

- 21 J. MASSART et BORDET. *Annales de l'Institut Pasteur*. 1891.  
 22 METSCHNIKOFF. Leçons sur la pathologie comparée de l'inflammation. 1892.  
 23 W. PFEFFER. *Handbuch der Pflanzenphysiologie*. Bd. I, 1881.  
 24 W. PFEFFER. *Locomotorische Richtungsbebewegungen durch chemische Reize. Untersuch. aus d. botan. Institut zu Tübingen*. Bd. I.  
 25 W. PFEFFER. *Zur Kenntniss der Contactreize. Untersuch. aus dem botan. Institut zu Tübingen*. Bd. I, 1885.  
 26 W. PFEFFER. *Ueber chemotac'ische Bewegungen von Bakterien, Flagellaten und Volvocineen. Untersuch. aus d. botan. Institut zu Tübingen*. Bd. II.  
 27 GEORGE POUCHET. D'un œil véritable chez les Protozoaires. *C. R. Soc. Biol.*, n° 36.  
 28 GEORGE POUCHET. Du rôle des nerfs dans les changements de coloration des poissons. *Journ. de l'anat. et de la phys.* 1872.  
 29 GEORGE POUCHET. Note sur l'influence de l'ablation des yeux sur la coloration de certaines espèces animales. *Journ. de l'anat. et de la phys.*, t. X, 1874.  
 30 F.-A. POUCHET. Sur la mutabilité de la coloration des Reinettes et sur la structure de leur peau. *Compt. rend.*, t. XXVI.  
 31 RAWITZ. *Zur Physiologie der Cephalopodenretina. Archiv f. Anat. u. Physiologie*, 1891.  
 32a SACHS. *Vorlesungen über Pflanzenphysiologie*. 1882.  
 32b SACHS. *Handbuch der Experimentalphysiologie der Pflanzen*. 1863. *Lehrb. der Botanik*.  
 33 SEIDLITZ. *Beiträge zur Descendenztheorie*. Leipzig, 1876.  
 34 STAHL. *Ueber den Einfluss von Richtung u. Stärke der Beleuchtung auf einige Bewegungserscheinungen im Pflanzenreich. Botan. Zeitung*, 1880.  
 35 STAHL. *Zur Biologie der Myxomyceten. Botan. Zeitung*. 1884.  
 36 STEINHAUS. *Die Aetiologie der acuten Eiterungen*. Leipzig, 1889.  
 37 STRASBURGER. *Wirkung des Lichts und der Wärme auf die Schwärmsporen*. Jena, 1878.  
 38 VELTEN. *Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegungen*. Flora, 1876.  
 39 VERWORN. *Die polare Erregung der Protisten durch den galvanischen Strom. Pflügers Archiv*. Bd. XLV et XLVI.  
 40 VERWORN. *Psycho-physiologische Protisten-Studien*. Jena, 1889.

## CHAPITRE V

## PROPRIÉTÉS VITALES DE LA CELLULE

## III. — NUTRITION ET ACTIVITÉ FORMATRICE

## Généralités

La cellule vivante possède la propriété de se nourrir : elle incorpore des substances nutritives, les transforme, en assimile certains éléments et en rejette d'autres à l'extérieur. Elle ressemble à un petit laboratoire de chimie, en ce sens que presque continuellement il s'accomplit en elle les réactions chimiques les plus variables, qui, d'une part, donnent naissance à des substances d'une composition moléculaire très complexe et qui, d'autre part, décomposent d'autres substances semblables. La substance vivante exécute simultanément des phénomènes de décomposition et de composition, qui sont d'autant plus intenses que le processus de la vie est plus actif. Le chimisme de la cellule comprend donc deux phénomènes distincts, le phénomène de métamorphose régressive et le phénomène de métamorphose progressive, ou, suivant l'expression de CLAUDE BERNARD (IV, 1, a), les phénomènes de destruction et de création organique, de décomposition et de composition.

Pendant la métamorphose régressive, la substance vivante, en vertu de son autodécomposition, entre en combinaison chimique avec une série de produits intermédiaires. Les termes extrêmes de cette métamorphose régressive sont l'anhydride carbonique et l'eau. Pendant qu'elle s'accomplit, une force de tension (énergie potentielle) se transforme en force vive (énergie cinétique). De la chaleur intramoléculaire devient libre et forme la force vive, condition nécessaire à la production des manifestations d'énergie ou de travail du corps de la cellule.

