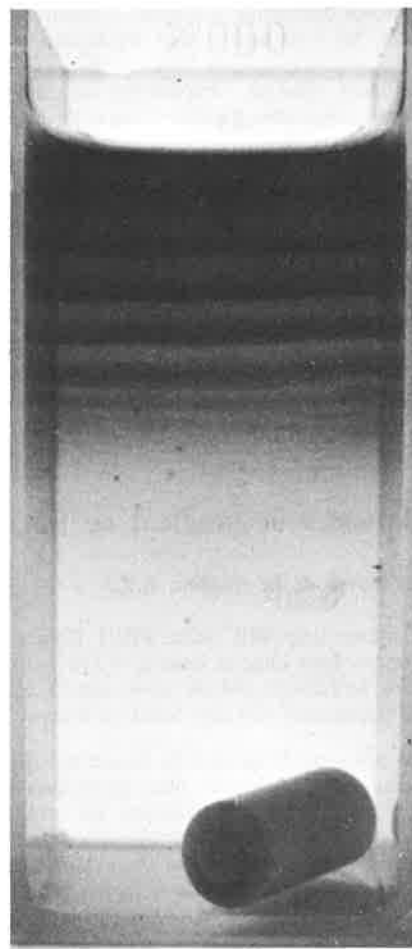


Figure 5. Photographies de l'expérience de Busse reproduite au laboratoire (§V).

l'illusion d'ondes n'est pas occultée par la présence des barrières que constituent les parois accolées des cuves. Lorsque ces pseudo-ondes sont observées dans un milieu continu (§V), il en est de même. Cependant l'interprétation n'est plus aussi simple qu'aux §III.3 et IV.3. En effet, on ne peut pas, dans ce cas, négliger, sans discussion, la diffusion des espèces chimiques. Il y a compétition entre un artefact maintenant bien compris et le couplage entre réaction chimique et diffusion voire thermo-diffusion qui, lui, induit de véritables « ondes ».

Annexe

Réaction B.Z.

• Solution A

Préparer les solutions :

I $[H_2SO_4]^* = 6$

II $[KBrO_3] = 0,5$

III $[AM] = 1$

IV $[Ce_2(SO_4)_3] = 1,2 \cdot 10^{-2}$

V $[ferroïne]** = 0,025$

La solution A est obtenue en mélangeant dans un erlenmeyer les volumes suivants des solutions I, II, III, IV, V en respectant l'ordre : 50; 32; 60; 33,3; 2,5. On ajoute 22,2 cm³ d'eau pour obtenir 200 cm³ de solution A.

* Sauf indication spéciale, les compositions sont données en mole l⁻¹.

** Ferroïne : $Fe(C_{12}H_8N_2)_3SO_4$: sulfate complexe de fer ferreux et d'o.phénanthroline. La solution commerciale a la concentration 0,025 mole l⁻¹.

La composition de la solution A avant tout début de réaction est donc :

$$[\text{KBrO}_3]_0 = 0,08; \quad [\text{H}_2\text{SO}_4]_0 = 1,5; \quad [\text{AM}]_0 = 0,3; \\ [\text{Ce}_2(\text{SO}_4)_3]_0 = 2 \cdot 10^{-3} \quad [\text{ferroïne}] = 0,3 \cdot 10^{-3}.$$

• Solution B_n

Préparer une solution $[\text{H}_2\text{SO}_4] = 6$. En mettre dans chaque cuve de $20 \text{ cm}^3 \cdot 2 \times (10 - n)$ gouttes, soit $2 \times (10 - n) \cdot 2,4 \cdot 10^{-2}$, ce qui permet de négliger le volume de B_n devant les 20 cm^3 de A contenus dans la cuve.

Ainsi, dans la solution (A + B_n):

$$[\text{H}_2\text{SO}_4]_0 = 1,5 + 14,4 \cdot 10^{-3} (10 - n) * \\ = 1,64 - 14,4 \cdot 10^{-3} n,$$

les concentrations des autres réactifs restant inchangées.

Une telle solution est le siège d'une réaction chimique périodique de période :

$$\theta_n = 48,37 - 18,18 [\text{H}_2\text{SO}_4]_0 = 19,8 + 0,13 n \\ 1,5 < [\text{H}_2\text{SO}_4] < 1,7 \text{ à la température de } 20^\circ\text{C}.$$

Réaction B.R.

