

TP: Observer les échanges d'eau sur une pomme de terre

URL source du document : <http://www.didier-pol.net/1OSMOSE.html>

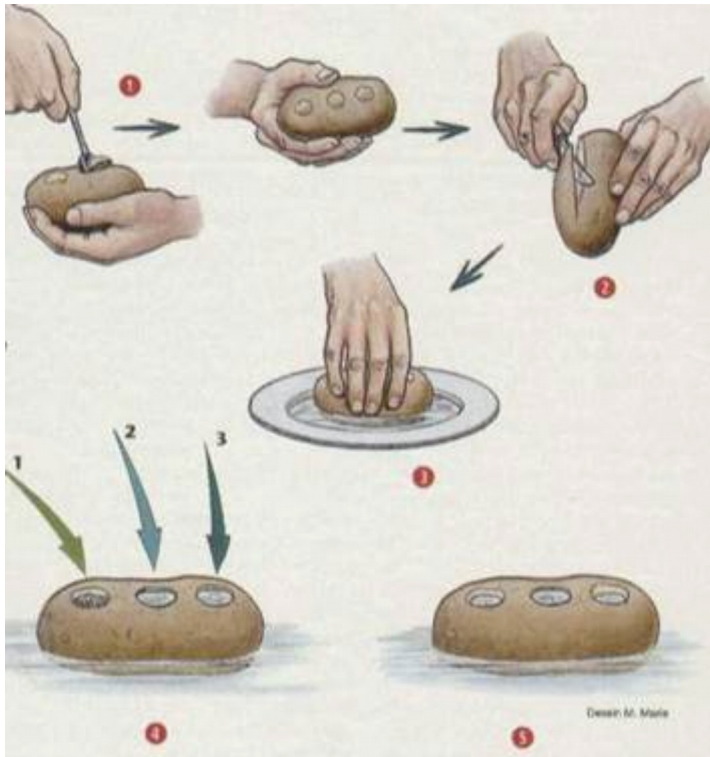
EXPÉRIENCE

1. Matériel nécessaire

Une grosse pomme de terre (ou trois petites), un récipient d'une taille suffisante pour la (les) recevoir, de l'eau déminéralisée, du gros sel, une solution d'eau physiologique (sel de cuisine à 9 g/L), un instrument de cuisine destiné à découper les melons en boules.

2. Comment procéder ?

Creuser dans la pomme de terre 3 puits de volume sensiblement égal à l'aide de l'ustensile de cuisine. Couper le côté opposé de façon à réaliser une surface plane dépourvue de peau. Mettre 1 ou 2 cm d'eau au fond du récipient et y poser la pomme de terre préparée. Verser du gros sel au fond du premier puits, la solution de chlorure de sodium à 9 g/L dans le second jusqu'au bord et de l'eau déminéralisée dans le troisième à ras-bord également. Laisser reposer une heure.



3. Qu'observe-t-on ?

Dans le premier puits, où se trouvait le sel, on voit maintenant de l'eau et le sel s'y dissout devenant invisible. Dans le second puits, le niveau du sérum physiologique n'a pas varié. Dans le troisième qui contenait de l'eau pure, le niveau a baissé.



4. Que s'est-il passé ?

Les cellules de la pomme de terre contiennent une solution dont la concentration est proche de celle de l'eau physiologique. Lorsqu'elles sont mises en présence de sel sur leur surface, un milieu beaucoup plus concentré qu'elles et dépourvu d'eau, elles perdent leur eau qui va aller remplir le premier puits. Dans le deuxième puits, il n'y a pas de mouvement net d'eau car les concentrations sont équivalentes : le niveau ne varie guère. Dans le troisième puits, il n'y a pas de sel et l'eau pure va envahir les cellules : le niveau baisse. Dans chaque cas, les lois de la diffusion imposent les mouvements d'eau et de sels aux cellules de la pomme de terre. Elles perdent ou gagnent plus ou moins d'eau en fonction de la concentration du milieu extérieur.

La fascination exercée par les caractéristiques étonnantes des êtres vivants a conduit pendant des siècles à considérer leur fonctionnement comme mystérieux. Telle la vertu dormitive expliquant, selon les médecins de Molière, les propriétés du pavot, une mystérieuse "force vitale" expliquait les singularités du vivant.