Ce qui prouve combien est grande l'instabilité chimique des substances vivantes, c'est que la moindre impulsion suffit souvent à déterminer dans les corps cellulaires de grandes transformations chimiques et la mise en

liberté d'énergies puissantes. « Ne sont-ce pas, dit PFLUGER (V, 25, 26), des forces vives, extraordinairement minimes, qui déterminent les actions les plus intenses dans la rétine et le cerveau, en réagissant sur un rayon lumineux ? Autant sont minimes les quantités de certains poisons capables de détruire un grand animal vivant, autant sont minimes les forces vives des nerfs. »

Pendant la métamorphose progressive, la substance consommée est remplacée par de nouvelles substances puisées au dehors, incorporées dans la cellule et amenées en de nouvelles combinaisons chimiques : cette production de travail exige une plus ou moins grande quantité de calorique, qui est transformée en énergie potentielle. Ce calorique peut provenir en partie de la chaleur intramoléculaire mise en liberté pendant les phénomènes de décomposition ; mais elle provient aussi en majeure partie, surtout chez les végétaux, de la chaleur vivifiante des rayons solaires, qui fournit au monde animé une grande quantité de force vive et se transforme en énergie potentielle dans le corps protoplasmique. Les substances puisées au dehors et la chaleur du soleil constituent la matière et la force premières, au moyen desquelles s'accomplissent, en dernière analyse, tous les phénomènes de la vie, lesquels consistent en des mouvements alternatifs de décomposition et de composition.

D'après la définition de PFLUGER, « le processus vital est la chaleur intramoléculaire de molécules d'albumine formées dans la substance cellulaire, molécules très facilement décomposables et qui se décomposent par dissociation, en formant surtout de l'anhydride carbonique, de l'eau et des amides, ces molécules d'albumine se régénérant constamment et s'accroissant aussi par polymérisation ».

Bien que la nutrition offre une grande variabilité dans les différents organismes, cependant une série de phénomènes fondamentaux sont communs à la nature organique tout entière et s'accomplissent aussi bien chez les organismes monocellulaires que chez les plantes et les animaux supérieurs. *L'unité de la nature organique se manifeste dans ces phénomènes fondamentaux de la nutrition aussi bien que dans les phénomènes de motilité et d'irritabilité.*

Leur étude appartient donc à l'anatomie et à la physiologie générales de la cellule.

Voici en quoi ils consistent :

1° Toute cellule, végétale ou animale, respire, c'est-à-dire qu'elle prend dans le monde extérieur l'oxygène dont elle a besoin et, à l'aide de cet oxygène, elle brûle les hydrates de carbone et les substances albuminoïdes de son propre corps, en formant, comme derniers produits de cette combustion, de l'anhydride carbonique et de l'eau.

2° Dans les deux règnes organiques, il se forme pendant la nutrition un grand nombre de substances : de la pepsine, de la diastase, de la myosine, de la xanthine, de la sarcine, du sucre, de l'inosite, de la dextrine, du glycogène, de l'acide lactique, de l'acide formique, de l'acide acétique et de l'acide butyrique.

3° Dans les deux règnes, maints phénomènes qui engendrent des combinaisons chimiques complexes sont identiques ou du moins très semblables et se distinguent essentiellement des procédés qui permettent au chimiste de former synthétiquement un certain nombre de composés organiques. Dans le *chimisme de la cellule*, tant végétale qu'animale, un grand rôle revient à des *ferments*, diastase, trypsine, pepsine, etc. Sous le nom de ferments on désigne des substances organiques qui, créées dans la cellule vivante, engendrent une action chimique considérable tout en n'étant employées qu'en quantité extraordinairement minime, parfois même inappréciable ; ces substances sont capables de transformer chimiquement, d'une façon caractéristique, ici des hydrates de carbone, là des corps albuminoïdes.

« Le chimisme du laboratoire est exécuté à l'aide d'agents et d'appareils que le chimiste a créés, et le chimisme de l'être vivant est exécuté à l'aide d'agents et d'appareils que l'organisme a créés. » (CLAUDE BERNARD, IV, 1, a.)