• Solution A'

Préparer les solutions :

$$\text{I } [\text{H}_2\text{O}_2] = 3,2, [\text{HClO}_4] = 0,17$$

$$\text{II } [\text{AM}]^{**} = 0,15, [\text{MnSO}_4] = 0,024, \text{ thiodène} = 20 \text{ gl}^{-1}$$

$$\text{III } [\text{KIO}_3] = 0,14$$

La solution A' est obtenue en versant successivement des volumes égaux des solutions I, II et III dans un erlenmeyer et en agitant grâce à un agitateur magnétique. La composition de la solution A', avant tout début de réaction, est donc :

$$[\text{KIO}_3]_0 = 0,047; [\text{H}_2\text{O}_2]_0 = 1,07; [\text{HClO}_4]_0 = 0,06;$$

$$[\text{AM}]_0 = 0,05; [\text{MnSO}_4]_0 = 0,008; \text{ thiodène} = 7 \text{ gl}^{-1}.$$

• Solution B'_n

Préparer une solution $[\text{AM}] = 0,6$. En mettre dans chaque cuve $(10 - n)$ gouttes, soit $(10 - n) \cdot 2 \cdot 10^{-2} \text{ cm}^3$, volume négligeable

* On choisit ces relations pour que θ_n soit une fonction croissante de n , car l'expérience montre que la période est une fonction décroissante de $[\text{H}_2\text{SO}_4]_0$ ou $[\text{MA}]$.

** $[\text{AM}] = \text{acide malonique} = \text{CH}_2(\text{CO}_2\text{H})_2$.

comme précédemment, de sorte que dans la solution (A' + B'_n): $[\text{AM}]_0 = 0,05 + 6 \cdot 10^{-4} (10 - n) = 0,056 - 6 \cdot 10^{-4} n$, les concentrations des autres réactifs restant inchangées. Une telle solution (A' + B'_n) est le siège d'une réaction chimique périodique de période :

$$\theta'_n = -130 [\text{AM}]_0 + 17,3 = 10 + 0,078 n \\ 0,05 < [\text{AM}]_0 < 0,056, \text{ à la température de } 20^\circ\text{C}.$$

Bibliographie

(1) Une étude de cette réaction a été faite à Bordeaux. On trouvera la liste des publications dans « Synergetics », « Non-linear phenomena in chemical dynamics » (Ed. C. Vidal, A. Pacault), p. 10 à 14; Springer-Verlag (1981).

(2) Le modèle de Lotka n'a qu'une stabilité marginale et ne représente pas un cycle limite :

• A.J. Lotka, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1920, **42**, 1595;

• W.C. Bray, *J. Amer. Chem. Soc.*, 1921, **43**, 1962;

• B.P. Belousov, *Sb. Ref. Radiat. Med. za 1958*, Medzig, Moscou (1959).

(3) A.M. Zhabotinsky, dans « Oscillatory Processes in Biological and Chemical Systems, vol. 1, Moscou (1967). (Conférence organisée à Puschino).

(4) On trouvera quelques informations générales dans les revues suivantes :

• A. Pacault, P. Hanusse, P. de Kepper, C. Vidal, J. Boissonade, « Fundamenta Scientiae », Séminaire sur les fondements des sciences, Université Louis Pasteur (1976) (en français);

• A. Pacault, P. Hanusse, P. de Kepper, C. Vidal, *Account of Chemical Research* 1976, **9**, 439 (en anglais);

• A. Winfree, *Science*, 1972, **175**, n° 4022, 634;

• C. Vidal, A. Pacault, « Spatial Structures and Chemical Reactions », International Symposium on Synergetics (26 avril-1^{er} mai 1982, Elmau); Synergetics, Ed. H. Haken, Springer-Verlag (sous presse).

(5) Ce type d'interprétation, aussi bien pour les pseudo-ondes de gradient de phase que de gradient de fréquence, a été donné pour la première fois par :

• N. Koppel, L. N. Howard, *Science*, 1973, **180**, 1172

• D. Thoenes, *Nature Physical Science*, 1973, **243**, 18;

et exploité par :

• J.J. Tyson, *Lecture Notes in Biomathematics*, vol. 10, Springer-Verlag (1976).

(6) H.G. Busse, *J. Phys. Chem.* 1969, **73**, 750.

Dans les revues

• **The muddlesome mole**, par J. N. Lazonky, Jane E. Morris et D. J. Waddington, *Educ. in Chem.*, juil. 82, **19**, n° 4, p. 109-111. Encore un article sur les difficultés didactiques qui s'attachent au concept de mole, avec référence à des tests effectués auprès d'étudiants, et conseils quant à la meilleure façon de l'introduire.

