

**Zeitschrift:** Archives des sciences [1948-1980]  
**Herausgeber:** Société de Physique et d'Histoire Naturelle de Genève  
**Band:** 10 (1957)  
**Heft:** 6: Colloque Ampère

**Artikel:** Les propriétés du polyisobutylène gonflé : étudié par résonance nucléaire  
**Autor:** Powles, J.G.  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-738790>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 17.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**

# Les propriétés du polyisobutylène gonflé, étudié par résonance nucléaire

par J. G. POWLES

Physics Department, Queen Mary College, University of London

---

Nous avons étudié l'absorption paramagnétique nucléaire du polyisobutylène (PIB) gonflé par le benzène et le tétrachlorure de carbone et nous présentons ici les résultats préliminaires. Ces résultats doivent être considérés en relation avec des mesures sur des solutions diluées de PIB dans le  $\text{CCl}_4$  [1]. Il existe donc maintenant des mesures pour le système PIB- $\text{CCl}_4$  pour toutes dilutions.

Nous avons démontré qu'il existe une concentration assez critique, soit de benzène soit de tétrachlorure de carbone, pour laquelle la liberté de déplacement des chaînes du polyisobutylène devient considérable.

La figure 1 (a) donne les valeurs de la racine carrée du deuxième moment des lignes d'absorption ( $\Delta H_2$ ) pour plusieurs concentrations du solvant. On remarque, en gros, qu'il n'y a que deux courbes de variation de  $\Delta H_2$  avec la température. La valeur limite de l'ordre de 4 gauss correspond à l'état vitreux dans le PIB pur [2]. Gonfler le PIB avec de petites molécules a pour effet d'abaisser la température à laquelle la raie s'élargit. On peut définir une température de transition pour laquelle  $\Delta H_2 = 2$  gauss, c'est la température pour laquelle le temps de corrélation  $\tau_c$  est de l'ordre de  $10^{-5}$  sec. (voir la fig. 1b). Bien que les concentrations soient choisies « au hasard », il est remarquable que l'on n'observe pas de température de transition intermédiaire. Il semble donc qu'il y ait une concentration critique pour la liberté des chaînes; elle correspond à une concentration d'environ cinq monomères de PIB pour une molécule de  $\text{C}_6\text{H}_6$  ou de  $\text{CCl}_4$ . Pour interpréter cette observation, il est intéressant de noter qu'une longueur de cinq monomères de PIB entoure, suivant un demi-cercle, une molécule de solvant. Un déplacement considérable des chaînes viendra donc beaucoup faciliter cette concentration à l'aide du déplacement d'une molécule de solvant.

La variation du temps de relaxation  $T_2$  avec la concentration et la température met en évidence la liberté de déplacement des chaînes.

Nous présentons nos résultats, ainsi que les résultats de Nolle [1], pour  $T_2$  sur la figure 2. Avec notre appareil à faible résolution, nous ne pouvons pas mesurer des  $T_2$  supérieurs à  $5 \times 10^{-4}$  sec. et Nolle n'a pas mesuré de  $T_2$  inférieurs à  $5 \times 10^{-3}$ . La variation de  $T_2$  entre ces deux limites est extrêmement sensible à la concentration du solvant; il n'est pas étonnant que cette région échappe aux deux méthodes de mesure puisqu'on ne s'attendait pas à y voir une variation si brusque de  $T_2$ . Nous construisons actuellement un appareil pour combler cette lacune.