Nous savons aujourd'hui qu'il n'en est rien : c'est en termes physico-chimiques que se décrit la physiologie car les êtres vivants n'échappent pas aux lois de la physique et de la chimie.

Les deux principales originalités des organismes vivants par rapport à la matière inerte sont, d'une part, leur capacité à échanger de la matière et de l'énergie avec leur milieu et à les utiliser pour élaborer leur propre matière et assurer leur fonctionnement et, d'autre part, leur faculté de se reproduire.

Aussi, les plus petites unités capables de réaliser ces fonctions sont considérées comme les plus petites unités du vivant : ces unités sont les cellules et on a reconnu depuis longtemps que tous les êtres vivants sont formés de cellules. Les plus petits organismes comme les bactéries ou les unicellulaires sont formés d'une seule cellule, les plus grands sont formés d'un grand nombre de ces unités (plusieurs centaines de milliards chez l'Homme par exemple). Mais quel que soit le nombre de cellules constituant un animal ou un végétal, chacune d'entre elles est un système physique dit ouvert car procédant à des échanges avec son environnement immédiat.

Les substances susceptibles d'être échangées sont très variées et dépendent de chaque type cellulaire. Toutefois, toutes les cellules échangent au minimum de l'eau et des sels minéraux avec leur milieu. En effet, le fonctionnement de chaque cellule nécessite que son contenu en eau et en sels soit maintenu sensiblement stable autour d'une valeur moyenne optimale.

Or les cellules sont limitées par une mince pellicule, la membrane cytoplasmique, à travers laquelle se réalisent les échanges : il s'agit d'une véritable frontière. Cette frontière est perméable à l'eau comme on peut le constater lorsqu'on oublie d'arroser ses plantes : les plantes perdent alors leur eau et meurent. De la même façon, la membrane laisse passer de nombreuses substances minérales.

A l'égard de l'eau et de la plupart des sels minéraux, la membrane se comporte de façon passive, c'est à dire que les mouvements de ces substances ne sont pas réglés par une activité physiologique particulière de la membrane mais obéissent à des lois physico chimiques identiques à celles qui régissent les mouvements au travers d'une membrane artificielle comme une feuille de cellophane.

Toutefois, la membrane ne laisse pas passer n'importe quoi, et de nombreuses molécules organiques nécessaires au fonctionnement cellulaire comme certains sucres ou acides aminés ne pourraient pas la traverser comme le font l'eau et les sels. Pour ces substances, la membrane possède des systèmes de transport particuliers. Mais cette sélectivité a un coût élevé pour la cellule qui doit dépenser de l'énergie pour les faire pénétrer.

Lorsqu'une membrane laissant passer l'eau et les sels, comme une feuille de cellophane, sépare deux milieux aqueux de composition différente, c'est la concentration relative des deux milieux qui commande le sens et la vitesse des échanges d'eau et de sels : chaque substance, tel un gaz, tend à occuper le maximum d'espace disponible et se déplace donc du milieu où elle est le plus concentré vers le milieu où elle est le moins concentré. Lorsque les deux milieux atteignent la même concentration, il n'y a plus de mouvement apparent car autant de molécules passent dans chaque sens à chaque instant.

Lorsqu'une membrane sépare deux solutions aqueuses, comme c'est le cas pour les cellules vivantes constituées à 75 % d'eau et baignant dans un milieu aqueux, l'eau a donc tendance à se déplacer du milieu le plus dilué, c'est à dire contenant le moins de substances dissoutes (car plus la solution est diluée et plus la "concentration en eau" est élevée) vers le milieu le plus concentré en substances dissoutes (car le plus pauvre en eau). Il en est de même pour les sels : ils auront tendance à se déplacer du milieu le plus concentré (car le plus riche en sels) vers le milieu le moins concentré (car le plus pauvre en sels). On comprend ainsi que la plupart des plantes ne s'accommodent pas de sols salés. Les rares plantes capables de cette performance sont obligées de réaliser un travail de "pompage" au prix d'une dépense énergétique considérable pour contrebalancer les effets des lois physico-chimiques comme nous devons pomper pour faire monter l'eau d'un puits contre la force de gravitation.