• **Is there a scientific method?**, par D. Hodson, *ibid.*, p. 112-116. Un enseignement scientifique se donne, généralement, parmi ses objectifs celui de rendre les étudiants capables de penser « scientifiquement », mais cette intention suppose qu'il existe effectivement une « méthode scientifique ». Plusieurs définitions en ont été données par les philosophes des sciences, mais elles ne concordent pas et, dans ces conditions, que pouvons-nous enseigner qui soit utile au praticien, et comment ?

• **Writing technical articles to be read and understood**, *Chemistry International*, 1981, n° 2 (avril), p. 15-22.

• **Photography in the laboratory**, *ibid.*, 1982, n° 2 (avril), p. 10-18. Ces deux articles contiennent de nombreux conseils pratiques concernant la rédaction d'articles scientifiques (pour les rendre « amusants à rédiger et intéressants à lire ») et la réalisation de photographies d'appareillage ou d'expériences (illustration d'articles, diapositives pour accompagner un exposé...).

• *Chemistry International* (magazine de l'I.U.P.A.C.).

• Pergamon Press Ltd, Headington Hill Hall, Oxford OX 3 OBW, Angleterre.

Rapport annuel de l'U.I.C.

L'Union des Industries Chimiques (U.I.C.) a publié récemment son rapport annuel pour 1981, qui contient de nombreuses informations susceptibles d'intéresser les enseignants.

Ce document retrace, en particulier, l'évolution, en 1981, de l'industrie chimique en France dans les domaines de la chimie minérale, de la chimie organique, de la parachimie et de la

pharmacie; on y trouve de très nombreuses données économiques et statistiques, dans une présentation condensée et facile à consulter.

Il peut être obtenu auprès de l'U.I.C., 64, avenue Marceau, 75008 Paris.

Appel aux lecteurs

Un des objectifs que se fixe la Division Enseignement de la chimie de la Société Chimique de France est d'apporter aux enseignants, de tous niveaux, des éléments d'informations, de documentation, de réflexion, de formation et de perfectionnement personnel, en vue d'améliorer l'enseignement de la chimie en France et, plus largement, l'image de la chimie dans l'opinion.

L'atteinte de cet objectif suppose une action menée tout à la fois au plan scientifique, à celui de la didactique de la chimie et à celui des méthodes et techniques pédagogiques.

Divers modes d'action sont envisageables, et effectivement diverses propositions seront faites. Mais, parmi les instruments de cette politique, *L'actualité chimique* et sa rubrique « Enseignement » constituent un élément très important. Par son intermédiaire peuvent se réaliser la circulation des idées, les échanges, la diffusion des résultats d'efforts entrepris par des individus, des groupes, des équipes.

Nous lançons donc un pressant appel à tous. Il y a maintes façons de collaborer à cette entreprise : écrire des articles, transmettre des informations, signaler un livre qui a plu, réagir aux textes publiés, donner des opinions, poser des questions, faire part à la Rédaction de ce que l'on attend et souhaite trouver dans *L'actualité chimique...* (on trouvera, ci-après, une liste plus complète des rubriques que cette revue souhaite ouvrir.

Un problème important, et bien connu, est celui de la reconnaissance du travail en pédagogie. Afin, tout à la fois, d'assurer la qualité de la revue et d'aller dans le sens de cette

reconnaissance, les articles proposés seront toujours soumis, pour lecture, à un rapporteur compétent, éventuellement plusieurs, comme cela se pratique pour les publications scientifiques.

Mais un Bureau, ou un Comité de rédaction, ne peuvent pas à eux seuls faire une revue vivante, véritable lien entre les membres de la communauté des enseignants, ceux de l'enseignement secondaire comme ceux de l'enseignement supérieur. C'est l'affaire de tous...

P. A., M. C.

L'actualité chimique peut accueillir dans sa rubrique « Enseignement » des contributions relevant de l'une ou l'autre des sections suivantes :

- Chimie : mises au point sur un thème scientifique (sujet récent, ou controversé, ou difficile à enseigner), sur un thème industriel (procédés de fabrication, utilisations...), ou sur un thème « quotidien » (la chimie dans la vie courante), etc.
- Pédagogie : mises au point ou réflexions originales sur un sujet particulier (ex. objectifs, évaluation, psychopédagogie...); relation d'expériences pédagogiques; histoire, épistémologie.
- Enseignement expérimental : manipulations, démonstrations, expériences; matériel, « trucs », sécurité...
- Chimistes et société : débouchés, carrières, emploi, salaires...; curriculum d'enseignement et de formation; relations Secondaire-Université; intérêts corporatifs.
- Vie de la communauté : informations diverses (manifestations, rencontres, France et étranger); courrier des lecteurs,
- Bibliographie : livres, revues.