On remarque que la variation de  $T_2$  est continue sur toute la gamme de concentrations des solutions de la solution infinie au solide. Considérons maintenant l'origine des valeurs observées de  $T_2$ . Dans une étude plus poussée du PIB pur, nous avons mesuré  $T_2$  et  $T_1$  à  $20^\circ$  C par la méthode des échos de spin<sup>1</sup> et nous avons trouvé  $T_2 = 6.7 \times 10^{-5}$  et  $T_1 = 1.67 \times 10^{-2}$  sec., c'est-à-dire  $T_1 > T_2$ , ce qui nous permet, selon les formules de Bloembergen et al. [3], de déduire la largeur de raie statique effective ainsi que  $\tau_c$ . Nous trouvons

$$\Delta H_2 = 4 \text{ gauss} \quad \text{et} \quad \tau_c = 1.45 \times 10^{-7} \text{ sec. à } 20^\circ \text{ C.}$$

statique

Cette valeur de  $\Delta H_2$  correspond donc à la valeur pour le PIB à  $-75^\circ$  C pour laquelle on croit que la liberté de déplacement des chaînes est très restreinte mais que les autres facteurs qui peuvent diminuer  $T_2$  n'ont pas encore d'influence [2]. Il est probable que cette valeur de  $\Delta H_2$  statique est aussi la valeur indiquée pour les solutions diluées puisqu'elle provient principalement des interactions intramoléculaires. Nous pouvons donc, avec ces valeurs de  $T_2$ , [1] estimer la valeur de  $\tau_c$  en fonction de la température. On trouve pour les solutions à 0,01 de concentration en poids

$$\tau_c = 1,1 \times 10^{-10} \text{ sec. et } \Delta E = 3,7 \text{ k cal/mole, à } 25^\circ \text{ C.}$$

Dans cette relation,  $\Delta E$  est l'énergie d'activation indiquée par la variation de  $\tau_c$  avec la température. Cette valeur de  $\tau_c$  correspondrait, si PIB était une molécule polaire, à une longueur d'onde d'absorption diélectrique de 6,7 cm. La même valeur est observée pour la molécule  $C_{14}H_{29}Br$  en solution diluée de  $CCl_4$  [4]. Par contre, l'énergie d'activation de viscosité de

<sup>1</sup> Mesures faites dans ce laboratoire par M. K. Luszczynski.

$\text{CCl}_4$  n'est que 2,6 kcal/mole et on doit s'attendre à trouver la même valeur pour de petites molécules en solution diluée [5]. Il paraît donc que le PIB en solution diluée se comporte essentiellement comme un ensemble de petites molécules mais dont la liberté de déplacement est légèrement restreinte, comme on peut le prévoir, par la valeur plus élevée que la normale de l'énergie d'activation.

La diminution de  $T_2$  à une concentration de 0,04 a été interprétée par Nolle [1] comme un commencement de l'encombrement des molécules de PIB en « boules ». Ceci est difficile à établir puisque le signal provient de l'interaction de tous les chaînons et cette interaction ne doit pas être beaucoup modifiée par des effets à la surface des boules. On peut dire simplement que le déplacement des chaînes devient de plus en plus difficile à cause du manque croissant de molécules « roulantes » de solvant. L'énergie d'activation ne semble pas être beaucoup modifiée avant la diminution de  $T_2$  pour des concentrations de l'ordre de 0,6 (qui est la concentration critique de 5 monomères de PIB pour une molécule de  $\text{CCl}_4$ ).

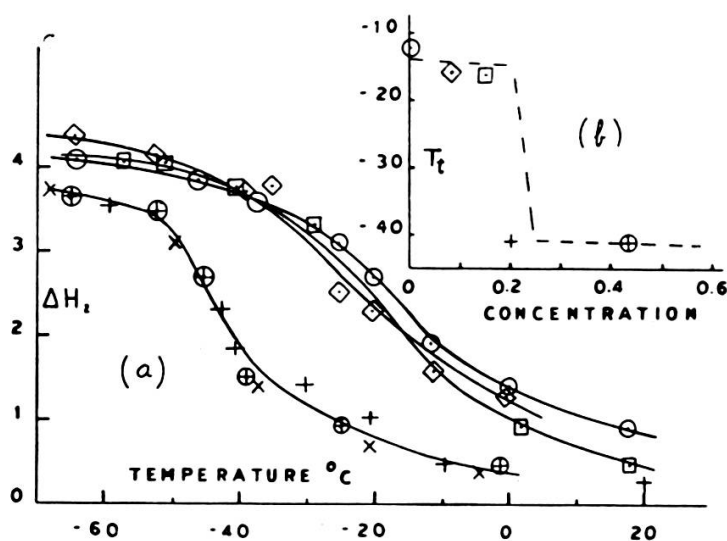


Fig. 1.