Nous nous occuperons des divers phénomènes de la nutrition en nous plaçant plus spécialement au point de vue morphologique, sans entrer dans trop de détails sur les phénomènes chimiques, généralement très complexes et en grande partie encore inconnus d'ailleurs. Nous pouvons distinguer au cours de la nutrition trois phases : l'incorporation des substances ; leur transformation chimique au sein du protoplasme et leur élimination. La première et la troisième de ces phases, nous les traiterons simultanément, pour nous occuper ensuite de la deuxième.

#### I. — Incorporation et élimination des substances par la cellule

Toute cellule incorpore en soi des gaz et des substances liquides ou dissoutes, c'est-à-dire sous un état diffusible ; certaines cellules, enfin, emploient aussi comme nourriture des substances solides. Chacune de ces trois séries de phénomènes mérite une description spéciale.

##### 1° Incorporation et élimination des substances gazeuses

Le protoplasme peut incorporer à l'état de gaz ou de vapeur les substances les plus diverses (oxygène, azote, hydrogène, anhydride carbonique,

oxyde de carbone, protoxyde d'azote, ammoniaque, chloroforme, éther, etc.).

Parmi ces corps, les seuls importants pour la nutrition sont l'oxygène et l'anhydride carbonique, surtout l'oxygène.

Sans absorption d'oxygène, c'est-à-dire sans *respiration*, il n'est pas de vie possible. La *respiration de l'oxygène* est, à peu d'exceptions près (bactéries anaérobies, etc.), une propriété fondamentale de tout corps organisé. Elle est absolument indispensable pour l'accomplissement des échanges nutritifs, dont dépend la vie : elle doit fournir la force vive nécessaire à la décomposition par oxydation des combinaisons moléculaires complexes. Le manque d'oxygène détermine, en général, très rapidement l'arrêt des fonctions de la cellule, irritabilité, motilité, etc. ; enfin, il entraîne fatalement la mort.

Les organismes de la fermentation, les Schizomycètes et les Saccharomycètes, semblent constituer une exception à ce principe fondamental de la respiration. En effet, ils peuvent s'accroître et se multiplier dans un liquide nutritif approprié, mais complètement privé d'oxygène. Dans ce cas, l'oxygène nécessaire aux phénomènes d'oxydation qui s'accomplissent dans le protoplasme et la force première nécessaire au processus de la vie sont fournis par la décomposition de la matière en fermentation. De même les parasites intestinaux vivent dans un milieu assez pauvre en oxygène, grâce à la décomposition des substances nutritives au sein desquelles ils se trouvent. (BUNGE, V, 2.)

Quel rôle joue l'oxygène pendant son incorporation dans la cellule ?

On pensait naguère que l'oxygène agit directement comme oxydant sur la matière vivante, qu'il détermine dans le corps, comme on le disait, un phénomène de combustion, produisant de la chaleur. Cependant le phénomène est plus compliqué, parce que les forces qui déterminent la combinaison de l'oxygène proviennent de la substance vivante elle-même. Dans le protoplasme, ce mélange de corps albuminoïdes spéciaux et de leurs dérivés et qui renferme en outre de la graisse et des hydrates de carbone comme inclusions, dans le protoplasme, dis-je, s'accomplissent continuellement, sous l'action d'influences insignifiantes, des changements moléculaires et des groupements d'atomes, notamment des décompositions et des dissociations. « Dans le cours de ces phénomènes, il se développe aussi continuellement dans une foule de produits de décomposition des affinités pour l'oxygène libre (décomposition par oxydation), affinités qui entraînent l'oxygène dans les échanges nutritifs. » (PFLUGER V, 25, 26.) Pendant la respiration il s'engendre donc, aux dépens de la substance organique, des combinaisons très oxygénées ; par suite de la décomposition et de l'oxydation continuelles de la substance organique,

il se forme finalement de l'anhydride carbonique et de l'eau, c'est-à-dire les produits extrêmes les plus importants de la décomposition de la substance vivante due à la respiration de l'oxygène.

Ce phénomène a lieu dans toute cellule animale ou végétale.

