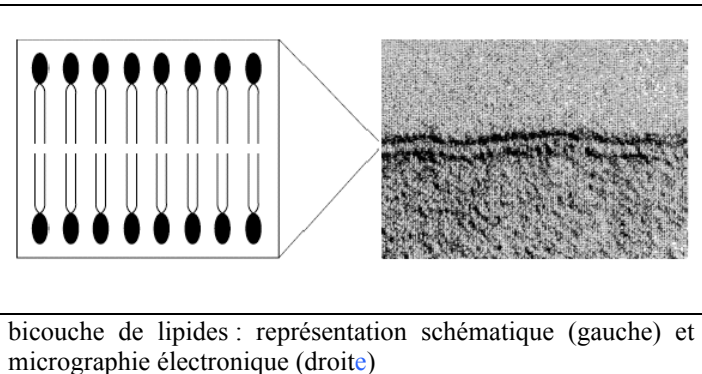


## 1. Champ électrique dans les membranes biologiques

Dans les cellules musculaires et neuronales, on peut constater une tension électrique à travers la membrane, c'est-à-dire entre l'intérieur et l'extérieur de la cellule. Ceci est « l'étincelle de la vie », sans laquelle nous ne pourrions ni bouger ni penser. Les valeurs de la tension ( $U$ ) et de l'épaisseur ( $D$ ) de la membrane sont connues.



bicouche de lipides : représentation schématique (gauche) et micrographie électronique (droite)

Recherchez ces données nécessaires dans une source fiable (n'oubliez pas de donner la référence) et calculez la valeur du champ électrique.

Comparez votre résultat avec les valeurs dans la table ci-jointe. Y a-t-il quelque chose de remarquable dans l'ordre de grandeur de votre résultat ? Si oui, comment vous interprétez votre constat ? Comparez-le à d'autres champs électriques qui se produisent dans la nature, par exemple celui de la foudre (3 MV/m).

valeurs maximales du champ électrique pour des divers isolants (claquage électrique, champ de rupture (diélectrique))	MV/m	Sources:
air (sec), déclenchement de la foudre	3	Air: "Dielectric Breakdown of Air as Order-of-Magnitude Physics". Steven D. Doty and Sandra L. Doty, <i>The Physics Teacher</i> 36 (1998) 6- 9.
polychlorure de vinyle (PVC)	40	Other values: David Halliday, Robert Resnick, Jearl Walker.
huile silicone	15	FUNDAMENTALS OF PHYSICS (John Wiley & Sons, Inc, New York, 1997), table 26.1
polystyrène	24	

### Solution

$U = 90 \text{ mV}$ ,  $D \approx 4\text{-}5 \text{ nm}$  [1], alors  $E \approx 2 \cdot 10^7 \text{ V/m}$ . Le champ électrique est bien plus grand que pour la foudre, et de l'ordre de grandeur de champ de claquage des isolants les plus isoants. C'est-à-dire ; la Vie est allée aux limites de ce qui est physiquement / chimiquement possible !

### Commentaires

Du point de vue didactique, les caractéristiques suivantes peuvent être mentionnés :

- application d'un concept fondamental de la physique (champ électrique) à une structure également fondamentale de la biologie (membrane cellulaire) ;
- utilisation des mathématiques très faciles pour une conclusion assez profonde (la vie/l'évolution aux limites imposées par les lois naturelles) ;
- possibilité d'une généralisation de cette conclusion à d'autres exemples (extrémophiles, seuils des sens, efficacité de la photosynthèse, ...
- si on veut, on peut poser l'exercice sous une forme plus fermée en donnant les valeurs de  $U$  et  $D$  au lieu d'en faire l'objet d'une recherche indépendante de la part des élèves.

### Sources

[1] *Lexikon der Physik*, Edt. W. Greulich, U. Kilian, C. Weber (Spektrum Akademischer Verlag, Heidelberg, 1997ff)

Problème de Fermi proposé par le prof. A. Mueller dans le cadre de Expériment@I de la  
 Faculté des Sciences de l'Université de Genève  
<http://experimental.unige.ch/>