a) Variation de la racine carrée du deuxième moment en fonction de la température pour:

$\odot\odot$  PIB pur

$\diamond\diamond$  PIB/ $\text{CCl}_4$ , 0,082 molécules de  $\text{CCl}_4$  pour un monomère de PIB

$\square\square$  » 0,15 » »

$\ominus\ominus$  » 0,43 » »

$++$  PIB/ $\text{C}_6\text{H}_6$ , 0,20 molécules de  $\text{C}_6\text{H}_6$  pour un monomère de PIB

$\times\times$  » 0,45 » »

b) Variation de la température de transition,  $T_t$ , en degrés centigrades avec la concentration de solvant.

Pour le PIB pur, l'énergie d'activation est beaucoup plus élevée, probablement de l'ordre de 10 k cal/mole [2] (ou même 18 k cal/mole [6]). Cette variation de  $\Delta E$  est évidemment un effet important qui entraîne la variation de  $\tau_c$  montrée sur la figure 2.

L'effet de gonfler le PIB par des solvants à petites molécules est donc de favoriser le déplacement des chaînes du PIB et même à une concentration où l'échantillon est encore bien solide, la liberté des chaînes est parfois à peine plus petite que dans une solution diluée. D'autres mesures sont en cours pour confirmer ces conclusions.

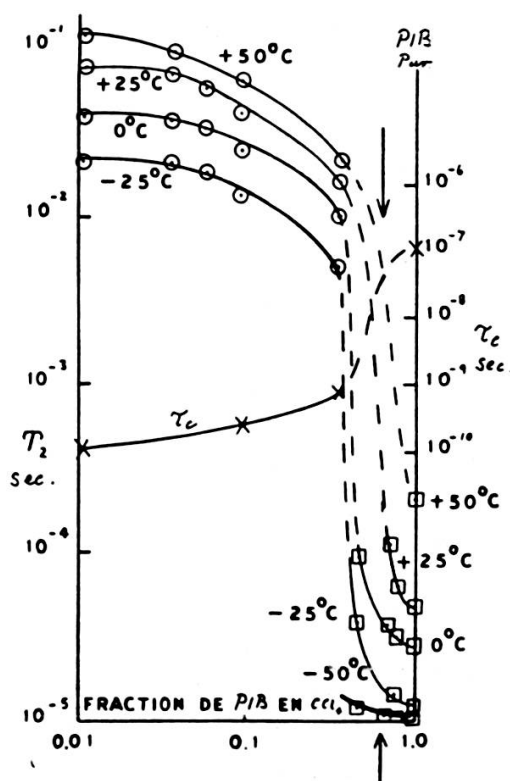


Fig. 2.

- $T_2$  en secondes en fonction de la concentration de PIB en solution en  $\text{CCl}_4$  (proportion par poids) et l'effet de la température;
- Valeurs du temps de corrélation estimées  $\tau_c$  en secondes à  $25^\circ\text{C}$ ;
- La concentration « critique » est indiquée par les flèches.

- NOLLE, A. W., communication privée.
- POWLES, J. G., *Proc. Phys. Soc.*, B 69, 281, 1956.
- BLOEMBERGEN, PURCELL et POUND, *Phys. Rev.*, 73, 679, 1946.
- CURTIS, McGEER, RATHMAN et SMYTH, *J. Am. Chem. Soc.*, 74, 644, 1952.
- WHIFFEN et THOMSON, *Trans. Faraday Soc.*, 42 A, 122, 1946.
- KABIN et MIKHAILOV, *Zh. tech. Fiz.*, 26, 511, 1956.