Si l'on dépose dans une goutte d'huile d'olive pure des cellules végétales dont le protoplasme circule activement (poils staminaux de *Tradescantia*, cellules de Characées), aussitôt la circulation protoplasmique se ralentit pour cesser bientôt complètement : ce phénomène est dû à ce que l'oxygène ne peut plus pénétrer. La même chose se passe lorsque des cellules végétales sont placées dans une atmosphère soit d'anhydride carbonique, soit d'hydrogène, soit d'un mélange de ces deux gaz. D'abord les fonctions du protoplasme ne sont que suspendues et, si l'on remplace ensuite l'huile d'olive, l'anhydride carbonique ou l'hydrogène par de l'air pur, l'irritabilité et la motilité se rétablissent progressivement, après une certaine période de relâchement. Lorsque les cellules ont été soustraites longtemps à l'oxygène, alors il se produit une paralysie des fonctions et finalement le protoplasme meurt après s'être troublé, coagulé et fragmenté.

De même toute cellule animale respire. Si l'on dépose dans une atmosphère d'anhydride carbonique un œuf de poulet en incubation et aux premiers stades de son développement, ou bien si l'on enduit d'huile l'écaille calcaire poreuse de cet œuf, de façon à empêcher l'échange des gaz entre le germe et l'air, il meurt après un petit nombre d'heures.

L'oxygène introduit dans les poumons de l'homme sert à satisfaire au besoin d'oxygène toutes les cellules des divers tissus de notre corps. Ce dernier phénomène est connu en physiologie animale sous le nom de *respiration interne*, par opposition à l'introduction de l'oxygène dans les poumons, c'est-à-dire à la respiration pulmonaire.

Chez tous les organismes le phénomène de la respiration est accompagné d'une élimination d'anhydride carbonique et d'un développement de calorique. Il n'y a là qu'une simple loi chimique. « De même que dans toute combustion de matière hydrocarbonée, de même dans la respiration il se forme de l'anhydride carbonique, de l'eau et une certaine quantité de calorique. » (SACHS, IV, 32, a.) Les cellules végétales aussi bien que les cellules animales expirent de l'anhydride carbonique et développent de la chaleur.

En ce qui concerne les végétaux, la formation de calorique se démontre le plus facilement dans les éléments en voie d'accroissement, dans les graines en germination et surtout dans les spadices des Aroïdées. Ces derniers peuvent parfois prendre une température dépassant de 15 degrés centigrades la température ambiante.

Pendant la respiration la cellule vivante règle elle-même la valeur de sa consommation d'oxygène. Cette consommation dépend uniquement de l'intensité de l'activité fonctionnelle de la cellule, laquelle est accompagnée d'une décomposition proportionnelle de substance organique. Un œuf non fécondé n'inspire qu'une très minime quantité d'oxygène, et il en est de même pour une graine au repos ; mais, quand l'œuf est fécondé et qu'il se segmente activement, ou quand la graine germe, alors la quantité d'oxygène inspiré augmente. C'est une fonction du protoplasme en activité vitale (SACHS). Ainsi s'explique ce phénomène que *l'absorption de l'oxygène dans la cellule vivante « est, dans certaines limites, complètement indépendante de la pression partielle de l'oxygène neutre »*. (PFLUGER.)

Pour terminer le chapitre de la respiration, il nous faut encore parler d'un fait important. Même en l'absence d'oxygène, les cellules peuvent expirer de l'anhydride carbonique et engendrer de la chaleur, pendant un temps plus ou moins long. Des plantes en germination déposées dans le vide de TORICELLI continuent à exhaler de l'anhydride carbonique d'abord, pendant quelques heures, comme elles le font normalement ; puis, peu à peu, en quantité de plus en plus minime.

D'après les expériences de PFLUGER, des Grenouilles restent en vie pendant plusieurs heures sous une cloche de verre dans une atmosphère d'azote, privées d'oxygène, et pendant ce temps elles expirent une assez grande quantité d'anhydride carbonique.

Ces deux expériences nous apprennent que, dans la cellule mise à l'abri du contact direct de l'oxygène, il peut se former de l'anhydride carbonique exclusivement aux dépens de carbone et d'oxygène provenant de la décomposition de la substance organique.

Ce phénomène constitue la *respiration intramoléculaire*. Aussi longtemps que dure la respiration intramoléculaire, la cellule vit et persiste, mais son énergie, son irritabilité et son activité physiologique diminuent progressivement, la cellule utilisant comme source d'énergie de fonctionnement une partie de l'oxygène qui est combiné à sa propre substance. Si l'oxygène continue à faire défaut, la mort finit par arriver.

De ces phénomènes de respiration intramoléculaire on peut déduire cette thèse, que nous avons déjà exprimée plus haut : « *Ce n'est pas l'oxygène provenant du milieu ambiant qui donne la première impulsion aux phénomènes chimiques de la respiration ; mais il se produit plutôt, tout d'abord, à l'intérieur du protoplasme une décomposition des molécules albuminoïdes, qui se termine par une formation d'anhydride carbonique, et alors l'oxygène provenant du milieu ambiant intervient pour déterminer une restitutio in integrum.* »

La respiration intramoléculaire nous offre donc un point de comparaison avec la fermentation produite par des ferments qui, sans le concours de l'oxygène, s'accroissent, se multiplient et forment de l'anhydride carbonique. C'est ce que PFEFFER (V, 22) a surtout fait ressortir.

Tandis que l'incorporation de l'oxygène et l'élimination de l'anhydride carbonique constituent respectivement le terme initial et le terme final d'une série de phénomènes complexes appartenant essentiellement à la métamorphose régressive, c'est-à-dire à la destruction de la substance organique, l'incorporation et la consommation de l'anhydride carbonique par la cellule constituent le phénomène inverse, le phénomène de la métamorphose progressive, c'est-à-dire de la formation de la substance organique. Ce dernier phénomène, on l'appelle l'*assimilation*.

*La respiration de l'oxygène et l'assimilation de l'anhydride carbonique sont, à tout point de vue, inverses l'une de l'autre.* La respiration est un phénomène fondamental commun au règne organique tout entier, tandis que l'assimilation est restreinte au règne végétal seulement, et même dans le règne végétal elle n'est nullement une propriété de toutes les cellules, mais seulement de ces cellules dont le protoplasme contient de la chlorophylle ou de la xanthophylle. La respiration de l'oxygène conduit à des processus de décomposition par oxydation ; l'assimilation de l'anhydride carbonique, par contre, conduit à la réduction de l'anhydride carbonique et à la formation synthétique de substances organiques à molécules très complexes. Ces substances sont des hydrates de carbone et spécialement de l'amidon, qui se dépose sous forme de petits granules dans les parties vertes des plantes (corps chlorophylliens et rubans de chlorophylle).

Les diverses phases des synthèses qui s'accomplissent dans la cellule végétale pendant l'assimilation de l'anhydride carbonique sont encore mal connues. Ce que nous pouvons dire seulement, c'est que l'anhydride carbonique et l'eau constituent les matières premières de ces synthèses, et que, par réduction de l'anhydride carbonique et de l'eau, il se forme de l'oxygène qui se dégage abondamment à l'état de gaz. Ce phénomène n'a lieu dans le protoplasme qu'en présence de la chlorophylle, d'autres substances chimiques pouvant cependant aussi y participer. Enfin, l'assimilation de l'anhydride carbonique ne peut se faire qu'à la lumière. En effet, pour que l'oxygène de l'anhydride carbonique et de l'eau soit mis en liberté, la chaleur est nécessaire. A ce point de vue encore, il existe une antithèse entre l'assimilation de l'anhydride carbonique et la respiration de l'oxygène : ici, l'oxydation, qui est un phénomène de combustion, engendre de la chaleur et met en liberté de la force vive ; là, au contraire, du calorique est employé à la réduction de l'anhydride carbo-

nique et combiné sous forme d'énergie potentielle dans les produits de l'assimilation. La chaleur nécessaire à l'accomplissement de ce phénomène est fournie par la lumière solaire.

Si l'on dépose une plante aquatique dans de l'eau chargée d'anhydride carbonique et qu'on l'expose au soleil, on voit aussitôt se dégager de nombreuses petites bulles de gaz qui, recueillies sous une cloche et soumises à l'analyse chimique, montrent qu'elles consistent surtout en oxygène. En même temps qu'elle élimine cet oxygène, la plante absorbe de l'anhydride carbonique qu'elle soustrait à l'eau et le transforme en hydrates de carbone. Nous avons montré dans l'un des chapitres précédents (p. 98) comment alors le protoplasme vivant, sensible à la lumière, peut amener l'appareil chlorophyllien dans la position qui lui est le plus favorable selon la direction et l'intensité de la lumière.

A la lumière, l'assimilation de l'anhydride carbonique est tellement intense qu'elle masque presque entièrement la respiration concomitante de l'oxygène et l'élimination d'anhydride carbonique qui est la conséquence de la respiration. C'est ce qui fait que jusqu'en ces derniers temps on a méconnu chez les plantes exposées à la lumière l'accomplissement de la respiration ce phénomène absolument nécessaire à l'entretien de la vie.

Les végétaux placés dans l'obscurité cessent aussitôt d'éliminer de l'oxygène et d'incorporer de l'anhydride carbonique ; mais ils continuent à respirer dans l'obscurité comme ils le font à la lumière. Le gaz, qui se dégage alors en quantité beaucoup plus minime que dans l'expérience précédente, est de l'anhydride carbonique.

CLAUDE BERNARD (IV, 1, a) a attiré l'attention sur une différence intéressante qui existe entre la respiration de l'oxygène et l'assimilation de l'anhydride carbonique chez les végétaux. Il a soumis des végétaux aquatiques à la narcose par le chloroforme ou l'éther et constaté qu'alors, à la lumière solaire, il ne s'élimine plus d'oxygène. De même que la narcose arrête d'une façon absolue l'irritabilité et la motilité du protoplasme, de même elle suspend la *fonction chlorophyllienne*, c'est-à-dire le pouvoir de former synthétiquement de l'amidon au moyen de l'anhydride carbonique et de l'eau. Mais cette fonction se rétablit quand les plantes soumises à l'expérience sont replacées dans de l'eau pure. Ce qui est plus remarquable encore, c'est que dans cette expérience, pendant la narcose, la respiration et l'élimination de l'anhydride carbonique deviennent plus actives. Cette circonstance est due à ce que la respiration de l'oxygène et la décomposition de substance organique qui l'accompagne se trouvent en relation beaucoup plus intime avec tout le processus de la vie et ne cessent par conséquent qu'avec la vie de la cellule elle-même. Toutefois, avant que la narcose

ne détermine la mort de la cellule, les fonctions de cette dernière, et notamment la fonction chlorophyllienne, sont suspendues pendant un temps assez étendu.

## 2° Incorporation et élimination des substances liquides

La plupart des substances qui servent à la nutrition sont absorbées par les organismes, à l'état de solutions. Les organismes monocellulaires et les végétaux aquatiques les puisent dans le liquide au sein duquel ils résident ; quant aux végétaux terrestres, ils les puisent, à l'aide de leurs racines, dans le sol imbibé d'eau. Les cellules des animaux supérieurs se nourrissent de substances tenues en solution dans des liquides qui sont amenés au préalable, grâce à des dispositions anatomiques compliquées, dans les cavités de leur propre corps. Ces liquides sont le chyme du tube digestif, le sang, le chyle et la lymphe. Ils jouent vis-à-vis des cellules animales le même rôle que jouent vis-à-vis des organismes inférieurs et des végétaux l'eau et l'humidité du sol avec les substances qu'elles tiennent en solution.

Aux idées anciennes de la physiologie, d'après lesquelles tous les phénomènes essentiels de la nutrition s'accomplissaient dans les sucs du corps, il faut opposer énergiquement le principe suivant : *Les cellules sont les foyers de l'incorporation, de l'élimination et de la transformation des matières nutritives. Le rôle des sucs du corps consiste uniquement à fournir aux cellules les matières nutritives sous forme de solutions et à recueillir les produits de la métamorphose régressive.*

Entre les cellules et le milieu dans lequel elles baignent existent les relations réciproques les plus complexes d'ordre physique et d'ordre chimique. Leur étude est des plus difficiles et nous ne pouvons guère que l'effleurer ici.

Toute cellule est, dans l'ensemble de son organisation, rigoureusement adaptée au milieu qui l'entoure. Des modifications importantes et subites, apportées soit dans la concentration, soit dans la composition du milieu, déterminent la mort de la cellule. Et cependant la cellule peut souvent supporter d'une façon continue des modifications plus importantes encore du milieu qui l'entourne, à la condition que ces modifications se soient produites progressivement et très lentement, de telle sorte que la cellule ait pu accommoder son organisation à ces circonstances.

C'est ainsi que nous avons dit, en parlant des excitants chimiques (p. 105), que des Amibes d'eau douce peuvent être amenées à vivre dans de l'eau salée et que des animaux marins peuvent s'adapter à vivre dans de